

HYDROLOGIE VAN DE BEEGDERHEIDE

ONTSTAAN EN FUNCTIONEREN VAN DE VENNEN EN DE ONTWIKKELINGEN TUSSEN 1997 EN 2002

J.M.P.M. Peerboom, Waterschap Peel en Maasvallei, Postbus 3390 5902 RJ Venlo

C.J.S. Aggenbach & J.R. von Asmuth, Kiwa Water Research, Postbus 1072, 3430 BB Nieuwegein

Over de hydrologie van de Beegderheide was zes jaar geleden ten tijde van het eerste themanummer van het Natuurhistorisch Maandblad over de Beegderheide, nog betrekkelijk weinig bekend. Wel werd in dit themanummer gesproken over een aantal hydrologische bedreigingen, zoals het uitgraven van het tracé van de N68, de bouw van een waterpompstation en de ontgrindingen in het Maasdal. Deze ingrepen zouden verdroging van de vennen hebben veroorzaakt. Om meer zicht te krijgen op de hydrologie van het gebied en de mogelijke hydrologische bedreigingen, heeft het Waterschap Peel en Maasvallei en het Zuiveringschap Limburg in 1998 een hydrologisch onderzoek laten uitvoeren door Kiwa Water Research. Mede

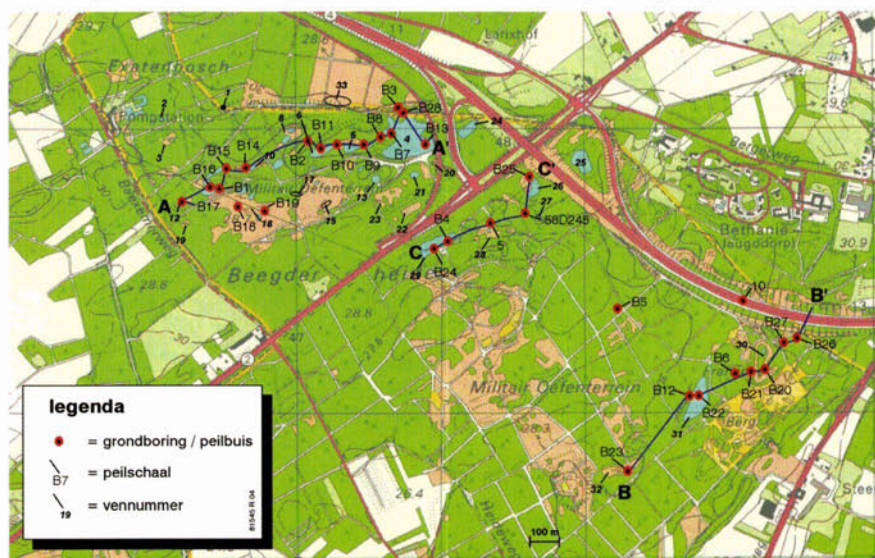
op basis van de resultaten van dit onderzoek zijn de afgelopen vier jaar tal van maatregelen genomen, waaronder het op grote schaal kappen van bomen in de nabijheid van de vennen. Met een intensief grondwaterstandmeetprogramma kunnen deze maatregelen momenteel worden geëvalueerd. Dit artikel geeft een samenvatting van de ontstaanswijze, de geologie en de hydrologie van de vennen en is voornamelijk gebaseerd op de resultaten van het Kiwa-onderzoek uit 1998 (AGGENBACH *et al.*, 1998). Daarnaast wordt op basis van meetresultaten over de periode vanaf 1997 tot en met 2002, ingegaan op het hydrologische gedrag van het gebied na uitvoering van de herstelmaatregelen.

GEOLOGIE

De Beegderheide is een hooggelegen (24-32 m +NAP) dek- en stuifzandgebied aan de

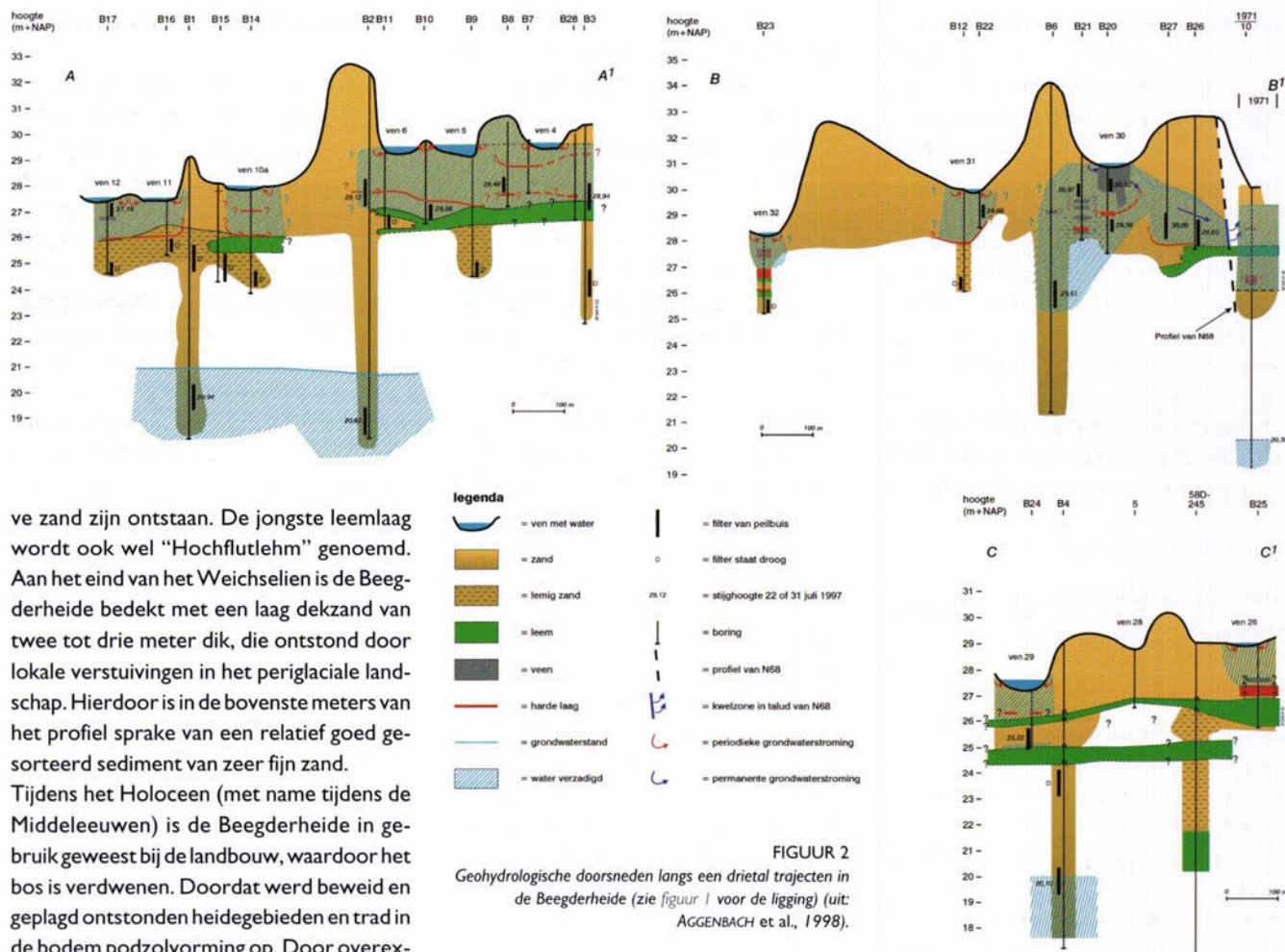
rand van het Maasdal. Voor de hydrologie van de vennen is de bovenste 20 meter van de bovengrond van belang. De basis bestaat uit Maasafzettingen van grof grind. De bovenste

tien meter zijn afgezet tijdens de laatste ijs-tijd (Weichselien) en bestaan uit allerlei eolische afzettingen van al dan niet lemig, fijn tot matig fijn zand en leem (RIJKS GEOLOGISCHE DIENST, 1971; AGGENBACH *et al.*, 1998). Plaatselijk zijn leemlagen (Brabantse leem) afgezet met een dikte van enkele decimeters tot een meter. Door fluvio-periglaciale processen (dat wil zeggen natte afzettingsprocessen tijdens koudere perioden) zijn lokaal leemlaagjes en laagjes met lemig zand afgezet. In het zuidoostelijk deel zijn door de Maas fluviale sedimenten (d.w.z. rivierafzettingen) afgezet. Het betreft in dit geval een tweetal leemlagen die bovenop het eerder afgezette gro-



FIGUUR 1

Overzicht over de Beegderheide met de vennen (voor nummers en vennamen zie HEIJLIGERS, 2003) en waarnemingsputten voor de grondwaterstanden (B-codes) en de locaties van de doorsnede-profielen (zwarte lijnen)
© Topografische Dienst, Emmen.



ve zand zijn ontstaan. De jongste leemlaag wordt ook wel "Hochflutlehm" genoemd. Aan het eind van het Weichselien is de Beegderheide bedekt met een laag dekzand van twee tot drie meter dik, die ontstond door lokale verstuingen in het periglaciaal landschap. Hierdoor is in de bovenste meters van het profiel sprake van een relatief goed gesorteerd sediment van zeer fijn zand.

Tijdens het Holoceen (met name tijdens de Middeleeuwen) is de Beegderheide in gebruik geweest bij de landbouw, waardoor het bos is verdwenen. Doordat werd beweide en geplagd ontstonden heidegebieden en trad in de bodem podzolvorming op. Door overexploitatie verdween de heidebegroeiing en ontstond een stuifzandlandschap van landduinen en veelal langgerekte uitstuivingsvlakten. In een deel van deze uitstuivingsvlakten ontstonden vennen.

In het gebied komen momenteel 32 vennen voor (figuur 1) die vooral in de hoog gelegen uitstuivingsvlakten liggen. De venpeilen variëren van circa 27 tot 31 m +NAP. Een complex van 29 vennen bevindt zich in twee uitstuivingsvlakten van het westelijke deel en een drietal vennen bevindt zich in het oostelijk deel, in enkele laagtes tussen hoge stuifduinen. Beide complexen worden gescheiden door een laag gebied met een hoogteligging van 24 tot 25 m +NAP. Vennen in de Beegderheide kwamen ook in vroegere tijden voor. Door de RIJKS GEOLOGISCHE DIENST (1971) zijn op diverse plekken overstoven veenprofielen aangetroffen.

SLECHT DOORLATENDE LAGEN

De wijze waarop de huidige 32 vennen zijn ontstaan, is niet met zekerheid vast te stellen. Wel is uit het onderzoek van 1997 en 1998

(AGGENBACH et al., 1998) duidelijk geworden dat de vennen hun bestaan danken aan ondiepe, slecht doorlatende bodemlagen waarop het regenwater stagneert. In het gebied komen vier typen slecht doorlatende lagen voor. Het betreffen verkitte ijzerlagen, leemlagen, overstoven veenlagen en kazige B-lagen (zie hieronder). De eerste twee typen lagen komen het meest voor onder de vennen. Figuur 2 laat een drietal geohydrologische profielen zien van het gebied. In figuur 1 is de ligging van deze profielen weergegeven.

Verkitte ijzerlaagjes zijn onder alle vennen aangetroffen. Het betreffen zeer harde afzettingen van slechts enkele millimeters dik, die meestal op een diepte van 1,5 tot 2 m onder het ven zitten. Soms zijn er twee of drie laagjes boven elkaar aanwezig. De Kleine Beegderpeel, het Verlande Ven en het Fingersven (respectievelijk nr. 11, 12, 3; figuur 2) bestaan louter en alleen door de aanwezigheid van zeer dunne ijzerlaagjes, ook wel "iron pan" genoemd. Het ontstaan van deze ijzerlaagjes houdt verband met podzolvorming in de bodem en is door DEKKER et al. (1997) uitgebreid beschreven. In heuvelachtige terreinen

zal het regenwater over de ijzerlaagjes hellingsafwaarts bewegen. In de laagtes kunnen zo op den duur minivennetjes ontstaan. Door afspoeling van fijn organisch materiaal vanaf de hellingen in deze laagtes kan de bodem worden afgedicht. Dit versterkt de stagnatie van water in de vennetjes. De vorming van iron pans maakt het mogelijk dat op den duur vennen kunnen ontstaan in van oorsprong droge gebieden. Onder een ven kan de iron pan een diepere ligging hebben dan de iron pan in de oeverzone, zoals ondermeer het geval is in het ven In de Slenk (nr. 10a). Deze 'sprong' wordt vermoedelijk veroorzaakt doordat door de permanente waterverzadiging boven de ijzerlaag onder de vennen deze laag zich naar beneden kan verplaatsen, hetgeen in de oeverzone niet het geval is. De iron pan heeft dan een badkuipvorm (ijzerkuip). In hoeverre verticale ijzerwanden voorkomen in de Beegderheide is moeilijk te zeggen, omdat deze met boringen niet zijn op te sporen. Er zijn wel aanwijzingen dat ze bij een deel van de vennen voorkomen.

Naast de iron pans zijn voor een groot aantal vennen ook slecht doorlatende leemlagen

van belang voor de stagnatie van regenwater. In deze vennen is vaak sprake van een combinatie van een leemlaag en iron pans. De leemlaag vormt dan de onderkant van het 'waterlichaam' van het ven. Bij één ven, het Frankeven (ven nr. 30), dragen behalve ijzerlaagjes en een leemlaag, ook veenlagen bij aan de stagnatie van water. Deze veenlagen raakten ingeschakeld in het zand als gevolg van overstuiving met zand. Het veen wordt dan samengedrukt en krijgt daardoor een hoge weerstand voor water. Onder het Frankeven zelf komt hiernaast ondiep in het zandprofiel ook nog een zwak verkitte humeuze zandlaag voor. Deze is ontstaan door inspoeling van humusdeeltjes vanuit het bovenliggende veen en wordt ook wel een kazige B-laag genoemd.

RELATIES MET DE REGIONALE HYDROLOGIE

De vennen van de Beegderheide functioneren hydrologisch vrijwel onafhankelijk van hun omgeving (figuur 2). In grote delen van het gebied is sprake van zogenaamde schijngrondwaterspiegels, waarbij sprake is van meer dan één grondwaterstand. In dit geval wordt een eerste grondwaterstand gevormd onder invloed van één of meerdere slecht doorlatende lagen. Vervolgens is de bodem onverzadigd en op grotere diepte is een tweede grondwaterstand aanwezig. Deze diepere grondwaterstand bevindt zich vier tot acht meter onder de onderkant van de schijngrondwatersystemen en staat in tegenstelling tot de schijngrondwaterstand, wel onder invloed van het regionale grondwatersysteem. Dit regionale grondwatersysteem bevindt zich in een goed doorlatend pakket van grind en grof zand. Dit betekent dat ingrepen, zoals die bijvoorbeeld in het Maasdal hebben plaatsgevonden of in de naburige Haelensche beek, alleen invloed hebben op de grondwaterstand van het regionale systeem en geen invloed hebben op de schijngrondwaterspiegels van de Beegderheide. De

hydrologie van de Beegderheide is dan ook zeer vergelijkbaar met die van de naastliggende terreinen Heelderpeel en de Tuspeel (WIT *et al.*, 1991).

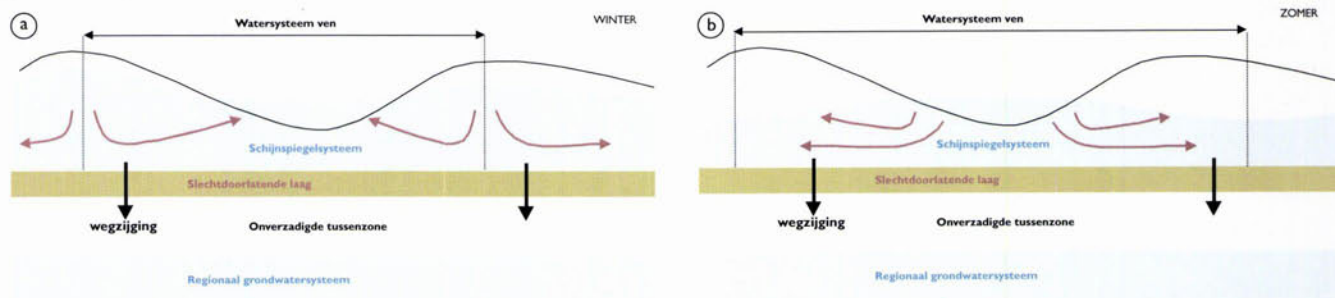
De vraag is of de schijngrondwatersystemen vroeger wel in contact stonden met het regionale grondwatersysteem. Dat kan het geval zijn geweest, indien het regionale systeem vroeger een hogere grondwaterstand had. Daarom zijn de grondwaterstandsverlagingen als gevolg van ondermeer de aanleg van het Lateraalkanaal (verlaging van circa 0,5 tot 2 m) en de drinkwaterwinning Beegden (verlaging van circa 0,4 m) onderzocht. Ingrepen in de nabij gelegen Haelensche beek zijn niet onderzocht, maar waarschijnlijk van een kleinere orde. De aanleg van de zuidelijk gelegen grindplas Panheel heeft niet voor een verlaging van het regionale systeem gezorgd. Als met de bekende verlagingen, de oorspronkelijke grondwaterstand van het regionale systeem wordt berekend, dan is nog steeds een onverzadigde zone aanwezig tussen het regionale grondwatersysteem en de schijngrondwatersystemen (1,5 tot 6 m). De conclusie is daarom dat de vennen van de Beegderheide altijd onafhankelijk zijn geweest van het regionale grondwatersysteem.

De vennen in de Beegderheide zijn in feite plaatsen waar de schijngrondwaterspiegel dagzoomt. Deze schijngrondwaterspiegels strekken zich ook uit buiten de vennen. Bij een aantal vennen zetten de schijngrondwatersystemen zich zo ver voort dat meerdere vennen in één schijngrondwatersysteem liggen. Een sterke aanwijzing hiervoor is het feit dat nabij gelegen vennen vrijwel hetzelfde venpeil hebben. Dit is het geval voor het Beegderven, het Eerste en Tweede Verlengde Ven en het Komven (nr. 4, 5, 6 en 8). Daarnaast kunnen dicht bij elkaar gelegen vennen juist in afzonderlijke schijngrondwatersystemen liggen. Een voorbeeld hiervan zijn enerzijds In de Slenk en de Kleine Beegderpeel en anderzijds het Verlan-de Ven (nr. 10, 11 en 12).

SCHIJNGRONDWATERSYSTEMEN

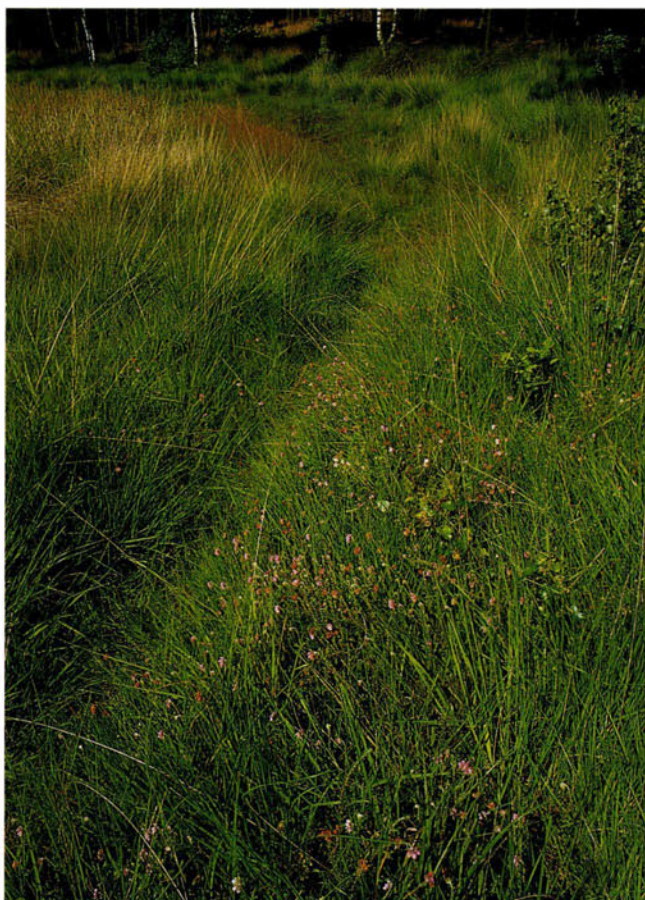
De waterstand van de vennen wordt in feite bepaald door het neerslagoverschot (neerslag minus verdamping), de wegzijging (stroming naar beneden) over de slecht doorlatende lagen naar het diepere grondwater en de horizontale afstroming van grondwater over de randen van de slecht doorlatende lagen. Omdat de schijngrondwaterspiegels ook doorlopen buiten de vennen, vindt in natte perioden ook een zekere voeding plaats vanuit de omgeving van het ven. In natte perioden is de grondwaterstand in de directe omgeving van het ven namelijk iets hoger, vanwege de kleinere waterbergingsmogelijkheden in de bodem ten opzichte van het ven zelf. In droge perioden stroomt om dezelfde reden juist venwater naar de omgeving, omdat dan de grondwaterstand in de omgeving lager is dan het venpeil. Afhankelijk van het verloop van het neerslagoverschot en -tekort ontvangt het ven aldus water vanuit zijn omgeving of verliest het water aan zijn omgeving. Dit fenomeen wordt ook wel het ademplasmaanisme genoemd (vergelijk JANSEN *et al.*, 2000). In figuur 3 zijn de relevante stromingsprocessen schematisch weergegeven.

Zoals eerder gesteld, stroomt water zowel verticaal als horizontaal het schijngrondwaterspiegelsysteem uit. Beide stromingen samen zijn in principe in evenwicht met het netto neerslagoverschot. Voor de horizontale wegstrooming zouden overigens de aanwezigheid en de vorm van de iron pan van grote invloed kunnen zijn. Als deze een kuipvorm heeft, dan kunnen de verticale wanden juist de horizontale wegstrooming sterk beperken. Het venpeil wordt dan vooral bepaald door het neerslagoverschot, de verticale wegzijging en alleen bij hoge venpeilen ook door laterale wegstrooming over de rand van de ijzerkuip.



FIGUUR 3

Schematische weergave van de grondwaterstroming rond een ven in de Beegderheide gedurende een periode met een neerslagoverschot (a) en gedurende een periode met een neerslagtekort (b).



FIGUUR 4
De situatie voor de
herstelmaatregelen:
verdroogd en vergrast ven,
met op de achtergrond bos
(foto: J. Geraedts).

Het hierboven beschreven ademplasma-mechanisme is van invloed op de seizoensmatige peilfluctuatie van het ven. De extra toestroming van grondwater naar het ven in natte perioden en het laterale verlies van venwater in droge perioden, bepaalt de grootte van de peilfluctuatie. Hoe verder het schijngrondwatersysteem zich buiten het ven uitstrekt, hoe groter de venpeilfluctuatie zal zijn. In feite is de verhouding tussen het venoppervlak en het oppervlak van het schijngrondwatersysteem in de omgeving van het ven, de zogenaamde *relatieve systeemgrootte*, bepalend voor de venpeilfluctuatie. Een ven dat volledig geïsoleerd is, en dus geen enkele laterale uitwisseling van water met de omgeving heeft, zal de kleinste peilfluctuatie hebben. Deze is namelijk gelijk aan de fluctuatie van het neerslagoverschot en het verdampingstekort. Vennen met een ijzerkuip zou-

den dus een kleine seizoensfluctuatie van het waterpeil hebben. De vennen in de Beegderheide vertonen duidelijk variatie in de seizoensfluctuatie, namelijk zo'n 20 tot 70 cm. Deze verschillen in peilfluctuatie weerspiegelen zich duidelijk in de vegetatie. Vennen met een grote fluctuatie hebben vaak een groot aandeel aan Pijpenstrootjesvegetatie. In vennen met een kleine fluctuatie ontbreekt dit vegetatietype juist en komt een verlandingsvegetatie van veenmos (*Sphagnum spec.*) voor. Vanuit het ademplasma-mechanisme verklaard, betekent dit dat de relatieve systeemgrootte per ven kan verschillen en dat deze verschillen hun weerslag op de vegetatie hebben.

Bijna alle vennen van de Beegderheide functioneren zoals hierboven is beschreven. Eén ven, het Frankeven (nr. 30 in figuur 2, door-

snede BB'), vormt hier een uitzondering op. Dit ven ligt in een complex schijngrondwatersysteem met diverse slecht doorlatende lagen. Het bijzondere is dat het Frankeven zowel tegelijk grondwater ontvangt (westzijde) als venwater verliest (oostzijde). De kwel aan de westzijde kan optreden door een permanente opbolling van de grondwaterstand onder het westelijk gelegen stuifduin. Het schijngrondwater van het Frankeven strekt zich zeer vermoedelijk uit tot aan de N68. Omdat deze weg diep is ingegraven wordt het schijngrondwatersysteem gedraineerd door het wegtalud. Dit is in het veld waarneembaar op het wegtalud aan minibronnen en een duidelijke zone met een Veenmosrijk Berkenbroek. Uit onderzoek van de RIJKS GEOLOGISCHE DIENST (1971) blijkt dat de grondwaterstand voor aanleg van de N68 circa 0,5 m hoger was dan die gedurende het onderzoek in 1997 en 1998. Aanleg van de weg heeft dus hier een verlaging in het schijngrondwatersysteem gezorgd. In hoeverre deze verlaging een effect heeft gehad op het peil van het Frankeven is, gezien de complexiteit van het schijngrondwatersysteem, moeilijk te zeggen.

ANTI-VERDROGINGS- MAATREGELEN

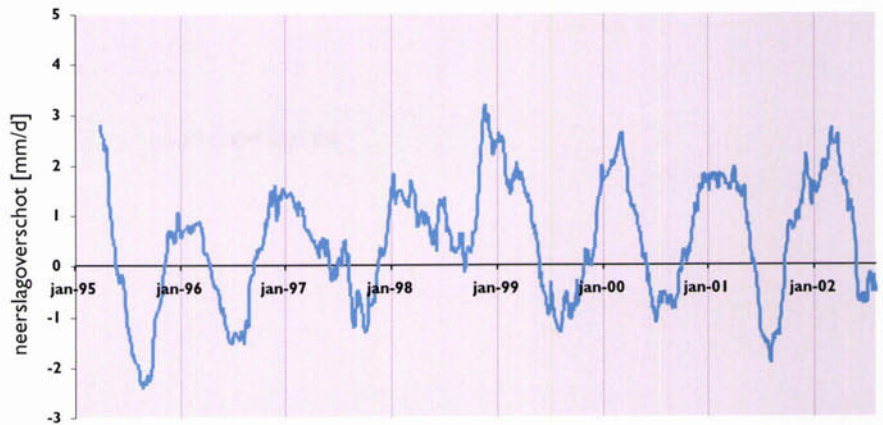
In AGGENBACH *et al.*, (1998) wordt geconstateerd dat verscheidende vennen zijn verdroogd. Dit is vastgesteld op basis van historische gegevens, vergelijking van kaarten uit verschillende perioden en analyse van vegetatiegegevens. Verdroging wordt ondermeer geconstateerd voor het Verloren Ven (nr. 32), het Fengersven (nr. 31) en mogelijk het Frankeven (nr. 30), het Verlande Ven (nr. 12), In de Slenk (nr. 10) en het Tweede Verlengde Ven (nr. 6). In 1998 werd geconstateerd dat de verdrogingsoorzaak vooral gezocht zou moeten worden in de toename van de bebos-sing met Grove den (*Pinus sylvestris*) rondom de vennen. Hierdoor zou het neerslagoverschot in het gebied van de schijngrondwatersystemen zijn verminderd. Dicht naaldbos verdampt namelijk meer water dan heide en stuifzand. Deze conclusie werd mede getrokken vanwege het uitsluiten van andere duidelijke verdrogingsoorzaken. Voor een aantal vennen kan wel een lokale ontwatering met greppels voor verlaging van het venpeil hebben gezorgd. In het Frankeven kan het venpeil zijn verlaagd door aanleg van de N68 (zie boven). Wel dient opgemerkt te worden dat tij-

TABEL I
Vennen waarvan het waterstandsverloop is geanalyseerd.

Ven	Vennummer	Meetlocatie	Wel/niet verdroogd (AGGENBACH <i>et al.</i> , 1998)
Frankeven	30	B21	onduidelijk, schijngrondwatersysteem wel beïnvloed door aanleg N68.
Fengersven	31	B22	wel
Verloren Ven	32	B23	wel
Eerste Verlengde Ven	5	B9	wel

FIGUUR 5

Verloop van het driemaandelijkse voortschrijdend neerslagoverschot gedurende de periode 1995-2002 voor de meteorologische stations Eindhoven (gewasreferentiever-damping) en Roermond (neerslag).



dens en voorafgaand aan het Kiwa-onderzoek (AGGENBACH *et al.*, 1998) sprake was van een historisch droge periode, waardoor de venpeilen ook historisch laag waren.

Op basis van indicatieve berekeningen is destijds vastgesteld dat het vervangen van het naaldbos door heidevegetatie, een grondwaterstandstijging tot gevolg kan hebben van 0,5 tot zelfs 1,0 meter ten opzichte van de huidige situatie. Omdat deze berekeningen geen rekening hielden met een toename van de horizontale wegstroming van grondwater als gevolg van een grondwaterstandstijging, geven deze getallen een maximaal mogelijke stijging weer. Het kappen van naaldbos zou volgens de berekeningen leiden tot een afname van de seizoensfluctuatie (30% tot 50%). Een kleinere fluctuatie is gunstig omdat ontwikkeling van een verlandingsvegetatie met veenmos dan meer kans heeft en daarmee de vorming van een waardevolle hoogveenvegetatie mogelijk maakt.

Op grond van deze berekeningen zijn in het gebied de afgelopen jaren grote arealen naaldbos gekapt. Deze maatregelen zijn ook genomen om de vroegere (vochtige) heide in ere te herstellen en om bladval in de vennen te verminderen en daarmee een deel van de eutrofiëring tegen te gaan (figuur 4).

MEETREEKSEN

Na de uitvoering van het Kiwa-onderzoek vanaf 1998 tot nu toe, zijn circa 25 meetlocaties voor de ven- en grondwaterstand gehandhaafd, waardoor thans een grote verzameling van tweewekelijks gemeten grondwaterstandreeksen beschikbaar is. Omdat het aantal beschikbare meetreeksen groot is, wordt in dit artikel volstaan met een beschouwing op een viertal vennen waar in de omgeving daadwerkelijk bos is gekapt en die samen een representatief beeld geven voor situatie in het gehele gebied. Tabel 1 geeft een overzicht van de vennen met hun meetlocaties en hun verdrogings-toestand. Voor de drie vennen ten zuiden van de Napoleonsweg is onduidelijk of ze wel of niet met elkaar in verbinding staan (zie doorsnede BB' van figuur 2). De grote niveauverschillen van de venpeilen en het dui-

delijke verschil in peildynamiek tussen het Frankeven en het Fengersven zou kunnen duiden op de aanwezigheid van gescheiden schijn-grondwatersystemen. Het Eerste Verlengde ven maakt onderdeel uit van een complex van vennetjes ten noorden van de Napoleonsweg die gedeeltelijk via het grondwater met elkaar in verbinding staan.

Rond alle vier de vennen heeft de afgelopen jaren op grote schaal boskap plaatsgevonden en zijn baggerwerkzaamheden uitgevoerd. Een overzicht van de uitgevoerde maatregelen en de tijdstippen waarop dit heeft plaatsgevonden wordt gegeven in VAN DEN BERG (2003).

SIMULATIEMETHODE

Het probleem met het vaststellen van trendmatige veranderingen van grond- en oppervlaktewaterstanden is dat deze niet alleen beïnvloed worden door bepaalde ingrepen, maar ook door meteorologische variatie. Figuur 5 geeft een indruk van de variatie van het neerslagoverschot gedurende de meetperiode tussen 1997 en 2002 voor de meteorologische stations Eindhoven en Roermond. Uit deze grafiek blijkt dat het neerslagoverschot in de periode 1996 tot begin 1998 zeer laag was en in de daarop volgende periode (tweede helft 1998) historisch hoog (circa 1000 mm/j). Beschouwing van de meetreeksen op zichzelf heeft daarom weinig zin. Indien een uitspraak gedaan moet worden over het functioneren van de vennen onder normale omstandigheden of over de effectiviteit van maatregelen, dan moet aangegeven worden welk deel van het peilverloop uit het klimaat verklaard kan worden en welk deel uit de genomen maatregelen.

De gemeten reeksen van venpeilen zijn "klimaatvrij" gemaakt met een zeer eenvoudige waterbalansmethode. Naast deze eenvoudi-

ge methode, zijn de meetreeksen geëvalueerd met de meer wetenschappelijk onderbouwde PIRFICT-methode (VON ASMUTH *et al.*, 2001) via een zogenaamde transfer-ruis-modellering. Het voordeel van dit laatste model is dat hiermee de uitkomsten automatisch geoptimaliseerd worden en betrouwbaarder zijn. Een meer uitgebreide beschrijving van deze methode en de uitkomsten voor dit gebied, zal naar verwachting dit jaar elders worden gepubliceerd.

Het "klimaatvrij" maken van de meetreeksen met de waterbalans-methode, houdt in dat getracht wordt de gemeten venpeilen rechtstreeks te simuleren op basis van het gemeten neerslagoverschot en een arbitraire netto wegzijgingsterm in het gehele schijn-grondwatersysteem van het ven. Een vermenigvuldigingsfactor voor het neerslagoverschot wordt toegepast om zodoende de grootte van het stroomgebied rondom het ven in rekening te brengen. Deze factor wordt aangeduid als de relatieve systeemgrootte (zie bij Schijn-grondwatersystemen).

In onderstaande formule staat de gebruikte rekenregel die is toegepast om het venpeil dagelijks te berekenen:

$$VP_t = VP_{t-1} + (P_t - f^*E_t) + PC_{vg} * (P_t - E_t)_{\text{voortschr. 90 d}} - I_c (1)$$

Waarin:

VP_{t-1} : venpeil vorige dag [m +NAP];

VP_t : venpeil vandaag [m +NAP];

P_t : neerslag station Roermond [m/d];

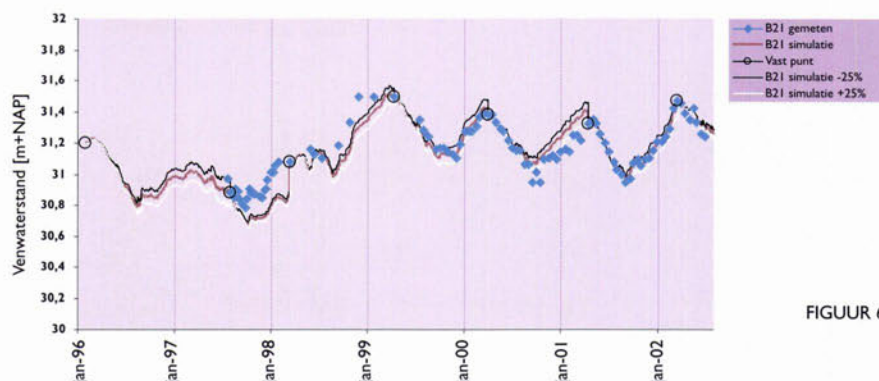
E_t : referentiegewasverdamming Eindhoven [m/d];

f : correctiefactor voor open-watervedamping (=1,2) [-];

PC_{vg} : relatieve systeemgrootte [-];

I_c : constante wegzijging door venbodem [m/d].

Bovenstaande model is toegepast op de vier vennen en, door aanpassing van het relatieve systeemgrootte en de wegzijgingsterm, zodanig gekalibreerd, dat de gemeten waterstanden zo goed mogelijk overeen kwamen



FIGUUR 6

VAN BOVEN NAAR BENEDEN

FIGUUR 6

Gesimuleerde en berekende venpeilen bij peilbuis B21 (Frankeven) met relatieve systeemgrootte van 0,4 en een constante wegzijgingsterm van 0,5 mm/d.

FIGUUR 7

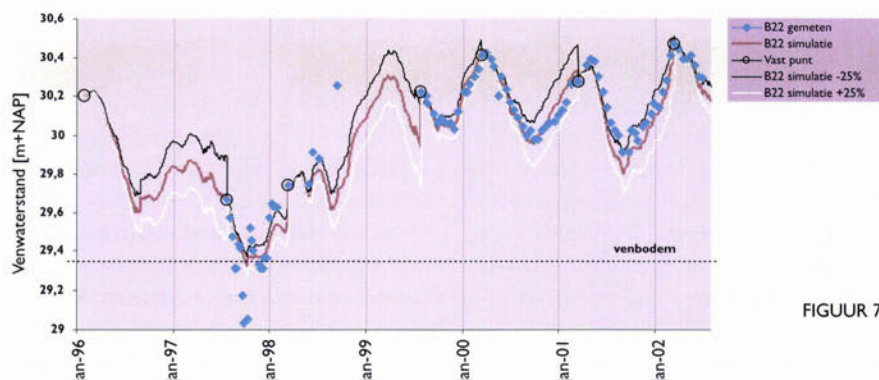
Gesimuleerde en berekende venpeilen bij peilbuis B22 (Fengersven) met relatieve systeemgrootte van 1 en een constante wegzijgingsterm van 1 mm/d.

FIGUUR 8

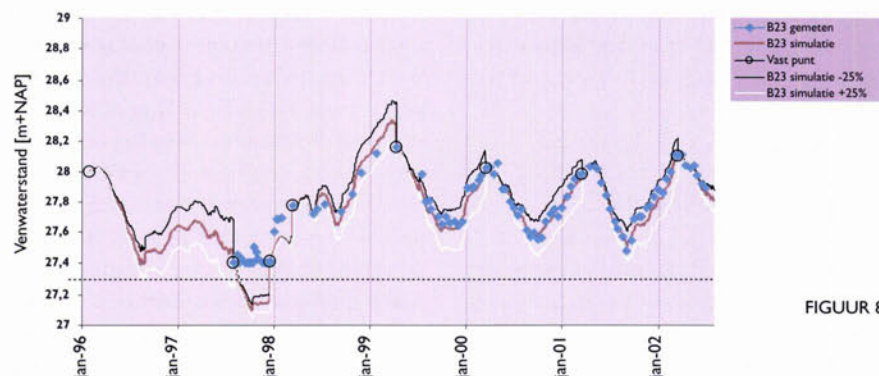
Gesimuleerde en berekende venpeilen bij peilbuis B23 (Verloren Ven) met relatieve systeemgrootte van 1 en een constante wegzijgingsterm van 1 mm/d.

FIGUUR 9

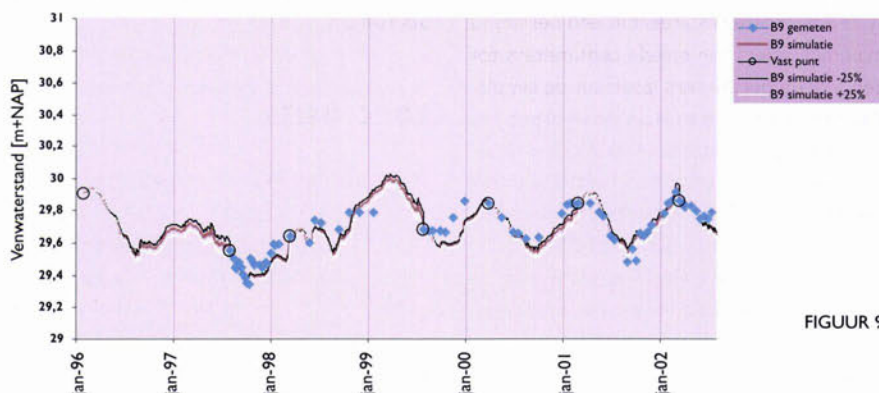
Gesimuleerde en berekende venpeilen bij peilbuis B9 (Eerste Verlengde Ven) met relatieve systeemgrootte van 0,25 en een constante wegzijgingsterm van 0,5 mm/d.



FIGUUR 7



FIGUUR 8



FIGUUR 9

met de gesimuleerde. Daarbij is steeds uitgegaan van een situatie waarin de standaard door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) verstrekte "gewasreferentieverdamping" optreedt, alsmede van een situatie met 25% meer (naaldbos) en 25% minder verdamping, om in de verschillende

situaties het maximale effect van de vervanging van naaldbos door een minder verdampende begroeiing te kunnen inschatten. Eén van de nadelen van het model is het feit dat op geen enkele wijze een terugkoppeling plaatsvindt met de omgeving. Zo zal in de praktijk de wegzijgingsterm groter worden

naarmate het venpeil stijgt, waardoor de peilstijging in werkelijkheid getemperd wordt, terwijl in de omgekeerde situatie verdere uitzakking van het venpeil gereduceerd wordt door afname van de wegzijgingsterm. Door het ontbreken van dit soort terugkoppelingen, zal een éénmaal te hoog of te laag berekend venpeil in alle volgende rekenstappen tot aan het eind van de berekening zijn invloed hebben, terwijl de berekening op dat moment correct is. Om dit soort verschijnselen zoveel mogelijk uit te sluiten, wordt de simulatiereeks ongeveer één keer per jaar voorzien van een gemeten waarde ("vast punt" in figuur 6-9), waarna het verdere verloop berekend wordt op basis van formule (1), waarbij uitgegaan is van drie groottes voor de verdampingsterm (de door het KNMI gemeten verdamping, 25% meer en 25% minder).

SIMULATIES

Figuur 6-9 laten een aantal simulaties zien van het Frankeven, Fengersven, Verloren ven en het Eerste Verlengde Ven. Uit deze simulatieresultaten blijkt dat het venpeil zeker vanaf begin 1999 zeer nauwkeurig kan worden berekend met de eenvoudige formule (1). Alleen in de beginperiode gedurende de periode zomer 1997 tot eind 1998 zijn een aantal afwijkingen te zien die voornamelijk toe te schrijven zijn aan het feit dat de gesimuleerde vennen (met name Fengersven en Verloren Ven) drooggevalen zijn als gevolg van de droge periode aan het begin van de simulatieperiode en daarvoor. Hierdoor zakt de waterstand tot onder de venbodem en bere-

FIGUUR 10

Een overgebleven plek met Ronde zonnedaauw (*Drosera rotundifolia*), zeldzaam voor het herstel van de vennen (foto: J. Geraedts).



kent de formule bij voorbaat onbetrouwbare resultaten. De afwijkingen in 1998 bij het Fengersven zijn waarschijnlijk toe te schrijven aan het feit dat baggerwerkzaamheden in augustus en september 1998 de venbodem tijdelijk meer doorlatend hebben gemaakt, waardoor het grondwater beter kon toestromen en het venpeil hoger kon stijgen. Verder is 1998 een zeer nat jaar geweest, waardoor mogelijk afwijkende hydrologische processen een belangrijke rol hebben gespeeld waarmee geen rekening is gehouden (bijvoorbeeld afstroming over maaiveld of afstroming over een ondoorlatende laag). De simulaties van het Frankeven en het Eerste Verlengde ven wijken duidelijk af van de andere twee simulaties vanwege de kleinere relatieve systeemgrootte en de kleinere wegzijgingsterm. Hierdoor is de fluctuatie van de waterstand van de vennen kleiner (doorgaans 30-40 cm/j tegenover 50-60 cm/j bij de andere twee vennen).

ANALYSE

Eén van de belangrijkste redenen voor de monitoring van waterstanden, was het volgen van de hydrologische veranderingen in het gebied, met name de veranderingen als gevolg van de boskap rondom de vennen. Het is dan ook buitengewoon ongelukkig dat de periode waarin deze omvormingen plaats hadden (de periode 1996 tot en met 1998) meteorologisch nogal afwijkend was (eerst een historisch droge en vervolgens een historische natte periode). Hierdoor wordt het beeld vóór en tijdens de veranderingen nogal verstoord. Het scheiden van meteorologische effecten en de effecten van de ingrepen, is dan ook moeilijk. Bovendien is de gemeten periode vóór het tijdstip van de ingrepen maar kort, en treden juist dan ook andere effecten op, zoals het droogvallen van de vennen. De uitkomsten van deze eenvoudige simulatieberekeningen zijn echter dermate frappant, dat een conclusie wel op zijn plaats is. Zo kan het droogvallen van diverse vennen bij de start van het onderzoek in 1997 voor een belangrijk gedeelte verklaard worden door de voorafgaande extreem droge

meteorologische omstandigheden, en het herstel van het venpeil in de jaren daarna voor een belangrijk deel door het extreem natte jaar 1998 en de natte jaren hierna.

Door de vrij lage schattingen van de relatieve systeemgrootte rond de vennen, lijkt een groot effect van het kappen van de naaldbomen afwezig: vaak is het berekende voedingsgebied rondom de vennen kleiner dan het ven zelf. Dit lijkt in tegenspraak met relatief grote voedingsgebieden die AGGENBACH *et al.*, (1998) veronderstelde, maar een en ander is verklaarbaar. Zo kan bijvoorbeeld de aanwezigheid van een ijzerkuip ertoe leiden dat de schijngrondwaterspiegel zich wel buiten het ven uitstrekt, maar dat de toegenomen grondwateraanvulling naar verhouding makkelijker naar de randen van het systeem wegvloeit dan naar het ven. De hier geschatte systeemgrootte resulteert in een berekend maximaal effect van enkele centimeters tot één à twee decimeters, zoals uit de simulaties met de grotere en kleinere verdampingstermen blijkt. De momenten waarop de ingrepen hebben plaatsgevonden zijn dan ook niet uit de verschillen tussen de gesimuleerde en de gemeten peilen te verklaren, omdat de verwachte verschillen vergelijkbaar zijn met de onnauwkeurigheid van het model.

Zoals gezegd, zijn de uitgangspunten van dit model zodanig dat er geen definitieve conclusies aan verbonden kunnen worden. Dit geldt met name ten aanzien van de effectiviteit van de maatregelen. Uit de meer complexere modelberekeningen met het eerder genoemde transfer-ruis-model PIRFICT blijken ook soortgelijke simulatieresultaten. De gemeten reeksen geven geen duidelijke trend-

matige veranderingen door de ingrepen. Ook blijkt uit deze berekeningen een soortgelijke relatieve systeemgrootte. De rekenresultaten sluiten echter niet uit dat met name in drogere perioden wél effecten van de maatregelen aantoonbaar zijn. Deze omstandigheden zijn echter sinds uitvoering van de maatregelen niet voorgekomen. Om een afdoende uitspraak te kunnen doen over de effectiviteit van de maatregelen, is het dan ook belangrijk dat de komende jaren ook in drogere periodes gemonitord worden. Alles overziende lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat de effecten van boskap op de venpeilen zeker minder zijn dan aanvankelijk in 1998 werd aangenomen. Het effect voor de relatief natte monitoringsperiode blijkt eerder beperkt tot enkele centimeters tot één of twee decimeters, dan de aanvankelijk berekende maximaal mogelijke stijging van 50-100 cm.

CONCLUSIES

Het Kiwa-onderzoek (AGGENBACH *et al.*, 1998) heeft aangetoond dat alle vennen in de Beegderheide bestaan dankzij het stagneren van water op slecht doorlatende lagen (zogenoemde schijngrondwatersystemen) van voornamelijk leem en verkit ijzer en af en toe overstoven veen en ingespoeld organisch materiaal. De vennen zijn hierdoor onafhankelijk van het regionale grondwatersysteem en van de verlagingen die daarin hebben plaatsgevonden. De venpeilen worden niet alleen beïnvloed door de neerslag, verdamping en wegzijging in het ven zelf, maar zeker ook door extra (horizontale) toestroming van en naar de omgeving. Hoe groter het

voedingsgebied, hoe groter de fluctuatie van het venpeil is.

Voor een deel van de vennen is op grond van historische gegevens en de soortensamenstelling van de vegetatie, vastgesteld dat verdroging is opgetreden (figuur 10). Als belangrijkste oorzaak van de verdroging wordt een toename van de verdamping door aanplant van naaldbout in de heide en het stuifzand gedurende de vorige eeuw vermoed. Met uitzondering van lokale verdrogingsoorzaken door aanleg van de N68 en greppels zijn andere grootschalige oorzaken niet aan de orde vanwege de hydrologisch "isolatie" van de vennen.

Het monitoringsonderzoek gedurende de periode van 1997 tot en met 2002 heeft verder inzicht gegeven in het hydrologisch functioneren van de vennen. Gebleken is dat de afgelopen vijf jaar de waterstanden duidelijk zijn gestegen en een regelmatigere fluctuatie hebben gekregen dan in het begin van het onderzoek in 1997. Een belangrijk deel van deze venpeilstijging kan worden verklaard door het optreden van een natte periode (1998 tot en met 2002) volgend op een drogere periode (1996 en 1997). Dit maakt duidelijk dat de peilen van de schijngrondwatersystemen en daarmee ook de venpeilen sterk afhankelijk zijn van de meteorologische variatie op korte termijn. De venpeilen konden dan ook relatief eenvoudig worden voorspeld op basis van de gemeten waterbalanstermen (met name neerslag en verdamping). Het gebruikte eenvoudige model was echter niet in staat om betrouwbare voorspellingen over de effecten van met name de boskap te geven. Met een complexer zogenaamd transfer-ruismodel was dit laatste beter mogelijk. Op basis van de simulatie van vier vennen waar op grote schaal boskap heeft plaatsgevonden, kon uiteindelijk echter ook daarmee geen trendmatige verandering van de venpeilen vastgesteld worden. Daarmee lijkt aangetoond dat de effecten van de boskap tijdens natte perioden zoals gedurende 1998 tot en met 2002, in de regel veel minder (maximaal 10-20 cm) zullen zijn dan de aanvankelijk berekende maximaal mogelijke stijging van 50-100 cm. Niet zeker is of dit ook geldt voor drogere perioden, omdat deze nog niet zijn opgetreden na de ingrepen.

Eenzijds is deze conclusie bemoedigend (één type menselijke ingrepen heeft een minder nadelig effect op de vennen dan gedacht werd), anderzijds stelt ons dit ook voor een

nieuw raadsel: de bebossingtheorie was tot stand gekomen door het uitsluiten van andere verdrogingsoorzaken en een zekere plausibiliteit van de bebossingoorzaak. De enige andere mogelijkheid om de geconstateerde verdroging te verklaren, lijkt op dit moment de wisselende klimatologische context. Hoewel de klimatologische omstandigheden de afgelopen 50 jaar niet dramatisch gewijzigd zijn, zouden juist dit soort gebieden sterk op natuurlijke klimatologische schommelingen op relatief korte termijn (5-10 jaar) kunnen reageren en tot uitdrukking kunnen komen in de gebruikte verdrogingsindicatoren. Nader onderzoek hiernaar wordt dan ook aanbevolen. Ook wordt aanbevolen om het monitoringsonderzoek nog een aantal jaren in deze opzet voort te zetten, om ook de respons op drogere omstandigheden te kunnen registreren en analyseren.

DANKWOORD

Een woord van dank is op zijn plaats voor Michel van Deursen, die als medewerker van waterschap Peel en Maasvallei gedurende 1997 en 1998 de peilbuiswaarnemingen waarvan hier gebruik gemaakt werd, onder vaak barre omstandigheden heeft uitgevoerd. Vanaf 1998 tot op heden werd dit belangrijke werk door de vrijwilligers van "de vrienden van de Beegderheide" voortgezet. Ook deze groep bestaande uit Herman van de Ven, Pierre Seuren, Ben van Krimpen, Gé Camps, Jos van Rens, Zef Nijsten, Mien en Wiel Derkx en Wim Willems, zijn wij veel dank verschuldigd voor het jarenlange zeer consciëntieuze werk.

SUMMARY

HYDROLOGY OF THE BEEGDERHEIDE AREA ORIGINS, MECHANISMS AND DEVELOPMENTS OVER THE 1997-2002 PERIOD

From 1997 until 1998, a hydrological field study was carried out at the Beegderheide area. The area consists of drift-sand dunes and moorland pools in blown-out pits. The moorland pools owe their existence to stagnant groundwater on mainly shallow loamy layers and very thin so-called iron pans, with occasional peat layers covered by drift sand and organic accumulation layers. The groundwater flows from the surrounding area to the pools in wet periods,

and in the opposite direction during dry periods. The dimensions of these catchment areas primarily determine the fluctuations in the water levels in the moorland pools, and hence the vegetation. The field study proved that the hydrology of the moorland pools is independent of the regional aquifer. Another conclusion from the study was that pine afforestation of the heathland vegetation in the vicinity of the moorland pools during the last decades has lowered water levels in the pools. In order to restore the water levels and the former moorland vegetation, pine trees were removed from the vicinity of the moorland pools between 1998 and 2000.

Water balance simulations for the 1997-2002 period, based on measured groundwater and fen levels, showed the effect of pine tree removal on the water levels to be no more than 10-20 cm. However, there appear to be non-linear effects of the water level on the hydrological processes, and the simulation models applied are not suitable for non-linear systems. Hence, the effect on the water levels may be larger in dry periods. Continuation of the monitoring is recommended, as well as further research on the influence of climatic fluctuations on desiccation.

LITERATUUR

- AGGENBACH, C.J.S., C. MAAS, & W.J.M.K., SENDEN, 1998. Ecohydrologisch onderzoek Beegderheide. Resultaten. Rapport nr. KOA 98.044. Kiwa N.V., Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- BERG, J.G.S. VAN DER, 2003. Uitvoering herstelplan Beegderheide. Natuurhistorisch Maandblad 92(5): 82-86.
- DEKKER, L.W., A.H. BOOIJ & C.J. RITSEMA, 1997. IJzerbanden en ijzervanden in onze zanden. De samenhang ervan met de stroming van water. Stromingen 3(2): 29 - 40.
- HEIJLIGERS, H.W.G., 2003. Amfibieën en reptielen van de Beegderheide. Een vergelijking van het voorkomen van voor en na de uitvoering van de herstelmaatregelen. Natuurhistorisch Maandblad, 92(5): 107-111.
- JANSEN, A.J.M., F.T.H.W. EYSINK & C. MAAS, 2000. Hydrological processes in a *Cirsio-Molinietum* fen meadow: implications for restoration. In: A.J.M. Jansen: Hydrology and restoration of wet heathland and fen meadows communities. Dissertatie Rijksuniversiteit Groningen (RUG), Groningen: 85-109.
- RIJKS GEOLOGISCHE DIENST, 1971. Geologisch onderzoek t.b.v. de wegomlegging Horn (met 6 bijlagen). Rapport no. 1023. Rijksgeologische Dienst, Haarlem.
- VON ASMUTH, J.R., C. MAAS & M. F. P. BIERKENS, 2001. Waarom doen alsof de neerslag eens per maand valt? Het discrete Box-Jenkins- versus het continue PIRFECT-tijdreksmodel, in theorie. Stromingen 7: 33-44.
- WIT, K.E., H.T.H.L. MASSOP, J.G. TE BEEST, M. WIJNSMA, W.J.M. TE RIELE, 1991. Effecten van grondwaterstandsdalingen op de hydrologische situatie in de natuurgebieden Tusspeel en Heelderpeel. Rapportnr. 129. Staring Centrum, Wageningen.