

32/4246 (536) 2^e ex

**Effecten van vernattingsmaatregelen op
grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen in
stroomgebied van de Drentse Aa**

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Studie in het kader van Natuurverkenningen 1997

**P.C. Jansen
E.P. Querner
F. de Vries**

Rapport 536

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1997



25 JULI 1997

LS. 2054036

REFERAAT

P.C. Jansen, E.P. Querner en F. de Vries, 1997. *Effecten van vernattingsmaatregelen op grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen in het stroomgebied van de Drentse Aa; studie in het kader van Natuurverkenningen 1997*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 536. 36 blz.; 8 fig.; 7 tab.; 19 ref.

In het voorbeeldgebied Drentse Aa zijn vernattingsscenario's met het hydrologische model SIMGRO doorgerekend. De uitkomsten zijn getoetst aan standplaatseigenschappen van grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen. Het areaal van de kwelwaterafhankelijke natuurdoeltypen schraalgrasland en bosgemeenschap van bron en beek kan worden uitgebreid door de drainagebasis te verhogen en de grondwaterwinning stop te zetten. Conserverende maatregelen bieden de beste perspectieven om het areaal regenwaterafhankelijke natuurdoeltypen, zoals hoogveen en vochtige heide, uit te breiden.

Trefwoorden: hydrologie, natuurontwikkeling, verdroging

ISSN 0927-4499

©1997 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Project 7561

[Rap536.HM/04.97]

Inhoud

	blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Doel van de studie	11
1.3 Leeswijzer	12
2 Studiegebied Drentse Aa	13
2.1 Algemene beschrijving	13
2.2 Geohydrologische opbouw	14
2.3 Milieubedreigingen	15
3 Werkwijze	17
3.1 Standplaatseisen voor grondwaterafhankelijke vegetaties	17
3.2 Hydrologie	18
3.2.1 Het hydrologische model SIMGRO	18
3.2.2 Scenario's	20
3.3 Waterkwaliteit	21
4 Resultaten en discussie	23
4.1 Potentiële geschiktheid voor natuurdoeltypen	23
4.2 Effecten van hydrologische ingrepen	26
4.3 Effecten van maatregelen voor natuurdoeltypen	28
5 Conclusies	33
Literatuur	35

Woord vooraf

Het project Natuurverkenningen 1997 van het Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer (IKC-Natuurbeheer) heeft als doel het maken van een presentatie van het beleidsveld natuur, bos en landschap. Voor het aspect verdroging heeft IKC-Natuurbeheer in 1996 opdracht gegeven om in een aantal proefgebieden de effectiviteit van antiverdrogingsmaatregelen op standplaatseigenschappen van natuurdoeltypen te bepalen. De studies zijn door verschillende instanties uitgevoerd: TNO Grondwater en Geo-Energie voor het gebied tussen de Regge en het Overijssels kanaal, KIWA, in samenwerking met NV Waterleiding Maatschappij Overijssel voor het gebied Havelterberg en DLO-Staring Centrum voor het stroomgebied van de Drentse Aa. E.P. Querner van SC-DLO heeft de studies gecoördineerd.

De effecten van hydrologische maatregelen in het gebied van de Drentse Aa zijn berekend met het model SIMGRO. Er is gebruik gemaakt van de gebieds-schematisatie die voor het onderzoek naar een Geïntegreerd Ruimtelijke Evaluatie-Instrument voor Natuurontwikkelings Scenario's (GREINS) is opgesteld. De benodigde gegevens zijn aangeleverd door F.J.E. van der Bolt van SC-DLO.

Samenvatting

Voor het aspect verdroging van de Natuurverkenningen 1997 is onderzoek gedaan naar de effectiviteit van hydrologische maatregelen voor het vernatten van standplaatsen van grondwaterafhankelijke vegetatietypen. In het voorbeeldgebied Drentse Aa zijn daartoe met het niet-stationaire model SIMGRO situaties gesimuleerd die een verhoging van de grondwaterstand en/of een toename van kwel beogen. Naast de uitgangssituatie zijn de volgende scenario's doorgerekend:

- AT: verhogen van de drainageweerstand van de kleine en middelgrote waterlopen met 25% en het verhogen van de stuwpeilen/drainagebasis met 25 cm in het hele stroomgebied;
- AH: dezelfde maatregelen, alleen in de intrekgebieden;
- BB: stopzetten van de grondwaterwinningen;
- BT: combinatie van de scenario's AT en BB;
- BH: combinatie van de scenario's AH en BB.

De berekende grondwaterstanden en kwel zijn getoetst aan standplaatseisen voor de grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen in het Drentse-Aa-gebied voor wat betreft grondwatertrap, bodemeenheid en grondwatertype. Daarbij zijn bodemeenheid en grondwatertype gerelateerd aan een kwelflux.

Uit de resultaten blijkt dat de gemiddelde verhoging van grondwaterstanden varieert van een centimeter tot meer dan een decimeter, terwijl de kwel met maximaal 0,25 mm per etmaal toeneemt. Het verhogen van de drainageweerstand en het opzetten van het stuwpeil in het hele gebied (scen. AT) heeft vooral een verhoging van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) tot gevolg en in mindere mate van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). De gemiddelde kwelflux blijft onveranderd. Het stopzetten van grondwaterwinningen (scen. BB) heeft een toename van de kwel tot gevolg, met daarbij een geringe verhoging van de GLG en een verwaarloosbare verhoging van de GHG. De kwel neemt in de natste gebieden het sterkst toe. Bij de combinatie van beide maatregelen (scen. BT) cumuleren de effecten.

Wanneer het verhogen van peilen en drainageweerstand alleen in de intrekgebieden wordt doorgevoerd (scen. AH) heeft dat een geringe verhoging van de GLG en GHG in de nattere gebieden tot gevolg. In combinatie met het stopzetten van waterwinningen (scen. BH) heeft deze maatregel echter wel de grootste toename van kwel tot gevolg.

Van de gebieden die op grond van de bodemeenheid potentieel geschikt zijn voor grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen voldoet in de actuele situatie 52% van de oppervlakte lithotrofe veengronden, 21% van de beek- en broekeerdgronden en 13% van de veldpodzolgronden aan de eisen ten aanzien van grondwatertrap en kwelflux. Scenario BT heeft de grootste toename van potentieel areaal tot gevolg. Voor de veengronden met als belangrijk natuurdoeltype rietland en ruigte resulteert dit in een toename met 8%. Voor de beek- en broekeerdgronden, waarvoor onder andere vochtig

schraalgrasland het doeltype is, bedraagt de toename 10%. Alleen stopzetten van grondwaterwinningen (scen. BB) heeft voor beide bodemeenheden de kleinste uitbreiding van het areaal tot gevolg.

Voor de uitbreiding van het areaal veldpodzolgronden met vochtige heide als natuurdoeltype komt het opzetten van peilen en drainageweerstanden in het hele gebied als eerste in aanmerking. Een uitbreiding met 8% is haalbaar. Kwel is hierbij ongewenst.

Natuurdoeltypen op atmotrofe veengronden met grondwatertrap I en gooreerdgronden met grondwatertrap III zijn in het gebied van de Drentse Aa moeilijk te realiseren. In de uitgangssituatie komen vrijwel geen geschikte gebieden voor, terwijl voor vernatting tot het vereiste regime de scenario's ontoereikend zijn.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het kader van de Natuurverkenningen 1997 wordt, als onderdeel van het thema milieu, aandacht besteed aan het aspect verdroging. Als gevolg van waterwinningen en maatregelen voor verbetering van de landwaterhuishouding is op veel plaatsen de kwel afgenomen en is de grondwaterstand gedaald. Het grootste gedeelte van het areaal met grondwaterafhankelijke natuur heeft daardoor te maken met verdroging (Bekhuis et al., 1994; RIVM, 1991). Inmiddels is de bestrijding van de verdroging op gang gekomen (Prak, 1996). De overheid heeft daarbij als norm gesteld dat de verdroging in het jaar 2000 met 25% ten opzichte van 1985 moet zijn gedaald en in 2010 met 40% (Nationaal milieubeleidsplan, motie Lansink/Vellekoop).

Het IKC-Natuurbeheer heeft voor de 'Natuurverkenningen 1997' aan DLO-Staring Centrum verzocht een bijdrage te leveren aan de evaluatie van de effectiviteit van hydrologische maatregelen voor grondwaterafhankelijke natuur. Als voorbeeldgebied is daarvoor het stroomgebied van de Drentse Aa gekozen. Van dit gebied is een natuurdoeltypenkaart beschikbaar. Voor de hierop voorkomende grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen gelden specifieke eisen ten aanzien van grondwaterregime en watertype. Zo zijn voor vochtige heide en levend hoogveen een ondiepe, weinig fluctuerende grondwaterstand en een zuur, atmotroof watertype vereist. Het conserveren van regenwater is een doeltreffende maatregel om dergelijke vegetatietypen te vernatten. Kwelnatuur, zoals bosgemeenschappen van bron en beek en vochtig schraalgrasland, stellen andere eisen aan de standplaats. Belangrijk zijn natte, (zwak) basische omstandigheden. Voor deze natuurdoeltypen is het voorkomen van kwel essentieel.

Bij de berekening van effecten van hydrologische maatregelen wordt gekeken waar aan de standplaatsseisen van verschillende grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen wordt voldaan.

1.2 Doel van de studie

Het doel van de studie is om voor het voorbeeldgebied Drentse Aa aan te geven welke vernattingsmaatregelen effectief zijn voor de realisatie van standplaatsseisen van grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen van pleistocene zandgebieden. De resultaten worden voor de Natuurverkenningen 1997 gebruikt om aan te geven of de gestelde uitbreiding van het areaal van de verschillende natuurdoeltypen haalbaar is en met welke maatregelen dat het beste gerealiseerd kan worden.

Het stroomgebied van de Drentse Aa is een rijk geschakeerd gebied. Met name de madelanden in de beekdalen en de natte heidevelden zijn erg waardevol. Hoewel het gebied ruime belangstelling geniet en er al de nodige maatregelen genomen zijn

om delen veilig te stellen, vormen grondwateronttrekkingen en de waterhuishoudkundige inrichting nog steeds een bedreiging. De maatregelen waarvan de effectiviteit zal worden getoetst richten zich daarom voornamelijk op het stopzetten van onttrekkingen en het verhogen van de drainagebasis in combinatie met het opzetten van stuwpeilen. Met behulp van een hydrologisch model worden verschillende scenario's doorgerekend. De berekende grondwaterstanden en kwel worden getoetst aan de standplaatseigenschappen van de natuurdoeltypen.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een korte beschrijving van het stroomgebied van de Drentse Aa gegeven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 aangegeven welke eisen de grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen in het studiegebied aan de standplaats stellen. Aansluitend wordt ingegaan op de berekeningswijze, de gebiedsschematisatie en de scenario's die voor deze studie zijn doorgerekend. Aan het eind van hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de relatie tussen kwelflux en watertypen. In hoofdstuk 4 worden de resultaten besproken, eerst de hydrologische effecten van maatregelen, gevolgd door een geschiktheidsbeoordeling voor natuurdoeltypen. Tot slot worden in hoofdstuk 5 de belangrijkste conclusies gegeven.

2 Studiegebied Drentse Aa

2.1 Algemene beschrijving

Het studiegebied omvat het stroomgebied van de Drentse Aa tot de uitmonding in het Noord-Willemskanaal bij Glimmen (fig. 1). Het grootste gedeelte van het circa 30 000 ha grote gebied ligt in de provincie Drente. Het bekensstelsel van de Drentse Aa bestaat uit een aantal beken die op het Drents Plateau ontspringen en die in noordelijke richting stromen. Het Drents Plateau bereikt op verschillende plekken een hoogte van 20 m + NAP. De benedenloop van de Drentse Aa bij Glimmen ligt in een breed dal waarvan de maaiveldshoogte minder dan 1 m + NAP bedraagt.

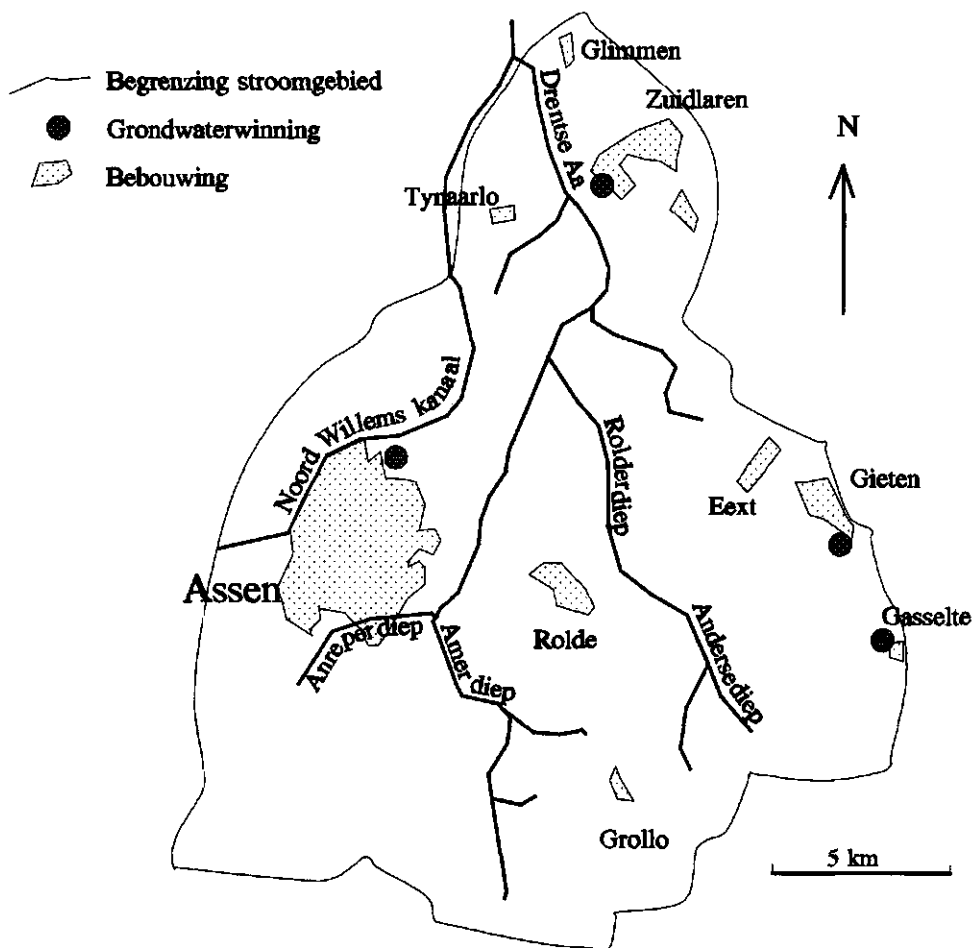


Fig. 1 Het stroomgebied van de Drentse Aa

Vooraf in de jaren zestig is op veel plaatsen de waterhuishouding afgestemd op een optimale landbouwproductie. Om de ontwatering te verbeteren zijn landbouwgronden gedraineerd. Verder zijn veel beken in het gebied rechtgetrokken en van stuwen voorzien. In het noorden is een aftakking naar het Noord-Willemskanaal gemaakt om piekafvoeren af te leiden. Ruim een derde gedeelte van het 65 km lange bekenstelsel heeft zo verbeteringen ondergaan. Op verschillende plekken kan water in beken worden ingelaten uit de kanalen die Drente doorsnijden.

In een groot gedeelte van het gebied is het voor Drente karakteristieke esdorpenlandschap te herkennen: de opgehoogde essen rond de dorpen, verspreide bossen, heidevelden en in de beekdalen de natte hooi- of madelanden. Het areaal heidevelden en woeste gronden was tot het begin van deze eeuw groot, maar door ontginning zijn veel van deze gronden omgezet in bouwland en later grasland. Door de verbeterde waterhuishouding worden veel madelanden nu voor de intensieve weidebouw gebruikt. Het bodemgebruik in het stroomgebied bestaat momenteel voor 23% uit bouwland, 55% grasland, 14% bos, 4% heide en 4% bebouwing.

Een gedeelte van het oorspronkelijke landschap is veiliggesteld als reservaat. In totaal betreft het bijna 3500 ha, voornamelijk madelanden. Het is ondergebracht in het landschapsreservaat 'Stroomdallandschap Drentse Aa'.

2.2 Geohydrologische opbouw

Hydrologisch gezien kan de Formatie van Breda, een tertiaire afzetting van mariene oorsprong, als basis worden beschouwd. Deze formatie komt in het studiegebied voor op een diepte die varieert van 50 tot 150 m beneden maaiveld. Hoewel de (horizontale) doorlatendheid beperkt is, wordt deze laag, samen met de er boven gelegen (grof)zandige Formaties van Harderwijk, Enschede en Urk, tot het tweede watervoerende pakket gerekend. De bovenzijde van dit pakket reikt tot een diepte van 20 tot 50 m beneden maaiveld, terwijl de totale dikte varieert van 30 tot meer dan 100 m. Daarmee samenhangend komen er grote verschillen in doorlaatvermogen voor, van 1000 tot 4000 m² per etmaal. Over het algemeen neemt het doorlaatvermogen van zuid naar noord toe, maar lokaal kunnen grote verschillen optreden (Prov. Drente, 1985).

De potkleien van de Formatie van Peelo vormen een complicerende factor in de geohydrologische opbouw van het gebied. Potklei, dat zeer slecht doorlatend is, komt in langgerekte depressies voor tot een dikte van soms 100 m, maar daarbuiten tot meestal enkele decimeters (Van Weperen, 1986). Ook de slibhoudende zanden van de Formatie van Peelo zijn slecht doorlatend. Zowel de zanden als de kleien van de Formatie van Peelo worden tot de tweede scheidende laag gerekend. De weerstand kan oplopen tot meer dan 50 000 etmalen. Tot de Formatie van Peelo horen ook fijne en matig grove zanden die een gemiddelde doorlatendheid hebben van 5 m per etmaal. Deze zanden worden tot het eerste watervoerende pakket gerekend. Ze kunnen zowel boven als onder de potklei voorkomen, terwijl de laagdikte sterk kan variëren; van 5 tot 80 m.

Boven de Formatie van Peelo ligt de Formatie van Drente, waarvan in het studiegebied alleen plaatselijk het slecht doorlatende kleileem in voorkomt. Dit wordt beschouwd als de eerste scheidende laag. De dikte varieert van enkele decimeters tot enkele meters. Op plekken waar de potklei ondiep voorkomt valt het soms samen met de keileem. Ze vormen in dat geval samen de eerste scheidende laag. Het afdekkende pakket is watervoerend en bestaat uit de dekzanden van de Formatie van Twente. De laagdikte is beperkt, hooguit enkele meters. De horizontale doorlatendheid van het fijne zand bedraagt 3 m per etmaal. Lokaal komen slechter doorlatende beekleem voor. Tot slot komt plaatselijk in de beekdalen 2-5 m dik veen voor dat tot de holocene Formatie van Singraven wordt gerekend.

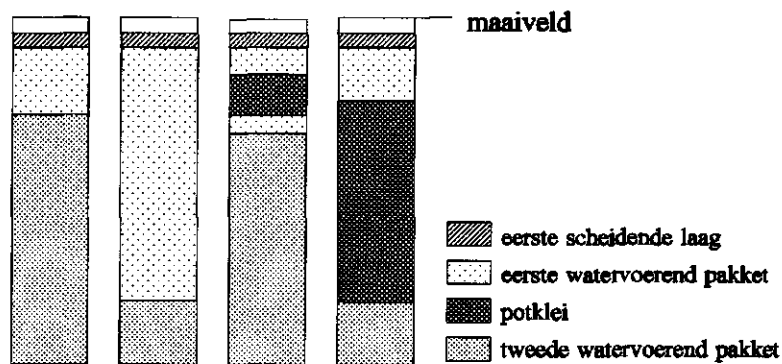


Fig. 2 Geschematiseerde voorbeelden van de geohydrologische opbouw in het gebied van de Drentse Aa

Resumerend blijkt dat het gebied een grote variatie in geohydrologische opbouw kent. Ter illustratie zijn in figuur 2 enkele voorbeelden gegeven. Op standplaatsniveau resulteert deze variatie in grote verschillen. Zo is van gebieden waar ondiep keileem of potklei voorkomt bekend dat deze in de winter zeer nat zijn, terwijl het freatische pakket er in de zomer uitdroogt. In andere, relatief hooggelegen gebieden waar geen scheidende lagen voorkomen, is de grondwaterstand meerdere meters diep, maar in veel beekdalen die gevoed worden met kwel vanuit het eerste of tweede watervoerende pakket is de grondwaterstand permanent hoog.

2.3 Milieubedreigingen

De gebieden die behoren tot het reservaat 'Stroomdallandschap Drentse Aa' zijn weliswaar planologisch veiliggesteld, maar de natuurwetenschappelijke waarde behoeft vaak herstel, omdat ingrepen die in de omgeving genomen zijn ook gevolgen kunnen hebben voor de reservaatgebieden. Dit speelt vooral bij de milieufactor water. Drainage, beekverbetering, maar ook de drainerende invloed van de kanalen en grondwateronttrekkingen zijn de belangrijkste oorzaken van grondwaterstandsdingen in de reservaatgebieden. Door het goede vochtleverende vermogen van de bodem treedt er meestal geen vochttekort op voor de grondwaterafhankelijke vegetatie van de madelanden, maar zijn het vooral indirecte effecten die een bedreiging vormen. Zo krijgt het opneembare bodemwater door het wegvallen van kwel en de toename van de bergingscapaciteit voor neerslagwater een meer atmotrofe samenstelling en

neemt door de toegenomen aëratie de mineralisatie van organische stof toe, waardoor meer nutriënten beschikbaar komen. Het gevolg is dat veel waardevolle plantensoorten in de madelanden worden verdrongen door meer algemene, ruige graslandsoorten.

Om bestaande reservaatgebieden optimaal te kunnen beschermen en kansrijke gebieden te selecteren voor te ontwikkelen natuurdoeltypen, is het noodzakelijk om een goed inzicht te hebben in de werking van het hydrologische systeem van het hele stroomgebied van de Drentse Aa. Eerder onderzoek (Kortleve, 1989; Peerboom, 1990; De Heer en Brouwer, 1995; Haskoning, 1995) geeft een beeld van de actuele situatie, de veranderingen die hebben plaatsgevonden en van ingreep-effectscenari'o's. De belangrijkste conclusies zijn dat binnen het studiegebied het infiltrerend neerslagoverschot over het algemeen geen diepe stroombanen volgt, wat vooral samenhangt met het ondiep voorkomen van kleilagen. De beken zijn vooral van belang voor de drainage van ondiepe, lokale grondwatersystemen, met het beekpeil als drainageniveau. De classificatie van watertypen volgens Stuyfzand (1986) is hierbij een goed hulpmiddel voor de toetsing van voorgestelde grondwaterstromingsstelsels. Er zijn echter weinig metingen beschikbaar.

In beekdalen treedt de grootste kwelintensiteit op aan randen van potkleibekken (keileem komt niet voor in de beekdalen). De verdroging die er heeft plaatsgevonden heeft meerdere oorzaken die tezamen tot een reductie van de hoeveelheid kwel hebben geleid van enkele tientallen millimeters per jaar in de bovenlopen tot enkele honderden millimeters per jaar in sommige middenlopen. Middenlopen ontvangen normaliter de meeste kwel (Peerboom, 1990).

Menselijke ingrepen in de waterhuishouding hebben een toename in de complexiteit van grondwatersystemen tot gevolg. Hierdoor worden lokale systemen gecreëerd met korte verblijftijden waarbij oorspronkelijke systemen worden ingekrompen. De ingrepen die in aanmerking komen voor vernatting zijn het stopzetten van (grond)wateronttrekkingen, het verhogen van de nuttige neerslag in de intrekgebieden en het verhogen van de drainagebasis. Deze maatregelen hebben vaak kwalitatief verschillende uitwerkingen.

3 Werkwijze

3.1 Standplaatseisen voor grondwaterafhankelijke vegetaties

De effecten van de geënceneerde hydrologische ingrepen worden getoetst aan de milieueisen van de grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen die voor het stroomgebied van de Drentse Aa zijn vastgesteld (Meeuwissen et al., 1994). Hieruit is een selectie gemaakt van grondwaterafhankelijke vegetatietypen waarvoor in tabel 1 een overzicht is gegeven van bodemeenheid, grondwaterregime en waterkwaliteit.

Tabel 1 Randvoorwaarden van natuurdoeltypen in het stroomgebied van de Drentse Aa voor grondwatertrap en grondwatertype en de relatie met het bodemtype en het vegetatietype (ontleend aan Stuurman en Zadelhoff, in voorb.)

Natuurdoeltype	Gt ¹⁾	Grondwatertype ²⁾	Bodemtype	Vegetatietype
<i>Hz3.7</i>	I	(regenwaterlens)	veen	Zomp- en gewone zeggeverb.
Vochtig schraal-grasland	II,III	g1-3 CaHCO ₃	veen	Dotterverbond
	II,III	g1,2 CaHCO ₃	beek-/broekeerd	Dotterverbond
	II,III	g1,2 CaHCO ₃	beek-/broekeerd	Biezeknoppen-Pijpestr.verb.
	II,III	g3 CaHCO ₃	beek-/broekeerd	Knobbiesverbond
	III	g*,0 CaHCO ₃	gooreerd	Zomp- en gewone zeggeverb.
	III	g0,1 CaMix SO ₄	gooreerd	Zomp- en gewone zeggeverb.
	III	g*,0 CaHCO ₃	gooreerd	Borstelgrasverbond
III	g*,0,1 CaMix SO ₄	gooreerd	Borstelgrasverbond	
<hr/>				
<i>Hz3.10</i>	V	g*,0 CaMixSO ₄	veldpodzol	Dopheide-verbond
Vochtige heide				
<hr/>				
<i>Hz3.3</i>	II,III	g1-3 CaHCO ₃	veen	Verbond der grote zeggen
Rietland en ruigte	II,III	g3 CaHCO ₃	veen	Verbond der grote zeggen
	II,III	g1-3 CaHCO ₃	veen	Rietverbond
	II,III	g1-3 CaHCO ₃	veen	Moerasspireaverbond
	II,III	g1-3 CaHCO ₃	veen	
<hr/>				
<i>Hz3.15</i>	I,II	g1,2 CaHCO ₃	veen	Elzenbroek
Bos, gemeenschap van bron en beek	-	g2,3 CaHCO ₃	beek-/broekeerd	Elzen-Essenbos

¹⁾ Grondwatertrap	I	II	III	V
Gem. hoogste grondwaterstand(cm)	-	-	< 40	< 40
Gem. voorjaarsgrondwaterstand(cm)	< 15	< 15	< 25	25-65
Gem. laagste grondwaterstand(cm)	< 50	50-80	80-120	> 120

²⁾ Het bovenste grondwater en getypeerd volgens Stuyfzand (1986)

Gebieden met bodemtypen die niet in tabel 1 voorkomen worden niet in beschouwing genomen. Omdat van het veen in de tabel een typeomschrijving ontbreekt wordt onderscheid gemaakt tussen veen dat uitsluitend met neerslagwater wordt gevoed en veen waarin basische kationen via opkwellend grondwater worden aangevoerd. Bij de kwelafhankelijke veengronden wordt de basenrijkdom (arm of rijk) gegeven. De indeling is ontleend aan Kemmers en Van der Bolt (1996) en Hendriks et al. (1997). Met uitzondering van de broekeerdgronden zijn de moerige gronden ook tot de veengronden gerekend.

3.2 Hydrologie

3.2.1 Het hydrologische model SIMGRO

Om de effecten van waterhuishoudkundige ingrepen in het studiegebied te kwantificeren is gebruik gemaakt van het model SIMGRO (Querner & Van Bakel, 1989). Het niet-stationaire karakter van dit model, waarbij de interacties tussen de hydrologische processen in grond- en oppervlaktewater van belang zijn, maakt het mogelijk de veranderingen binnen het hydrologisch systeem ten gevolge van veranderende omstandigheden te beschrijven.

Voor het beschrijven van de grondwaterbeweging in de verzadigde zone is een schematisatie toegepast in watervoerende en weerstandbiedende lagen. In een watervoerende laag treedt horizontale stroming op en in een weerstandbiedende laag alleen verticale stroming. Het gebied wordt verder opgedeeld in een aantal eindige elementen met knooppunten.

De berekening van de onverzadigde grondwaterstroming vindt plaats per bodemgebruiksvorm en per deelgebied. Er wordt een wortelzone onderscheiden waarvan het vochtbergend vermogen wordt bepaald door de dikte en de vocht karakteristiek van het bodemmateriaal. Neerslag, beregening, evapotranspiratie, capillaire flux en percolatie leiden tot toevoeging aan of onttrekking uit dit systeem. Als de vochtvoorraad in de wortelzone behorende bij het evenwichtsprofiel wordt overschreden, zal het overtollige vocht als percolatie naar de ondergrond gaan. Dit is de grondwateraanvulling voor de verzadigde zone. Als er minder vocht in de wortelzone aanwezig is dan behoort in een evenwichtsvochtsituatie, zal er een capillaire flux optreden.

De oppervlaktewateren van de deelgebieden zijn onderling gekoppeld, zodat er onderlinge beïnvloeding mogelijk is. Er wordt per deelgebied rekening gehouden met aan- of afvoer van oppervlaktewater, drainage of infiltratie, oppervlakkige afstroming en onttrekking voor beregening. Voor het berekenen van de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater zijn in het algemeen drie typen ontwateringsmiddelen te onderscheiden, nl. greppels, sloten (tertiair systeem) en de grotere sloten (secundair systeem).

Voor de onverzadigde en de verzadigde zone rekent SIMGRO in het algemeen met tijdstappen van 1 dag. De waterstanden in het oppervlaktewater reageren meestal zeer snel op een veranderende drainage. De berging in het oppervlaktewatersysteem is immers klein in vergelijking met de berging in het grondwatersysteem. Het oppervlaktewatersysteem wordt daarom met veel kleinere tijdstappen (0,5-2 uur) doorgerekend.

Voor de modelberekeningen in het stroomgebied van de Drentse Aa is gebruik gemaakt van het modelconcept dat in het kader van de GREINS-studie voor het stroomgebied van de Drentse Aa is opgesteld (Kemmers en Van der Bolt, 1996). In het modelgebied zijn vijf bodemlagen (fig. 2) opgenomen en 999 knooppunten die gebieden representeren die in oppervlakte variëren van 3 ha langs de waterlopen tot 108 ha bij de waterscheiding (fig. 3).

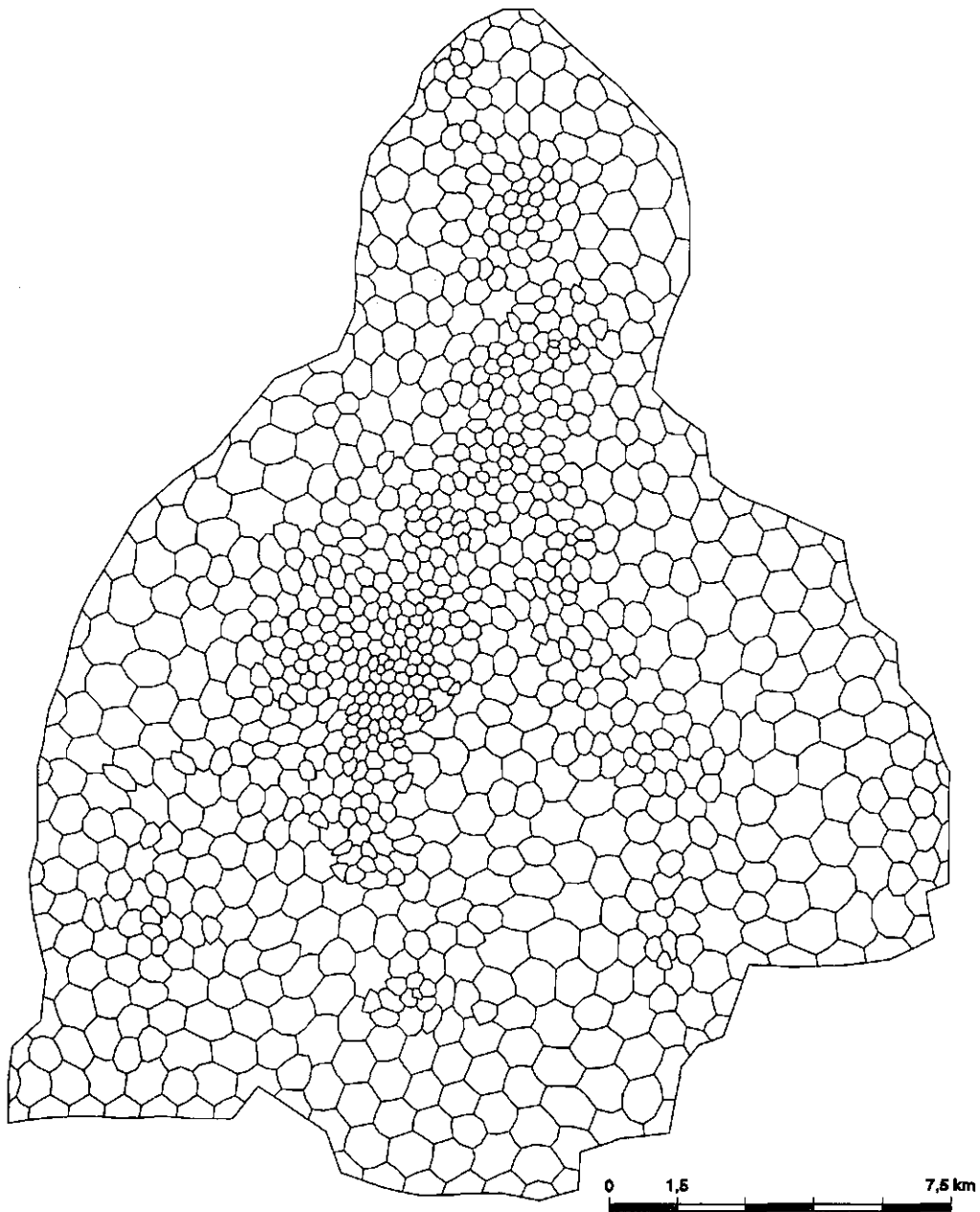


Fig. 3 Knooppuntgebieden in het stroomgebied van de Drentse Aa

Er wordt rekening gehouden met de kanalen en een tweede- en derde- orde-waterlopenstelsel. Er wordt gebruik gemaakt van meteorologische data van Borger om een langjarige periode (1985-1994) door te kunnen rekenen en betrouwbare gemiddelden te kunnen berekenen van grondwaterstanden en kwelfluxen. In de gekozen periode komen zowel droge als natte jaren voor. Voor een overzicht van de overige modelinvoer wordt verwezen naar de GREINS-studie (Van der Bolt, 1997).

3.2.2 Scenario's

Er worden scenario's doorgerekend die een verhoging van de grondwaterstand en/of een toename van de kwel beogen. Uitgegaan wordt van de kennis die in andere gebieden (Reit et al., 1996; Jansen, 1996) en eerdere studies in het Drentse-Aa-gebied is opgedaan (Peerboom, 1990; Kemmers en Van der Bolt, 1996). Voor het verhogen van de kwelflux en de grondwaterstand komen 3 typen maatregelen in aanmerking:

- *Het verminderen van grondwateronttrekking.* In het gebied wordt grondwater onttrokken ten behoeve van de drinkwatervoorziening en de industrie. In totaal betreft het een hoeveelheid van circa 9 miljoen m³ per jaar dat hoofdzakelijk aan het tweede en derde watervoerende pakket wordt onttrokken. Naar verwachting neemt de stijghoogte van het diepe grondwater bij het stoppen van de onttekkings toe en daarmee de (potentiële) kwelflux naar het bovenste watervoerende pakket.
- *Het verhogen van de drainagebasis en drainageweerstand.* Bij kleinere waterlopen en greppels heeft het verhogen van de drainagebasis en de drainageweerstand een verhogend effect op vooral de hoge grondwaterstanden. Bij een laag grondwaterpeil staan veel van deze ontwateringsmiddelen droog. De grotere waterlopen in het gebied bepalen de regionale drainagebasis, die met name van belang is voor het niveau van de lage grondwaterstanden in de zomer. Het verhogen van de drainagebasis, door bijvoorbeeld het aanleggen van stuwen of het verontdiepen van beken, kan enerzijds tot gevolg hebben dat in de intrekgebieden meer water infiltreert en minder water wordt afgevoerd, en anderzijds dat de (zomer)grondwaterstanden in het gebied hoger worden. Het water dat in de intrekgebieden infiltreert stroomt via de ondergrond naar de lager gelegen beekdalen waar het als kwelwater wordt afgevangen door waterlopen, uitteedt aan het maaiveld, of door de vegetatie wordt opgenomen.
- *Het verhogen van de nuttige neerslag.* Bij het verhogen van de nuttige neerslag moet gedacht worden aan het omvormen van naaldbossen in loofbossen of korte vegetaties waarvan de verdamping kleiner is. Daardoor blijft er netto een grotere hoeveelheid neerslag over die aan de grondwatervoorraad ten goede kan komen. De grootste effecten zijn te verwachten in het zuiden en zuidoosten van het stroomgebied waar grote bosgebieden liggen. Daarvoor is berekend (Peerboom, 1990) dat de transpiratie op jaarbasis met 20-50 mm reduceert. De kwel naar de bovenlopen van Amer- en Anderensdiep neemt daardoor met maximaal 50 mm per jaar toe.

Als vernattingsmaatregel wordt ook de aanvoer van water genoemd. Voor het herstel van kwetsbare kwelnatuur in beekdalen is de aanvoer van gebiedsvreemd water echter ongewenst. Deze optie is niet in beschouwing genomen.

Er is een beperkt aantal scenario's opgesteld waarmee regionale hydrologische ingrepen worden gesimuleerd. Aan de hand van proefberekeningen worden, naast de uitgangssituatie, de scenario's doorgerekend die in tabel 2 zijn opgenomen. De voorgestelde verhoging van de drainageweerstand kan worden gerealiseerd door een gedeelte van de tweede- en derde-orde-waterlopen te verontdiepen of te dempen.

Tabel 2 Scenario's voor de berekening van hydrologische effecten

Scenario	Verhogen drainage- weerstand met 25%	Verhogen stuw- peilen met 25 cm	Stopzetten grond- waterwinningen
AT	in het hele gebied	in het hele gebied	-
AH	in de intrekgebieden	in de intrekgebieden	-
BB	-	-	in het hele gebied
BT	in het hele gebied	in het hele gebied	in het hele gebied
BH	in de intrekgebieden	in de intrekgebieden	in het hele gebied

De intrekgebieden waar bij de scenario's AH en BH maatregelen worden genomen, zijn geselecteerd aan de hand van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (gvg). Als grenswaarde is een gvg van 80 cm genomen. Gebieden die een diepere gvg hebben zijn als droge (intrek-)gebieden beschouwd.

Er wordt geen scenario doorgerekend waarin de naaldbossen zijn vervangen door loofbossen. Gezien de verspreiding van de naaldbossen in het studiegebied heeft een dergelijke maatregel geen regionale betekenis.

3.3 Waterkwaliteit

Een recente studie (Haskoning, 1995) geeft voor enkele raaien in het studiegebied de verspreiding van watertypen volgens de classificatiemethode van Stuyfzand (1986). In een andere studie (De Heer en Brouwer, 1995) is een grovere indeling in watertypen gehanteerd. De beschikbare gegevens zijn echter onvoldoende om een betrouwbaar ruimtelijk beeld van de verspreiding van watertypen te kunnen opstellen. Daarom is voor een methode gekozen waarbij de watertypen worden afgeleid uit het bodemtype (Hendriks et al., 1997). De gedachte daarbij is, dat het bodemtype een afspiegeling vormt van de (oorspronkelijke) milieufactoren, waaronder het grondwaterregime en de waterkwaliteit. Er worden drie watertypen onderscheiden:

- *atm*: regenwatertype, voeding van het grondwater vindt uitsluitend via neerslag plaats;
- *lith-arm*: zacht kwelwatertype, het water is bij het doorstromen van diepere bodemlagen verrijkt met calcium- en magnesiumzouten;
- *lith-rijk*: hard kwelwatertype, het water is bij het doorstromen van diepere bodemlagen sterk verrijkt met calcium- en magnesiumzouten.

De oorspronkelijke en de actuele waterkwaliteit kunnen van elkaar verschillen (tabel 3). De belangrijkste oorzaken voor verandering van de waterkwaliteit zijn verdroging en het wegvallen van kwel, waardoor vanaf het maaiveld veratmotrofiëring optreedt. Verdroging van natte systemen kan tot gevolg hebben dat er mineralisatie van organische stof in de bodem optreedt, waardoor de concentraties aan nutriënten toenemen. Daarnaast leidt een (grotere) onverzadigde zone eerder tot verzuring en vermisting als gevolg van atmosferische depositie.

Tabel 3 De samenhang tussen bodemeenheid, de oorspronkelijke grondwatertrap en het watertype volgens de Stuyfzand-classificatie

Bodemeenheid	Oorspronkelijke		Watertype vgl. Stuyfzand
	Gt	watertype	
<i>Veengronden</i>			
Basenarm, atmotroof	I-III	atm	g*,0 Ca mixSO ₄
Basenarm, lithotroof	I-III	lith-arm	g1,2 CaHCO ₃
Basenrijk, lithotroof	I-III	lith-arm	g2,3 CaHCO ₃
<i>Overige gronden</i>			
Beekeerd- en broekeerd	II-III	lith-arm	g1,2 CaHCO ₃
Gooreerd	III-V	atm	g*,0 CaHCO ₃ /g0,1 Ca mixSO ₄
Veldpodzol	III-V	atm	g*,0 Ca mixSO ₄

Tot slot vormen ook uitgespoelde meststoffen een directe of indirecte bedreiging voor de kwaliteit van het grondwater. De maatregelen die gericht zijn op het verminderen van de uitstoot van verzurende en vermestende stoffen en de regulering van de mesttoediening moeten op termijn tot een zodanige afname van de belasting van het grondwater leiden, dat ecologische functies er niet meer door worden beïnvloed. In het kader van dit onderzoek worden alleen de effecten van hydrologische maatregelen onderzocht. Uitgaande van de beschikbare gegevens is aangenomen dat herstel van het grondwaterregime op termijn leidt tot een normalisatie van mineralisatieprocessen en de beïnvloeding door atmosferische depositie en dat herstel van een kwelflux van minimaal 0,5 mm per etmaal die tot in de bovengrond doordringt leidt tot een kwelwatertype (Querner, 1996, pers. mededeling). Om verschillende typen te kunnen onderscheiden is verondersteld dat een kwelflux van minimaal 1,0 mm per etmaal tot een basenrijk kwelwatertype leidt. Volgens de Stuyfzand-classificatie betreft de watertypen g2CaHCO₃ en g3CaHCO₃. Een kwelflux tot 1 mm per etmaal leidt tot een basenarm kwelwatertype: g*-g1CaHCO₃.

4 Resultaten en discussie










4.1 Potentiële geschiktheid voor natuurdoeltypen

Voor het stroomgebied van de Drenste Aa zijn met behulp van ARC-INFO in figuur 4 de bodemtypen geselecteerd waar volgens tabel 1 natuurdoeltypen gerealiseerd kunnen worden. De grootste oppervlakte (16 807 ha) wordt ingenomen door veldpodzolgronden, waar dopheide het vegetatiedoeltype is. Dit type gronden ligt in infiltratiegebieden. Van de atmotrofe veengronden (1880 ha) komen grotere complexen voor ten zuidwesten en westen van Assen. In het zuiden van het stroomgebied komen meestal kleine geïsoleerde systemen voor in beekdalen, maar ook temidden van de podzolgronden. Gooreerdgronden zijn minerale gronden die vaak op de overgang liggen van hoog naar laag. Hoewel de grondwaterstand normaliter vrij hoog is, treedt er infiltratie op. De oppervlakte ervan is betrekkelijk gering (596 ha). De overige bodemtypen, te weten de beekkeerd- en broekeerdgronden en de lithotrofe veengronden, zijn kenmerkend voor de beekdalen. Beide kwel-indicerende bodemtypen komen voor in de meeste smalle, vertakte beekdalen en in een uitgestrekter gebied ten zuiden van Assen. De oppervlakte van de beek- en broekeerdgronden bedraagt 1772 ha terwijl de lithotrofe veengronden 2898 ha beslaan. De veengronden zijn basenarm en min of meer mesotroof van aard. Alleen ten westen van Assen en bij het Zuidlaardermeer komen basenrijke veengronden voor (39 ha).

Van de bodemtypen die volgens de bodemclassificatie (De Bakker en Schelling, 1989) tot de zes geselecteerde bodemeenheden kunnen worden gerekend, is de oorspronkelijk grondwatertrap afgebeeld in figuur 5. Behalve de broekeerdgronden zijn de moerige gronden en de veenkoloniale gronden bij de veengronden ingedeeld. De oorspronkelijke grondwatertrap van de veldpodzol- en gooreerdgronden bedraagt III en V. De beekkeerdgronden hebben van oorsprong een grondwatertrap II en III. Veengronden zijn van oudsher nat. Bij deze bodemeenheid komen de meeste bodemtypen en bodemassociaties voor met verschillende grondwatertrappen. De oorspronkelijke grondwatertrappen variëren van I tot III.

De bodemeenheden en oorspronkelijke grondwatertrappen geven de potentiële geschiktheid aan voor de natuurdoeltypen. De oorspronkelijke grondwatertrap komt over het algemeen goed overeen met de randvoorwaarden van de natuurdoeltypen voor de betreffende bodemeenheid.












-  Veengronden, Ombrotroof, basenarm
-  Veengronden, Lithotroof, basenarm
-  Veengronden, Lithotroof, basenrijk
-  Beekeerdgronden en broekeerdgronden,
Lithotroof, basenarm
-  Gooreerdgronden, Ombrotroof, basenarm
-  Veldpodzolgronden, Ombrotroof, basenarm
-  Niet ingedeelde gronden
-  Water
-  Bebouwing

0 1,5 7,5 km
Schaal 1 : 150 000

Fig. 4 Bodemkundig overzicht van het stroomgebied van de Drentse Aa



-  optgt 1
-  optgt 2
-  optgt 2/3 of 3/2
-  optgt 3
-  optgt 3/5
-  optgt 6
-  Niet ingedeeld
-  Water
-  Bebouwing

0 1,5 7,5 km
Schaal 1 : 150 000

Fig. 5 Historische grondwatertrap in het stroomgebied van de Drentse Aa, ingeschat op basis van de natuurlijke hydrologische omstandigheden tijdens de bodemvorming

4.2 Effecten van hydrologische ingrepen

Er zijn modelberekeningen uitgevoerd voor de uitgangssituatie en vijf scenario's (tabel 2). De uitvoer van resultaten wordt per knooppunt gegeven en is representatief voor het bijbehorende gebied uit het elementennetwerk (fig. 3). Van de resultaten zijn de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden en de gemiddelde kwelflux over de periode 1984-1993 geselecteerd van de knooppuntgebieden die niet op de rand van het modelgebied liggen en die, in de uitgangssituatie, een GLG hebben van minder dan een 1 m. De resultaten voor de drogere gebieden zijn hier minder relevant. De GHG en GLG staan afgebeeld in figuur 6 en de gemiddelde kwelflux in figuur 7. De volgorde van knooppunten is gesorteerd aan de hand van de GHG, GLG en de kwel in de uitgangssituatie.

Uit figuur 6 blijkt dat alle scenario's een verhoging van zowel de GHG als de GLG tot gevolg heeft. De verhoging van de GLG is over het algemeen groter dan van de GHG, met name voor scenario BT (zie ook tabel 4). Het stopzetten van waterwinningen resulteert in de kleinste verhoging van de grondwaterstand, 3 cm voor de GLG en 1 cm voor de GHG. De knooppunten die tot de natste helft van de geselecteerde reeks horen (GLG < 0,85 m) laten voor alle scenario's een vergelijkbare verhoging zien. De maatregelen hebben blijkbaar geen specifieke consequenties voor de verschillende grondwaterniveaus.

Het verhogen van peilen en drainageweerstanden (scen. AT en AH) heeft geen noemenswaardige gevolgen voor de gemiddelde kwel (fig. 7 en tabel 4). In een aantal gebieden waar de kwel kleiner is dan ca. 1,5 mm per etmaal lijkt sprake te zijn van een geringe toename en van een afname in gebieden die een grotere kwelintensiteit hebben. Het stopzetten van waterwinningen (scen. BB) is een effectieve maatregel om de kwelintensiteit te verhogen. Vooral gebieden die al in de uitgangssituatie een hoge kwelintensiteit hebben profiteren van een dergelijke maatregel. De grootste toename van kwel wordt verkregen door de combinatie van stopzetten van de waterwinningen en aanvullende maatregelen in de intrekgebieden (scen. BH).

Tabel 4 GHG, GLG en gemiddelde kwel in de uitgangssituatie en de veranderingen voor de verschillende scenario's

Uitgangssituatie	AT	AH	BB	BT	BH	
<i>Voor gebieden met een GLG van < 1 m in de uitgangssituatie</i>						
GLG (m)	0,80	+0,07	+0,05	+0,03	+0,11	+0,08
GHG (m)	0,14	+0,05	+0,03	+0,01	+0,06	+0,04
kwel (mm/etm)	1,38	+0,05	+0,01	+0,12	+0,12	+0,15
<i>Voor gebieden met een GLG van < 0,85 m in de uitgangssituatie</i>						
GLG (m)	0,67	+0,06	+0,04	+0,03	+0,10	+0,08
GHG (m)	0,10	+0,03	+0,02	+0,01	+0,05	+0,03
kwel (mm/etm)	1,58	-0,01	+0,03	+0,20	+0,21	+0,25

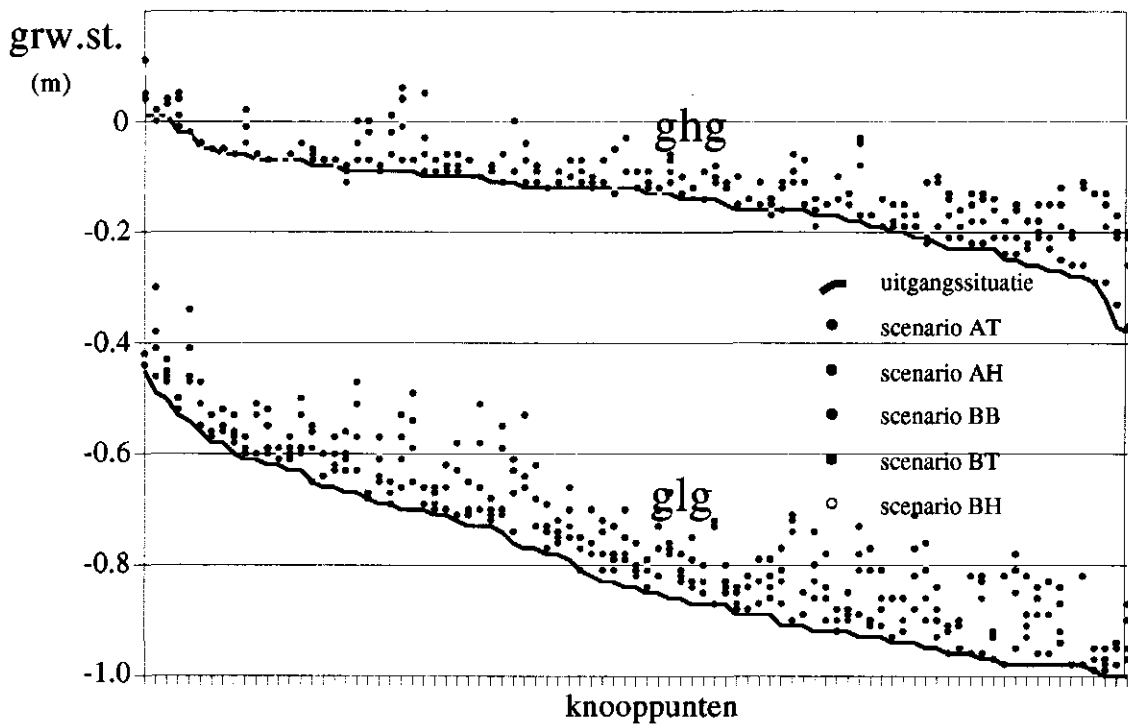


Fig. 6 De ghg en glg in de uitgangssituatie voor gebieden met een glg < 1,0 m en de veranderingen voor de verschillende scenario's

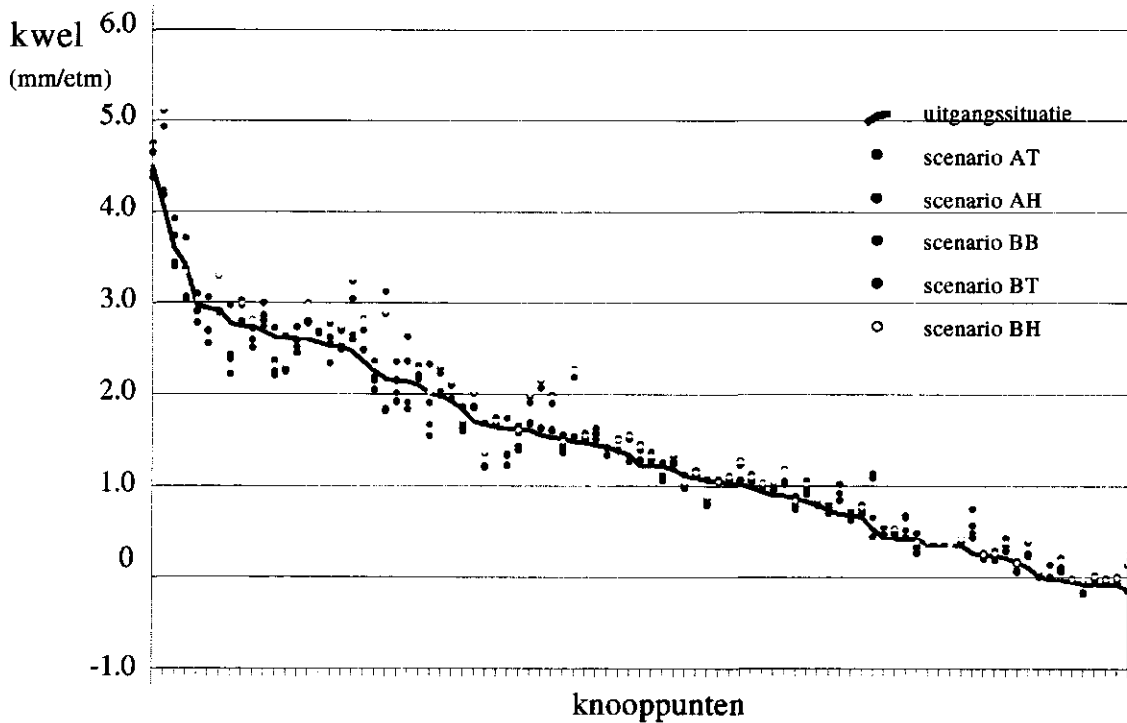


Fig. 7 De gemiddelde kwel flux in de uitgangssituatie voor gebieden met een glg < 1,0 m en de veranderingen voor de verschillende scenario's

4.3 Effecten van maatregelen voor natuurdoeltypen

Voor de kwantificering van de effecten van de hydrologische maatregelen op de natuurdoeltypen is voor de knooppunten die binnen de bodemeenheden van figuur 4 vallen de oppervlakte van het knooppuntgebied bepaald. Aan het knooppuntgebied is de belangrijkste bodemeenheid toegekend hoewel er meerdere in het gebied kunnen voorkomen. De verschillen tussen de totale oppervlakten van de bodemeenheden volgens de bodemkaart en de knooppuntgebieden zijn over het algemeen klein (tabel 5), alleen de lithotrofe veengronden zijn bij de knooppuntgebieden ondervertegenwoordigd en er is geen knooppunt met basenrijke veen als bodemeenheid. Basenrijk veen heeft een geringe bedekking; alleen in het noorden bij het Zuidlaardermeer en ten westen van Assen liggen enkele hectares.

Tabel 5 Verhouding tussen de oppervlakte (ha) van bodemeenheden volgens de bodemkaart en de knooppuntgebieden

		Bodemkaart	Knooppuntgebieden	Verhouding
Lithotroof	veengronden - basenarm	2898	2993	0,97
	veengronden - basenrijk	39	0	-
	beek- en broekeerdgronden	1772	1980	0,89
Atmotroof	veengronden	1880	1338	1,41
	gooreerdgronden	596	699	0,85
	veldpodzolgronden	16807	14978	1,12

Voor de verschillende bodemeenheden is berekend welke oppervlakte knooppuntgebieden voldoet aan de randvoorwaarden voor de natuurdoeltypen uit tabel 1. De uitkomsten staan in tabel 6.

Voor de lithotrofe bodemeenheden hebben alle scenario's voor herstel van het grondwaterregime en de waterkwaliteit een toename van het areaal tot gevolg dat aan de randvoorwaarden van de natuurdoeltypen voldoet. Bij de lithotrofe veengronden heeft het stopzetten van waterwinningen (scen. BB, BT en BH) een duidelijke toename van het areaal met een hogere kwelflux tot gevolg. Bij de beek- en broekeerdgronden is dat minder duidelijk het geval. Opvallend is verder dat het verhogen van peilen en van de drainageweerstand (scen. AT en AH) bij de veengronden een uitbreiding van het areaal met een geringe kwelflux (< 1 mm per etmaal) tot gevolg heeft, die gedeeltelijk ten koste gaat van gebieden met een hoge kwelflux (> 1 mm per etmaal).

Met uitzondering van één knooppuntgebied zijn er geen gebieden met gooreerdgronden en atmotrofe veengronden die in de uitgangssituatie, of bij de verschillende scenario's voldoende nat zijn om aan de gestelde randvoorwaarden te voldoen. Voor de veengronden betreft dat een gt I en voor de gooreerdgronden een gt III. De natste atmotrofe veengronden hebben een gt II. Voor gooreerdgronden is de gestelde gt III aan de natte kant. Van oorsprong hebben veel van deze gronden een gt V (fig. 4 en 5).

Tabel 6 De geschiktheid (ha) voor natuurdoeltypen; potentieel, actueel en bij de verschillende hydrologische scenario's

Grondwater-trap	Kwel (mm/etm)	Natuurdoeltype ¹⁾	Potentieel	Uitg.sit.	AT	AH	BB	BT	BH
LITHOTROOF									
veen (basenarm)			2993						
I	> 0	10		46	117	86	86	138	86
II,III	0-1	2,7,8,9		564	702	677	620	690	546
II,III	> 1	2,7,8,9		961	886	935	968	972	1047
veen (basenrijk)									
II,III	> 0	2,7,8,9							
beek-en broekeerd			1980						
II,III	0-1	2,3		323	459	385	375	473	385
II,III	> 1	4,10		93	107	141	104	141	141
ATMOTROOF									
veen (basenarm)			1338						
I	geen	1		0	0	0	0	0	0
gooreerd			699						
III	geen	1,5		10	10	10	10	10	10
veldpodzol			14978						
III,V	geen	6		1973	3092	2818	1958	3065	2822

1) natuurdoeltype

1 Verb. van zomp- en gewone zegge

2 Dotterverbond

3 Biezeknoppen-Pijpestrootjeverb.

4 Knopbiesverbond

5 Borstelgrasverbond

6 Dopheideverbond

7 Verbond der grote zeggen

8 Rietverbond

9 Moerasspirea-

verbond

10 Elzenbroek

11 Elzen-Essenbos

Voor het andere atmotrofe bodemtype, de veldpodzolgronden, is het verhogen van peilen en drainageweerstanden wel een effectieve maatregel voor de vereiste vernatting. Het stopzetten van waterwinnings heeft daarentegen tot gevolg dat er in verschillende gebieden een kwelflux gaat optreden, wat voor het natuurdoeltype 'dopheide' ongewenst is.

Met de voorgestelde maatregelen kan voor natuurdoeltypen op de lithotrofe bodemeenheden en de veldpodzolgronden het areaal worden uitgebreid. De geschikte arealen zijn voor deze bodemeenheden omgerekend tot percentage van het potentiële areaal (tabel 7). Opvallend is dat in de uitgangssituatie al meer dan de helft (52%) van het areaal lithotrofe veengronden aan de randvoorwaarden voldoet, tegenover slechts 21% en 13% voor respectievelijk de beek- en broekeerdgronden en de veldpodzolgronden. Blijkbaar zijn de minerale gronden in het verleden het sterkst ontwaterd.

De maatregelen hebben over het algemeen een relatief kleine uitbreiding van het areaal tot gevolg. Scenario BT, het stopzetten van waterwinnings, gecombineerd met het verhogen van peilen en drainageweerstanden in het hele gebied, is per saldo het meest effectief voor de natuurdoeltypen die gerelateerd zijn aan de lithotrofe bodemeenheden. Voor de veengronden komt daarna scenario BH (als scen. BB, maar verhogingen alleen in de intrekgebieden) in aanmerking en voor de beek- en broekeerdgronden de scenario's AT (als scen. BB, maar met waterwinnings). Het stopzetten van waterwinnings zonder aanvullende maatregelen is het minst effectief.

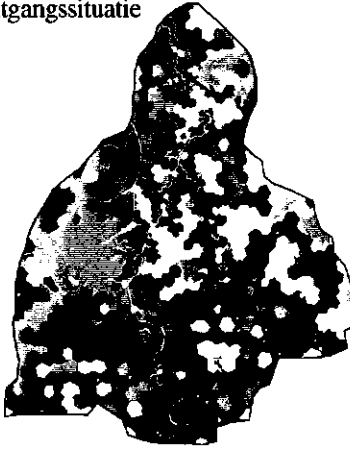
Tabel 7 Procentuele geschiktheid (%) van bodemeenheden voor natuurdoeltypen in de verschillende hydrologische scenario's

Grondwater-trap	Kwel (mm/etm)	Potent. oppervl. (ha)	Uitgangssituatie	Geschikt areaal				
				AT	AH	BB	BT	BH
LITHOTROOF								
veen (basenarm)								
I	> 0		2	4	3	3	5	3
II,III	0-1		19	23	23	21	23	22
II,III	> 1		32	30	31	32	32	35
Totaal		2993	52	57	57	56	60	59
veen (basenrijk)								
II,III	> 0	0	0	-	-	-	-	-
beek-en broekeerd								
II,III	0-1		16	23	19	19	24	19
II,III	> 1		5	5	7	5	7	7
Totaal		1980	21	29	27	24	31	27
ATMOTROOF								
veen (basenarm)								
I	geen	1338	0	0	0	0	0	0
gooreerd								
III	geen	699	1	1	1	1	1	1
veldpodzol								
III,V	geen	14978	13	21	19	13	20	19

In figuur 8 is de geschiktheid van de bodemeenheden van de knooppuntgebieden voor natuurdoeltypen aangegeven. In de actuele situatie komen er alleen geschikte lithotrofe, basenarme veengronden, beek- en broekeerdgronden en atmotrofe podzolgronden voor. Veengronden met voldoende hoge grondwaterstanden en kwel komen in een aantal beekdalen voor en ten zuiden van Assen. Geschikte beekeerdgronden komen beduidend minder voor en liggen in het dal van het Anderse Diep en in de omgeving van Assen. Podzolgronden tenslotte, die geschikt zijn voor de ontwikkeling van een dopheidevegetatie, liggen vooral in de westelijke helft van het stroomgebied.

De verschillen tussen de uitgangssituatie en de scenario's zijn groter dan de verschillen tussen de scenario's. De uitbreiding van het areaal lithotrofe veengronden vindt vooral, aangrenzend aan gronden die in de actuele situatie geschikt zijn, langs de boven- en middenloop van beken plaats. Daar is ook de uitbreiding met geschikte beekeerdgronden te vinden. Met uitzondering van scen. BB vindt de belangrijkste uitbreiding van natte en vochtige podzolgronden tussen Assen en Tynaarlo plaats.

Uitgangssituatie



Scenario AT



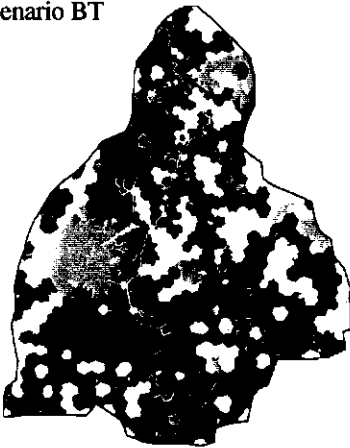
Scenario AH



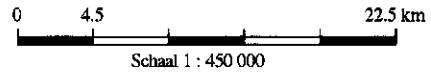
Scenario BB



Scenario BT



Scenario BH



Geschikt op basis van hydrologisch regime

Potentieel Scenario

- | | | |
|--|--|---|
| | | Veengronden, Ombrotroof, basenarm |
| | | Veengronden, Lithotroof, basenarm |
| | | Beekeerdgronden en broekeerdgronden, Lithotroof, basenarm |
| | | Gooreerdgronden, Ombrotroof, basenarm |
| | | Podzolgronden, Ombrotroof, basenarm |

Overig

- | | |
|--|---------------|
| | Bebouwing |
| | Niet berekend |

Fig. 8 Geschiktheid van de bodemeenheden voor de uitgangssituatie en voor de scenario's (zie tabel 2)

5 Conclusies

De maatregelen voor de bestrijding van verdroging moeten zijn afgestemd op de eisen die de beoogde grondwaterafhankelijke natuur aan beschikbaarheid en kwaliteit van het grondwater stelt. In het proefgebied Drentse Aa, dat min of meer als representatief kan worden beschouwd voor waardevolle gebieden met een vrij afwaterend bekenstelsel, zijn berekeningen uitgevoerd om de effectiviteit van verschillende maatregelen te toetsen. Uit de verschillende scenario's kunnen de volgende conclusies ten aanzien van de uitwerking op het grondwaterregime worden getrokken:

- 1 Het verhogen van de drainageweerstand, door bijvoorbeeld het verontdiepen of dempen van waterlopen, in combinatie met het opzetten van het stuwpeil heeft een conserverende werking op het grondwaterregime. Daarbij stijgen vooral de laagste grondwaterstanden tot maximaal de helft van de verhoging van het stuwpeil. Gemiddeld blijft de kwel gelijk.
- 2 Wanneer dezelfde maatregelen alleen in de intrekgebieden worden genomen, is het effect op de grondwaterstand in natte en vochtige gebieden kleiner, terwijl de kwel niet noemenswaardig verandert.
- 3 Het stopzetten van grondwaterwinningen heeft een toename van kwel tot gevolg met name in de natste gebieden, met daarbij een zeer bescheiden stijging van de grondwaterstand.
- 4 De combinatie van het verhogen van de drainageweerstand, het verhogen van het stuwpeil en het stopzetten van grondwaterwinningen heeft een optelling van de afzonderlijke effecten tot gevolg; zowel een verhoging van de grondwaterstand als een toename van kwel.

De maatregelen zijn gebiedsdekkend doorgerekend. Voor specifieke gebieden kunnen lokaal genomen maatregelen echter evenzeer voldoen. Als lokale maatregel verdient in dat geval ook de vervanging van naaldbossen door loofbossen of heide aandacht. Door deze maatregel neemt de nuttige neerslag toe, met als mogelijk effect een toename van kwel in de beekdalen (Peerboom, 1990).

Er zijn onvoldoende kwaliteitsgegevens van het grondwater beschikbaar voor een directe toetsing aan de kwalitatieve randvoorwaarden van de vegetatietypen te kunnen maken. Door gebruik te maken van een fysiotopenindeling kon wel een afweging worden gemaakt. Dit levert, samen met de hydrologische randvoorwaarden van de vegetatietypen, de volgende resultaten op:

- 1 Voor grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen op de atmotrofe veen-, veldpodzol- en gooreerdgronden is het verhogen van de drainageweerstand en het verhogen van het stuwpeil in het hele gebied de meest effectieve maatregel voor vernatting. Regenwaterafhankelijke veengronden met als randvoorwaarde gt I en gooreerdgronden met gt III komen in de uitgangssituatie echter niet of nauwelijks voor en zijn alleen met rigoureuze maatregelen tot het gewenste regime te vernatten.
- 2 Voor de grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen op de lithotrofe veen-, beek- en broekeerdgronden is het verhogen van de drainageweerstand en het verhogen van

het stuwpeil in combinatie met het stoppen van grondwateronttrekkingen in het hele gebied de meest effectieve maatregel voor vernatting. Alleen stopzetten van grondwaterwinningen zonder aanvullende maatregelen is het minst effectief.

Literatuur

Bakker, H. de en J. Schelling, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Wageningen, Centrum voor Landbouwpublikaties en Documentaties.

Bolt, F.J.M. van der, 1997. *Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie Instrumentarium voor Natuurontwikkelings_Scenario's (GREINS); regionale hydrologische modellering van het stroomgebied van de Drentse Aa*. Wageningen, DLO Staring Centrum. Rapport 519.

Bekhuis, F.H.W.M., J.B.Latour en R. Reiling, 1994. *De toestand van het milieu in het landelijk gebied*. Bilthoven, RIVM.

Haskoning, 1995. *Onderzoek naar het dynamisch gedrag van grondwatersystemen. Stroomgebied Drentse Aa*. Nijmegen, Haskoning; Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau.

Heer, E. de en G.K. Brouwer, 1995. *De landelijke hydrologische systeemanalyse. Deelrapport 5: Deelgebied Noord-Nederland*. Delft, TNO Grondwater en Geo-Energie.

Hendriks, C.M.A., P.C. Jansen en A. Olsthoorn, 1997. *De invloed van milieubedreigingen op de natuurwaarden van bos*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport in prep.

Jansen, P.C., 1996. *Vernatting van bufferzones*. Landinrichting, Tijdschrift voor inrichting en beheer van het landelijk gebied (7), 14-18.

Kemmers, R.H. en F.J.E. van der Bolt, 1996. *Een fysiotoptypologie voor beekdallandschappen. Een ruimtelijke schematisatie van het beekdallandschap voor Geïntegreerd Ruimtelijke Evaluatie-Instrument voor Natuurontwikkelingsscenario's (GREINS)*. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 234.

Kortleve, M.W., 1989. *Regionaal geohydrologisch modelonderzoek van het stroomgebied van de Drentse Aa; Deel 1: IJking geo-hydrologische parameters*. Driebergen, Staatsbosbeheer.

Meeuwissen, T., C. Anker en E. Dijkema, 1994. *Gebiedsvisie natuur, bos en landschap Drentse Aa: eindrapport*. Assen, Ministerie van LNV.

Peerboom, C.J.M.P.M., 1990. *Regionaal hydrologisch modelonderzoek van het stroomgebied van de Drentse Aa; Deel 3: Scenario-berekeningen met het niet-stationaire model SIMGRO*. Driebergen, Staatsbosbeheer.

Prak, H., 1996. *Regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GEBEVE). 1^e voortgangsrapportage*. Utrecht, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden.

Provinciaal Bestuur van Drente, 1985. *Grondwaterplan Drente*. Assen, Provincie Drente.

Querner, E.P. en P.J.T. van Bakel, 1989. *Description of the regional groundwater flow model SIMGRO*. Wageningen, Winand Staring Centre. Report 7.

Reit, H.J., P.C. Jansen, H.TH.L. Massop en J.M.P.M. Peerboom, 1996. *Onderzoek en maatwerk voor verdrogingsbestrijding op het landgoed 'De Wildenborch'*. H₂O (19), 550-554.

RIVM, 1991. *Nationale Milieuverkenning 2*. Alphen aan de Rijn, Tjeenk Willink.

Stuurman, R.J. en F.J. van Zadelhoff, 1997. *Rapport. IKC-Natuurbeheer, Wageningen*. In voorb.

Stuyfzand, P.J., 1986. *Een nieuwe hydrochemische classificatie van watertypen, met Nederlandse voorbeelden van toepassing*. H₂O (19), 640-643.

Weperen, M.J. van, 1986. *Potklei inventarisatie Drenste Aa*. Haarlem, Rijks Geologische Dienst.