

Grondwater in Holland

P.J. Stuyfzand* en J. Bol**

Het voorkomen van drinkwater in de ondergrond ons waterrijke landje is een complex geheel. Naast een viertal grote watervoerende eenheden die gescheiden worden door slecht doorlatende lagen, bestaan er binnen deze eenheden maximaal vijf zogenoemde hydrosoma's, waterlichamen met een eigen herkomst. Voorts heeft de mens door de aanleg van polders, dijken en het onttrekken van drinkwater de zaak nog ingewikkelder gemaakt.

De ondergrond

Voordat wordt overgegaan tot bespreking van de verschillende ondergrondse waterstelsels, moet er eerst iets worden gezegd over de opbouw van de bodem waarin het grondwater verblijft en beweegt.

Als we in Holland over grondwater spreken dan gaat het over water in de Kwartaire lagen met als basis het Pliocen. Deze lagen vormen een pakket van ca. 375 meter, waarvan het grootste deel behoort tot het Pleistoceen en de bovenste (0 ± 30) meters tot het Holocen. Ze kunnen worden verdeeld in voor water gemakkelijk doorlatende zandlagen (ook genoemd Watervoerend Pakket = WVP of aquifer) en slib- of veenhoudende lagen die slecht doorlatend zijn (Slecht Doorlatend Pakket = SDP of aquitard).

Deze lagen liggen niet keurig netjes op elkaar. Soms ontbreekt er een, of wisselt de dikte ervan, of vallen er gaten in. Het geheel is een afspiegeling van de afwisselende trans- en regressies van de zee en de invloed van rivieren en landijs.

Er zijn in grote lijnen vier WVP's te herkennen, gescheiden door SPD's. Fig. 1 toont de verboddeling en de onregelmatigheid van de verschillende pakketten onder de duinen bij Zandvoort.

De invloed van de grote rivieren

De oorspronkelijke toestand

Vóór 1200 na het begin van de jaartelling hadden de rivieren bijna alleen een drainerende functie (fig. 2). Dit geldt voor zowel Oost- als West-Nederland. Alleen rivierwater dat tijdens overstromingen buiten het rivierbed raakte, kon in de bodem dringen en zich hier eventueel mengen met regenwater. Vanuit de zandige heuvelachtige gebieden zoals de Utrechtse Heuvelrug en de Oostelijk daarvan liggende hogere delen van de Veluwe etc., moet

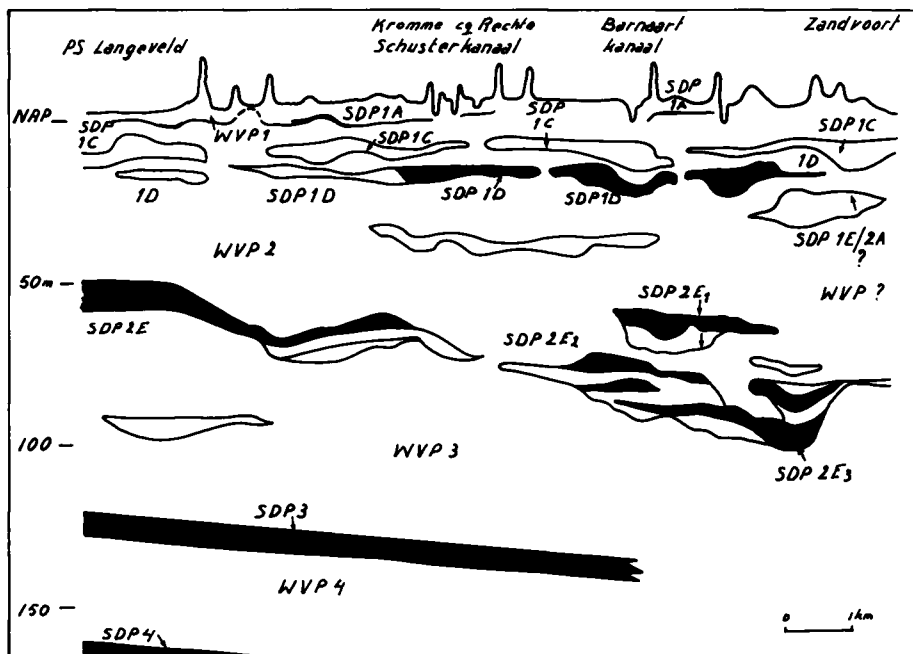


Fig. 1. De Watervoerende en de Slecht Doorlatende Pakketten onder de duinen bij Zandvoort (Gewijzigd naar Stuyfzand, 1988).

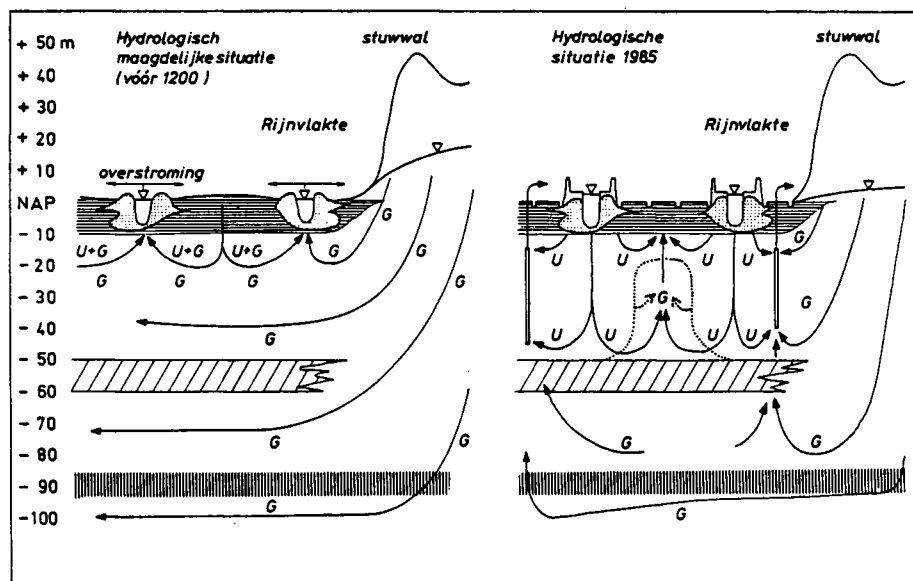


Fig. 2. Schema van het ontstaan c.q. de verdere verbreiding van oevergrondwater. U= oevergrondwater; G= grondwater. (Naar Stuyfzand, 1987).

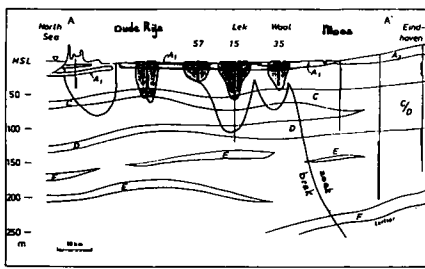


Fig. 3. Rijnsoevergrondwater rondom de takken van de Rijn. A-F= slecht doorlatende lagen (Stuyfzand, 1988).

een zeer krachtige voeding van grondwater zijn uitgegaan, die ver in het vlakke land kon doordringen. Dit laatste vooral door de aanwezigheid van slecht doorlatende pakketten. Vooral na 1200 is de mens gaan sleutelen aan de hydrologische kringloop. Telkens ten gunste van het ontstaan c.q. de verdere verbreiding van oevergrondwater (een mengsel van meer dan 10% ondergronds rivierwater met het al aanwezige grondwater). Het begon met de aanleg van dijken langs de grote rivieren, wat omstreeks 1400 werd voltooid. Intussen was men begonnen met het ontwateren van de veenwildernissen. Daarna volgde de afgraving van veen voor de winning van turf. Dit leidde tot grote waterplassen, die in de periode van 1600 tot 1850 weer grotendeels werden drooggelegd. Rond 1900 kwam de grondwaterwinning pas goed op gang, zowel in het rivierengebied als in de aangrenzende gebieden. De bedijking resulteerde in een stijging van het peil van de rivieren. Door de drooglegging of grondwaterwinning daalde daarentegen het peil van het grondwater achter de dijken. De eens drainerende rivier ging daarvoor vanaf omstreeks 1200 infiltreren hetgeen nog steeds tot een verdere uitbreiding van het oevergrondwater leidt.

De huidige toestand

Het profiel in fig. 3 laat de huidige verbreiding van het Rijnsoevergrondwater zien. Het profiel loopt van Katwijk tot Eindhoven en laat de massa's Rijnsoevergrondwater onder en om de verschillende rivierarmen zien.

Het Rijnsoevergrondwater wordt aangehouden in een paar kilometer brede strook aan weerszijden van de benedenloop van de verschillende takken van de Rijn. Het bevindt zich in het 1e WVP en op enkele plaatsen reeds in het 2e WVP. Het hoogteverschil tussen het peil van de rivier en dat van de omliggende polders is hier zo groot, dat de rivier hier al infiltrateert, zonder dat er

sprake is van grondwaterwinning. In de bovenloop heeft de rivier nog altijd een drainerende functie. Alleen als er lokaal veel grondwater gewonnen wordt, zoals bij Nijmegen, treedt infiltratie op.

In de polders van West-Nederland is de invloed van de Rijn op het oppervlaktewater enorm groot. In het droge jaar 1976 was meer dan 50% daarvan Rijnwater. Dit water zal zeker ook daar infiltreren.

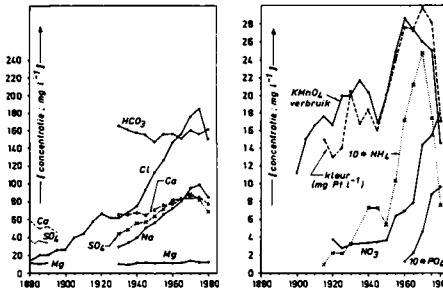


Fig. 4. Kwaliteitsverloop van het Rijnwater in de afgelopen 100 jaar in voortschrijdende 5-jaargemiddelden (Stuyfzand, 1987).

Drinkwaterwinning uit de Rijn

Waarschijnlijk werd Rijnsoevergrondwater voor het eerst in 1890 gewonnen in Tiel. In 1981 zorgden 26 pompstations voor 70 miljoen m³ water, goed voor 7% van de totale drinkwaterproductie in Nederland. Helaas ging in dezelfde tijd de kwaliteit van het Rijnwater sterk achteruit (fig. 4). Het aantal stoffen dat men in Rijnwater vindt, maar hier niet in hoort, loopt in de honderden. Om uit Rijnwater drinkwater te maken is een hele kunst. Bij het onderzoek speelt de chemie een grote rol. Een heel klein voordeeltje van de vervuiling is, dat het voor het chemisch onderzoek goed herkenbare sporen nalaat. Dat maakt het herkennen van Rijnsoevergrondwater temidden van 'gewoon' water mogelijk (gewoon grondwater bestaat uit geïnfiltreerd regenwater en bevat minder dan 10% oeverfiltraat). Het beste herkenningsmiddel hiervoor is het gehalte van het zuurstofisotoop ¹⁸O. Het Nederlandse regenwater bevat daarvan veel meer dan het Rijnwater dat afkomstig is uit de Alpen en de Duitse middelgebergten. Een andere factor bij de infiltratie is de verblijfsduur van het water ondergronds. Er is een nauw verband daartussen en de natuurlijke eliminatie van ongewenste stoffen. Zo is voor een garantie tegen bacteriologische besmetting vanuit de rivier een minimale ondergrondse verblijfsduur van 30 dagen en een afstand van de winplaats tot de rivier van 50 meter nodig. Nog belangrijker is de mate van zuurstofloosheid van het ondergronds

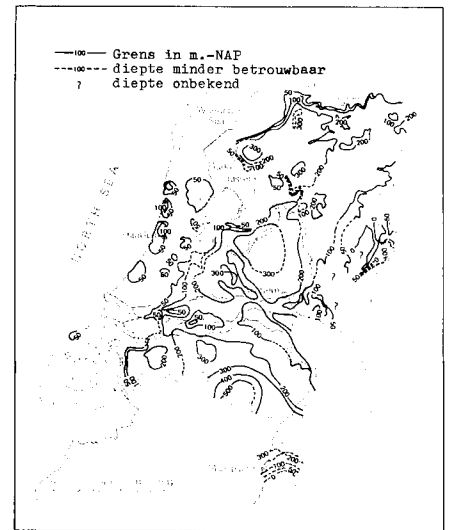


Fig. 5. De grens tussen zoet en brak water in meters beneden N.A.P. (Uit: Bloementhal et al, 1989)

milieu. Gegevens daarover zijn nodig bij het zoeken naar een goede plaats voor nieuwe putten en het optimaliseren van de oude. Toch kan niet altijd met de klassieke zuivering bestaande uit beluchting en snelfiltratie worden volstaan. Zo hebben smaakklachten verschillende waterwinbedrijven ertoe genoodzaakt over te gaan tot ozonisatie actieve koolfiltratie.

Het grondwater onder duin en polder

Langs de hele kust loopt een brede zone waar het minder diepe grondwater brak is. In de duinen, maar soms ook ten Oosten daarvan, bevinden zich enkele zoete schollen (fig. 5). Heel simpel kan men zich het (Noord) Hollandse land voorstellen als een grote bouwput omrand door enerzijds de duinen en aan de andere kant een dijk. West van de duinen ligt de Noordzee en Oost van de dijk ligt het IJsselmeer. Vanuit beide watermassa's stroomt ondergronds water naar de put van de droogmakerijen. Zout water vanuit de Noordzee en zoet plus wat ouder zout water vanuit het IJsselmeer. Dat een en ander iets gecompliceerder is, blijkt al bij het bekijken van fig. 6 en zal verder worden verduidelijkt aan de hand van de analyse van een gebied met een doorsnede van 15 km bij Bergen in Noord-Holland (fig. 7). Het gebied bestaat uit kustduinen, strandwallen, ondiepe en diepe polders (droogmakerijen). De eerste hydrologische activiteiten van de mens dateren hier van ongeveer 900 na het begin van de jaartelling, toen dijken werden opgeworpen om de wadden en de moerassen achter de duinen te beschermen tegen overstromingen van de zee. De meeste ondiepe brakwater meren in het ge-

bied zijn sinds 1550 ingepolderd. Sinds 1885 wordt grondwater gewonnen uit de duinen bij Bergen voor de drinkwatervoorziening. Het hier beschouwde grondwater bevindt zich in (slibhoudende) zanden, (zandige) kleien en veen uit het Kwartair tot een diepte van 260 m -N.A.P. In dit gebied vinden we verschillende aparte watermassa's, ook wel hydrosoma's genoemd. Een hydrosoma wordt gedefinieerd als een waterlichaam met een eigen herkomst (bijv. lokaal regenwater versus genfiltreerd Rijnwater), en dikwijls met een geomorfologische eenheid als infiltratiegebied (bijv. de duinen). Binnen zo'n hydrosoma blijft het water niet steeds gelijk van samenstelling, maar treden er in de tijd veranderingen op. Dat kan zijn door verande-

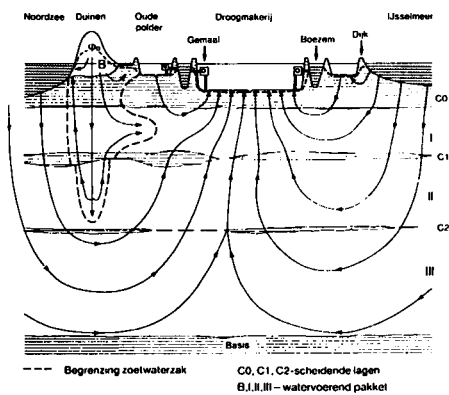


Fig. 6. Schema van de grondwaterstroming in de ondergrond van Noord-Holland (Uit Toelichting bij kaart van Alkmaar 19W en O van de RGD).

ring in de samenstelling van het infiltratiewater, door stromingen en door chemische processen in het poreuze medium waarin het water zich bevindt.

Door gebruik te maken van chemische kenmerken kan een hele reeks watertypen worden onderscheiden. De belangrijke kenmerken zijn:

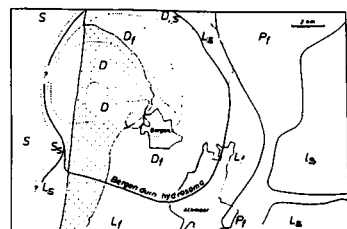


Fig. 9. Horizontale doorsnede op een diepte van 30 m - N.A.P van het gebied van fig. 7. Met de ruimtelijke verdeling van hydrosoma's in het tweede watervoerende pakket. D= Duinwater; L= Lagunewater; P= polderwater; S= Noordzeewater; s= verziltend; f= verzoetend; (Verdere onderverdeling hydrosoma's niet aangegeven).

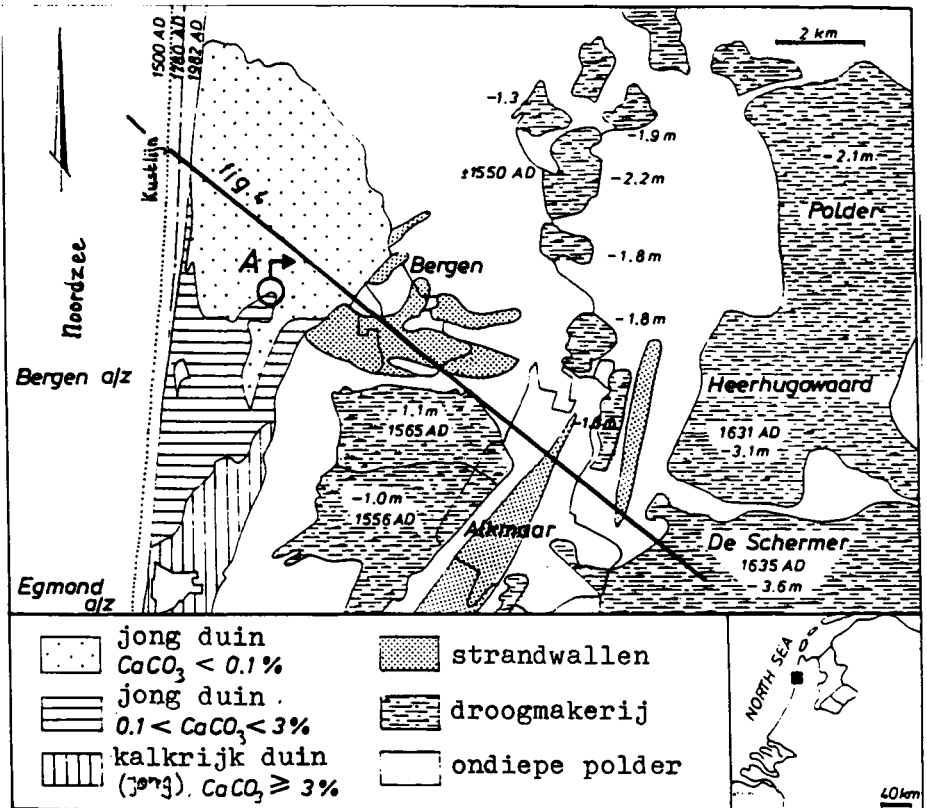


Fig. 7. Locatie en fysiografische indeling van het kustgebied bij Bergen (NH). De A geeft de grondwaterwinning van het PWN aan (Stuyfzand, 1989e).

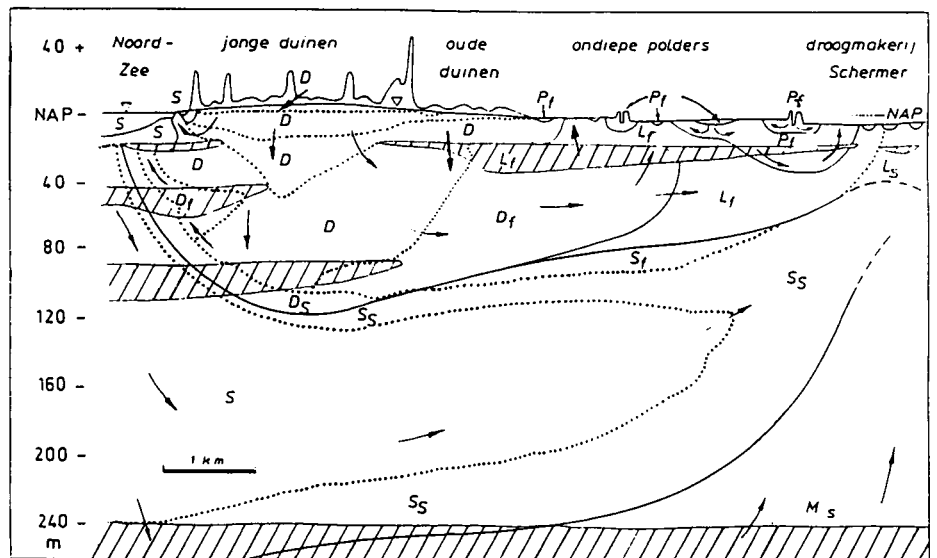


Fig. 8. Dwarsdoorsnede door duinen en polders bij Bergen (NH). Aangegeven is de ruimtelijke verdeling van de hydrosoma's. Slecht doorlatende lagen zijn gearceerd. Pijlen geven de grondwaterstromingsrichting aan. Verklaring van de letters in fig. 10. (Naar Stuyfzand, 1989e, sterk vereenvoudigd).

- Het belangrijkste is het chloridegehalte als maat voor het zout dat het water bevat. Ook speelt daarbij of water zouter wordt (verziltend) of juist minder zout (verzoetend).
 - Het gehalte aan voedingsstoffen. Een laag gehalte daarvan (oligotroof) is zeldzaam. Alleen de bovenste paar meter duinwater kan, als er geen landbouw bedreven wordt en er geen meeuwenkolonies zijn, slechts een matig gehalte aan voedingsstoffen hebben. Al de andere watersoorten bevatten meer of zelfs veel meer.
 - De verzadigingsgraad van water met ionen stammend van oplopende met kalk.
 - De redox-index.
- Van elk kenmerk bestaat een heel stel gradaties. De onderscheidingen tus-

sen de watertypen zijn nodig om de belangrijkste processen, die zich in de hydrosoma's afspelen te kunnen beschrijven.

Alleen als dat lukt wordt het mogelijk te zien welke kant de ontwikkeling opging en waarschijnlijk ook in de toekomst zal opgaan.

Dat maakt het weer mogelijk om maatregelen te nemen waarmee de waterwinning, de ondergrond en daarmee ook het landschap het meest zijn gebaat.

De hydrosoma's

De ruimtelijke verbreiding van vijf onderscheiden water massa's is weergegeven in een dwarsdoorsnede (fig. 8) en in een bovenaanzicht (fig. 9) Het betreft: Het *Maassluis-hydrosoma (M)*: Dit is het oudste. Het bestaat uit Noordzeewater dat tijdens de sedimentatie werd ingesloten in de Formatie van Maassluis (Vroeg-Pleistoceen, ongeveer 2 miljoen jaar terug). Sterke drainage van de droogmakerij, trekt dit water, dat elders zijn bovenkant op 240 m - N.A.P. heeft, ter plaatse omhoog.

Het *relict lagune- en waddenhydrosoma (L)*: Deze brakke en zoute grondwateren zijn 8000 tot 300 jaar geleden gevormd tijdens de Holocene transgressie. Dankzij bescherming van dit gebied door dijken en sluizen tegen overstroming door de zee, wordt dit water niet meer aangevuld. De belangrijkste voorkomens bevinden zich ten Oosten van het duinhydrosoma. Ze 'bloeden' als het ware leeg in de kwelzones van o.a. de Heerhugowaard en Schermer.

Het *Noordzeehydrosoma (S)*: Dit bestaat uit zout grondwater en is gevormd tijdens de Holocene transgressie van ongeveer 7500 jaar geleden, voornamelijk in een open marien milieu. Dit water kan gemakkelijk herkend worden o.a. door het hoge chloridegehalte van 16000 tot 17000 mgr./l.

Het *kustduinhydrosoma (D)*: De eerste kustduinhydrosoma's werden ongeveer 5000 jaar geleden gevormd. De kleine hydrosoma's dicht bij de droogmakerijen Heerhugowaard en Schermer en onder de steden Alkmaar en Heiloo, zijn verdwenen, dat komt door afvoer van regenwater via het riool in stedelijke gebieden door verdringing door polderwater dat via sloten en kanalen dwars door de Oude Duinen wordt aangevoerd voor irrigatie van landbouwpercelen. Ongeveer 1000 jaar geleden begon de vorming van de Jonge Duinen. Voor een deel oversterven ze de oostelijk gelegen Oude Duinen. In combinatie met kustafslag leid-

de dit tot erosie van de zoetwaterlens aan zijn westflank en tot aangroei landinwaarts. Latere vervormingen van de zoetwaterlens zijn ontstaan door sterke drainage van de naburige droogmakerijen, grondwaterwinning, verlaging van de waterstand in de ondiepe polders, bebossing van de Jonge Duinen en een voortdurende kustafslag in het noordelijke duingebied. Kustduinwater onderscheidt zich van zoet polderwater o.a. door een lager chloridegehalte.

Het *polderhydrosoma (P)*: De afgelopen 1000 jaar creëerde de mens een dicht drainagenetwerk in de polders achter de duinen, bestaande uit kanalen, sloten en drains. De boezems (hoofdkanalen) hebben hun waterpeil dikwijls hoog boven het polderoppervlak. Zij worden doorgespoeld met water dat ten dele afkomstig is van de Rijn, om het zoutgehalte laag te houden, zodat het geschikt is voor irrigatie van de polders in de zomer. Zowel het boezemwater als ook het oppervlakte- en regenwater in ondiepe polders grenzend aan diepe polders, zullen infiltreren en zo de onderliggende watervoerende pakketten een sterke voeding geven en aldus leiden tot tamelijk omvangrijke polderhydrosoma's, zoals ten Westen van de droogmakerijen Heerhugowaard en Schermer. Door variabele bijdragen van brak kwelwater, Rijnwater en lokaal regenwater in combinatie met een sterk wisselend landgebruik, is geen polderwater gelijk. De grotere hydrosoma's worden echter vooral gedomineerd door infiltrerend boezemwater, waarvan de samenstelling goed bekend is.

Het geheel overziende kan voor de toekomst het volgende worden gesteld dat:

- de bovenste twee meter van het kalkarme duinwater vertoont duidelijk de effecten van een voortgaande verzuring toont.
- in de kwelgebieden in de ondiepe polders en de droogmakerijen komt grondwater naar boven dat behoorlijk of sterk beladen is met voedingstoffen. Tenzij het naar bovenkomende fosfaat (Bij de aanvoer van groeibevorderende stoffen is fosfaat meestal de beperkende factor) effectief door ijzer worden vastgelegd, zal dit leiden tot verzuuring van de vegetatie ter plaatse.
- In een proces van honderden tot duizenden jaren, zal de brakke kwel tussen de duinen en de westrand van de diepe droogmakerijen wijken voor zoete.

- ten Oosten daarvan zal de kwel echter langzamerhand zouter worden, met alle gevolgen daarvan voor zoutgevoelige vegetaties.

Adressen van de auteurs:

* K.I.W.A.

Hfd. afd. speurwerk
Postbus 1072
3430 BB Nieuwe Gein

** Kennemerstraatweg 154
1851 AV Heiloo

Literatuur

Gebruikte literatuur

- Bloementhal, K.P. e.a., 1989. Water in the Netherlands.
- Stuyfzand, P.J., 1987. Hydrologie en waterkwaliteitsaspecten van Rijnsoevergrondwater in Nederland. Sticht. Postacad. Vorming Gezondheidstechniek, Syllabus Ch.GkG 16,29p.
- Stuyfzand, P.J., 1988. Hydrochemie en hydrologie van duinen en aangrenzende polders tussen Noordwijk en Zandvoort. K.I.W.A.-rapport SWE 87,007, 343p.
- Stuyfzand, P.J., 1990. Een hydrochemische faciesanalyse voor hydro-ecologisch onderzoek: Theorie en toepassing op Hollandse kustduinen en aangrenzende polders. K.I.W.A.-Meded. 114, 191-213.
- Westerhoff, W.E. e.a., 1987. Toelichting bij de geologische kaart van Nederland 1:50.000 Blad Alkmaar West (19W) en Blad Alkmaar Oost (19O).