

Voorbeeldenboek

Water *hood*

A stylized graphic of water waves. The waves are rendered in a light blue color, with a yellowish-gold outline or shadow effect. The waves are positioned behind the text 'Water' and 'hood', creating a layered effect. The overall design is clean and modern.



4

- 24 11 Ideaalbeeld van de ontwerper bij ontwerp op basis van grondwatertanden.
- 24 12 Zomersituatie als resultaat van het ontwerp met stuwen
- 24 13 Wintersituatie als resultaat van het ontwerp met stuwen
- 25 14 Tracé Dinkel en Omleidingskanaal
- 28 15 Verdeling water bij extreme neerslag
- 35 16 Kwel en wegzijging
- 36 17 Historisch kwelkaart (1850)
- 39 18 Hydrotypen
- 41 19 Helling van het maaiveld
- 42 20 Helling beekdal en flank beekdal
- 44 21 Grondwatertrappen

Tabellen

- 26 1. Indeling grondwatertrappen in GHG en GLG
- 33 2. Maatregel en effect brede ondiepe waterloop
- 34 3. Flux en effect brede ondiepe waterloop
- 37 4. Doorlatendheid per dikte watervoerend pakket per hydrotype
- 37 5. Dikte en doorlatendheid watervoerend pakket en effect brede ondiepe waterloop
- 40 6. Helling maaiveld en effect brede ondiepe waterlopen
- 42 7. Maatregel en eigenschap watersysteem

Inleiding

In 1998 verscheen het rapport “*Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater. Een op grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van oppervlaktewatersystemen*”. Het rapport is een uitgave van de projectgroep “Waterlood” bestaande uit DLG en de Unie van Waterschappen.

De reden dat het rapport is verschenen is dat vroeger bij waterhuishoudkundige werken te weinig rekening werd gehouden met de eigenschappen van het watersysteem. Men hanteerde standaard ont- en afwateringsnormen. Het was oorspronkelijk de bedoeling van de projectgroep om nieuwe normen te ontwikkelen voor relevante combinaties van grondsoort en bodemgebruik. De projectgroep kwam echter tot de conclusie dat er juist geen gestandaardiseerde normen moesten worden ontwikkeld. Met andere woorden: bij maatwerk passen geen confectienormen.

Het is al weer ruim vijf jaar geleden dat het rapport verscheen en sindsdien staat water volop in de belangstelling. Breed wordt onderkend dat het watersysteem in Nederland niet meer voldoet aan de wensen van deze tijd. Bij extreme neerslag is de wateroverlast groot, daarnaast vindt er verdroging plaats van natuur en landbouw. Om het watersysteem weer op orde te brengen zijn grote investeringen nodig.

Als maatregel ter verbetering wordt vaak het toepassen van Waterlood genoemd. Veelal wordt hiermee bedoeld dat smalle diepe waterlopen worden geherprofileerd naar brede ondiepe waterlopen (het waterloodprofiel). Waterlood is echter meer dan dat. Dit rapport wil daarvan voorbeelden geven. Daartoe worden diverse maatregelen in het oppervlaktewatersysteem op een waterloodwijze genuanceerd. Uitgangspunt hierbij is dat een maatregel moet passen bij het (grond)watersysteem, wil het een succesvolle maatregel zijn. Alleen op deze wijze leiden investeringen tot een duurzaam veerkrachtig watersysteem.

In dit rapport wordt in het eerste hoofdstuk de methode Waterlood in het kort toegelicht. Vervolgens worden in het tweede hoofdstuk een vijftal maatregelen besproken:

- *Smal diep profiel versus breed ondiep profiel*
- *Gestuwde waterlopen met of zonder wateraanvoer*
- *Dempen van waterlopen en toestaan plasvorming*
- *Functieverandering*
- *Ecologische doelstellingen waterlopen*



In deze paragrafen wordt eerst de te nemen maatregel benoemd. Na een analyse van de problemen rondom de te nemen maatregel wordt afgesloten met conclusies.

In hoofdstuk 3 wordt bekeken welke maatregelen waar in Overijssel tot hun recht komen. Het rapport wordt afgesloten met enkele conclusies en aanbevelingen. Omdat in dit rapport niet aan technische termen valt te ontkomen is achter in een verklarende woordenlijst opgenomen.

Leeswijzer

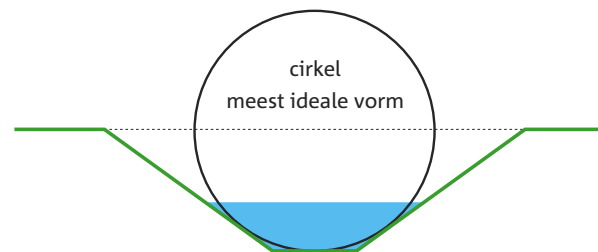
Het rapport wordt veel technisch inhoudelijke informatie gegeven. Dit geldt met name voor de paragrafen 2.1 t/m 2.3. In deze paragrafen worden maatregelen geanalyseerd om een goede toepassing ervan kunnen te verklaren. Getracht is dit op een eenvoudige heldere manier te doen. Om deze paragrafen echter voor iedereen leesbaar te houden, zijn ze zo opgezet dat in principe kan worden volstaan met het lezen van de “omschrijving van de maatregel” en de “conclusie van de maatregel”. Het middenstuk “analyse van de maatregel” is geschikt voor de technisch inhoudelijk geïnteresseerden. Wat de inhoud van het rapport betreft wordt veel aandacht besteed aan de relatie grondwater – oppervlaktewater met name voor het hellende zandgebied. Waternood omvat echter meer dan dat. Onderbelicht in dit rapport zijn zaken als: waterkwaliteit en beheersmaatregelen van boer en terreinbeheerder.

1 Waterlood

1.1 Traditioneel waterbeheer

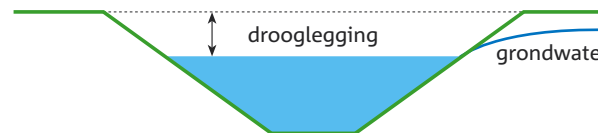
Nederland is van oudsher een nat land. We liggen in de delta van het stroomgebied van de Rijn. Een groot deel van Nederland ligt zelfs onder de zeespiegel. Nederland kent bodemkundig daarom veel goede landbouwgronden. Om op deze gronden landbouw te kunnen bedrijven moesten deze gronden worden ontwaterd. Nederland is internationaal dan ook bekend om zijn kennis op gebied van waterbeheersing. Van oudsher wordt binnen die waterbeheersing al gebruik gemaakt van gestandaardiseerde normen voor afwatering en ontwatering. Om het teveel aan water zo snel mogelijk het gebied uit te krijgen lag de nadruk bij ontwerpen van waterlopen vaak op de afwatering. De snelheid van afwatering hangt onder andere af van de weerstand die het stromende water ondervindt. Deze weerstand wordt bepaald door de wandruwheid (veel of weinig begroeiing) en de mate van contact met de wand. De meest ideale vorm om veel water te transporteren is de cirkel. De cirkel is dan ook traditioneel het uitgangspunt voor een waterloop die veel water moet kunnen afvoeren. Omdat een waterloop moeilijk in de vorm van een cirkel te graven is, wordt de waterloop als het ware rondom een halve cirkel gegraven.

De zijwanden (taluds) moeten schuin worden gegraven om instorting van de wand te voorkomen. Meest gebruikelijk is hierbij een talud van 1:1,5.



Figuur 1 Traditionele waterloop, optimaal voor transport

Naast een afvoerfunctie heeft een waterloop ook een ontwaterende functie met als doel de grondwaterstand met name in de winter te verlagen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van droogleggingsnormen. Een veel toegepaste droogleggingsnorm is 50 cm drooglegging bij Q (een afvoer die gemiddeld 1 à 2 dagen per jaar voorkomt).



Figuur 2 Drooglegging



Enkele eigenschappen van traditioneel waterheer in het landelijk gebied:

- Waterbeheer is afgestemd op optimale productieomstandigheden voor de landbouw
- Accent ligt op minimaliseren wateroverlastrisico's (grote veiligheidsmarges)
- Wateraanvoer als oplossing in perioden van watertekort
- Accent op oplossen lokale problemen (weinig oog voor gevolgen elders)
- Minimaliseren grondbeslag (cirkelbenadering, smalle diepe waterlopen)
- Geen aandacht voor waterkwaliteit (zolang het de landbouw niet schaad)

1.2 Waterbeheer volgens Waterlood

Aan traditioneel waterbeheer kleven enkele nadelen waar Waterlood een antwoord op wil zijn:

- De gebruikte ontwaterings- en afwateringnormen zijn afgestemd op landbouw terwijl er in een gebied vaak meer functies aanwezig zijn.
- Er worden lokaal problemen opgelost zonder de samenhang met het groter geheel te bezien.
- Er wordt getoetst op oppervlaktewaterpeilen en niet op grondwaterstanden.
- Verdroging (in kwantitatieve zin) wordt vaak opgelost met wateraanvoer. Met de voorspelde klimaatsverandering

wordt deze mogelijkheid in de toekomst kleiner (zie zomer 2003). Verder is aanvoer van gebiedsvreemd water voor natuurwaarden vaak ongewenst. Binnen Waterlood wordt daarom getracht zoveel mogelijk gebiedseigen water vast te houden.

- Traditioneel wordt er ontworpen op afvoerpieken in extreme situaties. Waterlood schrijft voor dat het beter is te ontwerpen op de afvoerdynamiek en gedurende het gehele jaar rekening te houden met afvoerpieken. In feite moet er eerst een goed grondwaterregime in de beheersperiode of het groeiseizoen zijn en dan wordt bekeken of er problemen zijn met hoogwaterpieken en hoe die eventueel op te lossen zijn.
- In hellede gebieden vallen in de zomer veel smalle, diepe, ongestuwde waterlopen droog, waardoor die onnodig veel grondwater onttrekken. Binnen Waterlood stel je daarom eisen aan de maximale drooglegging.

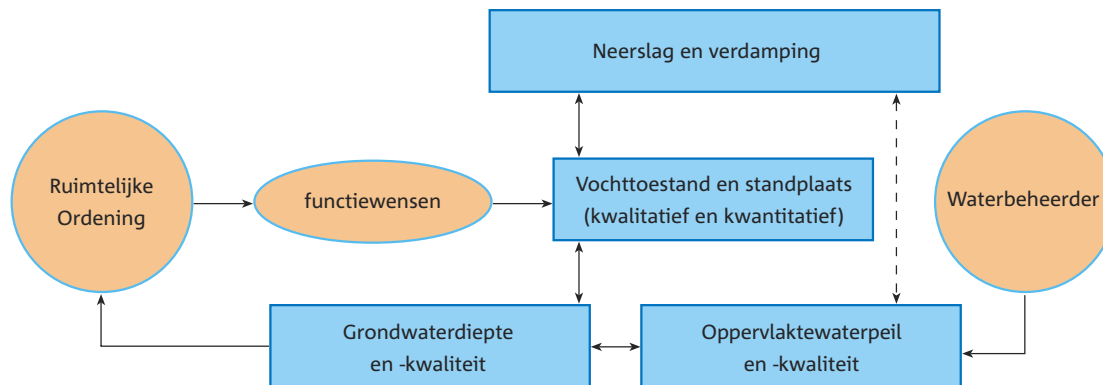
Waterlood staat voor **Watersysteemgericht Normeren Ontwerpen** en **Dimensioneren**. Binnen Waterlood staat de watersysteembenadering centraal.

Dit betekent dat het watersysteem bepaalt hoe een Gewenste Grond- en Opper- vlaktewaterRegime te bereiken is.

Deze GGOR is daarbij afhankelijk van de functiewensen.

De GGOR verschilt van gebied tot gebied.

Onderstaande schema maakt duidelijk dat het watersysteem de verbindende factor is tussen ruimtelijke ordening en waterbeheer.



Figuur 3 Relaties tussen functiewensen en hydrologie van de standplaats

Op moment van schrijven werken de provincies en de waterschappen aan het opstellen van de GGOR. Hierin komen de functiewensen en het watersysteem samen. Vanuit de functie wordt eerst een Optimale vochttoestand geformuleerd (OGOR). Deze wordt vervolgens vergeleken met de Actuele situatie (AGOR). In hoeverre de optimale vochttoestand voor de functie kan worden gerealiseerd, hangt af van de mogelijkheden van het watersysteem.

Het kan zijn dat één of meerdere functies niet goed te realiseren zijn. Bekend voorbeeld hiervan is (droge) landbouw grenzend aan natte natuur. Functiewijziging is in dat geval een optie. Het gewenste grond- en oppervlaktewaterregime is het uiteindelijke resultaat van een iteratieve afstemming tussen functiewensen en de eigenschappen van het watersysteem.

2 Maatregelen

Binnen Waterlood is het belangrijk te weten voor welke functies een gebied moet worden ingericht. Indien deze functies bekend zijn, kan met maatregelen in het oppervlaktewater worden geprobeerd een grondwaterregime te creëren dat voldoet aan eisen die de functies stellen. Zoals we reeds in het vorige hoofdstuk zagen is het karakter van het watersysteem hierbij essentieel. Een maatregel die op de ene plek in het watersysteem voldoet, kan op een andere plek een stuk minder gunstig uitpakken.

2.1 Smal diep profiel versus breed ondiep profiel

Omschrijving maatregel

Binnen Waterlood wordt het probleem onderkend van ongestuwde, smalle, diepe waterlopen in hellende gebieden. Deze waterlopen kunnen in de zomer droog komen te vallen met als gevolg vaak onnodig diepe grondwaterstanden. Een oplossing kan zijn om de waterloop te herprofilen naar een brede, ondiepe waterloop. Dit profiel heet in de volksmond een waterloodprofiel. Een brede, ondiepe waterloop is echter niet per definitie gunstig voor het grondwaterregime. In deze paragraaf wordt ingegaan op het effect van de beide profielen op de grondwaterstand.

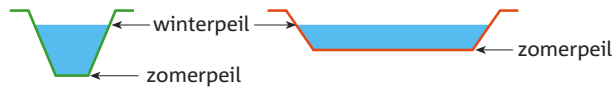
Analyse maatregel

Voor inzicht in het effect van waterlopen op de grondwaterstand is het van belang de basisprincipes van stromingsleer te kennen. De stroming van grondwater naar een waterloop is eenvoudig in een formule te vatten: de formule van Darcy.

$$q = \frac{dH}{R}$$

Deze formule houdt het volgende in: de stroming (q) naar een waterloop is afhankelijk van het potentiaalverschil (dH) en de weerstand (R). Water stroomt van hoog potentiaal naar laag potentiaal via de weg van de minste weerstand. Stroming komt dus op gang doordat water op de ene locatie hoger staat (beter: een hogere potentiaal heeft) dan op de andere locatie (potentiaalverschil). De zwaartekracht is hierbij de drijvende kracht. De mate waarin water stroomt hangt tevens af van de weerstand die water onderweg ondervindt. Het maakt een verschil of de grond bestaat uit grind (weinig weerstand) of uit klei (veel weerstand).

Hieronder staan de twee profielen schematisch weergegeven



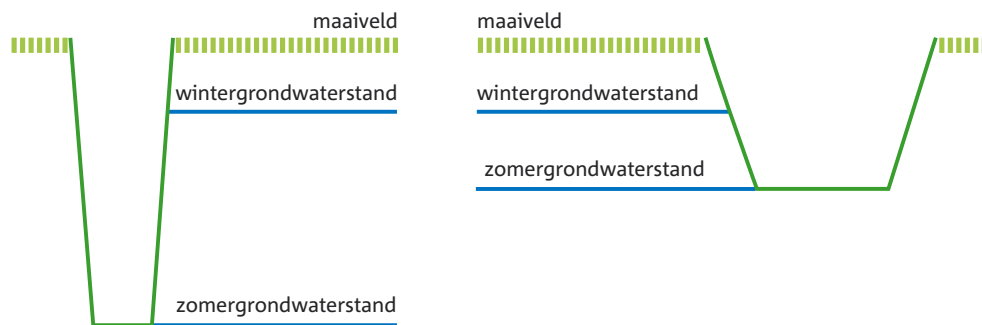
Figuur 4 Smalle diepe en brede ondiepe waterloop

Uit het plaatje blijkt dat het peil in de wintersituatie in de twee waterlopen even hoog staat. Het peil ten opzichte van de grondwaterstand (potentiaalverschil) is dus in beide gevallen het zelfde. Op basis van het potentiaalverschil is er geen verschil in stroming te verwachten. Indien in de zomer het peil in de waterloop zakt, kan het peil in de smalle waterloop een stuk lager komen dan in de brede waterloop. Indien de grondwaterstand even hoog staat als het waterpeil in de waterloop, is er geen potentiaalverschil meer en zal er geen grondwater de waterloop in stromen. Omdat het zomerpeil in de smalle waterloop een stuk lager staat dan in de brede waterloop, zal de smalle waterloop de grondwaterstand meer verlagen dan de brede waterloop.

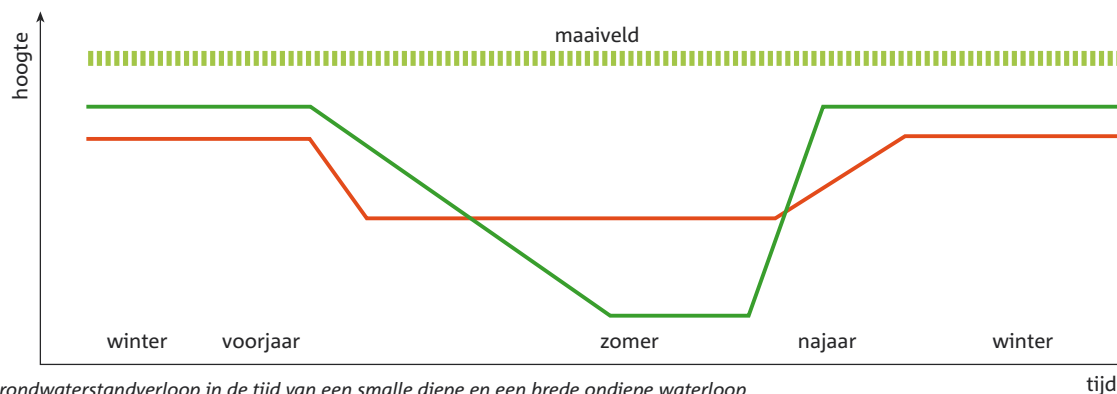
Met betrekking tot weerstand is er tussen beide waterlopen een duidelijk verschil. Weerstand tegen stroming wordt niet alleen bepaald door de aard van de grond (grind of klei), maar ook door het contactoppervlak tussen het grondwater en het water in de waterloop. Hoe groter dit contactopper-

vlak is, hoe verder als het ware de deur open staat. Zolang er water in de beide profielen staat is het contactoppervlak in de brede waterloop een stuk groter dan in de smalle waterloop. Bij gelijk potentiaalverschil draineert de brede waterloop dus sterker dan de smalle waterloop.

Verschillen in waterpeilen en contactoppervlak zorgen dus voor verschillen in de grondwaterstand. In het nevenstaande schema is het grondwaterstandverloop in de tijd van beide profielen weergegeven.



Figuur 5 Dwarsdoorsnede van een smalle diepe en een brede ondiepe waterloop met bijbehorende grondwaterstanden



Figuur 6 Grondwaterstandverloop in de tijd van een smalle diepe en een brede ondiepe waterloop

Beide figuren tonen het maaiveld met daaronder het grondwaterstandverloop door de tijd van de smalle waterloop (groene lijn) en de brede waterloop (rode lijn).

Het grondwaterstandverloop als gevolg van de smalle waterloop is als volgt:

- In de winter is als gevolg van het neerslagoverschot de grondwaterstand hoog.
- Doordat het peil in de waterloop in het voorjaar zakt, zakt tevens de grondwaterstand.
- Bij neerslagoverschot in het najaar stijgt de grondwaterstand.



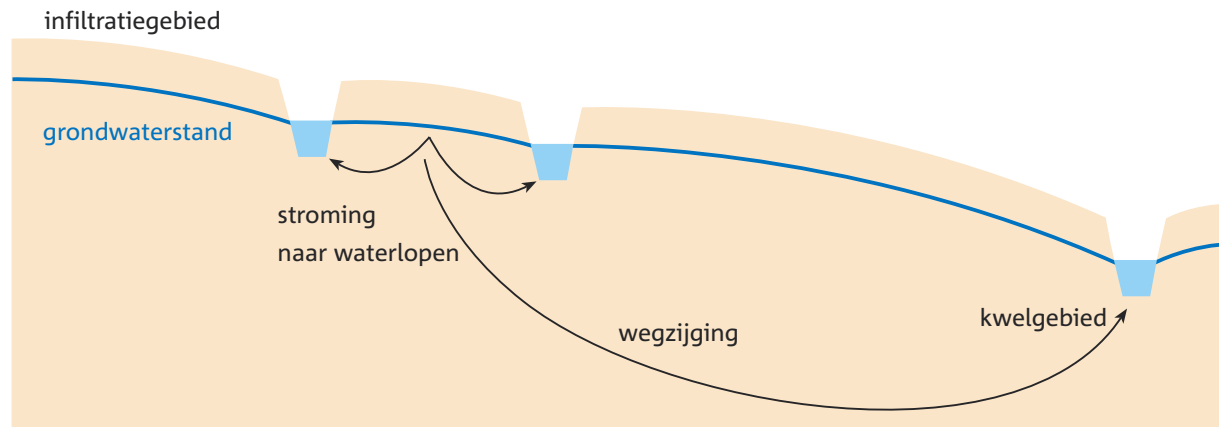
Toename nat oppervlak

Het grondwaterstandverloop als gevolg van de brede waterloop is als volgt:

- In de winter is de grondwaterstand minder hoog dan bij de smalle waterloop. Dit komt doordat er bij hetzelfde peil meer contact is tussen het oppervlaktewater en het grondwater. De weerstand die water ondervindt om de waterloop in te stromen, is kleiner dan bij de smalle waterloop. De deur staat bij wijze van spreken wagenwijd open. Om dit effect te compenseren kan de gewenste drooglegging (in de winter) bij brede waterlopen dus kleiner worden dan bij smalle waterlopen.
- Door het grote contactoppervlak draineert de brede waterloop sterker, waardoor de grondwaterstand in het voorjaar sneller zakt dan bij de smalle waterloop.
- In de zomer zakt de grondwaterstand minder diep. Dit komt doordat de bodem en (dus het diepste peil in de waterloop) hoger ligt. Indien de grondwaterstand nabij het zomerpeil komt, is er geen potentiaalverschil meer en dus geen stroming.
- In het najaar stijgt de grondwaterstand door het neerslagoverschot. Dit stijgen gebeurt minder snel dan bij de smalle waterloop vanwege van het grotere contactoppervlak (lagere weerstand).

Ps: In bijlage 1 wordt het principe natte omtrek nader uitgediept

We hebben nu de stroming naar de waterlopen beschreven. Naast deze stroming vindt er vaak ook stroming van en naar het diepere grondwater plaats.



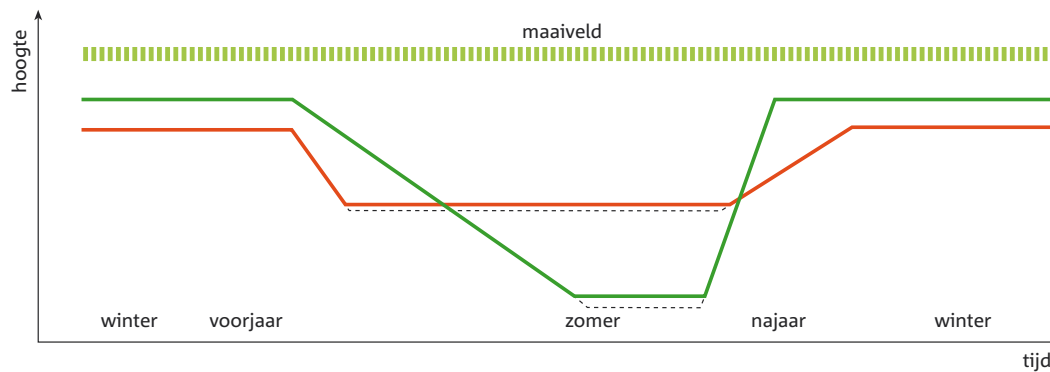
Figuur 7 Hydrologisch systeem (doorsnede van een stroomgebied)

Figuur 7 laat de grondwaterstroming naar de waterlopen zien. Naast een potentiaalverschil van het grondwater naar de waterlopen is er ook een potentiaalverschil van het grondwater op de heuvel naar het grondwater in het dal. Hierdoor zal een deel van het water naar het dal stromen. Stroming naar het diepere grondwater noemen we wegzijging. Daar waar die stroming het diepe systeem verlaat, is sprake van kwel.

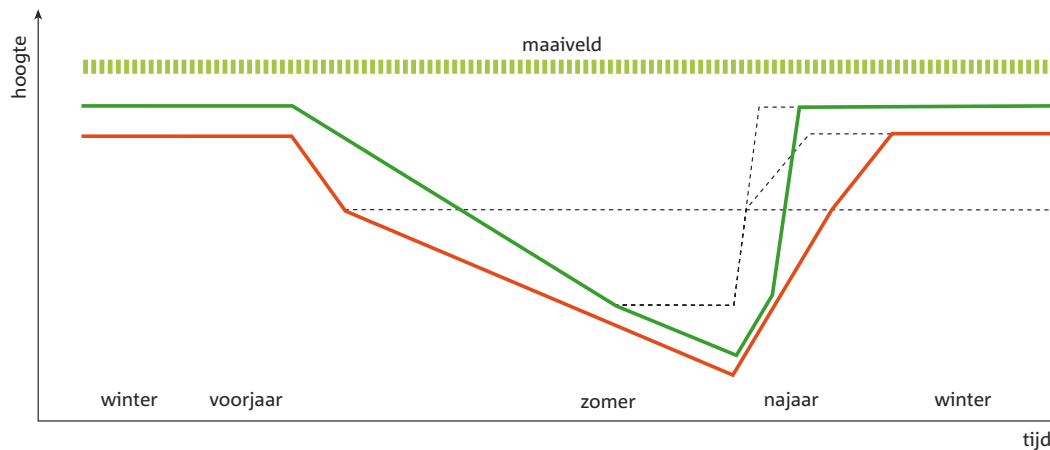


Door het jaar heen valt er in Nederland gemiddeld meer neerslag dan dat er verdamping plaatsvindt. Hierdoor ontstaat met name in de winter een neerslagoverschot. Het neerslagoverschot komt voor een deel beschikbaar als voeding van het grondwater en bedraagt gemiddeld over een jaar ca 1 mm per dag. In infiltratiegebieden komt dit neerslagoverschot via de ondergrond in transport richting een kwelgebied. In kwelgebieden kan meer dan gemiddeld 1 mm/dag uittreden, omdat een voedend infiltratiegebied groter kan zijn dan het bijbehorende kwelgebied.

Indien we naast de stroming naar de waterloop ook rekening houden met de stroming naar de ondergrond, kan de grondwaterstand lager komen te staan dan de waterloop diep is. Op de volgende bladzijde is dit grafisch weergegeven.



Figuur 8 Grondwaterstandverloop in kwelsituatie voor een smalle diepe en een brede ondiepe waterloop.



Figuur 9 Grondwaterstandverloop in wegzijgingssituatie voor een smalle diepe en een brede ondiepe waterloop.



De oorspronkelijke situatie uit figuur 6 is in stippellijnen weergegeven. De situatie bij wegzijging of kwel is in ondoorbroken lijnen weergegeven.

In de situatie met kwel zakt de grondwaterstand niet onder het zomerpeil van de waterloop. In dit geval is met een brede ondiepe waterloop een hogere zomergrondwaterstand te bereiken.

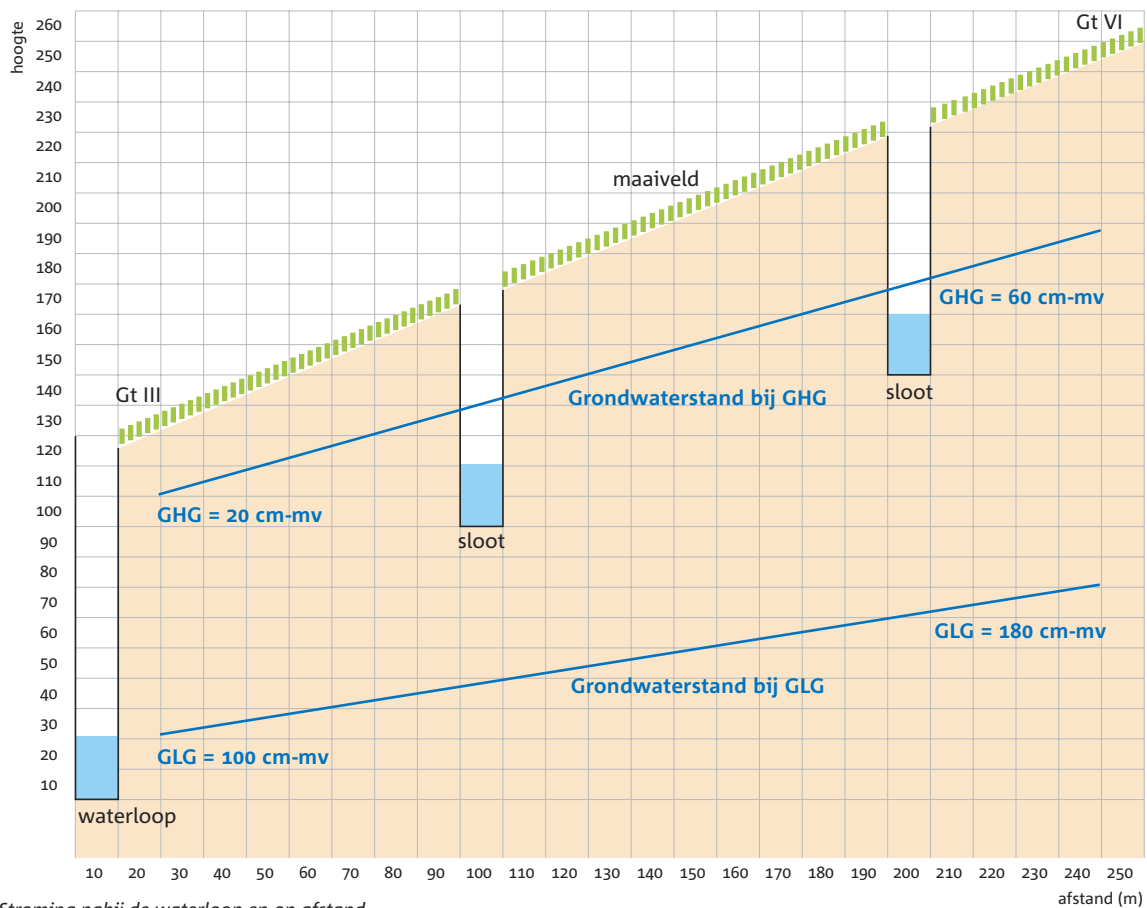
In de situatie met wegzijging blijft de grondwaterstand in de zomer wegzakken. In de brede waterloop zakt de grondwaterstand in het voorjaar sneller dan in de smalle, ondiepe waterloop. Hierdoor zal de grondwaterstand eerder onder het zomerpeil zakken dan bij een smalle waterloop. Zo kan ondanks het hogere zomerpeil de grondwaterstand toch verder uitzakken dan bij een smalle diepe waterloop.

Stroming nabij de waterloop en op afstand.

We zijn dit hoofdstuk begonnen door de effecten op de grondwaterstand nabij de waterloop te bekijken. Hierbij werd al onderkend dat de plek van de waterloop in het grondwatersysteem van belang is. Daarbij werd benadrukt dat voor het realiseren van een gewenst grondwaterregime, kwelgebieden wezenlijk verschillen van infiltratiegebieden. Een waterhuishoudkundige maatregel heeft echter niet alleen ter plaatse invloed maar ook op afstand. Nevenstaande figuur maakt dat duidelijk.

We zien hier een geschematiseerde dwarsdoorsnede van een stroomdal met een beekdal en een dekzandrug. We zijn er hier van uitgegaan dat om de 500 meter een waterloop ligt met daar tussenin detailontwatering in de vorm van sloten. De waterloop ligt in een beekdal met een grondwatertrap III. Dit houdt in een grondwaterregime met een Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) van 20 cm onder maaiveld (20 cm-mv). De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) ligt op 100 cm-mv.

De dekzandrug ligt in ons voorbeeld 1,25 meter hoger dan het beekdal. Deze dekzandrug is een stuk droger en heeft een grotere fluctuatie van het grondwater. Dit komt hier tot uiting in een grondwatertrap VI met een GHG van 60 cm-mv en een GLG van 180 cm-mv.



Figuur 10 Strooming nabij de waterloop en op afstand.



Figuur 10 laat zien dat in de winter (GHG) niet alleen de waterloop maar ook de sloten voor ontwatering zorgen. In de zomer (GLG) vallen de sloten droog en vindt ontwatering alleen plaats door de waterloop.

Terug naar het verschil tussen de brede ondiepe waterloop en de smalle diepe waterloop. In dit voorbeeld ligt de waterloop in een kwelgebied. Zoals we al zagen zal een brede waterloop ter plaatse zorgen voor een lagere wintergrondwaterstand en een wat hogere zomergrondwaterstand. Op afstand van de waterloop ligt het anders. Daar zal de wintergrondwaterstand in eerste instantie niet veranderen; die wordt hier voornamelijk bepaald door de detailontwatering. Doordat de brede waterloop sterker draineert zal de detailontwatering wellicht wat minder water ontvangen. Met andere woorden, de hoeveelheid grondwater die naar de ontwateringmiddelen stroomt verandert niet zo zeer, maar er vindt eerder een herverdeling van de ontwatering plaats. In de zomer staan de sloten droog en wordt de grondwaterstand op de dekzandrug bepaald door de waterloop. Hoe groter nu de natte omtrek van de waterloop, des te groter het drainerend effect van de waterloop op de omgeving en hoe sterker de grondwaterstand op de dekzandrug daalt.

Conclusie van de maatregel

Smalle diepe ongestuwde waterlopen kunnen zomers droog vallen. Hierdoor draineert een smalle diepe waterloop op een lager niveau dan wenselijk. Een oplossing van dit nadeel bestaat uit herprofilering naar een brede ondiepe waterloop. Indien deze droog komt te staan, wordt de grondwaterstand nabij de waterloop in principe minder verlaagd. Een nadeel van een brede ondiepe waterloop is echter dat het contactoppervlak met het grondwater veel groter is. Hierdoor is de intreeweerstand lager waardoor grondwater makkelijker de waterloop instroomt. Bij een zelfde peil in de winter zal de brede waterloop daarom voor lagere grondwaterstanden zorgen. Dit effect is te compenseren door in de winter hogere peilen toe te staan.

Om uiteindelijk te bepalen of het aanleggen van een brede ondiepe waterloop gunstig is, is het van belang rekening te houden met het watersysteem. Resumerend kan worden gesteld dat in een vlak kwelgebied een brede ondiepe waterloop gunstig is. Hoe meer wegzijging en hoe sterker hellend het terrein wordt, hoe minder voordelig het effect van de brede ondiepe waterloop. Een smalle diepe waterloop kan dan zelfs gunstiger zijn.

2.2 Gestuwde/ongestuwde waterlopen met of zonder wateraanvoer

Omschrijving maatregel

Waternood gaat ervan uit het gewenste grondwaterregime te realiseren met behulp van een goed ontwerp van waterlopen. Het uitgangspunt is niet het gewenste peil in de waterloop, maar de gewenste grondwaterstand. Voor het realiseren van deze waterstanden speelt het tracé en de afmeting van de waterloop een grote rol. Het tracé kan uitgaan van een ontwerp waarbij de waterloop ongeveer loodrecht op de hoogtelijnen van het gebied ligt of een tracé waarbij de waterloop ongeveer evenwijdig met de hoogtelijnen loopt. In hellende gebieden leidt de eerste situatie tot een ontwerp met meer stuwen.

Analyse maatregel

Stuwen worden in waterlopen geplaatst om peilen te regelen en stroomsnelheden in de hand te houden. In droge situaties zijn veel waterlopen niet op peil te houden, ondanks de aanwezigheid van stuwen. In gebieden waar wateraanvoer tot de mogelijkheden behoort, wordt al snel ook gekozen voor het aanvoeren van water om de waterlopen op het gewenste peil worden gehouden.

In de toekomst zorgt onder andere klimaatsverandering ervoor dat de mogelijkheden van wateraanvoer kleiner worden.

Ook de kwaliteit van het aanvoerwater kan een reden zijn om af te zien van wateraanvoer. Op momenten dat de vraag naar water groot is, is er vaak ook onvoldoende water beschikbaar. De peilen gaan naar beneden en er is een beregingsverbod van kracht. Al met al zijn er voldoende redenen om het waterbeheersingstelsel minder afhankelijk te maken van wateraanvoer.

In hellende gebieden zijn de stuwen veelal geplaatst om de stroomsnelheden van het water te beperken. Doordat de stuwen ontworpen zijn voor een afvoersituatie is het verschil in kruinhoogte van stuw tot stuw meestal groter dan 0,5 meter. Als deze stuwen gebruikt worden voor een peilbeheer in drogere perioden dan zijn er grote verschillen in drooglegging: net bovenstrooms van de stuw een geringe drooglegging - het peil in de waterloop is vaak hoger dan de grondwaterstand waardoor infiltratie optreedt- en net benedenstrooms van de stuw een grote drooglegging, het peil in de waterloop is dan vaak lager dan de grondwaterstand waardoor daar sprake is van drainage. In droge perioden (geen afvoer) zijn grondwaterstanden met zo'n gestuwde waterloop zonder wateraanvoer niet te beïnvloeden. Het plaatsen van extra stuwen is gezien de investeringen en de geringe oppervlakte dat daarmee beïnvloed wordt geen optie. In hellende gebieden liggen waterlopen veelal in het lage deel.



Verskil in kruinhoogten bij een stuw

De grondwaterstanden naast de waterloop bevinden zich lang op een hoger niveau dan het peil in de waterloop. Hierdoor stroomt het grondwater naar de waterloop. Ook nu geldt weer hetzelfde verhaal als in hoofdstuk 2.2 is beschreven: Hoe groter de natte omtrek van de waterloop, des te sterker de drainerende werking. In een hellend gebied blijft de waterloop grondwater aantrekken in perioden waar de grondwaterstanden al op het gewenste niveau liggen. Ook op enige afstand (honderden meters tot meer dan een kilometer) vanaf de waterloop treden grondwaterstandverlagen op. Uit de studie van TNO 'Effecten 'Doorbraak' op het

grondwater' blijkt dat door peilaanpassing en profielverruiming de verlaging van de zomergrondwaterstand op 1000 à 1500 m afstand van de waterloop nog 5 cm bedraagt. Om dit negatieve effect op de grondwaterstand zoveel mogelijk te voorkomen zijn er twee mogelijkheden: de natte omtrek van de waterloop verkleinen en/of het peil in de waterloop verhogen. Verkleinen van de natte omtrek heeft direct een gunstig effect. Het verhogen van het peil heeft als voordeel dat het potentiaalverschil voor de toestroming van grondwater vermindert, maar als nadeel dat de natte omtrek wordt vergroot en er daardoor extra grondwater wordt aangetrokken. Hier ligt voor de ontwerper van het afwateringssysteem een moeilijke opgave: hoe de grote afvoeren netjes af te voeren en in droge perioden de grondwaterstand op een voldoende hoog niveau te houden? Het plaatsen van een stuw kan voor de afvoersituatie noodzakelijk zijn maar werkt - zeker zonder wateraanvoer - verdrogend in een droge situatie. Hoe kan de ontwerper voldoende hydraulische weerstand in de waterloop in de afvoersituatie inbouwen en in droge perioden zorgen voor voldoende hydrologische weerstand grondwater?

Zowel het plaatsen van stuwen als het verkleinen van het verhang van een waterloop is een alternatief om voldoende hydraulische weerstand te verkrijgen. Beide maatregelen zorgen ervoor dat de stroomsnelheid afneemt en maken het eenvoudiger om de waterstand op peil te houden.



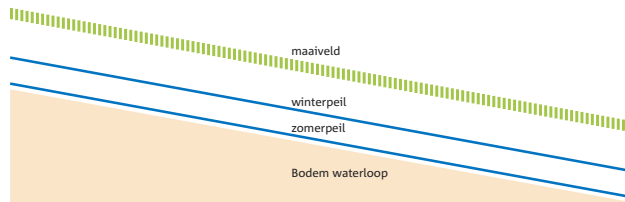
Snelheid en weerstand in waterloop

In vlakke gebieden zijn de stroomsnelheden in waterlopen klein. Stuwen worden daar gebruikt om de waterloop van een gewenst peil te voorzien. Met de stuw is zowel in een natte periode als aan het begin van een droge periode een groot gebied van de gewenste drooglegging te voorzien. In de droge periode zakt het peil, afhankelijk van de kwel- of wegzijgings situatie. In gebieden waar de waterlopen in droge perioden niet op peil kunnen worden gehouden, wordt vaak gekozen voor wateraanvoer in combinatie met hogere stuwhoogten. Hierdoor ontstaat een onnatuurlijke situatie waarbij de zomerpeilen hoger staan dan de winterpeilen.

Dit kan nadelig zijn indien er ecologische doelstellingen voor de waterloop en de aanliggende gronden gelden.

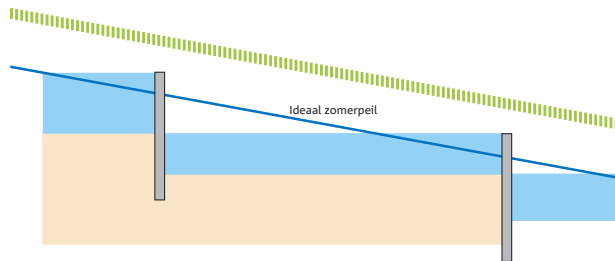
Naast de waterbeheerder kan ook de boer/terreinbeheerder zelf met stuwen sturing geven aan de waterpeilen in de sloten die onder hun eigen beheer vallen. In Brabant en Limburg lopen projecten waarbij dit wordt gestimuleerd (zie www.waterconservering.nl)

Hierna wordt met beelden de problematiek verhelderd. Eerst gaan we het ideaalbeeld van de ontwerper bekijken.



Figuur 11 Ideaalbeeld van de ontwerper bij ontwerp op basis van grondwaterstanden.

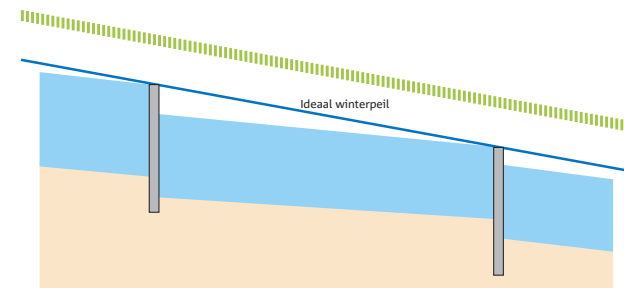
We zien een vloeiende bodemlijn met een natuurlijk winter- en zomerpeil. Met deze peilen zijn de gewenste grondwaterstanden te realiseren. Het is lastig om een waterlijn onder verhang in stand te houden. Hieronder zien we de praktijksituatie in de zomer weergegeven.



Figuur 12 Zomersituatie als resultaat van het ontwerp met stuwen

We zien in figuur 12 het ideale zomerpeil en het werkelijke peil. Bovenstrooms van de stuw staat het werkelijke peil hoger dan het ideale peil. Het grootste deel ligt echter veel lager dan het ideale peil. De grondwaterstand komt hierdoor lager te staan dan wenselijk.

In figuur 13 zien we de praktijksituatie in de winter weergegeven.

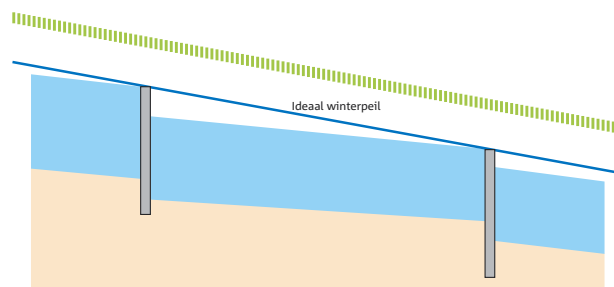


Figuur 13 Wintersituatie als resultaat van het ontwerp met stuwen

In de winter, bij hoge afvoeren, zorgen de stuwen ervoor dat het verhang niet te groot is en de stroomsnelheden in de hand worden gehouden.

Conclusie van de maatregel

In hellende gebieden worden waterlopen vaak loodrecht op de hoogtelijnen van een gebied aangelegd. Als gevolg hiervan wordt de stroomsnelheid in de waterloop te hoog. Met stuwen wordt stroomsnelheid verlaagd. In de zomersituatie zakken de grondwaterstanden verder uit dan wenselijk is. Dit komt doordat de gewenste drooglegging (die onder verhang ligt) niet kan worden bereikt. Bij een dergelijk ontwerp ontstaat ook een grote natte omtrek. Deze zorgt ervoor dat water makkelijker in de waterloop stroomt. Ook hierdoor zal de grondwaterstand verder uitzakken dan wenselijk. Een oplossing voor dit lastige probleem kan worden gezocht in het tracé van de waterloop. Door deze meer met de hoogtelijnen van een gebied aan te leggen ontstaat een bodemlijn met minder verhang. Hierdoor blijft de stroomsnelheid binnen aanvaardbare grenzen en kan beter worden voldaan aan het ideale waterpeil voor grondwatersturing. Als voorbeeld hiervan noemen we de situatie bij de Dinkel. Het oude tracé bevat veel meanders waardoor het water een lange weg volgt. Hierdoor is de weerstand relatief groot en de snelheid laag. In het nieuwe tracé – het Omleidingskanaal – is de af te leggen weg van het water veel korter waardoor de snelheid (te) hoog wordt en er diverse stuwen aangelegd zijn.



Figuur 14 Tracé Dinkel en Omleidingskanaal. Bron: DLG

2.3 Dempen van waterlopen en toestaan plasvorming

Omschrijving maatregel

Voor een gewenst grondwaterregime is de aanwezigheid van een waterloop niet altijd nodig. Veel hoge droge gronden bezitten geen waterlopen, omdat die daar niet noodzakelijk zijn. Het neerslagoverschot infiltreert in de grond en leidt niet tot te hoge grondwaterstanden. Natuurlijk zullen hoge droge gronden bij extreme neerslag tijdelijk hoge grondwaterstanden hebben. Deze hoge grondwaterstanden zijn echter binnen afzienbare tijd weer op acceptabel niveau. De vraag die we hier behandelen is of er niet te veel waterlopen zijn aangelegd op deze hoge droge gronden en of een deel ervan kan worden gedempt.

Analyse maatregel

Uit het rapport “Spongiteit” bleek dat zo’n 20% van alle waterlopen in Overijssel in Gt VI of VII liggen (zie tabel 1). Deze conclusie is getrokken met behulp van de grondwatertrappenkaart die rond 1970 is gekarteerd. Sinds die tijd heeft de waterwereld niet stilgestaan. Uit de geactualiseerde Gt-kaart van het Waterschap Rijn en IJssel blijkt dat de hoeveelheid droge gronden (Gt VI en VII) sinds die tijd ruwweg is verdubbeld. Doordat met name de lage delen in het landschap verder zijn ontwaterd, zijn hogere delen nog droger geworden. Hierdoor is het zinvol de noodzaak van waterlopen die ooit functioneel waren, nader te bezien. De vraag is dus niet alleen of waterlopen ten tijde van aanleg wel noodzakelijk waren, maar of deze waterlopen nu nog wel noodzakelijk zijn. We stellen dat een deel van de waterlopen in droge gronden voor de sturing van het grondwater niet noodzakelijk is. Om diverse redenen zijn er toch veel waterlopen in de droge gronden aanwezig. Er zijn waterlopen door de hoge gronden gegraven om via een korte weg laagliggende natte gronden te ontwateren. Als opvang voor water dat over maaiveld afstroomt tijdens intensieve buien zijn, om plasvorming te voorkomen, waterlopen gegraven. Tevens zijn er waterlopen aangelegd als grensmarkering.

Het grondwaterstandverloop wordt gekarakteriseerd door de indeling en grondwatertrappen (Gt’s). In onderstaande tabel staan per Gt-klasse vermeld de waarden voor de GHG en de GLG (cm beneden maaiveld). GHG staat voor gemiddeld hoogste grondwaterstand (winter) en GLG voor Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (zomer).

Gt	GHG	GLG
I	<20	<50
II	<40	50-80
III	<40	80-120
III*	25-40	80-120
IV	>40	80-120
V	<40	>120
V*	25-40	>120
VI	40-80	>120
VII	>80	>160

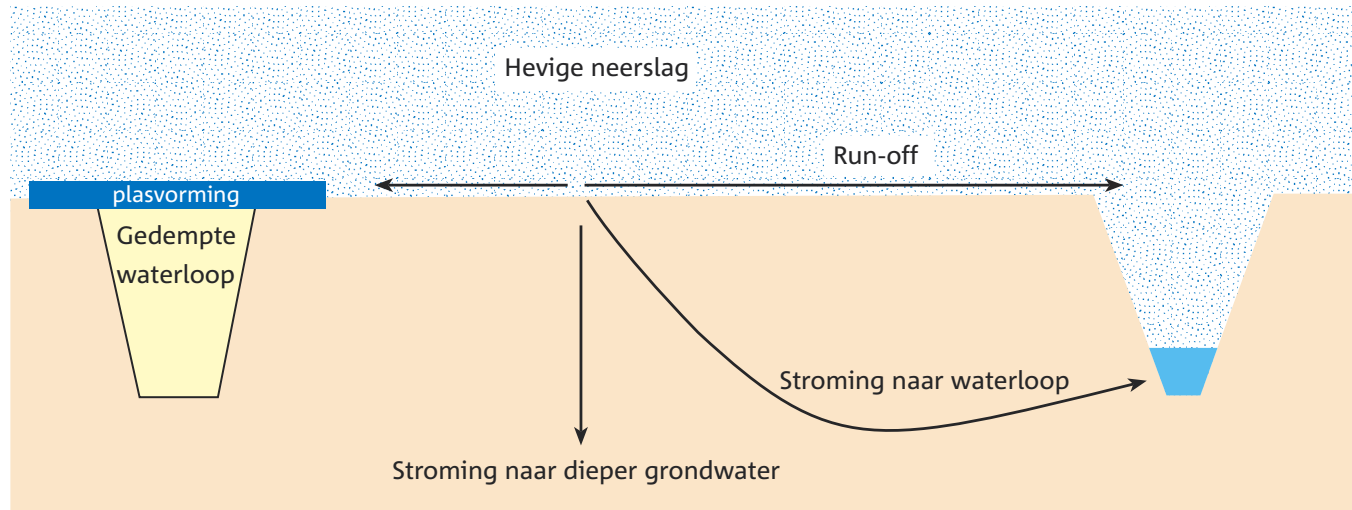
Tabel 1 Indeling grondwatertrappen in GHG en GLG

De afgelopen jaren zijn de inzichten hoe om te gaan met extreme neerslag, veranderd. Vroeger lag het accent vooral op zo snel mogelijk water afvoeren. Gevolg is dat veel water snel naar de lage delen wordt getransporteerd. De hoge gronden krijgen te maken met droogte en in de lage delen moet de afvoercapaciteit van de waterlopen vergroot worden om wateroverlast te voorkomen.

Nieuw waterbeleid gaat uit van het principe dat problemen met te veel water zoveel mogelijk ter plaatse worden opgelost. Hierbij wordt de drietrapsraket gebruikt: vasthouden, bergen en afvoeren; dus zoveel mogelijk water vasthouden daar waar het valt (in de grond of vervolgens in de waterloop), en aanvullend bergen op daarvoor aan te wijzen gronden. Het water dat nog te veel is, wordt dan pas afgevoerd. Voor hoge, droge gronden betekent dit dat plasvorming binnen aanvaardbare grenzen uitkomst biedt. Het water uit de plas infiltreert in de grond en draagt tevens bij aan de bestrijding van verdroging.

Vanuit dit nieuwe waterbeleid stellen we dat veel waterlopen in droge gebieden water afvoeren op momenten dat dit ongewenst is.

Bij elke waterloop kun je je afvragen waar het afgevoerde water vandaan komt. Een eerste bron is (extreme) neerslag. Een deel van de neerslag infiltreert in de bodem. Bij extreme neerslag stroomt een aanzienlijk deel direct af (run-off). Dit deel kan bij extreme buien wel 50% van de neerslaghoeveelheid bedragen. Hoe groot de directe afvoer is, hangt af van de helling van het maaiveld en de infiltratiecapaciteit van de bodem. Deze infiltratiecapaciteit is de laatste decennia steeds lager geworden, doordat er steeds zwaardere landbouwmachines op het land gebruikt worden. Om te voorkomen dat droge gronden water direct en oppervlakkig afvoeren op het hoofdwatersysteem, is het dempen van sloten een passende maatregel. Het gevolg hiervan is dat er meer plasvorming optreedt. In tijden met extreem veel neerslag is de toplaag van de grond overal erg nat. De afvoer naar een waterloop had dat niet voorkomen.



Figuur 15 Verdeling water op bij extreme neerslag

Zoals reeds vermeld vormt de run-off een aanzienlijk deel van de hoogwatergolf die in de lage delen tot vergroting van de (transport)waterlopen heeft geleid. Indien in droge gebieden sloten worden gedempt, komt de run-off niet meer tot afvoer. Dit leidt in geïsoleerde laagten tot plasvorming. Het water in de plassen wordt nu via infiltratie tot stroming naar de ondergrond gedwongen.

Plasvorming is veel minder schadelijk is dan inundatie waarbij water vanuit de waterloop het land op stroomt. Bij plasvorming stagneert regenwater of het grondwater komt boven maaiveld te staan. Bij inundatie komt mogelijk slib het land op waardoor de kwaliteit van het gras afneemt (koeien willen het moeilijk vreten) en er een hoger risico op verspreiding van ziekten is. Ervaringen met boeren in uiterwaarden laten echter zien dat dit risico beperkt is. De schade als gevolg van extra plasvorming is in feite de schade die ontstaat

doordat het langer duurt voordat de grondwaterstand op een acceptabel niveau komt. Het is een kwestie van tijd. In gebieden met wegzijging is deze tijd kort. In de wegzijgingsgebieden moet het water de tijd gegund worden om te infiltreren en hierdoor het grondwater aan te vullen.

Om te beoordelen of het dempen van sloten, met als gevolg daarvan plasvorming op maaiveld, een acceptabele maatregel is, is het nodig om te definiëren hoe vaak en hoe lang er water op het maaiveld mag staan. Zo lijkt het wel acceptabel om een aantal dagen plasvorming te accepteren voor een extreme neerslag die eens per 50 jaar voorkomt. Een landbouwgebied weken onder water zetten voor een gebeurtenis die jaarlijks voorkomt is voor de landbouw (mits er een gedragen vergoeding tegenover staat) niet te accepteren.

Indien plasvorming in droge gebieden niet acceptabel is, voldoet een ondiepe sloot (0,5 m diep). Deze sloot vangt de oppervlakkige afvoer op, maar voert geen grondwater af. Voor de sturing van de grondwaterstand is een sloot op de hogere gronden met wegzijging in veel gevallen niet noodzakelijk.

Conclusie van de maatregel

Op droge gronden liggen veel sloten en waterlopen waarvan de noodzaak hier ter discussie wordt gesteld. Bij hevige neerslag zijn deze gronden te nat, aanwezige sloten voorkomen dit niet.

Wel zorgen deze sloten ervoor dat de oppervlakkige afvoer (afvoer over maaiveld) in transport komt. Het dempen van sloten leidt tot:

- een verminderde afvoer uit het bovenstroomse gebied, waardoor benedenstroomsegebieden worden ontzien (zie WB21: eerst vasthouden, dan bergen en dan pas afvoeren)
- meer en vaker plasvorming. Binnen welke grenzen deze plasvorming acceptabel is, verdient nader onderzoek.
- aanvulling van het grondwater door plasvorming waardoor de verdroging afneemt.

Ps: Plasvorming wordt niet alleen veroorzaakt door hiaten in de ontwatering, maar ook door gebruik van steeds zware landbouwmachines.

2.4 Functieverandering

Waterlood oppert nadrukkelijk de mogelijkheid van functieverandering om het watersysteem beter te laten functioneren. Hierna worden drie redenen genoemd waarom functieverandering in aanmerking kan komen.

Functieverandering a.g.v. stroomgebiedsvisie (functie volgt watersysteem i.p.v. andersom)

Binnen een stroomgebied bevindt zich een veelheid aan functies. Het toekennen van functies vindt traditioneel plaats door ruimtelijke ordenaars. Hierbij wordt over het algemeen onvoldoende gekeken naar het watersysteem.



Het watersysteem dient zich aan te passen aan de eisen die een functie stelt. Van een optimale afstemming tussen watersysteem en functies is daarom nauwelijks sprake. Waterlood schrijft een omkering in strategie voor. Niet (alleen) de functies zouden leidend moeten zijn maar (deels) ook het watersysteem. Natuurlijk geldt hierbij dat Overijssel geen blanco kaart is. Door het watersysteem meer leidend te laten zijn, is bij de toekenning van functies veel winst te halen: functies kunnen zich duurzaam ontwikkelen. Negatieve gevolgen van (of: voor) bijvoorbeeld bebouwing en glastuinbouw in de meest lage, natte delen zijn daarmee te voorkomen.

Functieverandering indien we er niet uitkomen

Door ongelukkige functietoekenning kan het zijn dat een waterbeheerder het niet voor elkaar krijgt om alle functies tot hun recht te laten komen. Bekend voorbeeld hiervan is natte grondwatergevoede natuur naast landbouw, bebouwing of infrastructuur. De eerste functie gedijt bij hoge grondwaterstanden terwijl de andere functies juist lage grondwaterstanden willen. De oplossing voor dit probleem moet worden gezocht in een functieverandering. Willen droge functies tot hun recht komen dan moeten de ambities van de natuur worden bijgesteld naar een wat droger natuurdoeltype. Indien echter de natuur prioriteit krijgt is het zaak om het natuurgebied hydrologisch te isoleren. Hiervoor is een voldoende grote bufferzone nodig rondom het natte

natuurgebied. De bufferzone kan deels bestaan uit natuur, maar ook uit (natte) landbouw.

Functieverandering als gevolg van optimalisatie per stroomgebied

Vroeger stonden grote delen van Overijssel in het winterhalfjaar tijdelijk onder water. Sindsdien zijn op grote schaal verbeteringswerken uitgevoerd. Deze verbeteringen hebben met name voor de landbouw veel goeds gebracht. Gronden die vroeger veel te nat waren voor landbouw werden door verbeteringswerken geschikt gemaakt. Daarbij werden vooral lokale problemen opgelost. De gevolgen voor het grotere geheel werden daarbij nauwelijks gezien. Langzamerhand wordt duidelijk dat er door ontwatering van de laagst gelegen natte delen een behoorlijke verdroging optreedt op de wat hoger gelegen landbouwgronden. Dit verdrogingsprobleem wordt traditioneel opgelost met beregening en wateraanvoer. Beide oplossingen zijn in de toekomst minder voor handen. Bij droogte wordt steeds vaker een beregeningsverbod ingesteld en de hoeveelheid water voor wateraanvoer wordt door klimaatsverandering steeds minder. Verder zorgt verdroging voor een toename in het uitspoelen van nitraat.

Waterlood schrijft voor dat er naast een optimalisatie per locatie ook naar de gevolgen voor het grotere geheel moet worden gekeken (zie ook het STOWA-onderzoekprogramma, www.stowa.nl/waternood).

Vernatten van lage delen ten behoeve van hoger gelegen gronden kan dan een oplossing zijn. In de lage delen kan natte natuur of natte landbouw (weidebouw) een plek krijgen. De (te) natte landbouw kan worden gecompenseerd met grond of geld.

Naast optimalisatie per stroomgebied van het grondwaterregime is het ook van belang te kijken naar het oppervlaktewater. Naast allerlei technische oplossingen voor het omgaan met extreme afvoeren zijn ook ruimtelijke oplossingen effectief (zie hoofdstuk 2.2). Modern waterbeleid gaat uit van een strategische drietrapsraket bij extreme neerslag: zoveel mogelijk water vasthouden (daar waar het valt) dan water bergen en tenslotte pas afvoeren. Uit het rapport “Spongiteit” blijkt dat de ene functie meer water vasthoudt dan de andere. Ter illustratie: een stad met veel verhard oppervlak en weinig bergingsmogelijkheden houdt neerslag slecht vast terwijl een bos juist veel water vast kan houden.

2.5 Ecologische doelstellingen waterlopen

Binnen het systeem Waterlood worden grondwaterwensen vanuit de functies geformuleerd. Vervolgens kan door middel van maatregelen worden getracht zo goed mogelijk aan deze wensen te voldoen. In die zin wijkt de functie natuur niet af van andere functie zoals landbouw of bebouwing.

Naast grondwaterwensen zijn er ook wensen ten aanzien van de waterloop zelf. Naast hydraulische wensen, bijvoor-

beeld de maximaal toelaatbare stroomsnelheid, kunnen er ook wensen zijn rond de natuurvriendelijkheid van waterloop. Zonder hier al diep op in te gaan, is het van belang te beseffen dat dé natuurvriendelijke waterloop niet bestaat. Of de waterloop geschikt moet zijn voor de oeverwaluw, de watervolier, de beekprik of voor riet maakt nogal een verschil, terwijl al deze waterlopen in meer of mindere mate natuurvriendelijk zijn. De oeverwaluw heeft bijvoorbeeld belang bij steile oevers om in te nestelen. De watervolier is afhankelijk van kwel. De beekprik stelt eisen aan een minimale waterdiepte en aan stroomsnelheid. Waar de meeste planten het goed doen bij een natuurlijk waterregime (hoog in de winter, laag in de zomer), gedijt riet juist goed bij het tegenovergestelde (zomerpeil hoger dan winterpeil). Verder zijn flauwe taluds ecologisch vaak interessant, omdat in zulke taluds overgangen zijn van nat naar vochtig naar droog. Enkele factoren die een rol spelen zijn bij natuurvriendelijke waterlopen, zijn:

- a) *Waterkwaliteit,*
- b) *Waterdiepte,*
- c) *Stroomsnelheid,*
- d) *Bereikbaarheid voor fauna.*



32

Ad a)

Wateraanvoer kan vanwege de kwaliteit ongewenst zijn

Ad d)

Stuwen en duikers zijn veelal obstakels voor migratie van fauna

In praktijk zal het nog een heel gepuzzel worden om een afweiging te maken tussen alle belangen die diverse functies met zich meenemen. Uitgangspunt volgens Waterlood is in ieder geval dat ook voor natuur geldt dat het natuurlijke (of oorspronkelijke?) watersysteem uitgangspunt zou moeten zijn.

3 Waar komen de maatregelen tot hun recht — ruimtelijk beeld van Overijssel

In het voorgaande hoofdstuk hebben we een drietal maatregelen genoemd die een rol spelen bij de sturing van grondwater. Hierbij kwam naar voren dat het effect van de maatregel mede afhankelijk is van waar in het watersysteem de maatregel getroffen wordt. In dit hoofdstuk wordt bekeken waar de genoemde maatregelen tot hun recht komen en waar niet. Het succes van maatregelen hangt onder andere af van de aanwezigheid van kwel of wegzijging, het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket, de helling van het maaiveld en de gemiddelde grondwaterstanden. In onderstaande tabel staat wat de invloed is van deze vier eigenschappen van het watersysteem op het effect van de maatregelen. In dit hoofdstuk wordt de tabel toegelicht.

Maatregel	Eigenschap watersysteem
Aanleg brede ondiepe waterlopen	<ul style="list-style-type: none"> - Kwel of wegzijging - Doorlaatvermogen watervoerend pakket - Helling van het maaiveld
Tracé verleggen en of verlengen	<ul style="list-style-type: none"> - Helling van het maaiveld
Dempen waterlopen	<ul style="list-style-type: none"> - Grondwatertrappen

Tabel 2 Maatregel en eigenschap watersysteem

Ps: De kaartbeelden in dit hoofdstuk moeten globaal worden gezien. Ze zijn niet geschikt voor toepassing op lokaal niveau. Daarvoor zal nader onderzoek moeten worden verricht. Het grondwatermodel WRD (waterschap Regge & Dinkel en het grondwatermodel Noord Nederland (in ontwikkeling) zijn hiervoor zeer bruikbaar. Verder worden er alleen uitspraken gedaan over extremen. Dus over veel kwel en veel wegzijging. Hetgeen hier tussen ligt wordt intermediair genoemd en houdt qua effect het midden tussen de beschreven effecten van de extremen. De kaartbeelden hebben vooral tot doel te laten zien dat het watersysteem in Overijssel nogal divers is en daarmee ook het succes van de maatregelen.

3.1 Aanleg brede ondiepe waterlopen

Kwel of wegzijging

Er is een grondwatermodel gebouwd voor Overijssel (Nagrom). Hierin worden de huidige kwel en wegzijging beschreven. Het model is stationair, wat wil zeggen dat er geen rekening gehouden wordt met verschillen van kwel en wegzijging in de tijd.

In figuur 16 zien we de kwel in gridcellen van 500 bij 500 m weergegeven. Er is duidelijk meer oppervlakte met wegzijging dan met kwel. De stroming convergeert naar de kwelplekken. Ter oriëntatie zijn de steden weergegeven en een deel van de waterlopen.



Kwelverschijnselen in waterloop

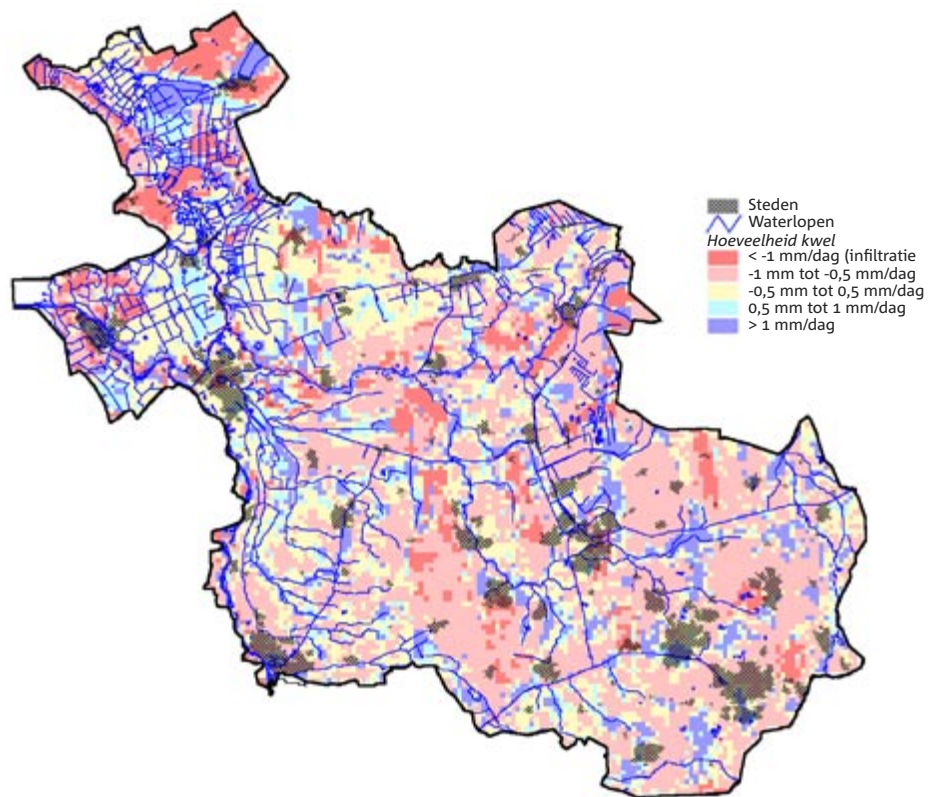
Figuur 17 geeft een beeld van de historische kwel. De basis hiervan vormt de bodemkaart 1:50.000. Elke bodemsoort is ontstaan onder specifieke omstandigheden. Uit de bodemsoort is af te leiden of deze ontstaan is onder invloed van kwel. De kaart geeft de situatie rond 1850 weer. Op de kaart

zien we dat in de veengebieden ten noorden van Zwolle veel kwel kan voorkomen. Verder zijn fraai de beekdalen in Salland en Twente te herkennen aan hun hoge kwelkans. Beide kaartbeelden tezamen maken het mogelijk de historische en actuele kwelsituatie te vergelijken. Zo zijn er plekken aan te wijzen waar nu geen kwel zit, maar waar wellicht wel mogelijkheden zijn om dit te herstellen, gezien de historische kaart. In onderstaande tabel staat de geschiktheid voor brede ondiepe profielen bij kwel en wegzijging weergegeven.

	Sturing grondwater ter plaatse van de waterloop
Kwel (> 1 mm/dag)	Brede ondiepe waterloop geschikt
Intermediair	
Wegzijging (> 1 mm/dag)	Brede ondiepe waterloop risicovol

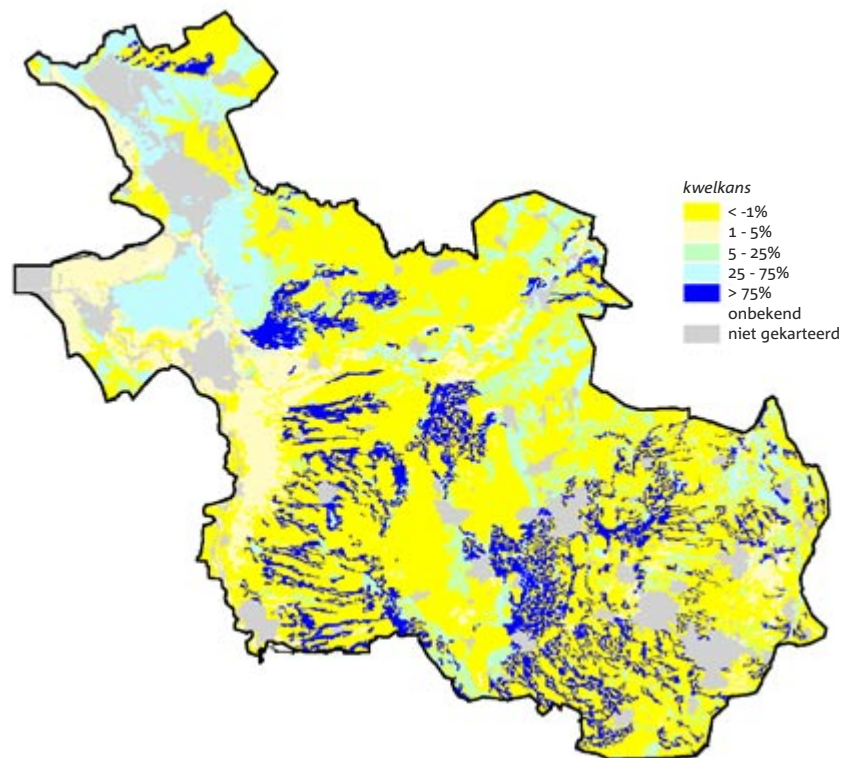
Tabel 3 Flux en effect brede ondiepe waterloop

Kwel - wegzijging (huidige situatie)



Figuur 16 Kwel en wegzijging. Bron RIZA en DLG

Kwelkans rond 1850



Figuur 17 Historisch kwelkaart (1850). Bron Alterra en DLG

Doorlaatvermogen watervoerend pakket

Uit de formule van Ernst (bijlage 1) blijkt dat de doorlatendheid van en de dikte van de watervoerende (boven)grond een belangrijke rol spelen bij de stroming van water.

Het doorlaatvermogen van de ondergrond in Nederland is beschreven in het rapport 'Invloed van de oppervlaktewaterstand op de grondwaterstand, Massop et al, 1997. Hierbij is gebruik gemaakt van zogenaamde hydrotypen, zie figuur 18. Hieronder staan de doorlatendheid en de dikte van de watervoerende pakketen voor de belangrijkste hydrotypen weergegeven.

Hydrotype	Doorlatendheid (m/d)	Dikte watervoerend pakket (m)	Doorlaatvermogen (m ² /d)
11	25,8	40	1032
12	1,5	7,5	11,3
13	1,5	1	1,5
33	3,7	7,5	27,8
34	13,5	14,4	194

De andere hydrotypen hebben geen watervoerend pakket aan de oppervlakte, maar bestaan uit veen of kleigronden.

Tabel 4 Doorlatendheid per dikte watervoerend pakket per hydrotype

In onderstaande tabel staat de geschiktheid voor brede profielen weergegeven.

	Sturing grondwater ter plaatse van de waterloop
Doorlaatvermogen laag	Brede ondiepe waterloop geschikt
Intermediair	
Doorlaatvermogen hoog	Brede ondiepe waterloop risicovol

Tabel 5 Dikte en doorlatendheid watervoerend pakket en effect brede ondiepe waterloop

Wanneer we kaart met hydrotypen bekijken, kunnen we ruwweg stellen dat in de veengebieden ten noorden van Zwolle brede waterlopen hydrologisch geschikt zijn. Salland met hydrotype 11 en 34 heeft daarentegen een dik, goed doorlatend zandpakket. Hier is de kans op grondwaterstandverlaging bij toepassing van brede waterlopen groot. In Twente is hydrotype 13 vanwege het zeer dunne pakket hydrologisch gezien wél geschikt voor brede waterlopen. Hydrotypen 12 en 33 houden tussen beide uitersten het midden.



In onderstaande kader worden de uitspraken over de geschiktheid van brede ondiepe waterlopen, te samen met bijlage 1, technisch onderbouwd.

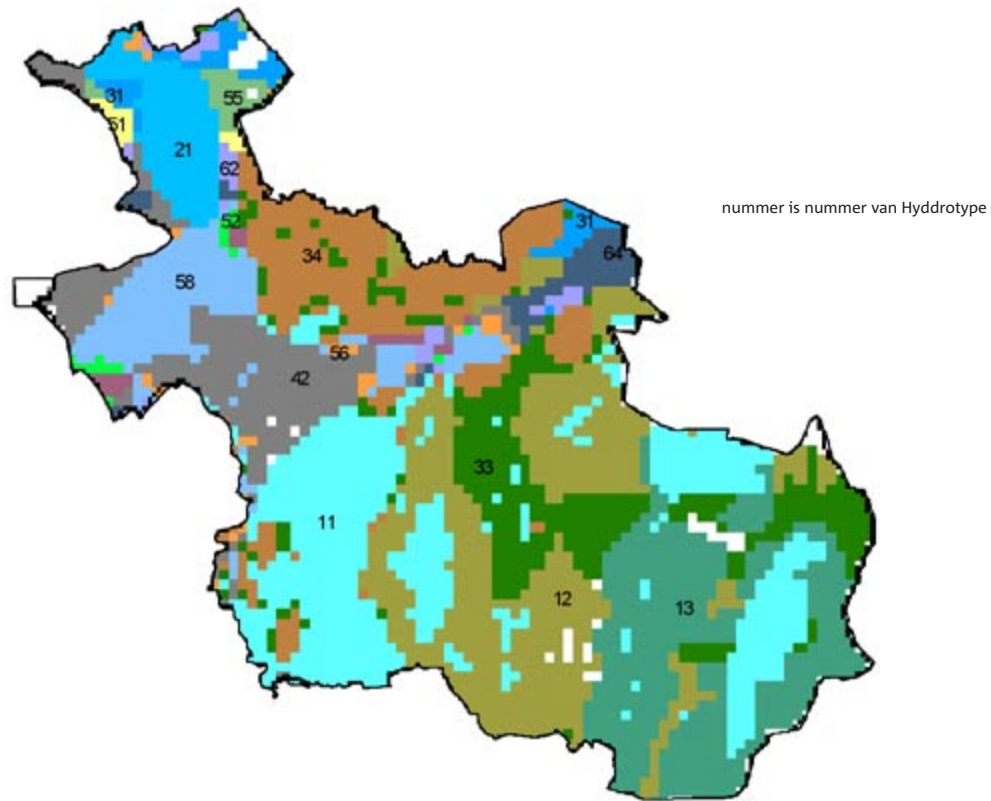
Indien de doorlatendheid en de dikte van de pakketen klein is, dan stroomt grondwater moeilijk naar een waterloop toe. De horizontale weerstand is groot. De radiale weerstand is relatief vrij laag. Gevolg is dat verandering van de natte omtrek relatief weinig effect heeft op de grondwaterstand.

Indien de doorlatendheid en de dikte van de pakketen groot is, dan stroomt grondwater makkelijk toe. De horizontale weerstand is klein en de radiale weerstand relatief groot. Hier heeft een verandering van de natte omtrek (brede waterloop) een behoorlijk effect op de grondwaterstand.

Ter illustratie van dit effect een 3-tal voorbeelden:

- 1. Met een grondwatermodel (MODFLOW) is het effect van een verandering in de Regge ter hoogte van Enter uitgerekend. Hierbij is het peil van de Regge 50 cm verhoogd en de Regge twee maal zo breed gemaakt. Het bleek dat hierdoor de GHG in de directe omgeving niet steeg. Het kleinere potentiaalverschil werd gecompenseerd door de lagere radiale weerstand.*
- 2. Tijdens een afstudeercolloquium op de universiteit van Wageningen (Ina Kraak, mei 2003) werd een toelichting gegeven op een onderzoek naar het effect van brede waterlopen. Dit effect is doorgerekend met het grondwatermodel SWAP. Het bleek dat het verbreden van de waterloop in combinatie met het verhogen van winter- en zomerpeil van 50 cm leidde tot een verhoging van de GLG met 50 cm en een verhoging van de GHG met 20 cm (i.p.v. 50 cm).*
- 3 In Overijssel zijn voorbeelden bekend waarbij de verdroging in natuurgebieden werd bestreden door aanleg van stuwen in sterk verbrede waterlopen. Het peil bleef daardoor gelijk, maar de aangrenzende natuurgebieden verdroogden.*

Hydrotypen in Overijssel



Figuur 18 Hydrotypen. Bron Alterra, DLG



Helling maaiveld

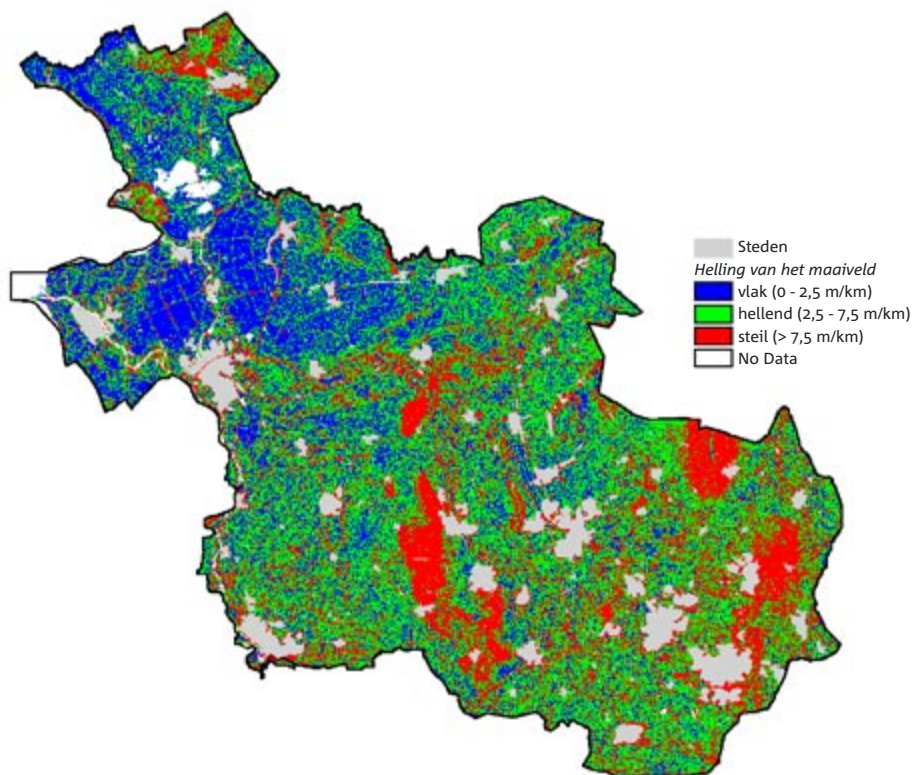
Zoals we reeds zagen in hoofdstuk 2.1, is de helling van het maaiveld van belang indien we inzicht willen krijgen in de effecten op de grondwaterstand op afstand van de waterloop. Hierbij geldt dat hoe kleiner de (radiale) weerstand van de waterloop is en hoe steiler het gebied, hoe meer de grondwaterstand op afstand wordt verlaagd. In onderstaande tabel is dit samengevat.

Helling	Sturing grondwater op afstand van de waterloop
Vlak (0 – 2,5 m per km)	Brede ondiepe waterloop geschikt
Hellend (2,5 tot 7,5 m per km)	
Steil (> 7,5 m per km)	Brede ondiepe waterloop risicovol

Tabel 6 Helling maaiveld en effect brede ondiepe waterlopen

N.B.: In steile gebieden is de stroomsnelheid van nature hoog. Hierdoor schuurt de waterloop diep in. In vlakke gebieden is de stroomsnelheid laag waardoor hier van nature meer brede waterlopen voorkomen.

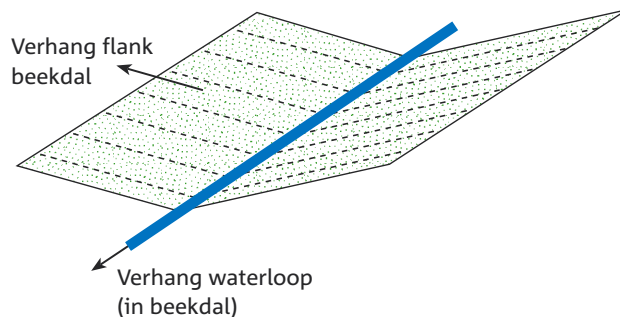
Helling van het maaiveld



Figuur 19 Helling van het maaiveld. Bron DLG

3.2 Tracé verleggen en/of verlengen

In hoofdstuk 2.2 staat beschreven dat indien het verhang van een waterloop te hoog is, de stroomsnelheid in de waterloop te groot wordt. Oplossing voor dit probleem is het tracé zo te kiezen, dat de stroomsnelheid binnen aanvaardbare grenzen blijft. Dit kan door de waterloop meer evenwijdig met de hoogtelijnen aan te leggen (in plaats van loodrecht daarop) of door de waterloop een langere weg te laten afleggen waardoor de hydraulische weerstand groter wordt en de stroomsnelheid dus lager. In figuur 19 staat de helling van het maaiveld weergegeven. Dit is niet de helling van de waterloop, maar de helling van de flanken. In figuur 20 staat dit geïllustreerd.



Figuur 20 Helling beekdal en flank beekdal

De helling van de waterloop - het beekdal - is kleiner dan de helling van de flanken van dat beekdal. Met figuur 19 “Helling maaiveld” zijn dus niet direct uitspraken te doen over het verhang van de waterloop. Wel mag worden gesteld dat er tussen beide een verband zit. In onderstaande tabel staan daarom globale uitspraken over de geschiktheid van het gebruik van stuwen om het grondwater in een bepaald gebied te sturen.

Helling	Sturing grondwater
Vlak (0 – 2,5 m per km)	Geschikt voor inzet stuwen
Hellend (2,5 tot 7,5 m per km)	
Steil (> 7,5 m per km)	Niet geschikt voor inzet stuwen, betere oplossing is verleggen en/of verlengen van het tracé van de waterloop

Tabel 7 Helling maaiveld en geschiktheid gebruik stuwen om grondwater te sturen

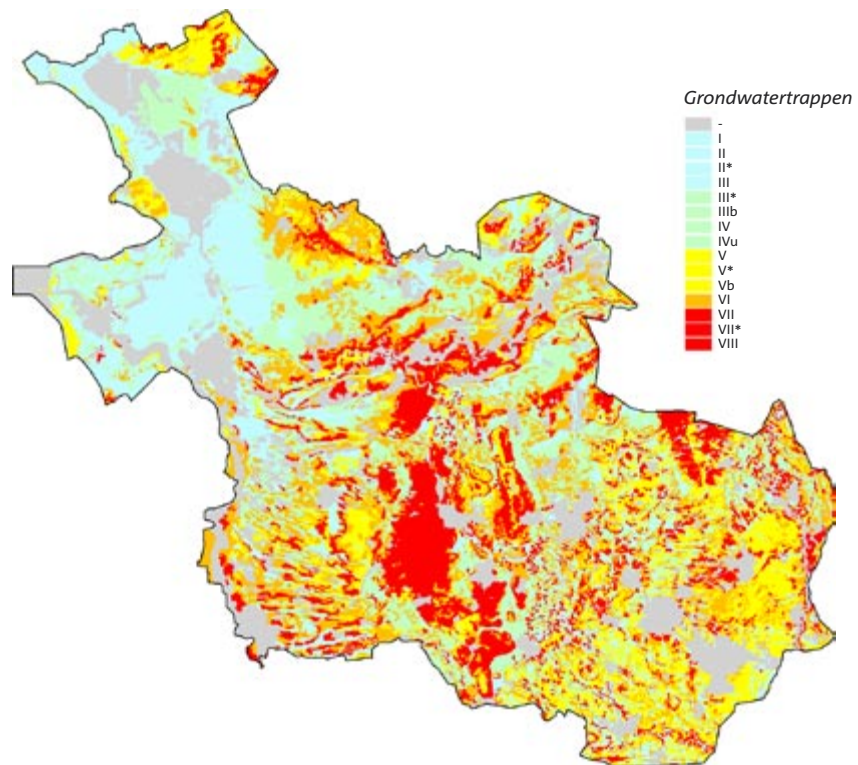
3.3 Dempnen waterlopen

In hoofdstuk 2.3 staat beschreven dat in droge gebieden (grondwatertrap VI en VII) het dempen van waterlopen een effectieve maatregel kan zijn om verdroging tegen te gaan en bij extreme neerslag hoogwaterproblemen te bestrijden. In figuur 21 staan de grondwatertrappen weergegeven.

De vlakken met grondwatertrappen VI en VII zijn hier aandachtsgebied voor het dempen van waterlopen.

Ps: De getoonde grondwatertrappen zijn verouderd. Aan een herziening wordt gewerkt. De verwachting is dat het aandeel Gt VI en VII aanzienlijk is toegenomen.

Grondwatertrappen (situatie rond 1970)



Figuur 21 Grondwatertrappen

4 Conclusie en aanbevelingen

4.1 Conclusie

Wat een goede waterhuishoudkundige maatregel is op de ene plek in Overijssel, is op de andere plek een slechte maatregel. Dit komt doordat het watersysteem binnen Overijssel zeer divers is. Overijssel heeft sterk hellende gebieden in het oosten en vlakke gebieden in het westen, die ook nog goed of slecht doorlatend kunnen zijn. Het is dus van groot belang om maatwerk te leveren om verdroging te voorkomen.

4.2 Aanbevelingen

Technisch

Voor een goede waterhuishoudkundige inrichting van Overijssel is inzicht in de relatie tussen oppervlaktewater en grondwater essentieel. Dit rapport geeft een aanzet hiervoor. Gebruik van moderne grondwatermodellen (WRD-model en Grondwatermodel Noord-Nederland) en moderne oppervlaktewatermodellen wordt sterk aangeraden. Pas dan is de relatie tussen oppervlaktewater en grondwater goed weer te geven en is het waternoodinstrumentarium goed toe te passen.

Bestuurlijk

Bestuurlijke daadkracht is gewenst voor:

- *Functieverandering*
In de Stroomgebiedvisie Vecht Zwarte-Water komen gebieden voor met een 'landbouwgerichte waterhuishouding grasland'. Deze gebieden zijn nu ingericht met een landbouwgerichte waterhuishouding voor gras en maïs, en zijn dus ook geschikt als bouwland. Hoe wordt deze verandering vertaald in het waterbeheerplan van het waterschap?
- *Blauwe diensten*
Bij optimalisatie per stroomgebied in plaats van per plek (locatie) kan de waterhuishouding op enkele laag gelegen plekken slechter worden. Er moet dan gecompenseerd worden in geld, grond of door middel van een vergoeding voor de geleverde blauwe dienst. Blauwe diensten staan nog in de kinderschoenen en moeten nog verder ontwikkeld worden (zie onder andere de studie 'Boeren met water').
- *Ecologische doelstellingen waterlopen*
Landbouwkundige wensen en ecologische doelstellingen gaan niet altijd samen: onnatuurlijk peilbeheer, wateraanvoer en stuwen zijn vaak strijdig met de ecologische ambities uit beleidsnota's. Duidelijke keuzen zijn hier gewenst.



- *Het dempen van sloten*

Dit is een serieuze optie die vooral goed uitgelegd moet worden om koudwatervrees weg te nemen. Verder is er een bestuurlijke uitspraak gewenst over welke mate van plasvorming acceptabel is. Hierbij hoort het bestuurlijk accorderen van inundatiefrequenties per functie.

Communicatie

Om de waternoodgedachte te doen slagen is een verregaande samenwerking tussen hydrologen en ruimtelijke orde-naars gewenst. Alleen dan kunnen functies op de juiste plek en met oog voor het watersysteem worden aangewezen (zie o.a. www.watertoets.net).

Voor het slagen van Waternood is het belangrijk om agrariërs en terreinbeheerders bij de problematiek te betrekken.

Literatuur

Corporaal A., Geerlink H., Huijskes H., Waaijenberg J. en de Groot G. (2002)

Spongiteit, een kwestie van volhouden.

Vasthouden is beter dan tegenhouden: een verkenning.
Alterra/DLG-rapport 422, Wageningen, Zwolle

Massop, H.Th.L., L.C.P.M. Stuyt en P.J.T. van Bakel en J.M.M. Bouwmans en H. Prak (1997)

Invloed van de oppervlaktewaterstand op de grondwaterstand.

Leidraad voor kwantificering van de effecten van verandering in de oppervlaktewaterstand op de grondwaterstand.
Staring Centrum, rapport 527.1 Wageningen

Projectgroep Waterlood (1998)

Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater.

Een op het grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van oppervlaktewatersystemen.
Utrecht, Dienst landelijk Gebied, DLG-publicatie 1998/2; Den Haag, Unie van Waterschappen

Waterbeleid voor de 21e eeuw. (2000)

Advies van de commissie Waterbeheer 21e eeuw.

Handreiking Watertoets 2

Samenwerken aan water in ruimtelijke plannen.
Nederland leeft met water, 2003

WB21 Stroomgebiedsvisie Vecht-Zwarte water (2003)

Een ruimtelijke uitwerking van het waterbeheer in Overijssel en zuid-Drenthe.
Zwolle

Werkgroep herziening Cultuurtechnisch Vademecum (1988).

Cultuurtechnisch Vademecum.
Cultuurtechnische Vereniging, Utrecht



Verklarende woordenlijst

Afwatering

De afvoer van water via een stelsel van open waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied.

D

Dikte van een watervoerend pakket

Drooglegging

Het hoogteverschil tussen de waterspiegel in een waterloop en het grondoppervlak

Flux

Volumestroom, het volume water dat per tijdseenheid door een gedefinieerde doorsnede stroomt

Freatische grondwaterstand

Grondwaterspiegel

Grondwatertrap (Gt)

Klassenaanduiding voor het gemiddeld verloop van de grondwaterstand, gedefinieerd door een GHG en GLG-traject

GHG

Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand. Het gemiddelde van de 3 hoogste grondwaterstanden uit tweewekelijkse metingen per jaar, gemeten over een aaneengesloten reeks van acht jaar.

GLG

Gemiddeld Laagste Grondwaterstand. Het gemiddelde van de drie laagste grondwaterstanden uit tweewekelijkse metingen per jaar, gemeten over een aaneengesloten reeks van acht jaar.

GVG

Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand. Langjarig gemiddelde van de grondwaterstand op 1 april. Wordt representatief geacht voor het begin van het landbouwkundig groeiseizoen

kD Doorlaatvermogen

De maat voor het vermogen van een watervoerend pakket om water door te laten

k, Doorlaatfactor

Een maat voor het vermogen van de grond om water door te laten

Kwel

Het diffuus uittreden van grondwater

Ontwatering

De afvoer van water uit percelen over en door de grond en eventueel door drainagebuizen en greppels naar een stelsel van waterlopen

Potentiaalverschil (dH)

Potentiaal is nodig om water vanuit een referentietoestand over te brengen naar een beschouwende toestand. Populair gezegd: water stroomt van hoog (hoog potentiaal) naar laag (laag potentiaal)

Waterlood

Watersysteemgericht **N**ormeren **O**ntwerpen en **D**imensio-
neren

GGOR

Gewenst Grond- en OppervlaktewaterRegime

OGOR

Optimaal Grond- en OppervlaktewaterRegime

AGOR

Actueel Grond- en OppervlaktewaterRegime

Wegzijing

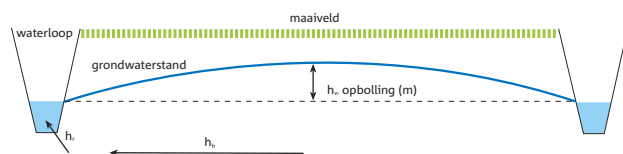
Neerwaartse stroming van (grond)water

Bijlage 1

Om meer inzicht te krijgen welke variabelen een rol spelen bij de stroming van water naar een waterloop kunnen we gebruik maken van de van de formule van Ernst (1954).

$$m = h_v + h_h + h_r$$

Of te wel de opbolling (m) tussen twee waterlopen is afhankelijk van de drukhoogte (h, potentiaalverschil) die nodig is voor respectievelijk verticale, horizontale en radiale stroming. Schematisch ziet dat er als volgt uit.



Volledig uitgeschreven ziet de formule er als volgt uit:

$$m = q \frac{D_v}{k_v} + \frac{qL^2}{8\Sigma(kD)_h} + \frac{qL}{\pi k_r} \ln \frac{\alpha D_r}{u}$$

waarin:

m	opbolling (m)
q	specifieke afvoer (m/d)
D _v , D _h , D _r	laagdikten waarover resp. verticale, horizontale en radiale weerstand wordt berekend (m)
k _v , k _r	doorlaatfactoren voor de lagen met resp. verticale en radiale stroming (m/d)
L	slootafstand (m)
8Σ(kD) _h	doorlaatvermogen van de lagen waarover horizontale weerstand wordt berekend (m/d)
u	natte omtrek (m)
α	geometriefactor (-)

Aan het stromingsproces naar een waterloop doen stuurbare en niet stuurbare variabelen mee. Stuurbaar is de slootafstand en de natte omtrek. De andere variabelen hebben betrekking op de eigenschappen van de ondergrond en behoren daarmee tot het niet stuurbare (vast liggend) grondwatersysteem.

Enkele eigenschappen van stroming volgens de formule van Ernst:

- *Vertikale stroming*

Hierbij speelt de verticale doorlatendheid van de grond een rol en de dikte van het grondpakket waarover de stroming plaatsvindt. Omdat deze stroming maar over een korte afstand afspeelt is hiervoor relatief weinig drukhoogte nodig.

- *Horizontale stroming*

Hierbij speelt de horizontale doorlatendheid van de grond een rol en de dikte van het grondpakket. De afstand waarover de stroming plaatsvindt komt tot uiting door de slootafstand. Omdat deze stroming over een grote afstand afspeelt is hiervoor relatief veel drukhoogte nodig.

- *Radiale stroming*

De radiale stroming wordt bepaald door de radiale weerstand die uit de horizontale en verticale doorlatendheid bestaat in combinatie met de dikte van het watervoerend pakket. Verder speelt hier de voor ons belangrijke natte omtrek een rol.

Resumerend: De radiale weerstand is direct afhankelijk van de vorm van de waterloop. Het is dus belangrijk om niet zomaar een brede waterloop aan te leggen.

Bij de afweging of brede waterlopen wenselijk zijn speelt het effect op de grondwaterstand een belangrijke rol.

