Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling

Stedelijke grondwater in een ander daglicht;

Kansen van een actief grondwaterbeheer

Colofon

Deze brochure is gebaseerd op het Iwaco rapport 19666: Grondwater in en om de stad.. Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van projectprogramma Stedelijk waterbeheer van het RIZA. De NVA werkgroep Stedelijk grondwater - vallend onder het verband Contactgroep Stedelijk Waterbeheer (een initiatief vanuit Rioned en de NVA) - heeft destijds mede richting gegeven aan het project en was sterk vertegenwoordigd in de begeleidingscommissie.

Tot stand gekomen door bijdragen van:

RIZA: Fred Wagemaker, Ireen Röling

IWACO: Frans van der Linden en Esther Bosman

NVA werkgroep Stedelijk grondwater:
Eilard Jacobs (voorzitter)

Begeleidingscommissie:
Gerdrik Bruins, destijds Gemeente Enschede,
nu Waterschap Regge en Dinkel
Rob van der Wolf, Gemeente Rotterdam
Willem Jan de Voogd van der Straaten, Gemeente Tholen
Ger Renkens, Waterschap de Dommel
Wim de Lange, RIZA

Vormgeving en druk: Grafisch Bedrijf Urkerland

Illustraties: Fokke de Vries

Uitgave:
RIZA / NVA werkgroep Stedelijk Grondwater

ISBN: 9036953391

Lelystad oktober 2000

Inhoudsopgave

1	Het Wie Wat en Waarom van stedelijk grondwater	5
2	Grondwater als onderdeel van de hydrologische en stedelijke kringloop	10
3	Steken onder (grond)water: de knelpunten	16
4	Opdiepen van verborgen kwaliteiten	19
5	Kansen stedelijk grondwater	21
6	Grondwaterkansenkaart als instrument	34

Kader 1	Waternood	6
Kader 2	Wat merkt de stadsbewoner van het grondwater?	9
Kader 3	Regionale indeling van Nederland	14
Kader 4	Nieuw gebied: Bergen van piekafvoeren en afkoppelen in Enschede	24
Kader 5	Regionale samenwerking in de provincie Noord-Holland	28
Kader 6	Bestaand gebied: Verbetering van riolering in Eindhoven	32
Kader 7	Bronnen voor basisinformatie	38
Kader 8	Aanbevolen literatuur	40
Kader 9	Begrippenlijst	41

Voorwoord

Het stedelijk waterbeheer is de laatste jaren sterk in ontwikkeling. Grondwater blijkt een steeds belangrijkere rol te gaan spelen bij de ontwikkeling van duurzaam stedelijk waterbeheer. Verdieping en verspreiding van kennis is daarom gewenst. Tot deze conclusie werd gekomen in de aanloop tot het projectprogramma Stedelijk Waterbeheer van het RIZA (1998). Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) heeft samen met de Werkgroep Stedelijk Grondwater van de Nederlandse Vereniging voor Waterbeheer (NVA) daarom het initiatief genomen om grondwater in de stad een duidelijker gezicht te geven. Deze brochure is het resultaat van en gebaseerd op een onderzoek geïnitieerd door het RIZA, uitgevoerd door Iwaco eind 1999.

De brochure **Stedelijk grondwater in een ander daglicht** biedt handvatten, die door de direct betrokkenen kunnen worden benut om hun kennis van grondwater in de stad te vergroten. Dit door middel van een stukje theorie, praktijkvoorbeelden en een methode om grondwater beter communiceerbaar te maken. Het streven is lezers meer gevoel te geven voor de rol en mogelijke meerwaarde van stedelijk grondwater binnen het eigen werkveld. De brochure is niet alléén bedoeld voor civieltechnici die doorgaans het nodige al weten over het grondwater. Juist het breder onder de aandacht brengen van de kansen en beperkingen van grondwater bij planologen, ontwerpers en ecologen, bevorderd dat grondwater actiever betrokken wordt bij stedelijke ontwikkeling en waterbeheer.
Opmerkelijk was dat over grondwater in de stad vrijwel geen informatie is te vinden, behalve als het gaat over grondwateroverlast. Een hoofdzakelijk probleemgerichte benadering dus, over positieve kanten van stedelijk grondwater is vrijwel niets geschreven. Enerzijds is dit het gevolg van de onzichtbaarheid van het stedelijke grondwater, anderzijds doordat voor stedelijk grondwater vele technische oplossingen zijn gevonden om er maar zo min mogelijk mee geconfronteerd te worden. Dit kan echter ook anders. Daarom deze brochure, om het stedelijk grondwater eens vanuit een positieve insteek te bekijken en het binnen het stedelijk waterbeheer een plaats te geven die het toekomt.

Een belangrijke kanttekening bij de brochure is dat er bij aanvang van het project gekozen is om binnen het stedelijk grondwater het onderwerp grondwateroverlast niet in alle diepte te behandelen. Deze problematiek is veel beschreven en wordt in de brochure dan ook niet meer dan aangestipt. De lezers die niet bekend zijn met grondwateroverlast dienen zich bewust te zijn van deze leemte en worden voor verdieping aangeraden andere bronnen te raadplegen.

1. Het Wie Wat en Waarom van stedelijk grondwater

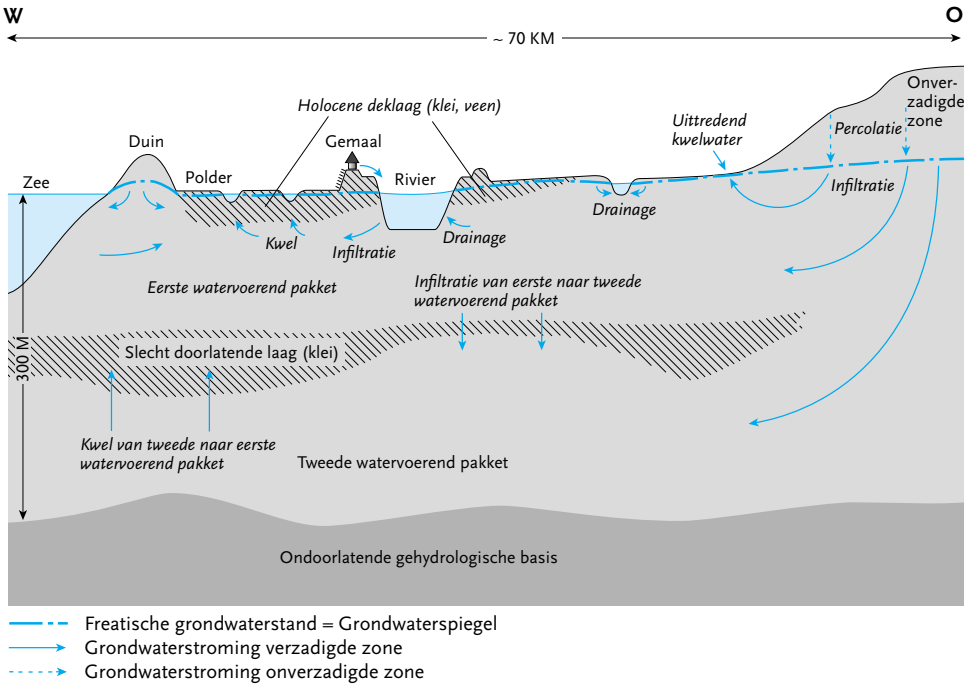
Wat is grondwater?

Wat is het toch met grondwater dat het zo onbekend, en dus onbemind is? Deze vraag is eigenlijk alleen te beantwoorden door de experts, die zo veel moeite hebben om in begrijpelijke taal over grondwater te praten. En dat terwijl de principes van (grond)water en waterstroming zo eenvoudig zijn: *Water stroomt naar het laagste punt.*

Hier gaat het al fout, als we gaan uitleggen wat grondwater is en hoe het zich gedraagt. Grondwater stroomt namelijk niet naar fysiek het laagste punt, maar naar het punt van de laagste druk. Veel te ingewikkeld om even snel uit te leggen, want het laagste punt en de laagste druk komen niet altijd met elkaar overeen.

Hoe kan grondwater het beste worden voorgesteld? Als een waterdruppel in de vorm van regen op de grond valt en via de ondiepe ondergrond en drainage in een rivier terechtkomt, en vervolgens naar de zee wordt afgevoerd, dan heeft deze zelfde druppel al vijf verschillende benamingen gehad. In de bovengenoemde volgorde: regenwater, (ondiep) grondwater, drainwater, oppervlaktewater, zeewater. Deze verschillen kunnen plaatsvinden in tijdsbestek van 24 uur of van 24 eeuwen (bijvoorbeeld als de druppel tot in het diepe grondwater op de Veluwe doordringt).

Met andere woorden, grondwater is vooral een kwestie van definitie, maar kan nooit los worden gezien van de andere watercomponenten. De meest eenvoudige vorm van definitie is dat grondwater dat gedeelte van het water is dat zich onder het maaiveld bevindt (inclusief kruipruimtes), en wat niet zichtbaar is (sloten liggen ook onder het maaiveld).



Wie behoort het stedelijk grondwater toe?

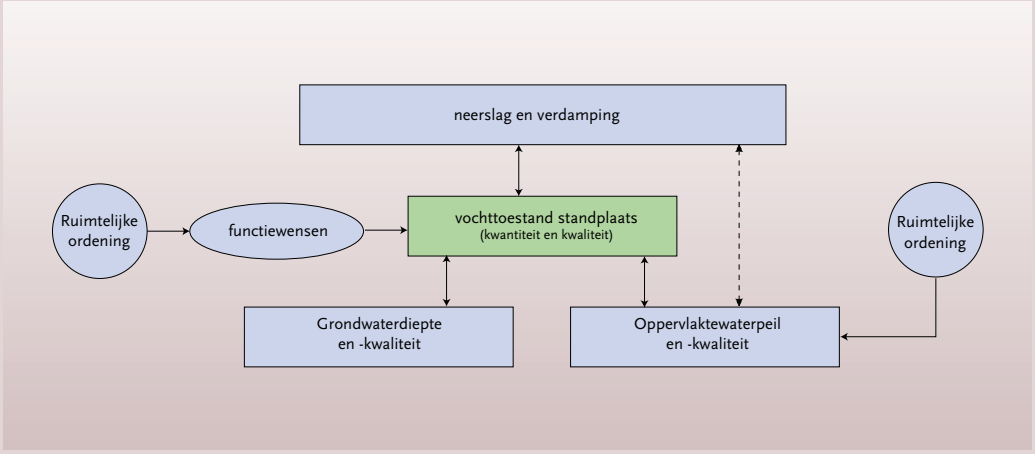
"Het stedelijke grondwater is van niemand". Vandaag de dag is dit kort gezegd de situatie als een bewoner last heeft van grondwateroverlast. Wettelijk is de zaak niet sluitend geregeld, er zijn wel afspraken gemaakt maar deze zijn nog niet wettelijk verankerd. Bewoners met klachten worden vaak van de ene instantie naar de andere doorverwezen. Dit jaar wordt een wetswijziging voorbereid waarin deze bestuurlijke afspraken over de bevoegdhedenverdeling worden vastgelegd. De voorziene taakverdeling is als volgt:

- de bewoner zorgt voor de drainage van het eigen perceel;
- de gemeente maakt het mogelijk dat deze drainage en die van het openbare terrein waar zij zelf zorg voor dragen (het zogenaamde ontwateringsstelsel) worden aangesloten op het afwateringssysteem;
- het waterschap is verantwoordelijk voor het afwateringssysteem, het stelsel dat zorgt voor de waterafvoer van het beheersgebied.

Hoe komt het dat grondwater in een regelland als Nederland nog niet sluitend afgedekt is? Het antwoord ligt wellicht in "uit het oog uit het hart". Dat je grondwater simpelweg niet ziet én omdat we lan-

Kader 1: Waternood

De Dienst Landelijk Gebied en de Unie van Waterschappen hebben de Waternood methodiek ontwikkeld om vraagstukken, die spelen bij de inrichting en beheer van onze watersystemen, systematischer op te lossen. Een sleutelrol speelt het begrip GGOR = Gewenste Grond- en Oppervlaktewater Regime. Per ruimtelijke functie of bestemming moeten de gewenste grond- en oppervlaktewater condities (of juist de schadelijke trajecten daarvan) gekwantificeerd worden. In het kader van de verdrogingsbestrijding wordt in de 4e nota waterhuishouding gesteld dat provincies gebiedsdekkend een gewenste grondwatersituatie aangeven. Momenteel worden de mogelijkheden bekeken van de bestuurlijk-juridische verankering van een GGOR. In de methodiek "Waternood", één van de manieren om tot een GGOR te komen, staat de watersysteembenadering centraal en is het natuurlijk watersysteem richtinggevend. Het grondwaterregime is richtinggevend voor de te hanteren opper-



Relatie tussen vochttoestand, standplaats vegetatie, ruimtelijke ordening en waterbeheer

ge tijd dachten dat we het grondwater met technische middelen voldoende konden wegwerken zonder daar problemen van te ondervinden, zijn twee belangrijke redenen waarom er nooit iemand direct verantwoordelijk is gesteld voor het grondwater. In de afgelopen decennia is dit beeld door de praktijk ingehaald. Mede door de effectieve stedelijk ontwatering verdroogd Nederland plaatselijk, daalt het maaiveld in veengronden door oxydatie, en worden (houten) funderingen aangetast. Daarnaast ondervinden naar schatting zo'n tweehonderdduizend woningen overlast door (tijdelijk) te hoge waterstanden.

Nu steeds duidelijker wordt dat we niet zo gemakkelijk het grondwater weg kunnen werken zonder nadelige gevolgen, wordt deze bestuurlijke lacune als een heikel punt ervaren. De moeilijkheid bij het aanwijzen van een verantwoordelijke is vooral een financiële kwestie. Gevreesd wordt dat de nieuwe beheerder opdraait voor de kosten van al bestaande schade ten gevolge van grondwateroverlast. De financiële risico's van het stedelijke grondwater zijn niet duidelijk en ook niet door wie en waarvan dat betaald moet gaan worden.

Een probleem dat voortvloeit uit het ontbreken van

vlaktewater peilen. Naast de bekende kerntaak van het oppervlaktewaterbeheer "zorgen voor droge voeten" wordt het oppervlaktewaterbeheer daarnaast ingezet voor het grondwaterbeheer. In de methodiek krijgt een variabele peilbeheer een prominente plaats.

Kort samengevat houdt de waternood benadering in dat de inrichter en beheerder van een oppervlaktewatersysteem met de provinciale plannen als uitgangspunt, voor elk gebied 'eigen' criteria vaststellen. Deze criteria leunen zwaar op de grondwaterwensen, behorend bij de verschillende combinaties van grondsoort en bodemgebruik en op de vertaling van deze wensen van grond- naar oppervlaktewater.
Voor het stedelijke gebied betekent dit dat er veel meer dan gebruikelijk was wordt gekeken naar de gevolgen van 'ruimtelijke ordenings'-maatregelen voor het watersysteem. Centraal staat daarbij een koppeling van het gewenste grond- en oppervlaktewater regime (kwantitatief én kwalitatief) aan stedelijke (ruimtelijk te definiëren) functies en bestemmingen en viceversa. Dus wat is de optimale waterhuishouding bij verschillende bestemmingen/functies én welke ruimtelijke invulling past het beste bij de te onderscheiden hydrologische eenheden.

De methodiek is (nog) niet zozeer toegesneden op het stedelijk gebied en Laag-Nederland. Dit komt omdat de methodiek oorspronkelijk is opgezet voor het agrarische en natuurlijke waterbeheer in het landelijk gebied. Het stedelijk gebied heeft hierdoor een minder prominente plaats gekregen. Daarnaast is de methodiek vooral toegespitst op gebieden waar ruimte bestaat om via peilfluctuatie in het oppervlaktewater sturing te geven aan het grondwaterbeheer. Dit is overwegend het geval in de hoger gelegen gebieden in Nederland. Ondanks dat biedt de Waternood-methodiek en GGOR aanknopingspunten voor het waterbeheer in lager gelegen delen in Nederland en het stedelijke waterbeheer. Ook daar kan naar een meer variabel en grondwatergestuurd peilbeheer worden gestreefd. In de gemeente Amsterdam wordt bijvoorbeeld al onderzocht wat de toepassingsmogelijkheden van GGOR in de stad zijn.

een verantwoordelijke is dat de eventueel gesignaleerde potenties van het stedelijk grondwater (zie hoofdstuk Kansen) moeilijk hard gemaakt kunnen worden, omdat de praktische uitwerking op niemands bordje ligt.
Uit interviews met 'koplopers' in stedelijk waterbeheer (zie kaders nr. 4, 5 en 6) blijkt dat de belangstelling voor de voordelen van een grondwaterbeheer bij gemeenten groeit. Echter blijkt ook dat grondwater nog niet systematisch wordt meegenomen, niet voor de bestaande stad en ook niet voor de nieuwe stad. De eerste aanzetten zijn er wel, maar daadwerkelijk meenemen komt meestal voort uit problemen of eisen rondom een ander wateraspect, bijvoorbeeld het niet mogen lozen van neerslagwater op beken in de omgeving of de dure noodzaak om riolering te gaan vervangen. In deze situaties worden de hersens geprikkeld om er meer uit te halen. Als een dergelijke situatie zich niet voordoet, wordt over het algemeen stedelijk grondwater niet als een sturend aspect gezien bij ruimtelijke planvorming.

Stedelijk grondwater in de stad en de 4e Nota Waterhuishouding

De vierde nota waterhuishouding besteedt expliciet aandacht aan stedelijk water. De gedachte hierachter is dat stedelijk water tot nu toe onderbelicht is geweest, maar dat het niet los kan worden gezien van de regionale watersystemen. De thema's die moeten worden ontwikkeld zijn:

- afkoppelen verhard oppervlak;
- voorkomen van waterverspilling;
- water in de stad houden;
- stadlandschap als waterlandschap;
- water als sturend element in de ruimtelijke ordening.

Ook al staat grondwater niet letterlijk benoemd in dit rijtje, toch raken een groot aantal thema's er direct aan: infiltratie, ordenend principe, berging benutten. De aandacht voor het stedelijke oppervlaktewater is in de laatste jaren enorm gegroeid. Hieruit vloeien een scala van activiteiten voort die óók het grondwater beïnvloeden. Het eerst door technische middelen zo goed mogelijk weggewerkte grondwater, komt letterlijk en figuurlijk weer naar boven door bijvoorbeeld infiltratie van regenwater, opzetten van waterpeilen, buffering van regenwater, en anti-verdrogingsmaatregelen. Een ad hoc 'stedelijk grondwaterbeleid'- dat alleen wordt geformuleerd indien er problemen ontstaan - is dan ook geen passend antwoord. Het stedelijk grondwater verdient meer aandacht en zal deze aandacht dubbel en dwars terugverdienen.

In de vierde nota wordt apart aandacht besteed aan de onduidelijke taakverdeling van het stedelijke grondwaterbeheer. Voorgenomen wordt om nadere afspraken te maken om een probleem zoals grondwateroverlast te voorkomen. Zoals al in de vorige paragraaf genoemd, is er momenteel niemand wettelijk verantwoordelijk voor het stedelijk grondwater. In eerdere overleggen over grondwateroverlast tussen diverse partijen is de eerder genoemde wenselijke taakverdeling op papier gezet. Momenteel wordt er druk gewerkt aan de voorgenomen juridische vertaling van deze taakverdeling.



Kader 2: Wat merkt de stadsbewoner van het grondwater?

Van oudsher kiezen mensen voor hoge en droge plekken om te wonen. Dit heeft twee redenen:

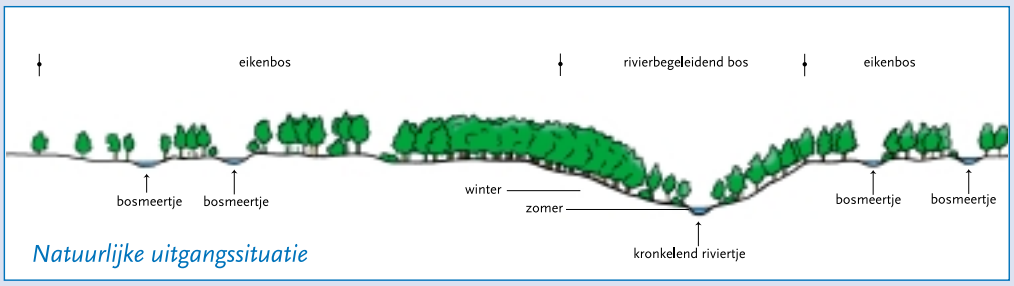
- natte plekken zijn onplezierig om te wonen;
- lage plekken zijn gevaarlijk met het oog op overstromingen.

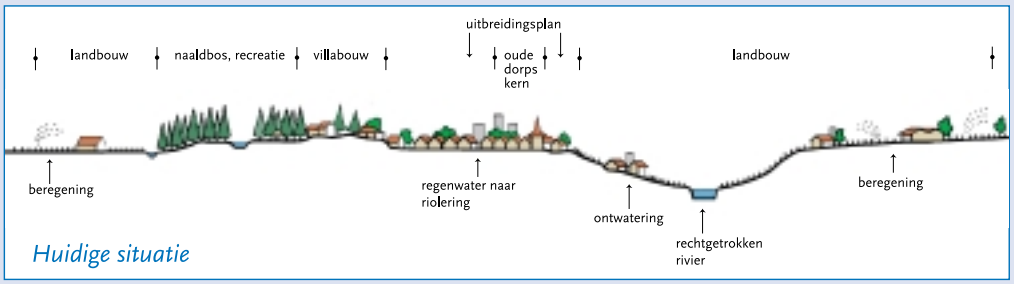
Nat en laag gaan in de natuurlijke situatie vrijwel altijd samen. De gunstige kanten van de natte locaties zijn aanwezige vaarwegen en havens en daardoor een gunstige economische ligging. Vandaar dat veel grote steden toch in het lage West-Nederland liggen, ondanks dat de omstandigheden om een stad te bouwen daar niet optimaal zijn.

In een droge periode in *laag-Nederland* merk je niet zo veel van het grondwater, alleen de draagkracht van de grond is vaak minder goed. De mate van draagkracht heeft te maken met de grondsoort (laag in klei en veen) en de hoogte van de grondwaterstanden, wat echter weer te maken heeft met de hydrologische omstandigheden. In de natte periodes valt vooral het gebrek aan grondwaterberging op. Neerslag die op de grond valt kan niet weg, en de grondwaterstand kan dus alleen maar stijgen tot aan of boven het maaiveld. De gevolgen hiervan zijn grondwateroverlast en overstromingen.

In een droog en hoog gebied heb je hiervan veel minder last. Het grondwaterbergend-vermogen van de ondergrond is groot, dat er vrijwel nooit sprake zal zijn van enige vorm van grondwateroverlast. Hoog en droog geldt dus inderdaad voor steden die in *hoog-Nederland* zijn gesitueerd, als het gaat om grondwater. Uitzonderingen zijn hoge gebieden, waar de ondergrond slecht water doorlaat (bijvoorbeeld door leemlagen). In tijden van grote neerslag zal ook in hoge gebieden wateroverlast kunnen ontstaan in met name lager gelegen gebieden in Hoog-Nederland, zoals beekdalen en de flanken van de stuwwallen.

Als we in de stad iets van het grondwater merken, heeft het dan ook vaak te maken met een vorm van overlast. Hierdoor wordt grondwater als een probleem gezien en dat terwijl het grondwater in de stad toch kansen biedt, als je er maar oog voor hebt.





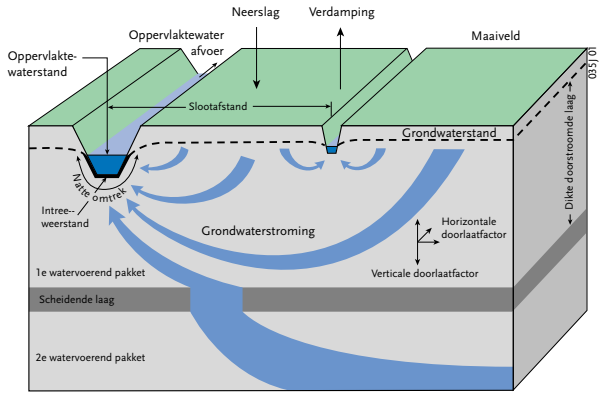
2. Grondwater als onderdeel van de hydrol

De hydrologische kringloop

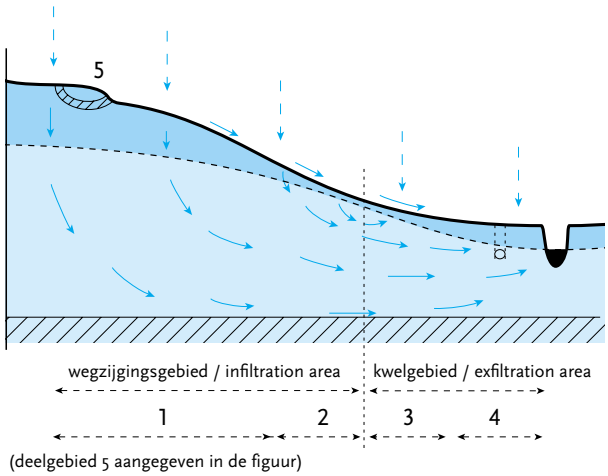
Grondwater als onderdeel van de hydrologische kringloop wordt doorgaans gevormd door neerslag die infiltreert in hoger gelegen gebieden. Deze neerslag, minus het gedeelte dat verdampt of door planten wordt opgenomen, wordt de grondwateraanvulling genoemd. In meer kunstmatige situaties, zoals in Laag-Nederland, kan de grondwateraanvulling ook plaatsvinden vanuit het oppervlaktewater.

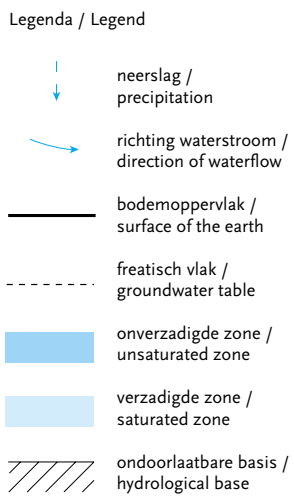
Het merendeel van de afvoer van het (infiltrerende) regenwater vindt plaats via het oppervlaktewater. De afvoer van neerslag vindt plaats via drainage. De drainage is zowel in het landelijke als het stedelijke gebied zo gedimensioneerd dat ook in natte periodes Nederland (vrijwel) droog kan worden gehouden, ondanks de lage ligging.

Grondwater stroomt zeer langzaam, onder natuurlijke omstandigheden moet worden gedacht aan snelheden van 10 meter per *jaar*. Desondanks is grondwater een belangrijk medium voor Nederland. Ten eerste wordt voor een groot deel van de drinkwatervoorziening momenteel gebruik gemaakt van grondwater. Ten tweede is grondwater zeer van belang voor (een deel van) de natte natuur in Nederland. Door peilbeheer en ontwatering, van vooral het landelijk gebied ten behoeve van de landbouw, zijn de grondwaterstanden gedaald en zijn specifieke natte natuurwaarden verloren gegaan en verdroogd. Momenteel wordt hard gewerkt om de verdroging van de natuur te bestrijden.



Interactie grondwater met oppervlaktewater: schematische weergave van de grondwaterstroming nabij ontwateringsmiddelen (sloot).





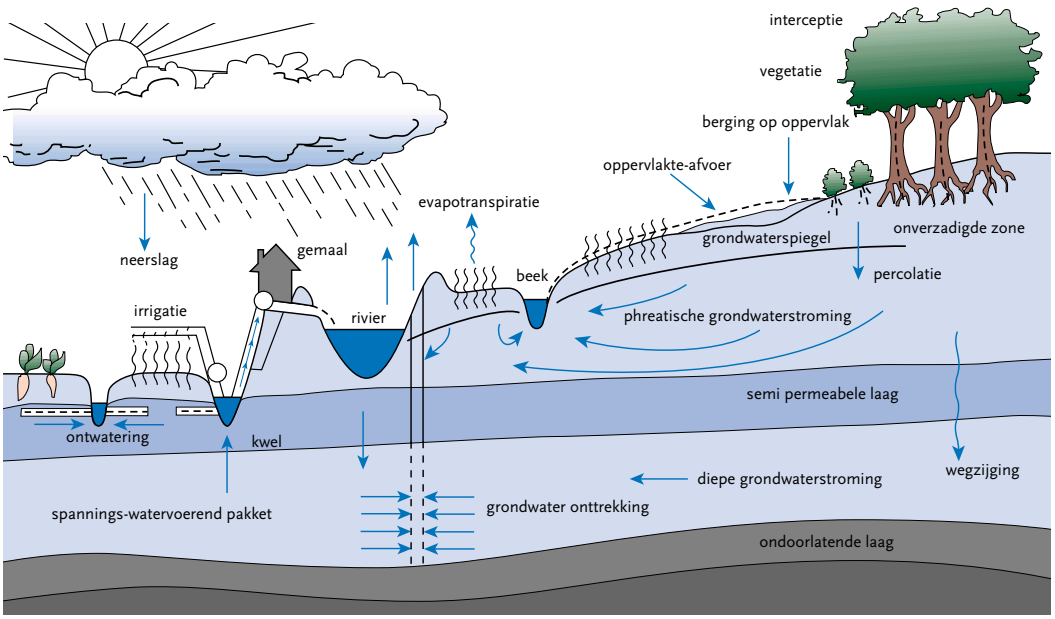
Schematische weergaven van de relatie tussen een infiltratiegebied en kwelgebied

ogische en stedelijke kringloop

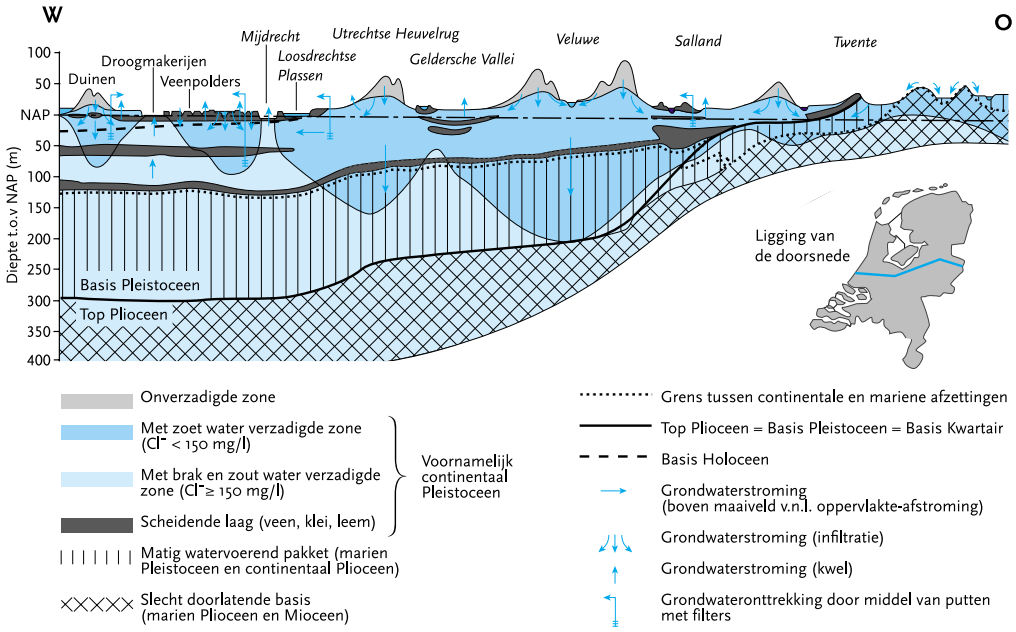
Het inzichtelijk maken van grondwaterstroming kan vaak het beste gebeuren via schematische dwarsdoorsnedes van de ondergrond. De richting en snelheid van de stroming is onder andere afhankelijk van de opbouw van de ondergrond en de geologische formatie waarin het water zich bevindt. Er bestaan zogenaamde goed doorlatende (aquifer), slecht doorlatende en ondoorlatende pakketten (aquiclude). Grofweg kun je zeggen dat de stroming in een watervoerend (doorlatend) pakket horizontaal is en in een slecht doorlatend pakket verticaal verloopt. Het zogenaamde eerste watervoerende pakket is het eerste goed waterdoorlatende pakket dat je vanaf het maaiveld gezien tegenkomt als je op een plaats een gat graaft. In de zeekleigebieden moet je gemiddeld genomen wel 10 tot 15 m diep gaan, en op de Veluwe sta je al meteen op het watervoerende zandige pakket. Als er onder deze (1e) watervoerende laag een (semi-) ondoorlatende laag bevindt en daaronder weer een watervoerende laag dan heet deze laatste het tweede watervoerende pakket.

Het stedelijke gebied kan eenvoudig in de figuur 'voorstelling van grondwater' worden gedacht. In theorie is de drainage van het stedelijke gebied niet wezenlijk anders dan in het landelijke gebied. Met behulp van de drainage (hieronder kunnen naast drains ook greppels en sloten vallen) willen we voorkomen dat de grondwaterstand boven een bepaald niveau stijgt, en zorgen dat neerslag snel wordt afgevoerd. Indien de drainage of de afvoer niet voldoende werkt dan ontstaat zowel in het landelijke als in het stedelijke gebied wateroverlast.

Belangrijk om te beseffen is dat het grondwatersysteem (anders dan het oppervlaktewatersysteem) niet op eenvoudige wijze is af te perken. Grondwater is veel moeilijker te beïnvloeden dan het oppervlaktewater. Vooral in de stad is de heterogeniteit van de bodem groot en zijn er op korte afstanden zeer veel verschillende invloeden, bijvoorbeeld door ondergrondse bouwstructuren, riolering en verschillende methoden van bouwrijp maken. Daarnaast is het onvoldoende om bij het stedelijk grond-

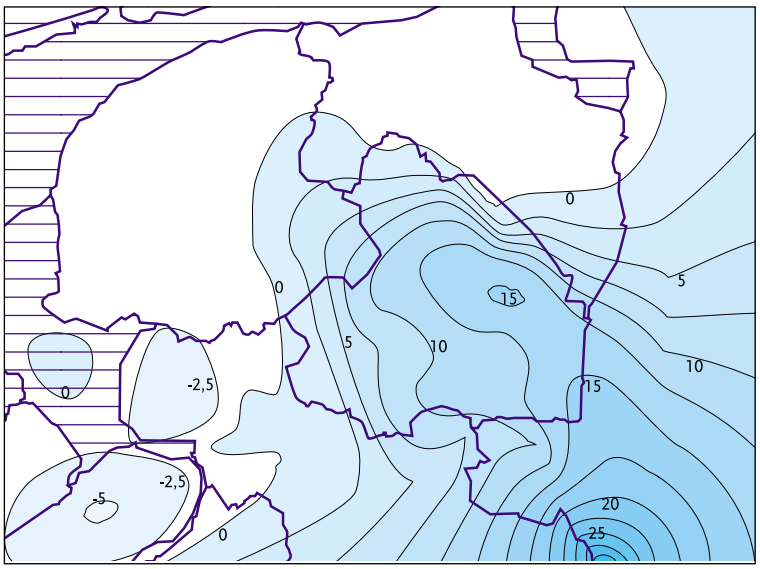


Voorstelling van grondwater (Projectgroep Waternood, 1998)



water alleen te kijken naar de lokale situatie. In sommige gevallen kan plaatselijke beïnvloeding van het grondwater zich vele tientallen kilometers verderop ook laten gelden. Denk hierbij aan grootschalige ingrepen als de aanleg van de IJsselmeerpolders. Dus inzicht in het regionale grondwatersysteem is een eerste vereiste om iets te kunnen doen aan het voorkomen of beperken van grondwateroverschotten en -tekorten en het benutten van grondwaterkansen.

Isohypsenlijnen van het eerste watervoerende pakket in Noord-Oost Nederland.



De stedelijke waterkringloop

Naast de natuurlijke hydrologische kringloop, is er ook nog een door de mens kunstmatig aangelegde en beheerste waterkringloop in de stedelijke omgeving, de waterketen. Deze wordt gevormd door het drinkwater/afvalwater/drainage-systeem dat in elke stad voorkomt. Tot voor kort werd weinig aandacht besteed aan de relaties met het natuurlijke systeem.

Aan de ingang van het kunstmatige systeem staat drinkwater, dat afkomstig is uit grond- of oppervlaktewater. Na gebruik gaat het water, voor het grootste deel gezuiverd, terug naar het oppervlaktewater, en komt daar weer ter beschikking van het natuurlijke systeem. Het meeste regenwater wordt vaak op dezelfde wijze voor korte tijd aan het natuurlijke systeem onttrokken, doordat het via een gemengd of verbeterd gescheiden stelsel naar de rioolwaterzuivering wordt afgevoerd. Bij een te grote hoeveelheid regenwater leidt dit echter tot riooloverstorten. Hierbij loost het overbelaste rioolstelsel het regenwater vermengt met het huishoudelijk afvalwater op het oppervlaktewater. Ook bij de verbeterd gescheiden rioolstelsels verdwijnt zo'n driekwart van het afstromende regenwater richting in de RWZI's.

In de figuur rechtsboven zijn de hydrologische relaties in het stedelijke gebied weergegeven. Hieruit blijkt dat de relaties ingewikkeld zijn binnen de stedelijke hydrologie. Veel componenten hangen met elkaar samen, waardoor zij niet afzonderlijk kunnen worden beschouwd. Het ondiepe grondwater heeft een prominente plaats in de kringloop, mits er voldoende *onverhard* oppervlak aanwezig is. Het grootste deel van de neerslag kan dan infiltreren in de bodem. In de stad is er echter juist sprake van een groot gedeelte *verhard* oppervlak. Uit de onderstaande figuur blijkt dat in dat geval een groot deel van het neerslagwater wordt afgevoerd - via het rioolstelsel of rechtstreeks - naar het oppervlaktewater. Het ondiepe grondwater in de stad heeft op die manier een veel beperktere functie in de opvang, buffering en afvoer van het neerslagwater dan in een natuurlijke situatie. Dit leidt tot:

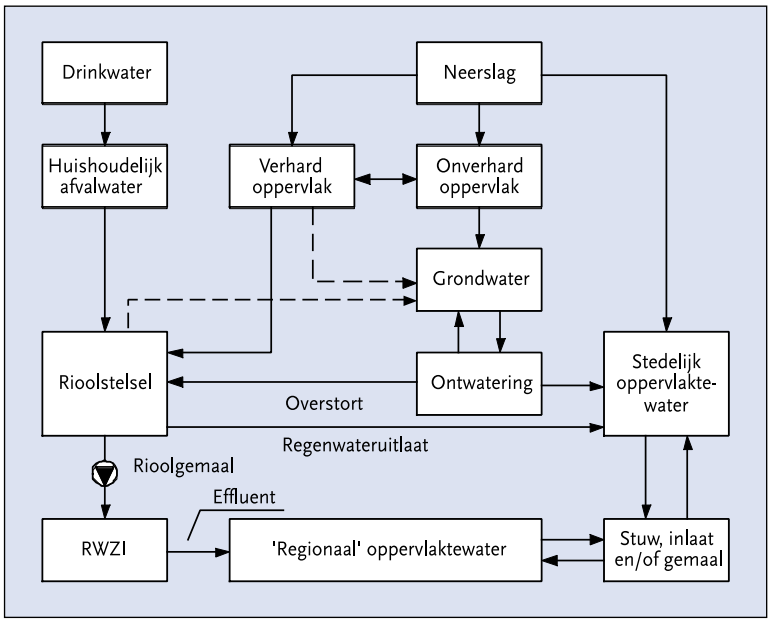
- geringere aanvulling van het grondwater, wat kan leiden tot verdroging;
- snelle afvoer van regenwater, wat kan leiden tot wateroverlast benedenstrooms;
- afvoer van (schoon) regenwater door de riolering, waardoor grote en dus dure riolering moet worden aangelegd en het rendement van de rioolwaterzuiveringsinstallatie negatief wordt beïnvloed.



Grondwateroverlast na vervanging van een lekke riolering.

in een dergelijke situatie de lekke riolering wordt vervangen kan ineens grondwateroverlast ontstaan. Als een lek riool boven de grondwaterspiegel ligt, vormt het een potentiële bron van verontreiniging van bodem en grondwater.

Het komt regelmatig voor dat het ondiepe grondwater - naast de gewone drainage - gedraineerd wordt door lekke rioleringen die onder de grondwaterspiegel liggen. Schoon grondwater verdwijnt zo richting de zuivering, iets dat de verwerking van het afvalwater niet ten goede komt. Voor omwonenden is het dikwijls een geluk bij een ongeluk, grondwateroverlast wordt voorkomen door de verlaging van de grondwaterstand. Indien



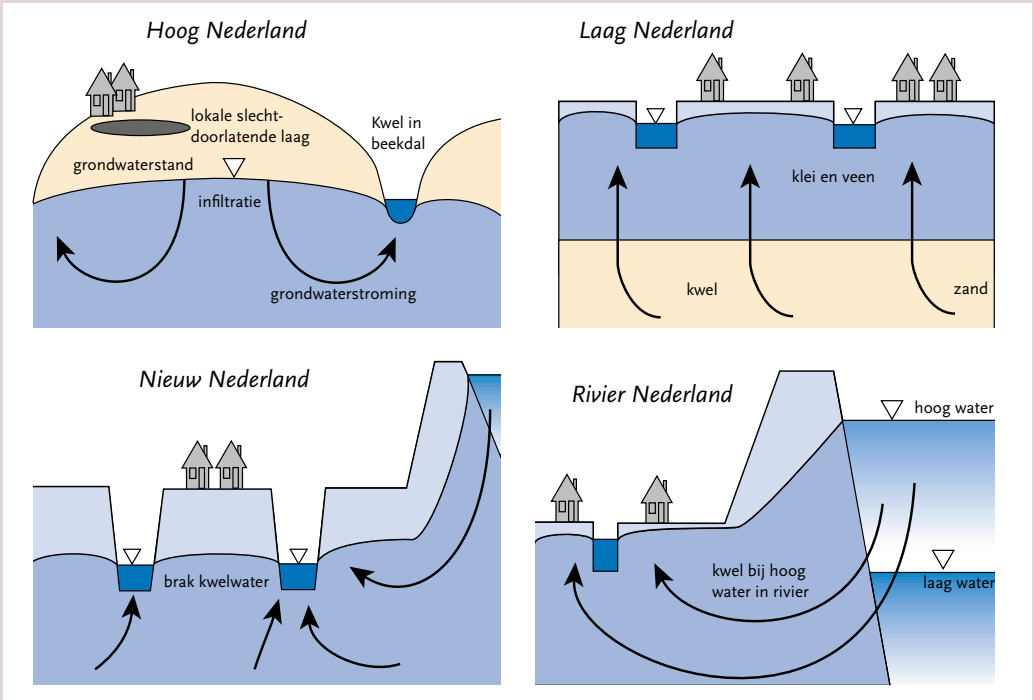
Stedelijk grondwater in relatie met andere hydrologische componenten
(Uit: Handboek voor Milieubeheer, 1997)

Kader 3: Regionale indeling van Nederland

De geologische en hydrologische situatie varieert van plaats tot plaats. Daardoor zijn kansen en bedreigingen van stedelijk grondwater moeilijk te veralgemeniseren, niet alles is overal relevant. Als eenvoudig voorbeeld kan de situatie dienen van een veengebied in Laag-Nederland, waar als gevolg van de natuurlijke situatie de grondwaterstand hoog is. In deze situatie is het infiltreren van regenwater in de bodem geen optie, maar ligt berging in het oppervlaktewater meer voor de hand. Het kunnen benutten van de mogelijkheden van het stedelijk grondwater is dus afhankelijk van de lokale omstandigheden.

In deze brochure wordt een vierdeling gehanteerd:

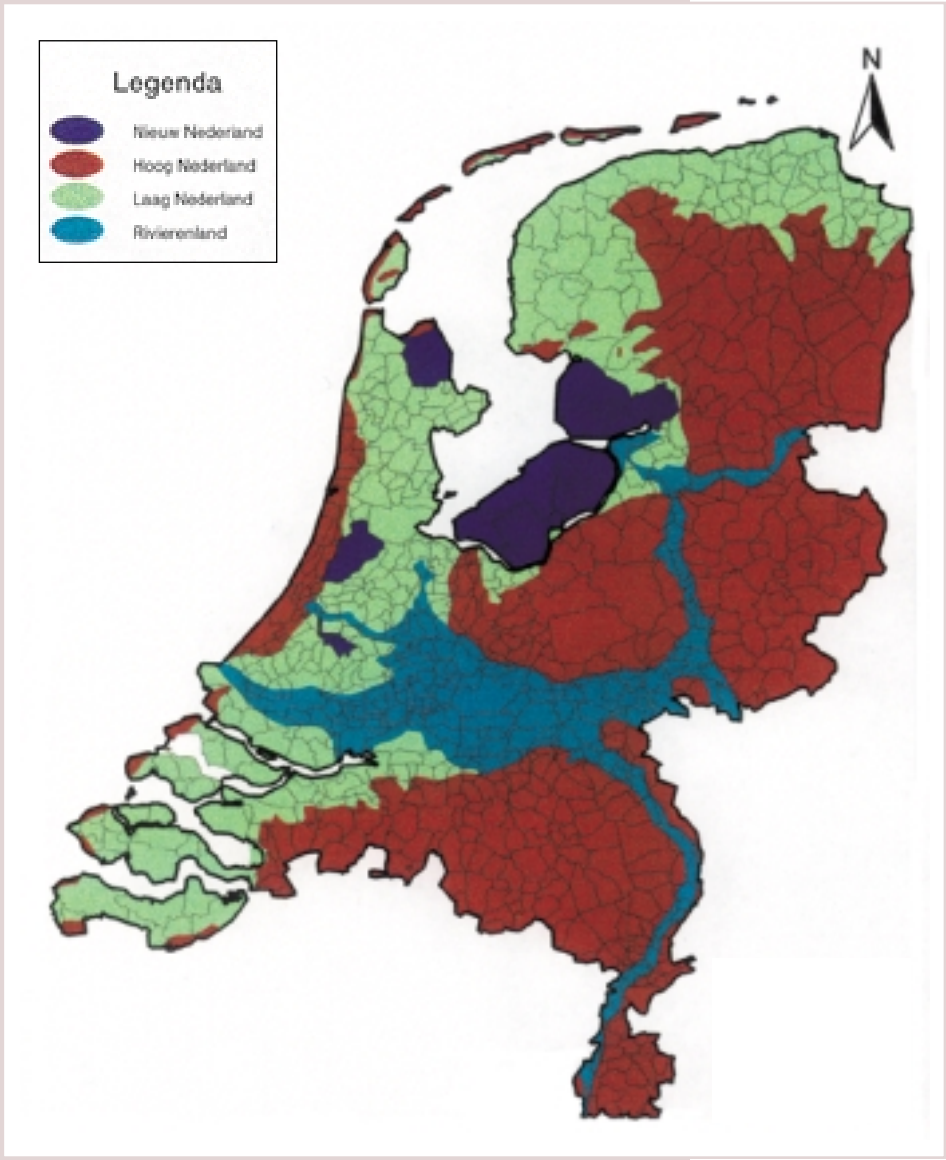
- *Hoog Nederland:* Dit zijn de hoger gelegen zandgronden in Oost en Zuid-Nederland. Ook de duingebieden kunnen tot Hoog Nederland worden gerekend. Vaak zijn dit infiltratiegebieden, met weinig tot geen grondwateroverlast. Als er wel problemen zijn, dan is dat meestal het gevolg van lokale slechtdoorlatende lagen. Het zijn natuurlijke infiltratiegebieden. Via de stroming van infiltrerende water hebben deze gebieden een relatie met hun omgeving. Zij zijn over het algemeen zeer gevoelig voor verontreiniging van het grondwater door toedoen van menselijke handelingen (vermesting, vervuiling);
- *Laag Nederland:* Dit zijn de lage klei- en veengronden in West- en Noord-Nederland. Van oudsher zijn dit de kwelgebieden of gebieden die onder invloed stonden van overstromingen. De gebieden worden gekenmerkt door het vaak voorkomen van wateroverlast en een van nature matige grondwaterkwaliteit door de invloed van opwellend brak grondwater;
- *Nieuw Nederland:* Dit zijn de gebieden die de laatste 100 jaar zijn drooggemalen of aangelegd.



Schematische hydrologische situatie in de onderscheiden regio's

Hierbij kan worden gedacht aan de Flevopolders maar ook aan de droogmakerijen in West-Nederland. De gebieden worden over het algemeen gekenmerkt door een zeer kleine berging en een rationeel verkavelingspatroon. Doordat Nieuw-Nederland specifiek is aangelegd voor de landbouw is de ontwatering daar volledig op ingesteld. Kenmerkend is dat door de lage ligging de waterkwaliteit vaak matig tot slecht is, vaak als gevolg van verzilting;

- *Rivier Nederland:* Dit gebied ligt dwars door de overige gebieden, langs de grote rivieren. Kenmerkend is dat de grondwaterstanden vooral afhankelijk zijn van de rivierpeilen. Fluctuerende rivierstanden maken dat er in deze gebieden weinig valt te sturen in het grondwaterbeheer, vooral in situatie met hoge rivierwaterstanden. Vaak is de bodemopbouw redelijk doorlatend door de afwisseling van klei en zand.



In de 4 figuren links staan de hydrologische situaties in de onderscheiden regio's schematisch weergegeven. In het bovenstaande figuur staat een overzicht van de indelingen over Nederland. Deze figuren geven een indicatie, de lokale omstandigheden zijn uiteraard doorslaggevend!

3. Steken onder (grond)water: de knelpunten

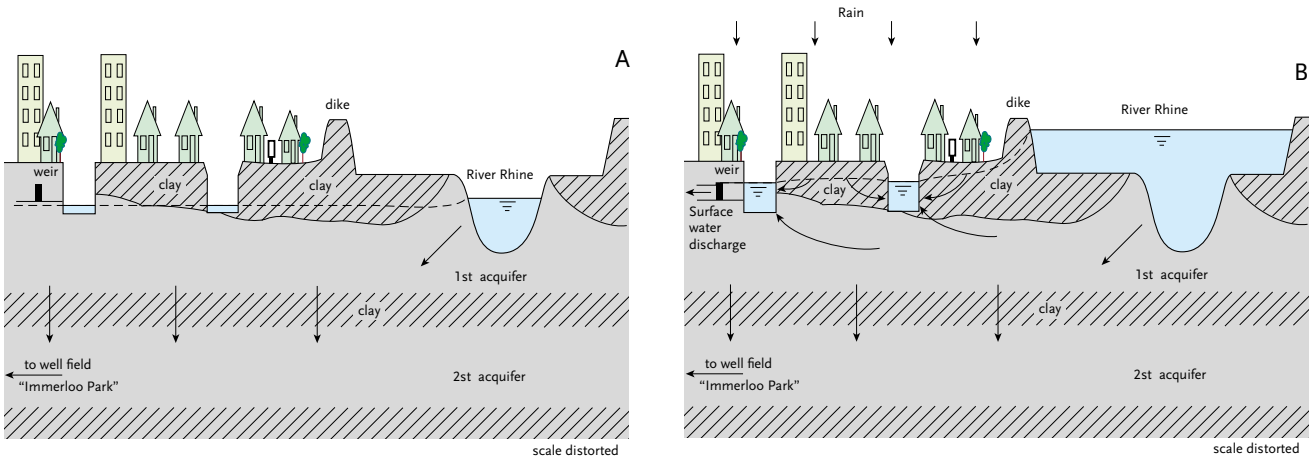
De eerste kennismaking met stedelijk grondwater is voor de meeste gemeenten in de vorm van grondwateroverlast. Soms is hier sprake van werkelijke overlast door grondwater, maar in de meeste gevallen is er overlast door extreme neerslag die door het ontwateringssysteem niet afdoende kan worden verwerkt. Zo is de wateroverlast in het najaar van 1998 vooral op het netvlies gebleven door de beelden van ondergelopen kassen en landerijen. Dat echter enkele maanden later in gemeentes in de binnenduinrand extreem hoge grondwaterstanden zijn geregistreerd, is slechts bekend bij direct betrokkenen. Vaak wordt de link niet gelegd tussen de hoge grondwaterstanden en de extreem natte periode daarvoor.

Grondwateroverlast is dus vaak een probleem dat samenhangt met gebrek aan berging en een te geringe capaciteit van de ontwatering. Vaak voorkomende problemen kunnen gerelateerd worden aan een type gebied. In deze brochure wordt Nederland grof in vieren ingedeeld: Hoog Nederland, Laag Nederland, Nieuw Nederland en Rivier Nederland. Zie ook regionale indeling (kader nr. 3).

Hoge grondwaterstanden worden vooral aangetroffen in gebieden in *Laag-Nederland* en in het *rivierengebied.* In het eerste geval zijn de hoge grondwaterstanden het gevolg van de lage ligging van het maaiveld, in combinatie met een geringe drooglegging. Bij veengronden wordt bewust gekozen voor een geringe drooglegging. Een grote drooglegging betekent dat er een dikkere toplaag is waar zuurstof (deels) de plaats van het water inneemt. De veenmineralisatie heeft deze zuurstof nodig. Er treedt zo een (versnelde) maaiveldsdaling op, met als gevolg dat Laag-Nederland nog lager komt te liggen. Om een extra daling te voorkomen moet belasting van het veen worden tegengegaan, geen (integraal) ophogen met zand worden toegepast, en een hoge grondwaterstand in stand worden gehouden.



Natte tuinen in kleigebied



Grondwaterstroming bij lage en hoge waterstanden in de Rijn.

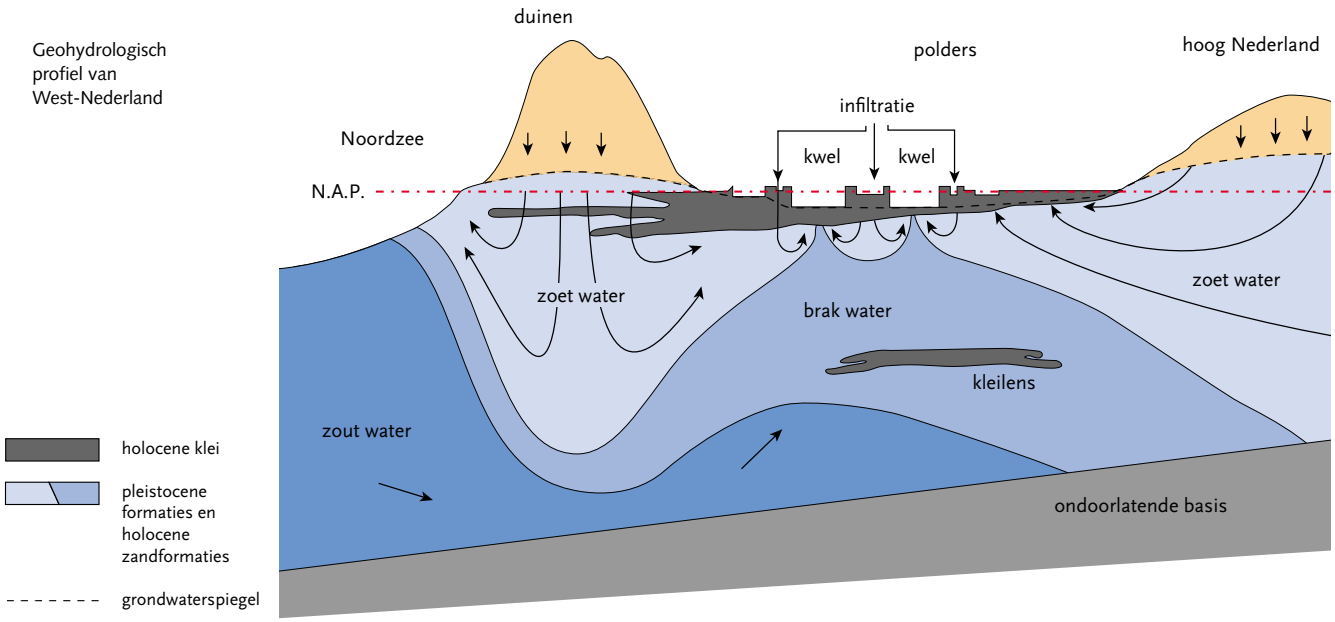
Ook in het rivierengebied kunnen periodiek hoge grondwaterstanden voorkomen, als gevolg van hoge rivierwaterstanden (zie bovenstaande twee figuren). Zelfs als de dijken het houden, kan nog door een hoge druk op het grondwater veel overlast ontstaan. Als het rivierpeil weer zakt, dan neemt ook naar verloop van tijd weer de druk op het grondwater af en verdwijnt de wateroverlast vanzelf.

In de laaggelegen *droogmakerijen* (ruim onder NAP) is in principe ook veel grondwateroverlast te verwachten. Deze gebieden liggen op de laagste punten van Nederland, en al het water wat er in terechtkomt, moet er theoretisch worden uitgepompt. Tevens is door de lage ligging de mate van kwel (opwaartse grondwaterstroming) vaak hoog (zie figuur op blz.18 bovenaan). In de praktijk van Nederland blijken echter de meeste droogmakerijen geen noemenswaardige (directe) grondwateroverlast te hebben. Wateroverlast ten gevolge van extreme neerslag komt ook wel voor door een geringe bergingscapaciteit in het oppervlaktewater.
Door de intensieve ontwatering van de droogmakerijen, meestal afgestemd op agrarisch gebruik, zijn de grondwaterstanden vaak laag. Lokaal kunnen zelfs infiltratiegebieden voorkomen, circa 5 meter onder de zeespiegel. Ook wordt in de droogmakerijen veel opgehoogd ten behoeve van (woning)bouw, waardoor grondwater geen probleem meer vormt. Het benutten van grondwaterkansen wordt daardoor ook lastiger. Een nevenaspect van de droogmakerijen is de vaak slechte grondwaterkwaliteit, met hoge gehaltes aan ijzer, ammonium en chloride. Als dit grondwater opkwelt in (uiteindelijk) het oppervlaktewater, geeft dit bijvoorbeeld problemen met het doorzicht en verzilting.



Laag-Nederland: maaiveld en waterstanden naderen elkaar

Geohydrologisch profiel van West-Nederland



Ook in *Hoog-Nederland* kan overlast optreden als gevolg van grondwater. Met name als bewoning ligt in beekdalen of in lokale kwelgebieden kan er sprake zijn van grondwateroverlast (zie kader 3 en 4).



Sloot met zoute kwel

Meer komt wateroverlast voor als gevolg van ondiep voorkomende slechtdoorlatende grondlagen (bijvoorbeeld leemlagen). In deze gevallen is er dus niet specifiek last van grondwater maar van neerslagwater dat niet weg kan. Voor degene die met dit probleem te maken heeft, is het verschil in definitie niet zo interessant want wateroverlast blijft wateroverlast. Voor een juiste keuze van te nemen maatregelen is dit verschil echter wel van belang. Immers door een verbetering van de drainage of een verbetering van de bodemgesteldheid kan veel aan dit soort overlast worden gedaan.

Een fenomeen dat in Hoog-Nederland ook vaak voorkomt is wateroverlast als gevolg van het stopzetten van grondwaterwinningen (bijvoorbeeld in het kader van het anti-verdrogingsbeleid). In Hoog-Nederland is van oudsher veel grondwater gewonnen vanwege de van nature goede grondwaterkwaliteit. Hierdoor zakte ter plekke de grondwaterstand, soms met vele meters. Bij bouwactiviteiten (bijvoorbeeld van kelders) is veelal deze gedaalde grondwaterstand als een vast gegeven beschouwd. Op het moment dat de grondwaterwinning stopt, stijgt de grondwaterstand weer naar zijn oorspronkelijke (natuurlijke) niveau. Dan blijkt opeens dat de kelders te diep en niet waterdicht zijn aangelegd.

4. Opdiepen van verborgen kwaliteiten



Werk met werk maken

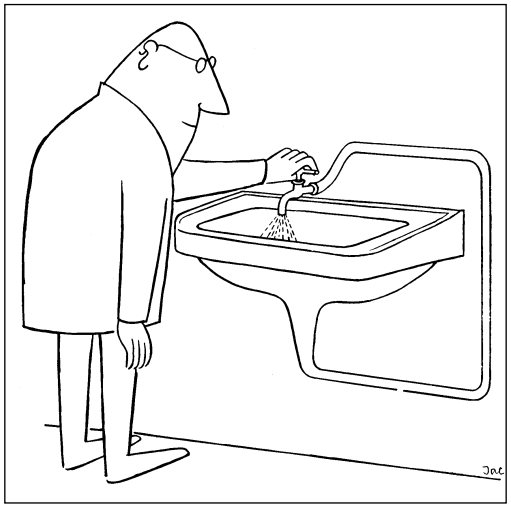
Hoewel de eerste kennismaking vaak via grondwateroverlast plaatsvindt, wil dit niet zeggen dat grondwater alleen maar een last is. Grondwater in de stad kan ook veel mogelijkheden bieden, maar dan moeten direct betrokken personen hier wel oog voor krijgen. Dit betreft niet alleen de civiele medewerkers, maar ook de stedenbouwkundigen en groenontwerpers. Aangezien grondwaterkennis zo specifiek is, zijn de mogelijkheden voor grondwater in de stad niet bij alle actoren bekend. Met andere woorden, grondwaterkansen worden niet gezien en benut omdat de personen die hier beslissingen over nemen er vaak niet van op de hoogte zijn.

Hoe moeten we nu een kans voor grondwater in de stad zien? In de meeste gevallen zijn de grondwaterkansen gerelateerd aan de begrippen duurzaamheid en integraal waterbeheer. Schoon water, of een bijzondere kwaliteit kwelwater, is ook in een waterrijk land als Nederland een schaars goed. Door onvoldoende daarop afgestemd waterbeheer wordt dit schaarse schone water niet optimaal gebruikt. De gevolgen zijn in het recente verleden duidelijk geworden: aspecten als een verdroogde natuur, de noodzakelijke aanvoer van gebiedsvreemd water en de slechte waterkwaliteit zijn veel in het nieuws geweest.

Door slimmer en duurzamer om te gaan met water in het algemeen (en specifiek met stedelijk grondwater) kunnen de bovengenoemde gevolgen worden teruggedrongen. Het is hierbij belangrijk dat grondwater in de stad niet wordt gezien als een onbelangrijk produkt, een noodzakelijk kwaad dat nu eenmaal aanwezig is in de stad. Veel meer moet stedelijk grondwater worden gezien als een produkt waar we wat mee kunnen. De mogelijkheden die dit oplevert liggen niet zo zeer in de sfeer van opbrengsten in guldens, maar moeten vooral worden gezien als bijdragen aan een meer duurzaam (grond)wa-



Stedelijk groen in een natte zone



Alternatieve oplossingen

terbeheer en een duurzame inrichting van onze stedelijke leefomgeving.

Belangrijk bij het duurzaam omgaan met het stedelijk water in het algemeen (en het stedelijk grondwater in het bijzonder), is dat de bestaande normen ten aanzien van drooglegging, type woningbouw, oppervlaktewaterpeilen etc. niet als vanzelfsprekend worden overgenomen. Bij zowel nieuw te ontwikkelen stedelijke gebieden als bij aanpassingen in bestaand stedelijk gebied kunnen de inzichten die de laatste jaren ontwikkeld zijn ten aanzien van waterbeheer in de praktijk worden gebracht. Concrete voorbeelden van "vaste" normen in beweging zijn:

- kruipruimteloos bouwen;
- flexibel peilbeheer;
- natuurvriendelijke oevers;
- ontwateringsdiepten.

Voor het beter benutten van het grondwater in de stad is het van belang dat vaste denkpatronen worden doorbroken en dat er meer wordt gecommuniceerd tussen planologen, civieltechnici, ontwerpers, ecologen en hydrologen. Op deze wijze komen de mogelijkheden voor het grondwater bij de betrokken partijen duidelijker in beeld.



Nieuwbouw in de polder

5. Kansen stedelijk grondwater

Welke kansen zijn nou eigenlijk gemakkelijk te benutten op het gebied van grondwater in de stad? We hanteren de volgende hoofdindeling:

- grondwater sturend;
- grondwater als grondstof voor mens en natuur ;
- grondwater als drager van activiteiten.

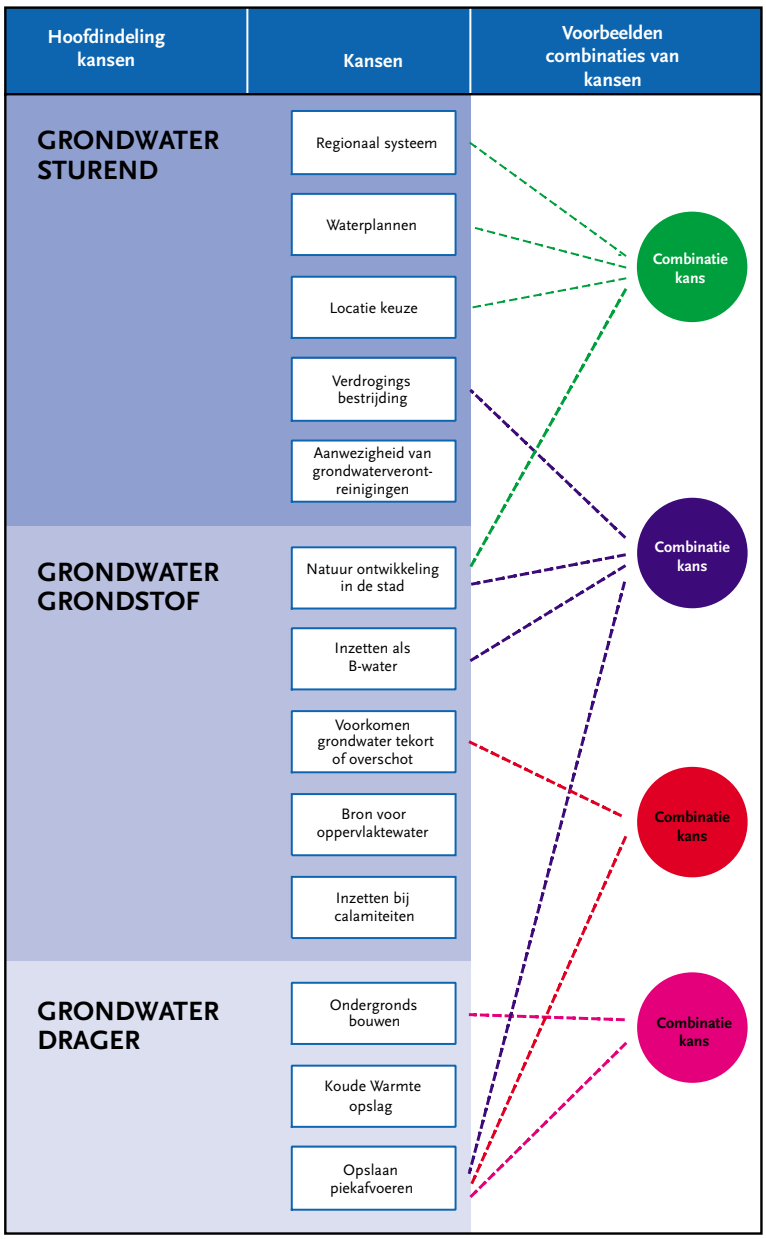
Grondwater sturend

Bij grondwater sturend wordt gedacht aan het meenemen van grondwater als ordenend element in verschillende plannen (waterbeheer, RO, milieu en natuur) en op diverse planniveaus (provincie, regio, gemeente). Samenwerking en afstemming tussen verschillende plannen en actoren is hierbij van groot belang.
De grondwatersituatie in de omgeving heeft invloed op de grondwatersituatie in de stad en viceversa. Wil je goed omgaan met grondwater in de stad, dan is dit inzicht belangrijk. Door beschouwing van grond- en oppervlaktewatersystemen op regionale schaal of door het maken van waterplannen kan dit inzicht worden vergroot. Enkele concrete voorbeelden van sturend grondwater. Bij de locatiekeuze van een nieuwe woonwijk rekening houden met de grondwaterstanden en gevoeligheid voor vervuiling van het (diepe) grondwater. Het combineren van stedelijke vernieuwing en het anti-verdrogingbeleid; waterdicht maken van vloeren en kelders waardoor woningen minder gevoelig worden voor hoge grondwaterstanden. De echte meerwaarde ligt niet in een opsomming van individuele kansen, maar vooral in de combinaties.

Grondwater als grondstof

Grondwater in de stad kan als grondstof worden gebruikt in stedelijke activiteiten en processen. Een voorbeeld is de combinatie van het voorkomen van wateroverlast met een actieve onttrekking. Indien het 'gewonnen' grondwater van goede kwaliteit is kan het worden ingezet voor allerlei doeleinden. Hierbij wordt wel opgemerkt dat vanuit de gedachte van duurzaam waterbeheer een (permanente) actieve grondwateronttrekking zoveel mogelijk moet worden voorkomen. Ook hier geldt weer dat het maken van koppelingen tussen verschillende velden

Overzicht van de kansen voor grondwater in stedelijk gebied



(water met natuur/ wonen/ industrie) de echte kansen oplevert om de grondwaterhoeveelheden verantwoord te benutten.

Grondwater als drager van activiteiten

Grondwater in de stad kan ook als drager van activiteit worden gezien. In dit geval wordt het grondwater niet verbruikt maar gebruikt. Bij een zekere grondwatersituatie en geologie kunnen bepaalde activiteiten erg voor de hand liggen, zoals infiltreren van regenwater of gebruik maken van de grote warmtecapaciteit van (grond)water. Aangezien grondwater onderdeel is van de grond onder onze voeten, moet rekening gehouden worden met de totale bodem, zowel grondwater als grond.

UITWERKING VAN DE KANSEN

1. Regionale samenwerking

Stedelijk grondwater is een onderdeel van het regionale grondwatersysteem. De effecten van lokale veranderingen kunnen over grote afstand doorwerken. Dit geldt vooral voor grootschalige ingrepen in het hydrologische systeem zoals bijvoorbeeld het sluiten of starten van een grondwaterwinning of het veranderen van oppervlaktewaterpeilen. Voorkomen van problemen en benutten van potenties zal eerder en beter kunnen plaatsvinden wanneer diverse actoren op regionale basis met elkaar samenwerken. Het is belangrijk om tijdig van elkaar weten welke (mogelijk grondwater beïnvloedende) activiteiten op de rol staan. Als belangrijkste actoren wordt naast provincie, waterschap, gemeente ook gedacht aan bijvoorbeeld Dienst Landelijk Gebied, waterleidingbedrijf, industriële grondwateronttrekkers, bewoners en belangenorganisaties voor natuur en milieu. Regionale samenwerking wordt gezien als een eerste randvoorwaarde om te komen tot een goede strategie voor het grondwater.



2. Stedelijke Waterplannen

Het opstellen van een stedelijke waterplan is een methode om wensen en barrières voor water in de stad inzichtelijk te maken. Inrichting en beheer van het stedelijke watersysteem kunnen in zo'n plan prima gerelateerd worden aan ruimtelijke ordening, stedelijk groen, nieuwe woonlocaties en herinrichting. Afstemming en samenwerking tussen gemeente en waterschap is ook hiervoor een essentiële basis. Grondwater verdient, en krijgt gelukkig ook meer en meer, een duidelijke plaats in het waterplan. Grondwaterdoelstellingen in het stedelijke waterplan (of een meer uitgebreide natte paragraaf in de bestemmingsplannen) kan als een goede basis dienen om rekening te houden met het grondwater bij de uitvoering van allerlei activiteiten in de stad. Het afstemmen van oppervlaktebeheer en grondwaterbeheer, eventueel via het definiëren van een GGOR, kan een bruikbaar element zijn.

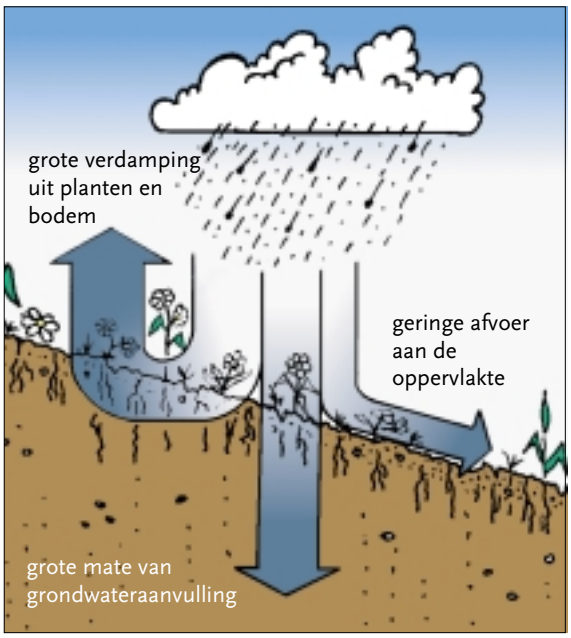
3. Grondwater als ordenend element

De grondwatersituatie kan een belangrijk sturend element zijn voor de locatiekeuze van nieuwbouw, (nabij-)stedelijk groen of waterberging. Ook

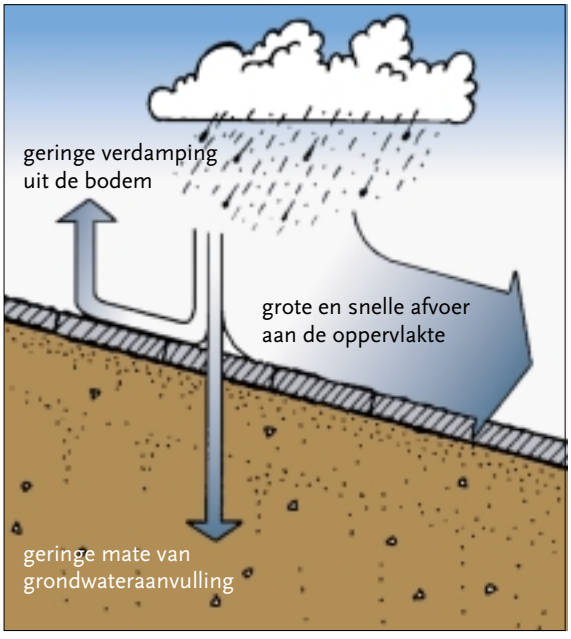
bij de (her)inrichting van bestaand stedelijk gebied kan grondwater als ordenend element worden toegepast. Zo hebben bijvoorbeeld voor een uitbreidingslocatie natte gebieden niet de voorkeur en dan met name de veengebieden. Om in de bouw- en woonfase aldaar droge voeten te kunnen garanderen zullen namelijk ingrijpende maatregelen getroffen moeten worden (ophogen, drainage, pompen). Bovendien zijn natte gebieden vaak juist potentiële gebieden voor ontwikkeling van natuur. Een en ander betekent dat bij nieuwe bouwactiviteiten kwelgebieden bij voorkeur moeten worden ontzien of leiden tot bepaalde randvoorwaarden bijvoorbeeld bouwen volgens lichte stedenbouw. Hydrologisch meer geschikte bouwlocaties zijn van nature hoog en droog. In infiltratiegebieden moet wel rekening worden gehouden met een vervuilingsrisico, verontreinigingen in het grondwater verplaatsen zich hier relatief snel. Bij voorkeur wordt er dan ook gekozen voor stedenbouw volgens bijvoorbeeld het Nationale Pakket Duurzame Stedenbouw of Duurzaam Bouwen. Naast duidelijke infiltratie en kwelgebieden zijn er ook gebieden met een intermediair karakter, dat wil zeggen infiltratie en kwel komen afwisselend voor in tijd en ruimte.

4. Verdrogingsbestrijding in de omgeving

De ingrepen in het hydrologische systeem die in de stad plaatsvinden kunnen van aanzienlijke invloed zijn op de grondwatersituatie in de omgeving. Zo kan de stad, met haar intensieve drainage en via riolering snelle afvoer van het anders infiltrerende regenwater, kwelstromen in nabij gelegen natuurgebieden verminderen. Dergelijke effecten zijn sterk afhankelijk van de bodemopbouw. In grove zandgronden werken veranderingen in de grondwaterstanden veel sterker door dan in gebieden met zware klei. Het is zaak dat grondwaterrelaties tussen de stad en de omgeving inzichtelijk worden gemaakt. Ingrepen verbonden met het diepe grondwater zijn bekend in verband met de verplichting van vergunningsaanvraag. De provincie is verantwoordelijke voor het diepe grondwater en in vrijwel alle gevallen de vergunningverlener. De aanvragen worden door haar beoordeeld op grond van het optreden van negatieve effecten. Veel meer dan nu gebruikelijk is, kan er worden gekeken naar de mogelijkheden om kansen te benutten en situaties te verbeteren door aanvullende eisen te stellen.



De verdeling van water in een natuurlijke uitgangssituatie



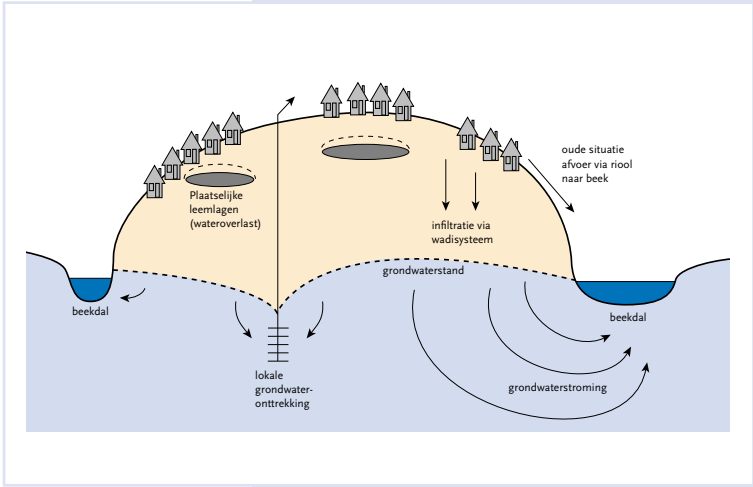
De verdeling van water bij traditioneel bouwen

Kader 4:
Nieuw gebied: Bergen van piekafvoeren en afkoppeling in Enschede

In de gemeente Enschede is als eerste in Nederland geëxperimenteerd met de zogenaamde wadisystemen en wel in de twee nieuwbouwwijken Ruwenbos en Eschmarke (VINEX). De wadi's worden gebruikt om het regenwater van afgekoppeld verhard oppervlak te infiltreren.

Grondwatersituatie Enschede en omgeving

De gemeente Enschede is gelegen op de flank van een stuwwal. De bodem bestaat uit keileem met een bovenlaag van dekzand. Na beëindiging van de grondwateronttrekkingen van de textielindustrie zijn er veel klachten over grondwateroverlast in Enschede. Om gebieden droog te houden zijn er een aantal bronnen waar grondwater onttrokken wordt. Direct buiten de stad zijn er natuurgebieden met verdrogingsverschijnselen. Deze natuur is afhankelijk van de kwel vanaf de stuwwal. In de onderstaande figuur is de grondwatersituatie rond Enschede geschetst. Grondwaterbeheer is een politiek gevoelig item in Enschede vanwege de grondwateroverlast in het stedelijke gebied, de duurzaamheidsgedachte en de verdrogingsbestrijding.



Grondwatersituatie in Enschede



Wadi in aanleg

Afkoppelen en infiltreren in Eschmarke en Ruwenbos

De Eschmarke is een nieuwbouwlocatie van 5000 woningen. Uitgangspunt bij deze wijk was het voorkomen van schade aan de nabijgelegen, verdrogingsgevoelige natuur. Dit gaf, samen met de eisen van het waterschap Regge en Dinkel, en het behouden van droge voeten, zoveel randvoorwaarden dat men gedwongen werd creatief na te denken over de omgang met (regen)water binnen het gebied. Dit leidde tot de keuze voor infiltreren van regenwater via het wadi-systeem. Door de combinatie van bodeminfiltratie met groenvoorzieningen in de wijk hoeft het ruimtebeslag van de groenvoorziening inclusief de wadi's niet meer te zijn dan in traditioneel opgezette wijken. Ook zijn de woonstraten zo smal mogelijk gehouden om het verhard oppervlak te reduceren.

Gemeente Enschede had al geëxperimenteerd met wadi's in een kleine wijk Ruwenbos genaamd. Door ambtelijk enthousiasme (zowel stedenbouwers, landschap-architecten als technici) kon er veel bereikt worden. In Enschede wordt de toepassing van wadi-systemen in de bestaande binnenstad niet serieus overwogen, vanwege het gebrek aan ruimte, de kwetsbaarheid van het systeem en de acceptatie door de burgers.

De doelstellingen voor de infiltratie van regenwater:

- bestrijden van verdroging (geen afvoer van schoon regenwater maar conserveren van water);
- verminderen van piekafvoeren op de beken door vertragen van de afvoer van regenwater;
- niet verder belasten van bestaande rioolstelsels;
- geen overstorten op oppervlaktewater;
- het voorkomen van dunwaterproblematiek op de rioolwaterzuiveringsinstallatie (door een verbeterd gescheiden rioolstelsel werd toch nog zo'n 75% van het regenwater naar de zuivering afgevoerd);
- een mentaliteitsomvorming van de burgers.

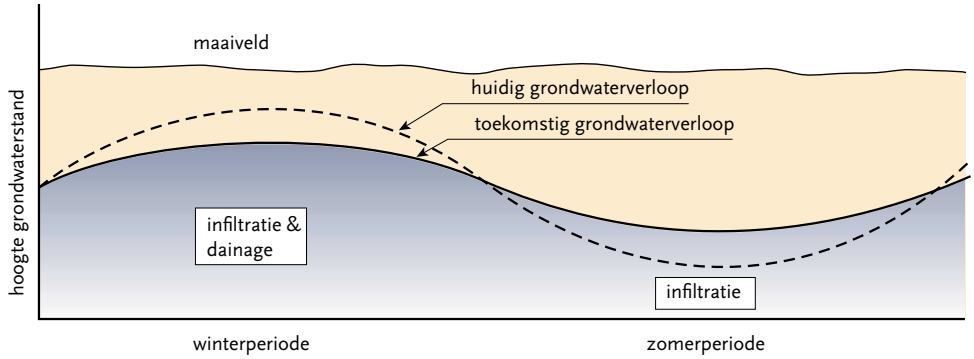




Wadi in woonwijk voor en na een regenbui

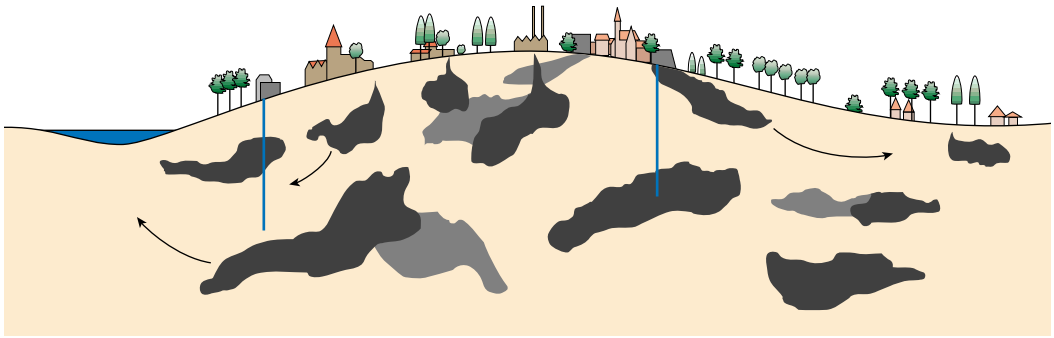
Gevolgen van geïntegreerd ontwerp

- mogelijkheid van een krapper gedimensioneerd rioolstelsel (alleen niet afgekoppelde straten zijn voorzien van regenwaterriool, zo'n 90% is afgekoppeld);
- open water en wadi's dienen als drainage, eventueel aangevuld met drains;
- kruipruimteloos bouwen.



huidig en toekomstig grondwaterverloop in de Eschmarke

Locaties in de ondergrond van grondwater-verontreinigingen



5. Grondwaterverontreinigingen

In vroegere tijden werd de bodem en het grondwater (al dan niet bewust) gebruikt als stortplaats. Uitloging van (vloeibaar) afval in de bodem en het grondwater kwam veel voor. Sinds we zijn gaan inzien dat het afval niet verdwijnt en problemen kan opleveren op andere vlakken (drinkwaterwinning, humane en ecologische risico's), gaan we veel voorzichtiger om met afvalverwerking om zo verontreiniging van bodem en grondwater te voorkomen. Veel grondwaterverontreinigingen uit het verleden zijn echter nog aanwezig. Verspreidingsrisico's zijn afhankelijk van de stofeigenschappen van de verontreiniging en de doorlatendheid (vertikale stromingsweerstand) van de bodem. Zo geeft de aanduiding II in het kaartje van Nederland op pagina 27 rechtsboven aan dat de stromingsweerstand laag is en daarmee de infiltratiesnelheid hoog met als gevolg dat het verspreidingsrisico ook hoog is.

Bij de planning van grondwaterbeheer in het stedelijk gebied is het van groot belang om rekening te houden met de aard en ligging van grondwaterverontreinigingen (vlekken). Hierdoor kunnen ongewenste verspreidingen voorkomen worden (grondwaterverontreinigingen verspreiden sneller door actieve grondwateronttrekking) en kan eventueel werk met werk gemaakt worden. Zo kan bijvoorbeeld de bemaling bij bouwactiviteiten worden gecombineerd met de sanering van een grondwaterverontreiniging. De kansen liggen vooral in de combinatie van de activiteiten. Bewust omgaan met risico's op bodemverontreiniging speelt ook bij het afkoppelen van verhard oppervlak van de riolering en het vervolgens infiltreren van dit water in de bodem. Nieuwe verontreinigingen dienen voorkomen te worden. Potentiële bronnen van verontreiniging zijn o.a. lekkende riolen en bestrijdingsmiddelen gebruikt in het openbare groen en tuinen.

Voorbeelden van duinrellen







Rietorchis (kwelindicerende soort)

6. Stedelijk grondwater als grondstof voor de stedelijke natuur

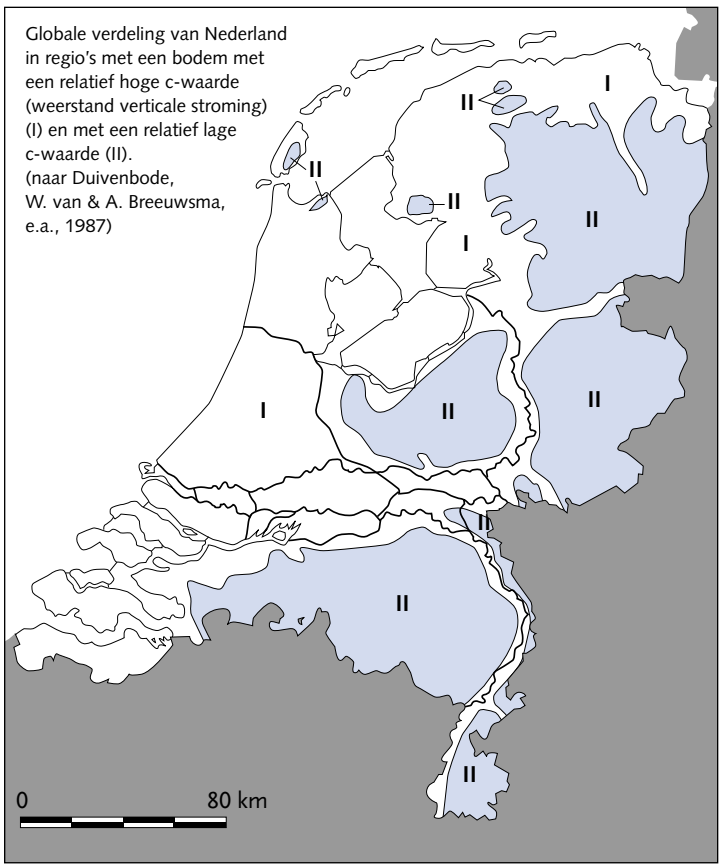
Het benutten van stedelijk grondwater als grondstof voor de stedelijke natuur betekent enerzijds het benutten van de mogelijkheden van (kwel)natuur in de stad en anderzijds het voorkomen van verdroging van natuur in en om de stad.

Kansrijke gebieden voor stadsnatuur zijn locaties met een continue kwelstroom van een goede kwaliteit. Deze gebieden kunnen worden ingericht als stadspark waar grondwaterafhankelijke natuurtypen kunnen ontstaan. Deze natte plekken zijn minder geschikt voor een woonfunctie, aangezien extra civieltechnische en/of bouwkundige aanpassingen nodig zijn om vochtoverlast in de huizen te voorkomen.

Afstromend regenwater van verhard oppervlak kan afgekoppeld geïnfiltreerd worden waarbij de infiltratievoorzieningen het openbare groen van water verstrekken (indien dit geen problematische stijging van de grondwaterspiegel veroorzaakt onder bebouwing). Een andere mogelijkheid is om 'overtollig' grondwater uit het stedelijk gebied, bijvoorbeeld vrijkomend bij voorkomen van wateroverlast of bemalingen, in te zetten voor natuur buiten de stad, bijvoorbeeld als grondstof voor grondwatergevoede beken en duinrellen. Dit geldt vooral als de kwaliteit van het onttrokken grondwater zeer goed is (lage gehalten ijzer, ammonium, fosfaat, nitraat). Zo zijn meerdere water-groen combinaties denkbaar.

Door het groenplan te combineren met een (jaarlijkse) grondwaterstandenkaart kan de vegetatie afgestemd worden op de hydrologische omstandigheden; watertolerante bomen op de natte locaties (zoals wilg, es, esdoorn) en de vochtgevoelige bomen waar hoge grondwaterstanden zelden voorkomen.

Voor bewoners kan stadsnatuur een recreatieve en educatieve rol spelen. Een goede toegankelijkheid is hierbij een voorwaarde. Voorbijgangers kunnen door een educatieve aankleding iets opsteken over de relatie tussen grondwater en natuur (zie figuur hiernaast). In Drenthe bijvoorbeeld staan twaalf educatieve grondwatermeters met uitleg over het belang van een hoge grondwaterstand voor bepaalde plant- en diersoorten in de natuur. Het grondwatermeternet is een samenwerkingsproject van de vier waterschappen en Milieufederatie in Drenthe.



Globale verdeling van Nederland in regio's met een bodem met een relatief hoge c-waarde (weerstand verticale stroming) (I) en met een relatief lage c-waarde (II). (naar Duivenbode, W. van & A. Breeuwsma, e.a., 1987)



Drenthse grondwatermeter bij hoge grondwatersituatie en een bij lage.

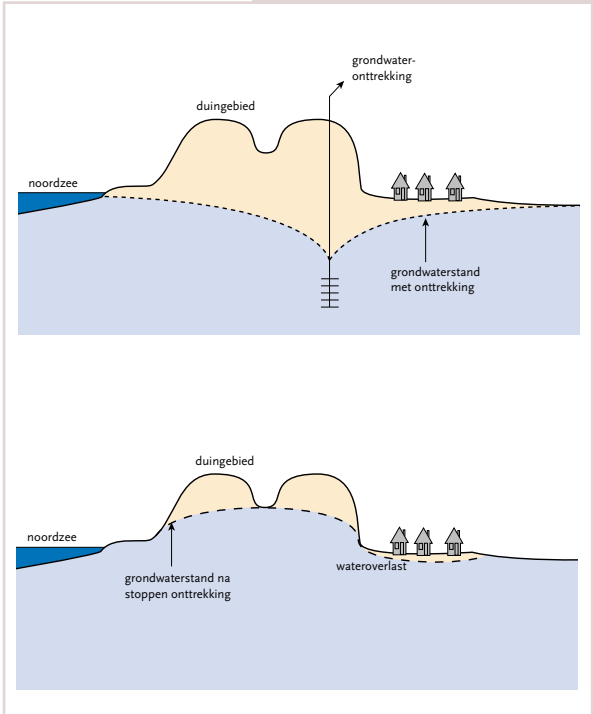
Kader 5: Regionale samenwerking in de provincie Noord-Holland

Door het stopzetten van de grondwaterwinning in het duingebied van Zuid-Kennemerland kreeg gemeente Bloemendaal frequenter te maken grondwateroverlast. Om tot een oplossing te komen, hebben verschillende partijen de handen ineen geslagen.

Grondwatersituatie Zuid-Kennemerland

In Zuid-Kennemerland komen van nature hoge grondwaterstanden voor in het duingebied en in de daarachter lager gelegen binnenduinrand en poldergebieden. Sinds vele decennia is echter door de grootschalige onttrekkingen in het duingebied de grondwaterstand verlaagd. Hierdoor is in het duingebied en in de binnenduinrand verdroging opgetreden. De duinen zijn het hoogste gebied in de omgeving, de binnenduinrand ligt lager en het boezemgebied is het laagste punt in het gebied wat betreft de afwatering (met uitzondering van de verder landinwaarts gelegen diepe polders). Bij bebouwing in de binnenduinrand is wateroverlast een bekend verschijnsel.

Verandering van de grondwaterstand na stopzetten onttrekking



Bestrijding wateroverlast door samenwerking

Door de reductie van de grondwaterwinningen zijn de problemen in de gemeente Bloemendaal op het gebied van grondwateroverlast toegenomen. Er is een inventarisatie gedaan in wijken met wateroverlast. Voor deze wijken is als oplossing gekozen voor een diepdrainage systeem. Dit systeem bestaat uit een aantal (circa 15 per wijk) actieve onttrekkingsputten die grondwater onttrekken als de grondwaterstand te hoog wordt. Het onttrokken grondwater wordt via een persleiding afgevoerd naar het oppervlaktewater of naar een opnieuw aangelegde duinrel. Per wijk is gekeken welke afvoermogelijkheid het meest voor de hand lag. Een probleem hierbij was dat afvoer via een duinrel, of ander nieuw oppervlaktewater, altijd (gedeeltelijk) gerealiseerd moest worden op particulier terrein, vanwege gebrek aan ruimte. Door veelvuldig te overleggen met de betrokken particulieren is het gelukt om de aanleg van de duinrel (met een stukje natuurontwikkeling) te realiseren. Er is een aanmerkelijke verbetering te zien in de oppervlaktewaterkwaliteit, als gevolg van de toegenomen volumestroom schoon water uit het duingebied.

Mede door de "open" instelling van alle partijen is de samenwerking door alle partijen als prettig en zinvol ervaren. De taakverdeling is als volgt: het hoogheemraadschap zorgt voor de afwatering en de gemeente voor de ontwatering. De provincie geeft een bijdrage voor gebieden waar de gevolgen van provinciaal beleid onevenredig groot zijn. De mate waarin dit gebeurt is onderwerp van discussies, omdat de provincie hier geen wettelijke taak heeft. Ondanks de goede afspraken blijft toch het gevoel aanwezig dat er meer duidelijkheid moet komen over de verantwoordelijkheid van alle partijen op het gebied van stedelijk grondwater.

7. Gebruik als B-water

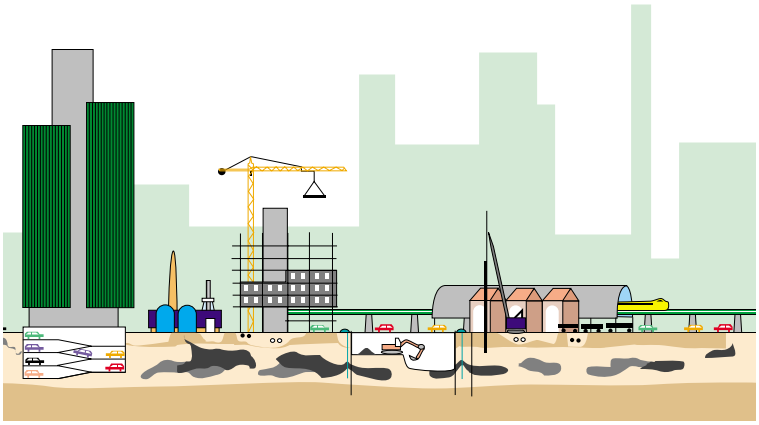
Huishoudwater of B-water is een alternatief voor drinkwater bij laagwaardige huishoudelijke toepassingen zoals spoeling van toiletten, auto's wassen, wasmachine en sproeien van tuinen. Ook industriële toepassing als koelwater of proceswater kan mogelijk zijn. Overvloedig grondwater is een goede grondstof voor B-water. Grondwater uit bemalingen, bijvoorbeeld parkeergarages of verdiept aangelegde wegen, kan aldus worden ingezet bij industriële processen. In de huidige praktijk wordt het bij dergelijke bemalingen vrijkomende grondwater direct geloosd op het riool of oppervlaktewater. Een beperkende factor voor toepassing van dergelijk 'overtollig' grondwater is dat voor de vraagkant in het algemeen grote hoeveelheden op elk willekeurig tijdstip beschikbaar moeten zijn. De 'waterproduktie' daarentegen is meestal periodiek. Nochtans liggen er best mogelijkheden om vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen.
Bij ondergronds bouwen komt vaak water vrij in verband met het bemalen tijdens en na de bouw van de ondergrondse constructie. Door de constante hoeveelheid is dit grondwater in te zetten voor alternatieve doeleinden, zoals koeling van gebouwen of als B-water. Doordat de onttrekking direct is gesitueerd bij de ondergrondse constructie kan het onttrokken grondwater worden gebruikt in de uiteindelijke constructie zelf. De kwaliteit van het water bepalen de mogelijkheden van toepassing.

8. Voorkomen van grondwateroverlast of grondwatertekort

Dit is bij uitstek een kans voor de bestaande én de nieuwe stad. Door een niet-optimale afstemming van functies op het grondwatersysteem, door kunstmatige beïnvloeding van grondwaterstanden en stromingen kunnen op diverse plaatsen knelpunten ontstaan. Nieuwe problemen zouden door bewustere keuzen kunnen worden voorkomen. De vaak beperkte ruimte in de bestaande stad maakt dat creatieve oplossingen noodzakelijk zijn. Geplande ingrepen aan infrastructuur (ophogen, verharding, riolering) kunnen aangegrepen worden om tegelijkertijd grondwaterproblemen aan te pakken.
Het treffen van rioleringsmaatregelen of renovatie in het kader van het Gemeentelijk Rioleringsplan kan een aanleiding zijn om grondwater te laten meeliften. In plaats van extra berging te creëren in het rioolstelsel kan ook gekozen worden voor het afkoppelen van verharde oppervlakken en het infiltreren van het afstromende regenwater (zie ook kader 6 over Eindhoven).
Bij het voorkomen van grondwatertekorten gaat het om voorkomen dat de grondwaterstand te ver wegzakt. Door lage grondwaterstanden kunnen houten paalkoppen droogvallen en gaan rotten, kan zetting optreden met als gevolg het verzakken van huizen en op veengronden versnelt het de bodemdaling. Door allerlei maatregelen kan de grondwaterstand worden verhoogd, bijvoorbeeld met behulp van infiltratiesystemen.

9. Grondwater als bron voor oppervlaktewater

Schoon oppervlaktewater in de stad is geen vanzelfsprekendheid. De oorzaak hiervoor kan zeer divers zijn; vervuilende bronnen, inlaten van voedselrijk water, of kwelwater van een slechte kwaliteit. Sinds veel bronnen van directe vervuiling zijn gesaneerd, is de kwaliteit van het stedelijke oppervlaktewater en waterbodems beter geworden. Tegenwoordig probeert men uit waterkwaliteitsoverwegingen zoveel mogelijk relatief schoon gebiedseigen water vast te houden, om te voorkomen dat gebiedsvreemd water, vaak voedselrijk, ingelaten moet worden.
Met name in laaggelegen gebieden kan overvloedig grondwater, afkomstig uit het drainagesysteem van bijvoorbeeld gebouwen, worden afgevoerd naar het oppervlaktewater. Deze aanvoer kan een bijdrage betekenen bij de peilhandhaving in het oppervlaktewatersysteem. Voor deze toepassing zal de kwaliteit van het overvloedige grondwater wel voldoende moeten zijn en moeten passen bij de eisen gesteld aan het oppervlaktewater.



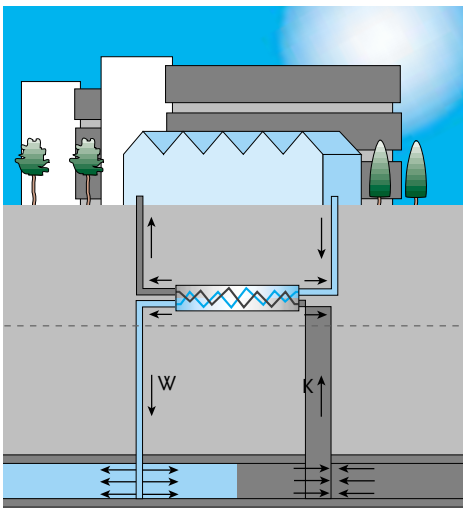
Gebruik maken
van de ondergrond

10. Grondwater voor calamiteiten

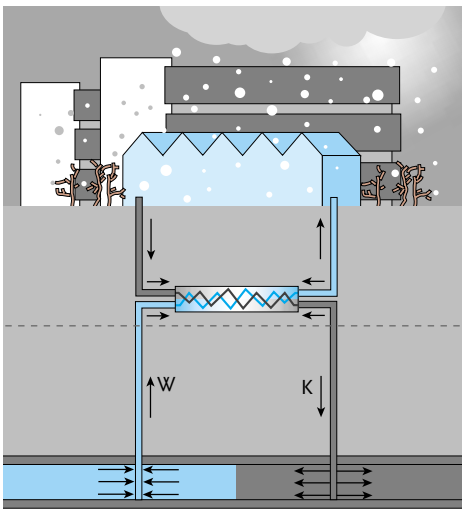
Grondwater kan ingezet worden als waterbron bij calamiteiten. Zo kan bijvoorbeeld via een grondwaterbron bluswater onttrokken worden. In bepaalde gevallen kan grondwater uit het oogpunt van kosteneffectiviteit en milieurendement een zeer geschikte bron zijn. De aanwezigheid van een voldoende grote voorraad grondwater van een geschikte kwaliteit is hiervoor noodzakelijk. Dergelijke putten zijn echter duur in onderhoud en niet eenvoudig overal te realiseren.

11. Ondergronds bouwen

Gezien de schaarse ruimte in Nederland, gaan steeds meer bouwwerken ondergronds. Het is bij de planning (locatie en uitvoering) van de ondergrondse bouwwerken belangrijk om rekening te houden met de grondwatersituatie. De ondergrondse structuur (en bemaling) zou zo min mogelijk effect moeten hebben op de grondwaterstroming. Zowel opstuwing, en daarmee grondwateroverlast aan de stroomopwaartse kant, als verdroging aan de stroomafwaartse kant zijn mogelijke effecten. Met name gebieden waar de grondwatergradiënt en de doorlatendheid van de bodem groot is kan de lokale opstuwende invloed van ondergrondse structuren groot zijn. Andere bedreigingen die spelen bij ondergronds bouwen zijn: de mogelijkheid van het doorsnijden van slechtdoorlatende lagen en het risico op verontreinigingen van bodem en grondwater. Permanente bemaling van ondergrondse gebouwen kan een lagere grondwaterstand veroorzaken met als mogelijk gevolg verdroging van natuur, of verzakkingen door klink of veenoxydatie.



zomer



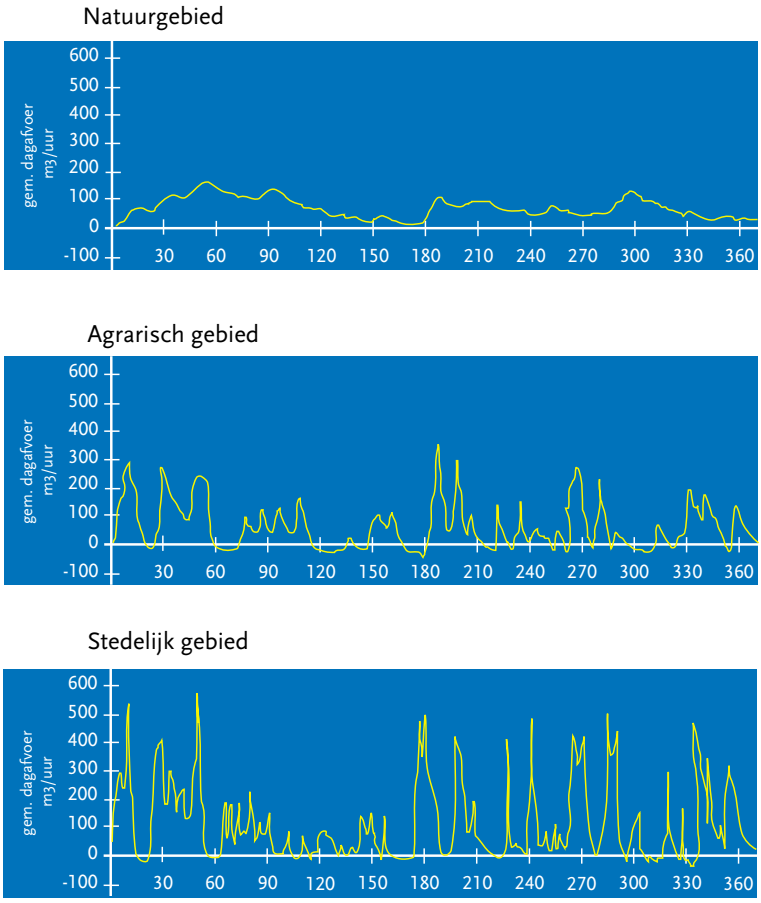
winter

Principe van
koude/warmte opslag
(uit: Dufour, 1998)

12. Koude/warmte opslag

De grondwater-temperatuur is altijd circa 10 °C. Grondwater kan uitstekend dienst doen als medium voor de opslag van energie. Overtollige energie kan er tijdelijk in worden opgeslagen en op een later moment weer aan het grondwater worden onttrokken. Bij koude/warmte opslag wordt gebruik gemaakt van de buffercapaciteit voor warmte van de ondergrond. Grondwater wordt als koelwater onttrokken aan de bodem, en wordt na gebruik met een hogere temperatuur weer in de bodem geïnfiltreerd. De dikte en doorlatendheid van het watervoerende pakket en de kwaliteit van het grondwater (niet teveel ijzer) zijn daarbij belangrijke parameters.

Ook zijn er warmtepompen die gebruik maken van grondwater. Grondwater wordt opgepompt en door de warmtepomp afgekoeld waarbij de onttrokken warmte wordt overgedragen aan het water van de centrale verwarming. Dit water stijgt hierdoor in temperatuur tot circa 40°C, voldoende hoog om een huis met vloer- en wandverwarming te verwarmen. Het tot circa 6°C afgekoelde grondwater wordt weer in de bodem geïnfiltreerd. De warmtepompen worden nu vooral toegepast in landelijke woningen en bedrijfsgebouwen, waar verwarmen duur kan zijn door een ontbrekend gasnet.



Uit de gemiddelde dagafvoeren voor drie typen gebieden is af te leiden dat afvoer van regenwater in het stedelijk gebied relatief snel plaatsvindt en dat natuurgebied vertragend werkt.

13. Opslaan van piekafvoeren

Deze kans wordt steeds belangrijker nu in veel nieuwe stadswijken water wordt vastgehouden om snelle en hoge afvoeren te voorkomen. Vanuit het streven naar een duurzame omgang met water, wil men gebiedseigen water langer vasthouden en de afvoer van schoon regenwater richting de rioolwaterzuiveringsinstallatie beperken. Eén van de oplossingsrichtingen daarvoor is om verharde niet vervuilde oppervlakken niet aan te sluiten op de riolering, maar het afstromende regenwater in de bodem te laten infiltreren. Daardoor kan het water langer in het gebied worden vastgehouden. Het gevolg is dat de piekafvoeren naar riolering en oppervlaktewater afvlakken, de afvoer wordt vertraagd richting een meer natuurlijk verloop (zie figuur dagafvoeren) en de rioolwaterzuiveringsinstallatie (door zogenaamde dun-water-problematiek) en daarmee het oppervlaktewatersysteem minder worden belast. Het wadisyteem (zie kader 4 over Enschede) is een mogelijk infiltratiesysteem. In hoge en droge gebieden betekent de infiltratie van regenwater een waardevolle aanvulling van het grondwater. De zuiverende werking van de infiltratievoorziening is belangrijk om de kwaliteit van bodem, grondwater en oppervlaktewater niet nadelig te beïnvloeden.

Kader 6:
Bestaand gebied: Verbetering van riolering in Eindhoven

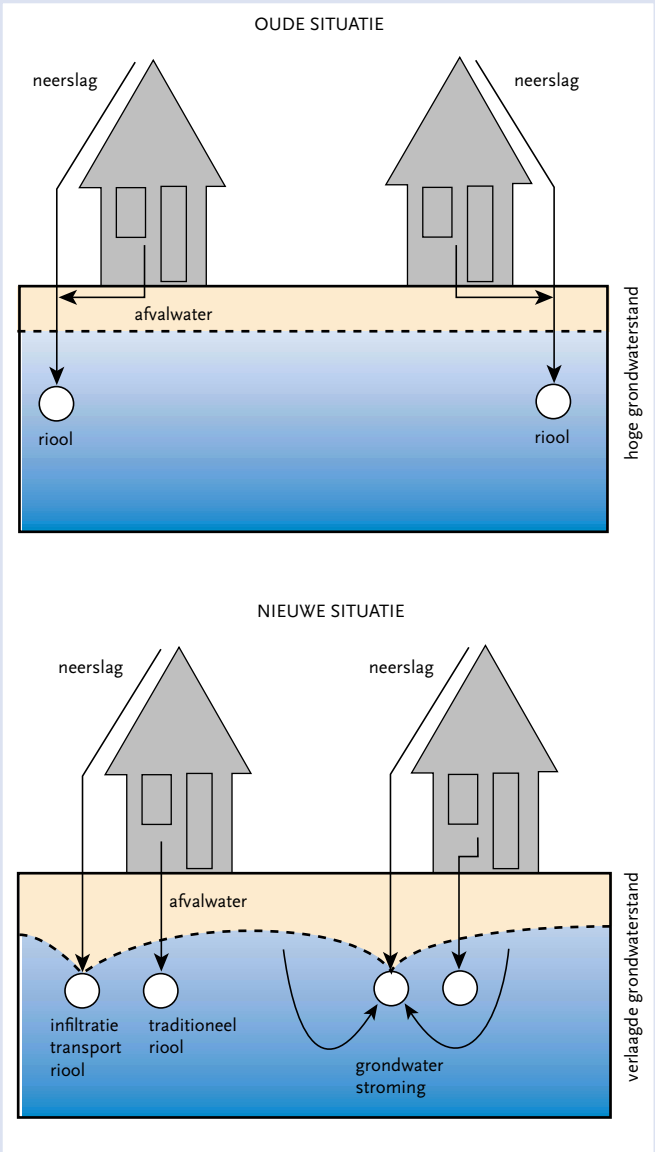
Bij ontwikkelingen en herinrichting van de openbare ruimte of ingrepen op particulier terrein probeert gemeente Eindhoven direct in te springen en de riolering en waterhuishouding meteen mee te nemen.

Klachten

Na de natte winter '93/'94 waren er veel klachten over grondwateroverlast, waarna er een onderzoek is gestart. Op basis van de klachtenregistratie zijn de overlastgebieden in kaart gebracht. Inwoners met klachten zijn geconsulteerd met een vragenlijst. Bij 40% van de gevallen bleek de oorzaak een te hoge grondwaterstand, bij 40% was het een bouwkundig probleem (diepe kelders) en bij 20% was de opbouw van de bodem in de tuinen (aanwezigheid van leemlagen) de oorzaak.

Gelijktijdig aanpakken van riolering en grondwater in bestaande stad

Het rioolstelsel van Eindhoven heeft weinig berging, waardoor overstorten frequent plaatsvinden en ontvangende oppervlaktewateren zwaar belast worden met de verontreinigde stoffen uit het riool. Daarnaast is er sprake van 'dun water problematiek' doordat de zuivering periodiek overbelast is. In het Gemeentelijk Rioleringsplan zijn traditionele maatregelen voorgesteld, namelijk het vergroten van de riolen en het aanbrengen van stuwputten en bergbezinkbassins. Deze ingrepen betekenen een investering van ruim 200 miljoen gulden, naast het reguliere onderhoud. Hierdoor is men gaan nadenken over andere maatregelen. Er werd een onderzoek gestart naar de mogelijkheden voor het afkoppelen van verhard opper-



Verandering in grondwatersituatie Eindhoven

vlak in bestaand stedelijk gebied. Voor grote delen van Eindhoven bieden de bodemopbouw en grondwaterstanden mogelijkheden voor het afkoppelen. De lokale grondwatersituatie is sterk gerelateerd aan het bovenste pakket, de zogenaamde deklaag. Eindhoven ligt op een 10 tot 25 meter dik pakket bestaand uit fijne zandfracties lokaal afgewisseld met slecht waterdoorlatende leemlagen. De grondwaterstand ligt gemiddeld tussen 1 en 3 meter beneden maaiveld. Onder de deklaag ligt het zogenaamde eerste watervoerende pakket.

Er is een ambitieus plan opgesteld van 6 proeflocaties, variërend van problematiek. Twee van de zes kampen met grondwateroverlast. Voor deze twee is gezocht naar maatregelen die zowel de grondwateroverlast reguleren, als de belasting van het rioolstelsel met regenwater verminderen.
De grondwateroverlast in de twee proeflocaties wordt deels veroorzaakt door de bodemopbouw. Door de lokaal aanwezige leemlagen wordt de infiltratie belemmerd, het regenwater kan onvoldoende wegzakken in de bodem. Zo ontstaan schijn-grondwaterspiegels, waardoor weer vochtoverlast in de kruipruimten optreedt.
Het zogenaamde Infiltratie-transportriool (IT-riool) bracht oplossing. Met een dergelijk systeem kan regenwater in de bodem infiltreren en wordt tegelijkertijd de grondwaterstand beheerst. Daken, stoepen en straten zijn op het IT riool aangesloten. Het al aanwezige gemengde rioolstelsel verzorgt de afvoer van het huishoudelijke afvalwater. Ook voor andere gebieden is het principe van het infiltratie-transportriool goed toepasbaar. Van belang hierbij is een goed inzicht in de lokale omstandigheden (beschikbare ruimte, kabels en leidingen) en de oorzaken van grondwateroverlast. Bij infiltratie is de kwaliteit van het af te voeren water richtinggevend. Maatwerk is noodzakelijk.



infiltratie transport riool

6. Grondwaterkansenkaart als instrument

Inleiding

Een instrument om kansen en knelpunten helder in beeld te krijgen is een grondwaterkansenkaart, als afgeleide van de waterkansenkaart. Een waterkansenkaart is een thematische kaart waarin een ruimtelijk beeld wordt gegeven van de (on)mogelijkheden om een waterkans te benutten binnen een bepaald gebied, bijvoorbeeld een gemeente of een provincie. Door de grafische weergave is het een geschikt communicatiemiddel, zowel in planprocessen (tussen civieltechnici, stedenbouwkundigen en politici) als in de communicatie naar burgers bij klachten en vragen.

Een waterkansenkaart wordt samengesteld uit een aantal basiskaarten, waarop bijvoorbeeld het oppervlaktewatersysteem, grondwatersysteem en bodemopbouw zijn weergegeven. Afhankelijk van de kans kunnen verschillende basiskaarten gecombineerd worden. Door zo een aantal basiskaarten met elkaar te combineren kan snel inzicht verkregen worden waar de beste mogelijkheden liggen.



Een waterkansenkaart kan meerdere functies hebben:

- inzicht geven in het functioneren van het watersysteem en de waterketen (hoe werkt het);
- inzicht geven in de relaties tussen watersysteem, waterketen en ruimtegebruik (hoe is de samenhang);
- mogelijke richtingen aangeven van ruimtelijke ontwikkelingen (invulling aan 'water ordenend voor ruimtelijke ordening');
- inzicht geven in nut en noodzaak van het toepassen van duurzaamheidsmaatregelen (welke maatregel op welke plaats).

De toepassingsmogelijkheden worden bepaald door het schaalniveau van de grondwaterkansenkaarten. Voor planning van bijvoorbeeld nieuwbouw, grootschalige waterberging of natuurontwikkeling ligt een regionaal schaalniveau voor de hand. Bij specifieke maatregelen zoals infiltreren past een lokale schaal weer beter. Grondwaterbeheer is maatwerk, per gebied, gemeente of wijk zullen de kansen en bijbehorende benodigde informatie verschillen.

Niet voor alle gemeenten heeft het opstellen van grondwaterkansenkaarten een even hoge prioriteit. Vooral voor grote gemeenten is de meerwaarde van een grafische weergave van het systeem groot. Hier spelen namelijk veel factoren; medewerkers staan verder af van de praktijk, het is lastig overzicht te houden. Voor kleine gemeenten speelt dit minder, al is ook voor hen een duidelijke en toegankelijke opslag en grafische weergave van informatie nuttig. Benadrukt moet worden dat het niet nodig is om voor het opstellen van een waterkansenkaart grootschalige meetcampagnes etc. te starten. Met de beschikbare informatie kan er waarschijnlijk al een

heel eind worden gekomen. Gemeentes, waterschappen en provincies kunnen zelf de keuze maken in hoeverre ze de informatie verder willen verfijnen of aanvullen, afhankelijk van het doel en detailniveau van de waterkansenkaart en het beschikbare budget.

Aanpak

Stappenplan

Grofweg bestaat de werkwijze voor het opstellen van een grondwaterkansenkaart uit de volgende stappen:

1. Definiëren van grondwaterkansen en -knelpunten;
2. Vaststellen benodigde basiskaarten;
3. Vaststellen en verzamelen benodigde gegevens;
4. Opstellen basiskaarten;
5. Combineren van basiskaarten tot grondwaterkansenkaarten.

1. Definiëren kansen

Welke kansen zijn relevant?

Op basis van de in hoofdstuk 5 gedefinieerde en eigen gesignaleerde kansen kan een grove inschatting gemaakt worden van de kansen die mogelijk benut kunnen worden in de betreffende gemeente. Per gemeente moet worden bekeken waarop ingestoken gaat worden. De omgang met grondwater blijft immers maatwerk.

Wanneer is iets een kans?

Het is belangrijk om vooraf duidelijk te definiëren wanneer iets een kans of een knelpunt is, aan welke voorwaarden voldaan moet worden. Op basis van deze definitie kan duidelijk worden welke basiskaarten nodig zijn voor het bepalen van de kansrijke of probleem gebieden. Zo kan bijvoorbeeld gesteld worden dat een gebied kansrijk is voor de infiltratie van regenwater wanneer de bodem goed doorlatend (k (=doorlatendheid bodem) > 1 m/dag) en niet vervuild is, en de grondwaterstand niet te hoog (bijvoorbeeld < 0,50 m beneden maaiveld) is. Een knelpunt in de waterkwaliteit treedt bijvoorbeeld op wanneer het fosfaatgehalte hoger dan de grenswaarde is. Zo zijn er vele 'legenda-eenheden' denkbaar.

2. Vaststellen benodigde basiskaarten

Om het grondwater goed te benutten en knelpunten te voorkomen is een goed beeld van de huidige situatie (geohydrologie, hydrologie, gebruiksfuncties, beperkingen, beleid) essentieel. Voor een bepaald thema van een waterkansenkaart zijn zekere basiskaarten nodig en ander juist weer irrelevant.

3. Vaststellen en verzamelen van benodigde gegevens

Vaststellen van benodigde gegevens

Op grond van de basiskaarten die nodig zijn voor de grondwaterkansenkaart worden de benodigde gegevens vastgesteld. In kader 7 wordt voor verschillende basiskaarten aangegeven waar basisinformatie te vinden is. De informatiedichtheid dient afgestemd te worden op het doel van de grondwaterkansenkaart.

Inventarisatie en beoordeling beschikbare gegevens

Vaak is er (onbewust) al een grote hoeveelheid informatie aanwezig over het watersysteem en de waterketen in een gemeente. Dit betreft bijvoorbeeld meetgegevens, archiefgegevens, kaarten en gegevens van bijvoorbeeld waterschappen en waterleidingbedrijven, en gegevens van specifieke projecten. Ook kan er veel kennis paraat zijn in de hoofden van medewerkers van verschillende afdelingen van gemeenten e.d. Denk daarnaast ook aan meer 'alternatieve' bronnen van informatie zoals bijvoorbeeld: lokale natuurverenigingen, drinkwaterbedrijven,

woningbouwverenigingen, bewonersgroepen, etc. Deze groepen hebben vaak detailinformatie die niet bij andere informatiebronnen te verkrijgen zijn, zoals gegevens uit een verder verleden, vroegere hydrologische situatie, wijze van funderen, etc. Vaak zijn gegevens slecht ontsloten. Informatie blijkt niet bekend, niet makkelijk toegankelijk en op verschillende plaatsen (bij verschillende actoren) aanwezig. Het is van groot belang dit allereerst goed uit te zoeken, voordat uitgebreide meetcampagnes worden opgezet. Hier ligt een duidelijke winst voor het grondwaterbeheer, namelijk geld besparen door gebruik te maken van beschikbare gegevens en deze te ontsluiten.

Aanvullen gegevens met metingen

Wanneer er grote hiaten blijken te zijn in de beschikbare gegevens kan overwogen worden door monitoring of eenmalige metingen de ontbrekende gegevens nader in te vullen. Het belang van een duidelijke en toegankelijke opslag en weergave van de verzamelde gegevens is evident.

Basisinformatie op maat van de vraag

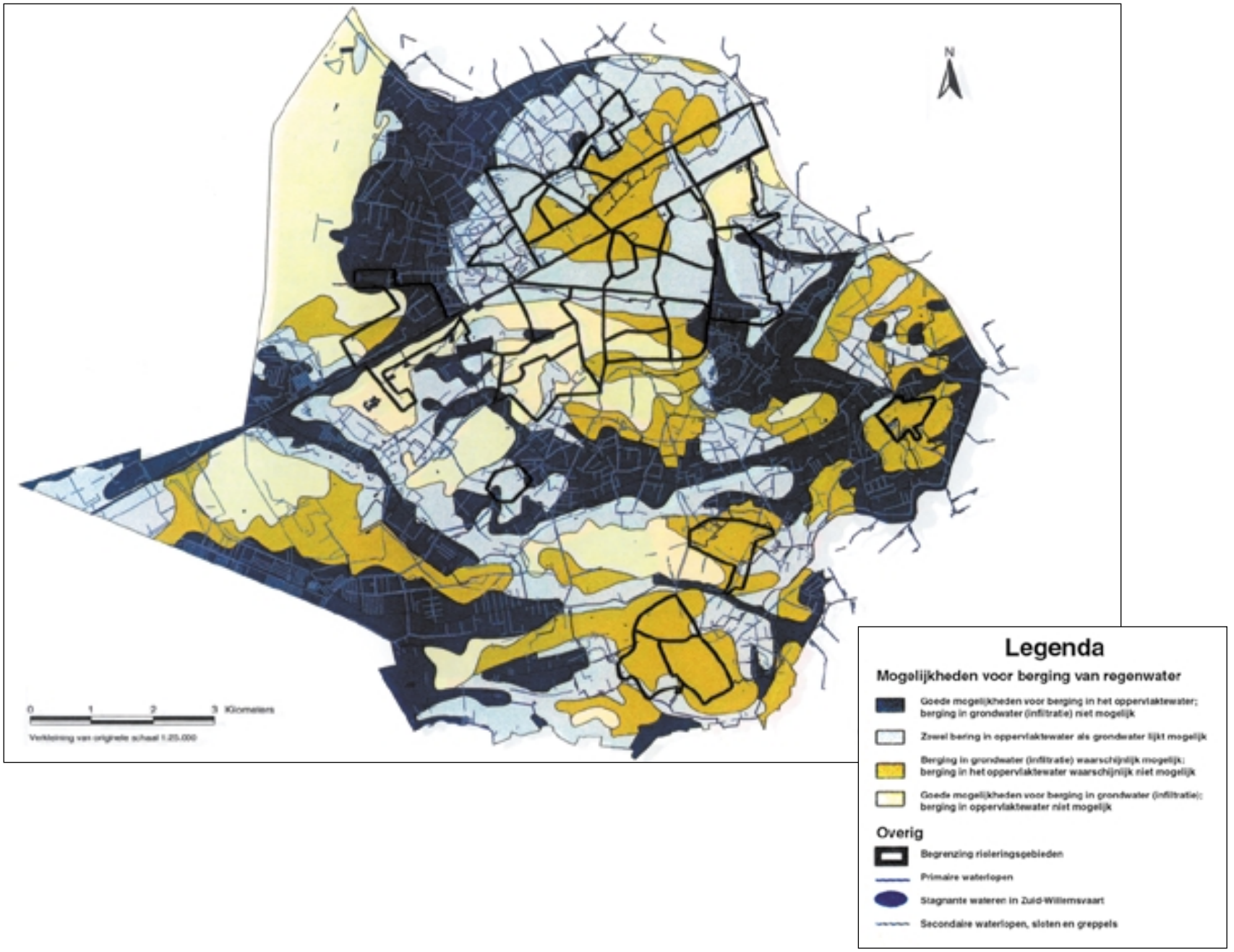
De hoeveelheid mogelijk te verzamelen basisinformatie is overweldigend. Het is dan ook zaak om zo efficiënt mogelijk te kiezen. Dit betekent niet beginnen met zo veel mogelijk informatie te verzamelen. Beter is eerst goed te kijken naar de aard van de kansen in een bepaalde situatie. Hierop kan de te verzamelen informatie worden toegesneden en daardoor worden beperkt. Daarnaast is het zaak om af te stemmen op het detailniveau van de kans. Voor een globaal overzicht in de mogelijkheden is beschikbare basisinformatie vaak voldoende. Voor detailuitwerkingen kan het nodig zijn om extra informatie te verzamelen. Dit kan nog steeds bestaande informatie zijn, maar met een hoger detailniveau, maar ook informatie die aanvullend moet worden verzameld. Over het algemeen is het aanvullend verzamelen van informatie (monitoren) duur. Door energie te steken in het ontsluiten van de informatie blijft het in de toekomst ook bruikbaar.

4. Opstellen basiskaarten

Na het verzamelen van de benodigde gegevens kunnen de basiskaarten worden opgesteld. De voorkeur gaat uit naar het gebruik van een GIS-toepassing. Weergave op papier (transparanten) is ook een mogelijkheid. Duidelijkheid en inzichtelijkheid is van groot belang desnoods kunnen meerdere 'overlays' opgesteld worden wanneer er teveel informatie weergegeven moet worden.

5. Combineren basiskaarten tot grondwaterkansenkaarten

In de laatste stap worden per kans de basiskaarten gecombineerd tot een grondwaterkansenkaart. Met behulp van de vooraf vastgestelde definitie van de betreffende grondwaterkans worden op kaart gebieden aangegeven die goede/minder goede/slechte mogelijkheden bieden voor het aangrijpen van de kans.


N
0 1 2 3 Kilometers
Verkleining van originele schaal 1:25.000
Legenda
Mogelijkheden voor berging van regenwater
Goede mogelijkheden voor berging in het oppervlaktewater; berging in grondwater (infiltratie) niet mogelijk
Zowel bering in oppervlaktewater als grondwater lijkt mogelijk
Berging in grondwater (infiltratie) waarschijnlijk mogelijk; berging in het oppervlaktewater waarschijnlijk niet mogelijk
Goede mogelijkheden voor berging in grondwater (infiltratie); berging in oppervlaktewater niet mogelijk
Overig
Begrenzing rioleringsgebieden
Primaire waterlopen
Stagnante wateren in Zuid-Willemsvaart
Secondaire waterlopen, sloten en greppels

Kader 7: Bronnen voor basisinformatie

Om tot de basiskaarten te komen is een zekere basisinformatie nodig. Hieronder volgt een overzicht van mogelijke bronnen voor basisinformatie. Naast deze meer algemene informatie zijn de gebiedsspecifieke minstens zo belangrijk, denk hierbij aan historische gegevens, projectspecifieke informatie, expert judgement, etc.

Kaartmateriaal

- Topografische kaarten (1:5.000, 1: 10.000, 1:20.000);
- Bestemmingsplannen (gemeente).

Specifieke informatie over de gebruiksfuncties

- Bestemmingsplan (gemeente);
- Bodemgebruikskaart CBS (schaal 1:25.000);
- Vervuilende industrieën/activiteiten (bestemmingsplan, gemeente);
- Druk bereden wegen (gemeente);
- Aanwezigheid diepe kelders, tunnels, parkeergarages (gemeente).

Grondwater

- Grondwaterstanden (Provinciaal meetnet, gemeentelijke peilbuizen, TNO-meetnet (OLGA);
- TNO Grondwaterkaart van Nederland;
- Grondwaterkwaliteit (gemeente, provincie, TNO);
- Particuliere en industriële waterwinningen (provincie, waterleidingbedrijf, gemeente);
- Aanwezigheid drainagesysteem (gemeente).

Bodem(kwaliteit)

- Bodemopbouw (Bodemkaart van Nederland, STIBOKA);
- Geologische kaart van Nederland (RGD);
- Historische gegevens, zoals gedempte watergangen, methode bouwrijp maken, aanwezigheid vervuilende industrieën (gemeente);
- Meetgegevens in gemeente (gemeente);
- Locatie van diffuse en puntbronnen van verontreinigingen (gemeente, bestemmingsplannen);
- Bodemkwaliteitskaart (gemeente);
- Hoogtelijnenkaart (hoogtepuntenkaart TDN).

Oppervlaktewatersysteem

- Leggergegevens (ligging en afmetingen watergangen) (Waterschap);
- Keurkaart (peilvakken, zomer- en winterpeilen, afwateringsrichtingen) (Waterschap);
- Meetgegevens oppervlaktewaterkwaliteit (Waterschap, kwaliteitsbeheerder);
- Neerslag en verdampingsgegevens (KNMI).

Riolering

- Rioleringssysteem (gemeente);
- Capaciteit rioolsysteem en rioolwaterzuiveringsinstallatie (gemeente, waterschap, zuiveringschap);
- Knelpunten in huidige situatie (gemeente, waterschap, zuiveringschap);
- Toekomstige ingrepen (gemeente, waterschap, zuiveringschap);
- Locaties overstorten en lozingen (gemeente, waterschap);
- Frequentie en vuillast overstorten en lozingen (gemeente, waterschap, zuiveringschap).

Drinkwater

- Herkomst drinkwater per wijk (drinkwaterbedrijf);
- Drinkwaterverbruik per wijk (drinkwaterbedrijf).

Ecologie

- Voorkomen hoogwaardige flora en fauna (provincie, gemeente);
- Hydrologische eisen van de hoogwaardige flora en fauna (provincie, gemeente, literatuur);
- Gemeentelijk Groenplan;
- Mate van verdroging (Verdrogingskaart van Nederland).

Beleid

- Streekplan (o.a. grondwaterbeschermingsgebieden) (Provincie);
- Milieubeleidsplan (Provincie);
- Waterhuishoudingsplan (Provincie);
- Waterbeheersplan (Waterschap);
- Provinciale Ecologische hoofdstructuur (Provincie);

Kader 8: Aanbevolen literatuur per onderwerp

Grondwaterstroming algemeen

- Dufour, F.C., 1998. *Grondwater in Nederland.* Geologie van Nederland deel 3, TNO-NITG.
- Boekelman, R.H., 1998. *Collegedictaat Geohydrologie,* TU Delft.
- Samson Tjeenk Willink, 1997. *Handboek voor Milieubeheer.* Deel 1
- Waterbeheer.

Stedelijk waterbeheer

- Broodbakker, N.W. et al., 1995. *Water in de bebouwde omgeving.* Publicatie van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Gemeentewerken Rotterdam, 1998. *Integraal waterbeheer in klei en veengebieden.*
- Samenwerkingsverband integraal waterbeheer Zuid-Holland Zuid, 1999. *Handboek stedelijke waterplannen.*
-Tauw/IBN-DLO, 2000. *Leve(n)de stadswateren, werken aan water in de stad.* In opdracht van STOWA en Vereniging Stadswerk.

Natuurontwikkeling

-Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en Landschap, 1990.
Handboek Grondwaterbeheer voor natuur, bos en landschap.
- Vereniging van Nederlandse Gemeenten, 1998. *Groen en gemeenten: nieuwe ideeën.*
Handleiding groen, natuur en landschap.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1995. *Visie Stadslandschappen.*

Drooglegging en ontwatering

- Heidemij Advies/TU Delft, 1993. Bestrijding grondwateroverlast stedelijke gebieden.
Proefproject Roosendaal.
- Segeren, W.A. en H. Hengeveld, 1984. Bouwrijpmaken van terreinen. Stichting Bouwresearch.

Beleid

- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998. Vierde Nota Waterhuishouding. Regeringsbeslissing.
- Waterbeheersplan waterschap/hoogheemraadschap.
- Waterhuishoudingsplan provincie.

Waternood

- Projectgroep Waternood, 1998. *Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater.*
Een op grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van oppervlaktewatersystemen.
DLG- publicatie 1998/2.

Kader 9: Begrippenlijst

Afkoppelen: Regenwater van schone verharde oppervlakken niet langer afvoeren via het rioolstelsel, maar gebruiken of in de bodem infiltreren of rechtstreeks afvoeren naar het oppervlaktewater. Hierdoor worden de riolering en de rioolwaterzuiveringsinstallatie minder belast en komt er meer schoon water in het lokale watersysteem.

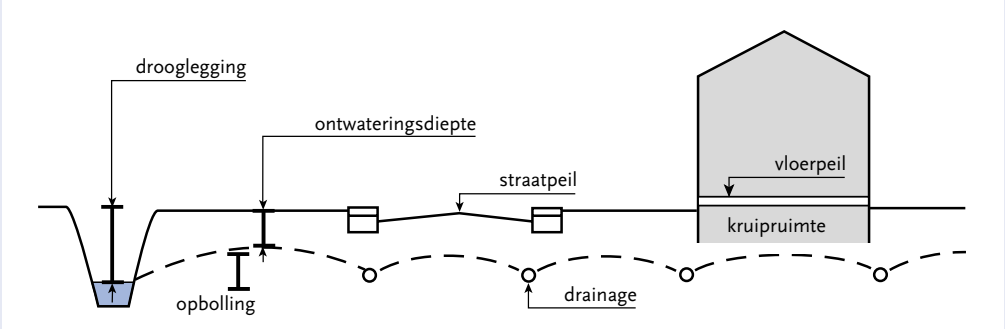
Afwatering: De afwatering is dat deel van het waterhuishoudkundig systeem dat zorg draagt voor het transport van water via een waterlopenstelsel naar een lozingspunt, waar vandaan het water op al dan niet kunstmatige wijze het gebied wordt uitgeleid.

c-waarde: Weerstand die een bodemlaag biedt tegen een verticale grondwaterstroming.

Diepdrainage: Een systeem met horizontale drainage van geperforeerde kunststof pijpen op relatief grote diepte, die aansluiten op verticale inspectieputten. Vanuit deze inspectieputten kan water afgepompt of geloosd worden op het oppervlaktewater

Doorlatendheid: Een maat voor het vermogen van de grond om een vloeistof door te laten (met de stromingsrichting loodrecht op het horizontale grondoppervlak). Deze wordt aangegeven door de doorlatendheidscoëfficiënt k in meter per dag.

Drainage: Een systeem van doorlatende/geperforeerde kunststof pijpen in de bodem, waarin opvang en afvoer van overtollig grondwater plaatsvindt, waardoor de grondwaterstand beheerst kan worden.



Drooglegging:	De afstand tussen het oppervlaktewaterpeil en het maaiveld.
Dun waterproblematiek:	De aanvoer van grote hoeveelheden regenwater naar de zuiveringsinstallatie, waardoor het influent verdund wordt en het zuiveringsproces niet optimaal verloopt.
Freatisch grondwater:	Het grondwater in de bovenste bodemlaag, dat (indirect) in contact staat met de atmosfeer. De freatische grondwaterstand is een andere term voor grondwaterspiegel.
Gemengd rioolstelsel:	Zowel regenwater als afvalwater worden via hetzelfde buizenstelsel ingezameld en afgevoerd.
Geohydrologie:	De leer van de grondwaterstroming en de –dynamiek in samenhang met de structuur en de opbouw van de ondergrond.
Gescheiden rioolstelsel:	Afval en regenwater worden apart ingezameld en getransporteerd via twee buizenstelsels.
Grondwaterisohypse:	Hoogtelijn voor de grondwaterstand of voor de stijghoogte van het grondwater. Een grondwaterisohypsenkaart geeft met lijnen (isohypsen) punten aan met gelijke stijghoogte. De kaart geeft o.a. informatie over: de stromingsrichting van het grondwater.
Infiltratie:	Intreding van water in de bodem.
Infiltratiekoffer:	Compacte voorziening voor de opvang en infiltratie van regenwater.
Inklinking:	Het proces van bodemdaling in klei- en veengebieden door ontwatering, samendrukking en bij veen ook afbraak (oxydatie of mineralisatie) van het organisch materiaal.
Koude/warmte-opslag:	Benutten van de capaciteit van de bodem voor opslag en onttrekking van warm of koud water.
Kwel:	Het uittreden van grondwater.

Meetnetten van TNO:	TNO heeft verschillende grondwaterstandsmeetnetten in beheer. Dit betreft verschillende typen, zoals voor research, strategisch waterbeheer, operationeel waterbeheer. De meest voorkomende meetfrequentie is eenmaal per 14 dagen. De gegevens worden opgeslagen in OLGA.
Methodiek Waternood:	Een nieuwe kijk op het waterbeheer waarbij het grondwaterregime richtinggevend wordt gesteld voor de te hanteren oppervlaktewaterpeilen.
OLGA:	(On Line Grondwater Archief), een direct benaderbare databank voor grondwatergegevens in beheer bij TNO Grondwater en Geo-Energie in Delft.
Ontpolderde polder:	Polder waarin de bevoegdheden ten aanzien van het waterkwantiteitsbeheer zijn overgegaan van een waterschap naar een gemeente.
Ontwatering:	De afvoer van water uit percelen over en door de grond en eventueel door drains, kleine sloten en greppels naar een stelsel van grote waterlopen met als functie afwatering.
Ontwateringsdiepte:	De afstand tussen de hoogste grondwaterstand tussen twee ontwateringsmiddelen (sloot, drain) en het maaiveld.
Onverzadigde zone:	Deel van de grond boven de grondwaterspiegel, waarin de bodemporiën zowel water als lucht bevatten. De verzadigde zone is het deel waar de poriën geheel gevuld zijn met water.
Opbolling:	Het maximale hoogteverschil tussen de grondwaterspiegel en de waterstand in de drainagebuizen en/of watergangen.
Overstort:	Voorziening door middel waarvan bij regen het teveel aan rioolwater (neerslagwater al dan niet vermengd met afvalwater) dat niet in het stelsel kan worden geborgen, kan worden geloosd op het oppervlaktewater.
Peilbeheer:	Het beheersen van waterstanden door gerichte activiteiten als stuwbediening of bemaling.
Peilbuis:	Algemene term voor een buis of soortgelijke constructie met een kleine diameter waarin een grondwaterstand c.q. stijghoogte kan worden gemeten.

Peilgebied:	Een gebied waarin een en hetzelfde peil wordt nagestreefd.
Percolatie:	Neerwaartse beweging van water in de onverzadigde zone.
Piekafvoer:	De grootste afvoer die gedurende een hoogwaterperiode (na neerslag) voorkomt.
Regenwaterriool:	Riool voor het transport van regenwater.
Regenwateruitlaat:	Locatie waar een regenwaterriool uitstroomt in het oppervlaktewater.
REGIS:	Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem, een interactief informatiesysteem dat beschikt over voor het waterbeheer relevante en actuele gegevens. REGIS wordt beheerd door TNO.
Retentievijver:	Vijver voor de berging van water.
Stagnante wateren:	Wateren waarin geen stroming plaatsvindt.
Stijghoogte:	Maat voor de druk van water op een bepaald punt in de bodem, uitgedrukt in meter. Deze kan worden gemeten met een peilbuis.
Verdroging:	Schade aan land- en waternatuur als gevolg van te lage grondwaterstanden, vermindering van kwelstromen, het droogvallen van water of de aanvoer van gebiedsvreemd water.
Wadi:	Voorziening voor de opvang, berging en afvoer van neerslag. In een komvormige greppel kan het regenwater infiltreren. Vervolgens kan infiltratie naar het grondwater plaatsvinden of afvoer via een drain.
Waterkansenkaart:	Kaart waarop gebieden zijn aangegeven die kansrijk zijn voor een bepaalde ontwikkeling of ingreep.
Zetting:	Bodemdaling als gevolg van inklinking, krimp, door de bouw van kunstwerken, het ophogen van de grond of het aanbrengen van andere materialen.