

# De kwaliteit van het Maaswater in Nederland

## 1. De ontwikkeling van het oppervlaktewateronderzoek door het RIZA

Het RIZA heeft onder meer tot taak, adviezen te geven aan allerlei instanties en personen, zowel waterbeheerders, watergebruikers als wateronderzoekers, over de toelaatbaarheid van lozingen, problemen betreffende de kwaliteit van oppervlaktewateren, maatregelen om deze te verbeteren, enz. Daartoe is het noodzakelijk dat het Instituut zo goed mogelijk op de hoogte is van de kwaliteit van de oppervlaktewateren waar het om gaat. Dit vereist wateronderzoek ter plaatse.

Vroeger, dat wil zeggen ongeveer 20 jaar geleden, werd zo'n onderzoek veelal ad hoc uitgevoerd, doelgericht op een bepaald probleem waarover om advies werd gevraagd. In de loop van de vijftiger jaren groeide het besef, dat dit niet voldoende was, vooral niet bij de grotere wateren zoals de grote rivieren. Deze stonden onder invloed van zoveel lozingen, zowel binnen als buiten Nederland, dat er behoefte aan een meer continue informatie betreffende de waterkwaliteit ontstond.

Zodoende werd in het begin van de vijftiger jaren aangevangen met het eerste min of meer routinematige onderzoek. Het is opvallend dat dit juist in de Maas plaatsvond, de rivier die het onderwerp van deze 24e Vakantiecursus Drinkwatervoorziening vormt. Enkele jaren later werd er ook een routinematig onderzoek opgezet voor de Rijn, in het kader van het werk van de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging. In het begin van de zestiger jaren werd eveneens begonnen met een routinematig onderzoek van de Waterweg.

In 1965 werd het onderzoek van de grote rivieren: de Maas en de Rijnakken, tot één geheel gecoördineerd. In 1966 werd dit programma uitgebreid met de Westerschelde, en in 1971 met het Hollandsch Diep-Haringvliet (na de afsluiting), de Noord- en Zuidhollandse Noordzeekust, de Waddenzee en de Eems-Dollard. Het programma groeit nog verder uit tot het alle belangrijkste Rijkswateren omvat.

Hierbij moet worden gesteld, dat vele onderzoeken in samenwerking met andere onderdelen van Rijkswaterstaat, en met diverse instituten buiten het lichaam, worden uitgevoerd. Dit vereist uiteraard een straffe organisatie.

Zo'n onderzoek als dat van de Maas is in de loop van de tijd ook sterk geëvolueerd. De monsters worden per auto verzameld, en genomen vanaf bruggen, veerponten, stuweilanden e.d., dus op plaatsen waar de invloed van de oever met eventuele lozingen zo gering mogelijk is. Het Maasonderzoek begon in 1950 met de plaatsen Heusden, Keizersveer, Drimmelen en Moerdijkbrug, alle dus gelegen in het Noordwesten van Noord-Brabant, in verband met de bereikbaarheid vanuit het RIZA te Voorburg. De frequentie van onderzoek was eens per maand, en de analyses bestonden uit de temperatuur, de gehalten aan zuurstof, BOD<sub>5</sub>, ammoniumion, chloride-ion, en de pH.

In 1953 kwamen Grave, Lith en Hedel erbij, nu werd dus het gehele Noord-Brabantse gedeelte van de Maas

bestreken. De frequentie werd opgevoerd tot twee bemonsteringen per maand, en de analyses werden op sommige plaatsen uitgebreid met de gehalten aan nitraat-ion en fenolen.

In 1960 werd ook het Zuid-Limburgse gedeelte van de Maas in het onderzoek betrokken, in samenwerking met de Directie Limburg van de Rijkswaterstaat (de beheerder van de rivier). De bemonsteringsplaatsen waren Eijsden, Borgharen, Berg, Linne, Roermond, Grubbenvorst en de zijbeek de Ur. De analyses werden op sommige plaatsen uitgebreid met de gehalten aan nitraat, fenolen, detergenten en orthofosfaat. De frequentie van bemonstering te Eijsden werd opgevoerd tot eenmaal per week.

In 1965 werd het net van bemonsteringsplaatsen voltooid met Belfeld en Sambeek (wat betekende dat nu alle zeven stuwen in het programma waren opgenomen), benevens de zijbeken Roer, Niers en Dieze. De analyses voor de verschillende bemonsteringsplaatsen werden in onderlinge overeenstemming gebracht, en uitgebreid met de gehalten aan totaal stikstof, hydrolyseerbaar fosfaat, sulfaat-ion en de geleidendheid.

In 1968 werd te Keizersveer aangevangen met een regelmatige bepaling van het oliegehalte, in 1969 werd voor een groot aantal bemonsteringsplaatsen de bepaling van het gehalte aan totaal-fosfaat ingevoerd, terwijl de bemonsteringsplaats Berg werd vervangen door Maaseik, en in 1970 werd te Grave begonnen met het bepalen van de gehalten aan zware metalen.

Aan verdere uitbreiding van het analysepatroon wordt juist in deze jaren hard gewerkt. De realisering daarvan is afhankelijk van de capaciteiten van de betrokken laboratoria. De ontwikkeling gaat ook in de richting van veel frequentere metingen. Deze zijn alleen mogelijk bij onderzoek ter plaatse, in bijvoorbeeld daartoe te installeren onderzoekstations.

Plannen hiervoor zijn al in vergevorderde staat van ontwikkeling. Vooralnog wordt gedacht aan het plaatsen van een tweetal van laboratoria voorziene pontons: één in de Maas te Eijsden, en één in de Rijn te Lobith. Op deze pontons zullen de daartoe geschikte parameters continu (of zeer frequent) worden gemeten. Daarnaast zullen er monsters kunnen worden verzameld, zowel van water als van het daarin meegevoerde slib. Er zal extractie kunnen plaatsvinden op organische stoffen, waaronder pesticiden. Ook zullen doorstroom-aquaria worden geïnstalleerd met vissen en andere waterdieren, ter accumulatie van allerlei stoffen, die in daartoe gespecialiseerde laboratoria kunnen worden onderzocht. Dit alles wijst er wel op dat een heel aantal instellingen bij dit project samenwerkt, o.a. RIZA, RIV, RID, terwijl ook sommige universiteitslaboratoria belangstelling hebben. De ervaringen met de meetpontons zullen moeten uitwijzen, in hoeverre zij op meer plaatsen kunnen worden opgesteld, om zo de informatiestroom op te voeren. Doch voorlopig zal het vooral gaan om de technische kant van de kwaliteitsmetingen, de uitvoerbaarheid en betrouwbaarheid daarvan. Het spreekt vanzelf, dat de

ervaringen die tot nu toe bij het Duitse meetstation voor de Rijn te Bimmen (op de grens met Nederland) zijn bereikt, hierbij een grote rol spelen.

## 2. Samenwerking bij het oppervlaktewater-onderzoek

In het bovenstaande is daarvan al verscheidene malen gewag gemaakt. Tot voor enige jaren is er altijd al min of meer een scheiding geweest tussen „oppervlaktewater-beheerders” (door velen slechts gezien als zijnde „afvalwaterontvangers”), en „drinkwaterbereiders”. Deze scheiding is niet zo vreemd als zij lijkt. De twee genoemde groepen bekijken het intermedium, het oppervlaktewater, vanuit diametraal tegenover elkaar staande gezichtspunten. De oppervlaktewater-beheerders beschouwen het water, noodgedwongen, van de kant van de zich opdringende lozingen: hoeveel kan er nog bij, wat moet er af, welke parameters zijn hierbij van belang, welke andere belangen spelen een rol. De drinkwaterbereiders beschouwen het water, uiteraard, van de kant van de onttrekking: wat zit erin, wat zijn de aan drinkwater te stellen eisen, wat en hoe moet er worden gezuiverd, welke parameters zijn hierbij van belang.

Het gevolg is duidelijk geweest, dat de twee genoemde groepen instanties verschillende parameters en normeringen zijn gaan hanteren. Zij hebben zich, dienaangaande, in enigszins uiteenlopende richtingen gespecialiseerd.

Het is evenzeer duidelijk dat zij naar elkaar toe moeten groeien. Het onderzoek en de beoordeling van de waterkwaliteit dient immers beide groepen. Gelukkig is er de laatste tijd steeds meer sprake van een integratie van het kwaliteitsonderzoek. Vooral bij de Maas, doch ook bij andere rijkswateren, is de beheerder druk bezig de verschillende onderzoekingen bijeen te brengen, en vindt de nodige coördinatie plaats.

Daarbij kristalliseert zich langzamerhand een werkverdeling uit, die in grote lijnen hierop neerkomt:

- algemene traditionele parameters, en in toenemende mate zware metalen: hoofdzakelijk het RIZA;
- pesticiden en andere gifstoffen, zware metalen: hoofdzakelijk het RIV;
- smaak- en geurbedervende stoffen en aanverwanten: hoofdzakelijk het RID, in samenwerking met het KIWA.

## 3. De verwerking van de gegevens

Het huidige onderzoekprogramma van de Maas levert per jaar ongeveer 10.000 gegevens op. Deze worden momenteel nog met de hand bewerkt, dat wil zeggen getabellariseerd en in grafiekvorm overgebracht.

Deze gegevens staan voor iedereen ter beschikking. Velen hebben er tot nu toe om gevraagd en hebben ze ontvangen. Dat is uiteraard een onbevredigend systeem. Om deze reden is jarenlang gewerkt aan openbare rapportering. Deze zal plaatsvinden in de vorm van een „Jaarboek der waterkwaliteit van de Rijkswateren”, dit in navolging van het bekende „Jaarboek der waterstanden” van de Rijkswaterstaat. Deze jaarboeken zullen worden uitgegeven in de serie „Mededelingen van het RIZA”. De eerste jaargangen, die over 1965 en 1966, zijn inmiddels verschenen. De navolgende jaargangen, 1967 - 1971, zijn vrijwel persklaar. Nadat de achterstand is ingelopen, zal elk jaar een dergelijk „jaarboek” verschijnen.

Voor de rapportering is gekozen voor een weergave van de meetresultaten in de vorm van grafieken. Deze bestaan uit twee typen:

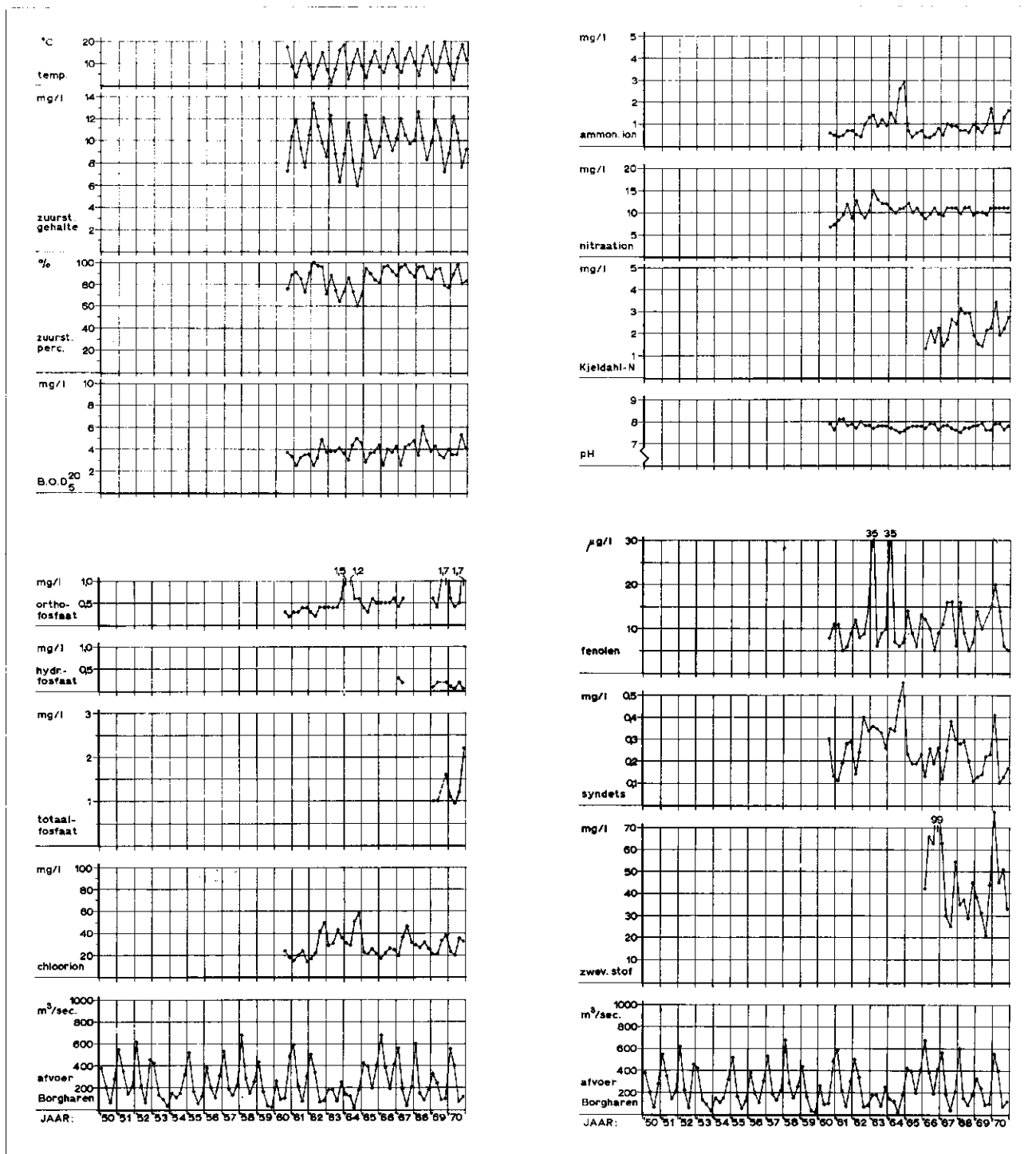
- per bemonsteringsplaats: op de horizontale as het verloop van het jaar (data der bemonsteringen), op de verticale as de voor de diverse parameters gevonden waarden; in deze grafieken worden dus alle waarnemingsresultaten weergegeven;
- per rivier(-gedeelte) en per seizoen: op de horizontale as het verloop van de rivier (bemonsteringsplaatsen), op de verticale as de voor de diverse parameters gevonden waarden, gemiddeld over het betreffende seizoen (winter, voorjaar, zomer, najaar); de in deze grafieken weergegeven waarden hebben elk dus 5 à 6 of nog meer waarnemingsresultaten als basis.

De hier geschetste „primaire” verwerking zal worden gevolgd door „secundaire” verwerking in aparte rapporten. Deze secundaire verwerking betreft trendmatige verschijnselen (vergelijking van reeksen achtereenvolgende jaren), afgevoerde hoeveelheden in kg/s, e.d. Het is duidelijk dat dit type rapporten niet zo vaak kan uitkomen: er moet genoeg materiaal voor beschikbaar zijn om vergelijkingen te kunnen maken. Om deze reden wordt aan een frequentie van eens in de 5 jaar gedacht. Uiteraard zullen hierbij ook de gegevens van vóór 1965 worden verwerkt.

Een nog diepergaande verwerking, mogelijk „tertiair” te noemen, kan bestaan uit het toepassen van statistische methoden (kansen van voorkomen), het zoeken naar correlaties tussen verschillende parameters (zuurstofgehalte en temperatuur of BOD<sub>5</sub>, ammonium-ion en nitraat-ion bij voorbeeld), e.d. De ervaring heeft geleerd, dat voor dergelijke bewerkingen zeer veel cijfermateriaal nodig is, zodat nog weinig gezegd kan worden over de frequentie van het verschijnen van dergelijke rapporten. Doch het RIZA is en komt in bezit van uitzonderlijk veel gegevens, en heeft derhalve de wetenschappelijke plicht hieruit zoveel te halen als maar mogelijk is.

Er wordt reeds gewerkt aan een methode tot snellere verspreiding van gewenste en daartoe geschikte parameters onder degenen die daarin geïnteresseerd zijn, zoals de waterbeheerders. Het is dan echter wel noodzakelijk, dat deze parameters snel bekend zijn. Dit leidt tot het gebruik van geavanceerde mechanische/elektronische analysetechnieken, gekoppeld aan elektronische overbrenging. Alleen dergelijke systemen werken snel genoeg om een bron van inlichtingen te kunnen vormen, op basis waarvan operationeel waterbeheer mogelijk is. Onder deze laatste uitdrukking dienen te worden verstaan de maatregelen, die de waterbeheerder moet nemen om het oppervlaktewater in een zo goed mogelijk conditie te houden. Een duidelijk voorbeeld hiervan vormt de bestrijding van de verziltiging: door middel van een waarnemingsnet van geleidendheidsmeters, gekoppeld aan een centrale meldingspost, kan de waterbeheerder zeer snel zien, waar doorspoelingsmaatregelen genomen moeten worden. Een dergelijk systeem werkt al min of meer in het benedenrivierengebied, waarbij de ontwikkeling ervan op naam van de Deltadienst kan worden geschreven.

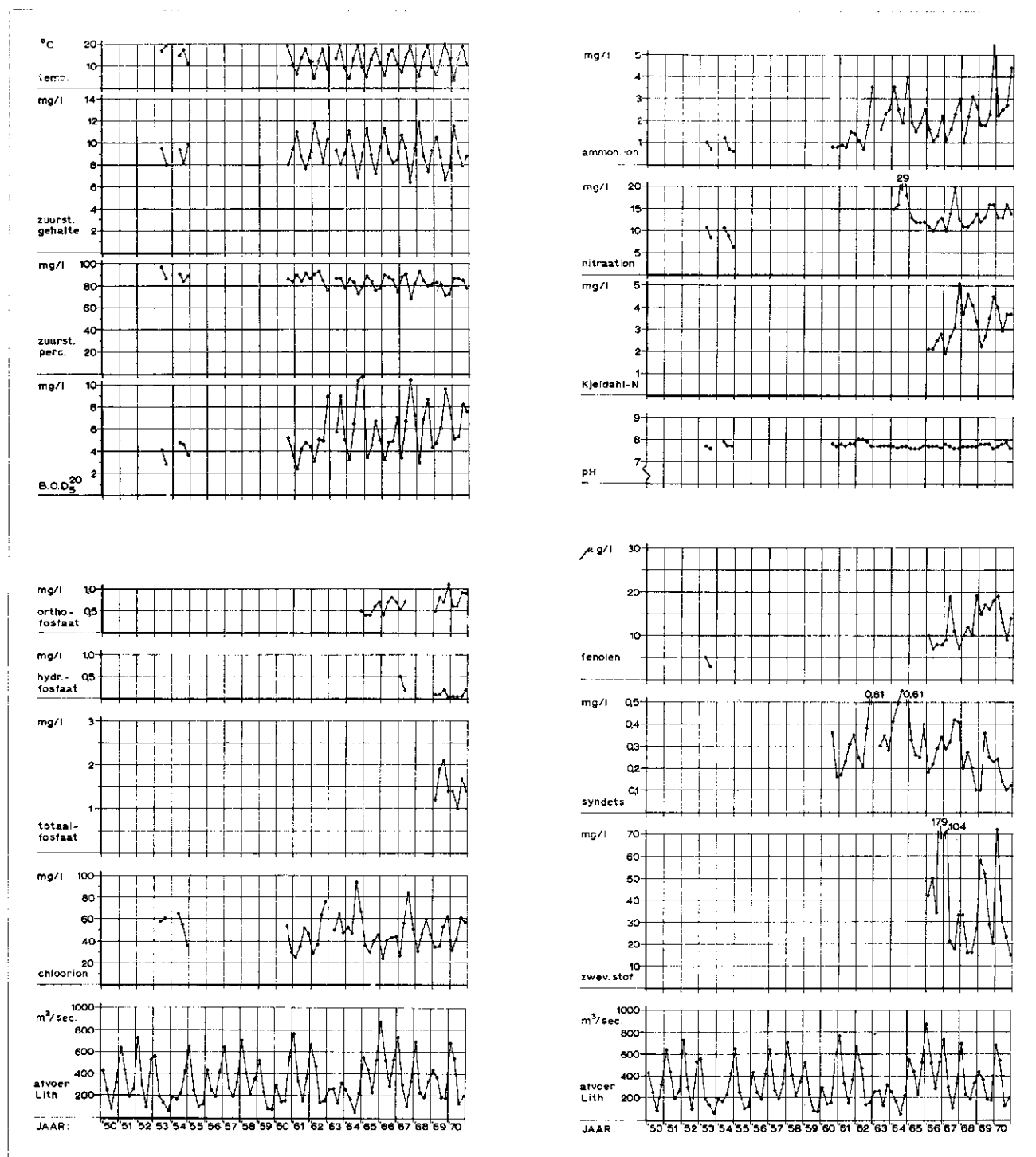
Hoe de waterbeheerder operationeel moet handelen, als



Afb. 1 - Fysisch-chemische parameters van het Maaswater te Eijsden (seizoengemiddelden).

het over andere parameters dan zout in de buurt van de zee gaat, is minder duidelijk. Zo zijn in een rivier de gehalten aan zuurstof, ammonium, fosfaat, enz., over zeer lange trajecten niet significant verschillend. Wanneer bij voorbeeld in een stuwband van de Maas algenbloei optreedt, en de beheerder zou deze willen bestrijden door doorspoeling, teneinde het gehalte aan nutriënten te verminderen, dan is het zeer wel mogelijk dat dit niet veel helpt, doordat het aanstromende Maaswater ongeveer evenveel nutriënten bevat als het reeds ter plaatse aanwezige water. Hetzelfde geldt voor andere wateren, die met Rijn- en/of Maaswater worden gevoed. Er lijkt

meer muziek te zitten in het streven van de beheerder om, in tijden van slechte waterkwaliteit (en daarvoor snel gewaarschuwd) de lozing van afvalstoffen te beperken, door waarschuwingen te geven aan fabrieken, hun afvalwater gedurende die perioden op te slaan. Al met al verdient het begrip „operationeel beheer” van het oppervlaktewater, en de uitvoering daarvan, nog veel studie. Doch het is buiten kijf, dat een snelle rapportage van de waterkwaliteitsgegevens essentieel is voor alle betrokkenen. Dat de bestudering en de effectuering hiervan veel nut zal kunnen hebben van de eerdergenoemde meetpontons, waar immers frequent en



Afb. 2 - Fysisch-chemische parameters van het Maaswater te Grave (seizoengemiddelden).

snel werkende meetapparatuur zal worden geïnstalleerd, behoeft geen betoog.

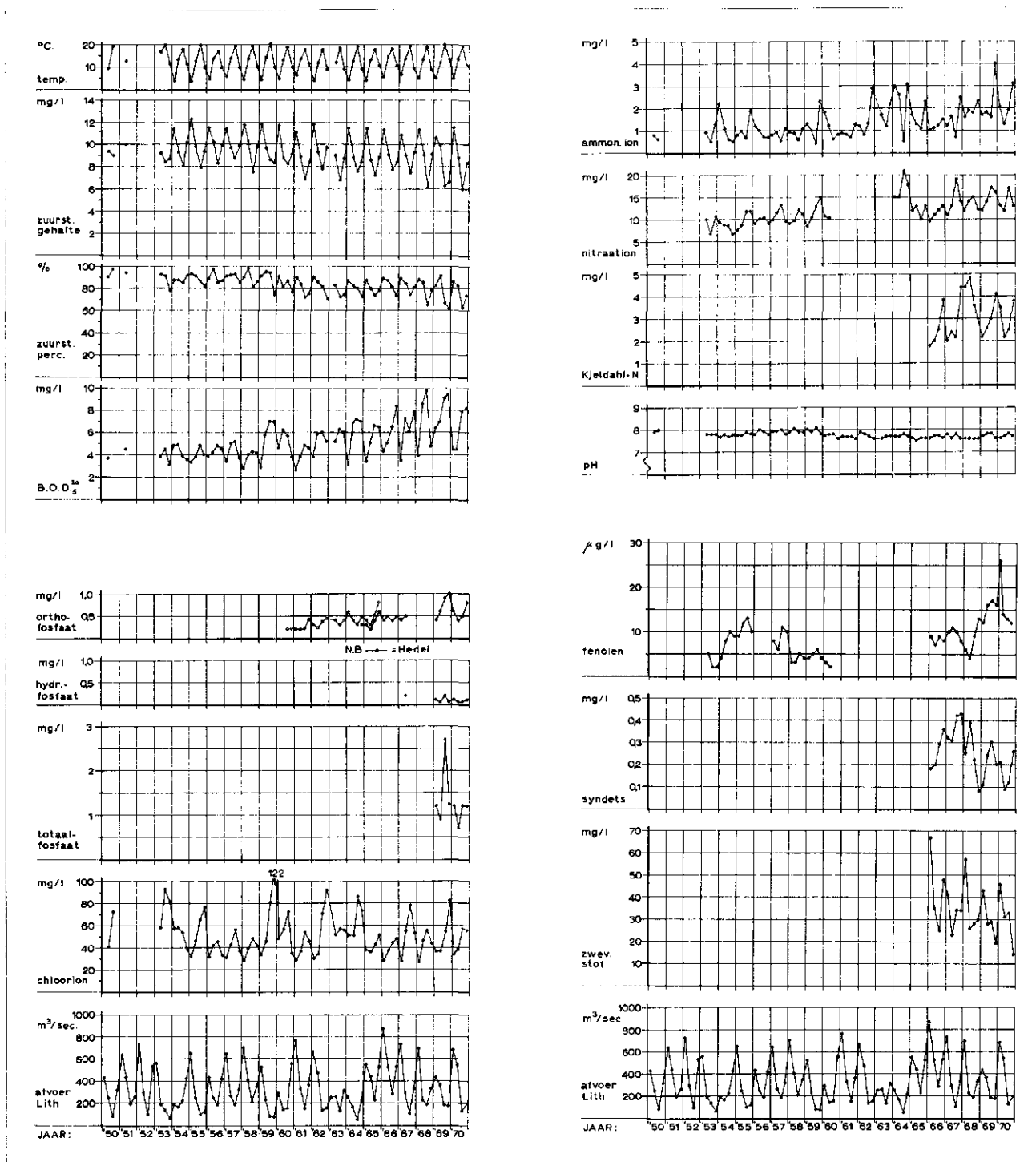
Alles bijeen is de situatie van 25 jaar geleden, toen voor een bemonstering een groepje mensen meermalen op pad ging, de analyses stuk voor stuk met de hand werden gedaan, en een academicus zich opsloot om er een rapport over te schrijven, al sterk veranderd, en we staan wat dat betreft nog maar bij het begin.

#### 4. De gegevens over de kwaliteit van het Maaswater

Er zal worden getracht een illustratie te geven van wat

er in de Maas gemeten is. Zoals uit het bovenstaande blijkt, zijn sommige plaatsen 20 jaar lang onderzocht, andere 10 jaar of 5 jaar lang. Ook hebben de analyses voortdurend uitbreidingen ondergaan. Bij 10.000 gegevens per jaar moest een sterke beperking worden gevonden, daarom is gekozen voor het volgende systeem.

Voor drie plaatsen, die al langdurig worden onderzocht, worden alle gegevens vermeld. Deze plaatsen zijn Eijsden (van belang in verband met het uit België aankomende water), Grave (alle lozingen en zijbeken in Limburg zijn stroomopwaarts van deze plaats gelegen) en Keizersveer



Afb. 3 - Fysisch-chemische parameters van het Maaswater te Keizersveer (seizoengemiddelden).

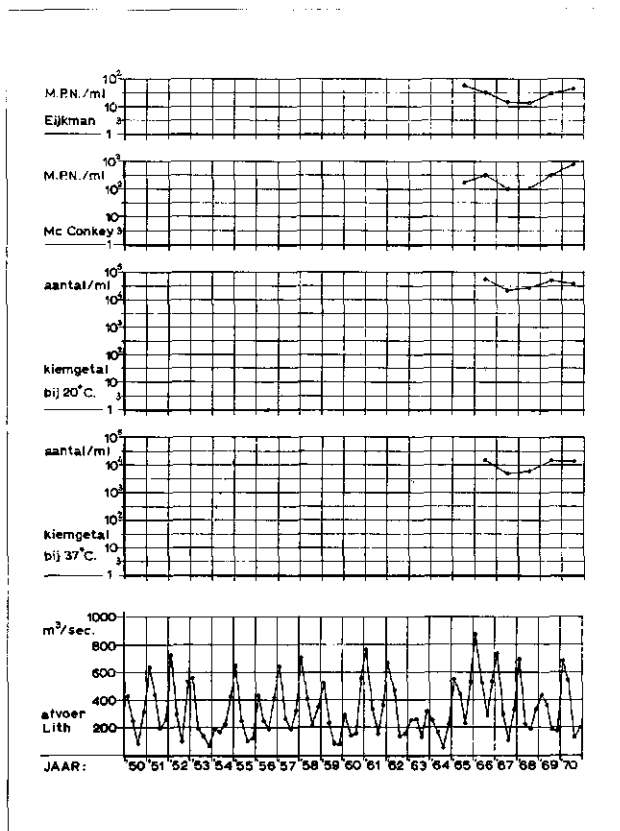
(van belang in verband met het Biesboschproject voor de winning van drinkwater).

De gegevens zijn weergegeven in de vorm van grafieken, met op de horizontale as het verloop van de tijd in jaren (1950 t/m 1970) en op de verticale as de voor de diverse parameters gevonden waarden. Per jaar zijn vier waarden vermeld, namelijk de gemiddelden over de vier seizoenen: winter, voorjaar, zomer en najaar.

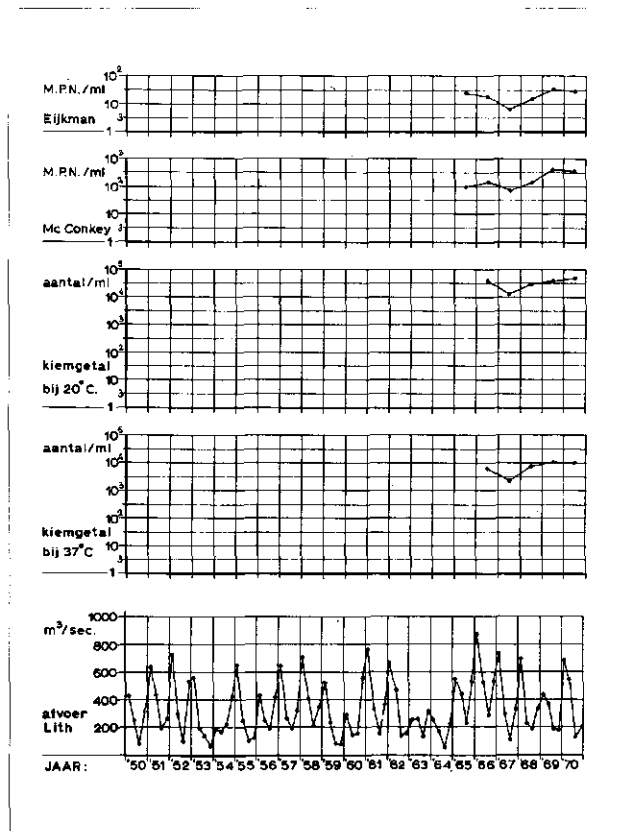
Alleen voor de bacteriologische parameters zijn de gemiddelden over de respectievelijke jaren gebruikt, in verband met het relatief geringe aantal waarnemingen (eenmaal per maand, in plaats van eenmaal per 14 dagen

of per week zoals bij de chemisch-fysische parameters). Te Eijsden is geen bacteriologisch onderzoek uitgevoerd, dit was, gezien de manier van bemonstering aldaar, niet mogelijk.

De bedoelde grafieken, weergegeven in de figuren 1 t/m 5, laten zien hoe het trendmatige verloop van de diverse kwaliteitsparameters met de tijd is geweest. Er moet duidelijk op worden gewezen, dat het hier niet gaat om extreme waarden: elk punt vormt een gemiddelde van 6 tot 12 waarnemingen. Alle afbeeldingen zijn voorzien van de Maasafvoeren op de dichtstbijzijnde plaats waarvan deze bekend zijn (Borgharen en Lith). Deze afvoeren zijn



Afb. 4 - Bacteriologische parameters van het Maaswater te Grave (jaargemiddelden; de rivierafvoer is per seizoen gemiddeld gegeven).



Afb. 5 - Bacteriologische parameters van het Maaswater te Keizersveer (jaargemiddelden; de rivierafvoer is per seizoen gemiddeld gegeven).

eveneens als gemiddelden over de seizoenen weergegeven, zodat correlaties direct kunnen worden herkend.

Teneinde te tonen, hoe het gesteld is met de Maas als geheel, zijn in de afb. 6 t/m 8 dezelfde parameters ook nog op de volgende manier weergegeven: op de horizontale as van de grafieken het verloop van de rivier van Eijsden tot Moerdijkbrug-Zuid, op de verticale as de voor de diverse parameters gevonden waarden. Hiervoor is een recent, zo gemiddeld mogelijk jaar gekozen: dit bleek 1969 te zijn. Het gaat daarbij voor de fysisch-chemische parameters alleen om de gemiddelden over het winter- en het zomerseizoen (beiden tamelijk stabiel, dit in tegenstelling tot de gemiddelden over het voorjaar en het najaar). Voor de bacteriologische parameters is weer gebruik gemaakt van de gemiddelden over het gehele jaar in plaats van over de seizoenen.

##### 5. Bespreking van de in de figuren 1 t/m 8 vermelde gegevens

Het is uiteraard ondoenlijk, de in deze figuren weergegeven grafieken volledig te bespreken. Bestudering ervan wordt aan de lezer zelf overgelaten. Wel zullen een aantal in het oog springende bijzonderheden en conclusies worden vermeld.

Afb. 1 t/m 5 - De drie plaatsen Eijsden, Grave en Keizersveer, van 1950 - 1970.

Zuurstofgehalte en -percentage:

— Te Eijsden komt geen duidelijke trend voor. Er is een grote invloed van droge en natte jaren waarneembaar.

— Te Grave komt een dalende trend voor: van 90 naar 80 % verzadiging. Er is slechts een geringe invloed van droge en natte jaren waarneembaar.

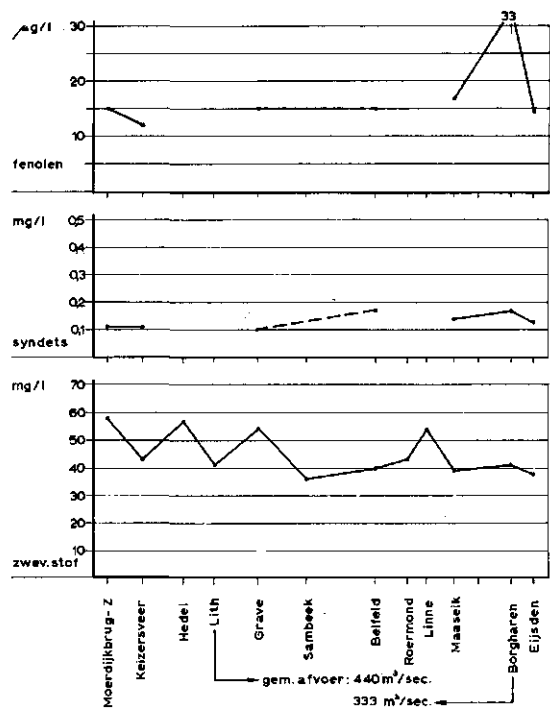
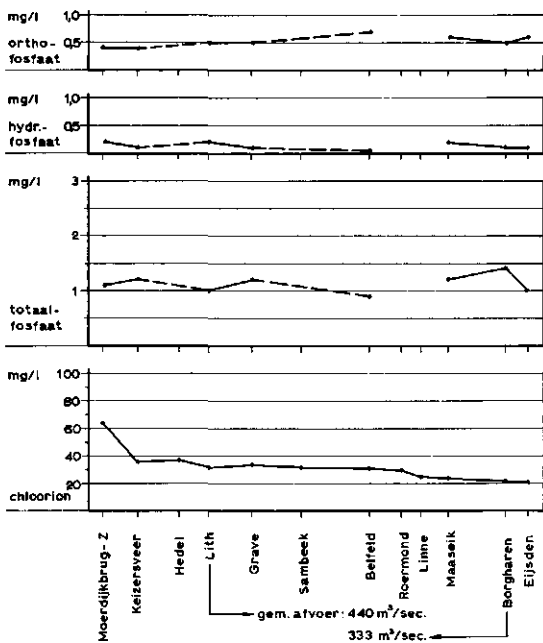
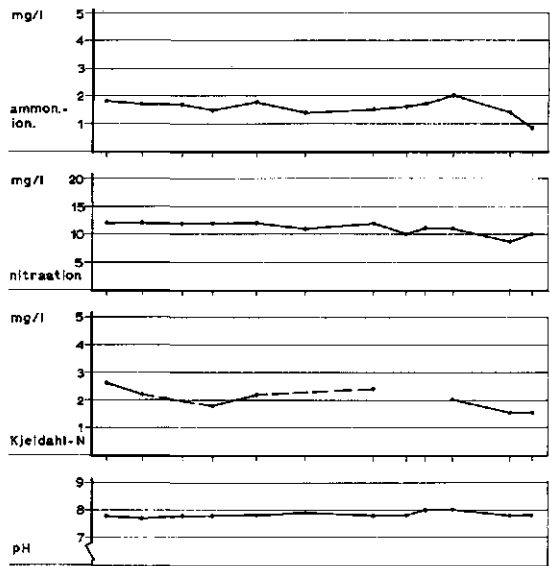
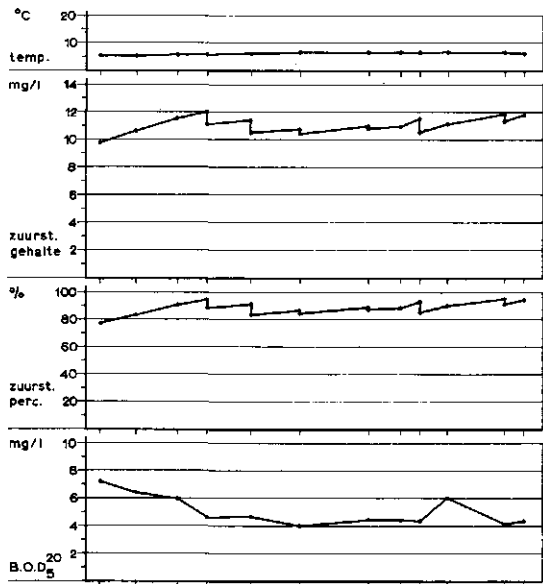
— Te Keizersveer komt een duidelijk dalende trend voor: van 95 naar 75 % verzadiging. Opvallend is dat deze daling noch voor het eerste, noch voor het tweede decennium erg opvalt, doch wel voor de twee decennia te zamen.

Gehalte aan zuurstofonttrekkende stof ( $BOD_5$ ):

- Te Eijsden is een langzame toename te zien.
- Te Grave is een duidelijke toename te zien, vooral na 1962 is de  $BOD_5$  veel wisselvalliger geworden.
- Te Keizersveer is hetzelfde waarneembaar als te Grave.

Gehalten aan ammonium-ion en nitraat-ion ( $NH_4^+$  en  $NO_3^-$ ):

- Te Eijsden is een langzame toename te zien, alleen van het  $NH_4^+$ -gehalte.
- Te Grave zijn de gehalten aan  $NH_4^+$  en  $NO_3^-$  sterk gestegen, en vooral na 1962 veel wisselvalliger geworden.
- Te Keizersveer is hetzelfde waarneembaar als te Grave.
- Voor alle drie genoemde plaatsen is een duidelijke invloed van de droge periode 1962 - 1964 waarneembaar.



Afb. 6 - Fysisch-chemische parameters langs de gehele Maas (gemiddelden over het winterseizoen van 1969).

**Gehalten aan fosfaten ( $PO_4^{3-}$ ):**

- Op alle drie beschouwde plaatsen is een langzame doch gestage toename waarneembaar.

**Gehalte aan chloride-ion ( $Cl^-$ ):**

- Te Eijsden is een langzame toename te zien. Deze is niet waarneembaar te Grave en Keizersveer.

**Gehalte aan fenolen:**

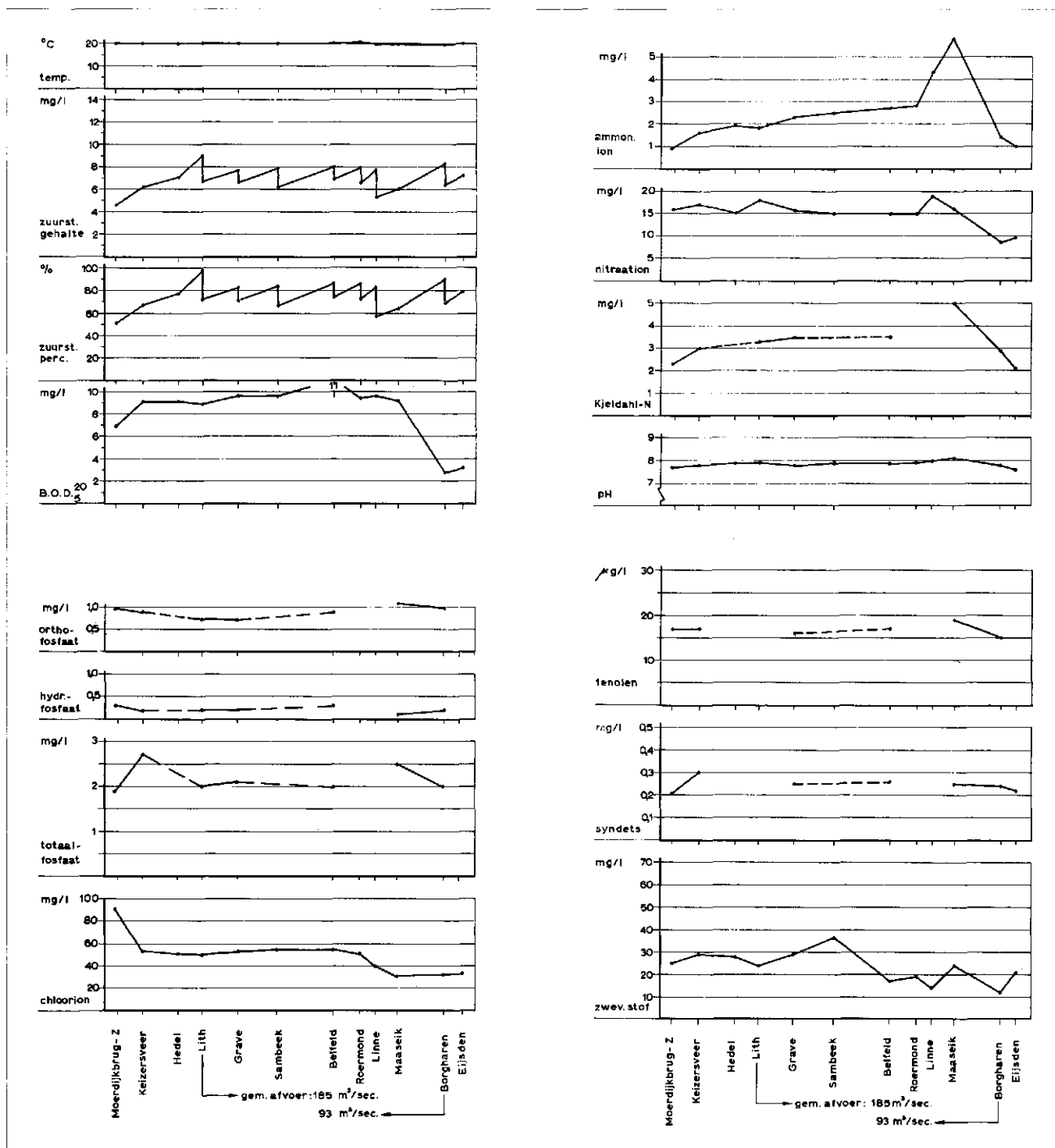
- Op alle drie beschouwde plaatsen is geen duidelijke trend te onderscheiden.

**Gehalte aan detergents:**

- Te Eijsden is een eventuele trend sterk gestoord door droge jaren.
- Te Grave is het gehalte de laatste jaren merkbaar afgenomen.
- Te Keizersveer zijn niet voldoende gegevens voorhanden om een conclusie te kunnen trekken.

**Bacteriologische parameters:**

- Op beide beschouwde plaatsen Grave en Keizersveer is het gehalte aan thermotolerante coliforme bacteriën



Afb. 7 - Fysisch-chemische parameters langs de gehele Maas (gemiddeld over het zomerseizoen van 1969).

(Eijkmanproef bij 45 °C) ver boven de voor open zwemwater gehanteerde TNO-norm van 1 per ml.

Afb. 6 t/m 8 - De gehele Maas tussen Eijsden en Moerdijkbrug-Zuid, in de winter en zomer van 1969.

#### Zuurstofgehalte en -percentage:

De verticale streepjes stellen de toenames bij de stuwen voor. In de winter is overal een zwak dalende tendens waarneembaar, met geringe toenames per stuw (het water is dan welhaast verzadigd). In de zomer is overal een sterk dalende tendens te zien, met flinke stijgingen per stuw (het water is dan sterk onderverzadigd).

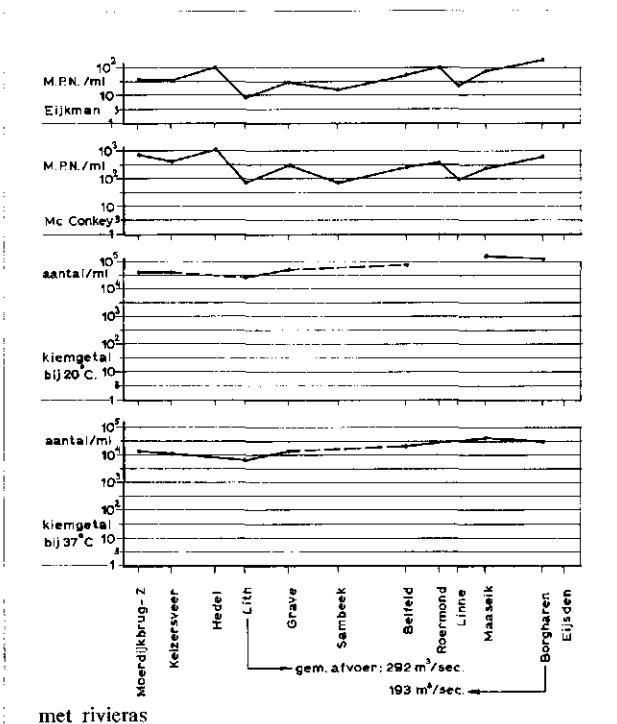
#### Gehalte aan zuurstofonttrekkende stof (BOD<sub>5</sub>):

In de winter en in de zomer is tussen Borgharen en Maaseik een toename te zien. In de winter neemt het gehalte stroomafwaarts van Maaseik weer af, in de zomer blijft op alle plaatsen stroomafwaarts van Maaseik een hoog BOD<sub>5</sub>-niveau bestaan.

#### Gehalte aan ammonium-ion (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>):

In de winter treedt te Borgharen en te Maaseik een toename op, gevolgd door een afname. In de zomer treedt te Maaseik een zeer sterke toename op, de daaropvolgende afname strekt zich tot bij Roermond uit.





Afb. 8 - Bacteriologische parameters langs de gehele Maas (jaargemiddelden over 1969).

#### Gehalte aan nitraat-ion ( $\text{NO}_3^-$ ):

In de zomer treedt na Borgharen een zeer sterke stijging op, waarvan het hoogtepunt zich ongeveer te Linne bevindt. Daarna vindt weer enige daling plaats.

#### Gehalten aan fosfaten ( $\text{PO}_4^{3-}$ ):

Op Nederlands grondgebied vinden in de fosfaatconcentraties geen toenames van betekenis plaats:

#### Gehalte aan chloride-ion ( $\text{Cl}^-$ ):

In Zuid-Limburg, tussen Maaseik en Roermond, treedt vooral in de zomer een aanmerkelijke stijging op. Deze is toe te schrijven aan drainagewater uit de mijnstreek. Met name de Roer levert, vanuit Duitsland, een grote bijdrage op.

#### Gehalten aan fenolen en aan detergenten:

Zowel in de zomer als in de winter zijn deze stoffen op een vrij stabiel niveau aanwezig.

#### Bacteriologische parameters:

De Eijkmanproef valt voor Borgharen duidelijk het hoogste uit. Dat is geen wonder, vlak na een grote stad als Maastricht. Met wat schommelingen daalt het gehalte tot Lith met een factor 10, doch stroomafwaarts van deze plaats vindt weer een toename van dezelfde orde van grootte plaats, als gevolg van de lozingen van sterk verontreinigde zijwateren waaraan grote plaatsen zijn gelegen (Dieze, Donge).

## 6. Conclusies betreffende de in de figuren 1 t/m 8 vermelde gegevens

### Zuurstofhuishouding ( $\text{O}_2$ en $\text{BOD}_5$ ):

De grootste verslechtering treedt op Nederlands grondgebied op, in de tijd gezien. De stuwen leveren een aanmerkelijke bijdrage aan zuurstof op, met name in de zomer, als het water onderverzadigd is.

### Stikstofhuishouding ( $\text{NH}_4^+$ en $\text{NO}_3^-$ ):

Stroomafwaarts van Borgharen treedt een grote verslechtering op, dat wil zeggen een grote toename van het  $\text{NH}_4^+$ -gehalte, gekoppeld met een grote toename van het  $\text{NO}_3^-$ -gehalte. Stroomafwaarts gezien neemt het  $\text{NH}_4^+$ -gehalte weer af, en het  $\text{NO}_3^-$ -gehalte nog verder toe, dit laatste met name in de zomer.

In combinatie met de zuurstofhuishouding wijzen alle gegevens op een schoolvoorbeeld van een uitbundige nitrificatie-reactie, veroorzaakt door een zeer grote lozing van ammonium tussen Borgharen en Maaseik (Ur met DSM-Chemie). Het hierdoor veroorzaakte zuurstofverbruik is goed merkbaar.

Het is zeer waarschijnlijk, dat de toename in de  $\text{BOD}_5$ , juist doordat deze zo wisselvallig is geworden, voor een groot deel op het hoge  $\text{NH}_4^+$ -gehalte is terug te voeren (nitrificatie in het BOD-flesje).

### Fosfaathuishouding ( $\text{PO}_4^{3-}$ ):

De in de Maas voorkomende gehalten, zoals ca. 1 mg/l in de winter en 2 mg/l in de zomer aan totaal fosfaat, zijn ruim voldoende om in perioden van lage rivierafvoer (stilstaand water, bezinking van slib) overmatige ontwikkeling van algen te geven. Deze komt dan ook veelvuldig voor, met name in de zomer, met als gevolg labiliteit in het zuurstofgehalte en ontwrichting van het aquatische leven, waarbij vissterfte mogelijk is.

Deze kwam het eerst voor in 1964, en sindsdien haast elk jaar bij lage rivierafvoer, in één of meer stuwpanden. In sommige gevallen kon de vissterfte worden teruggedrukt op zuurstofgebrek (labiliteit), in andere gevallen op een te hoog gehalte aan vrije ammoniak, als gevolg van een te hoge pH, veroorzaakt door het verbruik van het in het wateraanwezige koolzuur door de overmatige algenontwikkeling.

### Zoutgehalten:

Deze zijn nog nergens in de Maas alarmerend hoog, ondanks de toevoer uit het Nederlandse en Duitse mijngebied. Daarbij moet wel worden gesteld, dat de sluiting van de (Nederlandse) mijnen ongetwijfeld een verbetering heeft teweeggebracht, alhoewel deze niet duidelijk is aan te wijzen.

### Gehalten aan fenolen:

De gehalten aan fenolen zijn 's zomers en 's winters ongeveer gelijk. Dit is een groot verschil met de situatie in de Rijn: daar komen 's winters veel hogere gehalten voor dan 's zomers, wat tot nog toe wordt toegeschreven aan de bacteriële afbraak, die 's zomers veel sterker zou zijn dan 's winters. De aandacht wordt gevestigd op het feit, dat de niveaus van het fenolgehalte in de Maas en in de Rijn 's zomers praktisch gelijk zijn. Dit zou dus wijzen op een gelijke mate van smaakbederf van deze twee wateren. De praktijk wijst echter uit, dat het smaakgetal van het Rijnwater desondanks nog vele malen

groter is dan dat van het Maaswater. De conclusie moet dus zijn, dat het smaakgetal bij lange na niet alleen door het gehalte aan fenolen wordt beïnvloed, doch ook door de gehalten aan vele andere verbindingen, die wel hoofdzakelijk uit de (petro-) chemische industrie afkomstig moeten zijn. Onderzoekingen van de laatste jaren aan de TH te Delft, door het KIWA en door het RID hebben dit overigens al bewezen.

Gehalten aan detergenten:

De gehalten aan detergenten zijn nagenoeg constant. Sinds in 1967 is overgegaan op het gebruik van zachte (biologisch afbreekbare) detergenten, komen berichten over schuimbergen stroomafwaarts van stuwen vrijwel niet meer voor. Vroeger waren deze schuimbergen een normaal, zeer lastig en onesthetisch verschijnsel.

Bacteriologische parameters:

Vrijwel de gehele Maas is bacteriologisch tamelijk tot sterk verontreinigd. Dat is uiteraard geen wonder voor een rivier, die als ontvangend water voor al of niet gezuiverd afvalwater moet dienen.

### 7. De invloed van rivierafvoer en temperatuur op de waterkwaliteit

In afb. 9 is het gedetailleerde verloop weergegeven van een aantal kwaliteitsparameters (zuurstofgehalte, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) van het Maaswater bovenstrooms van de stuw te Linne over de jaren 1960 t/m 1970. Deze grafiek is als het ware een „vergrotting” van de grafieken uit de afbeeldingen 1 t/m 3: nu zijn alle waarnemingen vermeld, in plaats van alleen de seizoensgemiddelden. Er is een zeer duidelijke correlatie te maken tussen deze kwaliteitsparameters, de rivierafvoer en de temperatuur.

Deze correlatie is als volgt:

afvoer	:	laag		hoog
temperatuur	:	hoog		laag
zuurstofgehalte	:	laag		hoog
BOD <sub>5</sub>	:	hoog		laag
ammoniumgehalte	:	hoog		laag
nitraatgehalte	:	hoog		laag

Het is moeilijk uit te maken, waardoor de slechte water-

kwaliteit nu precies wordt veroorzaakt: de lage afvoer of de hoge temperatuur. Het is daarbij logisch, dat ze beide invloed uitoefenen. Alleen diepgaande statistische verwerking (hoe is het gesteld bij lage afvoer en lage temperatuur, of bij hoge afvoer en hoge temperatuur) kan hier klaarheid in brengen.

Het is overigens evident, dat in perioden met minimale rivierafvoer en hoge temperatuur met name de gehalten aan BOD<sub>5</sub> en NH<sub>4</sub><sup>+</sup> zeer hoog kunnen oplopen. Dit wordt gedemonstreerd door de zomers van 1963, 1964, 1967, 1968, 1969 en 1970.

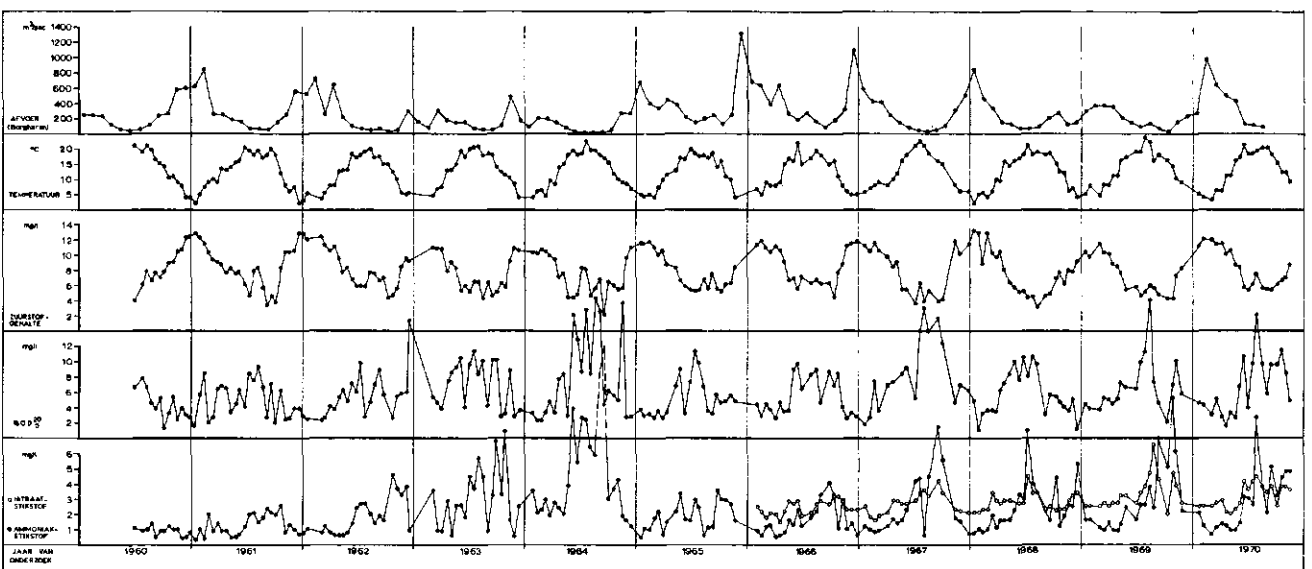
### 8. Enkele bijzondere analyses

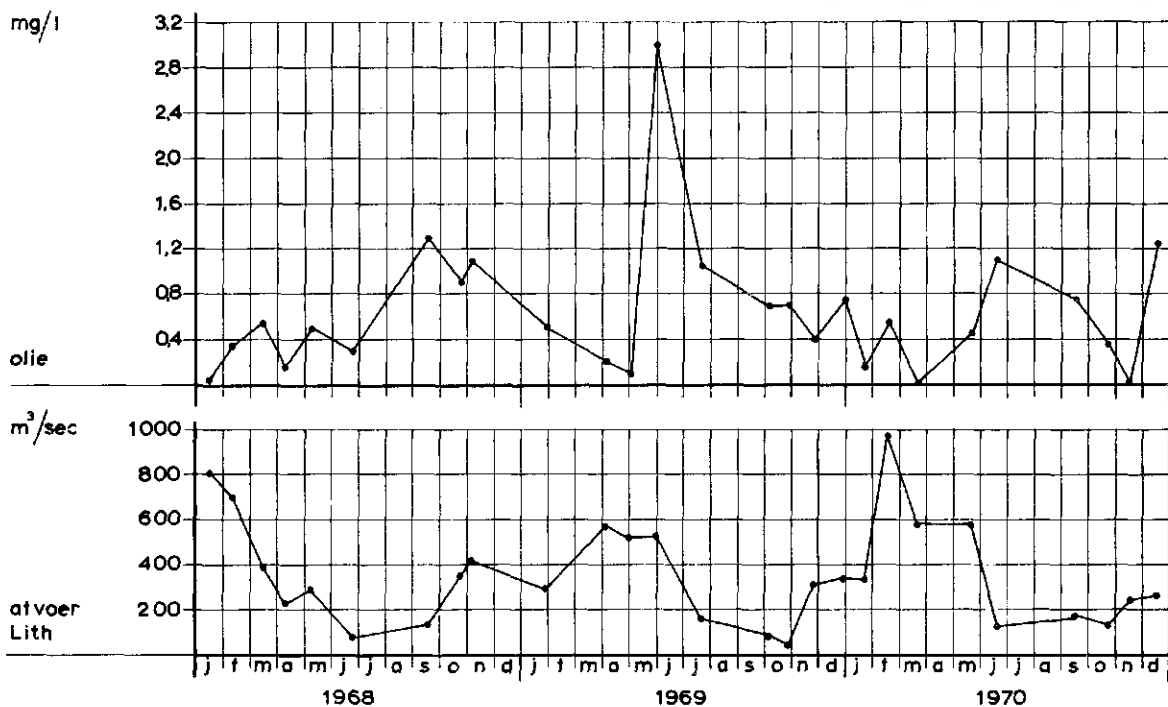
Sinds 1968 wordt te Keizersveer het oliegehalte van het Maaswater bepaald, ter oriëntering, en ter vergelijking met overeenkomstige bepalingen in het Rijnwater. De resultaten zijn in afb. 10 weergegeven. De correlatie: lage rivierafvoer — hoog oliegehalte is duidelijk. Soms komen hoge pieken voor, bijvoorbeeld eind mei 1969. Doch het gemiddelde oliegehalte (0,65 mg/l met inbegrip van de hoge piek, 0,56 mg/l zonder de hoge piek) is duidelijk lager dan dat van het Rijnwater (ca. 1 mg/l). Sinds 1970 worden te Grave de gehalten aan een aantal zware metalen bepaald, net als bij de olie bepaling: ter oriëntering, en ter vergelijking met overeenkomstige bepalingen in het Rijnwater. Het aantal plaatsen dat op deze stoffen wordt onderzocht, is sindsdien uitgebreid en omvat nu ook Eijsden en Keizersveer. Dit was mogelijk door de medewerking van het RIV.

De resultaten voor Grave, over 1970 en 1971, zijn weergegeven in tabel I. De Maas is dus bepaald niet vrij van zware metalen, met name het zinkgehalte is hoog. Het zink is al te Eijsden aanwezig, en behoudt langs de gehele Maas een hoge concentratie. De herkomst ervan kan voor een groot deel worden toegeschreven aan industrieën, vooral in België.

Overigens moet worden gesteld, dat de gehalten aan zware metalen van het Maaswater aanmerkelijk lager zijn dan die van het Rijnwater (een factor 2 of meer). Het is verder opvallend, dat de meeste metalen hoofdzakelijk in de slibfase aanwezig zijn (hydroxyden, carbonaten), behalve nikkel, dat hoofdzakelijk in de waterfase te vinden is.

Afb. 9 - Gedetailleerd verloop van enkele parameters van het Maaswater bovenstrooms van de stuw te Linne, over 1960-1970.





Afb. 10 - Oliegehalte van het Maaswater te Keizersveer, over 1968-1970.

### 9. Vergelijking van de kwaliteit van het Maaswater in België met die in Nederland

In het artikel van ir. Dirickx zijn vele gegevens vermeld over de kwaliteit van het Maaswater te België. Getracht is, overeenkomende kwaliteitsparameters voor België en Nederland met elkaar te vergelijken, zodat een beeld zou worden verkregen van het kwaliteitsverloop van de rivier de Maas als geheel. Voor een beperkt aantal parameters bleek dit mogelijk, en wel voor de gemiddelden over het jaar 1970. De resultaten zijn vermeld in tabel II, voor de plaatsen Jambes (België), Herstal (België), Eijsden (Nederland), Grave (Nederland) en Keizersveer (Nederland). Ter vergelijking zijn de overeenkomende parameters voor de Rijn te Gorinchem (Nederland) eveneens in de tabel geplaatst.

De waarden voor Kjeldahl-stikstof en (ortho-) fosfaat voor de plaatsen Herstal (België, Luik) en Eijsden (Nederland, grens) blijken sterk uiteen te lopen. Dit kan worden toegeschreven aan verschillen in de analysetechniek, doch ook is het mogelijk dat het Maaswater dat te Herstal wordt bemonsterd, nog niet alle verontreinigingen uit het Luikse gebied bevat. Uit het artikel van

ir. Dirickx is reeds gebleken, dat in die omgeving door bevolking en industrie zeer veel afvalwater in de Maas wordt geloosd.

Het blijkt wel, dat de Maas zowel in Nederland als in België een behoorlijke verslechtering ondergaat, in vrijwel elk opzicht.

Voor wat betreft de gehalten aan Kjeldahl-stikstof, nitraat, fosfaat, en de bacteriologische parameters, wordt het Maaswater even slecht als het Rijnwater; voor wat betreft de gehalten aan zuurstof en fenolen wordt de Rijnwaterkwaliteit benaderd.

### 10. Maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van het Maaswater

Uit het bovenstaande is duidelijk geworden, dat het Maaswater er, voor wat betreft de gehalten aan BOD<sub>5</sub>, stikstofverbindingen en fosfaten, slecht aan toe is. Het zuurstofgehalte wordt nog geflatteerd door de stuwen, doch vissterften wijzen erop, dat niet meer te allen tijde op voldoende zuurstof gerekend kan worden. In bacteriologisch opzicht is het Maaswater onbetrouwbaar.

TABEL I - Gehalten aan zware metalen van het Maaswater te Grave, in microgram/l.

datum	afvoer m <sup>3</sup> /sec.	zink			koper			lood			chromium			nikkel			kwik			cadmium				
		b.	s.	tot.	b.	s.	tot.	b.	s.	tot.	b.	s.	tot.	b.	s.	tot.	b.	s.	tot.	b.	s.	tot.		
21- 1-1970	335	60	65	125	10	10	20	10	—	—	—	—	—	—	—	6	1	7	—	—	—	—	—	—
4- 3-1970	1300	20	30	50	4	3	7	12	—	—	—	—	—	—	—	5	4	9	—	—	—	—	—	—
20- 5-1970	585	15	90	105	4	7	11	<5	—	—	—	—	—	—	—	2	3	5	—	—	—	—	—	—
16- 7-1970	145	15	25	40	4	2	6	<5	—	—	—	—	—	—	—	5	1	6	—	—	—	—	—	—
16- 9-1970	173	—	20	—	—	2	—	<5	—	—	—	—	—	—	—	8	1	9	—	—	—	—	—	—
16-11-1970	244	40	55	95	5	6	11	—	—	—	—	—	—	—	—	13	1	14	—	—	—	—	—	—
15- 2-1971	324	45	75	120	5	8	13	5	—	—	<5	20	<25	—	—	6	2	8	—	—	1,3	<1	2	<3
20- 4-1971	231	30	30	60	4	3	7	5	—	—	<5	<5	<10	—	—	7	1	8	—	—	0,4	<1	1	<2
24- 6-1971	214	30	41	71	2	4	6	3	—	—	<5	7	<12	—	—	7	1	8	—	—	0,5	<1	1	<2
16- 8-1971	91	87	28	115	<2	3	<5	5	—	—	<2	18	<20	—	—	8	1	9	—	—	0,7	<1	1	<2
13-10-1971	54	28	26	54	<2	5	<7	10	—	—	<2	4	<6	—	—	9	<1	<10	—	—	0,3	2	<1	<3
8-12-1971	72	60	37	97	3	—	—	5	—	—	<2	—	—	—	—	13	1	14	—	—	0,4	1	—	—

b. = bepaling in bovenstaand water na 24 uur bezinken; s. = bepaling in het bezonken slib; tot. = b. + s.

TABEL II - Kwaliteitsverloop van het Maaswater in 1970 (jaargemiddelden) tussen Jambes (België) en Keizersveer (Nederland), vergeleken met de kwaliteit van het Rijnwater te Gorinchem (Nederland)

parameter	eenheid	Jambes	Herstal	Eijsden	Grave	Keizersveer	Gorinchem
Opgeloste O <sub>2</sub>	% verzadiging	117	107	89	v.s. 84; n.s. 90	76	59
Kjeldahl-N	mg/l	0,375	0,795	2,3	3,3	2,9	3,0
Nitraat	mg/l	7,7	13,4	11	14	14	12
Fosfaat	mg/l	0,121	0,345	0,8	0,7	0,7	0,6
Chloride	mg/l	18	33	28	48	46	133
Sulfaat	mg/l	56	86	50	—	61	68
Zuurgraad	pH	8,2	7,8	7,8	7,8	7,7	7,5
Fenol	µg/l	—	>10; <345	12	14	16	22
Eijkman coli's	MPN/ml	45,00	57,50	—	43	29	25
Kiemgetal bij 20 °C	aant./ml	9.800	21.700	—	39.000	51.000	27.000
Avvoer	m <sup>3</sup> /sec.	Borgharen: 287		Lith: 389		Lobith: 3087	

Grave: v.s. = vóór de stuw; n.s. = ná de stuw

TABEL III - Herkomst van de stikstofverbindingen en de fosfaten in het Maaswater

bron	bijdrage aan N-belasting in % van het totaal	bijdrage aan PO <sub>4</sub> -belasting in % van het totaal
Maas te Eijsden	39	35
Ur met DSM Chemie	22	7
Roer	11	18,5
Niers	6	6
Dieze	9	9,5
andere beken samen	9	12,5
Maastricht + Roermond + Venlo	1	3
andere plaatsen samen	3	8,5

TABEL IV - Vergelijking van de bijdragen door Nederland en het buitenland aan de belasting van het Maaswater en van het Rijnwater met stikstofverbindingen en fosfaten

rivier	bijdrage aan N-belasting in % van het totaal		bijdrage aan PO <sub>4</sub> -belasting in % van het totaal	
	Nederland	buitenland	Nederland	buitenland
Maas	50	50	40	60
Rijn	8	92	22	78

Andere waterkwaliteitsparameters lijken (nog) niet verontrustend te zijn.

De maatregelen om de waterkwaliteit van de Maas weer op peil te brengen, lijken technisch gezien dus zeer eenvoudig: zuivering van bestaande lozingen, en een stringent vergunningenbeleid ten aanzien van giftige, smaakbederfende en moeilijk zuiverbare afvalstoffen.

Het is helaas minder eenvoudig dan het zo lijkt, om verschillende redenen.

Allereerst geven de grote hoeveelheden geloosde stikstofverbindingen en fosfaten veel moeilijkheden in de vaak stilstaande gestuwde rivier, door het optreden van overmatige algenontwikkeling, waardoor het effect van kostbare zuiveringsinstallaties weer vrijwel teniet kan worden gedaan.

Daarbij komt nog het feit, dat deze stikstofverbindingen en fosfaten niet alleen uit Nederland afkomstig zijn, doch voor een aanmerkelijk deel ook uit België (via de Maas zelf, en via zijbeken) en uit Duitsland (via zijbeken). Dit blijkt uit tabel III, waarin een benadering is gegeven van de grootten van de bronnen van herkomst van deze eutrofiërende stoffen.

Uit tabel IV blijkt echter, dat Nederland aan deze herkomst bij de Maas toch een aanzienlijk groter deel bijdraagt dan bij de Rijn het geval is. Dit wijst erop, dat binnen Nederland genomen maatregelen tot terughouding van deze stoffen relatief zeer belangrijk zijn, en

bepaald zoden aan de dijk zullen zetten, doch dat daarnaast overleg met het buitenland, teneinde daar overeenkomstige maatregelen te doen treffen, even belangrijk is. Overigens is het zelfs binnen Nederland nog niet eens zo eenvoudig, de tertiaire zuivering (bij voorbeeld fosfaatverwijdering) overal doorgevoerd te krijgen, aangezien het stroomgebied van de op de Maas afwaterende beken zeer groot is, en vele kleine woonplaatsen omvat. Er kan nog worden gesteld, dat op dit moment zowel in België als in Nederland veel aandacht wordt besteed aan de industrieën waarvan de zware metalen afkomstig zijn. Het ziet er naar uit dat de resultaten niet negatief zullen zijn.

Voor wat betreft de bacteriologische verontreiniging moet er (noodgedwongen, doch ook om praktische redenen) van worden uitgegaan, dat recreatie, waarbij het water betrokken is, alléén langs en in afgedamde zijarmen, grindgaten e.d. dient te worden bevorderd, en niet aan de rivier zelf. Het spreekt vanzelf, dat er voor genoemde gebieden naar moet worden gestreefd, dat zij niet verontreinigd raken, noch door directe lozingen, noch door een te grote invloed van het water uit de rivier de Maas.

De algemene beleidslijnen en de details van de te nemen maatregelen zijn uitvoerig omschreven in het rapport: „De verontreiniging van de Maas, aanbevelingen tot sanering”. Dit rapport is er één in de serie, die over de grotere rijkswateren aan het verschijnen is. Deze saneringsrapporten worden samengevoegd tot een landelijke urgentielijst voor de sanering van de rijkswateren, in het kader van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. Aan de hand van deze urgentielijst zullen de maatregelen die moeten worden genomen, worden gesubsidieerd uit het geld, dat door de heffing op alle lozingen op deze wateren wordt bijeengebracht.

Gezien het belang van de Maas als drinkwaterrivier, en gezien het feit dat Nederland bij deze rivier zelf heel veel kan doen aan de waterkwaliteitsverbetering, dit in tegenstelling tot bij de Rijn, ziet het er naar uit dat de Maas op de urgentielijst niet achteraan komt. Het is te hopen dat de maatregelen, die van Rijkswegen zullen worden getroffen, niet alleen blijven staan, doch dat ze worden aangevuld met de maatregelen die door de beheerders van de op de Maas afvloeiende beken, en door België en Duitsland, moeten worden genomen.

De verwachting wordt uitgesproken, dat de „oppervlakte-waterbeheerders” (en hun adviseurs) door de hierboven omschreven activiteiten voortaan door de „drinkwaterbereiders” minder argwanend zullen worden bekeken dan in het verleden wel het geval is geweest.