

Een modelstudie ter verbetering van de waterkwaliteit in Zuidoost-Utrecht

1. Inleiding

Het waterkwaliteitsbeheer behoort in Nederland tot de verantwoordelijkheid van Waterschap of Provincie en wordt veelal gebaseerd op onderzoek van het zuurstofgehalte en het biochemisch zuurstofverbruik (BOD). Dit, omdat deze waarden eenvoudig te bepalen zijn en behalve het chemische aspekt, tevens informatie geven over het hydrobiologische aspekt van de waterkwaliteit.

Het peilbeheer, of meer in het algemeen het kwantitatieve beheer, ligt vaak in andere



DRS. W. BLEUTEN

Werkgroep Landschapsekologie der Rijksuniversiteit Utrecht



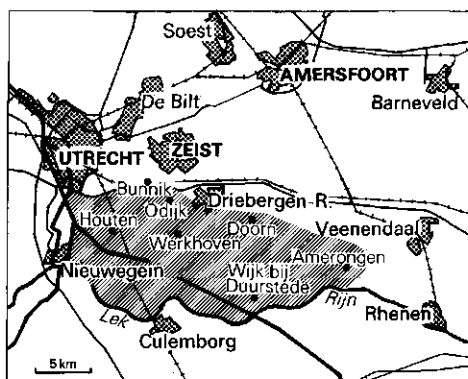
IR. B. BELTMAN

Werkgroep Landschapsekologie der Rijksuniversiteit Utrecht

handen, dan het zojuist vermelde kwalitatieve beheer. Deze scheiding, door politieke en bestuurlijke afweging tot stand gekomen, kan een goed functionerend meet- en analysesysteem ter verbetering van de waterkwaliteit in de weg staan. Sinds de invoering van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren in 1972 is het waterkwaliteitsonderzoek gesaneerd en landelijk gekoördineerd (niet het kwantiteitsbeheer). Dit resulteerde in publikatie van het Indikatief Meerjaren Programma ter bestrijding van de verontreiniging oppervlaktewateren (IMP 1975). Hierin worden normen gesteld waaraan het water chemisch gezien moet voldoen of waar naar gestreefd moet worden. Een enkele zin wordt gewijd aan de 'ekologische criteria' waaraan het oppervlaktewater zou dienen te voldoen.

Reeds enige jaren wordt daarnaast benadrukt, dat het beoordelen van de waterkwaliteit op grond van biologische criteria meer informatie geeft over langere perioden, dan met chemische momentopnamen het geval kan zijn (Schroevers, Kromme Rijn project - werkgroep Biologische waterbeoordeling).

Gefinancierd door het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne heeft een modelstudie plaatsgevonden in het Kromme Rijngebied met als vraagstelling: 'Welke milieubelastende componenten zijn waar aanwezig en welke invloed hebben deze op de kwaliteit van het milieu?'



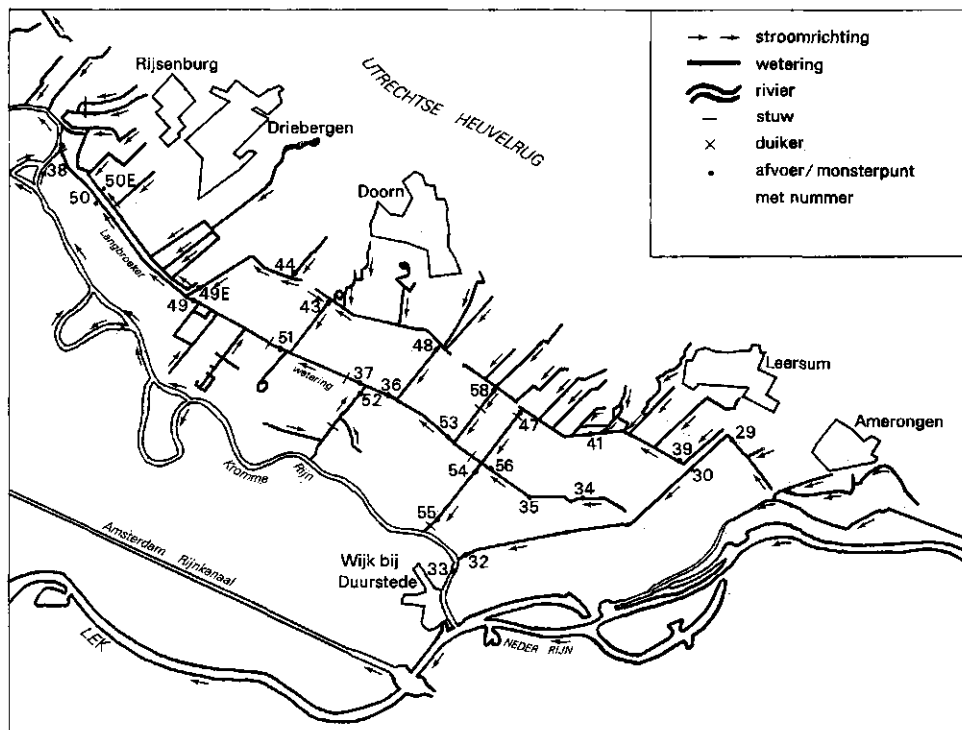
Afb. 1 - Ligging Kromme Rijngebied.

Een verslaggeving van deze studie is in voorbereiding.

In het hierna volgende worden een aantal uitkomsten van het onderzoek betreffende de waterkwaliteit gegeven, een aantal maatregelen welke tot verbetering van de kwaliteit zullen leiden en tevens de conclusies zoals die uit het onderzoek naar voren zijn gekomen met betrekking tot het IMP en het mogelijke (betere) alternatief. Het beschreven waterkwaliteitsonderzoek steunt met name mede op de inspanningen van de chemisch analist C. Klawer.

Het hier beschreven modelonderzoek wordt ook thans nog voortgezet. Aangezien echter de modelstudie tot in 1980 voortgezet wordt, lijkt een tussentijdse publikatie van gegevens en ideeën een zinvolle bijdrage aan de gedachtenvorming met betrekking tot de relatie waterkwaliteit-kwantiteit.

Afb. 2 - De hydrografie van het studiegebied en situering van de monsterpunten.



2. Gebiedsbeschrijving en probleemstelling

Het gebied waar de modelstudie plaats vindt, het Langbroeker Weteringgebied, maakt deel uit van het Kromme Rijngebied (zie afb. 1). Het wordt in het noordoosten begrensd door de hydrologische waterscheiding gevormd door de Utrechtse Heuvelrug — welke niet samenvalt met de topografische waterscheiding — en in het zuidwesten door de Kromme Rijn. De Utrechtse Heuvelrug is een overwegend uit zand bestaande stuwwal, met een gemiddelde tophoogte van ca. 50 m + NAP, hydrologisch te karakteriseren als infiltratiegebied.

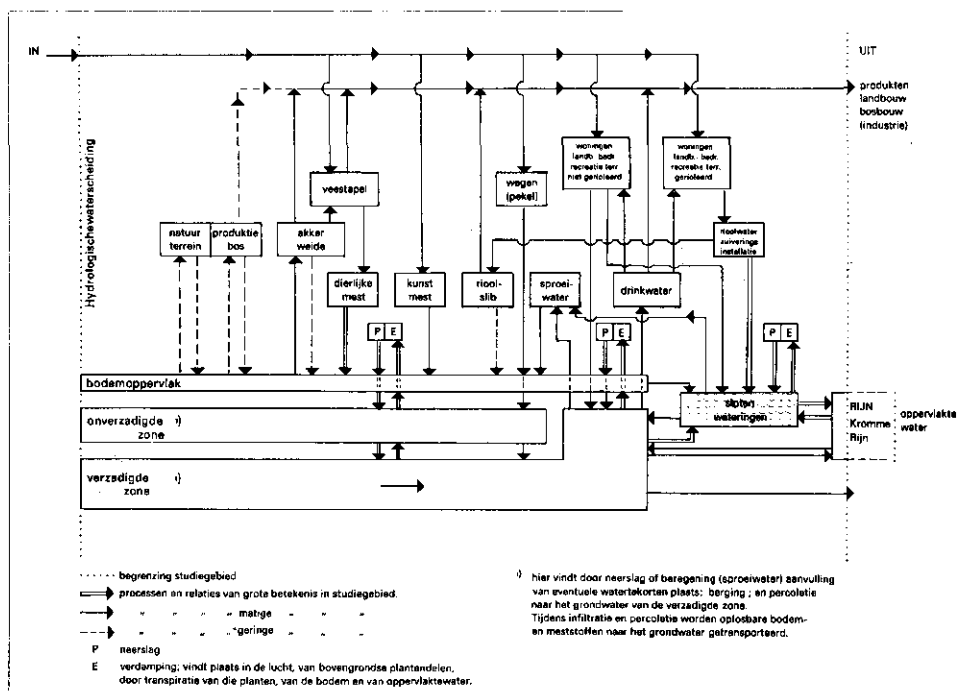
Aan de voet van de Heuvelrug ligt een langgerekt kwelgebied: de kom van Langbroek. Het pleistocene zand, dat in de Utrechtse Heuvelrug aan de oppervlakte ligt is daar bedekt met een meer of minder dik kleidek, plaatselijk is er een venige laag aanwezig tussen het zand en de klei. De aanwezigheid van vele relatief natuurlijke bossen en landschapselementen maakt, juist door hun ligging op de overgang van zand naar klei en op de klei, dat aan het gebied een meer dan regionale landschappelijke en landschapsekologische waarde wordt toegekend. Door diezelfde aanwezigheid van natuurlijke of seminatuurlijke terreinen zowel op de klei als op het zand, is het gebied tevens bijzonder geschikt om er onderzoek te doen naar de natuurlijke kwaliteit van gronden oppervlaktewater en de beïnvloeding van die kwaliteit door diverse activiteiten. De hoge winterstanden in het Langbroeker-

wetering-gebied veroorzaakten in het verleden vaak overstromingen. Alvorens het gebied in cultuur te kunnen nemen, werd daarom in de dertiende eeuw een stelsel van sloten en weteringen gegraven. De belangrijkste watergang in dit verband is de Langbroeker Wetering, welke door het midden van het komgebied loopt en uiteindelijk het water via natuurlijk verval leidt naar de Kromme Rijn (bij Odijk) (zie afb. 2).

Teneinde de waterbeheersing nog verder te verbeteren zijn enerzijds nog een tweetal verbindingen tussen de Langbroeker Wetering en de Kromme Rijn gegraven om nog sneller water af te kunnen voeren en anderzijds een groot aantal stuwen (in de Langbroeker Wetering alleen al 6) geplaatst om in de zomer het peil voldoende hoog te kunnen houden.

Was derhalve vroeger vooral het overschot aan water een probleem, tegenwoordig wordt de kwaliteit een punt van toenemende zorg. Door de instandhouding van een laag winterpeil is de watervoorraad in de grond aan het begin van het groeiseizoen gering en ontstaat al snel de situatie, dat er oppervlaktewater van elders moet worden ingelaten. Hiertoe wordt Kromme Rijnwater gebruikt, dat via de bovenvermelde dwarsverbindingen naar de Langbroeker Wetering wordt geleid. Het Kromme Rijnwater is echter vrijwel puur Rijnwater, met dien verstande, dat er in de onderzoekperiode ook nog ongezuiverd huishoudelijk afvalwater van Wijk bij Duurstede in geloosd werd, bovenstrooms van de inlaatpunten.

Het water in de Langbroeker Wetering is zonder deze inlaat afkomstig van de neerslag; de toestroming van kwalitatief goed grondwater (afkomstig van de Utrechtse Heuvelrug); kleine hoeveelheden Rijnkwater, dat echter aanzienlijk is voorgezuiverd gedurende infiltratie en percolatie en derhalve chemisch gezien minder verontreinigd is dan het pure Rijnwater; en kleine hoeveelheden, maar sterk verontreinigde afvalwater-lozingen van verspreide huishoudens, het dorp Langbroek en twee rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Recentelijk, met name naar aanleiding van de droge zomer van 1976 speelt er nog een nieuw probleem, namelijk het optreden van watertekorten in een deel van het Langbroeker Weteringgebied, m.n. in het groeiseizoen. Zonder het gebruik van gemaaltjes is het niet mogelijk op die plaatsen waar dat gewenst wordt, water in de sloot te krijgen, daarbij komt nog, dat het enige beschikbare oppervlaktewater weer het water uit de Kromme Rijn is. Ook hier lijkt een kwantitatief probleem niet oplosbaar zonder een kwalitatief probleem te creëren. Omgekeerd betekent dit dat waterkwaliteitsonderzoek dat ten doel heeft verder te gaan dan het vaststellen van de momentane vervuilingstoestand, n.l. ook oorzaken en bronnen van deze verontreinigingen op te sporen, alleen kans van slagen heeft wanneer het kwantitatief en het kwalitatief onderzoek op elkaar afgestemd worden.



Afb. 3 - Kwalitatief model van de belangrijkste processen en relaties in het studiegebied voorzover van betekenis voor de oppervlaktewaterkwaliteit.

teitsonderzoek dat ten doel heeft verder te gaan dan het vaststellen van de momentane vervuilingstoestand, n.l. ook oorzaken en bronnen van deze verontreinigingen op te sporen, alleen kans van slagen heeft wanneer het kwantitatief en het kwalitatief onderzoek op elkaar afgestemd worden.

Het hierbeschreven onderzoek is gebaseerd op dit principe, waarbij tevens de kwaliteitsbeoordeling gekombineerd chemisch en biologisch plaats vindt.

3. Onderzoekmethode

Na een voorbereidingsfase werd een onderzoekprogramma opgezet, gebaseerd op een waterkwaliteitsbeïnvloedingsmodel (afb. 3), aangepast aan het studiegebied. Het model omvat een groot aantal relaties van nogal verschillende aard. Er zijn kwantitatieve invloeden welke op de kwaliteit inwerken door een meer of mindere verdunning (bijv. neerslag grondwateronttrekking); zuivere kwalitatieve invloeden, waarbij stoffen al dan niet rechtstreeks in het oppervlaktewater terecht komen (bijv. wegzout); en invloeden die zowel kwalitatief als kwantitatief werken (bijv. effluent rioolwaterzuiveringsinrichtingen). Daarenboven zijn nog een aantal relaties aangegeven, welke op zich niet van belang zijn voor de waterkwaliteit bijv. relaties tussen akkers en veestapel, maar indirect wel, namelijk door de relatie met de mestproductie en de toepassing daarvan voor de akker- en weidebouw. Op nog hoger abstraktieniveau wordt het studiegebied als één geheel

opgevat met verscheidene inputs: neerslag, krachtvoer, vee, kunstmest, wegzout, consumptiegoederen, zaaigoed; en een evenzeer gevarieerde output: verdamping, land-, tuin- en bosbouwproducten, drinkwater, oppervlaktewater, enz.

In het systeem vinden een groot aantal translaties plaats en treden diverse kringlopen op. Zo leidt de input van kunstmest niet tot evenredige belasting van het grondwater en oppervlaktewater, omdat het grootste deel door het gewas wordt opgenomen. Het gewas wordt op zijn beurt geoogst of afgegrast en vervolgens afgevoerd naar buiten het systeem, dan wel teruggebracht in het systeem in de vorm van mest. Naarmate de mens minder sturend optreedt t.a.v. in- en output, wordt het aantal translaties in het systeem ook minder: in natuurterreinen blijft een groter deel van de stoffen ter plaatse, doorlopen een kringloop.

Om een indruk te krijgen van de herkomst van de in het oppervlaktewater aanwezige stoffen, moet zowel regenwater, grondwater als oppervlaktewater chemisch geanalyseerd worden. Het verband tussen deze drie is diskontinu, aangezien er grote variaties bestaan naar de tijd gerekend waarin druppels van dezelfde bui het oppervlaktewater bereiken en er ook chemisch gezien grote verschillen ontstaan tussen diezelfde druppels, afhankelijk van de lengte van de weg die ze af leggen en de aard van het medium (bodem) dat daarbij gepasseerd wordt tot in het oppervlaktewater: direct, via oppervlakkige

afstroming of via het grondwater. Met name de faktor tijd maakt de analyse moeilijk: op één meet-/monsterpunt wordt tegelijkertijd het water onderzocht dat afkomstig is van de laatste regenbui tot jaren geleden gevallen neerslag. Zijn deze problemen mogelijk nog oplosbaar met hydrologische methodieken, veel moeilijker wordt het wanneer we ons realiseren, dat ook de faktor ruimte een belangrijke rol speelt. Het bemonsterde water kan afkomstig zijn van zeer verschillende bodemeenheden, welke ieder weer een eigen 'chemisch stempel' op dat water hadden gedrukt.

Om al deze redenen is gekozen voor een opzet, waarbij op een groot aantal plaatsen het oppervlaktewater chemisch werd bemonsterd en de afvoer bepaald, op dezelfde dag.

Op deze wijze is het mogelijk het studiegebied in een aantal sekties te verdelen, ieder gekenmerkt door een eigen grondgebruik, bodem, bewoningsdichtheid. In diezelfde bodem/grondgebruikseenheden werd ook het grondwater bemonsterd. Aangezien er variaties in de waterkwaliteit optreden afhankelijk van het seizoen, t.g.v. daarmee samenhangende biologische en fysische procesverschillen, welke zich alleen statistisch houden aan de kalender seizoenen kon niet worden verstaan met 4 waarnemingen per jaar, maar werd gekozen voor een maandelijks opname. Chemische analyse van de verzamelde monsters vindt plaats op:

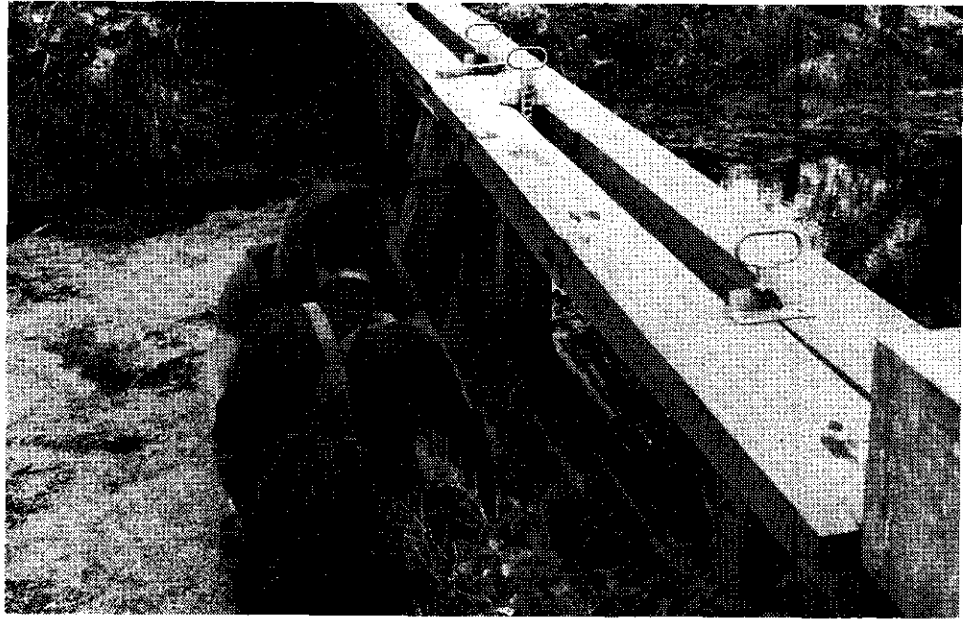
pH, geleidingsvermogen, temperatuur, zuurstofgehalte, Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , HCO_3^- , COD, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ en NH_4^+ .

De planktonmonsters werden genomen m.b.v. een emmer waarmee een 1 literfles, voorzien van 10 ml. formaline werd gevuld. Door bezinking, afheveling en wederom bezinking wordt een 100-voudige concentratie verkregen.

De makrofauna (met blote oog waarneembare fauna excl. vissen) wordt zes maal per jaar gemonsterd. Dit geschiedt m.b.v. een rechthoekig net (20 x 30 cm, maaswijdte 0,5 mm), dat over een afstand van 5 - 10 meter, tegen de stroom in, schoksgewijs langs oever en bodem wordt voortbewogen.

De waterplanten worden tijdens de makrofauna-monsteringen opgenomen over de 5 of 10 meter monsterlengte en over een traject rond de monsterplaats.

Debietmetingen vonden plaats bij stuwen, m.b.v. overstorthoogtemeting, waarbij gebruik wordt gemaakt van een stuwformule, die bij verschillende overstorthoogten geijkt is. Overige afvoermetingen



Het ijken van de afvoervergelijking (meetpunt 53).

vonden plaats bij bruggen en duikers, waarbij de gegevens verkregen bij de stuwen ter controle dienden.

4. Onderzoekresultaten

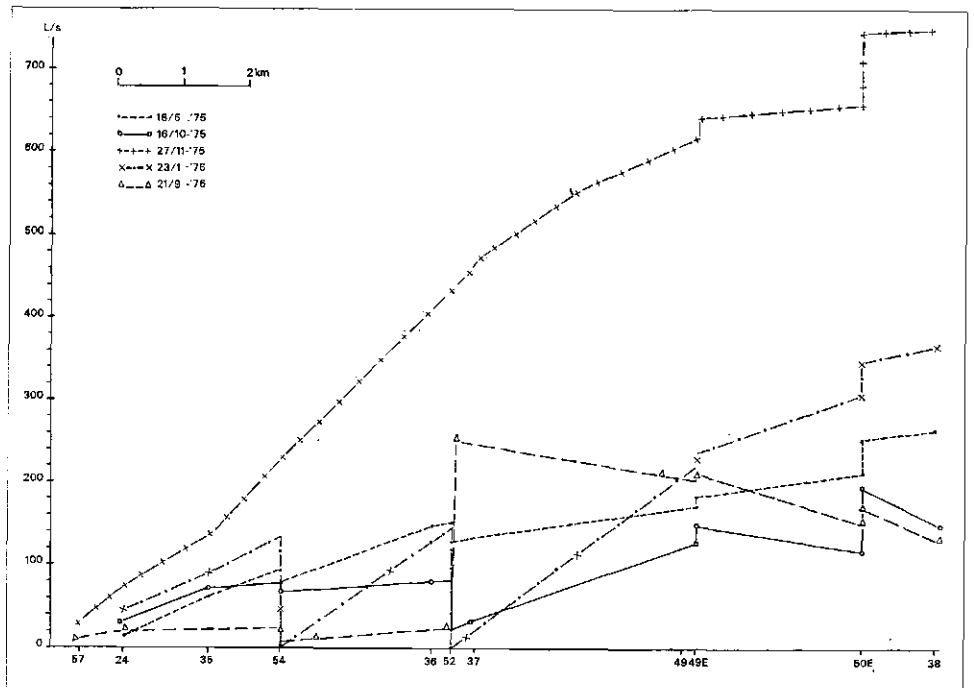
De monsterpunten, gelegen op plaatsen waar water in of uit het systeem stromen kan en in kwelzones zijn weergegeven in afb. 2. In afb. 4 zijn enkele resultaten van afvoermetingen weergegeven. Het bovenstroomse deel van de Langbroeker Wetering heeft een tamelijk konstante afvoer t.g.v. de kwel die in deze regio

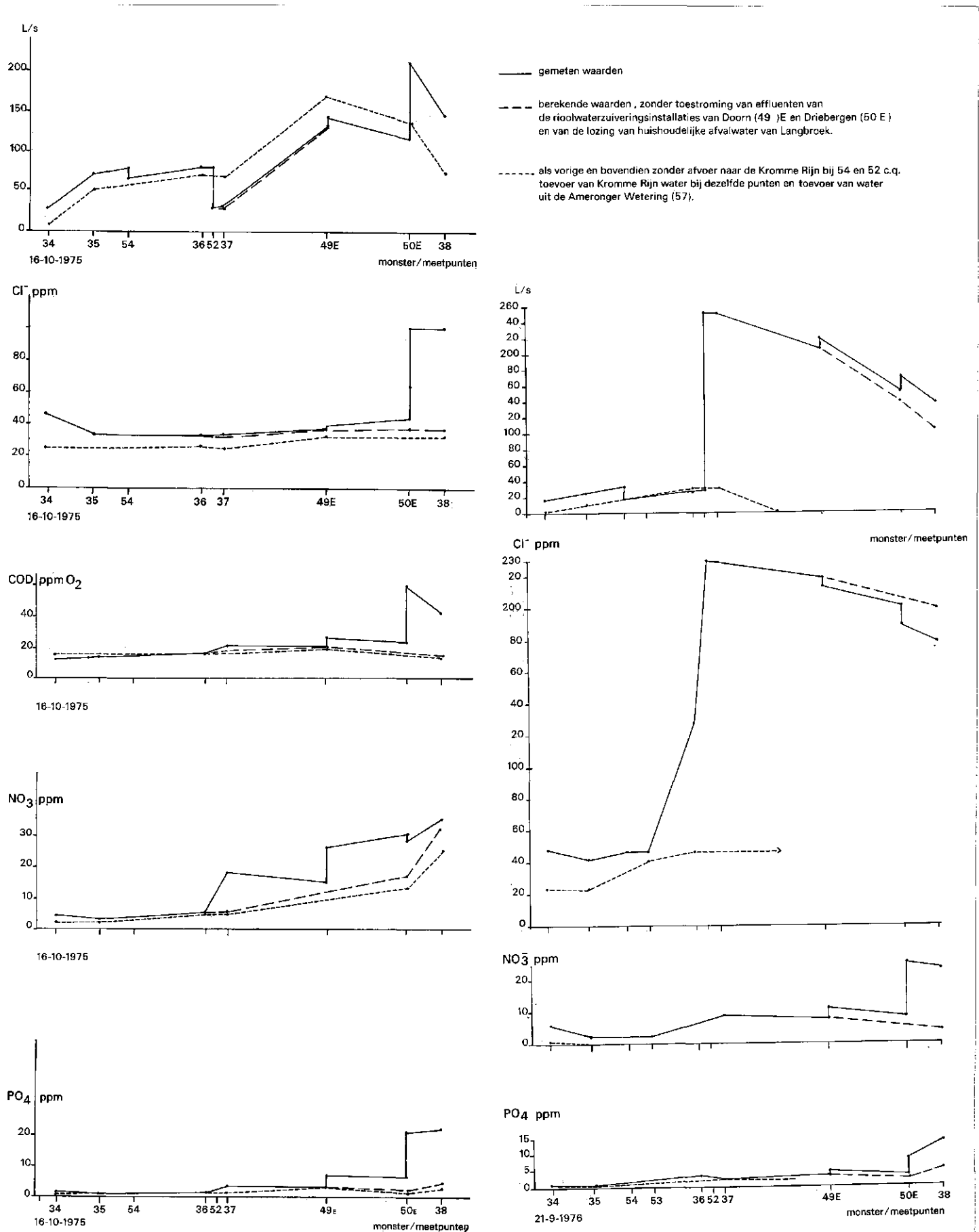
optreedt. Alleen in de extreem droge zomer van 1976 stagneerde hier de afvoer en heeft het water enige weken stilgestaan.

In de laatste sektie van de wetering vindt wegzijging plaats. De sprongen in de grafiek van afb. 4 worden veroorzaakt door:

- afvoer naar de Kromme Rijn (monsterpunt 54);
- in- en uitstroming naar de Kromme Rijn (punt 52);
- effluenten van rioolwaterzuiveringsinrichtingen van Doorn (49E) en Driebergen (50E).

Afb. 4 - Verloop van de afvoer van de Langbroeker wetering.





Afb. 5 - Verloop van de afvoer van de gemeten chemische belasting van de Langbroeker Wetering.



Het opmeten van de overstorthoogte (meetpunt 34).

Door de invloeden van Kromme Rijn en beide effluenten te kwantificeren is het mogelijk de theoretische waarden weer te geven indien beide invloeden afwezig zijn. De resultaten hiervan zijn weergegeven in afb. 5. De metingen op 21-9-1976 (rechterdeel afb. 5) tonen het watertekort in de zomer van 1976, hetgeen gekompenseerd wordt door de inlaat van (Kromme) Rijnwater bij punt 52. Door het studiegebied op te delen in enkele hydrologische sekties, is het mogelijk de in de inleiding genoemde invloeden te onderzoeken. Deze sekties verschillen o.m. door:

- lozing van afvalwater van rioolwaterzuiveringsinrichtingen van Doorn (12.000 i.e.) en Driebergen (32.000 i.e.);
- lozing van ongezuiverd afvalwater van het dorp Langbroek (1900 i.e.);
- dichtheidsverschillen van de verspreide, niet gerioleerde bebouwing;
- verschillen in oppervlakte (semi)-natuurterrein en bossen;
- verschillen in agrarische activiteiten (weidebouw, maïsteelt etc.).

In afb. 6 is de netto afvoer van sektie 35 - 36 (afb. 2) weergegeven. Tevens zijn hier in enkele waarden weergegeven betreffende de chemische eigenschappen van de netto waterinstroming uit die sektie zelf. Op deze manier is het mogelijk de herkomst, mede door die chemische eigenschappen per sektie te bepalen. Door vergelijking van meerdere sekties is gebleken, dat de invloed van de lozing van huishoudelijk afvalwater door verspreide bebouwing langs de Langbroeker Wetering slechts van geringe betekenis is. Hierbij geldt als leidraad, dat dit soort lozingen

tamelijk konstant zijn, en derhalve bij hoge afvoeren min of meer evenredig verdund worden en vice versa. Wel bleek een zekere beïnvloeding van het fosfaatgehalte aanwezig: tot 30 % van de gemeten fosfaatwaarden bij gemiddelde afvoer is afkomstig van huishoudelijk afvalwater (Langbroeker Wetering).

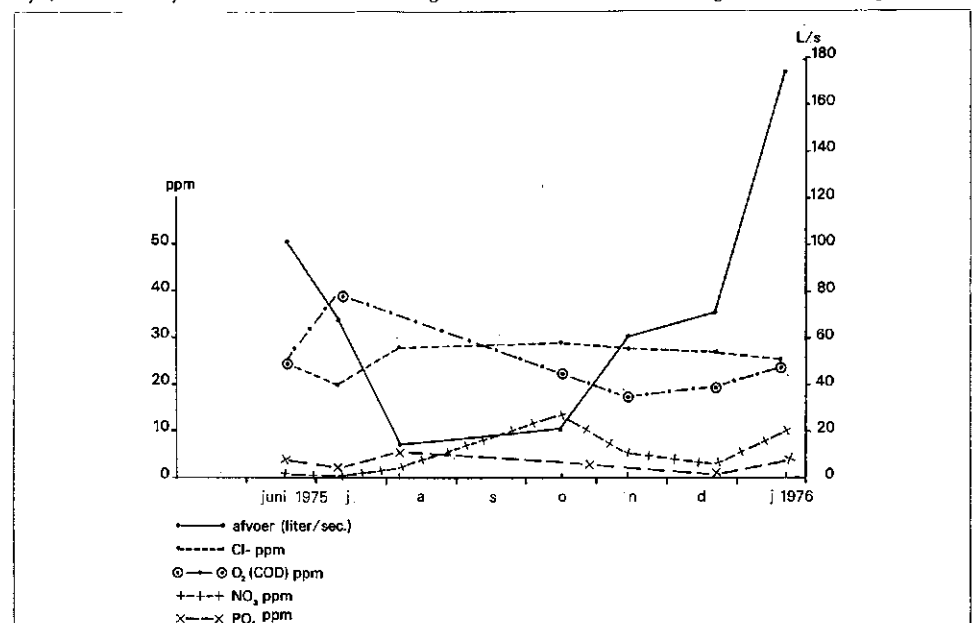
Het effect van bemesting op de waterkwaliteit kan bepaald worden door de chemische parameters van grondwater in natuurgebieden te vergelijken met dat in landbouwterreinen (zie tabel I) en deze weer met de berekende chemische parameters in oppervlaktewater per sektie. Uit een evaluatie van de diverse invloeden t.a.v. de waterkwaliteit in de Langbroeker Wetering op deze wijze herleid, kwamen als belangrijkste oorzaken naar voren:

- de lozing van afvalwater van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen van Doorn en Driebergen;

TABEL I - Chemische eigenschappen van het ondiepe grondwater (gemiddelden) en van de neerslag (gewogen gemiddelden en gecorrigeerd i.v.m. de verdamping) over 1975.

neerslag (gew. gem. x 2,24)	ph	$\mu\text{S/cm}$	Cl ⁻ ppm	Na ⁺ ppm	K ⁺ ppm	PO ₄ ³⁻ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	HCO ₃ ⁻ ppm	Ca ²⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm
Wageningen (litt.)	4,7	150	15,7	9,0	< 2,0	0,17	6,9	10,1	4,4	< 2,0
Leersum	4,1	116	11,0	4,5	2,5	< 0,2	5,2	—	4,8	0,8
grondwater (gem.) buis nr.										
01	4,5	191	14	4,6	6,8	2,0	20,9	3,0	5,6	5,1
02	4,4	92	15	5,4	0,9	1,2	4,4	2,7	0,8	0,6
03	4,3	170	16	5,3	2,5	2,8	16,5	2,6	3,3	2,4
04	4,0	309	30	13,7	1,8	2,7	58,0	—	2,6	1,7
05	4,1	307	27	12,0	1,7	4,8	6,6	—	1,5	1,2
06	7,6	524	20	14,5	12,6	5,6	109,0	180	39,3	7,2
07	6,8	393	28	14,2	5,2	4,5	0,3	164	24,1	5,6
09 ₂	7,2	550	27	7,8	1,0	1,9	4,7	261	33,0	10,2
09 ₆	7,1	826	27	11,4	0,9	9,8	5,0	486	43,8	13,9
10	7,4	603	46	19,3	2,4	3,6	3,0	304	25,4	8,1
11	7,7	187	17	6,1	1,0	2,7	0,2	75	21,1	2,2
12	7,8	172	19	6,7	1,1	4,6	0,5	72	13,5	2,5
13	7,5	436	34	13,2	1,2	2,8	—	175	31,8	4,1

Afb. 6 - Netto afvoer en chemische belasting van sektie 35-36 van de Langbroeker Wetering.



- de lozing van ongezuiverd afvalwater van het dorp Langbroek;
- de inlaat van Kromme Rijnwater.

In afb. 5 zijn daarom behalve de gemeten waarden, tevens de berekende waarden voor chloride, fosfaat en nitraat weergegeven, zoals die aangetroffen zouden zijn zonder genoemde invloeden.

Hieruit blijkt wel een verbetering het stoppen van deze lozingen en inlaat oplevert. In november 1976 is de dorpskern Langbroek op de zuiveringsinstallatie van Wijk bij Duurstede aangesloten en de analyses in 1977 vertonen dan ook een sterk verbeterde (chemische) waterkwaliteit.

In verband met de noodzakelijke aanwezigheid van water voor de berekening van landbouwgrond is in 1976 zeer veel water uit de Kromme Rijn ingelaten. De chemische kwaliteit van dit water is echter zo slecht, dat de effluënten van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen zelfs nog tot een verbetering leiden.

Diezelfde droge zomer heeft er overigens toe geleid, dat men zich in de landbouw de steeds verdergaande verdroging van het gebied en vooral de hogere delen daarvan, is gaan realiseren. De oorzaak hiervan is zeker niet alleen het klimatologische verschijnsel van een reeks relatief droge jaren (Walter, 1977), maar ook het gevolg van de in dezelfde periode sterk toegenomen grondwaterwinning t.b.v. de drink- en industriewatervoorziening en ook door maatregelen geïnitieerd door de landbouw zelf (Bleuten, 1979). Door namelijk het (winter)grondwaterpeil extra laag te houden is de geborgen watervoorraad in de bodem tijdens het groeiseizoen snel uitgeput, te meer daar in dezelfde periode de grondwaterstroom van de heuvelrug naar dit gebied afneemt, weer mede door genoemde grondwateronttrekkingen, welke immers afgestemd zijn op de vraag en niet teruggekoppeld worden op het neerslagoverschot. Beregeningsinstallaties moeten hierdoor steeds vroeger in het jaar worden ingeschakeld en omdat de sloten niet voldoende water kunnen bevatten voor zulke grote aanspraken, moet derhalve weer eerder en meer (Kromme) Rijnwater ingelaten worden. Opgemerkt dient hierbij te worden, dat beregeningsinstallaties aanvankelijk aangeschaft voor bestrijding van droogteschade, steeds meer worden ingezet voor productieverhoging.

Tenslotte speelt er nog een ruimelijk aspect mee in die zin, dat het verlagen van de grondwaterstand in het laagste deel van het komgebied het extra moeilijk maakt in het iets hogere zandgebied het grondwater, en het slootwater op peil te houden. De wens vanuit de landbouw om voldoende water ter beschikking te hebben om de

hogere gronden te kunnen beregenen, heeft er toe geleid dat er vanuit het Waterschap Kromme Rijn, dat het peilbeheer (kwantiteitsbeheer) in handen heeft, plannen ontwikkeld worden om extra hoeveelheden (Kromme) Rijnwater naar dit gebied te brengen.

De kwaliteit van dit water is echter, zoals bekend, slecht en aangezien door beregening dit water verspreid zal worden over grote oppervlakken kan daardoor in het hele Langbroeker gebied grond- en oppervlaktewater verontreinigd worden.

Er moet ernstig overwogen worden, of in dit bijzondere geval niet beter grondwater (van goede kwaliteit) gebruikt kan worden, ondanks het nadeel dat door beregenen extra verdampingsverliezen zullen optreden, wat op zijn beurt weer tot een geringe peilverlaging kan leiden (een afwegingsonderzoek betreffende deze twee alternatieven is reeds gestart).

Normen - Grenswaarden

Uitgaande van bestaande grenswaarden die toelaatbaar geacht worden voor 'de waterkwaliteit' blijkt dat deze voornamelijk gericht zijn op één bepaalde functie bijv. zwemwater, drinkwater. Deze normen zijn samengevat in het Indikatief Meerjaren Programma de bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater 1975 - 1979 (IMP).

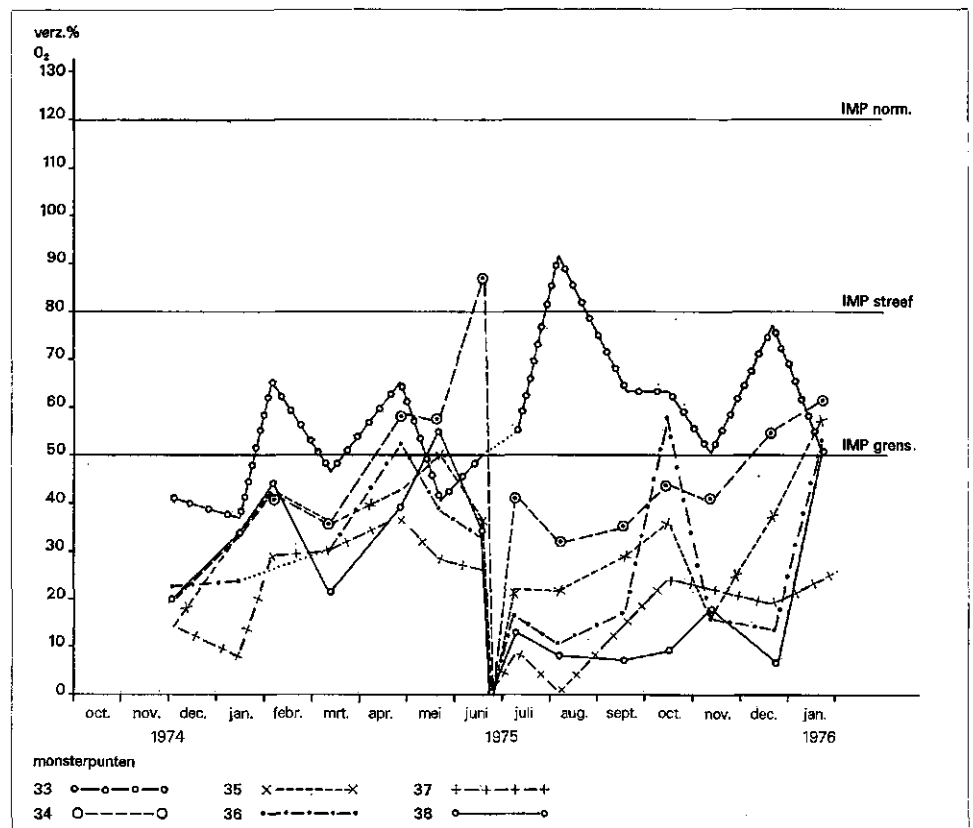
De hierin vermelde waarden worden door Water- en Zuiveringsschappen, Provinciale Waterstaten e.a. gebruikt ter beoordeling van de waterkwaliteit. Deze beoordelingen blijken echter voornamelijk gebaseerd te zijn op het zeer wisselende zuurstofgehalte (Asman en Korff de Gidts, 1973) en de storingsgevoelige BOD₅²⁰ bepaling (Van Stralen & Kersting, 1977).

Ter illustratie van de onbruikbaarheid is in afb. 7 het zuurstofgehalte in de Kromme Rijn vergeleken met monsterpunten in de Langbroeker Wetering. Duidelijk blijkt dat de afvalwaterrievier de Kromme Rijn beter gewaardeerd wordt dan de door kwel en neerslag gevoede Langbroeker Wetering. Het toepassen van de IMP-normen op waarnemingen gedurende twee jaar op een 100-tal punten in het Kromme Rijn gebied is een weinig zinvolle zaak gebleken.

Er zijn zo weinig verschillen (en dan nog vaak tegenstrijdige) aan te geven dat het doel 'de bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater' niet bereikt kan worden.

Nu bestaat natuurlijk de mogelijkheid dat het gehele Kromme Rijn gebied zo'n goede waterkwaliteit heeft dat er geen sanering nodig is. Aangezien echter de Kromme Rijn gevoed wordt met Rijnwater, waar de slechte kwaliteit alom van bekend is en daarnaast nog ongezuiverd afvalwater ontvangt van Cothen en Wijk bij Duurstede

Afb. 7 - Zuurstof verzadigingswaarden van de Langbroeker Wetering: (34 t/m 38) en Kromme Rijn (33) in vergelijking tot de IMP normen.



(tot 1-1-'76) lijkt deze laatste stelling niet gerechtvaardigd en blijft alleen over dat de IMP-normen te ruim gekozen zijn.

Een beter criterium waarop men normen kan baseren is het in de toxicologie bekende 'no-effect level', dit is dat niveau waarop geen veranderingen in het organisme of biocoenose waarneembaar zijn.

Een probleem bij een dergelijke norm is dat er nog weinig bekend is over dit 'no-effect level' van de vele in het water aanwezige stoffen en eventuele synergetische en antagonistische werking voor het waterleven.

Om, bij afwezigheid van ecologisch toxicologisch gefundeerde grenswaarden gebaseerd op het 'no-effect level', toch een praktisch bruikbare indeling van de verschillende wateren in het Kromme Rijn gebied te verkrijgen, met als doel een sanering van het oppervlaktewater, zijn gebiedsgebonden normen ontwikkeld. Ook uit onderzoek van C. C. Toussaint en J. A. A. M. van Steenvoorden (1976) in West-Nederland blijkt de plaatselijke effecten op de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit. Zij wijzen op de diffusie van nitraat uit veenlagen in grond- en oppervlaktewater, waardoor in veengebieden ook aangepaste normen noodzakelijk zouden zijn.

De door ons ontwikkelde normen zijn als volgt tot stand gekomen. Jarenlang onderzoek in de niet door vervuiling beïnvloede binnengracht van het Fort bij Rijnauwen en in ondiepe grondwaterstandsbuizen geplaatst in raaien van natuur- naar cultuurgebieden leverden de ondergrens: de lage grenswaarde.

Een probleem bij het vaststellen van een eventuele bovengrens is dat er nog te weinig onderzoek gedaan is waarin de relaties tussen chemische parameter en organisme/biocoenose zijn uitgewerkt. Voor een enkel organisme of taxa bijv. *Daphnia*'s, diatomeën is dit reeds gedaan.

Om toch een onderscheid te kunnen maken tussen de verschillende waarden boven de lage grenswaarde zijn alle waarnemingen per maand en per parameter gerangschikt naar opklimmende waarde. Die waarde waar een 'sprong' van tweemaal de voorafgaande waarde werd waargenomen is om pragmatische redenen als bovengrens gekozen.

Deze procedure leverde de volgende Kromme Rijn Gebieds-gebonden Grenswaarden:

	Lage KRGG	Hoge KRGG
Cl-	25 ppm	100 ppm
Geleidingsvermogen	400 μ S/cm	600 μ S/cm
NO ₃ -	5 ppm	20 ppm
ortho-PO ₄ ³⁻	1 ppm	4 ppm

Deze KRGG blijken bij toepassing op

TABEL II - Verandering in de chemische waterkwaliteit van de Langbroeker Wetering t.g.v. extreme neerslag op 23 en 24 juni 1975.

	mp 34					mp 36					mp 38				
	O ₂	Cl-	COD	NO ₃ -	PO ₄ ³⁻	O ₂	Cl-	COD	NO ₃ -	PO ₄ ³⁻	O ₂	Cl-	COD	NO ₃ -	PO ₄ ³⁻
17/6	8,6	32	19	3,5	4,9	3,2	25	22	1,6	4,1	3,4	62	28	3,0	7,5
25/6	0	15	113	30,0	4,3	0	13	65	14	3,4	0	29	66	9,5	3,6
26/6	0					0					0,3				
9/7	3,8	24	23	2,0	2,2	1,5	22	34	0,7	2,6	1,2	42	37	6,0	6,1

Waarden in ppm.

andere datasets een onderscheid mogelijk te maken (Beltman, Bleuten & Maas 1976, Beltman 1977). Dat een regelmatige registratie van parameters uitsluitel kan geven over invloeden van 'de mens' mag uit bovenstaande duidelijk zijn.

Ook de natuur kan grote invloed hebben; hetgeen mag blijken uit het effect van een onweersbui die van 23 op 24 juni 1975 viel. Tijdens deze bui, die gemiddeld 1 maal in de 80 jaar voorkomt (geg. KNMI) viel binnen enkele uren 65 mm regen, hetgeen een enorme wateroverlast en een sterk verhoogde afvoer gaf.

Door de 2-4 maal zo grote afvoer dan normaal is veel bodemmateriaal opgeweeld (COD-verhoging), terwijl tevens oppervlakkige afspoeling van de daarvoor net bemeste weilanden heeft plaatsgevonden (zie nitraatgehalten in tabel II).

De sterke COD-verhoging resulteerde in een uitputting van de opgeloste zuurstof, gevolgd door een enorme visstrefte (o.a. voorn, zeelt, snoek).

Daarnaast is door de enorme afvoer een wegspoelen van de aanwezige makrofauna en plankton opgetreden.

Hydrobiologie

Naast het beschreven hydrologische en fysisch-chemische onderzoek heeft ook een intensief biologisch onderzoekprogramma plaatsgevonden.

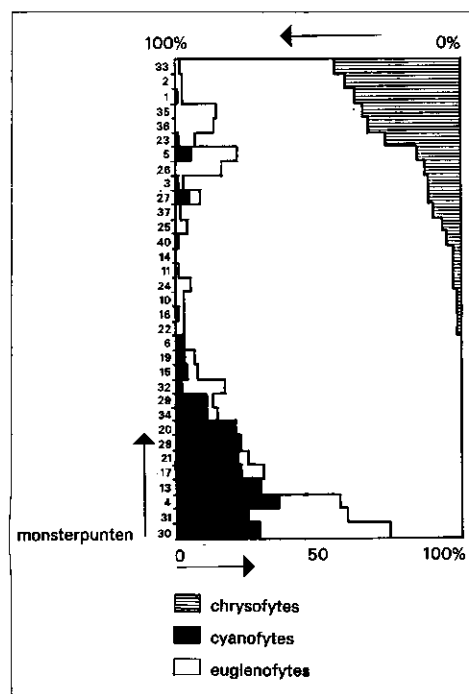
Plankton

Hierbij is voornamelijk fytoplankton geïventariseerd omdat gebruik gemaakt is van de bezinkingsmethode bij het verzamelen.

De soorten organismen zijn gebruikt als indikator voor een bepaalde waterkwaliteit. Hierbij is gebruik gemaakt van enkele bekende saprobiesystemen (vervuilingsystemen) o.a. (Sladeczek 1973, Kolkwitz 1950) en resultaten van onderzoeken in Nederland (Schroevens 1973).

Naast de beoordeling m.b.v. indikator organismen is ook de verdeling over bepaalde groepen organismen bekeken (Dresher & v.d. Mark 1976).

In afb. 8 is de verdeling over een aantal indicatieve groepen weergegeven. Hierbij indiceren chrysofyten niet vervuild water



Afb. 8 - Verdeling van een anatal phytoplankton groepen indicatief voor vervuiling.

en duiden cyanofyten en euglenofyten op een verstoring.

Recentelijk is de computer ingeschakeld bij het relatie-onderzoek fytoplankton-fysische en chemische waterkwaliteit. Met behulp van het Biopat-programma van Hogeweg & Hesper (1972) worden deze analyses uitgevoerd.

Makrofauna

Voor makrofauna bestaan enkele saprobiesystemen gebaseerd op vervuiling met organisch materiaal voor rivieren en beken (Sladeczek 1973, Moller Pillot 1971). Deze zijn echter niet zonder meer toepasbaar op het onderzoek in sloten en weteringen. Zo zal de bekende rode muggelarve *Chironomus* in beken een organische vervuiling indiceren, maar in sloten in het veenweide gebied 'natuurlijk' voorkomen. Met behulp van uit de vegetatiekunde bekende technieken zijn ecologische tabellen gemaakt, terwijl daarna gestart is met de typologisering van de slootfauna m.b.v. het computerprogramma Biopat en de hulp van dr. P. Hogeweg.

Waterplanten

Water en oeverplanten zijn alleen gebruikt in de kleinere watergangen omdat deze in de hoofdweteringen enige malen per jaar m.b.v. maaikorf en maaiboot verwijderd worden.

Hierbij bleek o.a. dat:

De waterviolier (*Hottonia palustris*) een uitstekende indikator is voor de kwel vanuit het Utrechtse Heuvelrug-complex.

De krabbescheervegetatie sterk afgenomen is (mede?) na de inlaat van Kromme Rijnwater in de droge zomer van 1976.

De krabbescheervegetatie is verdwenen ondanks het weer 'als vanouds' zijn van de chemische samenstelling.

Recent Amerikaans onderzoek (Charudattan 1978) indiceert dat tevens een schimmelinfektie oorzaak kan zijn van de terugloop van de krabbescheervelden.

De vroegtijdige schoning vergroot de explosieve groeimogelijkheid van waterpest. (*Elodea canadensis* en *E. nuttallii*) waardoor het beoogde hydraulische effect te niet gedaan wordt en tevens de kosten van onderhoud zullen stijgen.

5. Conclusies

Aanbevelingen voor verbetering van de waterkwaliteit gebaseerd op de modelstudie uitgevoerd in het Kromme Rijngebied komen voort uit de verschillende bovengenoemde aspecten.

Hierbij kan o.a. gesteld worden:

— De onttrekking van grondwater aan de Utrechtse Heuvelrug voor drinkwater doeleinden, zou meer gericht moeten worden op de nettoneerslag, verdere onttrekkingen moeten buiten het eigenlijke infiltratiegebied gezocht worden en het gebruik van oppervlaktewater sterk overwogen.

— Industriële onttrekking, veelal koelwater! dient te verminderen en gebruik van oppervlaktewater en recycling van proceswater dient nader onderzocht te worden.

— Het overschot aan schoon water in de wintermaanden dient zoveel mogelijk in het gebied gehouden te worden o.a. door vergroting van de bergingscapaciteit door het ophalen en uitdiepen van dichtgegroeide sloten. Hierdoor kan de inlaat van (Kromme) Rijnwater voorkomen en/of beperkt worden.

— De lozing van de effluenten van de rioolwaterzuiveringsinstallaties van Doorn en Driebergen dienen kwalitatief verbeterd te worden en plaats te vinden in de Kromme Rijn. De rioolwaterzuiveringsinstallaties van Doorn en Driebergen zijn de grote vervuilers van het gebied. Ondanks het feit dat de capaciteit voldoende is (28.000 resp. 48.000

TABEL III - Enkele waarden van chemische parameters van het oppervlaktewater (waarden in ppm).

monsterpunten (zie afb. 1)	34		36		37		49		49E		50		50E		38		Kromme Rijn	
	1975	76	75	76	75	76	75	76	75	76	75	76	75	76	75	76	75	76
chloride																		
min.	14	13,5	13	28	26	29	29	26	48	49	36	27	140	94	28	33	48	79
gemiddelde	29	26	30	91	43	108	37	112	78	80	42	108	142	110	48	88	162	155
max.	49	39	38	160	90	229	90	219	100	125	92	199	150	127	100	179	220	265
nitraat																		
min.	0,1	0,1	0,6	1,9	0,1	0,1	2,3	0,2	22	40	9,0	4,2	25	21	3,0	9,0	2,3	2,1
gemiddelde	1,2	1,0	1,3	2,1	8,2	6,3	8,1	6,7	88	81	17	27	35	38	20	33	9,5	10,5
max.	11	29	14	14	18	13	15	8,5	160	155	30	74	50	67	35	54	20	14
ortho-fosfaat																		
min.	0,4	0,5	0,5	1,9	0,8	1,0	0,8	2,1	8,0	11	2,8	4,1	40	23	3,5	2,3	1,0	1,2
gemiddelde	2,5	2,1	2,6	3,2	2,8	5,1	2,8	3,3	28	45	13,4	5,3	25	29	13,5	15,2	1,3	1,6
max.	4,9	3,1	4,5	11,5	8,1	17,9	5,3	3,7	56	150	7,5	40	50	46	22	28,1	4,4	2,4

i.e.) is de kwaliteit van de effluenten bedroevend (zie tabel III).

— Het schonen/sloten (d.w.z. verwijderen van waterplanten) dient in het najaar te geschieden i.v.m. de grote invloed op de biocoenose.

— De stuwen in de Cothergrift en Kromme Rijn bij Wijk bij Duurstede dienen vernieuwd te worden. Deze stuw is in 1978 vervangen door een moderne stuw. De stuw in de Cothergrift is echter nog steeds 'zo lek als een mandje'.

— Waterkwaliteitsonderzoeken (biologisch en fysisch chemisch) dienen gelijktijdig met kwantiteitsmetingen verricht te worden.

— Het gebruik van beregeningsinstallaties t.b.v. de landbouw dient eigenlijk alleen plaats te vinden voor het behoud van de produktie en niet ter vergroting; het gebruik van oppervlaktewater verdient dan in het algemeen de voorkeur boven grondwater echter met dien verstande dat indien daartoe vervuild water van elders opgemalen moet worden er eerst een afweging gemaakt moet worden welke van de twee het minste neveneffecten heeft voor grond- en oppervlaktewater kwantitatief en kwalitatief.

Literatuur

- Anonymus, 1975. *De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater; indicatief meerjarenprogramma 1975-1979*. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.
- Asman, W. en Korff de Gidts, J. 1973. *Zuurstofhuishouding in stromend oppervlaktewater*. KRP-Rapport nr. 24.
- Beltman, B., Bleuten, W. en Maas, P. R. M., 1976. *Ecological survey in the Kromme Rijn area, a base for planning and management of National Parks*. Proc. IVth Symp. on Problems of Landscape Research ('Ecological Data for Optimum Landscape Utilization'), Bratislava, Czechoslovakia.
- Beltman, B., 1977. *Waterplan voor het Universiteitscentrum de Uithof te Utrecht*. Berichten Fysisch Geografische Afdeling no. 11. Geografisch Instituut, Utrecht, p. 33-43.
- Bleuten, W., 1979. *De relatie drink- en industrie-*

- watervoorziening en grondwaterwinning* (in prep).
- Dresher, Th. & v. d. Mark, H. 1976. *A simplified method for the biological assesment of the quality of fresh and slightly barkish water*. Hydrologia 48.
- Kolkwitz, R. 1950. *Oekologie der Saprobien Schriftenreihe des Vereinsf. Wasser-, Boden- und Lufthygiene Piscator-verlag Stuttgart*.
- Charudattan, R. and McKinney, D. E., 1978. *A Dutch isolate of Fusarium roseum 'Culmoren' may control Hydrilla verticillata in Florida*. 5th International symposium on aquatic weeds Amsterdam.
- Hogeweg, P., 1976. *Topics in Biological Pattern Analysis*. Thesis, State University, Utrecht.
- Moller Pillot, H. K. M., 1971. *Faunistische beoördeling van de verontreiniging in laaglandbeken*. Thesis, Tilburg.
- Schroevers, P. J., *Een handleiding voor de beoördeling van water volgens biologische maatstaven gebaseerd op onderzoek aan plantaardige mikro-organismen*. RIN, Leersum.
- Sladeczek, V., *System of Water Quality from the biological point of view Ergebnisse der Limnologie*, heft 7, 1973.
- Toussaint, C. G., and Steenvoorden, J. H. A. M. *Eutrofie en organische vervuiling van het oppervlaktewater in West-Nederland*. Nota 711 JCW 1976.
- Werkgroep Biologische Waterbeoordeling 1977. *Biologische waterbeoordeling; methoden voor het beoordelen van het zoete Nederlandse oppervlaktewater op biologische grondslag*. Instituut Milieuhygiene en Gezondheidstechniek TNO, Delft.
- Kromme Rijn Projekt 1974. *Het Kromme Rijnlandschap, een ekologische visie*, Stichting Natuur en Milieu, Amsterdam.
- Stralen, M. van & Kersting, K., 1977. *De BOD₅²⁰-test, een onbruikbare maatstaf voor de bepaling van de kwaliteit van oppervlaktewater*, H₂O (10) 1977, p. 329.
- Walter, F., 1977. *De grondwaterstanden in de droge zomer van 1976*. H₂O (10) 1977, p. 180-184.

