



water in onderzoek

WV181

provincie
GELDERLAND

voorlichtingsmiddag
onderzoek water

COLOFON

WATER IN ONDERZOEK

Verslag van de voorlichtingsmiddag "water in onderzoek"
gehouden op 9 mei 1990 in het provinciehuis te Arnhem.

Eindredactie:

ing. H.F.J. Kempen
dr.ir. Th.J. van de Nes

Tekeningen

Tekenkamer dienst Milieu en Water, provincie Gelderland

Drukwerkverzorging

Bestuursdienst/afd. Tekstverzorging, provincie Gelderland

Uitgave

Provincie Gelderland
Oplage 700 exemplaren

WATER IN ONDERZOEK

Uitgave naar aanleiding van de
voorlichtingsmiddag
Onderzoek Water
provincie Gelderland,
9 mei 1990 te Arnhem.

Arnhem, mei 1990

INLEIDING

Bij het integrale waterbeleid op provinciaal niveau dienen de bij het water betrokken belangen te worden afgewogen. Hierbij komen veelal economische en ecologische aspecten aan de orde.

Het zoeken naar een evenwicht tussen economie en ecologie dient te worden geleid door inzicht in die aspecten. Het Gelders waterhuishoudkundig onderzoek is daarom gericht op vermeerdering van kennis ten aanzien van het waterhuishoudkundig systeem, opdat onderbouwde beslissingen kunnen worden genomen.

Uitwisseling van kennis tussen alle betrokkenen bevordert de mogelijkheid de kwaliteit van het beslissingsproces en de besluitvorming zelf te verbeteren.

Op 9 mei 1990 werd daarom door de provincie Gelderland een voorlichtingsmiddag "Water in Onderzoek" georganiseerd. De middag stond in het kader van het Gelders onderzoeksprogramma en een aantal recent gereedgekomen onderzoeksrapporten betreffende het oppervlaktewater. Op een volgende voorlichtingsmiddag zal het grondwater centraal worden gesteld.

De waterhuishoudkundige problematiek vraagt niet alleen om onderzoek naar de verschillende aspecten van die problematiek, maar ook - en eigenlijk in de eerste plaats - om besluitvorming door de bestuurders.

Op 10 april 1990 is door het college van Gedeputeerde Staten van Gelderland het eerste ontwerp-waterhuishoudingsplan voorlopig vastgesteld. De heer J. van Dijkhuizen heeft, als eerste gecommiteerde voor het waterbeleid in de provincie Gelderland, bij de opening van de voorlichtingsmiddag de grote lijnen van dit ontwerp-waterhuishoudingsplan uiteengezet. Hij heeft hiermee tevens het kader geschetst van het waterhuishoudkundig onderzoek voor nu en in de toekomst.

Het openingswoord van de heer Van Dijkhuizen en de inleidingen die op de voorlichtingsmiddag zijn gehouden treft u aan in deze uitgave.

Namens het organiserend comité,

dr.ir. Th.J. van de Nes
ing. H.F.J. Kempen

INHOUD

	EEN TWEEDE GROENE MOTOR VOOR HET WATERBEHEER! Openingswoord; Gedeputeerde J. van Dijkhuizen	1
1	ONDERZOEK EN INTEGRAAL WATERBELEID R.H.C.M. Awater; Th.J. van de Nes	9
1.1	De aard van het onderzoek	10
1.2	De onderzoeksvraag en de doelstelling van de onderzoeksprojecten	13
1.3	De onderzoeksresultaten	17
2	DE MEETLAT: EEN BIOLOGISCH BEOORDELINGSSYSTEEM VOOR HET OPPERVLAKTEWATER IN GELDERLAND A.G. Klink; H. Cuppen	25
2.1	Inleiding	26
2.2	Uitgangspunten en doel van het onderzoek	26
2.3	Werkwijze	28
2.4	Resultaten	29
2.5	Toepassingsmogelijkheden	38
3	MODELLEREN VAN OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT G. van Straten	45
3.1	Historisch overzicht	46
3.2	Toepasbaarheid van modellen voor het beheer	48
3.3	Stand van zaken	50
3.4	Behoeften van de gebruikers	52
3.5	Conclusies	53
4	RICHTLIJNEN VOOR HET BEHEER VAN OPPERVLAKTEWATER B. de Boer; J.W. van Sluis; R. Veeningen; A.J. Baks; J.B.H. Bergink	57
4.1	Probleemstelling	58
4.2	Achtergrond: besluitvorming	59
4.3	Opzet methode	60
4.4	Toepassing op eutrofiëring en zuurstofhuishouding	61
4.5	Gebruik van de richtlijnen	66
4.6	Programma-pakket	69
4.7	Conclusies	69

5	WATERBODEM IN ZICHT	
	A.J. Baks; G.D. Willemsen; J.J.M. de Klein; R.C. Gerritsen; A.J. Boom	73
5.1	Inleiding	74
5.2	Methode	74
5.3	Resultaten	82
5.4	Hoe verder?	85
5.5	Conclusies	87
6	INLATEN GEBIEDSVREEMD WATER	
	J.D. Leenen; H.J. Brinkhof	91
6.1	Inleiding	92
6.2	Doelstelling en uitgangspunten	93
6.3	Methode van aanpak	94
6.4	Conclusies	109

BIJLAGEN

Bijlage 3.1	Korte beschrijving van WAKWAM
Bijlage 4.1	Overzicht scenario's Richtlijnen
Bijlage 5.1	Regionale waterbodembodemkwaliteit in gelderland; overzicht monsterpunten
Bijlage 5.2	Schematische weergave gemodificeerd Jenkins monsternamen-apparaat
Bijlage 5.3	Analysepakket waterbodems
Bijlage 6.1	Potentiële locaties voor inlaten gebiedsvreemd water ten behoeve van landbouw

EEN TWEEDE GROENE MOTOR VOOR HET WATERBEHEER!

OPENINGSWOORD, J. van Dijkhuizen

Provincie Gelderland, college van Gedeputeerde Staten

Dames en heren,

Ik heet u allen van harte welkom op deze voorlichtingsmiddag met als thema "Water in onderzoek".

Het waterhuishoudkundige beleid beweegt zich in het spanningsveld tussen enerzijds de mogelijkheden van de Gelderse waterhuishoudkundige systemen en anderzijds de aanspraken hierop.

Om in dit spanningsveld een beleidsvisie te ontwikkelen verricht de provincie onderzoek. Onderzoek, dat past in haar streven naar een integraal waterbeleid.

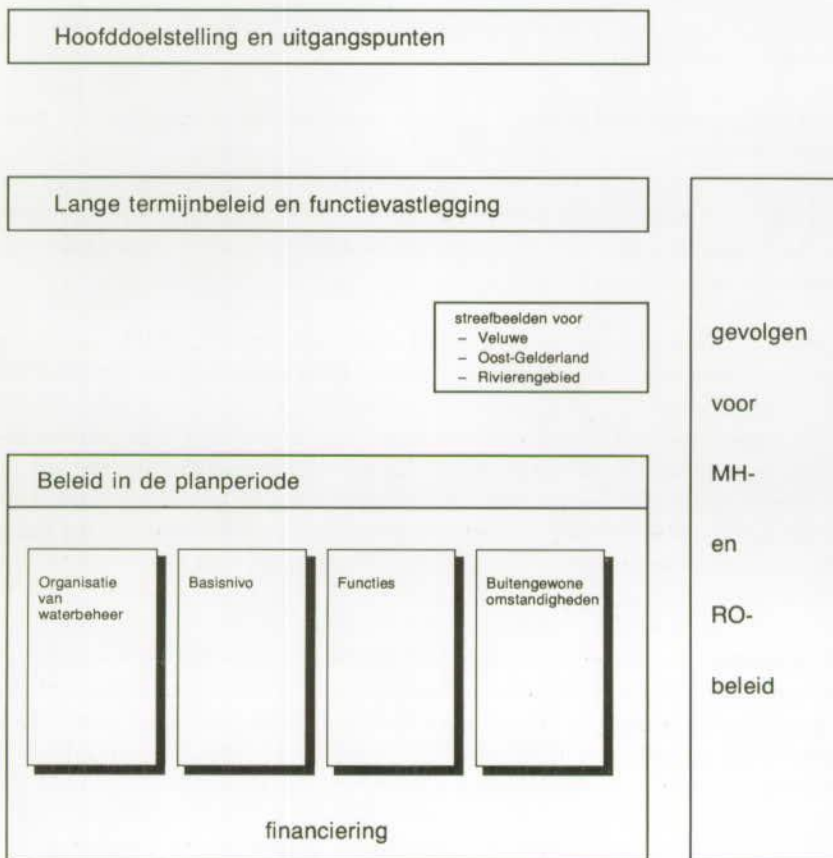
De resultaten van het onderzoek worden meegenomen in het provinciale waterhuishoudingsplan. Dit plan bevat het beleid dat we willen voeren en geeft aan welk nader onderzoek nog nodig is. Zo beïnvloeden beleid en onderzoek elkaar over en weer. Uiteindelijk gaat het om een proces waarin telkens op basis van de verkregen inzichten wordt bepaald welke richting we met het waterbeheer uit willen gaan.

Kort geleden, op 10 april 1990, hebben Gedeputeerde Staten het ontwerp-waterhuishoudingsplan voorlopig vastgesteld. Wij zijn er trots op dat Gelderland als eerste provincie het waterhuishoudkundig beleid integraal kan presenteren. Naar verwachting zal het plan in januari 1991 door Provinciale Staten definitief worden vastgesteld. In de tussentijd is inspraak op het plan mogelijk.

Ik wil u bij deze gelegenheid de hoofdlijnen schetsen van het beleid in het ontwerp-waterhuishoudingsplan. Na mij zullen verschillende sprekers ingaan op het onderzoek dat mede tot dit plan heeft geleid. Daarbij zullen zij een aantal recent gereedgekomen onderzoeken toelichten.

De hoofddoelstelling van het waterhuishoudkundig beleid is volgens het ontwerp-waterhuishoudingsplan "het ontwikkelen en instandhouden van gezonde waterhuishoudkundige systemen die een duurzaam gebruik ten behoeve van mens en natuur garanderen." Dat is een hele mond vol! Maar er mag uit blijken dat er nog een aantal waterhuishoudkundige problemen dienen te worden opgelost. Ik noem u in dit verband wateroverlast in het landelijk en stedelijk gebied, waterverontreiniging, maar ook watertekort en verdroging.

Om de hoofddoelstelling te realiseren is een lange termijn en een korte termijn beleid ontwikkeld.



Lange termijn beleid, (25 tot 30 jaar)

Eerst iets over het lange termijn beleid, dat een periode van 25 tot 30 jaar bestrijkt, dus tot ongeveer het jaar 2020. Het zo ver vooruit leggen van de tijdhorizon is gewenst. Dit omdat nadelige gevolgen van menselijk handelen op de waterhuishouding zich meestal pas op langere termijn openbaren. En het herstellen van de gewenste situatie vergt dan ook veelal grote inspanningen en veel tijd. In dit verband moet u zeker denken aan de verontreiniging van het grondwater en de waterbodem.

Het tijdvak van 25 à 30 jaar komt overeen met dat van een generatie. Zo gezien, geeft de lange termijnvisie in dit plan weer hoe het waterhuishoudkundig systeem in Gelderland aan een volgende generatie wordt overgedragen.

Voor het lange termijn beleid geldt voor de gehele provincie een basisniveau. Daarbij worden aan waterhuishoudkundige systemen kwantitatieve en kwalitatieve eisen gesteld. *Dat moet voldoende levenskansen bieden aan de mens en aan algemeen voorkomende planten en dieren.*

Bovenop het basisniveau worden per gebied waterhuishoudkundige functies vastgelegd. Deze functies zijn gerelateerd aan maatschappelijke belangen zoals landbouw, natuur, recreatie en drinkwatervoorziening. Aan functies verbinden we eisen, die verder kunnen gaan dan het basisniveau. We hebben dus 25 à 30 jaar uitgetrokken om dit te bereiken. Het is vooral een grote opgave om tot een minimale kwaliteit voor grondwater en oppervlaktewater te komen.

Ik wil thans ingaan op een aantal concrete punten van het lange termijn beleid. Als eerste **"het beschermen van de natuur"**. Dit is een zeer belangrijk beleidspunt van het waterhuishoudingsplan.

Bijzondere natuur wordt veiliggesteld in die gebieden waar natuur in concentraties voorkomt. In deze grote eenheden kunnen negatieve invloeden van buitenaf relatief goed beperkt worden.

Voor de selectie van de gebieden hebben we aansluiting gezocht bij de streekplannen. De geselecteerde gebieden komen ook vergaand overeen met de "natte" kerngebieden van het nationale Natuurbeleidsplan.

Naast de bescherming van de bijzondere natuur in grote eenheden krijgen een aantal zeer waardevolle wateren en gebieden **extra** bescherming. Dat doen we door toekenning van de functie "water voor natuur van het hoogste ecologische niveau", waar stringente eisen aan verbonden zijn.

In gebieden waar bijzondere natuur niet in concentraties voorkomt, wordt de waterhuishouding vooral gericht op de landbouw. Plaatselijke maatregelen moeten daar de verspreid aanwezige natuur zoveel mogelijk veilig te stellen. Daarnaast willen we werken aan een versterking van de natuur door het ontwikkelen van een ecologische infrastructuur. Het aanleggen van ecologische verbindingzones via het oppervlaktewatersysteem is hier een voorbeeld van.

Als tweede punt van beleid in het waterhuishoudingsplan wil ik noemen de **"keuze voor grondwater als grondstof voor drinkwater"**.

Er zijn in Gelderland voldoende mogelijkheden om drinkwater uit grondwater te bereiden. Wel stellen we een plafond van 170 miljoen m³ per jaar aan de totale winning en sturen we nieuwe winningen zoveel mogelijk naar plaatsen in het Rivierengebied. Daar liggen uitbreidingsmogelijkheden die goed te beschermen zijn en die minimale schade opleveren aan landbouw en natuur. Daarnaast komt op termijn ook het oppervlaktewater als grondstof voor drinkwater in beeld.

Ten slotte wil ik van het lange termijn beleid het **"meervoudig gebruik van watergangen"** noemen. De meeste watergangen zijn allereerst aangelegd om een tijdelijk overschot aan water af te voeren. Daarnaast kunnen ze ook worden gebruikt als ecologische verbinding tussen natuurelementen. Dat moet dan zowel binnen als tussen de gebieden met concentraties van natuur plaatsvinden.

De grotere watergangen worden daardoor ook aantrekkelijk voor recreatiedoeleinden, zoals het sportvissen en kanovaren. We gaan daarbij uit van een evenwicht tussen natuurontwikkeling en recreatie.

Het zal u duidelijk zijn dat we met deze hoofdpunten van het lange termijnbeleid een nieuwe weg inslaan. Economie en ecologie moeten weer met elkaar in evenwicht worden gebracht. In het verleden was het vooral de landbouw die de groene motor vormde voor het waterbeheer in de provincie Gelderland. De natuur vormt nu de tweede groene motor! En de recreatie zal hier ook sterk van profiteren.

Korte termijn beleid (1991-1995)

Dan wil ik nu ingaan op een aantal hoofdpunten van het beleid op korte termijn, de planperiode 1991 tot 1995. Wat gaan wij de komende jaren realiseren en hoe organiseren wij dit?

Laat ik met het laatste beginnen: de huidige organisatie van het waterbeheer blijft vooralsnog gehandhaafd. De waterschappen zijn dus verantwoordelijk voor het kwantitatieve beheer van oppervlaktewater, de zuiveringschappen voor het kwalitatieve beheer van oppervlaktewater en de provincie voor het kwantitatieve (en kwalitatieve) beheer van grondwater.

Wel ontwikkelt de provincie in de planperiode een lange termijnvisie op nadere samenwerking en afstemming tussen de waterbeheerders. Het gaat dan vooral om een meer geïntegreerd beheer van oppervlaktewater.

Wat betreft de **kwantiteit** geldt in de landbouwgebieden als beleid dat de afwatering verbeterd mag worden voor zover dit voor het gebied economisch voordelig is. Dit wil zeggen dat het opheffen van wateroverlast niet mag leiden tot onevenredige droogteschade. Dit is de les die we uit het verleden hebben geleerd.

Voor het stedelijk gebied zal de provincie samen met de Gelderse gemeenten en waterschappen een prioriteitenlijst opstellen voor sanering van ernstige gevallen met wateroverlast. We willen onderzoek ondersteunen dat is gericht op concrete oplossingen. De financiering van de maatregelen is een zaak van de betrokken gemeenten, het waterschap en de eigenaren van onroerend goed. Ook hier geldt dat de oplossing voor dit probleem niet mag leiden tot onevenredige droogteschade.

Voor de provincie als geheel geldt dat de nadelige menselijke invloed op de grondwaterstand en -stroming, in de vorm van verdroging, niet mag toenemen ten opzichte van 1985.

De waterschappen zullen in de beheersplannen maatregelen uitwerken voor het veiligstellen van de verspreide natuur.

Onderzoek naar de oorzaken van verdroging van concentraties van waardevolle natuur is een zaak van de provincie. In deze gebieden geldt een stand-still beginsel voor verdroging van natuur. We willen dit bereiken door een gericht beheer van peilen en het weren van ingrepen die verdroging kunnen veroorzaken. Daarnaast zetten we in een tiental gebieden projecten op om de waterhuishoudkundige situatie voor de natuur daadwerkelijk te verbeteren.

De nadelige gevolgen voor de landbouw worden zoveel mogelijk door aanpassingswerken ondervangen. En vergunningen voor grondwateronttrekking zullen worden aangepast als dit de verdroging van de natuur kan terugdringen.

Als het peilbeheer van het oppervlaktewater beter wordt kan dat vochttekorten in de landbouw beperken. Daarnaast streven we naar een vermindering van beregning uit grond- en oppervlaktewater.

Zoals ik eerder al zei achten wij de winning van grondwater voor de openbare drinkwatervoorziening tot een plafond van 170 miljoen m³ per jaar mogelijk. Er zijn dan wel maatregelen nodig om het groeiende gebruik te beperken. In dat verband willen we de haalbaarheid van levering van voorgezuiverd oevergrondwater (half-fabrikaat) aan bedrijven onderzoeken. En we kijken ook naar de mogelijkheden om bij drinkwaterbedrijven vergaand voorgezuiverd oppervlaktewater in de bodem te infiltreren.

De **kwaliteit** van het oppervlaktewater, de waterbodem en het grondwater laat thans nog veel te wensen over. Puntbelastingen en diffuse belastingen van verontreinigende stoffen zijn hier de oorzaak van.

De puntlozingen zullen door de zuiveringsschappen voortvarend worden aangepakt. Het "fosfaatconvenant" gaat uit van een halvering van de fosfaatlozingen ten opzichte van 1985. Voorts wordt waarschijnlijk een begin gemaakt met de denitrificatie van de effluenten en zal het terugdringen van verontreinigingen bij riooloverstorten worden gestimuleerd. We willen dat doen met een aantal voorbeeldprojecten.

Veel moeilijker wordt het terugdringen van de diffuse belasting van water met meststoffen vanuit de landbouw. De verantwoordelijkheid hiervoor ligt immers vrijwel geheel bij het Rijk. Als provincie willen we echter wel mee helpen zoeken naar creatieve oplossingen voor dit probleem. Te denken valt bijvoorbeeld aan biologische zuivering langs watergangen.

De verontreiniging van de waterbodem zal duidelijk worden beperkt door een verbetering van de kwaliteit van het effluent van zuiveringsinstallaties en door beperking van de hoeveelheid in te laten rijkswater. We willen een proefproject in de Linge stimuleren waarbij in te laten rijkswater door bezinking wordt voorgezuiverd. De sanering van vervuilde waterbodems in Gelderland zal terughoudend worden aangepakt. Dat kan niet anders zolang voor verwerking en verwijdering onvoldoende mogelijkheden aanwezig zijn.

Kosten en financiering van het beleid

Tot slot wil ik u voor wat betreft het korte termijn beleid iets zeggen over de financiële consequenties van het waterhuishoudingsplan.

Het ontwerp-waterhuishoudingsplan sluit op veel punten aan op het voorgenomen Rijksbeleid, neergelegd in de derde Nota voor de waterhuishouding en het Natuurbeleidsplan. De tweede groene motor voor het actieve waterbeheer zal slechts in werking treden als er voldoende brandstof - in de vorm van financiële middelen - ter beschikking komt. En we kennen allemaal de discussies hieromtrent over het nationaal milieubeleidsplan!

De kosten van het voorgestelde korte termijnbeleid schatten we op circa 23 miljoen gulden. Van het Rijk wordt een bijdrage gevraagd van circa 13 miljoen gulden, van de water- en zuiveringsschappen circa 3 miljoen gulden, zodat voor de provincie een bijdrage van circa 7 miljoen gulden overblijft.

De verwevenheid van de financiering door het Rijk, de provincie en de schappen maken werkbare en duidelijke afspraken noodzakelijk om in de planperiode de projecten ook werkelijk te realiseren.

Uit mijn toch nog beknopte opsomming van de belangrijkste hoofdpunten van het lange termijn beleid en het beleid in de planperiode zal u duidelijk zijn geworden dat een goede samenwerking tussen Rijk, provincie, waterschappen en zuiveringsschappen, en zonodig gemeenten en waterleidingbedrijven noodzakelijk is. Noodzakelijk, om de hoofddoelstelling van het ontwerp-waterhuishoudingsplan ook daadwerkelijk te realiseren. De provincie zal hier haar rol van coördinator moeten waarmaken!

Met deze inleiding over het ontwerp-provinciale waterhuishoudingsplan heb ik gepoogd het kader van de vanmiddag te presenteren onderzoeksresultaten aan te geven.

Rest mij de sprekers alvast hartelijk te danken voor hun inzet ten behoeve van deze voorlichtingsmiddag en u allen een interessante en leerzame middag toe te wensen.

Hierbij verklaar ik deze bijeenkomst voor geopend en geef ik het woord weer aan de heer van de Nes, die vanmiddag uw dagvoorzitter zal zijn.

1 ONDERZOEK EN INTEGRAAL WATERBELEID

ir. R.H.C.M. Awater¹⁾; dr.ir. Th.J. van de Nes, provincie Gelderland, dienst Milieu en Water

Samenvatting

Het onderzoek dat de provincie Gelderland uitvoert conform de voornemens in de vigerende waterplannen is grotendeels afgerond en een nieuw plan, het Waterhuishoudingsplan, kondigt zich aan. Een geschikt moment om terug te blikken op de gang van zaken rondom de provinciale onderzoeksprojecten, de onderzoeksresultaten en de betekenis voor het integrale waterbeleid.

1) momenteel werkzaam bij de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland

1.1 DE AARD VAN HET ONDERZOEK

Water

Water wordt gekenmerkt door dynamiek. Zowel de hoeveelheid, de kwantiteit, als de samenstelling, de kwaliteit, varieert in de tijd.

Oppervlaktewaterpeilen en -afvoeren fluctueren vaak zeer snel. Ook de kwaliteit van het oppervlaktewater kan van dag tot dag sterk verschillen.

Grondwaterstanden variëren in een aantal gebieden snel, in andere langzaam, en de kwaliteit van het grondwater verandert, meestal langzaam, maar zeker.

Hoewel dynamisch van karakter wordt toch gesproken over de toestand van het water.

Het water bevindt zich in een bepaalde toestand die wordt beschreven door waarden van grootheden als peilen, afvoeren en concentraties van stoffen in het water.

De waarden van de grootheden worden deels bepaald door natuurlijke invloeden en deels door menselijk handelen.

Waterbeheer is het toezien op en sturen van dit menselijk handelen.

Met de natuurlijke omstandigheden is het waterbeheer van nu en het waterbeheer in het verleden bepalend voor de huidige toestand van het water.

Belangen

Veel belangen zijn betrokken bij het water.

Het is de bron van ons drinkwater. Het is de leefomgeving van vele planten en dieren en de landbouw is er sterk van afhankelijk. Als mens stellen we eisen aan het water in onze woon- en werkomgeving. Daarnaast gebruiken we het water als medium om een groot deel van onze afvalstoffen af te voeren.

Al deze belangen hebben wensen aangaande de toestand van het water.

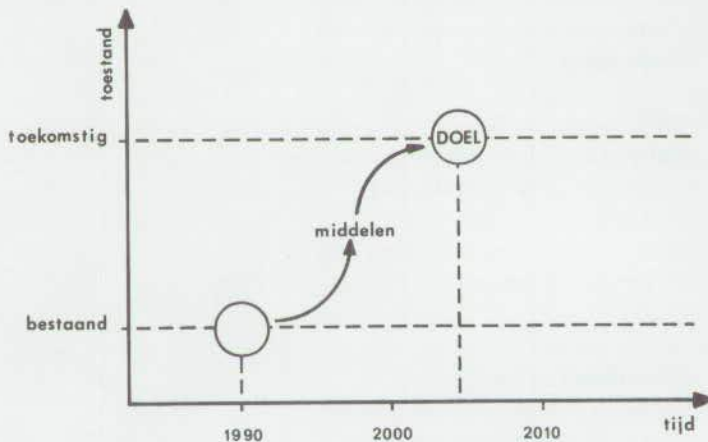
Wordt niet aan deze wensen voldaan dan heerst er ontevredenheid rond de toestand. Een of meer belangen wensen een andere toestand en op de *waterbeheerders* rust de verantwoordelijkheid al of niet aan deze wensen tegemoet te komen. Hier zijn keuzen noodzakelijk waarbij maatschappelijke belangen moeten worden afgewogen. Politieke keuzen derhalve. En op verschillend niveau: Lokaal, regionaal, provinciaal, landelijk, Europa, ...

Beleid en onderzoek

Op provinciaal niveau wordt het beleid vastgelegd in provinciale waterplannen. In Gelderland vigeren een grondwaterplan (GWP) en een oppervlaktewaterkwaliteitsplan (WKP). Het integrale waterhuishoudingsplan (WHP) is in wording. Het beleid doet uitspraken over de gewenste toekomstige toestand van het water en zegt met welke middelen die toestand moet worden bereikt. Dit alles rekening houdend met de wensen van de maatschappelijke belangen.

Om tot beleid te kunnen komen is het nodig dat:

- 1 Inzicht bestaat in de bestaande toestand van het water.
- 2 De toekomstige toestand (= het beleidsdoel) wordt vastgelegd.
- 3 Wordt aangegeven hoe (met welke middelen) de toekomstige toestand moet worden bereikt.



Figuur 1.1 Beleidsdoel en middelen

In hoeverre deze drie stappen kunnen worden doorlopen is afhankelijk van de aanwezige kennis en ervaring. Zijn kennis en ervaring onvoldoende dan moeten deze worden opgebouwd. Deze activiteit wordt onderzoek genoemd.

De activiteiten in een onderzoek kunnen betrekking hebben op de stappen 1, 2 en/of 3. Afhankelijk hiervan is sprake van **verschillende typen onderzoek**.

De stappen 2 en 3 leggen beleid vast.

Onderzoek is de opbouw van kennis en ervaring, nodig om tot dit beleid te kunnen komen. Onderzoeksresultaten in de stappen 2 en 3 omvatten dan ook veelal een aantal alternatieve voorstellen voor beleidsdoel en middelen en niet de uiteindelijke beleidskeuze.

Uitvoering van het onderzoek

Het provinciaal onderzoeksprogramma wordt in Gelderland op jaarbasis vastgesteld. Onderzoeken van enige omvang worden hiertoe ondergebracht in onderzoeksprojecten. De onderafdeling Onderzoek en Juridische Zaken van de afdeling Water van de dienst Milieu en Water is verantwoordelijk voor de uitvoering van het onderzoeksprogramma. De afgelopen vier jaar waren in hoofdzaak de in tabel 1.1 aangegeven projecten aan de orde.

Tabel 1.1 Onderzoeksprojecten Water 1986-1990

----- GWP -----	
1	Grondwateroverlast Stedelijk Gebied
2	Zettingsgevoeligheid
3	Modelleren Grondwaterkwaliteit
4	Verdroging
----- WKP -----	
5	Richtlijnen Oppervlaktewaterbeheer
6	Beheer en Onderhoud van Watergangen
7	Ecologische Doelstellingen
8	Differentiëren Basiskwaliteit
9	Zwemwaterkwaliteit
----- WHP -----	
10	Optimaliseren Peilbeheer
11	Schadefuncties
12	Inlaten Gebiedsvreemd Water
13	Modelleren Oppervlaktewaterkwaliteit
14	Kwaliteit Waterbodems
15	Waterbalans Rivierengebied
16	Grondwaterbeheer Midden-Gelderland

Om de uitvoering van het onderzoek te kunnen beheersen wordt per project een plan gemaakt dat de aspecten tijd, geld, kwaliteit, informatie en organisatie omvat. De organisatie heeft als algemene karakteristiek dat de uitvoering plaats vindt in **werkgroepen** en de begeleiding in **begeleidingscommissies**.

wergroepen

De projectleider van het onderzoek leidt de werkgroepen waarin mensen zitting hebben die daadwerkelijk met de uitvoering bezig zijn. Het grootste deel van het onderzoek wordt uitbesteed aan adviesbureaus, onderzoeksinstituten en universiteiten. Zo waren ABT (Velp), Cuppen (Apeldoorn), DHV (Amersfoort), Ekotec (Enschede), Haskoning (Nijmegen), Heidemij (Arnhem), Klink (Wageningen), TAUW (Deventer), DGV-TNO (Delft), RGD (Haarlem/Lochem), Staring Centrum (Wageningen), LU (Wageningen), TU (Delft) en UT (Enschede) actief in het Gelderse onderzoek.

Een ander deel van het onderzoek wordt uitgevoerd door tijdelijk aan te trekken menskracht. Een tiental mensen heeft zo voor korte of langere tijd een bijdrage geleverd. Ook andere onderafdelingen binnen de afdeling Water, met name de onderafdeling Hydrologie, andere provinciale diensten, met name de voormalige dienst L&L en de zuiveringsschappen hebben in een aantal onderzoeken meegewerkt aan de uitvoering. De taak van de vaste medewerkers van de onderafdeling Onderzoek en Juridische Zaken is dit alles in gang te houden. Slechts in zeldzame gevallen wordt (een deel van) een onderzoek door hen uitgevoerd.

Alle onderzoeksresultaten worden vastgelegd in een eindrapportage. In veel onderzoeken zijn ook tussenrapportages geproduceerd.

De begeleidingscommissies

Hoofdtak van de begeleidingscommissies is de kwaliteitsbewaking van het onderzoek. Kwaliteit in brede zin. Het onderzoeksresultaat dient wetenschappelijk verantwoord en zo breed mogelijk geaccepteerd te zijn. Het technisch wetenschappelijk niveau wordt bewaakt door experts in relevante vakgebieden in de commissies op te nemen. Om te komen tot een door belangen en waterbeheerders geaccepteerd product worden vertegenwoordigers van de maatschappelijke belangen en waterbeheerders in de commissies opgenomen. De eerstgenoemden zien er op toe dat het belang op een juiste manier in het onderzoek wordt meegenomen. De vertegenwoordigers van de Gelderse waterschappen en zuiveringschappen worden in nauw overleg met de Beleidscommissie Onderzoek van de Gelderse Waterschapsbond in de commissies opgenomen.

1.2 De onderzoeksvraag en de doelstellingen van de onderzoeksprojecten

De belangrijkste onderzoeksvragen enerzijds vanuit het grondwaterplan en het oppervlaktewaterkwaliteitsplan en anderzijds ter voorbereiding van het waterhuishoudingsplan zijn samengevat de volgende:

- a Wat is de huidige toestand van het watersysteem en voldoet deze toestand aan de wensen van de maatschappelijke belangen?
- b Maak als hulpmiddel bij de beleidsvoorbereiding modellen voor de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit geschikt voor toepassing.
- c Wat is er nodig om ergens in het watersysteem een gewenste toestand te realiseren?
- d Hoe moeten beleidsdoelen voor de kwaliteit van het oppervlaktewatersysteem concreet worden vastgelegd?
- e Heroverweeg in het verleden verleende vergunningen voor grondwateronttrekking en beschouw alternatieven voor de toekomst.

Rond elk van deze vragen zullen de doelstellingen van een aantal onderzoeken worden besproken.

- a *Wat is de huidige toestand van het watersysteem en voldoet deze toestand aan de wensen van de maatschappelijke belangen?*

- In het grondwaterplan wordt geconstateerd dat onvoldoende inzicht bestaat in de waterhuishouding van het stedelijk gebied. Onderzoek wordt voorgenomen naar grondwateroverlast (1) en zettingsgevoeligheid (2). Van **grondwateroverlast in het stedelijk gebied** is bij aanvang van het onderzoek weinig bekend. Er zijn slechts signalen dat op een aantal locaties overlast optreedt. Na inventarisatie blijkt het probleem op circa 100 locaties in Gelderland voor te komen en het onderzoek wordt voortgezet om de oorzaken van de overlast te achterhalen en mogelijke oplossingen aan te geven.

De **gevoeligheid van de Gelderse bodem voor zetting** bij een verlaging van de grondwaterstand is nauwelijks bekend. Bij voornemens om de grondwaterstand te verlagen, bijvoorbeeld voor bouwactiviteiten, kan niet worden aangegeven met welke zorg deze activiteiten moeten worden uitgevoerd om schade aan bestaande gebouwen te vermijden. Het onderzoek moet inzicht geven in de ruimtelijke verdeling van de zettingsgevoeligheid.

- In het oppervlaktewaterkwaliteitsplan wordt de **functie zwemwater** toegerekend aan een aantal wateren. Voor een aantal andere wateren moet nader onderzoek (9) duidelijk maken of de functie zwemwater kan worden toegerekend.

Daar de provincie de functie slechts toekent indien tevens aan eisen gesteld in de Wet Hygiëne en Veiligheid Zwemgelegenheden wordt voldaan, concentreert het onderzoek zich op het concretiseren van de criteria in deze wet en het toetsen van wateren waarin gezwommen wordt aan deze criteria.

- *Bij de voorbereiding van het waterhuishoudingsplan wordt het inzicht in de **kwaliteit van de waterbodem** gemist. Een eerste onderzoek (14) moet een indicatie geven voor het algemene beeld in Gelderland.*
- Een aantal beleidskeuzen in het Rivierengebied laten al lange tijd op zich wachten omdat onvoldoende inzicht bestaat in de grootte van de componenten van de **waterbalans in het Rivierengebied**. Met name de lokale kwel vanuit de grote rivieren, de kwel vanuit de hoger gelegen omgeving als de Veluwe en de hoeveelheid ingelaten en uitgeslagen oppervlaktewater zijn onbekend.
Een onderzoek (15) moet inzicht geven in de componenten van de waterbalans.
- b *Maak als hulpmiddel bij de beleidsvoorbereiding modellen voor de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit geschikt voor toepassing*
- Met behulp van modellen kan de werkelijkheid worden nagebootst. Mogelijke oplossingen voor problemen in het werkelijke systeem kunnen met een model worden uitgetoetst. Het risico dat belangen worden geschaad bij het uitproberen van de oplossingen in de werkelijkheid wordt uitgesloten en de hoge kosten van proeven in de praktijk worden vermeden.
Onderzoeken moeten op grond van de behoefte bij de beleidsvoorbereiding, **modellen toepasbaar maken**.
Zowel voor de **grondwaterkwaliteit** (3) als de **oppervlaktewaterkwaliteit** (13).
- c *Wat is er nodig om ergens in het watersysteem een gewenste toestand te realiseren?*
- Vanuit het oppervlaktewaterkwaliteitsplan komt de vraag aan welke kwaliteit bovenstrooms in een watergang moet worden voldaan om benedenstrooms te voldoen aan bijvoorbeeld de criteria van de basiskwaliteit. Het antwoord op deze vraag is sterk afhankelijk van de lokale situatie.

Het onderzoek **richtlijnen** (5) moet een instrument leveren waarmee de vraag lokaal beantwoord kan worden. Ter illustratie wordt het toegepast op een groot aantal standaard situaties.

- Het **natuurvriendelijk beheren en onderhouden van een watergang** is voor de waterbeheerder een relatief nieuwe werkwijze. De waterbeheerder beschikt over een bestuurlijk-juridisch instrumentarium dat zich historisch heeft ontwikkeld. Een onderzoek moet uitwijzen of dit instrumentarium voldoet om de meer natuurvriendelijke werkwijze adequaat te kunnen toepassen (6).
 - Oppervlaktewaterpeilen worden in de praktijk ingesteld op een zomer- dan wel winterpeil. Schade door droogte en/of wateroverlast kan worden verkleind als op grond van de actuele situatie en de te verwachten weersomstandigheden **optimale oppervlaktewaterpeilen** worden ingesteld. Gezien de complexiteit van het watersysteem zijn hiervoor geautomatiseerde hulpmiddelen nodig. In een onderzoek (10) worden deze hulpmiddelen ontwikkeld en in een proefgebied in de praktijk toegepast.
 - Hiermee samenhangend zijn onderzoeken nodig naar de relatie tussen de grondwaterstand en de bedrijfsresultaten in de landbouw (11) bijvoorbeeld de **schadefuncties bij hoge grondwaterstanden** en naar gebieden waar het **aanvoeren van gebiedsvreemd water** voor de landbouw rendabel is (12).
- d *Hoe moeten beleidsdoelen voor de kwaliteit van het oppervlaktewater concreet worden vastgelegd?*
- In het oppervlaktewaterkwaliteitsplan worden beleidsdoelen vastgelegd als normenseries voor de concentraties van stoffen in het water. Een probleem zijn de sterke fluctuaties in deze concentraties. Een alternatief is het vastleggen van de **mate van voorkomen van organismen in het water**. In een onderzoek wordt hiertoe een methodiek ontwikkeld (7). Het hoofddoel is een meetlat waarmee de kwaliteit van een monster kan worden vastgesteld. Ook de toepassing van de meetlat maakt deel uit van het onderzoek. Zonder de meetlat is het vastleggen van beleidsdoelen gericht op het in stand houden of ontwikkelen van hoge ecologische kwaliteitsniveaus niet mogelijk.

- Voor alle wateren in Gelderland geldt als beleidsdoel op termijn de basiskwaliteit. Er zijn aanwijzingen dat ondanks inspanningen van de waterbeheerder niet aan deze **basiskwaliteit** kan worden voldaan als gevolg van natuurlijke omstandigheden of vigerend beleid in andere beleidsvelden. In een onderzoek wordt nagegaan hoe de waterkwaliteit zich onder invloed van vigerend beleid in beleidsvelden anders dan het waterbeheer zal ontwikkelen (8).

- e *Heroverweeg in het verleden verleende vergunningen voor grondwateronttrekking en beschouw alternatieven voor de toekomst*

- Vanuit het grondwaterplan lag er de vraag om vergunningen voor grondwateronttrekking te heroverwegen. Onderzoek van het Rijk heeft inmiddels duidelijk gemaakt dat grondwaterstanden de afgelopen 40 jaar landelijk, als gevolg van menselijk handelen, een dalende tendens laten zien die kan doorwerken in schade aan de natuur. Er zijn vele mogelijke oorzaken: cultuurtechnische werken, grondwateronttrekkingen voor drinkwatervoorziening, industrie en landbouw, etc. Een onderzoek moet daar waar hoge natuurwaarden worden nagestreefd de oorzaken van de **verdroging** achterhalen en inzicht geven in mogelijkheden om de nadelige gevolgen voor de natuur te reduceren (4). Dit onderzoek heeft derhalve een veel bredere doelstelling dan de vraagstelling uit het grondwaterplan.

- Een watersysteem kan zich over provinciegrenzen heen uitstrekken. Grondwateronttrekkingen in één provincie kunnen dan gevolgen hebben in een andere provincie. Het grondwatersysteem Veluwe/Utrechtse Heuvelrug/Het Gooi strekt zich uit tot onder de Flevopolder. Een interprovinciaal onderzoek **Grondwaterbeheer Midden Nederland** (16) moet zicht geven op een voor de drinkwatervoorziening uit grondwater optimale inrichting.

1.3 Onderzoeksresultaten

In paragraaf 1.1 worden onderzoeken onderscheiden naar hun aard in de typen 1, 2 en 3.

In het navolgende zullen de onderzoeksresultaten per type onderzoek worden gepresenteerd.

Type 1 Resultaten van onderzoek gericht op het verkrijgen van inzicht in de bestaande toestand van het watersysteem

- Inzicht is verkregen in de omvang en ernst van de wateroverlast in het stedelijk gebied (1). In Gelderland komt overlast op circa 100 locaties voor.
- In het verdrogingsonderzoek (4) is een beeld ontstaan van de door menselijk handelen veroorzaakte verandering van de grondwaterstand tussen 1950 en 1990. De in dezelfde periode opgetreden verandering in de natuurlijke vegetatie wordt eveneens in beeld gebracht.
- Toepassing van de in het kader van het onderzoek Ecologische Doelstellingen ontwikkelde biologische meetlat voor de oppervlaktewaterkwaliteit (7) leidde tot inzicht in het kwaliteitsniveau van het ecosysteem in wateren op en rond de Veluwe.
Gewerkt wordt nu aan dit inzicht in Oost-Gelderland en het Rivierengebied.
- In het interprovinciaal onderzoek Grondwaterbeheer Midden-Nederland (16) worden alternatieven voor de drinkwatervoorziening uit grondwater onderling vergeleken in relatie tot de naar andere belangen (natuur, landbouw) toe lokaal vastgelegde beleidsdoeleinden. De gevolgen van de alternatieven worden bepaald met een model van het zich over de provincies Flevoland, Gelderland, Noord-Holland en Utrecht uitstrekkende watersysteem.
- Steekproefsgewijs is op een honderdtal locaties de kwaliteit van de waterbodem vastgesteld (14). Hiermee is inzicht ontstaan in de toestand van waterbodems in Gelderland.
- De kwel in het Rivierengebied onder invloed van enerzijds de rivieren en anderzijds de hoger gelegen omgeving moet duidelijk worden in het onderzoek Waterbalans Rivierengebied (15).
- De gevoeligheid van de bodem voor zetting als gevolg van het verlagen van de grondwaterstand is in kaart gebracht (2). Inzicht bestaat in de mate van zetting, de snelheid waarmee de zetting optreedt en de als gevolg van zakking van de bodem te verwachten schade aan gebouwen.

Type 2 Resultaten van onderzoeken gericht op het definiëren van de gewenste toestand (het beleidsdoel).

- De door diverse instanties voorgestelde gewenste toestand van de grondwaterstand in het stedelijk gebied is geïnventariseerd (1). In tegenstelling tot de situatie in landbouwgebieden heeft geen van deze instanties een dusdanig natuurlijk gezag dat de voorgestelde normen landelijk worden aanvaard en toegepast. Een voorstel wordt gedaan voor in Gelderland te hanteren toetsbare normen. Het blijft een lokale gemeentelijke beslissing of aan deze normen wordt voldaan.
- De grondwaterstand in landbouwgebieden wordt beheerst door het instellen van oppervlaktewaterpeilen. Veelal worden een zomerpeil en een winterpeil gehanteerd waarbij de grondwaterstand fluctueert als gevolg van de natuurlijke meteorologische omstandigheden. Door onderzoek (11) naar de voor een optimaal bedrijfsresultaat in de landbouw gewenste grondwaterstand is de randvoorwaarde voor een meer optimale beheersing van het oppervlaktewaterpeil bekend geworden.
- Waar onvoldoende water beschikbaar is voor het handhaven van optimale oppervlaktewaterpeilen kan water van elders worden aangevoerd. Onderzocht (12) is in welke gebieden dit vanuit de optiek van de landbouw rendabel is.
- De geconstateerde verdroging van de natuurlijke vegetatie (4) heeft een keuze noodzakelijk gemaakt waar en in welke mate hogere grondwaterstanden moeten worden gerealiseerd.
Beleid dat gebiedsgewijs prioriteit geeft aan landbouw dan wel natuur tekent zich af.
- De gewenste toestand voor het ecosysteem in het water is voor een aantal wateren concreet vastgelegd in het onderzoek Ecologische Doelstellingen (7). De keuze waar deze toestand moet worden gerealiseerd is nog niet overal gemaakt. Hierop vooruitlopend wordt daar waar de bestaande toestand een hoge kwaliteit heeft een stringent beschermingsbeleid gevoerd.
- Als gewenste toestand voor zwemmers worden onder andere de veiligheidscriteria uit de Wet Hygiëne en Veiligheid van Zwemgelegenheden gehanteerd. Concretisering van deze criteria was nodig en vond plaats in het onderzoek Zwemwaterkwaliteit (9).

Type 3 Resultaten van onderzoek gericht op middelen waarmee de gewenste toestand kan worden gerealiseerd.

- Om grondwateroverlast in het stedelijk gebied in de toekomst te voorkomen zijn maatregelen voorgesteld in de sfeer van de taakafbakening tussen gemeenten en waterschappen (1). Technisch is het probleem oplosbaar. In de gemeente Westervoort zijn met een model de te nemen maatregelen vastgesteld. Ze blijken na uitvoering in de praktijk te voldoen.
- Het onderzoek naar maatregelen om de verdroging van de natuur in bepaalde gebieden op te heffen is nog gaande (4). De maatregelen kunnen per gebied sterk verschillen. De hierbij benodigde gedetailleerde modellen en technieken zijn voor toepassing gereed.
- Veel onderzoek is nog nodig naar de maatregelen voor het realiseren van beleidsdoelen voor het ecosysteem in het water. Tot op heden kunnen uit het onderzoek slechts indicaties worden verkregen welke factoren hierbij van belang zijn (7). De menselijke kennis van het uiterst complexe ecosysteem is nog te beperkt om tot modellen te komen. Hier zijn gerichte en zorgvuldig uit te voeren praktijkproeven nodig om de juiste maatregelen te achterhalen.
- In het onderzoek naar het differentiëren van de basiskwaliteit (8) is uitgegaan van de in vigerend beleid vastgelegde maatregelen in beleidsvelden anders dan het provinciale beleidsveld Water. Onderzocht is in hoeverre het met maatregelen in het provinciale beleidsveld Water, gegeven het vigerend beleid elders, mogelijk is het beleidsdoel basiskwaliteit te bereiken.
De tot heden beschikbare resultaten voorspellen weinig goeds aangaande het realiseren van de basiskwaliteit in wateren die worden beïnvloed vanuit de landbouw.
- Een instelbaar peil van het oppervlaktewater is een middel om via de grondwaterstand het bedrijfsresultaat in de landbouw te beïnvloeden. In de praktijk wordt van dit middel veelal slechts gebruik gemaakt door het nastreven van een winterpeil en een zomerpeil. Een actievere benadering is het direct instellen van het peil op grond van de actuele bedrijfssituatie, de actuele grondwaterstand en de te verwachten weersomstandigheden. Dit peilbeheer is alleen mogelijk als inzicht bestaat in de karakteristieken van het gebied. In het onderzoek Optimaliseren Peilbeheer (10) wordt een model gebruikt om de karakteristieken te leren kennen.

In een volgende fase van dit onderzoek worden de karakteristieken gebruikt in een systeem dat in de praktijk het optimale oppervlaktewaterpeil gaat aangeven.

- Om vast te stellen welk middel geschikt is om een zeker beleidsdoel te realiseren moet het effect van middelen, bijvoorbeeld beheersmaatregelen, worden nagegaan. Als hulpmiddel voor het analyseren van effecten van beheersmaatregelen zijn in veel gevallen modellen onmisbaar. Hiertoe moeten een aantal modellen toepasbaar worden gemaakt.
Voor het oppervlaktewatersysteem is een model beschikbaar waarmee in een stelsel van watergangen de effecten van beheersmaatregelen op de waterkwaliteit kunnen worden bepaald (13).
Voor het grondwatersysteem (3) zijn modellen beschikbaar waarmee de effecten van maatregelen op de kwaliteit van het grondwater in de onverzadigde zone kunnen worden bepaald. Aan een model voor de verzadigde zone wordt gewerkt.
Alle modellen richten zich op de waterkwaliteit in relatie tot met name nitraat en fosfaat. De twee grote probleemvelden.
Alvorens uit de rekenresultaten van een model conclusies kunnen worden getrokken dient het model te worden geverifieerd. Er moet worden nagegaan of het model de werkelijkheid goed nabootst.
Dit proces vergt nog een grote onderzoeksinspanning.
- Als een van de middelen om een beleidsdoel te bereiken beschikt de waterbeheerder over een bestuurlijk-juridisch instrumentarium. Onderzoek (6) heeft duidelijk gemaakt dat de schappen er in voorkomende gevallen in slagen watergangen meer natuurvriendelijk te beheren en te onderhouden door een vaak creatieve toepassing van het bestaande instrumentarium.
- In het onderzoek Richtlijnen Oppervlaktewaterbeheer (5) is een hulpmiddel ontwikkeld waarmee in een watergang de maatregelen die bovenstrooms nodig zijn om benedenstrooms aan een beleidsdoel te voldoen direct kunnen worden bepaald. Onderdeel is een model dat de kwaliteit van het oppervlaktewater nabootst. Het hulpmiddel kan in een willekeurige watergang worden ingezet.
Ook is onderzocht in hoeverre door toepassing van het hulpmiddel kan worden gekomen tot een handboek waarin de benodigde maatregelen kunnen worden opgezocht voor een aantal beleidsdoelen in in klassen ingedeelde Gelderse watergangen.
De hanteerbaarheid van dit handboek moet in de praktijk blijken.

REFERENTIES

- (1) **Provincie Gelderland.**
Grondwateroverlast in het stedelijk gebied van Westervoort, rapport van de studiegroep wateroverlast Westervoort, 2 delen, rapport + bijlagen, dienst Milieu en Water, afdeling Water, Arnhem, 1987.

- (1) **Provincie Gelderland.**
Grondwateroverlast in het stedelijk gebied; een technisch of bestuurlijk probleem? Rapport van de Begeleidingscommissie waterhuishouding bebouwd gebied, dienst Milieu en Water, afdeling Water, Arnhem, 1988.

- (1) **Provinciaal Bestuur van Gelderland.**
Grondwateroverlast in stedelijk gebied. Verslag van symposium op 8 september 1988, Arnhem, 1989.

- (2) **Rijksgeologische Dienst.**
Toelichting bij de lithologische kaart van de provincie Gelderland, schaal 1:250.000 (met 4 bijlagen) BP 10627, Haarlem, 1987.

- (2) **Rijksgeologische Dienst.**
Toelichting op het onderzoek voor de zettingsgevoeligheidskaart van de provincie Gelderland, concept, Lochem, 1990.

- (3) **Provincie Gelderland.**
Modellering van grondwaterstroming en -kwaliteit, deelrapporten A tot en met I, provincie Gelderland, dienst Milieu en Water, afdeling Water; Landbouwniversiteit Wageningen, Arnhem, 1987-1990.

- (4) **Dienst Grondwaterverkenning TNO**
Verdroging in Gelderland, 2 delen, rapport en bijlagen, Delft, 1989.

- (5) **Boer B. de, J.W. van Sluis en R. Veeningen.**
Een methodiek voor het genereren van richtlijnen voor het oppervlaktewaterbeheer, 2 delen, hoofdrapport + technisch rapport, opgesteld door DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V. ten behoeve van de provincie Gelderland, dienst Milieu en Water, afdeling Water, Arnhem, 1988.

- (5) **Bergink, J.B.H.**
Een methodiek voor het genereren van richtlijnen voor het oppervlaktewaterbeheer, Gebruikershandleiding bij het computerprogramma, provincie Gelderland, dienst Milieu en Water, afdeling Water, Arnhem, 1989.
- (6) **Technische Universiteit Delft**
Verkenning bestuurlijk-juridisch instrumentarium bij natuurlijk beheer van watergangen in Gelderland, Delft, 1990.
- (7) **Provincie Gelderland, adviesburo Klink, adviesburo Cuppen, Zuiveringschap Veluwe, Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland, Zuiveringsschap Rivierenland.**
De meetlat: een biologisch beoordelingssysteem voor het oppervlaktewater in Gelderland; Arnhem, 1990.
- (8) **DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V.**
Haalbaarheid basiskwaliteit bij vigerend beleid, Amersfoort, 1990.
- (9) **TAUW Infra Consult B.V.**
Onderzoek naar de kwaliteit en veiligheid van open zwemwater in de provincie Gelderland, projectnr. 60017.62, Deventer, 1989.
- (10) **Promes, P.M.**
Rapport 1; De problematiek van de koppeling van grondwatermodellen en openwater-modellen. Landbouwniversiteit Wageningen, vakgroep Hydraulica en Afvoerhydrologie, Wageningen, 1990.
- (10) **Kors, A.G. en P.M. Promes.**
Rapport 2; Gebruikershandleiding voor het openwater-model LYMPHA. Landbouwniversiteit Wageningen, vakgroep Hydraulica en Afvoerhydrologie, Wageningen, 1990.
- (10) **Promes, P.M.**
Rapport 3; De koppeling voor het grondwatermodel GELDYM-MUST en het openwatermodel LYMPHA, Landbouwniversiteit Wageningen, vakgroep Hydraulica en Afvoerhydrologie, Wageningen, 1990.

- (11) **Peerboom, J.M.P.M.**
Waterhuishoudkundige schadefuncties op grasland, rapport Staring-Centrum, Wageningen, 1990.
- (12) **HASKONING/Provincie Gelderland.**
Globale kosten - baten analyse van het inlaten van gebiedsvreemd water in een aantal droogtegevoelige gebieden in de provincie Gelderland, Provincie Gelderland, dienst Milieu en Water, afdeling Water; HASKONING Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau, Nijmegen, 1988.
- (13) **Stekelenburg, R.J. en G. van Straten.**
Operationeel maken van modellen oppervlaktewaterkwaliteit, 2 delen, eindrapport + bijlagen, Universiteit Twente, onderzoeksgroep PBMB, Enschede, 1988.
- (14) **TAUW Infra Consult B.V.**
Handleiding ten behoeve van inventariserend waterbodemonderzoek Gelderland, projectnr. 60017.37, Deventer, 1988.
- (14) **Provincie Gelderland, Zuiveringsschap Veluwe, Zuiveringsschap Rivierenland, Zuiveringsschap Oostelijk-Gelderland.**
Waterbodem in zicht. Regionale waterbodemkwaliteit in Gelderland, Arnhem, 1989.

2 DE MEETLAT: EEN BIOLOGISCH BEOORDELINGSSYSTEEM VOOR HET OPPERVLAKTEWATER IN GELDERLAND

ir. A.G. Klink; Hydrobiologisch Adviesbureau Klink bv

drs. H. Cuppen; Landschapsecologisch en Hydrobiologisch Adviesbureau Cuppen

Samenvatting

In het project Ecologische Doelstellingen komen de volgende aspecten naar voren:

- Onderscheiden van de in Gelderland voorkomende typen ecosystemen;
- Vaststellen van het niveau van een ecosysteem. Dit is de constructie van de biologische meetlat;
- Achterhalen van de oorzaken waarom een ecosysteem een bepaald niveau heeft. Dit is de constructie van het beheersinstrument.

Bij de constructie van de biologische meetlat is er vanuit gegaan dat een ecosysteem een hoger niveau bezit naarmate het meer overeenkomst vertoont met de oorspronkelijke toestand. Met dit uitgangspunt zijn de ecologische niveaus bepaald van ca. 300 stilstaande en stromende wateren in de provincie Gelderland. Op de meetlat zijn vier klassen onderscheiden voor het stilstaande water en vijf klassen voor het stromende water. In zowel stilstaande als stromende wateren zijn er situaties aangetroffen met zodanige beïnvloeding dat er gesproken kan worden van een ecologisch ongewenst niveau, aangegeven door "geen niveau". Wateren met een dergelijk niveau bevinden zich in de laagste klasse (klasse 1), het ecologisch niveau ligt hier beneden de basiskwaliteit. Klasse 2, waarvan het ecologisch niveau als laag wordt omschreven, correspondeert met de basiskwaliteit. De eerstvolgende klasse, klasse 3, betreft een toestand die niet gelijk is aan het oorspronkelijke niveau, veel voor de oorspronkelijke toestand karakteristieke kenmerken zijn echter nog aanwezig. In de hoogste klasse, klasse 4 en/of 5, bevinden zich wateren die een beeld geven van de oorspronkelijke toestand. Dit zijn veelal natuurgebieden die geïsoleerd zijn van directe menselijke beïnvloeding.

In het project is tevens een eerste aanzet gegeven om te komen tot de ontwikkeling van het beheersinstrument. Voor de ontwikkeling van het beheersinstrument zal systematisch onderzoek moeten worden uitgevoerd naar de relatie tussen het waterbeheer en de kwaliteit van het ecosysteem.

2.1 Inleiding

Onderzoek naar de samenstelling van oppervlaktewateren vindt in ons land al vele decennia plaats. Dit onderzoek was in eerste instantie veelal fysisch-chemisch van aard en was met name gericht op de zuurstof en nutriëntenhuishouding.

In het kader van het eerste Indicatief Meerjaren Programma Water (IMP-Water) 1975-1979, werd ter beoordeling van de fysisch-chemische analyseresultaten een eerste toetsingskader in de vorm van de zogenaamde IMP-index tot stand gebracht.

In het tweede IMP-Water (1980-1984) is als toetsingskader het begrip basiskwaliteit met een serie getalswaarden geïntroduceerd. Deze normenserie is later bijgesteld in het derde IMP-Water (1985-1990). Ook werd voor het eerst ingegaan op het begrip ecologische doelstelling. Naast een basiskwaliteit (doelstellingen van het laagste ecologische niveau) is hier tevens sprake van ecologische doelstellingen van het middelste en hoogste niveau.

De laatste jaren wordt door waterkwaliteitsbeheerders en onderzoeksinstituten veel onderzoek verricht om tot ecologische normdoelstellingen te komen.

De provincie Gelderland heeft in het in 1986 vastgestelde Oppervlaktewaterkwaliteitsplan als taakstelling opgenomen het opstellen van een methode voor het formuleren van ecologische doelstellingen.

Het onderzoeksrapport van de werkgroep doet hiervan verslag. In dit artikel worden de resultaten van dit onderzoek samengevat.

De gepresenteerde meetlat moet worden gezien als een eerste voorlopig te hantieren instrument. Verder veldonderzoek in de provincie Gelderland en de resultaten van landelijke activiteiten kunnen aanleiding zijn tot bijstelling en vervolmaking.

2.2 Uitgangspunten en doel van het onderzoek

In het Waterhuishoudingsplan worden de beleidsdoelen en middelen geformuleerd voor een integraal beleid van het waterbeheer op provinciaal niveau. Als één van de belangen wordt het aquatische ecosysteem onderscheiden. Om ook dit belang bij de afweging te betrekken moet bekend zijn aan welke voorwaarden moet worden voldaan om dit belang te dienen. Momenteel zijn de inzichten hierin nog zeer beperkt. Het is echter van essentieel belang dat op korte termijn inzicht ontstaat in het effect van maatregelen in het water- en milieubeheer op de kwaliteit van het aquatische ecosysteem. Onontbeerlijk hierbij is een instrument waarmee de kwaliteit van het aquatische ecosysteem kan worden vastgesteld. In de praktijk kan met dit instrument de kwaliteitsverandering als gevolg van een beheersmaatregel worden gemeten. Vervolgens kunnen beheersmaatregelen ermee worden beoordeeld en kunnen de gewenste maatregelen voor het ecosysteem worden aangegeven.

Deze gewenste maatregelen worden met andere belangen meegenomen in de belangenafweging, hetgeen uiteindelijk resulteert in een beleid.

In het Oppervlaktewaterkwaliteitsplan van de provincie Gelderland (1986) zijn drie taakstellingen opgenomen die betrekking hebben op ecologische doelstellingen. Kort samengevat omvatten de taakstellingen:

- de ontwikkeling van een methode voor het formuleren van ecologische doelstellingen (taakstelling 10);
- het meten van de kwaliteit van het ecosysteem in de Gelderse wateren (taakstelling 11);
- het na afweging toekennen van ecologische doelstellingen aan bepaalde wateren (taakstelling 12).

In het huidige onderzoek wordt verslag gedaan van de uitvoering van taakstelling 10, het ontwikkelen van een methode voor het formuleren van ecologische doelstellingen. Hieronder wordt verstaan:

- het ontwikkelen van een meetinstrument waarmee de huidige en gewenste toestand van een ecosysteem kan worden vastgesteld. Deze gewenste toestand wordt geformuleerd vanuit het belang van instandhouding van het oorspronkelijke milieu met de daarbij behorende organismen;
- het ontwikkelen van een beheersinstrument. Dit is een instrument waarmee de relatie wordt gelegd tussen het waterbeheer en de kwaliteit van het ecosysteem.

Beschikbare informatie

Uitgangspunt bij het onderzoek is dat geen additionele metingen worden verricht, maar dat de beschikbare gegevens worden verwerkt. Dit houdt in dat de informatie betrekking heeft op de 80-er jaren zodat lange termijn veranderingen niet geconstateerd kunnen worden. Ook de ruimtelijke variatie van beschikbare gegevens binnen de provincie Gelderland is beperkt.

Zo zijn de gegevens voornamelijk afkomstig uit het beheersgebied van het zuiveringsschap Veluwe.

Behalve biologische informatie is voor het ontwikkelen van een beheersinstrument eveneens een uitgebreid aantal fysisch-chemische gegevens noodzakelijk. Voor het stromende water kan worden geput uit een beperkt aantal fysisch-chemische parameters, terwijl voor het stilstaande water deze gegevens geheel ontbreken. Derhalve kan het ontwikkelen van het beheersinstrument niet in dit onderzoek plaatsvinden en zal door systematisch onderzoek in de toekomst moeten worden ingevuld. De beschikbare informatie zal derhalve uitsluitend worden ingezet voor de ontwikkeling van het meetinstrument.

2.3 Werkwijze

Bij dit onderzoek zijn ca. 300 wateren in de provincie Gelderland betrokken (fig. 2.4a en 2.4b). Deze wateren liggen voornamelijk in het beheersgebied van zuiveringsschap Veluwe. Van de overige wateren in de provincie zijn momenteel nog onvoldoende gegevens bekend om als basis te dienen voor dit onderzoek. Het onderzoek is opgedeeld in stromend en stilstaand water. Het gegevensbestand van **stromend water** is hoofdzakelijk opgebouwd uit gegevens die verzameld zijn door de provincie Gelderland en gepubliceerd in Popma (1982), en niet gepubliceerde gegevens van het zuiveringsschap Veluwe. Naast hydrobiologische gegevens zijn voor het stromende water ook fysisch chemische gegevens aanwezig. Voor **stilstaand water** zijn de hydrobiologische gegevens ontleend aan de literatuur en aan ongepubliceerd onderzoek (Werkgroep Onderzoek Ecologische Doelstellingen, 1990). Fysisch-chemische gegevens ontbreken vrijwel geheel.

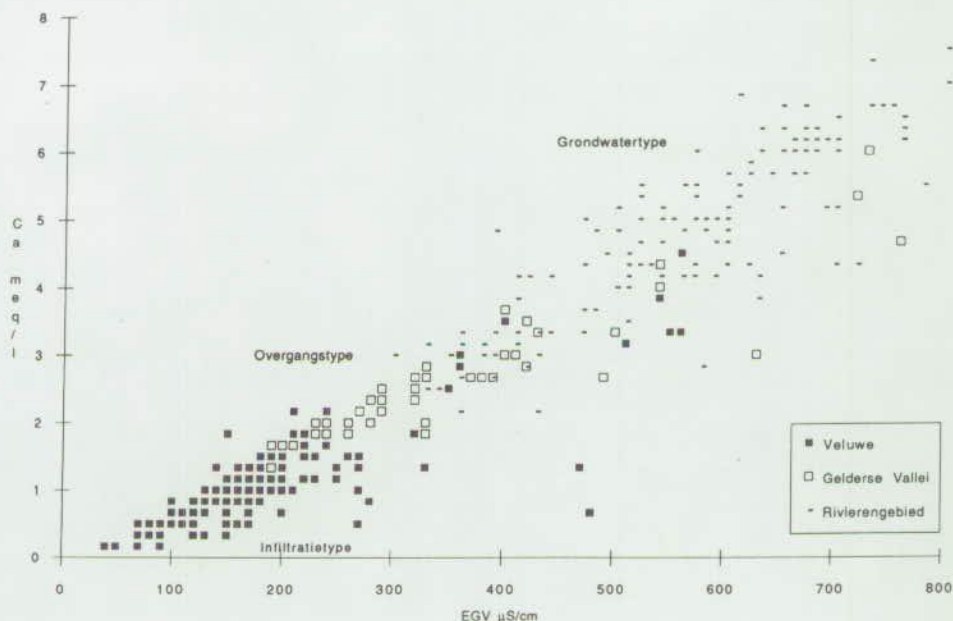
De afwijkende samenstelling van beide gegevensbestanden heeft ertoe geleid dat de bestanden voor stilstaande en stromende wateren op een verschillende wijze zijn geanalyseerd. Voor het **stilstaande** water is het bestand grotendeels handmatig geïnterpreteerd. Voor het leggen van relaties tussen de verschillende levensgemeenschappen en de chemische gesteldheid van het water is gebruik gemaakt van vegetatiekundige inventarisaties, de bodemgesteldheid en de hydrogeochemie. Het bestand van **stromende** wateren is grotendeels met behulp van de computer verwerkt, waarbij relaties zijn berekend tussen de biologische- en de fysisch-chemische gegevens.

Na de interpretatie van beide gegevensbestanden is een aanvang gemaakt met de constructie van de meetlat. Hierbij zijn gewichten toegekend aan de organismen die in de onderzochte wateren zijn aangetroffen. Vervolgens zijn met behulp hiervan kwaliteitsscores van de monsterpunten berekend naar analogie van het systeem van Moller Pillot (1971) en numeriek ingevuld op de wijze van Tolkamp en Gardeniers (1977). De volgende stap is het toekennen van ecologisch relevante niveaus aan de monsterpunten. Hierbij is het hoogste ecologische niveau gelegd bij de oorspronkelijke situatie van het ecosysteem, terwijl voor het laagste niveau aansluiting is gezocht bij de woordelijke formulering van de basiskwaliteit in het IMP-Water 1985-1989 (ministerie van Verkeer en Waterstaat en VROM (1985). Tenslotte is de kwaliteit van de onderzochte ecosystemen opgemeten en wordt een voorzet gegeven voor de ontwikkeling van het beheersinstrument.

2.4 Resultaten

2.4.1 Analyse van de basisgegevens

In de gegevens voor **stilstaand water** is op basis van de aanwezige flora, de hydro-geochemie en de bodemsamenstelling een aantal typen onderscheiden. Hierbij wordt de herkomst van het water als belangrijke factor onderscheiden. De herkomst van het water laat zich naar gebied onderscheiden in infiltratiegebieden, overgangsgebieden en grondwatergebieden met hun kenmerkende levensgemeenschappen. Ter illustratie is figuur 2.1 toegevoegd met daarin de ionensamenstelling van het eerste watervoerende pakket op de Veluwe, de Gelderse Vallei en het rivierengebied (naar gegevens van Verkooijen e.a., 1985) en de omschrijving van het type levensgemeenschap dat in gebieden met een vergelijkbare ionensamenstelling is aangetroffen.



Figuur 2.1 Ionensamenstelling van het eerste watervoerende pakket in drie gebieden in Gelderland en de omschrijving van het type levensgemeenschap (ionensamenstelling naar Verkooijen e.a., 1985 en Werkgroep ecologische doelstellingen, 1990).

In deze onderscheiden typen levensgemeenschappen wordt vervolgens nog een differentiatie aangebracht door de mate waarin de wateren droogvallen. Vooral jaarlijks droogvallende wateren (temporaire wateren) bezitten een karakteristieke levensgemeenschap. Om deze reden zijn voor het stilstaande water twee meetlatten gekonstrueerd, een voor de niet of zelden droogvallende wateren en een andere voor de jaarlijks droogvallende of temporeire wateren. Beide meetlatten bezitten overigens vrijwel dezelfde numerieke invulling en woordelijke omschrijving van de kwaliteitsniveaus.

Het gegevensbestand voor **het stromende water** is bewerkt met de computerprogramma's TWINSPAN en CANOCO. De eigenschappen en werking van deze programma's wordt uitvoerig besproken door Jongman e.a. (1987). Figuur 2.2 dient als voorbeeld van de uitvoer met het programma CANOCO. De milieufactoren zijn met pijlen aangeduid en de algemene typering van de gebieden is aangegeven in de blokken. Voor meer informatie over de interpretatie van dit figuur wordt verwezen naar Jongman e.a. (1987) en Werkgroep onderzoek ecologische doelstellingen (1990).

Uit de analyseresultaten blijkt dat het stromende water zich laat onderscheiden in levensgemeenschappen die horen bij bronnen en sprengen, laaglandbeken en genormaliseerde beken.

2.4.2 Inhoud van de meetlat

De meetlat bestaat uit drie componenten:

- Een typering van het soort water waarvoor de meetlat is ontwikkeld. In dit geval stromend water en stilstaand water dat niet of zelden droogvalt en stilstaand water dat jaarlijks droogvalt.
- Een lijst van soorten met gewichten (zie Werkgroep onderzoek ecologische doelstellingen, 1990).
- Een indeling in verschillende ecologische niveaus (zie figuur 2.2) met een numerieke invulling en een woordelijke omschrijving.

2.4.3 De constructie van de meetlat

Met de meetlat moet voor elke gemeten toestand van het ecosysteem de kwaliteit van het ecosysteem kunnen worden vastgesteld. De toestand wordt gemeten door het nemen van een monster en het determineren en tellen van de in het monster voorkomende organismen. Als referentie voor de kwaliteit wordt de oorspronkelijke toestand van het ecosysteem gebruikt.

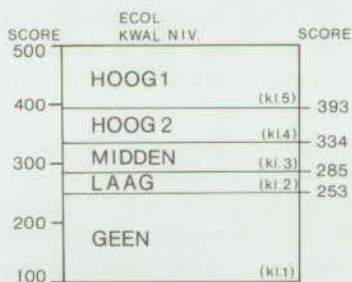
Bij de ontwikkeling van de meetlat worden als grootheden voor het beschrijven van de toestand van het ecosysteem de mate van voorkomen van soorten organismen en een aantal milieufactoren gehanteerd. Als grootheid om de kwaliteit van het ecosysteem te beschrijven wordt een "score" gebruikt. De score varieert tussen 100 voor een toestand die het minst overeenkomt met de oorspronkelijke toestand en 500 voor een toestand die het meest overeenkomt met de oorspronkelijke toestand.

De score wordt berekend uit de gemeten toestand. Bepalend voor de score zijn de soorten organismen en de aantallen van deze soorten, aangetroffen in het monster. Bij de bepaling van de score worden soorten organismen die representatief zijn voor de oorspronkelijke toestand van het ecosysteem zwaarder gewogen dan soorten die representatief zijn voor een minder oorspronkelijke toestand. Dit gebeurt door toekenning van gewichten aan organismen.

Door verschillen in de voor stromend en stilstaand water beschikbare informatie zijn voor de bepaling van de gewichten verschillende werkwijzen gevolgd.

In figuur 2.3 is de meetlat voor stromende wateren (figuur 2.3a), semi-permanente wateren (figuur 2.3b) en temporair stilstaande wateren (figuur 2.3c) weergegeven.

Figuur 2.3.a STROMEND WATER

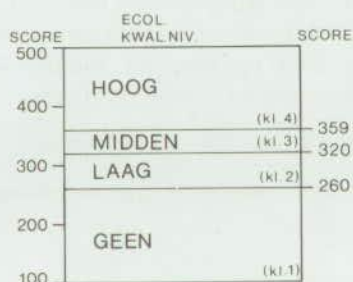


HOOG1 = hoog ecologisch kwaliteits-niveau, gelijk aan oorspronkelijke niveau

HOOG2 = hoog ecologisch kwaliteits-niveau, ongelijk aan oorspronkelijke niveau

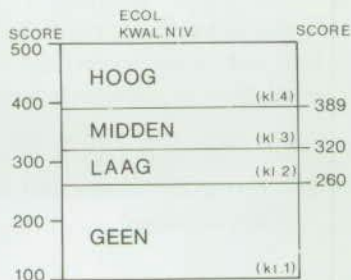
Figuur 2.3.b

STILSTAAND WATER
(semi-) permanent



Figuur 2.3.c

STILSTAAND WATER
(temporair)



Figuur 2.3 Numerieke invulling van de meetlatten voor stromend en (semi-)permanent c.q. temporair stilstaand water

2.4.4 Woordelijke omschrijving van de niveaus op de meetlat

De meetlat kent vier klassen voor het stilstaande water en vijf klassen voor het stromende water. In zowel stilstaande als stromende wateren zijn er situaties aangetroffen met zodanige beïnvloeding dat het ecologisch niveau slechter is dan de basiskwaliteit. Wateren met een dergelijk niveau bevinden zich in de laagste klasse, klasse 1. De hier gekozen woordelijke omschrijving luidt "**geen niveau**".

Klasse 2, waarvan het ecologisch niveau als "**laag**" wordt omschreven, correspondeert met de basiskwaliteit. Hierbij is de toestand door sterke menselijke beïnvloeding niet gelijk aan de oorspronkelijke toestand. Er zijn geen of weinig kenmerken die karakteristiek zijn voor de oorspronkelijke toestand. De eerstvolgende klasse, klasse 3, waarvan het ecologische niveau als "**midden**" wordt omschreven, betreft een toestand die door menselijke beïnvloeding niet gelijk is aan het oorspronkelijke niveau. Er zijn echter nog een belangrijk aantal kenmerken aanwezig die karakteristiek zijn voor de oorspronkelijke toestand. In de klasse "**hoog**" bevinden zich wateren die een beeld geven van de oorspronkelijke toestand. Dit zijn veelal natuurgebieden die geïsoleerd zijn van directe menselijke beïnvloeding. Voor het stromende water is het hoogste niveau opgedeeld in een hoogste niveau dat niet gelijk is aan de oorspronkelijke toestand (klasse 4) en een hoogste niveau dat gelijk is aan de oorspronkelijke toestand (klasse 5). Onder het hoogste niveau dat niet gelijk is aan het oorspronkelijke niveau wordt hierbij verstaan de toestand die niet gelijk is aan de oorspronkelijke toestand maar waarbij slechts een beperkt aantal kenmerken ontbreken die karakteristiek zijn voor de oorspronkelijke toestand. Voor stilstaande wateren is slechts één hoogste niveau onderscheiden (klasse 4).

2.4.5 Het voorkomen van de verschillende ecologische niveaus in het onderzoeksgebied

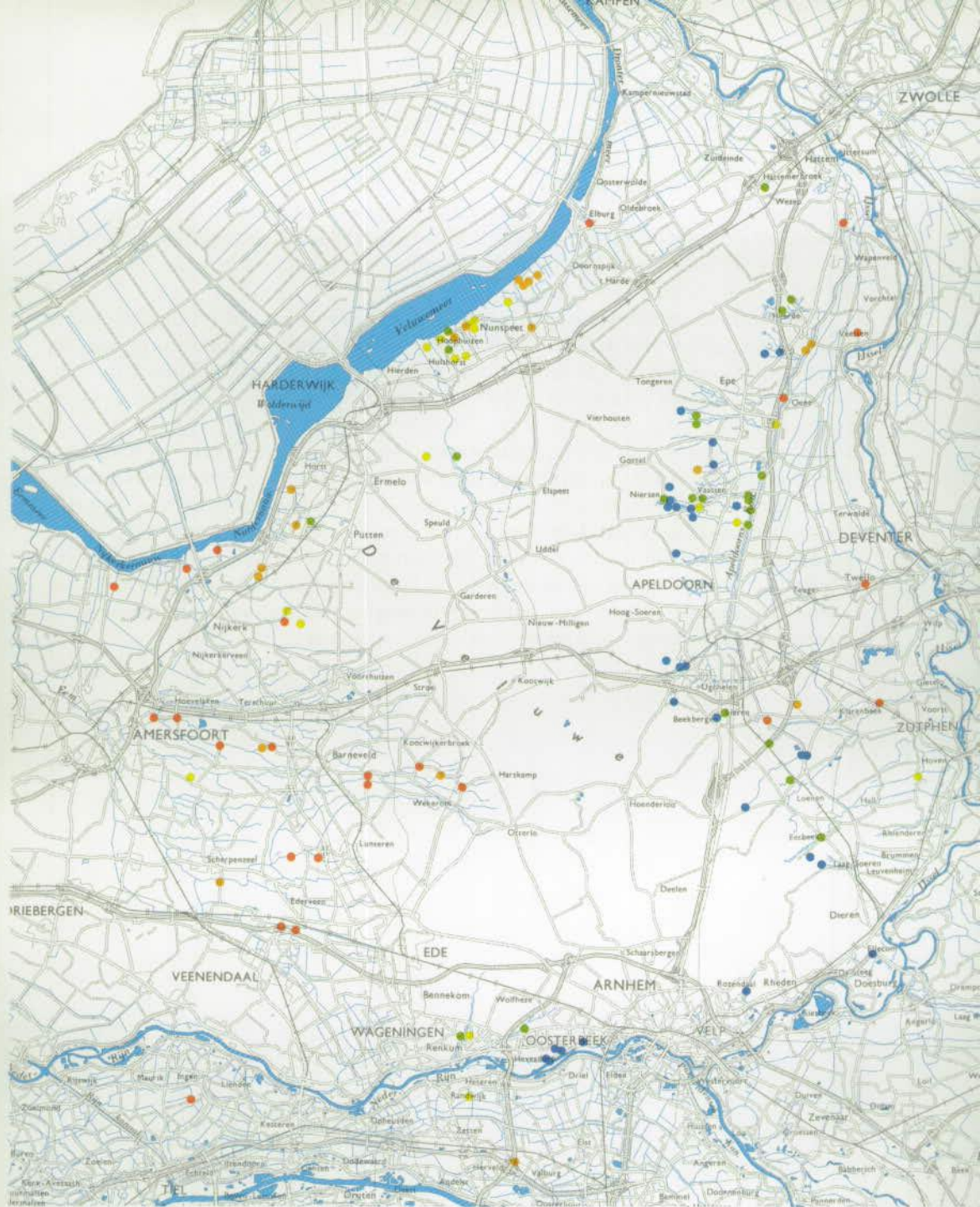
In figuur 2.4a en 2.4b wordt een ruimtelijk overzicht gegeven van de verspreiding van de ecologische klassen voor respectievelijk stromend en stilstaand water. Deze figuren kunnen als volgt worden toegelicht.

De laagste **ecologische klasse** (klasse 1), de ecologische ondergrens, wordt in stromend water aangetroffen op plaatsen waarbij zowel fysisch als chemisch een zeer sterke aantasting aanwezig is. In het onderzoeksgebied is deze ondergrens voornamelijk aanwezig in de beken van de Gelderse Vallei. De ecologische ondergrens voor het stilstaande water is met een te lage frequentie onderzocht om de huidige verspreiding in het onderzoeksgebied te kunnen vaststellen.

Wateren van het **laagste niveau** (klasse 2), zijn stilstaande en stromende wateren in het gehele onderzoeksgebied. Deze wateren zijn vooral gelegen in de lagere delen van het onderzoeksgebied, zoals de Gelderse Vallei, IJsselvallei, de Noordelijke Veluwe en Rivierenland. Veelal is er sprake van locaties die in de directe invloedsfeer van de landbouw gelegen zijn.

Wateren van het **middelste niveau** (klasse 3), zijn, voor wat betreft de stilstaande wateren, gelegen in het gehele onderzoeksgebied. De stromende wateren van dit niveau zijn nauwelijks aangetroffen op de stuwwallen en in de Gelderse Vallei. Ze komen voornamelijk voor in het onderzoeksgebied op de noordelijke Veluwe en in de IJsselvallei.

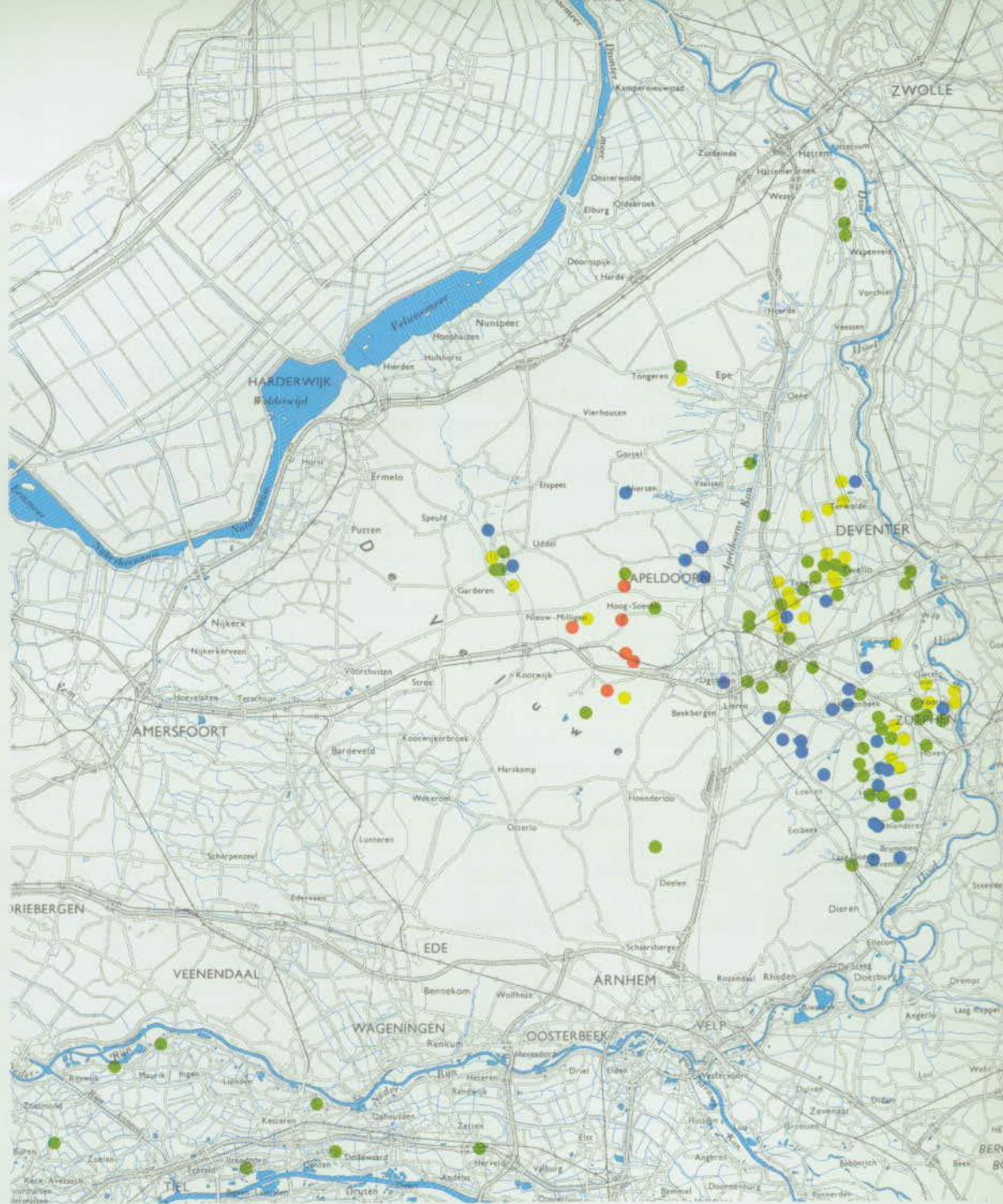
Stilstaande wateren van het **hoogste niveau** (klasse 4), zijn beperkt tot natuurgebieden en min of meer van directe invloed van de landbouw geïsoleerde wateren. In een grote verscheidenheid van watertypen is dit niveau aangetroffen. Het betreft doorbraakkolken, zandwinplassen, tichelgaten, leemkuilen, greppels, moerassen en poelen. Stromende wateren met een hoog niveau ongelijk aan het oorspronkelijke niveau (klasse 4) komen voor op de noordelijke Veluwe en op de stuwwallen. Stromende wateren van het hoogste niveau, gelijk aan het oorspronkelijke niveau (klasse 5) komen uitsluitend voor op de stuwwallen.



- Klasse 5
- Klasse 4
- Klasse 3
- Klasse 2
- Klasse 1

Figuur 2.4A Verspreiding van de ecologische klassen voor stromend water

schaal 1 : 400000



- Hoogste ecologische niveau
- Middelste ecologische niveau
- Laagste ecologische niveau
- Ongewenste ecologische niveau

Figuur 2.4 B Verspreiding van de ecologische klassen voor stilstaand water

schaal 1:400000

2.5 Toepassingsmogelijkheden

De methoden zoals ze beschreven zijn door de Werkgroep onderzoek ecologische doelstellingen (1990) zijn toepasbaar op soortgelijke bestanden als gehanteerd in dit onderzoek. Dit houdt in dat de methode voor stromend water alleen kan worden toegepast indien ook fysisch-chemische analyses aanwezig zijn. Voorts is er vanuit gegaan dat het hoogste oorspronkelijke niveau overeenkomt met de hoogste klasse die aanwezig is in het gegevensbestand. Indien men beschikt over aanwijzingen dat dit niet het geval is, dan zal men daar bij de toekenning in klassen rekening mee moeten houden door de hoogste klasse niet in te vullen.

Bij het hanteren van de meetlatten dienen enige **beperkingen** te worden opgemerkt:

De meetlatten zijn ontwikkeld aan de hand van beschikbare gegevens uit verschillende watertypen in het onderzoeksgebied. Dit betekent dat watertypen die onvoldoende in het gegevensbestand voorkomen c.q. onvoldoende in het onderzoeksgebied aanwezig zijn thans niet met de meetlatten kunnen worden beoordeeld. In concreto houdt dit in dat voor droogvallende beken en kanalen de meetlat voor stromend water niet is toe te passen. De stilstaande wateren in de uiterwaarden en op de lagere leemhoudende zandgronden kunnen niet worden beoordeeld met de meetlatten voor het stilstaande water. Dit geldt eveneens voor zure en verzuurde wateren in de infiltratiegebieden. De constructie van een meetlat voor deze wateren is waarschijnlijk niet mogelijk zonder gegevens die dateren uit een periode waarbij de verzuring nog niet van dien aard was als heden ten dage. Tevens is reeds opgemerkt dat fysisch-chemische informatie beperkt is en dat de gegevens betrekking hebben op een relatief korte periode (ca. 10 jaar). Deze beperkingen geven aan dat de meetlat nog getoetst moet worden. De toetsing en bijstelling moet worden uitgevoerd als onderdeel van taakstelling 11 uit het Oppervlaktewaterkwaliteitsplan: het meten van de kwaliteit van het ecosysteem in de Gelderse wateren.

In het navolgende zal worden uiteengezet hoe met de meetlat moet worden gewerkt (2.5.1) en hoe zij kan worden ingezet in het beleidsproces voor het waterbeheer (2.5.2). Er zal worden uitgegaan van de situatie dat de meetlat is geijkt.

2.5.1 Het gebruik van de meetlat

Afhankelijk van het type oppervlaktewater dient voor één van de drie meetlatten te worden gekozen:

- de meetlat voor stromend water (figuur 2.3a);
- de meetlat voor stilstaand water dat niet of slechts sporadisch droogvalt ((semi-)permanent waterbevattend) (figuur 2.3b);
- de meetlat voor stilstaand water dat jaarlijks droogvalt (temporair waterbevattend) (figuur 2.3c).

Het gebruik als meetinstrument

Met het meetinstrument wordt de kwaliteit van het aquatische ecosysteem vastgesteld. Begonnen wordt met het biologisch bemonsteren van het water waarvan men de kwaliteit wil vaststellen. Na het determineren van de in het monster aanwezige organismen kan uit de soorten en de aantallen van elke soort een score voor het monster worden bepaald. Op de meetlat is vervolgens het kwaliteitsniveau van het aquatische ecosysteem af te lezen.

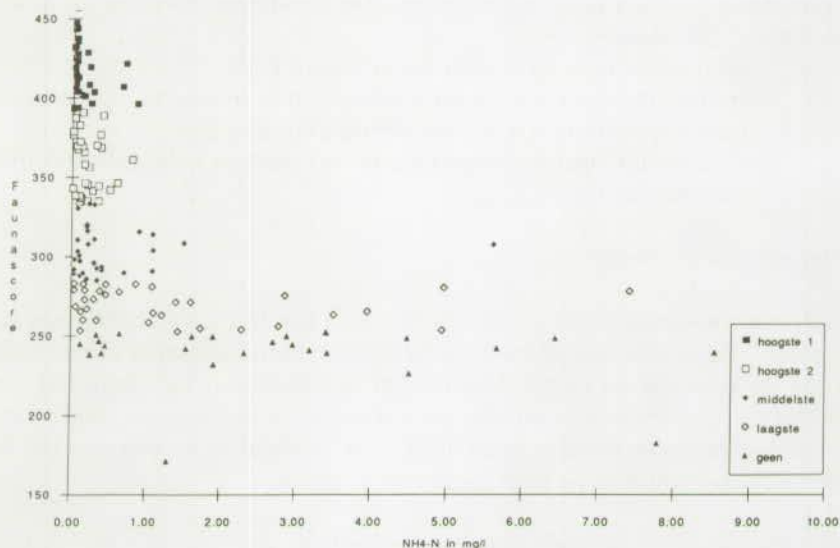
Het gebruik bij de ontwikkeling van een beheersinstrument

Het beheersinstrument dient de relatie aan te geven tussen het waterbeheer en de kwaliteit van het aquatische ecosysteem. Om te komen tot een beheersinstrument is onderzoek in de praktijk van het waterbeheer nodig. Voorafgaande aan en gedurende een periode volgend op het doorvoeren van een ander waterbeheer moet de verandering van de kwaliteit van het ecosysteem met behulp van de meetlat worden waargenomen.

Een systematische opzet van dit onderzoek, waarin stapsgewijs steeds andere beheersmaatregelen worden bestudeerd, moet uiteindelijk leiden tot een bruikbaar beheersinstrument waarmee kan worden aangegeven:

- welke beheersmaatregelen nodig zijn om de kwaliteit van een aquatische ecosysteem te verbeteren;
- hoe de kwaliteit van een aquatische ecosysteem zal veranderen als gevolg van door andere belangen gewenste beheersmaatregelen.

Aan de hand van figuur 2.5 wordt toegelicht hoe de meetlat, na ijking, inzetbaar is bij de ontwikkeling van het beheersinstrument.



Figuur 2.5 Verspreiding van de ecologische klassen in relatie tot het ammoniakgehalte in de stromende wateren.

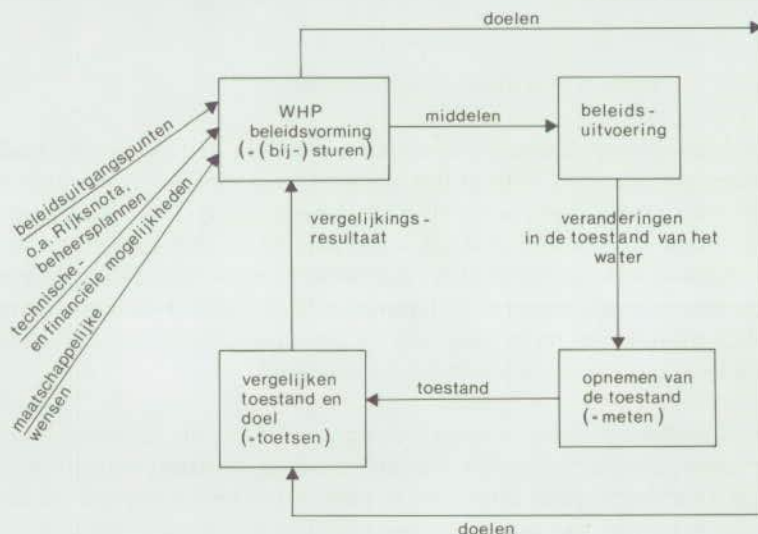
Het ammoniakgehalte in de stromende wateren vertoont een duidelijke relatie met de ecologische klassen. Gehalten boven 1 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ komen niet voor in wateren van het hoogste ecologische niveau. Ook in wateren van het middelste niveau blijven de waarden (één uitgezonderd) beneden 1.5 mg N/l . Wateren met het laagste ecologische niveau en zonder ecologisch niveau vertonen een spreiding van 0.1 tot 8.5 mg N/l . Een aanzet die de meetlat (na ijking) kan geven aan het beheersinstrument is onderzoek naar de effecten van ammoniakverlaging tot 0.5 - 1.5 mg N/l in wateren die geen of het laagste niveau bezitten. Op soortgelijke wijze kunnen de overige gemeten (en nog te meten) milieufactoren in de afzonderlijke wateren aanwijzingen geven over de relatie tussen de ecologische klasse en deze milieufactoren. Zodoende ontstaat voor ieder water een ecologisch niveau en een matrix van milieufactoren waarbij onderzoek moet uitwijzen welke factor(en) beperkend worden geacht voor de ecologische ontwikkeling van dat water. Vervolgens zullen op deze factor(en) gerichte beheersmaatregelen moeten worden uitgevoerd, terwijl met de meetlat de ontwikkeling van het ecologische niveau wordt gevolgd.

2.5.2 De rol van de meetlat in het beleidsproces

Het provinciale beleid wordt vastgelegd in beleidsplannen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het Waterhuishoudingsplan (WHP), het Milieuhygiënisch Beleidsplan (MHBP) en de streekplannen. Deze plannen worden na verloop van de planperiode herzien.

Er is hier sprake van een cyclisch proces dat zich voor het provinciale WHP als volgt laat samenvatten (figuur 2.6):

- In een vastgesteld WHP worden enerzijds doelen geformuleerd (in de vorm van normen of anderszins) die binnen een bepaalde periode dienen te worden bereikt en anderzijds middelen aangegeven om de doelen te bereiken.
- Met behulp van de beschikbare middelen wordt het provinciale plan uitgevoerd. De activiteiten hebben tot gevolg dat de toestand van het water verandert.
- Door meten wordt inzicht verkregen in deze toestand.
- De doeltreffendheid van het beleid wordt vastgesteld door het onderling vergelijken van de toestand van het water en de geformuleerde doelen.
- De resultaten van de vergelijking worden meegenomen in de voorbereiding voor het volgende WHP en kunnen naast andere aspecten, als wellicht veranderde maatschappelijke wensen, aanleiding zijn het beleid in dit nieuwe WHP bij te stellen.



Figuur 2.6 Beleidscyclus provinciaal Waterhuishoudingsplan

Op diverse punten in deze beleidscyclus kan de meetlat worden ingezet. Om deze punten duidelijk aan te geven zal hieronder de beleidscyclus nogmaals worden doorlopen maar nu specifiek vanuit de optiek van het aquatische ecosysteem en uitgaande van een toekomstige situatie waarin zowel een meetinstrument als een beheersinstrument voor alle aquatische ecosystemen in Gelderland is gereali-seerd.

In het beleidsvormingsproces dat uiteindelijk leidt tot een vastgesteld WHP zijn te onderscheiden de beleidsvoorbereiding en de beleidsbeslissing.

Tijdens de **beleidsvoorbereiding** worden de wensen van alle bij het water betrok-ken belangen ingebracht. Hieronder zullen wij apart beschouwen de wensen met betrekking tot het aquatische ecosysteem en de wensen van de overige belangen.

- *Wensen met betrekking tot het aquatische ecosysteem*

Met het meetinstrument is het mogelijk om de aanwezige kwaliteit van het aqua-tische ecosysteem vast te stellen. Zijn huidige en gewenste toestand bekend dan kan met het beheersinstrument worden nagegaan welke beheersmaatregelen no-dig zijn om de gewenste toestand te bereiken. Ook inzicht in het gewenste type ecosysteem kan hierbij een rol spelen.

Zijn de beheersmaatregelen bekend dan kunnen de kosten van de maatregelen worden bepaald en kunnen de overige belangen oordelen over de gevolgen van de maatregelen.

- *Wensen van de overige belangen*

Ook de overige belangen brengen wensen in die worden vertaald in concrete be-heersmaatregelen. Vanuit het aquatische ecosysteem dient nu te worden geoor-deeld over de gevolgen van deze maatregelen. Een maatregel zou bijvoorbeeld de inlaat van gebiedsvreemd water kunnen zijn ten behoeve van de landbouw. Dit kan lokaal tot gevolg hebben dat gebiedseigen typen ecosystemen van zacht wa-ter worden vervangen door typen van hard water. Het beheersinstrument kan wor-den gebruikt om na te gaan wat de gevolgen zijn van de beheersmaatregelen voor de kwaliteit van het aquatische ecosysteem.

Het wederzijds oordeel van belangen over en de kosten van gewenste beheers-maatregelen zijn voor het nemen van de **beleidsbeslissing** onmisbare elementen. De na afweging van belangen te nemen politieke beleidsbeslissing legt het beleid vast in termen van beleidsdoelen en middelen om de doelen te bereiken.

Het meetinstrument maakt het mogelijk om in bepaalde gevallen het beleidsdoel te formuleren als een kwaliteitsniveau van het aquatische ecosysteem.

In dit geval dienen tevens de middelen te worden aangegeven om het beleidsdoel te bereiken. Het beheersinstrument maakt het mogelijk deze middelen als concrete beheersmaatregelen aan te geven.

Als gevolg van de uitvoering van het beleid kan de toestand van het water veranderen. Om na te gaan of het beleidsdoel wordt bereikt moet de nieuwe toestand van het water door meting worden vastgesteld. Is het beleidsdoel geformuleerd als een kwaliteitsniveau van het aquatische ecosysteem dan dient het bereikte kwaliteitsniveau met het meetinstrument te worden vastgesteld. Door vergelijking van de vastgestelde kwaliteit en het beleidsdoel kan de effectiviteit van het uitgevoerde beleid worden getoetst. Resultaten van de toetsing kunnen aanleiding zijn het beleid in een volgende plancyclus (of indien nodig tussentijds) te wijzigen.

Uit het voorgaande wordt nogmaals duidelijk dat meetinstrument en beheersinstrument onmisbare hulpmiddelen zijn bij zowel de formulering van beleidsdoelen en beleidsmiddelen als bij de toetsing van de doeltreffendheid van het beleid.

REFERENTIES

Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F., e.a.

Data analysis in community and landscape-ecology PUDOC, Wageningen: 299 pp. (1987).

Popma, J.

Beken op de Veluwe. Numerieke classificatie van macrofauna gemeenschappen van sprengen en beken op de Veluwe. Basisrapport 2. Doctoraalverslag KU Nijmegen. Lab. Aquat. Oec. 137: 78 pp. + bijl. (1982).

Ministerie van Verkeer en Waterstaat en VROM.

Indicatief Meerjaren Programma Water 1985 - 1989.
Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage, 1985.

Verkooijen, R.G.V.A., Hoogendoorn, J.H. en Grootjans P.

Hydrogeochemie van de provincie Gelderland.
Rapp. prov. Gelderland/DGV-TNO: 55 pp. + bijl. (1985).

Werkgroep onderzoek ecologische doelstellingen.

De meetlat; een biologisch beoordelingssysteem voor het oppervlaktewater in Gelderland, provincie Gelderland, Arnhem, 1990.

3 MODELLEREN VAN DE OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT

dr. ir. G. van Straten; Universiteit Twente, Vakgroep Procesbeheer en Milieubeheer¹⁾

Samenvatting

Een korte historische schets wordt gegeven van de ontwikkeling van waterkwaliteitsmodellen voor (stromend) oppervlaktewater in Gelderland.

Aangegeven wordt voor welke type problemen modellen beschikbaar zijn. Met name de zuurstofhuishouding en de eutrofiëringstoestand is met modellen vrij goed te beschrijven. Onderscheid moet worden gemaakt tussen modellen voor het (dagelijks) beheer, en modellen voor het beleid (planning).

Beknopt wordt aangegeven aan welke eisen modellen moeten voldoen om zinvol bij deze toepassingen te kunnen worden ingezet. Er blijkt nog steeds een vrij grote kloof te zijn tussen de technisch-wetenschappelijke implementatie van modellen en de behoeften en wensen van de gebruikers, vooral in de beleidssfeer. Het is de vraag of modellen zover zullen moeten ontwikkeld dat zij direct bruikbaar zijn als beslissingsondersteunings systeem voor de beleidsmakers, of dat altijd een vertaalslag nodig zal blijven van het wetenschappelijk-technisch niveau naar het beslissingsniveau (beleidsonderbouwend).

1) Momenteel werkzaam bij Landbouwwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Agrotechniek en Agrofysica, sectie Meet-, Regel- en Systeemtechniek.

3.1 Historisch overzicht

Het onderzoek naar de modellering van de waterkwaliteit werd begin zeventiger jaren in Gelderland in gang gezet door de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland. Een kleine twintig jaar geleden was op het gebied van de modellering van oppervlaktewater in feite alleen het klassieke zuurstofhuishoudingsmodel van Streeter en Phelps bekend. Eén van de eerste beken die in Gelderland werden bestudeerd was de Groenlose Slinge, waar met name de lozing van alleen primair gezuiverd rioolwater van Eibergen voor grote problemen met de zuurstofhuishouding zorgde. Uiteraard werd in eerste instantie gepoogd de door het model van Streeter en Phelps voorspelde zuurstof curve te bepalen. Inderdaad werden de laagste zuurstofgehalten op enige afstand benedenstrooms van de lozing aangetroffen, zoals voorspeld, maar toen er een intensieve meetcampagne werd gehouden waarbij hetzelfde punt meer dan eens per dag werd bezocht werd al snel ontdekt dat er een merkwaardige variatie over de dag optrad. Het was in feite de eerste kennismaking met eutrofiëringsproblematiek: ondanks de lage zuurstofgehalten bevatte de beek meer dan genoeg algen om een aanzienlijke wisseling in het zuurstofgehalte over de dag te veroorzaken.

Deze ervaring leidde er al snel toe dat de toenmalige modellen werden uitgebreid met termen voor de fotosynthetische zuurstofproductie. Daarbij was een probleem dat de algengehaltes zeker niet constant bleven, maar zelf ook weer over het seizoen varieerden. Niet veel later werd dan ook geprobeerd de algen zelf in het model op te nemen. Met de algen verscheen ook de limiterend geachte nutriënt, het fosforgehalte in de vorm van verschillende fosfaatfracties, in de modelvergelijkingen, en waren naast gegevens over de BZV-belasting ook gegevens over de fosfaatbelasting nodig.

De uiteindelijke vergelijkingen vormden de grondslag van de diverse modellen die in die tijd voor de verschillende beken werden opgesteld. Een overzicht wordt gegeven in het onderzoekverslag van De Boer et al. (1980), met een samenvatting in het eindrapport van de Commissie in 1982.

Met het geleidelijk aan saneren van de belastingen met organisch koolstof (BZV) verdween een belangrijke belasting voor de zuurstofhuishouding van het oppervlaktewater, maar tegelijkertijd steeg daardoor het relatieve belang van de lozing van ammonium uit slecht nitrificerende zuiveringsinstallaties. In het Gelderse werd expliciet aandacht besteed aan de stikstofhuishouding in een onderzoek aan de Linge, voor het zuiveringsschap Rivierenland (Simon en Van Straten, 1982), en in studies aan het Apeldoorns Kanaal (Kersten, 1985) en de Lunterse Beek (Van Dam, 1988) ten behoeve van het zuiveringsschap Veluwe.

In die tijd was het doorrekenen van modellen met computers voorbehouden aan een kleine groep ingewijden. De provinciale opdrachtgevers beseften dat het steeds zelf opzetten van de modellen en de bijbehorende programmatuur door de feitelijke beheerders, de waterschappen, niet mogelijk zou zijn gezien het gebrek aan geschoolde mankracht en (dure) computerfaciliteiten. Vandaar dat werd besloten de ervaringen van het onderzoek, zoals dat vooral door de - voormalige - Technische Hogeschool Twente was uitgevoerd, te verwerken in één standaard programma, getiteld GELQAM. GELQAM staat voor GELderland Quality Model. Dit programmapakket moest de waterkwaliteitspendant worden van het succesvolle grondwaterstromingsmodel GELGAM. Het model werd geïmplementeerd bij de Dienst Informatie Verwerking van Rijkswaterstaat, en geschreven in FORTRAN. Als structuur werd gekozen voor het principe van de bewegende cel, omdat op deze wijze bepaalde numerieke problemen konden worden omzeild (De Boer, 1979). Ook was het met dit type mogelijk dispersie in de lengterichting te modelleren, wat vooral van belang is bij stootbelastingen, zoals bij rioolwateroverstorten. Omdat het model zo algemeen mogelijk moest zijn ontstond een vrij gecompliceerde structuur, die met vele configuraties rekening moest houden, zoals willekeurige dimensies van de beken, locaties van allerlei typen lozingen, stuwen, en knooppunten en vertakkingen. Bovendien is het model volledig dynamisch, hetgeen betekent dat lange tijdreeksen kunnen worden doorgerekend, zolang maar gegevens over beekafvoeren, lozingen en zonnestraling bekend zijn. Geen wonder dat de ontwikkeling van dit pakket veel meer tijd vergde dan aanvankelijk geraamd, en hoewel het in zijn concept nog steeds een van de beste pakketten is, is het werken ermee in de praktijk nog steeds aan specialisten voorbehouden.

Inmiddels was de PC opgekomen als rekentuig voor iedereen, en rees de vraag of de modellen voor zuurstofhuishouding en algengroei in een netwerk van beken en kanalen niet ook op PC beschikbaar konden komen. Hoewel de Commissie Bestuuring Waterhuishouding Gelderland haar werkzaamheden had beëindigd, was er bij de provincie een nieuw onderzoek gestart, dat zich vooral richtte op het operationeel maken van de modellen. In dat kader werd, onder supervisie van de Universiteit Twente, door het bureau Ekotek datasystems een gebruikersvriendelijk programmapakket gemaakt (WAKWAM), waarvoor de modelvergelijkingen van GELQAM model stonden. De modelvergelijkingen en basisparameterwaarden zijn gelijk gekozen aan die welke door DHV zijn gebruikt voor het onderzoek naar de richtlijnen voor het waterbeheer (zie hoofdstuk 4). In tegenstelling tot GELQAM is WAKWAM niet dynamisch, hoewel de zuurstofritmiek wel zichtbaar kan worden gemaakt, zodat alleen door de gebruiker gekozen statische situaties kunnen worden doorgerekend.

Het grote voordeel ten opzichte van GELQAM is erin gelegen dat de gebruiker via een kaartje op het scherm de gewenste locaties waar hij de situatie wil bekijken kan aanwijzen, en bovendien zijn de invoergegevens zoals lozingscijfers eenvoudig via menu's te wijzigen, waardoor snel allerlei scenario's kunnen worden onderzocht (Stekelenburg en Van Straten, 1988). In bijlage 3.1 wordt een korte beschrijving gegeven van het model WAKWAM.

3.2 Toepasbaarheid van modellen voor het beheer

Bij welk type vragen vanuit het beheer zijn modellen toepasbaar? Om deze vraag te beantwoorden is het nodig de probleemvelden te analyseren die bij het beheer van oppervlaktewater een rol spelen. De primaire zorg van de beheerder is dat het betreffende oppervlaktewater voldoet aan de normen die horen bij de voor dat water vastgestelde functies. Het vaststellen van de functies zelf is grotendeels een politieke beslissing. Wil een beheerder verder gaan dan de basiskwaliteit, bijvoorbeeld bij water dat kan worden gebruikt voor de visserij of water dat kan worden gebruikt als zwemwater, dan zal in de eerste plaats worden gekeken naar de huidige kwaliteit, die direct uit meetgegevens kan worden afgeleid. Hiervoor zijn modellen dus niet nodig. Wel zouden modellen eventueel kunnen worden gebruikt om eens te kijken welke maatregelen nodig zouden zijn om aan het water een bestemming te kunnen geven die strengere eisen aan de kwaliteit stelt. Anders ligt de zaak als de aan een water toegedachte functie tevens inhoudt dat het water zelf wordt gebruikt, zoals het geval is bij water dat wordt gebruikt als bron voor de drinkwaterbereiding of als bron voor de watervoorziening ten behoeve van de landbouw. Immers, een toeneming van het gebruik voor deze functies betekent een verandering in noodzakelijke aanvoer, waardoor ook de kwaliteit aanzienlijk kan veranderen. Gedacht kan worden aan de in Gelderland spelende problematiek van het inlaten van 'gebiedsvreemd' water. In deze gevallen is het niet voldoende te kijken naar de huidige kwaliteit, maar moet ook worden onderzocht of aan de gestelde normen nog wel kan worden voldaan als de voorgenomen maatregel ook daadwerkelijk wordt uitgevoerd.

Er zijn dus globaal twee typen functies: die waarbij het gebruik van het water niet of nauwelijks de kwaliteit beïnvloedt (viswater, zwemwater), en die waarbij dit wel het geval is (afvoerfunctie, aanvoerfunctie). Voldoet het water in het eerste geval niet aan de voor die functie vastgestelde normen, dan zijn maatregelen nodig die wellicht het beste met de term **saneren** kunnen worden aangeduid. In het tweede geval zijn maatregelen nodig indien het vermoeden bestaat dat bij het werkelijk benutten van de functie de norm zal worden overschreden.

Dit type maatregelen zou men wellicht met de term **beschermen** kunnen aanduiden. Het onderscheid tussen saneren en beschermen is uiteraard niet altijd scherp te trekken.

In beide gevallen kunnen in beginsel modellen met vrucht worden ingezet om voorgestelde sanerings- of beschermingsmaatregelen te evalueren.

Er zijn twee redenen om de clausule 'in beginsel' op te nemen. De eerste is, dat voor een behoorlijk deel van de saneringsmaatregelen vaak al op voorhand duidelijk is wat er moet gebeuren. Dit wordt dikwijls door politieke ontwikkelingen bepaald. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de stelregel dat het in Nederland niet meer te verkopen is rioolwater ongezuiverd te lozen (tenzij het gaat om verspreide lozingen in het landelijk gebied), ook al zou het ontvangende oppervlaktewater best een zekere hoeveelheid geloosd afvalwater kunnen verwerken. Iets dergelijks gebeurt nu althans ten dele met betrekking tot fosfaat. Gezien het Rijn Actie Plan, en de afspraken ter bescherming van de Noordzee, zal aan vergaande maatregelen ter vermindering van de fosfaatvracht niet meer zijn te ontkomen, zelfs niet als aangetoond kan worden dat de maatregelen lokaal geen effect zullen hebben. Het gaat hier eenvoudig om vrachtreductie. Modellen zijn hier nauwelijks bij nodig. Het ziet er naar uit dat het met nitraat dezelfde kant zal opgaan.

De tweede reden is de complexiteit van het begrip waterkwaliteit. Anders dan bij kwantiteitsproblemen, waar in feite alleen debiet en waterstand de variabelen zijn, wordt kwaliteit bepaald door een groot aantal variabelen, die deels van elkaar afhankelijk zijn, zoals zuurstofgehalte, koolstof-BZV, stikstof-BZV, totaal fosfaat gehalte, orthofosfaat gehalte, ammonium, nitraat, chloride, algengehalte uitgedrukt in biomassa of chlorofyl, concentraties zware metalen en organische microverontreinigingen, doorzicht, zwevende stofgehalte, enzovoorts, en een breed scala van biologische en ecologische variabelen. Voor sommige kwaliteitsvariabelen zijn eenvoudigweg geen modellen beschikbaar, en voor die waarbij dat wel het geval is bestaan er vele varianten.

Natuurlijk zijn er problemen waarvoor wel modellen beschikbaar zijn, en waarbij zij met vrucht kunnen worden ingezet. Toch wil ik er graag op wijzen dat men in vele gevallen al een heel eind kan komen met een 'potlood en papier' berekening, zoals op overtuigende wijze wordt aangetoond in het recente, maar inmiddels al wel haast als klassiek werk te beschouwen boek van Thomann en Mueller (1987). Er is overigens ook hier wel degelijk sprake van een modelbenadering (zonder modellen kom je er niet), maar dit impliceert niet noodzakelijkerwijs het gebruik van fraaie programmapakketten, en zelfs niet eens van een computer.

3.3 Stand van zaken

Hoe staat het er nu voor met betrekking tot de beschikbaarheid en bruikbaarheid van modellen voor het oppervlaktewaterbeheer? Modellen kunnen voor verschillende doeleinden worden gebruikt. Een onderscheid kan worden gemaakt in modellen voor het vergroten van het inzicht, en modellen voor het beheer. **Modellen voor het vergroten van het inzicht** zijn vooral van belang bij het evalueren van de gevolgen van buiten het waterbeheer gelegen maatschappelijke processen of handelingen, die gevolgen hebben voor de waterkwaliteit. De belangrijkste in Nederland zijn de activiteiten van huishoudens en industrieën die behoefte hebben aan afvoer van afvalwater, de regulering van de waterhuishouding (zowel het voorkomen van overstromingen als het bestrijden van droogteschade) en het landgebruik (dat via oppervlakkige en diepe afvoer effect heeft op de kwaliteit, zowel in urbane als rurale gebieden).

Daarnaast kunnen modellen worden gebruikt om de gevolgen van corrigerende maatregelen door te rekenen, **de modellen voor het beheer**. In systeemtermen zou men kunnen zeggen dat de maatschappelijke activiteiten de verstoringen van het watersysteem zijn, en de beheersmaatregelen de correcties. Het ontwerp van de beheersmaatregelen moet dan zo zijn dat de invloed die de correcties op het systeem uitoefenen de invloed van de verstoringen tegengaat. Met name voor deze taak zijn modellen nodig, omdat dan verschillende voorstellen voor 'ontwerp' van het beheer kunnen worden doorgerekend.

Met deze inleiding in gedachte kunnen we nu gaan kijken naar de stand van zaken in modellenland. Een vrijwel volledig overzicht van beschikbare modellen is opgenomen in het SAMWAT bestand (Lambrechts et al., 1988). Hier wil ik volstaan met een wat globaler en enigszins persoonlijk gekleurd beeld.

Zuurstofhuishouding:

Goed te beschrijven. Van belang vooral in waterlopen.

Meestal geen probleem in meren, behalve in diepe meren. Ook hiervoor goede beschrijvende modellen beschikbaar. Voor beheerstoepassingen moet rekening worden gehouden met andere waarden voor de modelcoëfficiënten na het nemen van de voorgestelde maatregel.

Richtlijnen hiervoor zijn in de literatuur bekend (zie o.m. De Boer et al., 1980).

Zware metalen en microverontreinigingen:

Moeilijker in modellen te beschrijven, met name door de interactie met het zwevende slib en het sediment. Belang van modellen voor meren groter dan voor waterlopen, behalve voor het documenteren van de te verwachten verrijking van het sediment.

Globale berekeningen geven veelal voldoende houvast: dynamica is van minder belang door grote tijdconstanten door buffering in sediment. Omdat maatregelen primair gericht (moeten) zijn op het voorkómen van belastingen met deze stoffen is de noodzaak van modellen beperkt. Wel kunnen modellen bruikbaar zijn bij het evalueren van aanvullende maatregelen, zoals baggeren, al zal hier waarschijnlijk een globale berekening (zie Thomann en Mueller) al kunnen voldoen.

Nutriënten:

Voor waterlopen geldt hetzelfde als bij zware metalen en microverontreinigingen. Veel belangrijker dan de nutriëntconcentraties zijn de vrachten, in verband met de belasting van het stagnante oppervlaktewater. Hiervoor is geen model nodig. Als de waterlopen zelf stagnant zijn is wel een modelbeschrijving nodig in samenhang met algen. Voor meren kunnen met name de fosfaatconcentraties redelijk goed met simpele modellen worden beschreven. Modelparameters kunnen vrij eenvoudig uit massabalansen worden afgeleid. Veranderingen als functie van genomen maatregelen zijn te verwachten, maar onbekend. Meestal gaat het echter om vrij grove maatregelen zodat een nauwkeurige berekening pas in later stadium van belang is. Het sediment kan voor een flinke vertraging in respons zorgen, preciese bepaling van de tijdconstante vergt gedetailleerd onderzoek.

Algengehalten:

In waterlopen alleen van belang als deze stagnant zijn.

Zowel voor waterlopen als voor meren geldt dat de totale biomassa (of het chlorofylgehalte) redelijk met modellen kan worden beschreven. Het gebruik van modellen is zinvol om toevallige seizoensfactoren bij de beoordeling van de situatie uit te sluiten.

Voor het beheer richt de aandacht zich vooral op de rol van het sediment. Zie boven. Na het nemen van maatregelen kunnen er vrij drastische veranderingen in modelparameters optreden, door aanpassing van het ecosysteem (zie hierna). Een heel behoorlijke globale schatting van het effect van fosfaatbelastingsreducties wordt verkregen zonder model op basis van empirische curves (zoals de OECD-curves en de CUWVO-curve).

Algensoorten/ecosysteem elementen:

Modellen hiervoor staan nog in de kinderschoenen. Er zijn modellen waarmee de algensoort-samenstelling (voor bepaalde soorten) kan worden aangegeven, hetgeen in verband met blauwalgengroei van belang is. De betrouwbaarheid staat echter nog ter discussie. Modelleren van waterplanten in waterlopen is nog nauwelijks gedaan. Modellen voor het hele ecosysteem (algen, planten, zooplankton, vis) zijn zeer complex en weinig betrouwbaar, en misschien wel onmogelijk.

Dit betekent dat experimenten met actief biologisch beheer nog niet met modelberekeningen kunnen worden begeleid, alhoewel dit op zich zeer gewenst zou zijn. Vooralsnog lijkt een semi-empirische benadering, eventueel in samenhang met een expert systeem hier voorlopig een meer praktische benadering te vormen (het expert systeem zelf bestaat echter nog niet).

Voor zover modellen beschikbaar zijn komt het nog maar zelden voor dat aan de modeluitkomsten betrouwbaarheidsgrenzen worden toegekend. Het onderzoek naar onzekerheden is nog jong. Er zijn tegenwoordig mogelijkheden om althans de onzekerheden die voortvloeien uit de bepaling van de modelcoëfficiënten (modelparameters) uit bestaande waarnemingen te voorzien van marges (Keesman, 1989; dit onderzoek heeft geleid tot het programmapakket STEPS, dat onzekerheidsanalyse van dynamische simulatiemodellen mogelijk maakt; voor een voorbeeld van een toepassing zie Van Straten en Keesman, 1990). Verder wordt onderzoek uitgevoerd om na te gaan of geen nieuwe paden kunnen worden betreden ten behoeve van het ecosysteembeheer, waarbij niet zozeer het voorspellen van het verloop van de waterkwaliteit voorop staat, maar veel meer het scheppen van de juiste beheersvoorwaarden om een gewenste natuurontwikkeling mogelijk te maken (project Nieuwe Generatie Waterkwaliteitsmodellen, Universiteit Twente/Technische Universiteit Delft, gefinancierd door VROM).

3.4 Behoeften van de gebruikers

Het bovenstaande geeft aan dat weliswaar op vele terreinen modellen beschikbaar zijn, maar dat op andere terreinen nog veel onderzoek nodig is om tot voor het beheer bruikbare gereedschappen te komen. De beschouwing tot nu toe had vooral betrekking op de wetenschappelijke inhoud van de modellen. Er is echter nog een ander terrein waar verdere ontwikkeling nodig is om de modellen die er zijn meer ingang te doen vinden. Het blijkt namelijk dat er nog een behoorlijke kloof bestaat tussen de uitkomsten die door modellen worden gegenereerd en de verwachte antwoorden op de vragen die worden gesteld.

De meeste dynamische waterkwaliteitsmodellen leveren als uitvoer het verloop van belangrijk geachte waterkwaliteitsvariabelen over een beperkte tijd, op een aantal eventueel door de gebruiker nog nader te selecteren plaatsen. Maar dit is in het algemeen **niet** wat de beheerder als antwoord van de modellen verwacht. De eigenlijke vraag van de beheerder ziet er vaak anders uit. Bijvoorbeeld in termen van normen: als ik die en die maatregel neem, zal de waterkwaliteit dan aan de norm voldoen?

De vraag kan zelfs nog verder gaan: als de maatregel wordt genomen, zal het water dan geschikt zijn om de toegedachte functie te kunnen vervullen?

Of, meer kwantitatief, voor hoeveel procent wordt de functie niet vervuld, c.q. hoeveel schade wordt toegebracht aan de te vervullen functie? Kortom, er is nog een vertaalslag nodig, die de uitkomsten van modellen dichterbij de behoeften van de beheerder.

Voor deze vertaalslag is het nodig om **gereedschappen** te ontwikkelen die:

- (i) uit beperkte gegevensreeksen meerjarige reeksen genereren met de juiste statistische eigenschappen;
- (ii) de invloeden van voorgenomen beheersmaatregelen op de in te voeren reeksen berekenen in termen van nieuwe invoerreeksen;
- (iii) de uitkomsten van het model comprimeren in eenvoudig te interpreteren kentallen (wel of niet aan de norm voldoen, duur van de normoverschrijding, grafische weergave van ruimtelijke verdeling, enz.).

Men zou deze activiteit kunnen aanduiden met het trefwoord 'informatisering' van modellen. We komen hier op het terrein van de beslissingsondersteuningsmethoden. Voor sommige vormen van operationeel beheer is men hier al vrij ver mee (bijvoorbeeld bij het beheer van de Oosterscheldedam). Een voorbeeld van de toepassing van zo'n verstaalslag in de planningsfeer is te vinden in het verslag van de resultaten van onderzoek naar de fosfauteutrofiëring in Friesland (Brinkman et al., 1990).

3.5 Conclusies

Voor vele problemen die met de oppervlaktewaterkwaliteit samenhangen zijn modellen beschikbaar, maar voor veel andere problemen nog niet. Onderzoek blijft noodzakelijk om de juiste wetenschappelijke onderbouwing te geven aan nog te ontwikkelen modellen, voorzover uit een analyse van de vraagstelling blijkt dat modellen nodig zijn. Hierbij zal met name expliciet aandacht gegeven moeten worden aan het bepalen van onzekerheden in termen van marges, om foutieve beheersbeslissingen op grond van te nauwkeurig voorgestelde modeluitkomsten te voorkomen.

Daarnaast is nog veel ontwikkelingswerk vereist op het gebied van de 'informatisering' van modellen, om er voor te zorgen dat modeluitkomsten beter aansluiten op de vragen die door het beheer en beleid worden gesteld.

REFERENTIES

Brinkman, A.G., H.J.W.J. van Huet en G. van Straten.

Fosfaateutrofiëringsonderzoek FosFri. Eindverslag t.b.v. Provincie Friesland en Ministerie VROM. Universiteit Twente/Limnologisch Instituut Oosterzee, 55 pp. (1990).

De Boer, B., G. van Straten en H. van den Beld.

Modellering van zuurstofhuishouding en algengroei in beken. Basisrapport ten behoeve van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, dl 1 en 2, Arnhem, 64 + 152 pp. (1980).

De Boer, B.

A moving cell model of the dissolved oxygen and phytoplankton dynamics in rivers, Hydrological Sciences Bulletin, 24, 2, 199-211 (1979).

Keesman, K.

A set-membership approach to the identification and prediction of ill-defined systems: application to a water quality system.
Dissertatie Universiteit Twente, 134 pp. (1989).

Kersten, R.H.B.

Een eutrofiëringsmodel voor het Apeldoorns kanaal.
Afstudeerverslag Universiteit Twente, Fac. CT. 80 pp. (1985).

Lambrechts, A.C.W., N.P.J.M. Neefjes, M.J. Potter, C. Volp en H.A. Zanting.

The SAMWAT database of computer models in water management, 15th European regional conference on agricultural water management, Dubrovnik, September 1988. SAMWAT, Den Haag, 1988.

Stekelenburg, R.J. en G. van Straten.

Eindrapport project Operationeel maken van modellen oppervlaktewaterkwaliteit (WAKWAM) t.b.v. Provincie Gelderland. Rapport met bijlagen. Universiteit Twente, Fac. CT, 1988.

Simon, A.W. en G. van Straten.

Modelonderzoek toekomstige waterkwaliteit Linge. Rapport t.b.v. Zuiveringsschap Rivierenland. Universiteit Twente, Fac. CT. (1982).

Thomann, R.V. en J.A. Mueller.

Principles of surface water modeling and control. Harper and Row, Publ. New York, 644 pp., 1987.

Van Dam, T.

Ontwerp van een waterkwaliteitsmodel voor de Lunterse Beek ten dienste van het zuiveringsbeleid. Afstudeerverslag Universiteit Twente, Fac. CT., 1988.

Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland.

Een systeembenadering voor de waterhuishouding van Gelderland. Provincie Gelderland, Arnhem, 221 pp., 1982.

Van Straten, G. en K. Keesman.

Uncertainty Propagation and speculation in projective forecasts of environmental change - a lake eutrophication example. J. of Forecasting (special issue, Ed. M.B. Beck), 1990 (te verschijnen).

4 RICHTLIJNEN VOOR HET BEHEER VAN OPPERVLAKTEWATER

ir. B. de Boer, ir. J.W. van Sluis en ir. R. Veeningen¹⁾

DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, Amersfoort

mw. ir. A.J. Baks, ir. J.B.H. Bergink²⁾, provincie Gelderland, dienst Milieu en Water

Samenvatting

Welke ruimte laten waterkwaliteitsnormen aan nog te nemen maatregelen ten behoeve van het waterbeheer? Het zou handig zijn, als er richtlijnen bestonden waarmee deze vraag in globale zin snel kon worden beantwoord. Dat zou zowel het opstellen van waterbeheersplannen als het inpassen van individuele maatregelen in een bestaande toestand vereenvoudigen.

De Provincie Gelderland heeft DHV in 1986 opdracht gegeven, dergelijke richtlijnen op te stellen.

Bij de aanpak is uitgegaan van waterkwaliteitsnormen voor chlorofyl-a, ortho-fosfaat, biochemisch zuurstofverbruik en opgeloste zuurstof. Daardoor worden eisen gesteld aan de zuurstof-, nutriënten- en algenhuishouding. De onderling samenhangende processen zijn gekarakteriseerd in een eenvoudig model dat periode-gemiddelde concentraties aan chlorofyl-a, ortho-fosfaat, totaal biochemisch zuurstofverbruik en opgeloste zuurstof in een watergang voorspelt. Met het model wordt bepaald, welke "speelruimte" voor de beschouwde maatregelen overblijft. In het onderzoek is deze benadering op vier typen maatregelen toegepast. In de voordracht worden resultaten voor een van de maatregelen gepresenteerd, namelijk het toelaten van de lozing van het effluent van een rioolwaterzuiveringsinrichting.

De "speelruimte" is voor deze maatregel vastgesteld voor een aantal scenario's; dat zijn combinaties van omgevingsfactoren, zoals andere maatregelen, de afmetingen van de watergang en de stroming. De resultaten ("richtlijnen") zijn per scenario grafisch gepresenteerd.

De resultaten zijn goed bruikbaar; voor andere situaties dan de onderscheiden scenario's kunnen met dezelfde methode bijpassende richtlijnen worden afgeleid.

1) momenteel werkzaam bij de provincie Friesland

2) momenteel werkzaam bij de N.V. Kema

4.1 Probleemstelling

De Dienst Milieu en Water van de Provincie Gelderland ziet zich voor de taak gesteld, een Waterhuishoudingsplan op te stellen. Het toekennen van functies aan oppervlaktewateren en het vaststellen van maatregelen om deze functies te bereiken vergt een grote inspanning. Richtlijnen voor het nemen van maatregelen gegeven de functies van het oppervlaktewater, zouden het planningsproces aanzienlijk vereenvoudigen. De dienst heeft DHV daarom in 1986 opdracht gegeven, een methode te ontwikkelen waarmee richtlijnen voor het beheer van oppervlaktewater kunnen worden opgesteld. Het onderzoek is in 1988 gerapporteerd (zie De Boer et al; 1988).

Een richtlijn is in dit verband een stel voorwaarden, waaraan een voorgenomen maatregel moet voldoen opdat aan de eisen, die de functies aan een oppervlaktewater stellen, is voldaan.

Voor een aantal, in Gelderland veel voorkomende, praktische problemen moesten met de te ontwerpen methode richtlijnen worden bepaald. De richtlijnen moesten betrekking hebben op de volgende maatregelen:

- het belasten van het oppervlaktewater met het effluent van een rioolwaterzuiveringsinrichting;
- het belasten van het oppervlaktewater met oppervlaktewater dat van buiten het stroomgebied is aangevoerd;
- het diffuus belasten van het oppervlaktewater met fosfaat;
- de manier waarop de watergang wordt beheerd en onderhouden.

Een aantal verdergaande beperkingen was noodzakelijk. In overleg met de provincie is besloten, het onderzoek te beperken tot richtlijnen die voortvloeien uit de **eisen**, die de algemeen ecologische functie van een oppervlaktewater (de basis-kwaliteit) aan enkele concentraties stelt, namelijk:

- | | |
|--|--------------|
| - concentratie chlorofyl-a | < 100 µg/l |
| - concentratie ortho-fosfaat | < 0,2 mg P/l |
| - concentratie totaal biochemisch zuurstofverbruik | < 5 mg/l |
| - opgeloste zuurstof | > 5 mg/l |

Het oppervlaktewater is van het langzaam stromende, gestuwd type, dat in Gelderland veel voorkomt (stroomsnelheid 1 tot 6 cm/s, waterdiepte 75 tot 150 cm). Er wordt uitsluitend rekening gehouden met gemiddelde zomercondities.

4.2 **Achtergrond: besluitvorming**

Zowel bij het toekennen van functies aan een watersysteem, als bij het kiezen van maatregelen om het systeem aan functie-eisen te laten voldoen, bestaat behoefte aan eenvoudige, gestructureerde beslissingsregels.

Toekennen van functies

Functies worden aan een watersysteem toegekend om zeker te stellen, dat de zwaarste belangen het zwaarst wegen. Daarbij wordt de gewenste toestand van het systeem in grenswaarden vastgelegd, bijvoorbeeld waterkwaliteitsnormen. Het kan voorkomen dat de bestaande toestand niet aan de eisen van de toegekende functie voldoet, bijvoorbeeld omdat de waterkwaliteit onvoldoende is. De keuze is dan: trachten de functie te verwezenlijken door maatregelen te nemen, de functie aan te passen aan de bestaande toestand, of een compromis te formuleren. Voor elke optie moet dan worden vastgesteld of de beoogde maatregelen een en ander kunnen bewerkstelligen. Een snel te raadplegen, eenvoudige methode waarmee dat kan worden bepaald is zeer gewenst.

Kiezen van maatregelen

De inspanning bij de planning van het waterbeheer zou aanzienlijk kunnen worden verminderd als van tevoren bekend zou zijn, welke eisen door de opgelegde functies aan de overwogen maatregelen worden gesteld, bij voorkeur in de vorm van richtlijnen.

Als een maatregel wordt overwogen, die moet passen in bestaand beleid of een bestaand plan, zou de besluitvorming eveneens zijn gediend met een snelle methode die de toelaatbaarheid van de maatregel met het oog op de functie aangeeft.

Gewenste hulpmiddelen

Er bestaat dus dringende behoefte aan richtlijnen waaruit blijkt, hoever bepaalde maatregelen moeten gaan, opdat de toestand van het watersysteem aan de eisen voldoet, die aan de functie(s) van het watersysteem zijn verbonden.

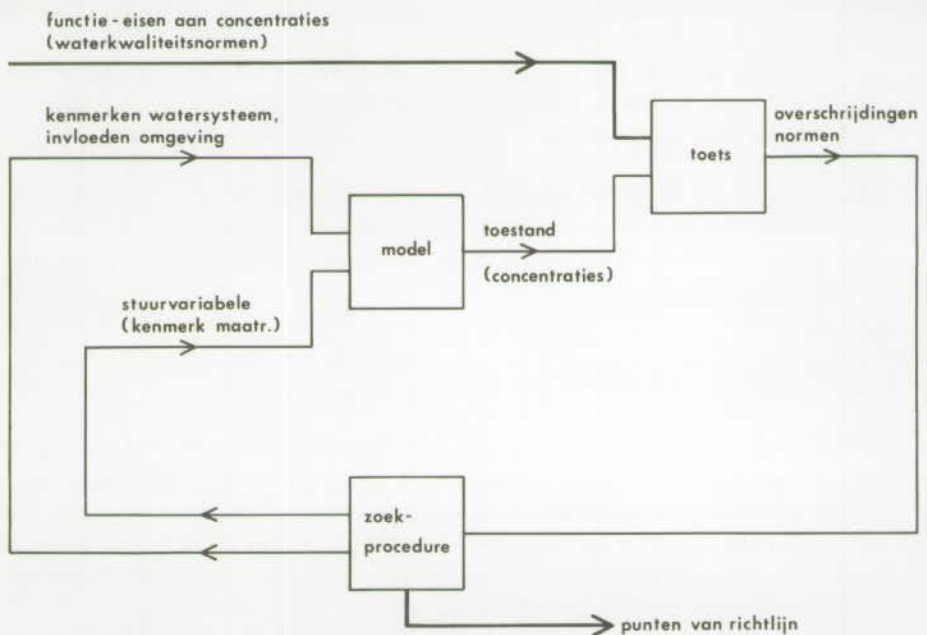
Er zullen altijd praktische gevallen zijn waarvoor nog geen bijpassende richtlijnen zijn bepaald, ook niet bij benadering. Een methode, waarmee deze kunnen worden afgeleid, is daarom ook gewenst.

4.3 Opzet methode

Een functie stelt eisen aan de toestand van het systeem, in dit geval aan de concentraties. De concentraties worden mede door maatregelen beïnvloed. De functie stelt daarom grenzen aan een voorgenomen maatregel (fig. 4.1). Deze begrenzungen vormen de richtlijn. De kenmerken van het systeem en de invloeden van de omgeving bepalen mede de richtlijn.

Om een richtlijn te kunnen afleiden, moeten de relaties tussen de beoogde maatregelen en hun effecten op de concentraties dus bekend zijn; er moet met andere woorden een model van de belangrijke processen beschikbaar zijn. De maatregelen moeten daarin door kwantitatieve kenmerken (stuurvariabelen) zijn weergegeven.

Een richtlijn moet inzicht geven in de "speelruimte" die er voor een maatregel bestaat, gegeven de kenmerken van het systeem en de invloeden van de omgeving. Er moet daarom naar oplossingen van het model (concentraties in de watergang) worden gezocht, die een norm niet overschrijden. Behalve een model is daarom een zoek-procedure vereist; zie figuur 4.1. Deze methode geeft de speelruimte voor de maatregel, in de vorm van een minimum en een maximum voor de stuurvariabele, bij verschillende waarden van een aantal systeem-kenmerken en omgevingsinvloeden: de gezochte richtlijn.



Figuur 4.1 Opbouw van de methode voor het vaststellen van een richtlijn voor een maatregel

4.4 Toepassing op eutrofiëring en zuurstofhuishouding

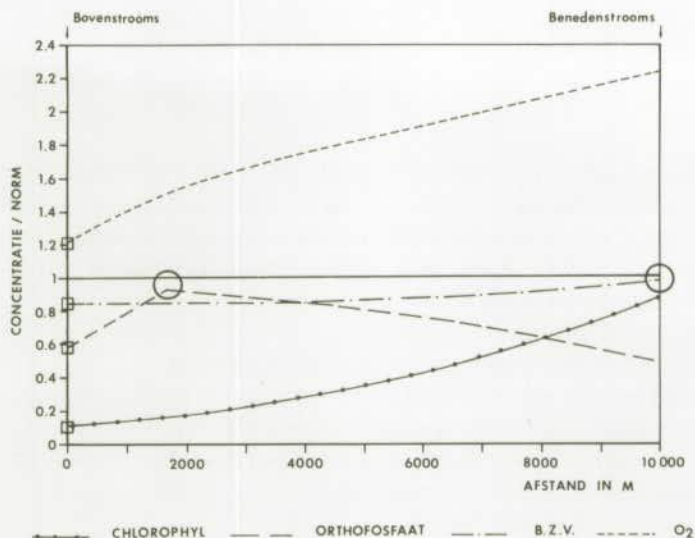
Model

Een beproefd model van de algen-, fosfaat- en zuurstofhuishouding in een watergang (DHV; 1986) is de basis voor de ontwikkelde methode en de daarmee afgeleide richtlijnen. Het model berekent de concentraties van algen (als chlorofyl-a), ortho-fosfaat (als fosfor), totaal biochemisch zuurstofverbruik (koolstof- en stikstof-BZV) en opgeloste zuurstof.

In dit model worden de volgende processen beschreven:

- lozing van BZV en ortho-fosfaat op een punt in de watergang;
- diffuse lozing van ortho-fosfaat in de watergang;
- afbraak van BZV en het daarmee gepaard gaande zuurstofverbruik;
- zuurstofverbruik door het sediment;
- reaeratie (herbeluchting);
- uitwisseling van ortho-fosfaat met het sediment;
- groei van algen, gelimiteerd door (gebrek aan) lichtinstraling en/of ortho-fosfaat, gekoppeld aan verbruik van ortho-fosfaat;
- beschaduwing door algen;
- ademhaling van algen, gekoppeld aan zuurstofverbruik;
- sterfte van algen, gekoppeld aan (enig) ontstaan van BZV;
- transport van de bestanddelen door de stroming: meevoering en menging in de stroomrichting (advectie en dispersie; eendimensionaal).

Het model berekent concentraties die representatief zijn voor de gemiddelde omstandigheden gedurende het zomer-halfjaar en niet met de tijd veranderen. Het model rekent dus een stationaire toestand uit: de profielen van de vier concentraties in de stroomrichting.



- coördinaten van merkpunt in figuur 4.3
- dichtste benadering van een norm

Figuur 4.2 Voorbeeld van een oplossing van het model: concentratieprofielen (betrokken op de waterkwaliteitsnorm)

De aannamen van het model (serie ideale mixers) maken het mogelijk, "stroom-opwaarts" te rekenen. Daarbij worden de benedenstroomse concentraties in plaats van de bovenstroomse concentraties als bekenden opgegeven. Het model berekent dan de vier statische concentratieprofielen in één keer, dus zonder iteraties. In de bovenstaande figuur 4.2 wordt een voorbeeld van een oplossing van het model gegeven. Bij toepassing van een zoek-procedure is dit een groot voordeel, omdat deze zelf al veel itereert.

Zoek-procedure

De zoek-procedure geeft drie van de vier concentraties (chlorofyl-a, ortho-P, BZV, O₂) aan het benedenstroomse uiteinde en het lozings- of inlaatdebiet een bepaalde waarde. De procedure varieert de vierde benedenstroomse concentratie net zo lang tot ergens in de watergang tenminste één waterkwaliteitsnorm wordt bereikt zonder dat deze wordt overschreden. De daarbij behorende concentraties aan het bovenstroomse uiteinde en het betreffende debiet worden bewaard om later als coördinaten van een punt in een richtlijn-grafiek te worden gebruikt.

Dit proces wordt herhaald voor andere waarden van drie vaste, benedenstroomse concentraties en het debiet, waarbij steeds een punt van de richtlijn wordt gevonden.

Scenario's

De invloeden van een aantal belangrijke systeem-kenmerken en omgevingsvariabelen moeten in de richtlijnen tot uitdrukking worden gebracht. Samen met de stuurvariabele (maatregel) komen in een richtlijn ruim tien variabelen voor. Het is ondoenlijk de speelruimte in die variabelen grafisch weer te geven. Daarom is het scenario-concept gebruikt. De waterdiepte, de stroomsnelheid en het type bodem, de effluent-kwaliteit, de fosfaataflevering uit de waterbodem en de wijze van beheer en onderhoud hebben in een scenario elk één vaste waarde. Er zijn 32 scenario's ontworpen (bijlage 4.1). Per scenario kunnen de niet-vastgelegde variabelen in enkele grafieken tegen elkaar worden uitgezet.

Grafische presentatie

Het aantal variabelen, dat in een richtlijn grafisch moet worden weergegeven, is door het werken met de scenario's tot vijf teruggebracht: de vier concentraties aan het bovenstroomse uiteinde en het lozings- of inlaatdebiet. Dat zijn er natuurlijk nog teveel voor één grafiek. Er is gekozen voor het uitzetten van steeds twee bovenstroomse concentraties op de assen van een grafiek, met waarden voor het debiet en intervallen (geldigheidsgebieden) voor de twee andere bovenstroomse concentraties als parameters bij de grafiek (zie figuur 4.3).

Betekenis van een richtlijn

Figuur 4.3a geeft een voorbeeld van een grafische richtlijn zoals de besproken methode die genereert. Het door middel van een vierkantje aangegeven merkpunt komt overeen met de concentratieprofielen van figuur 4.2: de coördinaten zijn de concentraties aan het bovenstroomse uiteinde. In grafiek 4.2 worden deze concentraties teruggeschaald naar de bijbehorende norm, bijvoorbeeld ortho-fosfaatconcentratie = 0,12 mg/l; gegeven de norm voor ortho-fosfaat van 0,2 mg/l ligt het startpunt in figuur 4.2 op $0,12 : 0,2 = 0,6$. Dit betekent dat bovenstrooms de concentratie op 60% van de norm ligt.

In figuur 4.2 is met cirkels aangegeven waar de ortho-fosfaat en de BZV-concentratie hun norm het dichtst benaderen. De punten in figuur 4.3a die met de oplossing van figuur 4.2 overeenkomen, liggen dan ook dicht bij de grenzen van de richtlijn. (Het debiet van de lozing is $6 \text{ m}^3/\text{h}$).

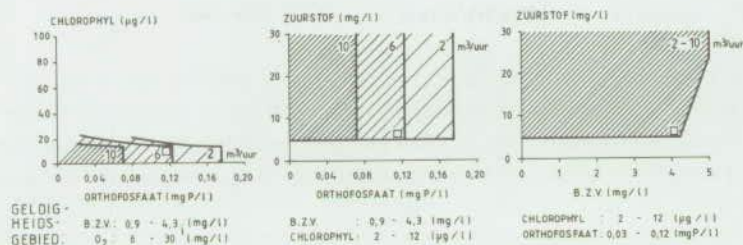
De linker grafiek van figuur 4.3a laat (voor een waarde van het lozingsdebiet) een grens aan het toelaatbare gebied zien, die uit twee stukken bestaat. Het kromme deel van de grens komt overeen met de norm voor chlorofyl-a. De kromming geeft aan, dat de chlorofyl-a-concentratie bovenstrooms hoger mag zijn naarmate de ortho-fosfaat-concentratie er lager is, zonder dat de norm voor chlorofyl-a ergens in het stroomafwaartse traject wordt overschreden.

Keuze van beide concentraties op de kromme betekent, dat de norm wordt bereikt, in dit geval aan het einde van de watergang.

Het rechte deel van de grens is een constante begrenzing aan de bovenstroomse ortho-fosfaatconcentratie. Deze wordt verklaard door het feit, dat de norm voor ortho-fosfaat direct na de lozing van het effluent wordt bereikt. De grens in de richtlijn volgt hier dus direct uit de norm en de verdunning van het effluent. De recht opstaande, rechte lijnen in de middelste grafiek van figuur 4.3a zijn weer afbeeldingen van de ortho-fosfaat-norm; deze liggen uiteraard bij dezelfde ortho-fosfaatconcentraties als in de linker figuur. De liggende rechte lijn is de zuurstof-norm. Het voorkomen van de norm-waarde zelf als grens in de richtlijn betekent, dat de zuurstofconcentratie verderop in de watergang in hoofdzaak stijgt (als gevolg van algengroei).

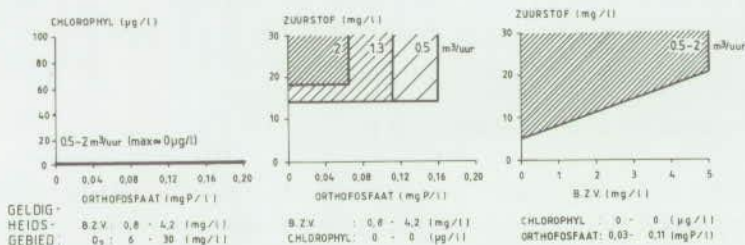
In de rechter grafiek van figuur 4.3a komt deze liggende rechte lijn als afbeelding van de zuurstof-norm weer voor. Het schuine deel dat daaraan grenst is een afbeelding van de norm voor totaal BZV; dat duidt op een hogere opvangcapaciteit voor BZV bij een hoger initieel zuurstofgehalte. Als de bovenstroomse zuurstofconcentratie hoog genoeg is, wordt de speelruimte in de BZV tot de BZV-norm verruimd: verderop in de grafiek loopt de begrenzing recht omhoog.

SCENARIO NR:10 DEBIETEN: $Q_1 = 2 \frac{m^3}{uur}$
 $Q_2 = 6 \frac{m^3}{uur}$
 $Q_3 = 10 \frac{m^3}{uur}$



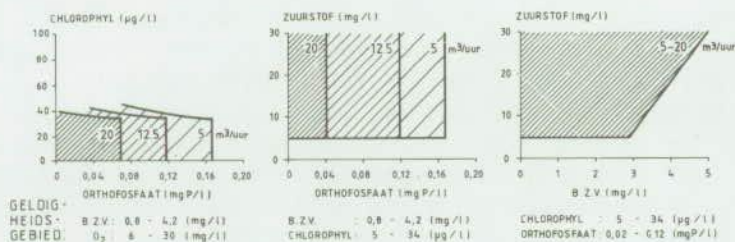
Figuur 4.3.a

SCENARIO NR: 2 DEBIETEN: $Q_1 = 0,5 \frac{m^3}{uur}$
 $Q_2 = 1,3 \frac{m^3}{uur}$
 $Q_3 = 2,0 \frac{m^3}{uur}$



Figuur 4.3.b

SCENARIO NR: 28 DEBIETEN: $Q_1 = 5 \frac{m^3}{uur}$
 $Q_2 = 12,5 \frac{m^3}{uur}$
 $Q_3 = 20 \frac{m^3}{uur}$



Figuur 4.3.c

Figuur 4.3 Richtlijn voor de lozing van het effluent van een laagbelaste rioolwaterzuiveringsinrichting op een watergang met zandige bodem

- (a) waterdiepte 0,75 m, stroomsnelheid 6,0 cm/s
 □ merkpunt met bovenstroomse waarden van figuur 4.2
- (b) waterdiepte 0,75 m, stroomsnelheid 1,3 cm/s
- (c) waterdiepte 1,50 m, stroomsnelheid 6,0 cm/s

gearceerd: toegestane gebied voor een lozingsdebiet (m^3/h)

4.5 Gebruik van de richtlijnen

Bij het beoordelen van de lozing van het effluent van een rioolwaterzuiveringsinrichting of het beoordelen van het inlaten van gebiedsvreemd water (ten behoeve van doorspoeling) laten de grafieken van de richtlijnen zich per scenario gebruiken. Er moet een bij de praktijksituatie passend scenario worden gevonden.

Niet alle maatregelen, systeem-kenmerken en omgevingsinvloeden kunnen langs assen in grafieken worden uitgezet. Daarom zijn immers de scenario's onderscheiden. De scenario's zijn zo opgezet, dat door het vergelijken van de richtlijnen van de juiste scenario's iets over één van de genoemde grootheden kan worden gezegd. Deze aanpak moet worden gevolgd bij de beoordeling van de diffuse belasting met fosfaat en de wijze van beheer en onderhoud, of het bepalen van de invloed van de waterdiepte c.q. stroomsnelheid.

Het beoordelen van een effluent-lozing

De in de praktijk aangetroffen, gemiddelde concentraties op enkele honderden meters bovenstrooms van het beoogde lozingspunt moeten in de grafieken van het best passende scenario worden uitgezet. Als een concentratiewaarde niet in een interval (geldigheidsgebied) ligt dat bij een grafiek behoort, moet de grafiek buiten beschouwing worden gelaten. De andere grafieken van de richtlijn geven wellicht wel uitsluitsel.

Als twee van de vier concentraties in de intervallen liggen die bij een grafiek behoren, kunnen de andere twee concentraties in die grafiek worden uitgezet; er wordt dan een punt gevormd. Afhankelijk van de grootte van het lozingsdebiet geldt nu een van de toelaatbare gebieden. Er zijn nu drie uitkomsten mogelijk.

- Het punt ligt in het toelaatbare gebied met inachtnaam van een veiligheidsmarge tot de grenzen van het gebied, waarvoor het beste 50% van de grenswaarde kan worden aangehouden. Volgens de richtlijn is aan de functie-eisen voor de concentraties voldaan.
- Het punt ligt in het "grijze" gebied binnen de veiligheidsmarge rondom de grenzen van het toelaatbare gebied. De richtlijn geeft, gezien de onnauwkeurigheden van de methode, geen uitsluitsel. Nader onderzoek is dan noodzakelijk. Daarbij kan de ontwikkelde methode worden gebruikt om beter passende richtlijnen te verkrijgen.
- Het punt ligt buiten het toelaatbare gebied met inachtnaam van de veiligheidsmarge. Volgens de richtlijn wordt een norm overschreden.

In het geval van figuur 4.3a leidt de lozing niet tot overschrijding van de normen als het lozingsdebiet kleiner dan $5 \text{ à } 7 \text{ m}^3/\text{h}$ is.

Het beoordelen van water-inlaat

Bij het overwegen van het inlaten van gebiedsvreemd water moet dezelfde werkwijze worden gevolgd als bij het overwegen van het lozen van effluent, zij het dat een daarbij behorend scenario moet worden gebruikt. De afgeleide richtlijnen geven echter de toelaatbaarheid van het inlaten van water aan onder de voorwaarde, dat het water alleen maar door de watergang wordt getransporteerd. De situatie in het doelgebied is nog niet in de afgeleide richtlijnen verwerkt. Daar treedt inzijging van een groot deel van het ingelaten water en plaatselijk bijna stilstaand oppervlaktewater op. Bovendien zijn ook andere kwaliteitsvariabelen in het inlaatgebied van belang, zoals hardheid en concentraties van macro-ionen, zware metalen en organische microverontreinigingen.

Het beoordelen van diffuse belasting met fosfaat

De toelaatbaarheid van de diffuse belasting van het oppervlaktewater met fosfaat blijkt uit de vergelijking van de richtlijnen voor twee passende scenario's die alleen verschillen wat deze belasting betreft. In de grafieken van beide scenario's moeten de bovenstroomse concentraties worden uitgezet op de manier die voor effluentlozingen is beschreven. Als de situatie met lage diffuse belasting wel aan de normen voldoet en de situatie met hoge belasting niet, is een duidelijke indicatie verkregen.

Het blijkt dat de afgeleide richtlijnen voor beide gevallen weinig verschillen vertonen. De conclusie moet echter niet zijn, dat diffuse belasting met fosfaat in de beschouwde watergangen geen invloed op de waterkwaliteit heeft, maar dat de gemodelleerde stofoverdracht tussen water en bodem nog teveel onzekerheden vertoont.

Het beoordelen van beheer en onderhoud

De manier waarop de watergangen worden beheerd en onderhouden kan worden beoordeeld door scenario's met elkaar te vergelijken, die in dit opzicht verschillen maar wel bij de praktische situatie passen. De werkwijze is dezelfde als beschreven voor diffuse belasting.

In het algemeen blijkt, dat het weghalen van waterplanten volgens de afgeleide richtlijnen het beste in het najaar kan gebeuren, omdat de planten 's zomers beschaduwend en beluchtend werken. Beschaduwen door het aanbrengen van oeverbeplanting heeft volgens de richtlijnen alleen zin in iets dieper water. Het effect van beschaduwing wordt groter als de waterplanten 's zomers blijven staan.

Gevoeligheid voor systeem-kenmerken en omgevingsinvloeden

De invloed van de belangrijkste systeemkenmerken en omgevingsinvloeden op de eisen aan de maatregelen kan worden bepaald door het vergelijken van de grafieken voor scenario's die alleen in dit opzicht verschillen. Als voorbeelden worden hierna de stroomsnelheid en de waterdiepte besproken.

Bij een lagere stroomsnelheid (1,3 cm/s, fig. 4.3b) worden strengere eisen aan alle bovenstroomse concentraties gesteld dan bij een hogere stroomsnelheid (6 cm/s, fig. 4.3a). Bij de lagere stroomsnelheid kan een volledige algenbloei in de watergang ontstaan, waardoor de richtlijn voor de bovenstroomse chlorofyl-a-concentratie wel bijzonder streng is. Het gaat daarbij om een vaak voorkomende stroomsnelheid!

Figuur 4.3c betreft de situatie waarin de stroomsnelheid weer 6 cm/s is, maar de waterdiepte 1,5 m in plaats van 0,75 m bedraagt. Een bepaalde bovenstroomse BZV-concentratie vereist nu een hogere bovenstroomse zuurstofconcentratie dan bij kleinere waterdiepten (rechter delen fig. 4.3c en fig. 4.3a). Daar staat tegenover, dat door de grotere verdunning grotere effluent-debieten zijn toegestaan. In diepere wateren zijn als gevolg van de grotere lichtuitdoving hogere initiële algenconcentraties toegestaan (linker deel fig. 4.3c). Daardoor ontstaat ook een grotere afhankelijkheid tussen de toegelaten algenconcentraties bovenstrooms en het effluent-debiet.

Scenario-aanpak tegenover individuele aanpak

Als de praktische situatie, waarvoor een uitspraak wordt gezocht, niet dicht bij de voorwaarden van een scenario ligt, kan men proberen twee scenario's te vinden waar de praktijk-situatie min of meer tussen ligt. Met enige interpolatie kan dan wellicht een uitspraak worden gevonden.

Soms kan geen passend scenario of een stel naburige scenario's worden gevonden. Soms kan met passend scenario geen uitspraak worden gedaan, omdat de concentraties in geen van de geldigheidsintervallen van de drie grafieken passen. In die gevallen kan de praktische situatie aan de methode voor het maken van de richtlijn worden onderworpen, alsof het een scenario is. Er kan zelfs met de concentratie-intervallen worden geëxperimenteerd om een grafiek te krijgen die wel een antwoord op de vraag geeft. Hierdoor zullen meer of minder punten zichtbaar worden die de grens van de richtlijn vormen.

4.6 Programma-pakket

De methode maakt gebruik van het programmapakket Richtlijnen. Het bestaat uit een invoerprogramma voor het samenstellen van de volledige invoer voor de scenario's, een reken-programma voor het bepalen van de oplossingen die in een richtlijn voor een scenario moeten worden gepresenteerd, en een tekenprogramma voor het maken van de grafieken voor een scenario. Door de provincie is een duidelijke handleiding geschreven (Bergink, 1989). In deze handleiding is het model tevens geijkt aan de hand van meetgegevens van een drietal Gelderse watergangen.

4.7 Conclusies

Methode

De richtlijnen maken een snelle beoordeling van een overwogen effluentlozing of onderhoudsmethode mogelijk als de praktische situatie in globale zin goed door het model en een of twee scenario's wordt benaderd en de hier gebruikte eisen aan chlorofyl-a, ortho-fosfaat, BZV en opgeloste zuurstof worden gesteld. Bij toepassing op inlaat met gebiedsvreemd water of diffuse belasting met fosfaat komen nog enkele zwakheden aan het licht. De belangrijkste **sterke** en **zwakke punten** zijn hierna per onderzochte maatregel samengevat.

Lozing effluent rwzi's

De richtlijnen vormen een goede afspiegeling van de effecten op de zuurstofhuishouding, de eutrofiëring en de algenontwikkeling.

Inlaat van gebiedsvreemd water

De toestand op het traject waarlangs het water wordt getransporteerd wordt adequaat beschreven, de situatie in het doelgebied niet. Daar moet rekening worden gehouden met de plaatselijk zeer grote verblijftijden van het oppervlaktewater. Tevens zouden hierbij andere kwaliteitsvariabelen in beeld moeten worden gebracht, zoals hardheid, gehalten aan macro-ionen en gehalten aan microverontreinigingen.

Diffuse fosfaatbelasting

De model-beschrijving is adequaat; er is echter grote onzekerheid over de parameters die de uitwisseling van fosfaat tussen water en bodem beschrijven.

Beheer en onderhoud watergangen

De model-beschrijving geeft de hoofdlijnen weer en is waarschijnlijk in staat de effecten in de juiste orde van grootte te beschrijven. Toch is er behoefte aan meer gerichte toetsing van belangrijke modelparameters, zoals de beschaduwing en zuurstofproductie door waterplanten.

Resultaten

De kleine wateren, die in de richtlijnen als standaard gelden, hebben een beperkte capaciteit voor het opvangen van lozingen van effluënten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Om algengroei te voorkomen moet defosfatering van het effluent worden ondersteund door maatregelen in het water, zoals beschaduwing.

De basiskwaliteit is in het beschouwde type wateren volgens de gebruikte gegevens niet haalbaar; de chlorofyl-a-concentratie zal vrijwel zeker de norm van 100 µg/l overschrijden.

Een norm voor ortho-fosfaat van 0,2 mg P/l is in dit type wateren overigens niet in overeenstemming met de genoemde norm voor chlorofyl-a.

Beschaduwing is effectiever bij grotere waterdiepten en bij aanwezigheid van waterplanten.

Waterplanten moeten bij voorkeur in het najaar worden verwijderd, omdat de beschaduwing door waterplanten in de zomer voordelig is.

De samenstelling van de diepere waterbodem is onder de gegeven omstandigheden geen bepalende factor voor de beschouwde maatregelen.

Ten aanzien van de inlaat van gebiedsvreemd water en de diffuse belasting met fosfaat kunnen pas conclusies worden getrokken als de methode is aangepast.

Voor situaties waarvoor geen bijpassend scenario kan worden gevonden, het model niet toereikend is of de maatregelen van andere aard zijn, is de ontwikkelde methode beschikbaar om de juiste richtlijnen te kunnen afleiden.

Deskundigheid en ervaring met de methode zijn bij alle toepassingen en modificaties ervan vereist.

Kwantitatief waterbeheer

Een pakket richtlijnen voor waterhuishoudkundige maatregelen zoals beek(de)regulering, stuwbeheer enzovoort zou waardevol kunnen zijn, in het bijzonder als daarin rekening wordt gehouden met kwalitatief beheer en vice versa.

REFERENTIES

Boer, B. de, J.W. van Sluis en R. Veeningen.

Een methodiek voor het genereren van richtlijnen voor het oppervlaktewaterbeheer op basis van waterkwaliteitsdoelstellingen, Hoofdrapport en Technisch rapport, opgesteld door DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV ten behoeve van de Provincie Gelderland, Dienst Milieu en Water, Arnhem, 1988.

Bergink, J.B.H.

Een methodiek voor het genereren van richtlijnen voor het oppervlaktewaterbeheer, Gebruikershandleiding bij het computerprogramma, Provincie Gelderland, Dienst Milieu en Water, Arnhem, 1989.

DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V.

De invloed van de inlaat van IJsselwater op de waterkwaliteit in de Gelderse IJsselvallei, Rapport ten behoeve van de Provincie Gelderland, Dienst Waterbeheer, Arnhem, 1986.

mw. ir. A.J. Baks; provincie Gelderland, dienst Milieu en Water

ir. G.D. Willemsen; zuiveringsschap Veluwe

ir. J.J.M. de Klein; zuiveringsschap Oostelijk-Gelderland¹⁾

ir. R.C. Gerritsen; zuiveringsschap Rivierengebied

ir. A.J. Boom; provincie Gelderland, dienst Milieu en Water

Samenvatting

Met dit onderzoek is beoogd een algemeen beeld te verkrijgen van de kwaliteit van de waterbodems in de regionale oppervlaktewateren van de provincie Gelderland. Het is uitgevoerd door de provincie Gelderland, het zuiveringsschap Oostelijk Gelderland, het zuiveringsschap Rivierenland en het zuiveringsschap Veluwe. Er is een standaardmethode ontwikkeld met betrekking tot de keuze van de te bemonsteren locaties, de wijze van bemonsteren, de verwerking en de analyse van de monsters.

In de waterbodem zijn de gehalten aan nutriënten, zware metalen en arseen, polychloorbifenylen (PCB's), organochloorpesticiden en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) onderzocht. De analyseresultaten zijn beoordeeld met behulp van de normen van de Leidraad bodemsanering, de Interimnormen van Rijkswaterstaat en de normen voor waterbodems van de derde Nota waterhuishouding.

De belangrijkste conclusie uit het onderzoek is, dat slechts 13% van de bemonsterde locaties voldoet aan de 'grenswaarde' van de algemene milieukwaliteit uit de derde Nota waterhuishouding.

1)

momenteel werkzaam bij TAUW Infra Consult B.V.

5.1 Inleiding

In het kader van de voorbereidingen voor het Waterhuishoudingsplan van de provincie Gelderland is in april 1988 het rapport "Waterbodems" uitgebracht. Door ontbreken van geschikte inventarisatiegegevens was het niet mogelijk een overzicht te presenteren van de kwaliteit van de waterbodems in de regionale wateren in de provincie Gelderland. Hierdoor was de omvang onbekend van de problemen ten gevolge van de waterbodembodemkwaliteit voor het oppervlaktewater, grondwater en/of het ecosysteem, of voor de afzet van te verwijderen bodemslib (baggerspecie) hetgeen van belang is voor het waterbodembeleid van de provincie. Eén van de aanbevelingen van dit rapport luidde: "De huidige kwaliteit van de waterbodems in Gelderland dient onderzocht te worden. De wijze van bemonsteren en analyseren van de monsters moet tussen de betrokkenen onderling afgestemd worden". Deze aanbeveling vormde de aanleiding tot het onderzoek: "Regionale waterbodembodemkwaliteit in Gelderland".

Het doel van dit onderzoek is het verkrijgen van een algemeen beeld van de kwaliteit van de waterbodems in de regionale wateren van de provincie Gelderland via een gestandaardiseerde wijze van bemonsteren.

Het onderzoek is gezamenlijk uitgevoerd door de provincie Gelderland, het zuiveringsschap Oostelijk Gelderland, het zuiveringsschap Rivierenland en het zuiveringsschap Veluwe.

5.2 Methode

In het verleden zijn door de drie waterkwaliteitsbeheerders in de provincie Gelderland op beperkte schaal waterbodemonderzoeken uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn moeilijk onderling te vergelijken, omdat met name ten aanzien van de bemonstering en de verwerking van de monsters er nogal verschillende methoden zijn gebruikt. Ook systematische verschillen ten aanzien van de plaats van bemonsteren en de tijd (seizoen) komen voor en bemoeilijken de onderlinge vergelijkbaarheid van de monsters.

Om uniformiteit en systematiek aan te brengen in de aanpak van het waterbodemonderzoek in de provincie is in opdracht van de provincie Gelderland, in samenwerking met de zuiveringsschappen door TAUW Infra Consult B.V. een handleiding opgesteld voor inventariserend onderzoek ten behoeve van de kwaliteit van waterbodems. Deze handleiding beschrijft een standaardmethode voor de locatiekeuze, de wijze van bemonsteren, de verwerking en de analyse van de bemonsteringen.

De standaardmethode is een uitwerking voor de provincie Gelderland van de CUWVO-nota "Aanbevelingen voor het onderzoek naar microverontreinigingen in het aquatische milieu". Op basis van deze handleiding is voorliggend onderzoek uitgevoerd.

De verkregen analyseresultaten zijn beoordeeld aan de hand van toetsingscriteria (normen). In dit onderzoek is getoetst aan drie normenseries, die op dit moment gehanteerd worden, namelijk de normen genoemd in de Leidraad bodemsanering (november 1988), de interimnormering van Rijkswaterstaat (juli 1988) en de normenserie uit de derde Nota waterhuishouding (augustus 1989).

5.2.1 Bemonsteringsstrategie

Keuze van locaties

Om een zo goed mogelijk representatief beeld te krijgen van de toestand van de regionale waterbodems in de provincie Gelderland zijn verspreid in de provincie 96 bemonsteringslocaties geselecteerd. Op elke locatie zullen meerdere monsters worden genomen. Bij de keuze van de locaties is rekening gehouden met het watertype, de omgeving c.q. het landgebruik alsmede met de mogelijke beïnvloedingen vanuit stroomopwaarts of aangrenzend gelegen gebieden in de huidige situatie.

Wat betreft het **watertype** is onderscheid gemaakt in beken, kanalen, kleine rivieren, oude rivierarmen, sloten, weteringen, stadswateren, plassen, vennen/leemputten en wielen.

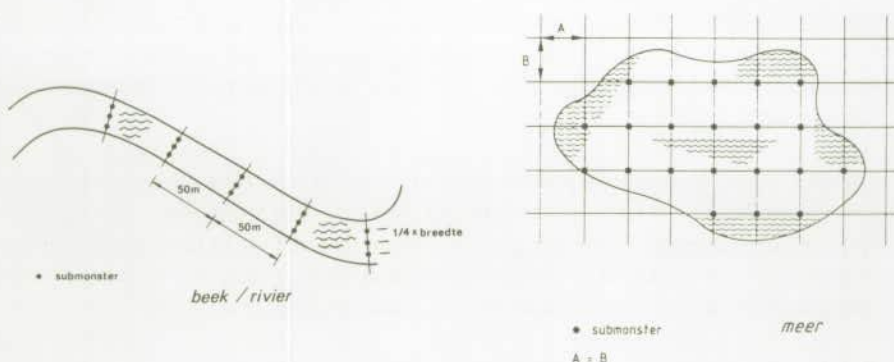
Qua **omgeving** en type beïnvloeding is een hoofdindeling gemaakt in natuur, landbouw en stedelijk gebied of een combinatie hiervan. De **beïnvloedingen** betreffen: het inlaten van water, kasteelt, akkerbouw of veeteelt, effluentlozingen, riooloverstorten e.d. In bijlage 5.1 wordt een ruimtelijk overzicht gegeven van deze locaties.

Bemonstering van locaties

De verschillende typen oppervlaktewater die in Gelderland voorkomen zijn ingedeeld in twee categorieën:

- lijnvormige wateren, zoals beken, sloten, kanalen en rivieren;
- niet-lijnvormige wateren, zoals (recreatie)plassen, wielen en vennen.

Bij lijnvormige wateren is bemonsterd volgens een raai patroon. Bij niet-lijnvormige wateren is bemonsterd volgens een rasterpatroon waarbij het aantal submonsters afhankelijk is van het oppervlak van het water (zie figuur 5.1).



Figuur 5.1 Wijze van bemonstering

De bemonstering is, afhankelijk van de waterdiepte en het watertype al dan niet vanuit een boot uitgevoerd met behulp van een gemodificeerd Jenkins monstername-apparaat (zie bijlage 5.2). Met dit apparaat zijn in doorzichtige perspexbuisen ongestoorde sedimentkolommen gestoken.

Van verkregen sedimentkolommen per locatie (afhankelijk van het watertype 6 à 15 stuks) is vervolgens 1 mengmonster samengesteld. Hiertoe is de bovenste 10 cm van elke boring afgeschaafd en verzameld in een emmer. De keuze voor deze laagdikte is gebaseerd op de aanname dat deze laag het belangrijkste is voor de oppervlaktewaterkwaliteit vanwege de vele uitwisselings- en naleveringsprocessen tussen de waterbodem en het oppervlaktewater. Het op deze wijze verkregen mengmonster wordt geacht een gemiddeld beeld van de waterbodemkwaliteit over een bepaald traject van een betreffende water te geven.

De bemonstering van alle geselecteerde locaties heeft zoveel mogelijk plaatsgevonden in dezelfde periode om mogelijke seizoensafhankelijke beïnvloedingen van de waterbodem uit te sluiten. In juli 1988 zijn er twee proefbemonsteringen uitgevoerd. Vrijwel alle locaties zijn onderzocht tussen september en half december 1988, voordat er flinke afvoerpieken optraden.

5.2.2 Analyse

Rekening houdend met de in 1988 gangbare normenstelsels zijn de monsters onderzocht op het in bijlage 5.3 aangegeven analysepakket. De analyses van zware metalen, arseen en droge stof/gloeirest zijn uitgevoerd door de eigen laboratoria van de zuiveringsschappen. De overige chemische analyses en de bepaling van de fractie $< 2 \mu\text{m}$ vonden plaats op het milieulaboratorium van TAUW Infra Consult.

De analyseresultaten zijn samen met locatie- en algemene monstergegevens ingevoerd op de PC, waarbij gebruik is gemaakt van het programmapakket LAWABO (**LA**ndelijk **WA**ter**BO**dembestand). Het programma is ontwikkeld bij de Dienst Binnenwateren/RIZA ten behoeve van de opslag en verwerking van waterbodembedgegevens. LAWABO is als uitgangspunt voor verwerking van de waterbodembedgegevens gebruikt.

5.2.3 Toetsing

Om de analyseresultaten onderling met elkaar te kunnen vergelijken en de kwaliteit van de waterbodem als geheel of per afzonderlijke (groep van) stof(fen) te kunnen beoordelen zijn toetsingscriteria gehanteerd, die in dit artikel met "normen" worden aangeduid. Geen van deze "normen" zijn vastgelegd bij AMvB.

Vanaf 1983 zijn waterbodems beoordeeld (getoetst) aan de hand van onder andere de A-, B- en C-waarden uit de Leidraad Bodemsanering van 1983.

In 1986 werd met het rapport van de Werkgroep Normering Onderwaterbodems een systeem geïntroduceerd, waarbij de beschikbaarheid van de verontreinigingen voor het omringende milieu, en zodoende ook de effecten van deze verontreinigingen op dat milieu, bij de toetsing worden meegewogen. Deze normen zijn opgesteld voor een zogenaamde standaardbodem en worden aangepast aan de lokale situatie. Sindsdien zijn er, voortbouwend op dit concept, steeds aangepaste normeringssystemen gelanceerd. De normering voor de waterbodem is momenteel nog steeds in ontwikkeling.

In het kader van het onderhavige inventariserend onderzoek is getoetst aan recente normenseries, die van toepassing zijn op de waterbodems. Dit zijn de waarden uit de Leidraad bodemsanering (1988), de Interimnormen van Rijkswaterstaat (1988) en de normen uit de derde Nota waterhuishouding (1989).

Normen van de Leidraad Bodemsanering

Deze serie (IBS-normen '88) is opgesteld in het kader van de Interimwet bodemsanering. In principe geldt dit toetsingskader voor de landbodem, maar zij wordt ook wel toegepast op waterbodems.

Per parameter zijn drie waarden opgenomen:

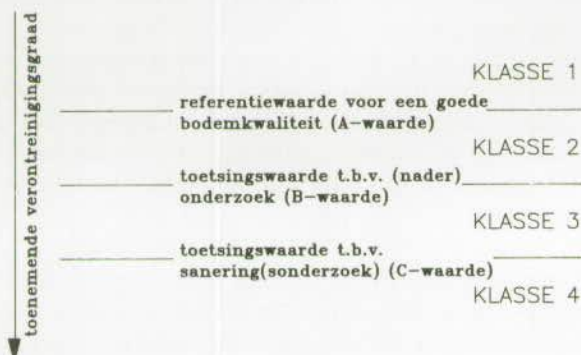
- de **A-waarde** deze representeert de referentiewaarde voor een goede bodemkwaliteit; de in de praktijk waargenomen achtergrondniveaus van verontreinigingen. Deze niveaus zijn afhankelijk van de grondsoort;

- de **B-waarde** is een toetsingswaarde waarboven in ieder geval en waaronder afhankelijk van bepaalde factoren op korte termijn een (nader) onderzoek gewenst is;
- de **C-waarde** een toetsingswaarde waaronder een sanering(s) onderzoek c.q. sanering op korte termijn noodzakelijk is.

De voor de lokale waterbodemsamenstelling gecorrigeerde gehalten worden eerst aan de A-waarden getoetst. Bij een gecorrigeerd gehalte hoger dan de A-waarde wordt vervolgens het gemeten gehalte getoetst aan de B- respectievelijk de C-waarden. Het totaal-oordeel van een monster wordt bepaald door de parameter, die het slechtst scoort.

Het toetsresultaat wordt aangegeven met onderstaande klassen, waarbij klasse 1 als "goed" aangemerkt kan worden, klasse 2 als "matig", klasse 3 als "slecht" en klasse 4 als "zeer slecht".

In figuur 5.2 is een grafische weergave van deze klasseindeling gegeven.



Figuur 5.2 Normen Leidraad Bodemsanering ('88)

Interimnormering van Rijkswaterstaat

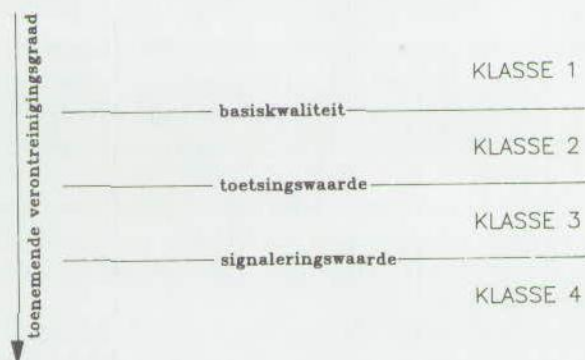
In 1988 is door Rijkswaterstaat een interimnormering ten behoeve van de beoordeling van waterbodems en baggerspecie opgesteld. Deze heeft betrekking op een standaardbodem.

Per parameter zijn drie waarden opgenomen, de **basiskwaliteit**, de **toetsingswaarde** en de **signaleringswaarde**. De getalswaarden van de basiskwaliteit komen globaal (uitgezonderd PAK's) overeen met de "referentiewaarden voor een goede bodemkwaliteit" (de A-waarde). Bij deze getalswaarden verwachtte men toen geen verstoring van het aquatische ecosysteem door verontreinigingen.

Als in een waterbodem gehalten worden aangetroffen die de signaleringswaarden overschreiden, is onderzoek naar de noodzaak van eventuele sanering van de waterbodem urgent in verband met de mogelijke risico's voor het aquatische ecosysteem. De toetsingswaarden liggen tussen de waarden van de basiskwaliteit en de signaleringswaarden in. Dit niveau geeft aan of baggerspecie onder bepaalde voorwaarden nog voor verspreiding in het milieu in aanmerking komt, of gecontroleerd verwerkt dient te worden.

De getalswaarden zijn gebaseerd op de praktijkinzichten met betrekking tot de **grote** (rijks)oppervlaktewateren.

Het totaal oordeel van een monster wordt bepaald door de parameter die het *slechtst scoort*. Een *geringe overschreiding van een kwaliteitsniveau door één of twee parameters met maximaal 50%* is toegestaan als voor de overige parameters duidelijk lagere gehalten worden aangetroffen. Uitzondering hierop vormt kwik, cadmium, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, hexachloorbenzeen en de PCB's. Het toetsresultaat van de waterbodembemonstering als geheel, per groep van stoffen of per afzonderlijke parameter wordt aangeduid met onderstaande klassen. Ook hier kan klasse 1 als "goed" aangemerkt worden; klasse 2 als "matig"; klasse 3 als "slecht" en klasse 4 als "zeer slecht". In figuur 5.3 is een grafische voorstelling gegeven van deze normering.



Figuur 5.3 Interimnormering Rijkswaterstaat ('88)

Normen van de derde Nota Waterhuishouding

In de derde Nota Waterhuishouding "Water voor nu en later" van augustus 1989 is een nieuwe invulling gegeven aan de waterbodemonormen (derde nota-normen '89). De schatting van de effecten op het aquatische ecosysteem is hierbij maatgevend geweest.

De komende jaren zal deze normenserie in het waterbodembeleid worden toegepast. Wel blijft de mogelijkheid bestaan dat, wanneer er in de toekomst meer en betere wetenschappelijke informatie over de stoffen beschikbaar komt, dit in beginsel kan leiden tot een bijstelling van de getalswaarden.

De normering conform de derde nota onderscheidt in principe vier kwaliteitsniveaus; oplopend in vervuilingsgraad respectievelijk:

- de streefwaarde;
- de algemene milieukwaliteit (kwaliteitsdoelstelling 2000);
- de voorlopige toetsingswaarde waterbodem;
- de voorlopige signaleringswaarde waterbodem.

De **streefwaarde** geeft het niveau aan waaronder de risico's voor het milieu verwaarloosbaar zijn. Voorlopig worden de "referentiewaarden voor een goede bodemkwaliteit (de A-waarde) voorzover deze strenger zijn dan de grenswaarden voor de algemene milieukwaliteit van de waterbodem aangehouden. Baggerspecie die voldoet aan de streefwaarden kan zonder beperkingen op het land worden verspreid.

De **algemene milieukwaliteit** is een maximaal toelaatbaar niveau, een grenswaarde, waarboven de risico's voor het milieu onaanvaardbaar zijn.

De grens- en streefwaarden zullen op termijn wettelijk worden vastgesteld.

Naast de algemene milieukwaliteit zijn ten behoeve van de praktische uitvoering van het waterbodemsaneringsbeleid en het baggerspeciebeleid voorlopige toetsings- en signaleringswaarden gegeven. De **signaleringswaarde** vormt een criterium voor de aanwezigheid van mogelijk ernstig gevaar voor de volksgezondheid of het milieu.

De **toetsingswaarde** ligt tussen de algemene milieukwaliteit en de voorlopige signaleringswaarde in en geeft onder andere aan of baggerspecie gecontroleerd geborgen dient te worden of (onder bepaalde voorwaarden) in aanmerking komt voor verspreiding in het water.

De wijze waarop de analyseresultaten van een bemonsteringslocatie getoetst dienen te worden aan deze normenserie is niet specifiek aangegeven in de derde nota. In het onderhavige onderzoek is de toetsing op dezelfde manier uitgevoerd als vastgesteld in de interimnormering RWS '88.

Met behulp van onderstaande klassen wordt het toetsresultaat van de derde Nota normen weergegeven. Klasse 1 is te omschrijven met "goed"; klasse 2 met "matig"; klasse 3 met "slecht" en klasse 4 met "zeer slecht".

In dit verband wordt benadrukt dat de omschrijving "goed" niet voor alle functies en toepassingen van de waterbodem geldt. In de navolgende figuur 5.4 is een grafisch overzicht gegeven van deze normenserie.

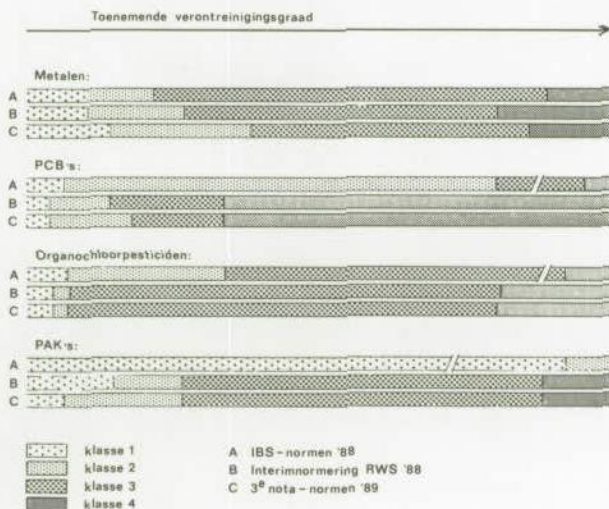


Figuur 5.4 Normen derde Nota waterhuishouding

Vergelijking van de normenseries

In het voorgaande zijn drie normenseries besproken die op dit moment gehanteerd worden. Met uitzondering van de B- en C-waarden van de IBS-normen '88 zijn alle getalswaarden opgesteld voor een standaardbodem.

De risicobenadering is in het milieubeleid geïntroduceerd met het Indicatief Meerjarenprogramma Milieubeheer 1986-1990. Dit uitgangspunt gaat een steeds grotere rol spelen, hetgeen tot uitdrukking komt in de ontwikkeling van de normenseries. De vergelijking van de verschillende kwaliteitsniveaus van de gehanteerde normenseries is globaal gevisualiseerd in de onderstaande figuur 5.5.



Figuur 5.5 Vergelijking kwaliteitsniveaus van de drie normenseries

De onderbrekingen van enkele balken in bovenstaande figuur geven aan dat de balklengte nodig om alle klassen aan te geven, is ingekort. De klassen 3 en 4 van de IBS-normen '88 voor PAK's liggen echter zo ver buiten het bereik van de figuur, dat deze niet zijn aangegeven.

5.3 Resultaten

In deze paragraaf is een samenvatting van de toetsresultaten gepresenteerd. In het rapport "Waterbodemonzicht" zijn de volledige analyse- en toetsresultaten opgenomen.

5.3.1 Onzekerheid bij bepaling van toetsresultaat

Van bepaalde verontreinigingen, met name van PCB's en organochloorpesticiden, zijn in enkele waterbodemonsters gehalten waargenomen die boven de detectiegrens van de analyse-apparatuur liggen. Dit houdt in dat op de meeste bemonsterde locaties de gehalten van de betreffende verontreinigingen tussen 0 mg/kg d.s. en de detectiegrens liggen. Toetsing van deze niet-gedetecteerde stoffen aan normen, die naar lokale omstandigheden gedifferentieerd worden, levert onzekere toetsresultaten op, weergegeven door klasse 1*. De gehalten zijn niet aangetoond in een bemonstering, dus zou het toetsresultaat van deze stof klasse 1 moeten zijn. Echter bij verbetering van de analysetechnieken is het in principe mogelijk dat dezelfde waterbodem met dezelfde samenstelling alsnog met klasse 2 of 3 wordt beoordeeld. De * geeft de geschetste onzekerheid weer.

5.3.2 Toetsresultaat

Alle analyseresultaten zijn getoetst aan de normen van de Leidraad Bodemsanering('88), aan de interimnormering van Rijkswaterstaat ('88) en aan de derde Nota normen ('89). De verdeling van het totale oordeel van de bemonsteringen over de onderscheiden klassen is gepresenteerd in figuur 5.6.

Figuur 5.6 Klassenverdeling in % van het totaal-oordeel, gebaseerd op IBS-normen '88, interimnormering RWS '88 en derde nota-normen '89.

normen	klassen			
	1(*) (goed)	2 (matig)	3 (slecht)	4 (zeer slecht)
IBS-normen '88	1	81	12	6
Interimnormering RWS'88	25	43	22	10
Derde nota normen '89	13	57	20	10

Uit de toetsresultaten blijkt dat volgens de **IBS-normen '88** voor 6% van de bemonsterde waterbodemplacaties saneringsonderzoek c.q. sanering op korte termijn noodzakelijk zou zijn (klasse 4).

Deze locaties zouden in principe in aanmerking kunnen komen voor financiering vanuit IBS-gelden. In alle gevallen wordt deze classificatie veroorzaakt door hoge gehalten aan cadmium of arseen.

De overige stoffen worden aan de hand van de IBS-normen '88 voornamelijk beoordeeld met klasse 1 of 2. Op één locatie voldoen alle parameters (inclusief de metalen) aan de referentiewaarde voor een goede bodemkwaliteit (klasse 1 en 1*). In de geest van de Wet Bodembescherming zou baggerspecie van deze locatie op aangrenzende gronden gebracht mogen worden.

Op grond van de **Interimnormering** komt 10% van de bemonsterde locaties op korte termijn in aanmerking voor saneringsonderzoek c.q. sanering. Dit wordt veroorzaakt door zware metalen, PAK's of PCB's.

Bij bagger- c.q. schoonmaakwerkzaamheden zou, volgens de toelichting bij deze normenserie de baggerspecie van 25% van de bemonsterde locaties in aanmerking komen om op de kant gebracht te worden. Volgens dezelfde toelichting zou 68% (klasse 1 en 2) verspreid kunnen worden op de bodem of in het water indien er geen negatieve beïnvloeding van de aanwezige bodem-, water- of grondwaterkwaliteit op kan treden.

Op grond van de huidige ecotoxicologische inzichten zijn de normen van de **derde Nota waterhuishouding** gewijzigd ten opzichte van de interimnormering RWS '88. De waarden voor (zware) metalen zijn met uitzondering van nikkel en koper, aanzienlijk verruimd. Hierdoor zijn er binnen deze groep van stoffen tussen de beoordeling van de bemonsterde locaties op basis van de interimnormering en de beoordeling op basis van de derde nota-normen belangrijke verschillen te zien in de klasseverdeling. Voor lood wordt op grond van de interimnormen van Rijkswaterstaat in 8% van de gevallen klasse 2 en in 7% klasse 3 gevonden. Op grond van de toetsing aan de derde nota-normen is dit voor alle onderzochte waterbodems klasse 1 geworden!

De cadmiumgehalten overschrijden volgens de interimnormering in 43% van de bemonsteringen de basiskwaliteit; volgens de derde Nota is dit het geval in 18% van de bemonsteringen. Voor zink zijn deze waarden 48% respectievelijk 7%.

Anders is het gesteld met de normen voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). In de derde nota zijn de toetsingswaarden voor PAK's verzwaaard ten opzichte van de Interimnormering. Dit wil zeggen dat locaties, die ten aanzien van PAK's eerder wel voldeden aan de basiskwaliteit, nu niet voldoen aan de algemene milieukwaliteit waterbodems.

5.3.3 Nadere uitwerking toetsresultaat

Sortering van de afzonderlijke toetsresultaten aan de derde nota-normen naar *type omgeving* geeft het volgende resultaat.

De waterbodems van wateren in **natuurgebieden** zijn nog relatief schoon te noemen, hoewel het gehalte aan PAK's (sompameter van PAK's) in 53% van de bemonsteringen de "grenswaarde algemene milieukwaliteit waterbodems" overschrijdt. Van de locaties in natuurgebieden voldoen 25% aan de algemene milieukwaliteit. In deze gebieden zijn geen PCB's gedetecteerd.

Waterbodems in **landbouwgebieden** zijn over het algemeen sterker verontreinigd dan in natuurgebieden. Bij toetsing aan de derde nota-normen voldoet 15% de algemene milieukwaliteit. Naast PAK's komen ook organochloorpesticiden en polychloorbifenylen plaatselijk in sterk verhoogde concentraties voor.

De sterkst vervuilde waterbodems worden aangetroffen in **stedelijk gebied**. Het betreft hier veelal waterbodems van stilstaande of (zwak) doorspoelde wateren met een doorgaans dikke sliblaag. Ten gevolge van overstortingen, regenwater-, effluent-, (voormalige) industriële lozingen en (intensief) verkeer, zijn deze waterbodems allemaal in meer of mindere mate verontreinigd.

Veruit de meeste problemen geven PAK's, terwijl plaatselijk ook cadmium, koper, nikkel, zink, PCB's en organochloorpesticiden sterk verhoogde gehalten te zien geven. Derhalve voldoet volgens de derde nota-normen geen van de stadswaterbodems aan de algemene milieukwaliteit.

Sortering van de toetsresultaten naar *type beïnvloeding* geeft als resultaat dat, naast stedelijke gebieden waar de mate van waterbodemonverontreiniging sterk samenhangt met de nabijheid van riooloverstorten, met name bij effluënten van rioolwaterzuiveringsinstallaties en inlaat van (Rijn)water verhoogde concentraties worden aangetroffen van PCB's, organochloorpesticiden, PAK's en - in mindere mate - metalen. De PAK's komen minder voor bij waterinlaat.

Van de waterbodems, die beïnvloed worden door kasteelt is 75% verontreinigd met organochloorpesticiden (klasse 3).

5.3.4 Nutriënten

Ten slotte enige opmerkingen over de gehalten stikstof en fosfaat, die in de waterbodems gemeten zijn. Voor deze stoffen zijn tot nu toe geen toetsingscriteria ontwikkeld.

De variatie van gemeten nutriëntengehalten op de onderzoekslocaties is groot. Tevens blijkt dat er ten opzichte van de natuurlijke achtergrondniveaus duidelijk verhoogde gehalten worden aangetroffen. De hoogste gehalten aan fosfaat zijn gemeten in waterbodems van wateren in landbouw- en in natuurgebieden. De mediaanwaarden, de waarde waaronder 50% van het totale aantal waarnemingen ligt, van zowel stikstof als fosfaat zijn in landbouwgebieden hoger dan in stedelijk en natuurgebied. In natuurgebieden zijn deze waarden het laagst.

5.4 Hoe verder?

Uit het voorgaande blijkt, dat de waterbodems van de Gelderse wateren in het algemeen in meer of mindere mate verontreinigd zijn. Indien het provinciaal beleid de derde Nota waterhuishouding ten aanzien van waterbodems volgt zal de kwaliteit van de regionale waterbodems moeten voldoen aan ten minste de "grenswaarde algemene milieukwaliteit waterbodems" (kwaliteitsdoelstelling 2000). Op termijn dient toegewerkt te worden naar de streefwaarden.

Voor Gelderland betekent dit dat op dit moment slechts 13% van de in dit onderzoek onderzochte waterbodems voldoet aan de kwaliteitsdoelstelling 2000.

Het voldoen aan de algemene milieukwaliteit voor de waterbodem zal veel inspanning vergen. Preventieve maatregelen zijn hierbij van essentieel belang. Er zou voorkomen moeten worden dat de waterbodem verontreinigd raakt. Indien dit niet uitvoerbaar is dient de verspreiding van verontreinigd slib over een stroomgebied te worden tegengegaan.

Op dit moment voldoet 1% van de onderzochte locaties aan de streefwaarden. Onder aanname dat met de 96 bemonsterde locaties van dit onderzoek een representatief beeld van Gelderland is verkregen, zou bij strikte toepassing van het voorgestane beleid uit de derde Nota waterhuishouding in Gelderland alleen **daar** bagger op het land gebracht kunnen worden.

In de praktijk is dit onmogelijk te verwezenlijken. Traditioneel wordt in de provincie baggerspecie op het land van de aanliggende eigenaren gebracht. Op dit moment zijn er bovendien weinig verwerkingsmogelijkheden c.q. stortlocaties voor baggerspecie beschikbaar. Hiertoe is onlangs een MER onderzoek baggerspecie opgestart. Op korte termijn dient afstemming plaats te vinden tussen het waterbodem-, het bodem- en het afvalstoffenbeleid inzake het op het land brengen van baggerspecie, om duidelijkheid aan de waterschappen en de aanliggende eigenaren te verschaffen.

Het blijkt dat 10% van de waterbodem zo ernstig verontreinigd is (klasse 4), dat volgens de derde Nota op korte termijn saneringsonderzoek c.q. sanering plaats zou moeten vinden in verband met de mogelijke risico's voor het ecosysteem, de oppervlaktewaterkwaliteit en de grondwaterkwaliteit.

Slechts 20% van **deze** ernstig verontreinigde locaties zou, indien zij ook nog voldoen aan andere criteria, bij sanering in principe in aanmerking kunnen komen voor financiering vanuit IBS-gelden. Voor de meeste locaties zal dus een andere wijze van financiering gevonden moeten worden. In het Waterhuishoudingsplan van de provincie Gelderland wordt hier nader op ingegaan.

Gezien de relatie van de waterbodemkwaliteit met het totale aquatische systeem en het terrestrische systeem (baggerproblematiek), is een actueel inzicht in de regionale waterbodemgesteldheid noodzakelijk. Aanbevolen wordt de waterbodemkwaliteit routinematig op de genoemde, gestandaardiseerde wijze te laten onderzoeken. Gedacht wordt aan een eens in de vier of vijf jaar terugkerende bemonstering (monitoringonderzoek).

Het onderhavige onderzoek betrof een eerste inventarisatie van de waterbodemkwaliteit in de regionale wateren van de provincie Gelderland.

In verband met het beschikbare budget is het vooral toegespitst op de wat belangrijker watergangen (A-watergangen) en de grotere plassen en vennen. De waterkwaliteit in kleinere watergangen is sporadisch onderzocht. In verband met de wijze waarop bagger- c.q. schoningswerkzaamheden thans plaatsvinden zou hier nader aandacht aan besteed moeten worden.

Daarnaast zou onderzoek plaats moeten vinden naar de specifieke oorzaken van de waterbodemonverontreiniging in bepaalde gebieden, zoals natuur- en landbouwgebieden om de mogelijkheden ten aanzien van preventieve maatregelen aan te kunnen geven. Ook zal nader onderzocht moeten worden wat voor mogelijkheden er zijn om verspreiding van verontreinigd slib in een stroomgebied te voorkomen of te beperken. In verband met de mogelijke relaties met eutrofiëringsproblemen van het oppervlaktewater dient tevens aandacht te worden besteed aan de nutriëntengehalten van de waterbodem.

Tot slot zullen de hoeveelheden baggerspecie met de bijbehorende kwaliteit geïnventariseerd moeten worden in verband met de planning van benodigde bergingscapaciteit en om de inspanning aan te kunnen geven van het verbeteren van de waterbodemkwaliteit.

5.5 Conclusies

- 1 Op basis van 96 bemonsterde locaties is een beeld van de kwaliteit van waterbodems van regionale oppervlaktewateren in de provincie Gelderland verkregen. Onderzocht zijn de gehalten aan nutriënten, zware metalen en arseen, polychloorbifenylen (PCB's), organochloorpesticiden en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's).
- 2 De ontwikkelde standaardmethode, betreffende locatiekeuze, wijze van bemonsteren en van analyseren, voldoet goed voor inventariserend c.q. monitoringonderzoek; voor baggerspecie-onderzoek behoeft deze standaardmethode enige aanpassing.
- 3 Getoetst aan de meest recente normen van de derde Nota waterhuishouding is de waterbodemkwaliteit in Gelderland:
 - * op 13% van de bemonsterde locaties "goed", dat wil zeggen is gelijk aan of beter dan de grenswaarde algemene milieukwaliteit voor de waterbodem;
 - * op 57% van de locaties "matig";
 - * op 20% van de locaties "slecht";
 - * op 10% van de locaties "zeer slecht".

- 4 In natuurgebieden is de waterbodem het schoonst; echter slechts 25% van de locaties in deze gebieden voldoet aan de algemene milieukwaliteit waterbodem. In landbouwgebieden is de kwaliteit van de waterbodem minder goed; 15% van deze locaties is "goed" te noemen. In stedelijk gebied is de kwaliteit het slechtst; geen enkele locatie voldoet aan de grenswaarde algemene milieukwaliteit.
- 5 PAK's komen in de hele provincie voor in concentraties die hoger zijn dan de grenswaarde van de algemene milieukwaliteit waterbodem.
- 6 De belangrijkste bronnen van waterbodemverontreiniging zijn: riooloverstorten en oppervlakkige afstroming in het stedelijk gebied, effluënten van waterzuiveringsinstallaties, inlaat van Rijnwater, intensief verkeer en kasteelt.
- 7 Bij onderhoud van watergangen wordt specie opgebaggerd, die traditioneel op het land van de aanliggende eigenaren wordt gebracht. Naar de geest van de Wet bodembescherming is dit toegestaan als volgens de normen van de Leidraad bodemsanering de kwaliteit van de specie "goed" is. Dat is op 1% van de locaties.
- 8 Om, conform de derde Nota waterhuishouding de kwaliteit van de waterbodem te verbeteren tot het minimale niveau, de algemene milieukwaliteit, is veel inspanning noodzakelijk in de saneringssfeer, maar vooral ook in preventieve sfeer.

REFERENTIES

Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, werkgroep V

Aanbevelingen voor het onderzoek naar microverontreinigingen in het aquatische milieu, 1989.

Dienst Binnenwateren/RIZA.

Baggerspecie- en Waterbodempromblematiek. Stand van zaken.

Nota DBW/RIZA 88.034, 1988.

Dienst Binnenwateren/RIZA.

LAWABO-PC 1.0. Handleiding, 1988.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, ministerie van Landbouw en Visserij.

Derde Nota waterhuishouding "Water voor nu en later".

Tweede Kamer 1988-1989, 21250 nr. 1-2, (1989).

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Leidraad bodemsanering, 1988.

Provincie Gelderland.

Waterbodems. Rapport van de Werkgroep Waterbodems voor het Waterhuishoudingsplan van de provincie Gelderland, 1988.

Provincie Gelderland, Zuiveringsschap Veluwe, Zuiveringsschap Rivierenland, Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland.

Waterbodern in zicht. Regionale waterbodernkwaliteit in Gelderland, 1989.

Provincie Gelderland.

concept Waterhuishoudingsplan, 1990.

TAUW Infra Consult B.V.

Handleiding ten behoeve van inventariserend waterbodernonderzoek Gelderland, 1988.

Werkgroep Normering.

Interimrapport van de Werkgroep Normering. Onderwaterbodern-overleg RWS-DGMH, 1986.

6 HET INLATEN VAN GEBIEDSVREEMD WATER IN EEN AANTAL DROOGTEGEVOELIGE GEBIEDEN

Ir. J.D. Leenen; HASKONING

H.J. Brinkhof; provincie Gelderland, dienst Milieu en Water

Samenvatting

In Gelderland wordt thans op een groot aantal plaatsen oppervlaktewater uit de grote rivieren (gebiedsvreemd water) ingelaten, met als doel een hogere grondwaterstand te handhaven en zo vochttekorten in de landbouw te reduceren.

Eind 1987 is een aanvang gemaakt met het onderzoek naar de rendabiliteit van het inlaten van gebiedsvreemd water in een aantal droogtegevoelige gebieden in de provincie Gelderland, waar nog geen gebiedsvreemd water wordt ingelaten. Het onderzoek is globaal van opzet en richt zich op de kwantitatieve aspecten van het inlaten. Berekening uit grond- en oppervlaktewater is hierbij niet in beschouwing genomen, met uitzondering van een gebied in de Betuwe met zeer zware kleigronden.

Als resultaat van het onderzoek bestaat er thans een globaal inzicht in de gebieden in Gelderland waar het inlaten van gebiedsvreemd water, als maatregel voor het verminderen van vochttekort in de landbouw, nader dient te worden onderzocht ofwel nadrukkelijk dient te worden verworpen. Bij gebleken rendabiliteit voor de landbouw zullen integrale belangenafwegingen moeten plaatsvinden alvorens tot daadwerkelijke inlaat kan worden besloten.

6.1 Inleiding

Door de dienst Milieu en Water van de provincie Gelderland worden meerdere onderzoeken verricht ten behoeve van een optimaal beheer van oppervlaktewaterstanden met het oog op het realiseren en handhaven van een gewenste grondwaterstand. De onderzoeken worden uitgevoerd onder het thema: "Optimaliseren Peilbeheer". Een van de onderzoeken betreft het verkrijgen van inzicht in de mogelijkheden om oppervlaktewater dat zich buiten het gebied bevindt in te laten in het gebied en heeft als titel "Inlaten Gebiedsvreemd Water". In dit onderzoek gaat het met name om de effecten van conservering en infiltratie; berekening uit grond- en oppervlaktewater is hierbij met uitzondering van een gebied in de Betuwe met zeer zware kleigronden niet in beschouwing genomen. Doel van het inlaten is veelal het verhogen van de produktie van landbouwgewassen. Het inlaten kan echter zowel kwantitatieve als kwalitatieve gevolgen hebben voor andere bij het water betrokken belangen. Van een onderdeel van het onderzoek "Inlaten Gebiedsvreemd Water" waarin de kwantitatieve aspecten in beschouwing worden genomen wordt in dit artikel verslag gedaan.

Doel van het onderzoek is inzicht te verkrijgen in de kosten en de baten van het inlaten van dit gebiedsvreemd water in gebieden waar dit nog niet plaatsvindt. Voor veel gebieden in Gelderland kan tevoren al gezegd worden dat de kosten de baten verre zullen overtreffen. Dit zijn alle gebieden met een gering vochttekort en gebieden met weliswaar een significant vochttekort doch met een gering oppervlak.

Door de provincie Gelderland zijn op basis van berekende vochttekorten in het jaar 1975 (Grondwaterplan 1987-1995) een 28-tal gebieden geselecteerd met vochttekorten van meer dan 50 mm over een aaneengesloten oppervlak van 500 ha of meer. Van deze gebieden is aangenomen dat de baten mogelijk groter zijn dan de kosten. In het onderhavige onderzoek is voor deze gebieden een globale kosten-batenanalyse verricht.

Door de provincie Gelderland is een substantiële bijdrage aan het onderzoek geleverd in de vorm van een gedetailleerde batenanalyse voor een viertal gebieden. De waterschappen verstrekten informatie over de technische mogelijkheden in de beschouwde gebieden.

Als resultaat van het onderzoek bestaat er globaal inzicht in de gebieden in Gelderland waar het inlaten van gebiedsvreemd water, als maatregel voor het verminderen van vochttekort in de landbouw, nader dient te worden onderzocht ofwel nadrukkelijk dient te worden verworpen.

Er wordt met nadruk op gewezen dat dit onderzoek globaal moest blijven en dat bovendien alleen kwantitatieve aspecten van het inlaten zijn beschouwd.

Daar waar het inlaten vanuit dit onderzoek rendabel lijkt, zal gedetailleerd onderzoek moeten worden uitgevoerd om deze rendabiliteit hard aan te tonen. Vervolgens zal bij gebleken rendabiliteit voor de landbouw in elk onderscheiden gebied een integrale belangenafweging moeten plaatsvinden alvorens daadwerkelijk tot inlaat kan worden besloten. Dit zal veelal betekenen dat gedetailleerde studies nodig zijn naar de gevolgen van het inlaten voor de waterkwaliteit in het gebied.

6.2 Doelstellingen en uitgangspunten

De doelstellingen van het onderzoek zijn als volgt gedefinieerd:

1. een inzicht verkrijgen in de globale kosten en baten van de landbouw bij het inlaten van gebiedsvreemd water in een aantal droogtegevoelige gebieden in de provincie Gelderland;
2. een rangorde van de betreffende gebieden opstellen op basis van het meer of minder geschikt zijn voor inlaten van gebiedsvreemd water.

De uitgangspunten c.q. randvoorwaarden bij de uitvoering van het onderzoek waren de volgende:

- a. wateroverlast in het aanvoertraject wordt niet in aanmerking genomen. Ter vervanging hiervan wordt de conditie opgelegd dat de waterstand overal langs het aanvoertraject op zijn hoogst tot 0.2 m onder maaiveld mag komen;
- b. er wordt geen rekening gehouden met waterverliezen in het aanvoertraject;
- c. er wordt geen rekening gehouden met de hoeveelheid water die nodig is voor de daadwerkelijke realisering van de verhoging van de grondwaterstanden (bergingsverschil in grond- en oppervlaktewater);
- d. voor de aanvoertrajecten wordt zoveel mogelijk van de bestaande infrastructuur (hoofdwatergangen) gebruik gemaakt. De infrastructuur in het gebied wordt zonodig aangepast opdat de afstand tussen de bestaande en eventuele nieuw aan te leggen watergangen niet meer dan ca. 500 m bedraagt. In dergelijke gevallen is verondersteld dat een grondwaterstand in zandige gebieden kan worden gehandhaafd op gemiddeld 0.3 à 0.4 m onder het slootpeil. Dit is als de maximaal haalbare grondwaterstand beschouwd. Het één en ander is gebaseerd op ervaringen in het waterschap Salland;

- e. waterkwaliteitsaspecten worden niet meegenomen in het onderzoek en in de vaststelling van een rangorde van de gebieden voor de geschiktheid van waterinlaat;
- f. gebieden waar nu Rijkswater wordt ingelaten zijn niet in beschouwing genomen, evenmin als de gebieden waar water uit het eigen stroomgebied wordt ingelaten;
- g. indien voor een gebied het water 10 m of meer moet worden opgevoerd is dit gebied buiten beschouwing gelaten.

6.3 Methode van aanpak

6.3.1 Inventarisaties

Door de provincie Gelderland zijn 28 gebieden onderscheiden waarvan de mogelijkheden van het inlaten van water in dit project zijn onderzocht. Deze gebieden zijn aangegeven in bijlage 6.1. Door HASKONING is allereerst geïnventariseerd welke onderzoeksgebieden per waterschap of per polderdistrict aanwezig zijn. Vervolgens zijn in overleg met de betreffende waterschappen de mogelijke aanvoerttrajecten vastgesteld. Er is geïnventariseerd wat de praktische ervaringen van de waterschappen zijn ten tijde van droogte en wat de bestaande inlaatmogelijkheden zijn. Tevens zijn de locaties en indien mogelijk de zomer- en winterpeilen van de bestaande stuwen geïnventariseerd.

6.3.2 Kostenanalyse

De kosten van gemalen, duikers, doorpersingen en nieuw aan te leggen waterlopen en te verruimen waterlopen zijn berekend aan de hand van in de cultuurtechniek gangbare formules. Deze formules geven een benadering van de werkelijke kosten. Voor kosten van gemalen zijn in eerste instantie gangbare praktijkformules van de Landinrichtingsdienst gebruikt. Het betreft hier de kosten van eenvoudige electriciteitsgemalen. Het op te stuwen water wordt over de stuw heen gepompt. Dit zal in het navolgende worden aangeduid als methode 1.

Door HASKONING is een tweede benaderingswijze opgesteld (methode 2) voor de berekening van de kosten van gemalen. Hierbij is voorzien in een eenvoudig type gemaal bestaande uit onderwaterpropellerpompen die in de stuw worden aangebracht en die water door de stuw pompen. De pompen worden aangedreven met een dieselmotor.

De kosten (in guldens) zijn berekend aan de hand van de volgende formules:

$$\text{capaciteit gemaal (m}^3/\text{min)} = \frac{0.35}{1000} \times 60 \times \text{oppervlak (ha)}$$

Methode 1: (bij Staring Centrum en provincie Gelderland gangbare formules)

Investeringskosten

$$\text{capaciteit (m}^3/\text{min)} \times \frac{(\text{opvoerhoogte (m)})^{1/2}}{0,8} \times \text{c-waarde} \times 1,44 + 2.500$$

waarbij:

- $\frac{\text{opvoerhoogte}}{0,8}$ = manometrische opvoerhoogte (rendement pomp is 80%)
- c-waarde = ervaringsgetal, afhankelijk van moeilijkheidsgraad van het te bouwen gemaal. De c-waarde varieert van 5.000 voor een eenvoudig gemaal tot 8.000 voor een zwaarder type gemaal.
- 1,44 factor voor BTW (20%) en diverse kosten (20%)
- f 2.500,-- vaste kosten voor stroomaansluiting (50 meter x f 50,-- per meter)

Energiekosten (incl. onderhoudskosten)

Energiekosten per jaar: $V \times T \times f \times 1,02$

- waarbij V = vermogen (kW) = capaciteit gemaal (m³/sec)
T = tijd in uren per jaar; gesteld op 1.000 uur
f = energieprijz per kWh (= f 0,25)
2% = onderhoudskosten

$$\text{Vermogen} = 9,81 \times \eta \times H_{\text{man}}$$

- waarbij Vermogen = capaciteit gemaal in m³/sec
H_{man} = manometrische opvoerhoogte
 η = totaal rendement van de installatie (gesteld op 80%)

Diverse kosten

Kosten stuwen:	aantal stuwen (breedte + 2(m) x 10.000)
Kosten duikers:	aantal duikers x 30.000
Kosten doorpersingen:	aantal doorpersingen x 200.000
Kosten aan te leggen waterlopen:	f 100,--/m
Kosten verruimen waterlopen:	f 50,--/m
Totaal kosten investeringen:	alle kosten excl. energiekosten

Investeringskosten per jaar (6% rente): $\frac{\text{totaal kosten} \times 0,06}{(1 - (1 + 6/100)^{-30})}$

Methode 2 (benadering HASKONING)

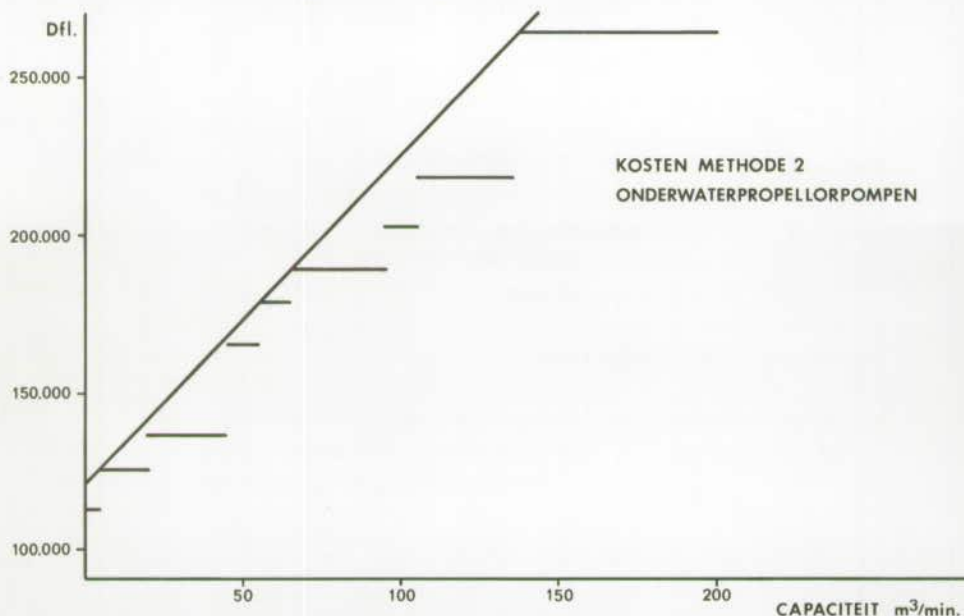
Investerings, energiekosten en diverse kosten

De kosten als functie van de capaciteit kunnen worden beschreven met een lineaire vergelijking:

kosten totaal = f 120.000 + f 1.070,-- x capaciteit (m³/min)

Deze relatie is weergegeven in figuur 6.1.

De energiekosten voor methode 2 zijn op 2/3 van die van methode 1 gesteld in verband met de over het algemeen lagere opvoerhoogte.



Figuur 6.1 Kosten als functie van de capaciteit

6.3.3 Batenanalyse

Voor alle 28 gebieden zijn allereerst de maximaal mogelijke baten berekend door aan te nemen dat het vochttekort in een gemiddeld droog jaar volledig kan worden opgeheven.

De vochttekorten voor een gemiddeld droog jaar zijn vastgesteld op 2/3 van de vochttekorten in 1975 zoals die in het Grondwaterplan van de provincie Gelderland zijn weergegeven. De baten zijn hieruit berekend door de vochttekorten te vermenigvuldigen met f 5,- per mm/ha. Een bedrag van f 5,- per mm/ha wordt als een reële waarde beschouwd door de Landinrichtingsdienst.

Vervolgens is voor een viertal gebieden uit vier verschillende categorieën van gebieden een gedetailleerde studie verricht naar te realiseren oppervlaktewaterpeilen en daaraan gekoppelde grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld. Hieruit zijn de op te heffen vochttekorten en daaraan gekoppelde baten berekend.

De bepaling van vochttekorten is uitgevoerd door de dienst Milieu en Water van de provincie Gelderland. Hierbij is gebruik gemaakt van vochttekorttabellen van waaruit het vochttekort dat optreedt bij een zekere constante grondwaterstand kan worden afgelezen.

Vochttekorttabellen worden geproduceerd door het meermaals toepassen van het onverzadigde zone model MUST. Een vochttekorttabel geldt voor een bepaald bodemtype en bepaalde meteorologische omstandigheden, in dit geval de meteorologische omstandigheden voor een gemiddeld jaar.

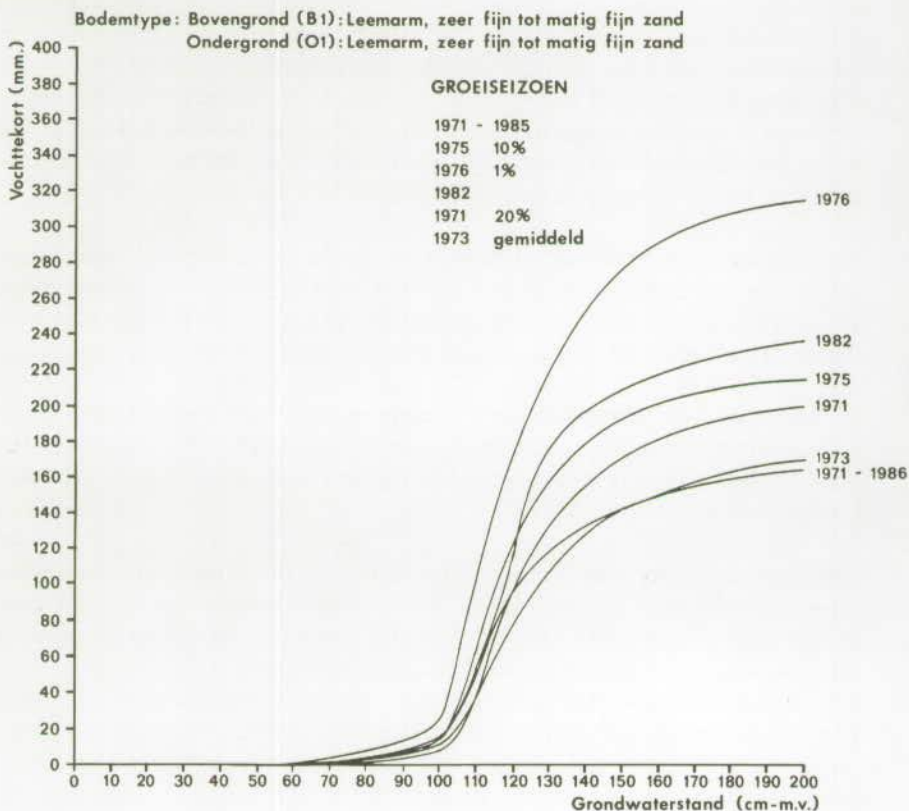
Uit aanvullende berekeningen blijkt dat een vaste grondwaterstand, gelijk aan de gemiddelde grondwaterstand voor het groeiseizoen, resulteert in een vochttekort dat goed overeenkomt met het vochttekort bij een over het groeiseizoen werkelijk optredende variërende grondwaterstand.

Bij een analyse van grondwaterstanden bleek de grondwaterstand op 14 juli 1982 representatief voor de gemiddelde grondwaterstand. De grondwaterstand op deze datum is derhalve gebruikt voor het met behulp van de vochttekorttabellen bepalen van het vochttekort in het gebied voor de situatie zonder wateraanvoer.

Voor de situatie met wateraanvoer wordt gebruik gemaakt van de ervaring uit het onderzoeksgebied Salland dat in zandgebieden bij voldoende dichtheid van watergangen er minimaal een peilverschil van 40 cm tussen het oppervlaktewater en het grondwater moet bestaan alvorens sprake is van voldoende infiltratiecapaciteit.

Nadat de in het gebied realiseerbare oppervlaktewaterpeilen en de hierbij behorende grondwaterstanden zijn vastgesteld, is met behulp van de vochttekorttabellen het vochttekort in het gebied bepaald (zie figuur 6.2).

Gezien de sterke variatie in de maaiveldhoogte in het gebied, vertonen ook de grondwaterstanden een grote variatie. Het was daarom nodig om de vochttekortberekening per hectare uit te voeren.



Figuur 6.2 VOCHTTEKORTTABEL: Relatie grondwaterstand en vochttekort over het groeiseizoen voor de periode 1971-1986 alsmede voor een aantal specifieke jaren

De mate waarin een verhoging van de oppervlaktewaterstanden effect heeft op een grondwaterstandsverhoging, is - naast de bodemfysische eigenschappen - sterk afhankelijk van de reliëfeigenschappen van het terrein. De gebieden kunnen worden gekarakteriseerd op basis van de legenda van de geomorfologische kaart van Nederland (schaal 1:50.000) van STIBOKA en RGD (1977). Volgens de legenda zijn van het landoppervlak zowel de gegevens van het plaatselijk reliëf als die van de terreinvormen in klassen gerangschikt.

Deze indeling is weergegeven in tabel 6.1. In de legenda zijn in totaal 15 terreinvormen onderscheiden.

Tabel 6.1 Rangschikking van het reliëf en de terreinvormen in klassen

Reliëf

Klassen van reliëfarme terreinen	Reliëfsubklassen
I Vlaklandreliëf	1 en 2
II Vrij vlak laaggelegen reliëf	3 t/m 6
III Vrij vlak hooggelegen reliëf	7 t/m 9

Klassen van reliëfrijke terreinen	Reliëfsubklassen
IV Reliëf met korte flauwe hellingen	10 en 11
V Reliëf met zeer korte steile hellingen	12 en 13
VI Reliëf met lange flauwe hellingen	14 en 15
VII Reliëf met matig korte steile hellingen	16 en 17
VIII Reliëf met lange steile hellingen	18

Terreinvormen

Vormgroepen	Vormeenheden
A Wanden	1 t/m 3
B Geïsoleerde hoge heuvels, heuvelruggen en hoge dijkvormen	1 t/m 13
C Hoge heuvels en heuvelruggen met bijbehorende vlakten en laagten	1 t/m 4
D Plateaus	1 t/m 3
E Terrasvormen	1 t/m 11
F Plateau-achtige vormen	1 t/m 12
G Waaivormige glooiingen	1 t/m 7
H Niet-waaivormige glooiingen	1 t/m 14
K Geïsoleerde lage heuvels, ruggen, welvingen en lage dijkvormen	1 t/m 36
L Lage heuvels, ruggen en welvingen met bijbehorende vlakten en laagten	1 t/m 22
M Vlakten	1 t/m 48
N Niet-dalvormige laagten	1 t/m 10

Dalvormige laagten (R, S, en T):

R Ondiepe dalen (< 5 m diep)	1 t/m 14
S Matig diepe dalen (5-30 m diep)	1 t/m 7
T Zeer diepe dalen (> 30 m diep)	1 t/m 5

Het bleek mogelijk om alle 28 gebieden in te delen in 6 categorieën. Elke categorie wordt gekarakteriseerd door reliëf, reliëfsubklasse en terreinvormen van de legenda van de geomorfologische kaart. De indeling is verricht aan de hand van topografische kaarten 1:50.000 en 1:25.000. Ten tijde van rapportage waren nog geen geomorfologische kaarten beschikbaar.

Uit vergelijking van de baten bij het geheel opheffen van het vochttekort en de gedetailleerd berekende baten, volgen correctiefactoren voor de vier geselecteerde gebieden. Deze correctiefactoren zijn ook toegekend aan de vier bijbehorende categorieën.

Voor de overige twee categorieën zijn correctiefactoren ingeschat op basis van de geomorfologische kenmerken.

Met een bekende correctiefactor voor een categorie kan voor elk gebied in deze categorie uit de baten bij het geheel opheffen van het vochttekort een indicatie worden verkregen voor de in werkelijkheid realiseerbare vermindering van het vochttekort. Het introduceren van deze zogenaamde correctiefactoren geeft aan dat de berekende baten met enige omzichtigheid moeten worden geïnterpreteerd. Van een zeer nauwkeurige batenanalyse is, met uitzondering van de vier in detail onderzochte gebieden, geen sprake.

Voor een studiegebied in de Betuwe geldt dat vanwege de zeer kleiige bodem het vochttekort slechts via berekening is op te heffen. Er is, op basis van de ervaringen uit het onderzoek Rendabiliteit van beregening (Arnhem, 1985), aangenomen dat hiervoor een hoeveelheid water nodig is ter grootte van tweemaal het op te heffen vochttekort.

6.3.4 Baten/kosten-analyse

Voor de berekening van de verhouding tussen baten en kosten zijn de jaarlijkse energiekosten van de jaarlijkse baten afgetrokken en is vervolgens gedeeld door de kosten van investeringen zoals berekend op annuïteitenbasis. Het geheel is uitgerekend voor de twee gepresenteerde methoden.

Kosten

Voor de meeste gebieden geldt dat de kosten berekend volgens de twee verschillende methoden in dezelfde orde van grootte liggen.

Voor kleinere gebieden met een kort aanvoertraject, geldt dat de kosten volgens methode 2 hoger uitvallen dan volgens methode 1. Dit is te wijten aan de kosten van de investering.

Voor een aantal gebieden geldt dat ze gedeeltelijk van dezelfde aanvoerroute gebruik maken. Bij de berekening van kosten zijn deze gebieden zoveel mogelijk samen genomen.

Een overzicht van de onderzochte gebieden is gegeven in bijlage 6.1.
De volgende gebieden zijn op deze kaart aangegeven:

GEBIED NR.	BENAMING GEBIED	WATERSCHAP/POLDERDISTRICT
1.	Hierden	Wp Noord-Veluwe
2.	Ermelo	Wp Noord-Veluwe
3.	Deventer	Wp Oost-Veluwe
4.	Teuge	Wp Oost-Veluwe
5.	Brummen	Wp Oost-Veluwe
6.	Dortherbeek	Wp de Schipbeek
7.	Neede	Wp de Schipbeek
8.	Gorsse	Wp van de Berkel
9.	Harfsen	Wp van de Berkel
10.	Baak	Wp IJsselland - Baakse Beek
11.	Oostenrijk	Wp IJsselland - Baakse Beek
12.	Zelhem	Wp IJsselland - Baakse Beek
13.	Halte	Wp IJsselland - Baakse Beek
14.	Harreveld	Wp IJsselland - Baakse Beek
15.	Braamt	Wp van de Oude IJssel
16.	Gaanderen	Wp van de Oude IJssel
17.	Silvolde	Wp van de Oude IJssel
18.	Varsseveld	Wp van de Oude IJssel
19.	Sinderen	Wp van de Oude IJssel
20.	De Heurne	Wp van de Oude IJssel
21.	Aalten	Wp van de Oude IJssel
22.	Duiven	Pdt Rijn en IJssel
23.	Didam	Pdt Rijn en IJssel
24.	Beek	Pdt Rijn en IJssel
25.	Wehl	Pdt Rijn en IJssel
26.	Elst	Pdt Betuwe
27.	Ooy	Pdt Tieler- en Culemborgerwaarden
28.	Overasselt	Pdt Tieler- en Culemborgerwaarden

Een overzicht van de geraamde kosten is gegeven in tabel 6.2.

Tabel 6.2 Totaal-overzicht kosten (dfl per jaar)

ge- bied nr.	opper- vlak (ha)	kosten vlgs. meth. 1	kosten vlgs. meth. 2	kosten meth. 2 /meth. 1 (dfl)	kosten meth. 1 /ha (dfl)	kosten per ha	
						kosten meth. 2 /ha	kosten(1)- kosten(2) /ha
1	1000	144.515	232.754	1,6	145	223	(88)
2	900	122.602	181.255	1,5	136	201	(65)
3+4	5650	177.154	131.037	1,1	21	23	(2)
5	4300	162.588	127.070	0,8	38	30	8
6	500	3.641	18.007	4,9	7	36	(29)
7	800	134.096	171.866	1,3	168	215	(47)
8+9	2000	157.990	164.243	1,0	79	82	(3)
10	500	9.465	27.460	2,9	19	55	(36)
11-14	4900	725.545	618.217	0,9	148	126	22
15	3100	224.968	127.999	0,6	73	41	31
16-21	6000	712.816	651.827	0,9	119	109	10
22	3700	85.236	54.690	0,6	23	15	8
23-25	1800	350.249	301.613	0,9	195	168	27
27	1475	114.604	90.599	0,8	78	61	16
28	1100	59.329	71.555	1,2	54	65	(11)

Voor sommige grotere (combinaties van) gebieden (11-14, 16-21 en 23-25) zijn de kosten volgens methode 2 lager dan die volgens methode 1. Dit wordt veroorzaakt doordat in de tweede berekeningsmethode de kosten van gemalen bij grotere capaciteiten getrapt afhankelijk zijn van de capaciteit; de investeringskosten voor een capaciteit van 135-200 ha zijn gelijk. In de eerste methode bestaat een continue lineaire afhankelijkheid tussen kosten en capaciteit. Negatieve resultaten zijn in deze en de volgende tabellen tussen haakjes (...) geplaatst.

De kosten per ha (methode 2) liggen voor de meeste gebieden tussen de f 50,- en f 100,-. Voor de gebieden 1, 2, 7 en 23-25 zijn de kosten per ha belangrijk hoger (respectievelijk f 233,-, f 201,-, f 215,- en f 168,-).

Voor de gebieden 3 + 4, 5, 15 en 22 geldt dat de kosten per ha (methode 2) lager zijn dan f 50,-- (respectievelijk f 23,--, f 30,--, f 41,-- en f 15,--). In de gebieden 3, 4 en 5 kan veel gebruik worden gemaakt van de reeds aanwezige kunstwerken in de waterlopen. Hierdoor zijn de kosten van het aanvoeren van gebiedsvreemd water relatief laag. In de zeer vlak gelegen gebieden 22, 10 en 26 behoeven slechts een gering aantal gemalen te worden geplaatst om het water over een relatief groot aantal waterlopen te verdelen.

Baten

Voor vier gebieden is een gedetailleerde berekening verricht van op te heffen vochttekorten en daaraan gekoppelde baten. De resultaten zijn samengevat in tabel 6.3.

Tabel 6.3 Gedetailleerd berekende vochttekorten voor vier gebieden

Ge- bied- nr.	Oppervlak (ha)	vochttekort (mm) in gem.jaar	vochttekort bij waterinlaat gebiedsvreemd water (mm)	Totaal door waterinlaat verminderd vochttekort (mm)	Door water- inlaat vermin- derd vochttekort(mm)/ha
8	1.000	108	76	32.478	32
11	700	126	62	44.537	64
17	800	83	78	4.198	5
24	600	110	95	8.921	15

Op basis van deze vochttekorten zijn de baten berekend à f 5,-- per mm opgeheven vochttekort:

Gebiednr. Baten (1)

8	f 162.390,--
11	f 222.685,--
17	f 20.990,--
24	f 44.605,--

Daarnaast kunnen de gemiddelde baten voor alle gebieden globaal worden ingeschat uit de vochttekorten zoals die in het Grondwaterplan zijn weergegeven. De verhoudingen tussen de globale baten van de vier geselecteerde gebieden berekend uit het Grondwaterplan en in het kader van dit onderzoek nauwkeurig door de provincie berekende baten leveren correctiefactoren op. Deze correctiefactoren zijn toegekend aan de gebieden die in een zogenaamde zelfde geomorfologische categorie zijn ingedeeld. Door deze stap wordt een onnauwkeurigheid geïntroduceerd. De correctiefactoren zijn immers niet berekend, maar ingeschat aan de hand van geomorfologische overeenkomsten.

Deze indeling in 6 categorieën, gemaakt op basis van reliëfkenmerken volgens de geomorfologische kaart 1:50.000, is weergegeven in onderstaande tabel 6.4.

Tabel 6.4 Indeling gebieden in categorieën

Categorienr. Gebieden	Kenmerken	Legenda-eenheid geomorfologische kaart	
1.	3/8*/10/14/ 22/26**/27	vlakgelegen, overwegend kleiige bodems, rechthoekige verkaveling	I-2-M
2.	6/9/23/25	zwak golvend, geïsoleerde hoogten, overwegend fijnzandig	II-3-L
3.	4/5/13	zwak golvend, overwegend fijnzandig, zwak hellend tegen stuwwal; invloed natuurlijke grondwateraanvoer	II-3/4-K
4.	11*/12/15/28	ondiepe dalen, wisselende textuur, overwegend zandig	IV-10/17-R
5.	16/17*/18/ 19/20/21	matige diepe dalen, overwegend zandig, zwak golvend terrein; esgronden	IV-10/17-S
6.	1/2/7/24*	hellend terrein tegen stuwwal, duidelijke terreinknik, zandig	VII-10/17-A en II-5/6-G/H

** apart gecorrigeerd in verband met zeer kleiige bodem

De gemerkte gebieden (*) in de categorieën zijn als representatief beschouwd voor gebieden in de betreffende categorie.

Voor de twee overgebleven categorieën 2 en 3 zijn de correctiefactoren ingeschat aan de hand van de reliëfkenmerken van de categorieën.

De correctiefactoren voor de zes categorieën zijn bepaald op:

Categorie 1 : 0,5
Categorie 2 : 0,9
Categorie 3 : 0,7
Categorie 4 : 1,1
Categorie 5 : 0,1
Categorie 6 : 0,15

De gemiddelde baten voor een gemiddeld droog jaar zijn weergegeven in de tweede kolom van de tabel 6.5. Uit deze tabel blijkt dat de correctiefactoren een grote invloed hebben op de (gecorrigeerde) baten. Zo zijn in alle gebieden met een reductiefactor kleiner of gelijk aan 0,15 de baten lager dan f 100,-- per ha. Van de zes gebieden met baten hoger dan f 300,-- per ha zijn er vier met een correctiefactor van 1,1. Voor gebied 26 (klei) zijn de baten niet gecorrigeerd in verband met de moeilijkheid om hier het vochttekort via waterinlaat op te heffen. In dit gebied zal watertoediening via beregening uit oppervlaktewater moeten plaatsvinden. De kosten hiervan zijn in deze berekening **niet** meegenomen.

Van de vier gebieden waarvan de correctiefactoren gedetailleerd zijn berekend, zijn de baten van de gebieden 11 en 8 het hoogst. Van gebied 17 en 24 zijn deze laag als gevolg van de reliëfeigenschappen van deze gebieden (tegen stuwwal en in zwak golvend terrein).

Tabel 6.5 Totaaloverzicht baten

gebied- nr.	globale baten (dfl)	correctie- factor	gecorrig. baten	oppervlak (ha)	baten/ha (dfl)
28	408.333	1,1	449.166	1100	408
15	1.137.500	1,1	1.251.250	3100	404
25	233.333	0,9	210.000	600	350
12	183.333	1,1	201.666	600	336
11	191.667	1,1	210.834	700	301
23	200.000	0,9	180.000	600	300
4	1.995.833	0,7	1.397.083	4750	294
26	166.667	1	166.669	600	278
9	283.333	0,9	255.000	1000	255
5	1.456.250	0,7	1.019.375	4300	237
3	425.000	0,5	212.500	900	236
6	125.000	0,9	112.500	500	225
10	208.333	0,5	104.167	500	208
13	483.333	0,7	338.333	1800	188
8	354.187	0,5	177.084	1000	177
27	518.750	0,5	259.375	1475	176
22	1.291.667	0,5	645.834	3700	175
14	466.667	0,5	233.334	1800	130
24	300.000	0,15	45.000	600	75
1	433.000	0,15	64.950	1000	65
2	375.000	0,15	56.250	900	63
7	200.000	0,15	30.000	800	38
20	166.667	0,1	16.667	600	28
21	408.333	0,1	40.833	1500	27
16	250.000	0,1	25.000	1000	25
17	200.000	0,1	20.000	800	25
18	375.000	0,1	37.500	1500	25
19	150.000	0,1	15.000	600	25

In tabel 6.6 zijn achtereenvolgens de energiekosten en de baten verminderd met de energiekosten weergegeven die worden gebruikt om de baten/kostenverhouding te bepalen.

Tabel 6.6 Overzicht energiekosten en jaarlijkse kosten/baten-analyse

ge- bied- nr.	energie (1) dfl/jr	energie (2) dfl/jr	baten- energie (1)dfl/jr	baten- energie (2)dfl/jr	opp. (ha)	(baten- energie)/ opp. (1) dfl/jr	(baten- energie)/ opp. (2) dfl/jr
1	13.967	9.312	50.983	55.638	1000	51	56
2	9.662	6.442	46.588	49.808	900	52	55
3	3.360	2.240	209.140	210.260	900	232	234
4	3.360	2.240	1.393.723	1.394.843	4750	293	294
5	30.848	20.566	988.527	998.809	4300	230	232
6	1.183	789	111.317	111.711	500	223	223
7	30.187	20.126	(187)	9.874	800	(0)	12
8	8.077	5.385	169.007	171.699	1000	169	172
9	8.077	5.385	246.923	249.615	1000	247	250
10	3.052	2.035	101.115	102.132	500	202	204
11	49.444	32.964	161.390	177.869	700	231	254
12	49.444	32.964	152.222	168.702	600	254	281
13	49.444	32.964	288.889	305.369	1800	160	170
14	49.444	32.964	183.890	200.369	1800	102	111
15	72.210	48.142	1.179.040	1.203.108	3100	380	388
16	36.627	24.419	(11.627)	581	1000	(12)	1
17	36.627	24.419	(16.627)	(4.419)	800	(21)	(6)
18	36.627	24.419	873	13.081	1500	1	9
19	36.627	24.419	(21.627)	(9.419)	600	(36)	(16)
20	36.627	24.419	(19.960)	(7.753)	600	(33)	(13)
21	36.627	24.419	4.206	16.414	1500	3	11
22	26.770	17.848	619.064	627.986	3700	167	170
23	42.316	28.212	137.684	151.788	600	229	253
24	42.316	28.212	2.684	16.788	600	4	28
25	42.316	28.212	167.684	181.788	600	279	303
26	12.106	8.071	71.228	75.262	600	119	125
27	8.664	5.776	250.711	253.599	1475	170	172
28	7.991	5.328	441.175	443.839	1100	401	403

() is negatieve waarde

Baten/kostenverhouding

Bij de berekening van de baten/kostenverhouding zijn de totale gecorrigeerde baten verminderd met de energiekosten van de (combinaties) van gebieden gedeeld door de totale kosten (volgens methode 1 en volgens methode 2) voor overeenkomstige gebieden of combinaties van gebieden.

Een baten/kostenanalyse van de afzonderlijke gebieden 16 t/m 21 levert een overeenkomstig resultaat op. Gebied 16 heeft een baten/kostenverhouding van ca. 0,3. Voor de overige combinaties van gebieden 16 + 17, 16 + 17 + 18, etc. ligt deze verhouding in dezelfde orde van grootte.

De baten/kostenverhoudingen voor een gemiddeld droog jaar zijn weergegeven in tabel 6.7 en zijn afgeleid uit de tabel "kosten" (tabel 6.2) en de tabel "baten" (tabel 6.6).

Tabel 6.7 Baten/kostenanalyse methode 1 en methode 2

METHODE 1		METHODE 2	
Gebiednr.	Baten/kosten(1)	Gebiednr.	Baten/kosten(2)
6	30,57	3+4	12,25
3+4	13,68	22	11,48
10	10,68	15	9,40
28	7,44	5	7,86
22	7,26	6	6,20
5	6,08	28	6,20
15	5,24	10	3,72
8+9	2,63	27	2,80
27	2,19	8+9	2,57
26	1,40	26	1,76
11-14	1,08	11-14	1,38
23-25	0,88	23-25	1,16
2	0,38	2	0,27
1	0,35	1	0,24
7	(0,00)	7	0,06
16-21	(0,09)	16-21	0,01

Op basis van de berekende kosten, de baten en/of de verhouding baten/ kosten kan een afweging voor de haalbaarheid van waterinlaat tussen de verschillende gebieden plaatsvinden. De volgorde waarin de gebieden in de verschillende tabellen zijn geplaatst kunnen daarbij een leidraad vormen.

6.4 Conclusies

De conclusies die uit het onderzoek worden getrokken, moeten, gezien de globaliteit van de berekening van kosten en baten, met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd:

1. op basis van een baten-kostenanalyse van het inlaten van gebiedsvreemd water is een rangorde van gebieden opgesteld in volgorde van afnemende baten/kostenverhouding. Deze rangorde zoals vermeld in tabel 6.7 kan worden gebruikt bij de keuze van gebieden voor een nadere beschouwing van de mogelijkheid van het inlaten van gebiedsvreemd water;
2. vermindering van het vochttekort (en daaraan gekoppelde baten) door het aanvoeren van gebiedsvreemd water is in belangrijke mate gekoppeld aan de reliëfeigenschappen van een gebied;
3. het is mogelijk gebleken om een redelijk gedetailleerd beeld te verkrijgen van de op te heffen vochttekorten aan de hand van hoogtepuntenkaarten, vochttekorttabellen en isohypsenkaarten;
4. in overwegend kleiige gebieden worden de kosten van het aanvoeren van gebiedsvreemd water hoger door de ongunstige eigenschappen van de kleiige bodem, hier kan het opheffen van een vochttekort alleen plaatsvinden door middel van berekening. De kosten hiervan zijn in dit onderzoek niet in beschouwing genomen;
5. de rendabiliteit van het inlaten van gebiedsvreemd water blijkt over het algemeen relatief laag te zijn.
6. de in dit onderzoek beschouwde nieuwe locaties zijn vooraf geselecteerd op een redelijke verwachting ten aanzien van de baten-/kostenverhouding, dit wil zeggen dat nieuwe locaties in de overige gebieden in Gelderland waarschijnlijk niet rendabel zullen zijn voor waterinlaat.

In geval van concrete uitvoering van projecten wordt aanbevolen om:

1. een gedetailleerd onderzoek te verrichten naar de mogelijkheden om gebiedsvreemd water in te laten waarbij tevens rekening wordt gehouden met de meer praktische, uitvoeringstechnische aspecten;
2. gedetailleerde berekeningen uit te voeren van op te heffen vochttekorten voor zover deze thans nog niet zijn uitgewerkt;
3. indien een meer gedetailleerde studie naar het inlaten van gebiedsvreemd water wordt uitgevoerd dienen tevens andere belangen dan die van de landbouw in beschouwing te worden genomen.

REFERENTIES

Haskoning/provincie Gelderland.

Globale kosten-baten-analyse van het inlaten van gebiedsvreemd water in een aantal droogtegevoelige gebieden in de provincie Gelderland, Haskoning/dienst Milieu en Water provincie Gelderland, Nijmegen, 1988.

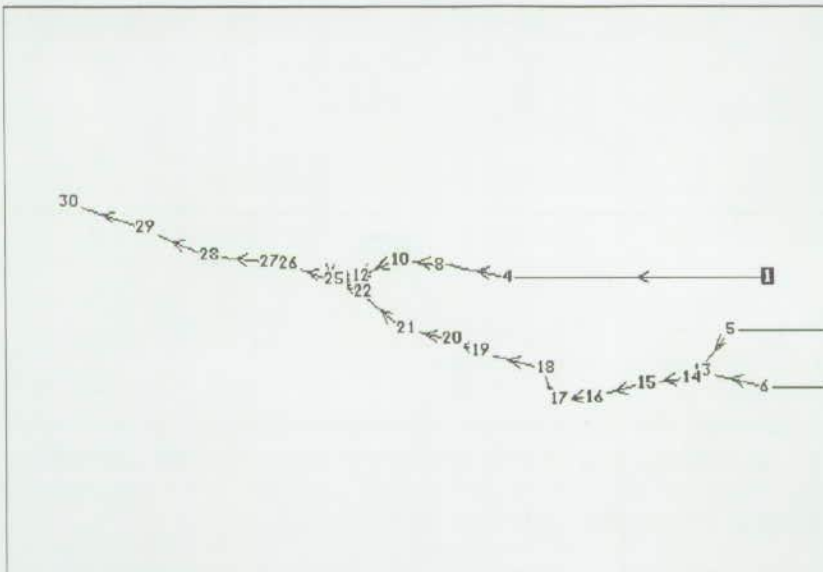
BIJLAGEN

Korte beschrijving van Wakwam

Wakwam staat voor **W**ater**K**WAliteits**M**odel. Het is een quasi-stationair model volgens het bewegende cel concept, bedoeld voor de modellering van de fosfaat-huishouding en algengroei in (stelsels van) waterlopen. Het model is geschreven in TurboPascal voor gebruik op PC's, met of zonder mathematische coprocessor.

De in- en uitvoer van de modelvariabelen en -parameters is menugestuurd. Het model moet worden ingevoerd als een reeks knopen en secties waarbij een netwerkstructuur is toegestaan. Een sectie is in deze gedefinieerd als een (gedeelte van een) waterloop waarop geen discontinue veranderingen optreden. Op plaatsen waar dit wel het geval is, bijvoorbeeld een lozingspunt, een stuw, een sterke verbreding of versmalling, of een samenloop c.q. splitsing, dient een knoop te worden gedefinieerd.

Een knoop wordt omschreven door middel van een x/y-coördinaat, en het type (knoop of stuw). Een sectie wordt beschreven door de begin- en eindknoop, de -hoogte, de -bodembreedte, de kanthelling en de ruwheid. In figuur 3.1 is een schematisch overzicht gegeven van de modelopzet van Wakwam met knopen en secties.



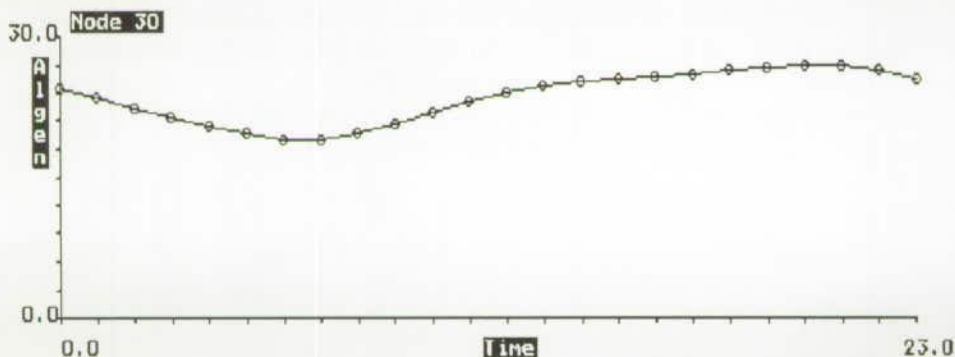
Figuur 3.1: Wakwam-modelschema

In een sectie kan een diffuse toe- of afvoer van water opgegeven worden (kwel of diffuse lozing en wegzijging of onttrekking). Puntlozingen worden in knopen opgegeven.

In Wakwam worden 9 kwaliteitsvariabelen berekend: algen, detritus, orthofosfaat, overig fosfaat, ammonium, nitraat en overig stikstof, overig koolstof en zuurstof. Voor elke toevoerstroam moet de initiële (constante) concentratie of vracht van deze variabelen opgegeven worden. De differentiaalvergelijkingen van Wakwam worden gevoed met 37 kwaliteitsparameters. Voor alle parameters is een default-waarde gegeven. Ten behoeve van de calibratie kunnen ze aangepast worden.

Tijdens de simulatie wordt eerst de kwantiteit berekend. Dit levert (stationaire) waterhoogten en stroomsnelheden op voor alle secties. Deze resultaten worden gebruikt voor de kwaliteitsberekening. Per sector wordt het verloop van de negen kwaliteitsvariabelen berekend, over 24 uur.

Tijdens de simulatie is het mogelijk twee variabelen op het scherm te volgen. De resultaten worden weggeschreven naar een file. In figuur 3.2 is een voorbeeld gepresenteerd voor Wakwam-uitvoer: het verloop van de zuurstofconcentratie in een knoop.



Figuur 3.2: Zuurstofconcentratie in een knoop.

De resultatenfiles zijn op het scherm te bekijken in de vorm van tabellen en grafieken van de gewenste kwaliteitsvariabelen en knopen of secties. Hierbij kan gekozen worden tussen het concentratieverloop over een reeks van punten op een tijdstip, of het verloop in de tijd op een punt.

Overzicht scenario's

WATERDIEPTE	ONDERSCHRIJDINGS-FREQUENTIE STROOMSNELHEID	TYPE ONDERGROND	KWALITEIT PUNT-BELASTING	KWALITEIT AANVOER	FOSSAAT-MALEVERING ONDERWATERBODIEM	BEHEER EN ONDERHOUD	SCENARIO NUMMER
A-GERINGE DIEPTE B-GROTE DIEPTE	10-10% 50-50% AFHANKELIJK VAN HET INLAAT-DEBIET	Z-ZAND K-KLEI	EFFLUENT: EN -NORMAAL ED -EN+ EDP-ED+POLIJSTEN Inlaat=0 INLAAT: I-CONTINU I-VARIABEL OF IN GELDIG- HEIDSGEBIED lozing effluent=0	BOVENSTROOMSE AANVOER: CONTINU VARIABEL OF IN GELDIG- HEIDSGEBIED kwe1=0 bovenstroomse aanvoer=0 kwe1=0	H-HOOG L-LAAG Deze typen komen overeen met hoge res- pektievelijk lage belasting met fosfaat.	X -NIET MAATEN, NIET BESCHADUWEN M -MAATEN MB-MAATEN+ BESCHADUWEN Baggeren wordt niet beschouwd.	
A	10	Z	EN		H	X	1
						MB	2
					L	X	3
						MB	4
						MB	5
	50	Z	EN		H	MB	10
					L	MB	11
						MB	12
						MB	13
		Z	I		H	M	14
						M	15
	10	Z	EN		H	X	16
					L	MB	17
						MB	18
						MB	19
						MB	20
			ED		H	M	21
			EDP		H	M	22
			EN		H	M	23
			EN		H	M	24
	50	K			L	MB	25
						MB	26
		K	EN		H	M	27
						M	28
		K	I		L	MB	29
						MB	30
		K	EN		H	M	31
						M	32
						M	33
		K	I		L	M	34
						M	35
						M	36



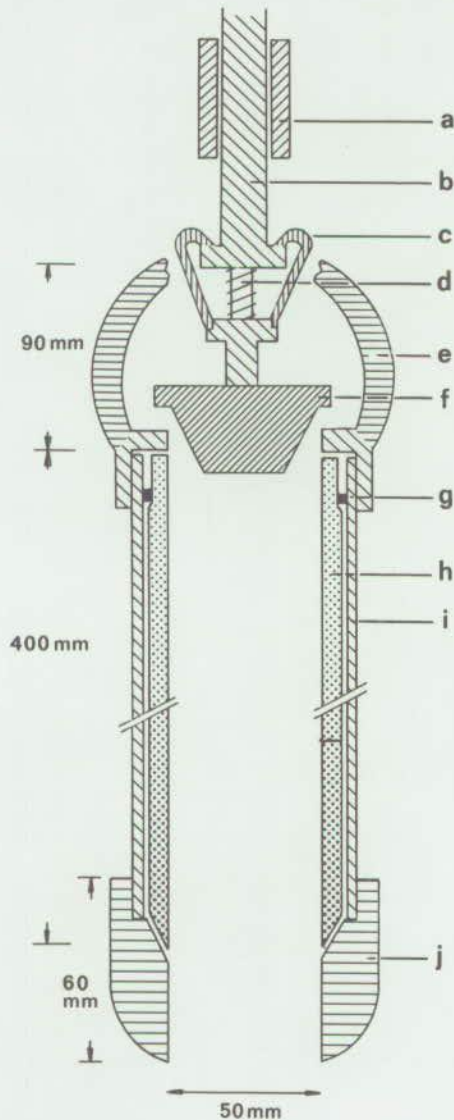
Regionale waterbodembodemkwaliteit
in Gelderland

Legenda

- Monsterlokaties

provincie
GELDERLAND

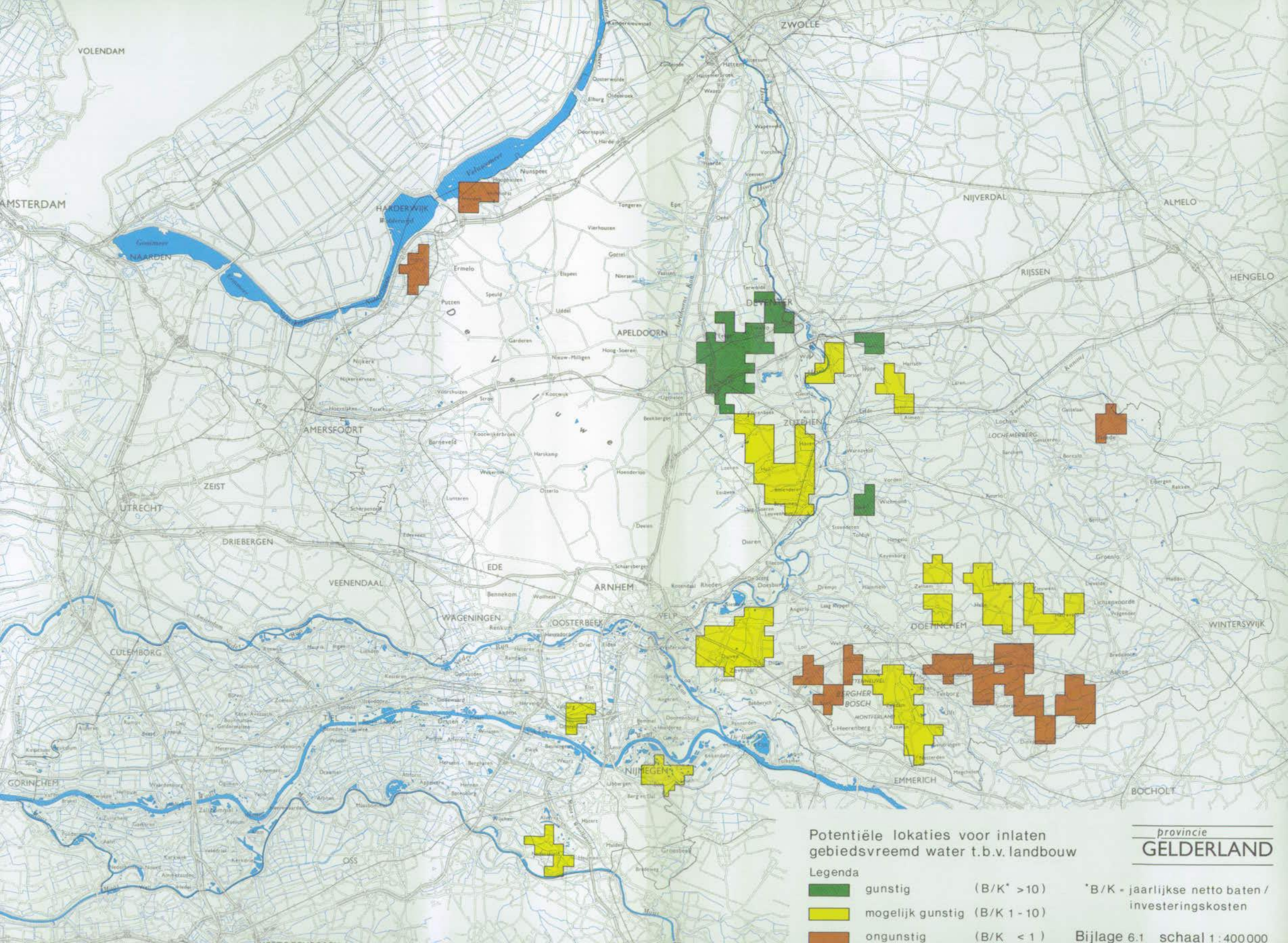
Schematische weergave gemodificeerd Jenkins monstername - apparaat (steekbuis)



- a: Valgewicht.
- b: Stang om buis in de bodem te drukken.
Lengte 1-7 m.
Met sokkel voor klem c.
- c: Vierpunts bevestiging van e.
- d: Klauwen. Houden rubber stop f in "open" positie.
Valgewicht a veroorzaakt sluiten van de buis.
- e: Veer, drukt stop f op de buis na sluiting.
- f: Bevestiging van bovenste deel van de steekbuis aan de stang.
- g: Rubber stop. In open positie vrije uitstroming van water.
- h: O-ring afsluiting.
- i: Perspex binnen tube om monster in op te slaan.
Na elke bemonstering kan een nieuwe tube gebruikt worden.
- j: Roestvrijstalen buitenbuis.
- j: Gehard stalen buiskop.

Bijlage 5.3 Analysepakket waterbodemonderzoek provincie Gelderland

Parameter	Analysemethode (volgens:)
droge stof	NEN 6620
gloeirest	NEN 6620
organische stof	IB-methode
N-Kjeldahl	NVN 6645
totaal-fosfaat	NVN 6645
CaCO ₃	RIJP
fractie < 2 µm	IB, analysemethode voor grond, rioolslib, gewas en vloeistof (1979) p. 32
zware metalen en arseen	NEN 6465 (ontsluiting), vlam of ICP-techniek, As met hydridetechniek, Hg volgens NEN 6449
PAK's	VPR C85-11
PCB's	STORA
organochloorpesticiden	VPR C85-16
olie (GC)	TAUW 63/-13



Potentiële lokaties voor inlaten
gebiedsvreemd water t.b.v. landbouw

Legenda

- gunstig (B/K* > 10)
- mogelijk gunstig (B/K 1 - 10)
- ongunstig (B/K < 1)

*B/K = jaarlijkse netto baten /
investeringskosten

provincie
GELDERLAND

Bijlage 6.1 schaal 1:400000

