

Onderzoek en maatwerk voor verdrogingsbestrijding op het landgoed 'De Wildenborch'

Inleiding

Achtergrond

De grondwaterstandsaling van 10 tot 30 cm, die is aangetoond in het provinciale verdrogingsonderzoek [Kooiman *et al.*, 1993] onderschrijft de ecologische signalen uit het landgoed de Wildenborch. Naast de gesignaleerde verdroging vormde een financiële bijdrage in het kader van het bodembeschermingsbeleid de aanleiding om het project 'bestrijding verdroging landgoed De Wildenborch' te starten. Het project is uitvoeringsgericht en heeft

Uitvoering

Voor een goede informatie-uitwisseling en het creëren van draagvlak heeft de provincie een breed georiënteerde projectgroep samengesteld. Aangezien verdrogingsbestrijding maatwerk vereist, is een ecohydrologisch onderzoek uitgevoerd [Jansen *et al.*, 1994]. Aansluitend zijn de effecten van verschillende peilregimes bepaald [Massop en Peerboom, 1994]. Op basis van resultaten uit beide onderzoekresultaten heeft de projectgroep anti-verdrogingsmaatregelen

Samenvatting

Het project 'Bestrijding verdroging landgoed De Wildenborch' is gestart naar aanleiding van verdrogingssignalen en de mogelijkheid gebruik te maken van de rijksbijdrageregeling bodembeschermingsgebieden. Onderzoek van het ecohydrologisch systeem toonde aan dat de grondwaterstanden zijn gedaald en dat een belangrijk gedeelte van de diepe kwel flux wordt afgevangen door aangrenzende waterlopen. In de humusprofielen was de calciumbuffer op veel plaatsen nagenoeg op, waardoor de verzuring zal toenemen. Hydrologisch modelonderzoek had tot doel een scenario te formuleren voor een optimaal peilbeheer. Gekozen is voor het opzetten van het peil in drie waterlopen. Tijdens het groeiseizoen wordt een flexibel peilbeheer gevoerd. De te verwachten effecten voor de landbouw zijn relatief gering, terwijl er een positief effect is voor de natuur in de winter en het voorjaar. Het Waterschap van de Berkel is verantwoordelijk voor de uitvoering van de maatregelen.



H. J. REIT
Dienst Milieu en Water,
provincie Gelderland



H. TH. L. MASSOP
DLO-Staring Centrum,
Wageningen



P. C. JANSEN
DLO-Staring Centrum,
Wageningen



J. M. P. M. PEERBOOM
DLO-Staring Centrum,
Wageningen

tot doel het bestrijden van verdroging en het herstel van kwelstromen in het landgoed.

Beleidskader

In het provinciaal Waterhuishoudingsplan is aan het landgoed de functie 'water voor natuur van het hoogste ecologische niveau' toegekend. Verder is het landgoed, op basis van het Gelders Milieubeleidsplan, gelegen binnen het milieubeschermingsgebied 'De Graafschap'.

Het landgoed is aangewezen als Staats- en Beschermd Natuurmonument, waardoor bovendien bescherming wordt geboden op basis van de Natuurbeschermingswet. Deze beleidsmatige functietoekenningen stellen eisen onder meer aan grondwaterstand, grondwaterstroming en oppervlaktewaterpeil.

Het provinciaal beleid voor milieubeschermingsgebieden is gericht op het behouden of herstellen van zodanige bodemcondities dat de bijzondere waarde van de bodem duurzaam kan blijven bestaan. In deze gebieden wil de provincie het bestaande sectorale beleid bundelen tot een meer gebiedsgericht beleid. Extra maatregelen, die onder meer voortvloeien uit het Nationaal Milieubeleidsplan, worden in deze gebieden geconcentreerd. Hiertoe behoren onder meer stimuleringsprojecten, waarvoor een afzonderlijke rijksbijdrageregeling voor bodembeschermingsgebieden is vastgesteld. Het project wordt in dat kader uitgevoerd.

aangedragen [Projectgroep, 1994]. De feitelijke uitvoering van de maatregelen vindt plaats onder verantwoordelijkheid van het Waterschap van de Berkel.

In dit artikel worden de belangrijkste facetten uit het ecohydrologisch onderzoek, de effectbepaling anti-verdrogingsmaatregelen en de daaruit afgeleide maatregelen besproken.

Het landgoed 'De Wildenborch'

Systemschets

In het westelijk deel van de Achterhoek zijn de laagten tussen de Lochemerberg en Montferland opgevuld met fluviaatiele afzettingen van grof zand en grind. Daarop is tijdens de laatste ijstijd een aantal meters dikke laag dekzand afgezet. Plaatselijk zijn kleilaagjes afgezet en veengebieden tot ontwikkeling gekomen. De overwegend horizontale regionale grondwaterstroming in het grove watervoerende pakket staat onder invloed van de drainerende werking van de IJssel. In het golvende dekzand is naast de horizontale ook een verticale stromingscomponent van belang, resulterend in kwel- en infiltratiefluxen. Door de relatief lage ligging van het landgoed dagzoomde oorspronkelijk het kwelwater en vond tot bovenin het bodemprofiel aanrijking plaats van onder andere calcium- en bicarbonaationen.

Ontwikkelingen

Met de occupatie van het gebied zijn in de afgelopen eeuwen venen afgegraven,

gronden ontgonnen en de waterlopen gegraven [Veldink, 1970]. Desalniettemin kunnen de cultuurtechnische werken van de laatste decennia als het meest nadelig voor het landgoed worden beschouwd. Zo zijn twee waterlopen direct grenzend aan het landgoed gegraven en zijn andere waterlopen in de omgeving opnieuw geprofileerd en verdiept (afb. 1). Verder wordt in toenemende mate grondwater aan de grofzandige ondergrond onttrokken.

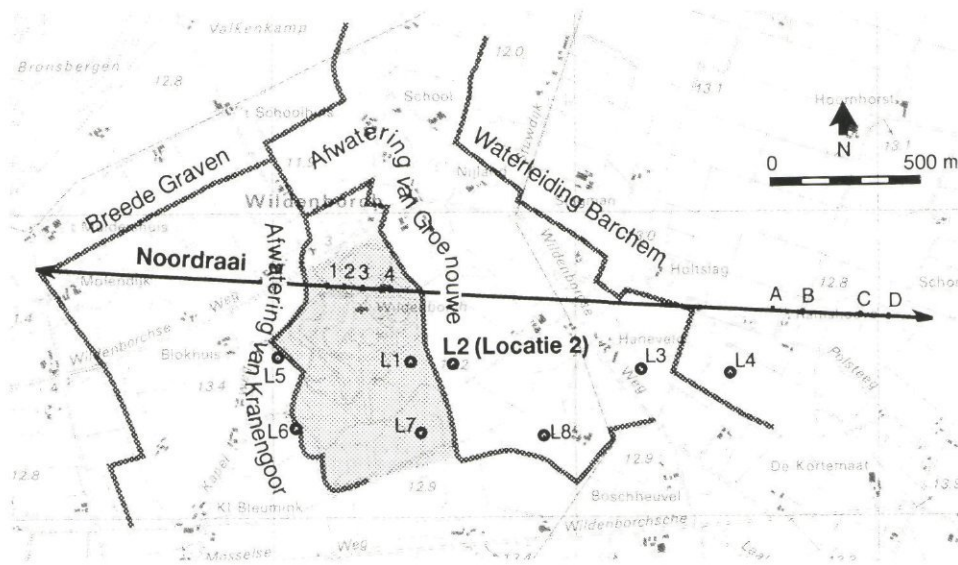
Het ecohydrologisch onderzoek

Opzet

Om op een lokale schaal verantwoorde en doelmatige maatregelen tegen verdroging te kunnen nemen is een nauwkeurige afstemming vereist met de werking van het ecohydrologisch systeem. Als aanvulling op de bestaande kennis is een meetplan opgesteld dat voorziet in een kartering van de bodem, het meten van waterstanden en de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater, en een beschrijving en chemische analyse van humusprofielen. De metingen zijn uitgevoerd in de periode april-oktober 1993.

Resultaten

Bodemopbouw. De bodemopbouw geeft informatie over de hydrologische en hydrochemische condities die tijdens de genese heersten. Recente veranderingen hebben (nog) niet tot een duidelijke



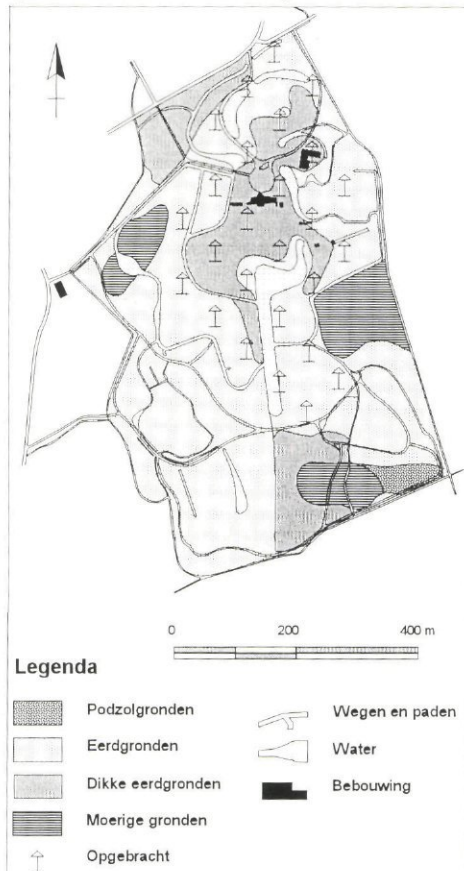
Afb. 1. - Situatiekaart van het landgoed 'De Wildenborch'.

wijziging in bodemopbouw geleid.

In het landgoed komen vier (sub)orden van bodemeenheden voor (afb. 2):

- De *eerdgronden* bedekken het grootste gedeelte van het landgoed. Op het sterk lemige dekzand ligt een 15-30 cm dikke humushoudende bovengrond die is ontstaan door een optimale strooiselvertering onder natte, kalkrijke omstandigheden. Op deze typische kwelprofielen

Afb. 2. - Bodemkaart van het landgoed 'De Wildenborch'.



liggen plaatselijk klei- en veenlaagjes.

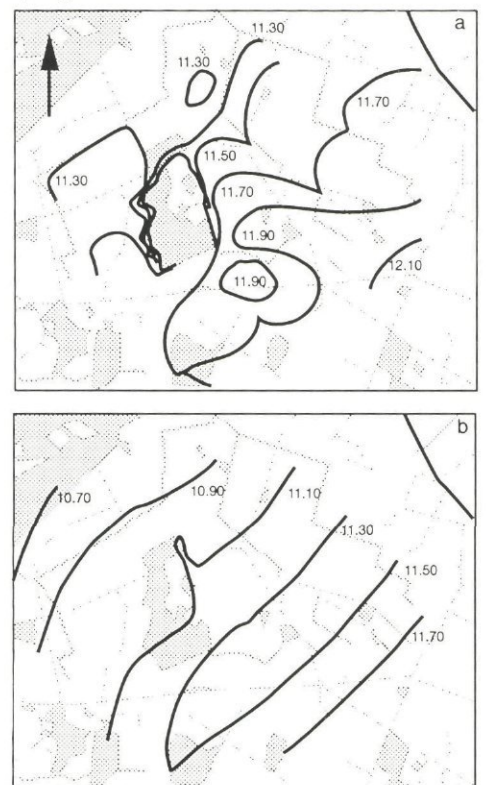
- In het landgoed is een gedeelte van de eerdgronden opgehoogd met plaggen uit de omgeving en bodemmateriaal uit de vijvers en grachten. Wanneer de bovengrond voor meer dan 50 cm humushoudend is, wordt gesproken van *dikke eerdgronden*. De kwelinvloeden zijn tot bovenin het verrijkte cultuurdek doorgedrongen.
- De in het landgoed voorkomende *moerige gronden* hebben een 10-30 cm dikke moerige of venige bovengrond die minimaal uit 20% organische stof bestaat. Een dergelijke bovengrond ontstaat door een slechte strooiselvertering door erg natte omstandigheden.
- In een wat hoger gelegen gedeelte in het zuidoosten van het landgoed komen *podzolgronden* voor. De voor deze gronden karakteristieke inspoelingshorizont is dun en duidt op een geringe infiltratie met relatief hoge grondwaterstanden. De begindiepte van de kalkrijke ondergrond in het landgoed varieert van minder dan 1 m op een laaggelegen plek aan de oostzijde tot meer dan 2 m in het hogere midden en noordwesten.

Hydrologie. Het grondwater in het grove watervoerende pakket stroomt in noordwestelijke richting. In tegenstelling tot het winterseizoen vertoont het freatische grondwater in het zomerseizoen een gelijkmatig stromingsbeeld. De waterlopen staan dan dikwijls droog of hebben geen drainerende functie meer (afb. 3a en 3b). Daarentegen werken de waterlopen die aan het landgoed grenzen in natte perioden sterk drainerend. In het landgoed is het freatische niveau vrij vlak dankzij het vertakte grachtenstelsel. Door de grondwaterstandsdeling met ongeveer 20 cm in de afgelopen decennia [Kooiman *et al.*,

1993; Jansen *et al.*, 1994] is de berging voor neerslagwater vergroot en manifesteert de kwel zich op een lager niveau in het bodemprofiel. Dankzij de goede capillaire eigenschappen van het leemhoudende dekzand [Wösten *et al.*, 1987; Belmans *et al.*, 1983] heeft de daling van de zomergrondwaterstand nog geen wezenlijke gevolgen voor de vochtvoorziening van de vegetatie.

Hydrochemie. De in de aangrenzende waterlopen aangetroffen calciumconcentraties van 120-140 mg/l duiden op kwelwater. Dergelijke concentraties zijn ook gemeten in het grove watervoerende pakket op 10 m diepte en op veel plaatsen in het bovenste grondwater in het landgoed. Alleen op enkele hoger gelegen lokaties en in de grachten en vijvers, die vroeger een ontwaterende functie hadden, is de concentratie minder dan 100 mg/l. Dicht langs de waterlopen zijn ongewoon hoge concentraties calcium, bicarbonaat en sulfaat gemeten. Het voorkomen van sulfaat duidt op oxydatie van pyriet (FeS₂). Pyriet vormt zich in uitsluitend zuurstofloos milieu bij aanwezigheid van voldoende ijzerrijk water. Door verdergaande ontwatering kan zuurstof dieper in het bodemprofiel doordringen, waardoor pyriet oxydeert, ijzer als ijzeroxyde of ijzerhydroxyde neerslaat en zwavel als sulfaat in oplossing komt. Verzuring treedt niet

Afb. 3. - Isohyphen van het freatische grondwater:
a) april 1993;
b) augustus 1993.



op door een reactie met calciumcarbonaat (CaCO_3).

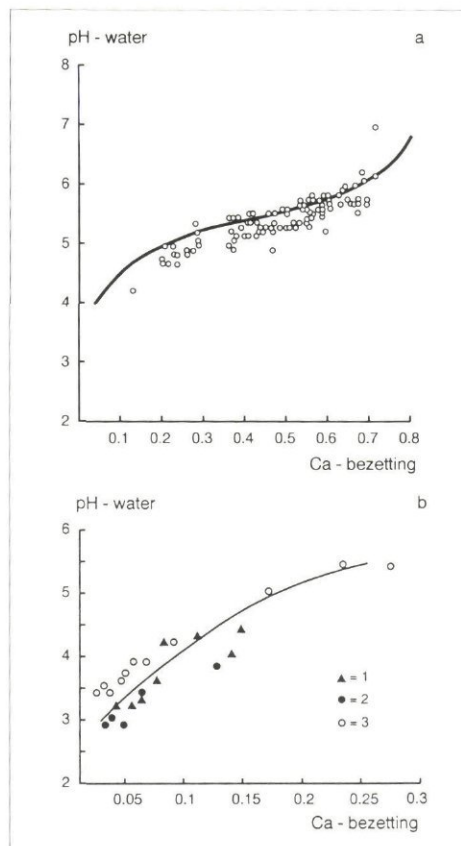
Tussen de watermonsters en de samenstelling van fictieve mengingen van regenwater (atmotroof), lokaal diep grondwater (lithotroof) en verontreinigd water is op basis van de ionensamenstelling met het programma MAIONF [Van Wirdum, 1991] de onderlinge overeenkomst berekend. Hieruit is het aandeel regenwater van de monsters afgeleid. Het ondiepe grondwater in het landgoed bestaat voor 20-50% uit atmotroof water. Op enkele plekken onder dikke eerdgronden en podzolgronden is dat zelfs 75-95%, maar langs en in de waterlopen 10-20%.

Humusprofiel. Onderzoek aan het humuscompartiment, de belangrijkste schakel tussen grondwater en vegetatie, toonde aan dat er wezenlijke veranderingen optreden. Op standplaatsen waar oorspronkelijk basenrijke omstandigheden heersten en snelle nutriëntenkringlopen voorkwamen, is plaatselijk sprake van strooiselaccumulatie. Op deze standplaatsen is de afbraak van organisch materiaal kleiner dan de aanvoer. Dit proces leidt tot basenarme standplaatsen met een stagnerende nutriëntenkringloop.

Een basenrijk milieu blijft echter bestaan zolang nog voldoende calcium aan het adsorptiecomplex in de bovengrond aanwezig is. Afbeelding 4a laat zien dat de zuurgraad (pH) van de bodem niet-lineair gecorreleerd is met de calciumbezetting van het adsorptiecomplex. In het traject met een calciumbezetting van 60 tot 30%, vindt buffering van zuur plaats bij een pH-waarde van 5,5. Wanneer de calciumbezetting kleiner is dan 30% vermindert het zuurbufferend vermogen en zal de pH sterk dalen. Daarentegen is bij een calciumbezetting van meer dan 60% sprake van een kalkbuffersysteem met een pH van ongeveer 8. In een uitvergroting van afbeelding 4a zijn dezelfde variabelen van bodemonsters uit het landgoed weergegeven (afb. 4b). Uit deze afbeelding kan worden geconcludeerd dat de calciumbezetting in het gehele landgoed laag is. Op enkele eerdgronden, waarvan sommige met een dun cultuurdek, is de pH nog relatief hoog. De meeste lokaties verkeren echter in een situatie waarin de pH gevoelig is voor een verdere daling naar extreem lage waarden. Deze situatie doet zich niet alleen voor in de humeuze, maar ook in de bovenste minerale bodemhorizonten.

Synthese

Door een daling van de grondwaterstand en het afvangen van de kwelflux door de aangrenzende waterlopen is infiltratie



Afb. 4. - Het verband tussen de zuurgraad en de calciumbezetting van het adsorptiecomplex.
a. Natuurterreinen in Nederland;
b. Het landgoed 'De Wildenborch':
1: L/F horizont: verse dode plantdelen en gedeeltelijk afgebroken strooisel
2: H-horizont: fijn verdeelde organische stof
3: Ah-horizont: menglaag van de minerale bodem met de bovenliggende humuslaag.

in het landgoed gaan overheersen. Desondanks is de vochtvoorziening nog goed en heeft het grondwater, dankzij het voorkomen van kalkrijk moeder materiaal op geringe diepte in de ondergrond, op veel plaatsen nog een overwegend lithotroof karakter. Door het wegvallen van de kwelflux is de aanrijking van basische kationen tot aan het maaiveld nu afhankelijk van capillaire nalevering. Die is echter onvoldoende om de basenstatus te handhaven. Daardoor verslechteren de condities voor strooiselafbraak en ontwikkelt zich op verscheidene plekken bovenop het gehomogeniseerde humusprofiel een ecto-organisch humusprofiel. Kiemplanten en vervolgens ook ondiep wortelende kruiden worden als eerste met het verzurende standplaatsmilieu geconfronteerd.

Maatregelen voor natuurontwikkeling Natuurdoelstelling

De resultaten van het ecohydrologisch onderzoek en de natuurdoelstelling voor het landgoed geven aan dat niet alleen

vernating moet worden nagestreefd maar vooral ook een toename van kalkrijk water tot hoog in het profiel. Dit betekent voor de waterhuishouding:

- een hoge grondwaterstand, waardoor de aanvoer van mineraalrijk grondwater naar de wortelzone toeneemt, het vochtbergend vermogen van de bodem vermindert en de oppervlakkige afvoer van verzurend neerslagwater wordt vergroot;
- een kleinere kwelflux naar de diepere waterlopen, waardoor ondiepe grondwaterstroming met langere verblijftijden naar het landgoed toeneemt. Hierdoor wordt de calciumbuffer in de bodem vergroot en zal het zuurbufferend vermogen in de bodem toenemen;
- het conserveren van grondwater, waardoor in tijden met een neerslagtekort de capillaire nalevering met water van een meer lithotrofe samenstelling plaatsvindt.

Voorstel voor maatregelen

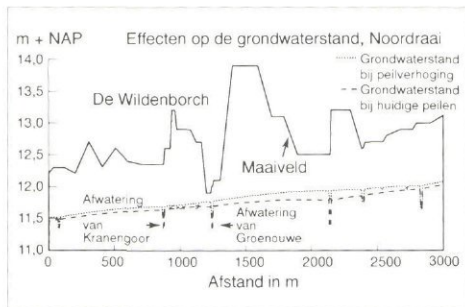
De projectgroep De Wildenborch heeft na afweging van de aanwezige landbouwbelangen en de richtlijnen uit het provinciaal Waterhuishoudingsplan betreffende handhaving ontwateringsnorm en schadecompensatie geconcludeerd dat het plaatsen van beweegbare stuwen de meest verantwoorde oplossing biedt. Door het waterpeil in de direct aangrenzende waterlopen en een verder bovenstrooms gelegen waterloop zo vroeg mogelijk in het najaar te verhogen vermindert de afvoer van schoon lithotroof grondwater, wordt de grondwaterstand verhoogd en neemt de calciumbuffer door capillaire opstijging toe. Aangezien een hoge grondwaterstand in het voorjaar een belangrijke voorwaarde is voor kwelafhankelijke natuur, wordt het waterpeil voor een continue landbouwkundige bedrijfsvoering pas in het voorjaar verlaagd.

Een maatregel voor de langere termijn betreft het herstel van de interne detailontwatering, waardoor voorkomen wordt dat stagnatie optreedt van oppervlaktewater en daardoor verzurend neerslagwater alsnog in de bodem infiltreert.

Effectbepaling anti-verdrogingsmaatregelen

Voor een verantwoorde besluitvorming door het bestuur van het Waterschap van de Berkel is aanvullend onderzoek verricht naar effecten van diverse vormen van peilbeheer [Massop en Peerboom, 1994]. De voorgestelde maatregelen zijn door een nader hydrologisch onderzoek geëvalueerd. Als doelstelling voor de natuur is uitgegaan van een grondwaterstand waarbij de capillaire opstijging naar de wortelzone nog net maximaal is, om de landbouw zo gering mogelijk te schaden.

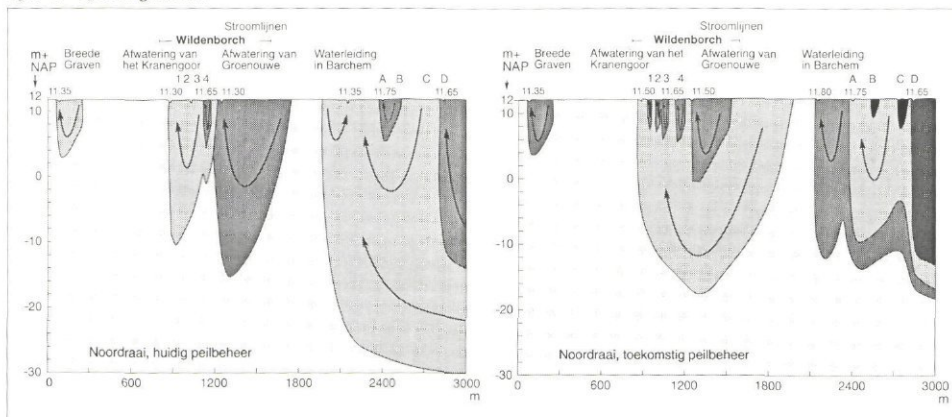
Dit grondwaterstandsniveau ligt op 80 cm -mv. Als eerste stap is in twee raaien dwars op het landgoed voor verschillende oppervlaktewaterpeilen het effect op de kwelstroom en kwelintensiteit naar het landgoed alsmede de grondwaterstand in en buiten het landgoed doorgerekend met behulp van het stationaire, twee-dimensionale model FLONET. Uit de berekeningen blijkt (afb. 5) dat een verhoging van het oppervlaktewaterpeil niet volledig doorwerkt in de grondwaterstand, door verlaging van de drainageweerstand en een andere verdeling van de afvoer over de verschillende ontwateringsmiddelen.



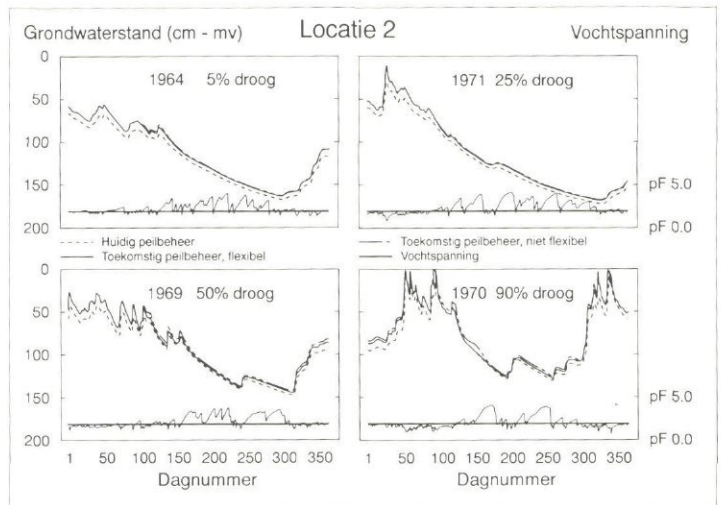
Afb. 5. - Grondwaterstandsverloop.

Na evaluatie van de resultaten blijkt het mogelijk om de peilen in de waterlopen die grenzen aan het landgoed met 20 cm op te zetten, terwijl ook voor een derde waterloop, die op wat grotere afstand van het landgoed is gelegen, het peil kan worden opgezet met 45 cm. Het opzetten van de peilen heeft vooral effect in de winterperiode omdat in de zomer de sloten droogvallen. In afbeelding 6 zijn de systeemgrenzen voor de verschillende waterlopen in de huidige en de toekomstige situatie weergegeven. Voor acht representatieve lokaties (afb. 1) zijn vervolgens berekeningen uitgevoerd met het niet-stationaire eendimensionale verticale model SWAP93 om de effecten en mogelijkheden van peilverhoging te kunnen evalueren voor

Afb. 6. - Systeemgrenzen.



Afb. 7. - Gesimuleerd grondwaterstandsverloop lokatie 2.



de landbouw en de natuur. De berekeningen zijn uitgevoerd voor drie representatieve weerjaren (afb. 7). Hierbij zijn zes scenario's voor waterconservering doorgerekend. Voor de modelberekeningen met SWAP93 is de onderrandvoorwaarde ($q(h^*)$ -relatie) afgeleid uit de berekeningen met het model FLONET, waarbij voor de desbetreffende lokaties voor verschillende grootten van het neerslagoverschot de bijbehorende grondwaterstand is berekend.

Zoals verwacht heeft de waterconservering meestal alleen effect op de grondwaterstand in de winter en het voorjaar. Afhankelijk van weerjaar en lokatie bedraagt de verhoging 5 à 15 cm. Voor de natuur is het aantal dagen geëvalueerd dat het 80 cm -mv-niveau wordt overschreden en de capillaire opstijging nog maximaal is. Het blijkt dat in gemiddelde en natte situaties een winst van circa 24 dagen wordt bereikt. De effecten voor de landbouw zijn op drie manieren nader geëvalueerd, namelijk door de start van de gewasgroei, de productie verliezen en het aantal niet-werkbare dagen. De grasgroei start in het voorjaar bij het bereiken van een temperatuursom van 200 zoge-

naamde graaddagen. Bij hoge grondwaterstanden moet de temperatuur gecorrigeerd worden voor natte omstandigheden. Het blijkt dat de voorgestelde maatregelen nauwelijks invloed hebben op het tijdstip waarop de temperatuursom wordt bereikt. Ook het effect op de directe productie verliezen, bepaald uit verschil in relatieve gewasverdamping, is gering. De draagkracht van de bovenste 5 cm van het profiel bepaalt het aantal werkbare dagen. Als de draagkracht < 0,6 MPa bedraagt, is het veld niet meer betreedbaar. Het aantal niet-werkbare dagen is voor de laaggelegen lokaties in de huidige situatie al erg hoog en zal door de maatregelen nog enigszins toenemen, met maximaal 15 niet-werkbare dagen. In totaliteit blijken de effecten voor de landbouw echter gering bij alle scenario's.

Op basis van deze bevindingen is een definitief scenario geformuleerd. Dit scenario houdt in dat de stuwen het hele jaar worden opgezet, met uitzondering van de periode(n) tussen 1 april en 1 november waarin de grondwaterstand hoger is dan 80 cm -mv. Als maatgevend zijn grondwaterstanden op twee relatief laaggelegen lokaties genomen. Vervolgens zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd om de effecten van het definitieve scenario op de landbouw te kwantificeren. Hiervoor is een periode van 30 jaar doorgerekend. In tabel I staan de landbouwkundige effecten weergegeven. Naar aanleiding van het hydrologisch onderzoek is een informatie-avond belegd, om belanghebbenden in te lichten over de voorgenomen maatregelen. Tijdens deze bijeenkomst ging vooral de aandacht uit naar de landbouwkundige effecten. Op grond van deze discussie heeft het waterschapsbestuur besloten de effecten van de ingrepen op zowel het landgoed als voor de landbouw door een peilbuizen-

TABEL I – Gemiddelde aantal niet-werkbare dagen, relatieve verdamping en dagnummer waarop de gewasgroei start voor de periode 1959-1988, voor acht lokaties in de huidige situatie en in de situatie met flexibel peilbeheer.

Lokatie	Huidige situatie			Situatie met flexibel peilbeheer		
	NWD	RWD	SGG	NWD	RWD	SGG
1	74	92,3	80	79	91,2	82
2	69	92,6	79	75	91,9	81
3	0	94,1	73	0	95,1	73
4	26	95,1	76	37	97,5	77
5	3	98,2	76	3	98,3	77
6	4	97,8	77	6	97,5	78
7	24	97,0	76	28	97,0	77
8	1	96,6	74	1	97,3	75
Gem.	25	95,5	76	29	95,7	78

NWD = aantal niet-werkbare dagen (februari - maart)

RWD = relatieve gewasverdamping

SGG = start gewasgroei

net te gaan monitoren, waarbij minimaal één buis continu wordt geregistreerd.

Discussie en evaluatie

Voor projecten die gericht zijn op het herstellen van het standplaatsmilieu van waardevolle gebieden is een gedegen onderzoek naar de oorspronkelijke en de actuele situatie onmisbaar. Om voldoende maatschappelijk draagvlak voor mogelijke waterhuishoudkundige maatregelen te creëren, moeten vervolgens de effecten voor natuur en landbouw worden bepaald, waarbij naar een situatie wordt gestreefd waarin de (minimale) eisen voor de natuur worden gerealiseerd en zo min mogelijk schade aan de landbouw wordt toegebracht.

In algemeen evaluerende zin kunnen de volgende conclusies en aanbevelingen worden gegeven:

- Met het verdrogen van vegetaties is een verzuringsproces van de bodem in gang gezet. Anti-verdrogingsmaatregelen moeten dan ook niet alleen gericht zijn op vernatting maar ook op aanrijking van kalkrijk en voedselarm water tot in de wortelzone.
- Op termijn betekent een herstel van het vroegere hydrologische regime ook een verbetering van de daaraan gerelateerde standplaatscondities voor kwelafhankelijke vegetaties. Een versnelde afbraak van de geaccumuleerde voorraad organische stof zal echter lang najlen en leiden tot een toename van stikstofminnende plantesoorten.
- Uitgaande van de bestaande infrastructuur sorteren peilmaatregelen in vrij afwaterende hellende zandgebieden slechts een tijdelijk effect, nl. in de winter en het voorjaar. Herprofilering van watergangen in deze gebieden biedt een meer fundamentele en duurzame oplossing voor verdrogingsbestrijding (zie ook [provincie Gelderland, 1992]).
- Het gebruik van een tweedimensionaal stationair model samen met een eendimensionaal niet-stationair verticaal model

geeft een goed en relatief goedkoop instrumentarium om effecten van ingrepen te kwantificeren, waarbij de $q(h^*)$ -relatie de koppeling tussen beide modellen beschrijft.

- Het opzetten van oppervlaktewaterpeilen werkt niet altijd 100% door in de grondwaterstand. Dat komt door een herverdeling van de afvoer over de beschikbare drainage-middelen en doordat het aantal drainage-middelen toeneemt bij hogere grondwaterstanden. Verder komen door het opzetten van de peilen stroomlijnen met ouder infiltratiewater dichter onder 'De Wildenborch' te liggen, wat een verbetering van de waterkwaliteit veroorzaakt.
 - Verdrogingsbestrijding van natuurgebieden vereist een meer op lokale schaal gerichte monitoring, die als middel richting geeft aan te nemen maatregelen en mogelijkheden biedt voor een verantwoorde modelstudie en evaluatie. Bij evaluatie kan onder meer gedacht worden aan het kwantificeren van landbouwkundige schade en het toetsen van het beoogde effect voor de natuur.
 - Aangezien verdrogingbestrijding veelal gepaard gaat met vernattingsschade aan de landbouw is een algemene schaderegeling c.q. schadeprotocol, waarin onder meer wordt ingegaan op bestuurlijk-juridische en financiële aspecten, een onmisbaar middel om een adequate uitvoering op beheersniveau mogelijk te maken.
 - Aanpak van verdroging vereist enerzijds maatwerk als het gaat om het verzamelen van gegevens over ecologie en het watersysteem, anderzijds een gebiedsgerichte oplossing voor het effectief en verantwoord inzetten van instrumenten, zowel technisch als bestuurlijk. De Relatienota en land-inrichtingsprojecten bieden mogelijkheden om te komen tot een duurzaam herstel.
- Nawoord**
Het Waterschap van de Berkel heeft op een opbouwende wijze bijgedragen aan het onderzoek en het opstellen van vernattingmaatregelen. Hoewel terdege rekening

is gehouden met de belangen van de ingezetenen zal een toename van landbouwkundige risico's tot gevolg hebben dat zonder een vroegtijdige betrokkenheid en geaccepteerde benadering het vertrouwen in het gebied afneemt. Een succesvolle bestrijding van verdroging vraagt in de praktijk dan ook niet alleen een gedegen onderbouwing maar evenzeer het handhaven van het vertrouwen in het instituut Waterschap als functionele en regionale democratie.

Literatuur

- Belmans, C., Wesseling, J. G. en Feddes, R. A. (1983). *Simulation model of a water balance of a cropped soil: SWATRE*. Journal of Hydrology 63 (3/4): 271-286.
- Jansen, P. C., Kemmers, R. H. en Mekking, P. (1994). *Ecologische systeembeschrijving van het landgoed 'De Wildenborch'*. DLO-Staring Centrum, Wageningen. Rapport 296.
- Kooiman, J. W., Lagen, B. van, Kempen, H. F. J. en Werf, L. van der (1993). *Veranderingen in de waterhuishouding in de periode 1950-1990*. Provincie Gelderland, Arnhem.
- Massop, H. Th. L. en Peerboom, J. M. P. M. (1994). *Effectbepaling anti-verdrogingsmaatregelen landgoed 'De Wildenborch'*. DLO-Staring Centrum, Wageningen. Rapport 342.
- Projectgroep De Wildenborch (1994). *Bestrijding verdroging landgoed De Wildenborch*. Provincie Gelderland, Arnhem.
- Provincie Gelderland (1992). *Opperlaktewaterbeheer en inrichting; een nieuwe start?* Arnhem.
- Provincie Gelderland (1993). *Vocht karakteristieken van de onverzadigde zone ten behoeve van het waterbeheer*. Leidraad voor het waterbeheer. Arnhem.
- Veldink, G. (1970). *Staring, 1801-1877, geoloog en landbouwkundige*. Pudoc, Wageningen.
- Wirum, G. van (1991). *Vegetation and hydrology of floating rich-fens*. Universiteit van Amsterdam.
- Wösten, J. H. M., Bannink, J. H. en Beuving, J. (1987). *Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland*. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen. De Staringreeks, Rapport 18.



Ontwerp NVN 6409 ter kritiek gepubliceerd

Het Nederlands Normalisatie-instituut heeft ter kritiek de voornormontwerp NVN 6409 'Water. Bepaling van stikstof- en fosforbestrijdingsmiddelen met gaschromatografie' gepubliceerd. Kritiek op de voornormontwerp NVN 6409 wordt verwacht voor 1 december 1996. Exemplaren van de voornormontwerp zijn tegen vergoeding verkrijgbaar bij het Nederlands Normalisatie-instituut, Postbus 5059, 2600 GB Delft, telefoon 015-269 03 90.