

## De toekomst van de drinkwatervoorziening in Nederland\*)

Het water heeft vanouds een belangrijke rol gespeeld in de geschiedenis van Nederland. Grote delen van het land zijn gevormd door slibafzettingen van de Rijn of ontstaan uit organische vegetatie in gebieden met stilstaand zoet water.

Het eenmaal gevormde land moest worden verdedigd tegen het water van de zee en de grote rivieren. Aanvankelijk maakte de bevolking van aarde hoog gelegen terpen, waarop men zich bij hoog water terugtrok. Later wierp men dijken op waardoor het water buiten werd gehouden.

De eeuwenlange strijd met het water heeft op het karakter van Nederland en de Nederlanders sterke invloed gehad.

De laatste jaren neemt deze strijd complexe vormen aan. Was er in het verleden bijna altijd water te veel,

\*) Voordracht in de Duitse taal gehouden op de Wasserfachliche Aussprachetagung van Het Deutscher Verband von Gas- und Wasserfachmännern in het Kurhaus te Scheveningen op 18 maart 1970 onder de titel: „Planung für Wasserversorgungsanlagen in den Niederlanden”.

thans beginnen zich tekorten aan water te openbaren. De kwaliteit van het water vraagt vooral steeds meer de aandacht. Zowel de kwantitatieve als de kwalitatieve aspecten zijn maatgevend voor de „Planung für Wasserversorgungsanlagen in den Niederlanden”.

Ik wil eerst nagaan hoeveel water in Nederland nodig is en hoeveel water er beschikbaar is.

### De waterbalans

Het aanbod van water bestaat ten eerste uit de regen verminderd met de verliezen aan verdamping. Dit regenwater penetreert voor een deel de bodem en komt voor een deel terecht in sloten, kanalen en rivieren. Via een samenhangend systeem van natuurlijke lozing en kunstmatige afwatering vloeit het overtollige water naar zee. Slechts een gering deel van het regenwater valt op grond, die de kwaliteit van het water in tact laat. Daarnaast stroomt water ons land binnen door rivieren waarvan de Rijn de voornaamste is. Naast de Maas zijn er dan

nog enkele kleine grensoverschrijdende rivieren.

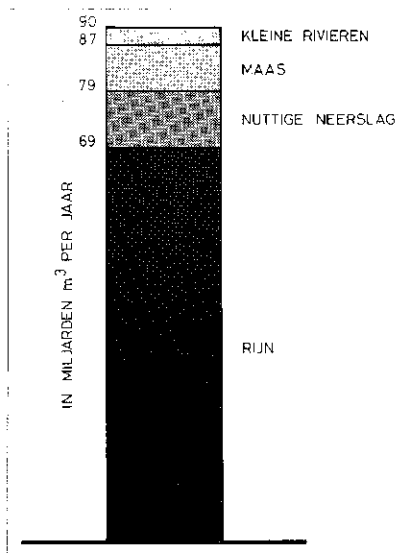
De balans voor een gemiddeld jaar ziet er als volgt uit: <sup>1)</sup>

TABEL I — Aanvoer in een gemiddeld jaar

	miljarden m <sup>3</sup>	mm water (gemiddeld over het gehele land)
regen	30	750
Rijn (Lobith)	69	1725
Maas (Borgharen)	8	200
kleine rivieren	3	75
totaal	110	2750
verminderd met verdamping	20	500
resteert:	90	2250

De vraag naar water ontstaat uit verschillende behoeften. Veel water is nodig in de strijd tegen de verzilting van water. Afb. 1 geeft een beeld van het zoute water dat in het westen des lands uit de ondergrond omhoog

<sup>1)</sup> De waterhuishouding van Nederland, Nota samengesteld door de Rijkswaterstaat, 's-Gravenhage 1968, pag. 24.



TABEL I

kwelt. Daarnaast stroomt zout zee-water in de rivieren door getijwerking en door diffusie landinwaarts. Afb. 2 toont het zoutgehalte in het open water in Nederland in een gemiddeld jaar. Duidelijk is zichtbaar dat langs de gehele kust een zoutinvasie dreigt. Deze wordt bestreden door het doorspoelen van het open water. In een gemiddeld jaar is daarvoor 12,2 miljard m<sup>3</sup> water nodig. Daarbij komt nog eens 9,3 miljard m<sup>3</sup> voor het terugdringen van het zout in de Rijnmond bij Rotterdam (Nieuwe Waterweg).

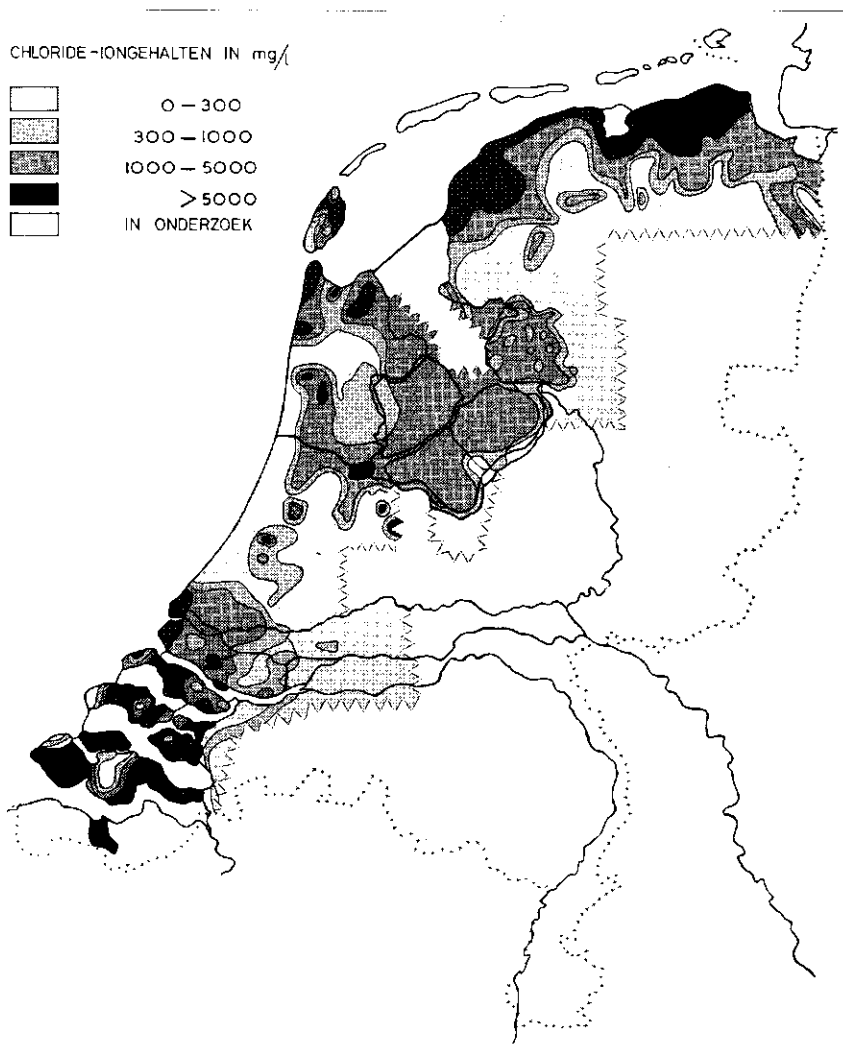
Water is verder nodig voor de landbouw, de industrie en de huishoudelijke waterverzorging. Het waterverbruik stijgt ieder jaar door de toenemende behoefte. Voor het jaar 2000 is een raming opgesteld voor het dan te verwachten waterverbruik.

TABEL II — *Raming benodigd water in het jaar 2000* <sup>1)</sup>

	miljarden m <sup>3</sup> per jaar	mm water (gemiddeld over het gehele land)
bestrijding verzilting en doorspoeling	21,5	537
peilbeheersing en wateraanvulling in de landbouw	3,3	82
industriële verbruik	5,5	138
huishoudelijk verbruik	1,1	28
<b>totaal</b>	<b>31,4</b>	<b>785</b>

<sup>1)</sup> Ontleend aan „De waterhuishouding van Nederland”.

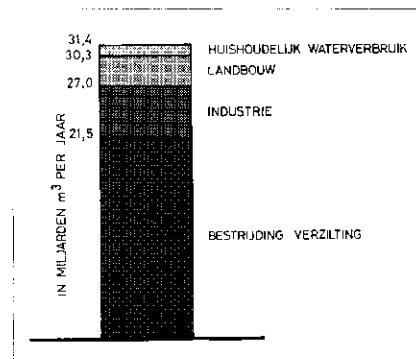
Vergelijkt men de aanvoer in een ge-



Afb. 1 - Het chloride-iongehalte in de pleistocene grondlagen.

middeld jaar van 90 miljard m<sup>3</sup> met de behoefte in het jaar 2000, die ruim 30 miljard m<sup>3</sup> bedraagt, dan is nog een ruime marge aanwezig. Dit geeft evenwel een onvoldoend beeld van de werkelijkheid. Ook in een droog jaar moet er voldoende water zijn. Om een goed beeld te hebben, moet men daarom de waterbalans voor een droog jaar opstellen. Hiervoor is gekozen een droog zomer-halfjaar dat gemiddeld eens in de 20 jaar voorkomt. Zo'n jaar heeft een droogtegraad D van 95%.

TABEL II

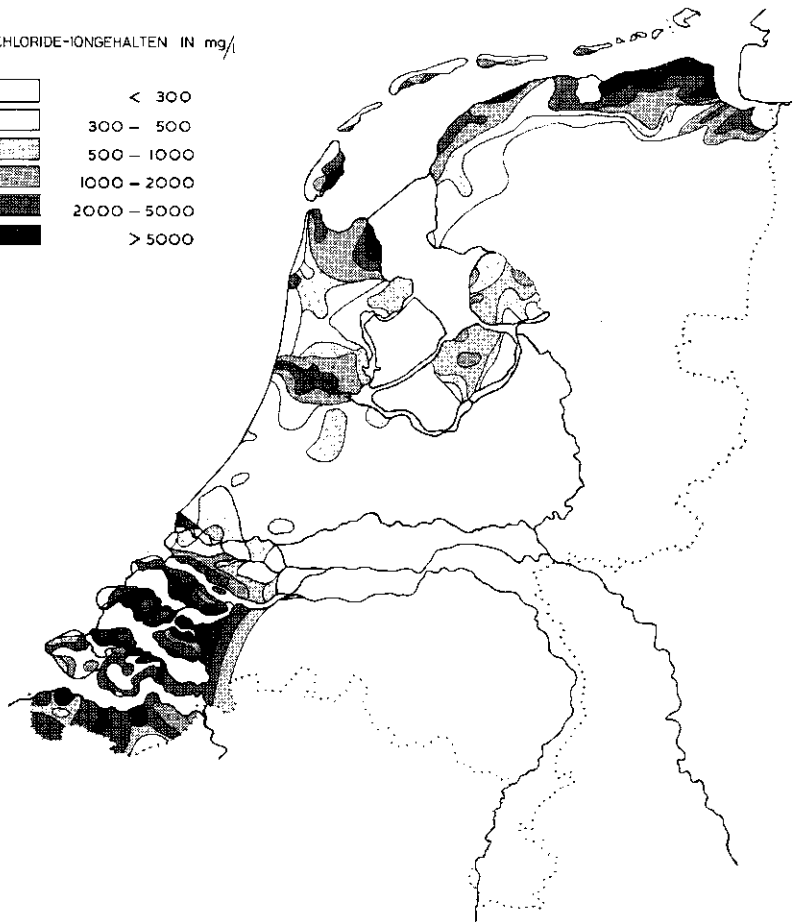
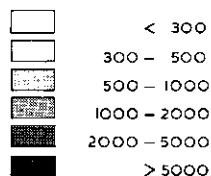


TABEL III <sup>1)</sup> — *Beschikbaar en benodigd water in een zomerhalfjaar met een droogtegraad D = 95%, omstreeks 2000*

A: beschikbaar water in miljarden m <sup>3</sup>		B: benodigd water in miljarden m <sup>3</sup>	
grondwater	0,8	bestrijding verzilting en doorspoeling	10,8
Rijn (Lobith)	21,1	peilbeheersing en wateraanvulling in de landbouw	3,3
Maas (Borgharen)	0,7	industriële verbruik	2,7
kleine rivieren en afwatering naar Nederlands gebied	1,3	huishoudelijk verbruik	0,6
spaarbekkens	1,0	restafvoer	8,6
gereinigd afvalwater	1,1		
<b>totaal</b>	<b>26,0</b>	<b>totaal</b>	<b>26,0</b>

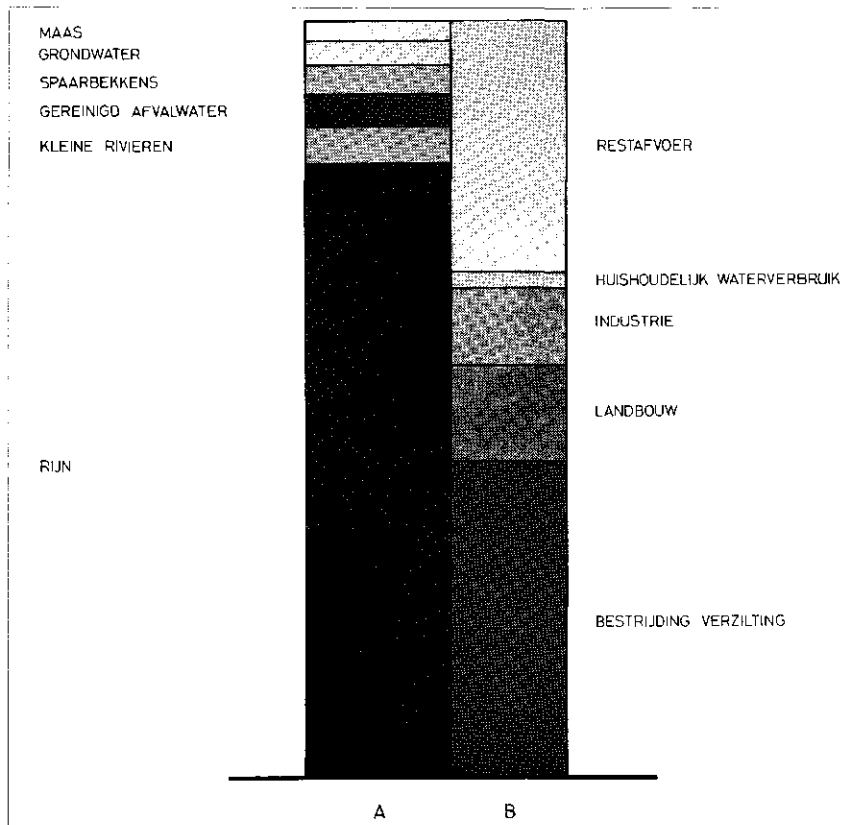
<sup>1)</sup> Ontleend aan „De waterhuishouding van Nederland”.

CHLORIDE-IONGEHALTEN IN mg/l



Afb. 2 - Het chloride-iongehalte in het open water.

TABEL III



Ook dit beeld is nog niet volledig. Niet alle Rijn- en Maaswater kan worden benut. De plaatsen van wateraanbod en vraag zijn niet dezelfde; aan de transportmogelijkheden zijn grenzen gesteld, zodat niet al het beschikbare water nuttig kan worden gebruikt.

Omstreeks het jaar 2000 zal door het treffen van maatregelen als regel voldoende water beschikbaar zijn. In een zeer droog jaar zullen er echter tekorten zijn. Na 2000 zullen deze tekorten toenemen.

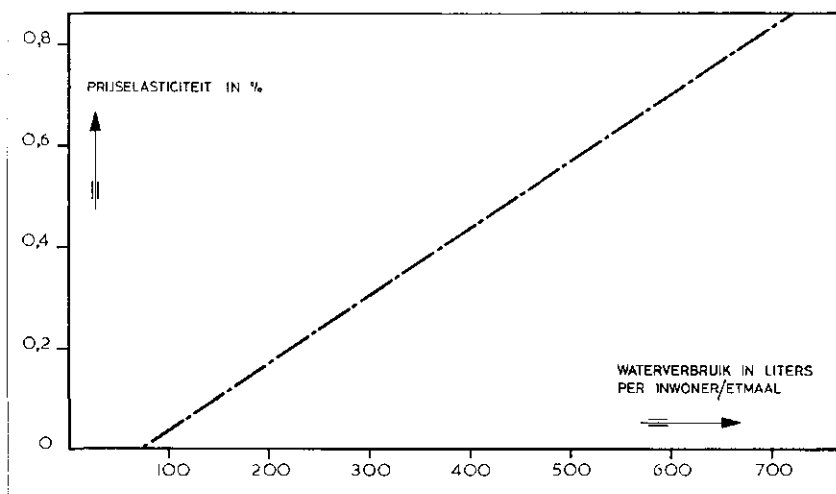
### Openbare watervoorziening

Ik kom nu terecht bij de watervoorziening voor huishoudelijke en industriële doeleinden. Men kan dit de levering van kwaliteitswater noemen. Uit de overzichten in de tabellen I t/m III blijkt dat dit water naar verhouding een gering gedeelte is van de totale behoefte. De kwalitatieve eisen die aan dit water moeten worden gesteld, maken evenwel deze watervoorziening tot een groot probleem in Nederland.

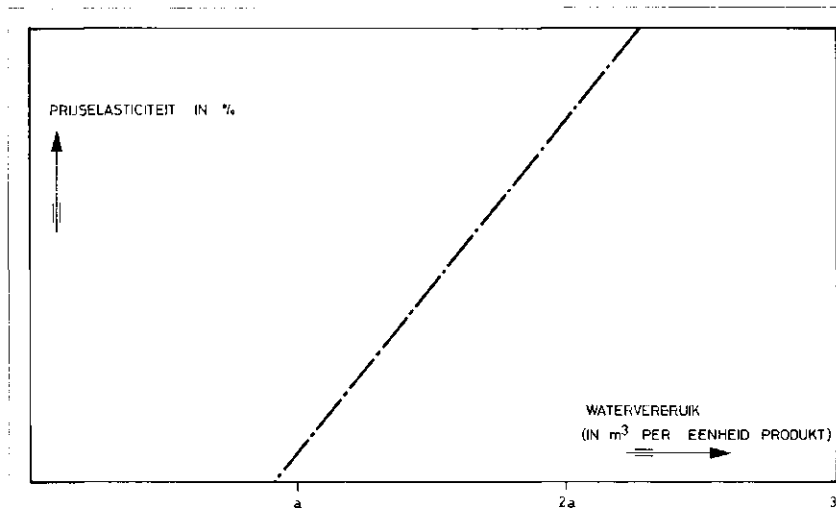
Allereerst echter wil ik dieper ingaan op de benodigde hoeveelheden kwaliteitswater. Ik zal daarbij de gegevens die ik zal gebruiken ter illustratie van mijn betoog ontleenen aan Nederland als één samenhangend voorzieningsgebied.

Voor het ontwerpen van waterzuiveringsinstallaties is het nodig te weten hoe groot deze moeten zijn en op welke tijdstippen zij gereed moeten komen. Dit vraagt een inzicht in het in de toekomst te verwachten waterverbruik. In Nederland zijn daarvoor verschillende prognoses opgesteld, die tot het jaar 2000 gaan. Hiervan behandel ik in het kort een prognosemethode, die ik begin 1970 heb geïntroduceerd onder de naam van determinantenmethode. Bij deze methode wordt onderscheid gemaakt tussen waterbehoefte en waterverbruik.

Waterbehoefte is de totale vraag naar kwaliteitswater. Waterverbruik is de hoeveelheid die wordt afgenomen. Deze begrippen zijn niet identiek. Het verbruik is dat gedeelte van de behoefte dat de economische beschikbaarheid toelaat te dekken. Naast behoefte aan water heeft de mens talloze andere behoeften die hij wil bevredigen: een huis, auto, kleding. Hij moet kiezen in welke mate hij ieder van de behoeften zal bevredigen. Daarbij speelt ook de prijs een rol. Als de prijs van het water stijgt, zal het verbruik dalen, bij gelijk gebleven behoefte.



Afb. 3 - De prijselasticiteit van huishoudelijk water.



Afb. 4 - De prijselasticiteit van industrieel water (symbolisch).

De invloed van de prijs op het huishoudelijk verbruik is naar verhouding gering. Beneden een verbruik van 100 liter per hoofd gedurende een etmaal is er vrijwel geen invloed. Daarboven stijgt de invloed geleidelijk; bij een verbruik van 500 liter wordt zij belangrijk. De prijselasticiteit, die aan de voet van het verbruik nihil is, neemt (zie afb. 3) langzaam toe.

Bij industrieel waterverbruik is de prijselasticiteit veel groter; men kan bij een stijgende waterprijs gemakkelijker overschakelen op andere processen of recirculeren (zie afb. 4).

Hieruit volgt dat bij een prognose van het toekomstig waterverbruik met de prijsontwikkeling rekening moet worden gehouden. Ook andere economische factoren bepalen dit verbruik. Als voorbeeld noem ik de ontwikkeling van de woningbouw, zowel in

aantal woningen als in de kwaliteit van de individuele woning. Ook de groei in het aantal auto's en tuinen heeft invloed. Van grote betekenis is de industriële ontwikkeling, gespreid naar diverse takken van industrie.

Volgens de determinantenmethode kan de groei in het waterverbruik worden vastgelegd in een formule, waarin de economische factoren, die van invloed zijn, met een wegingsfactor voorkomen. De algemene formule luidt:

$$\Delta Y = \sum_{i=1}^{i=n} b_i (\Delta x_i)$$

waarin

$\Delta Y$  = de groei van het waterverbruik ( $Y$  stijgt in de tijd  $\Delta t$  met  $\Delta Y$ ).

$b_i$  = wegingsfactor

$\Delta x_i$  = determinant (waterverbruik bepalende factor).

De determinanten kunnen worden ingedeeld naar 5 hoofdgroepen:

- A. wonen (de gezinshuishoudingen)
- B. verzorging (winkels, hotels, openbare gebouwen, kappers etc.)
- C. diensten (vervoer en handel)
- D. industrie
- E. tuinbouw en veeteelt.

Iedere hoofdgroep is op zijn beurt weer opgebouwd uit een aantal subdeterminanten. Een subdeterminant is bijvoorbeeld de groei van het aantal woningen. Een andere subdeterminant is de vertraging in de industriële groei door recirculatie van water.

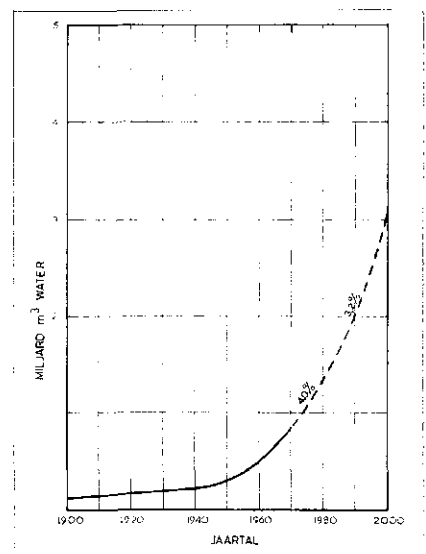
Voor iedere subdeterminant is door een afzonderlijke statistische analyse een groeipercentage vastgesteld. Om één voorbeeld te noemen: het aantal tuinen per 1000 woningen stijgt 1,5 % per jaar tussen 1970 en 1980 en daarna 3 % tot 2000.

Het totaal van de invloed van alle afzonderlijke determinanten geeft de prognose in het waterverbruik. Daarbij is met de ontwikkeling in prijzen en technologie rekening gehouden. Het resultaat van een uitgevoerde berekening is dat het waterverbruik in Nederland tussen 1970 en 1980 jaarlijks met 4,05 % toeneemt en tussen 1980 en 2000 met 3,15 % per jaar. Waterverbruik is in dit geval verbruik van kwaliteitswater.

Kwaliteitswater is:

1. water geleverd door waterleidingbedrijven
  - 1.1. volledig gezuiverd water

Afb. 5 - Het toekomstig verbruik van leidingwater in Nederland.



1.2 halfproduct (industriële proceswater)

- water gewonnen door de industrie en gebruikt als c.q. bewerkt tot proceswater.

Bij 2 is niet medegedeld water dat uitsluitend als koelwater wordt gebruikt.

Voor de openbare watervoorziening is het nodig te weten hoe het verbruik van leidingwater zich ontwikkelt. Dit wordt afgeleid uit het totale verbruik van kwaliteitswater. Deze procedure is nodig omdat het aandeel dat de openbare watervoorziening van de totale markt heeft in de toekomst toeneemt.

De prognose voor het waterverbruik in Nederland is dan:

oppervlaktewater. Den Haag en Amsterdam legden in die tijd pijpleidingen naar de Rijn om rivierwater te verpompen naar infiltratiegebieden in de duinen langs de Noordzee. Amsterdam verdubbelde de capaciteit van de leidingen reeds in 1967 van 75 tot 150 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. De helft hiervan is bestemd voor rechtstreekse levering aan de industrie.

Voor de toename in waterverbruik tot 2000 komt vrijwel uitsluitend oppervlaktewater in aanmerking, dat is in hoofdzaak de rivier de Rijn. De Rijn is een rivier die ik niet behoef te beschrijven. Hij stroomt ons land binnen bij Lobith en brengt behalve water grote hoeveelheden bekende en onbekende stoffen binnen, die het rivierwater verontreinigen. In de loop

der jaren is het gehalte aan verontreinigingen voortdurend gestegen. Het is onze taak van deze grondstof betrouwbaar en smakelijk water te maken.

Een voorbeeld van de toenemende verontreiniging is het chloride-ionengehalte, afgebeeld in afb. 6.

Daarnaast spreken een duidelijke taal de cijfers die de Nederlandse Rijncommissie Waterleidingbedrijven in 1966 aan de Internationale Commissie deed toekomen en waarin de kwaliteit van het Rijnwater over de laatste 20 jaar werd beschreven (zie tabel V).

De commissie voegt aan dit overzicht nog toe:

„Die hier als kennzeichnend angenommenen Größen geben aber noch keineswegs ein vollständiges Bild der Verunreinigung des Rheins. Stoffe, die in winzigen Mengen die Wasserqualität stark beeinflussen wie zum Beispiel anorganische und organische Giftstoffe und die Geruchs- und Geschmackstoffe, kommen in der hier

TABEL IV <sup>1)</sup> - hoeveelheden kwaliteitswater in miljoenen m<sup>3</sup>

	1967	1980	2000
totaal waterverbruik	1375 (100 %)	2320 (170 %)	4350 (315 %)
geleverd door waterleidingbedrijven	756 (100 %)	1380 (180 %)	3050 (400 %)
idem in % van het totaal	55 %	60 %	70 %

<sup>1)</sup> zie afb. 5.

De waterleidingbedrijven moeten derhalve rekenen met een viervoudige stijging in het verbruik gedurende de volgende dertig jaar. Daarbij is rekening gehouden met een jaarlijkse stijging in de kostprijs van het water met 1 tot 1½ %. Het productievermogen van de bedrijven moet derhalve ook worden verviervoudigd.

#### Oppervlakte water

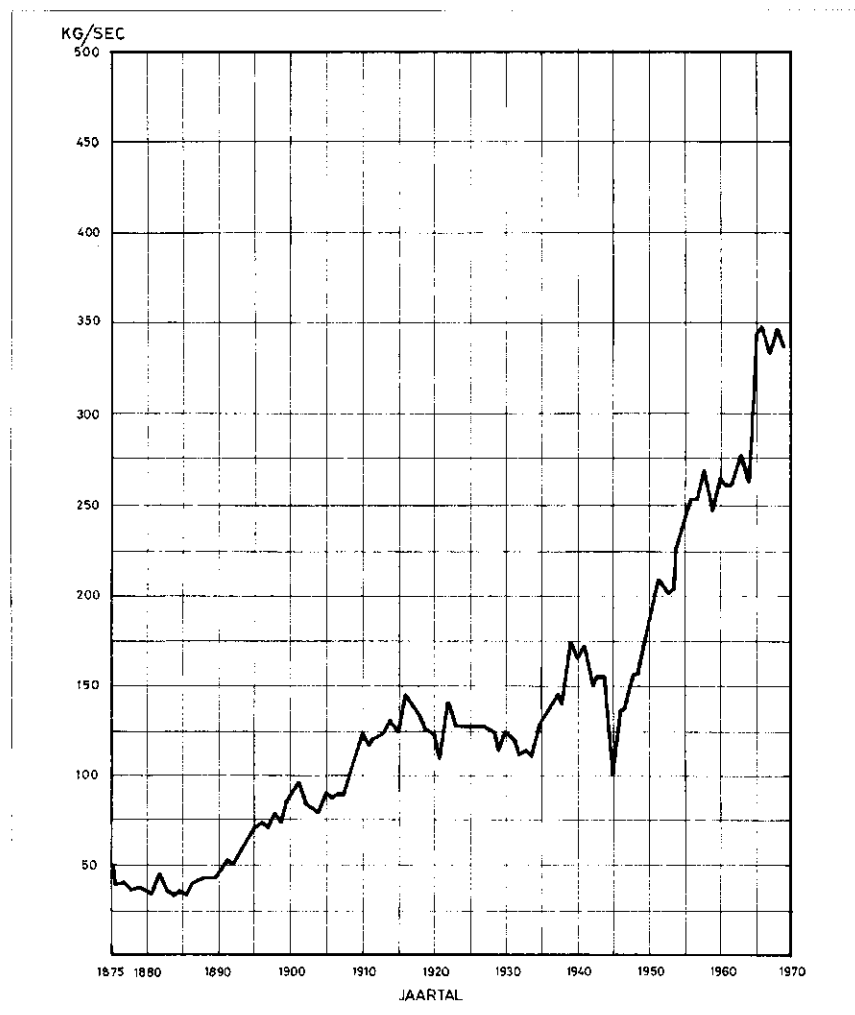
De sterke stijging in de productie is evenwel op zichzelf niet het grootste probleem. De problemen ontstaan doordat het meerdere water dat als grondstof voor deze productiestijging nodig is, grotendeels moet worden onttrokken aan oppervlaktewater.

Tot voor kort werd vrijwel alle leidingwater in Nederland aan de bodem onttrokken. Aan die hoeveelheid is een grens gesteld die bepaald wordt door de voeding van het grondwater door de nuttige neerslag. Het interen op de aanwezige voorraden grondwater is gevaarlijk omdat daarmee het diepere zoute grondwater omhoog wordt getrokken en het zeewater in de grond landinwaarts gaat bewegen.

Blijvende verzouting van het land zou hiermede dreigen met grote schade aan landbouw en veeteelt.

Reeds in 1955 was het noodzakelijk de stijging in waterverbruik op te vangen door het onttrekken van extra

Afb. 6 - De chloride-ionbelasting van de Rijn.



TABEL V

Untersuchte Grössen	Untersuchungsergebnisse als Mittelwerte über die 3-jährige Periode		Verhältnis
	'46/'48	'63/'65	
Abfluss in m <sup>3</sup> /sec in Lobith	2050	2115	1,03
Färbung in mg Pt/l	15	29	1,9
Permanganatverbrauch in mg KMnO <sub>4</sub> /l	15	30	2,0
Chloridgehalt in mg Cl <sup>-</sup> /l	94	170	1,8
Nitratgehalt in mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	3,6	6,8	1,9
Sulfatgehalt in mg SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /l	57	88	1,5
Hydrokarbonatgehalt in mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	156	149	0,95
Ammoniakgehalt in mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l	0,6	2,7	4,5
Eisengehalt in mg Fe/l	0,3	1,5	5,0
Kalziumgehalt in mg Ca <sup>++</sup> /l	67	85	1,3
Natriumgehalt in mg Na <sup>+</sup> /l	53	88	1,7
Sauerstoffgehalte in mg O <sub>2</sub> /l	9,7	5,6	0,6
Phosphatgehalt in mg PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /l	122	213	1,7
Gesamthärte in D°	12	14	1,2

gegebenen Reihe nicht vor, weil diese noch nicht routinemässig erfasst werden können".

En verder:

„Die Zusammenfassung dieser Ergebnisse in der Tabelle zeigt, dass die Lage der Wasserwerke am Rhein fast schreckenerregend ist".

Welke middelen staan ons in Nederland ten dienste om van dit materiaal goed drinkwater te maken.

#### a. opslag van water (storage)

De kwaliteit van het Rijnwater, en dit geldt ook voor het water in de Maas, varieert met de afvoer. Bij hoge afvoer ontstaat een grotere verdunning, zodat de kwaliteit van het water naar verhouding beter is.

Door spaarbekken te maken krijgt men gelegenheid de gemiddelde kwaliteit van het water te verbeteren.

Er zijn drie verschillende vormen van wateropslag:

- een spaarbekken waar de rivier doorstroomt;
- een spaarbekken dat door een afsluitbare verbinding met de rivier is verbonden;
- ondergronds.

Daarnaast bestaat als een variant van a. het doorstroombekken, waarin de gemiddelde kwaliteit van het water dezelfde blijft, doch de pieken worden afgevlakt.

Een voorbeeld daarvan is het IJsselmeer, dat in verband met de hoogte van de dijken een beperkte storage heeft. Het Rijnwater, dat hier in het IJsselmeer stroomt via de zijrivier

IJssel, verzamelt en mengt zich tot een gemiddelde kwaliteit.

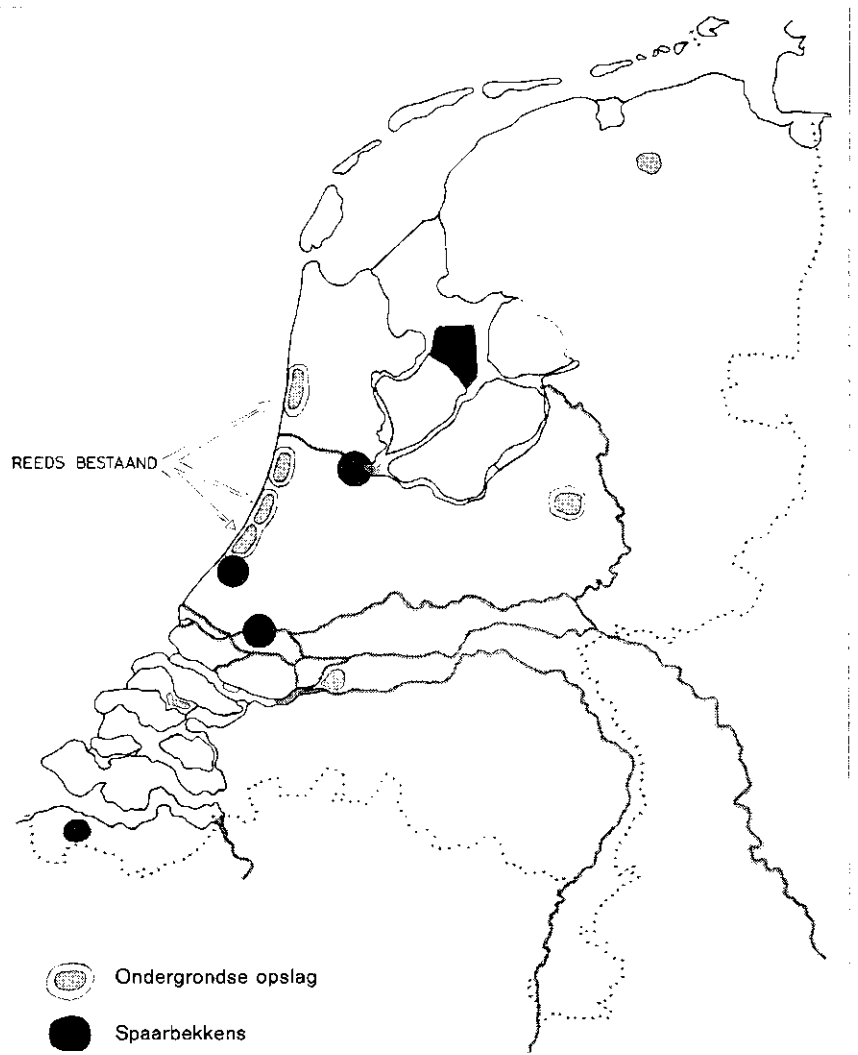
Het voordeel is dat deze kwaliteit

nimmer zo ver daalt als in droge perioden op de rivier. Het nadeel is dat ook nooit de kwaliteit wordt bereikt van het rivierwater bij hoge afvoer. Bovendien komen alle verontreinigingen in het IJsselmeer terecht. Als vaarwater is het zelf aan verontreinigingen blootgesteld. Bovendien wordt uit de diepe polders rond het IJsselmeer kwelwater met een hoog chlorideiongehalte uitgeslagen. Daardoor stijgt het chlorideiongehalte in het IJsselmeer met gemiddeld een kleine 100 mg/l.

Het spaarbekken in de Biesbosch, dat ten behoeve van Rotterdam wordt aangelegd, is een voorbeeld van een storage bekken (geval b). Water van goede kwaliteit kan uit de Rijn en de Maas worden gepompt tijdens perioden van hoge afvoer.

Het spaarbekken is beschermd, waardoor geen verontreinigingen kunnen optreden. In het spaarbekken kan nog kwaliteitsverbetering optreden.

Afb. 7 - Globale aanduiding van wateropslag in Nederland in 2000.



Ondergrondse opslag van rivierwater vindt plaats in de duinen langs de Noordzee. Op twee plaatsen langs de Rijn, namelijk in Jutphaas en Bergambacht, wordt water uit de rivier door pijpleidingen naar de duinen gevoerd en daar geïnfilterd.

Ondergrondse berging is bewerkelijker dan open opslag doordat het water in de ondergrond trager stroomt. Daarentegen is ondergrondse opslag veiliger, bijvoorbeeld tegen radio-actieve besmetting uit de lucht, terwijl heel belangrijk is dat het water langs natuurlijke weg wordt gezuiverd.

De bouw van spaarbekken betekent voor het dichtbevolkte Nederland een vrij aanzienlijk beslag leggen op ruimte. Door de slappe grond is het niet mogelijk spaarbekken te maken waarin de waterstand meer dan 15 à 20 meter kan variëren. Dit vraagt een grote oppervlakte (zie afb. 7).

Het kwalitatieve beheer van spaarbekken is niet eenvoudig: wisselende kwaliteit en temperatuur van het rivierwater kan tot algengroei leiden. De organische belasting, fosfor- en ammoniakgehalte spelen naast de zoutbelasting een rol.

#### b. menging

Het gunstige effect van reservoirs op de kwaliteit van het water kan nog worden versterkt door toevoegen van grondwater teneinde slechte pieken nog verder af te vlakken. Dit systeem wordt in de duinen reeds toegepast. Ondiep en diep gewonnen grondwater wordt met het rivierwater na infiltratie gemengd, zodanig dat het afgeleverde water een meer constante kwaliteit heeft.

Dit systeem kan worden uitgebreid door het rivierwater met grondwater te mengen vóór de infiltratie.

Menging kan eveneens worden gecombineerd met open reservoirs. Een dergelijk systeem, een spaarbekken gecombineerd met grondwaterwinning, is door Gemeentewaterleidingen Amsterdam in Zuidelijk Flevoland in studie genomen.

Het mengwater kan ook zijn kunstmatig verbeterd water, bijvoorbeeld rivierwater dat is behandeld in een destillatieproces, electrolyse of omgekeerd osmose. Dit aldus behandelde rivierwater kan men afzonderlijk opslaan en aan het niet behandelde rivierwater toevoegen, wanneer dit slechts pieken vertoont. Deze methode is kostbaarder dan winnen van grondwater.

#### c. intensief zuiveren

Opslaan en mengen van water zijn alleen zinvol zolang de rivier regelmatig een goede kwaliteit water bevat. Zelfs wanneer dat het geval is, zal het in een spaarbekken c.a. opgeslagen water een intensieve behandeling tot goed en betrouwbaar drinkwater moeten ondergaan.

In Nederland beschikt men over ervaring met zuiveren van oppervlaktewater. Rotterdam en Dordrecht hebben van ouds water uit de rivier gebruikt. Sinds rond 1955 infiltreren Den Haag en Amsterdam rivierwater uit de Rijn in de duinen. Sedert kort betreft het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland water rechtstreeks uit het IJsselmeer. Daarnaast wint Amsterdam reeds sinds 1880 water uit het plassengebied rond Loosdrecht.

De verkregen ervaring is waardevol, doch desondanks beperkt wanneer men haar afmeet tegen de zeer sterke uitbreiding van de oppervlaktewinning in de naaste toekomst en de voortgeschreden vervuiling van het oppervlaktewater.

In het door Amsterdam en in hoofdzaak ook door Den Haag toegepaste systeem wordt het water onmiddellijk na het oppompen uit de rivier in snelle zandfilters gefiltreerd en licht gechloreerd alvorens het in de transportleidingen naar het duingebied te brengen. Na infiltratie ondergaat het water in het duingebied een natuurlijke zuivering, die vooral bacteriologisch en virologisch is en voorts organische stof afbreekt. Daarna volgt een snelle en langzame zandfiltratie.

Aan het einde vindt een lichte veiligheidschlorering plaats. Actieve kool wordt toegevoegd om de smaak te verbeteren.

Dit systeem is zeer waardevol gebleken. De slechte kwaliteit van het Rijnwater bij extreem lage afvoeren stelt het systeem echter op een zware proef. Aanvullende zuivering in de toekomst is in studie.

Na open spaarbekken heeft men soortgelijke problemen. De moeilijkheden manifesteren zich in een periodieke achteruitgang van de smaak.

#### Research

Landelijk en door verschillende bedrijven wordt research verricht om de toekomstige zuiveringssystemen te verbeteren. Veel aandacht krijgt daarbij ozonbehandeling, die in ons land in

Dordrecht wordt toegepast en in Duitsland o.a. te Düsseldorf. Door Amsterdam verrichte proeven bevestigen dat een aanzienlijke verbetering in helderheid en kleur kan worden verkregen. Bacteriologisch en virologisch is het naar alle waarschijnlijkheid een waardevol middel. De Amsterdamse proefresultaten duiden erop dat het gehalte aan organische stof door voorbehandeling moet worden verlaagd tot een voor ozonisatie geschikt niveau.

Chloor is een krachtig desinfectiemiddel dat organische stof afbreekt; er kunnen evenwel verbindingen ontstaan die de smaak van het water aantasten.

Actieve kool is een waardevol middel ter absorbering van reuk- en smaakstoffen van organische of industriële herkomst.

De vraag is of deze middelen de langzame zandfiltratie kunnen vervangen. Een beter uitgangspunt is te stellen dat alle beschikbare zuiveringsmiddelen dienen te worden beschouwd en dat geval voor geval zal moeten worden gezien welke nodig zijn.

#### Ontzouting

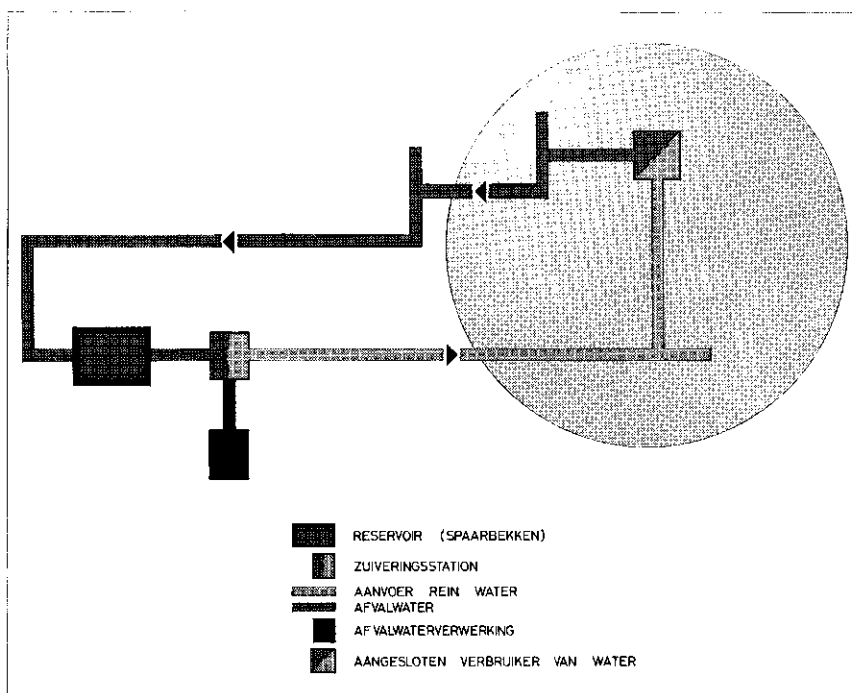
Gezien de kwaliteit van het beschikbare rivierwater zullen daarbij ook de kostbaarste methoden onder ogen moeten worden gezien. Dit zijn de ontzoutingsmethoden. Zoals bekend onderscheiden wij daarbij in hoofdzaak:

- destillatie;
- electrodialyse;
- omgekeerde osmose.

Daarvan is destillatie het meest ontwikkeld. In Zeeland bijvoorbeeld is thans een destillatiebedrijf met een capaciteit van ruim 10 miljoen m<sup>3</sup> per jaar in werking.

De kosten van een dergelijk proces bedragen ruwweg een halve gulden per m<sup>3</sup>. Het gedestilleerde water is evenwel niet zonder meer geschikt als drinkwater; reuk en smaakstoffen kunnen worden mee gedestilleerd terwijl door het ontbreken van zouten de smaak „laf” is. Een te grote zachtheid van het water kan problemen voor het buizenet geven. In het algemeen zal daarom gedestilleerd water tot drinkwater moeten worden geconditioneerd met een nabehandeling.

Hetzelfde geldt in meer of mindere mate voor de beide andere processen. Electrolyse is daarbij gevoelig voor de organische stof. Omgekeerde os-



Afb. 8 - Een gesloten circuit van watervoorziening.

mose bevindt zich nog in een begin-fase: een serie proefnemingen op semi-technische schaal begint binnenkort te Jutphaas aan het Lekkanaal.

Voor een totale behandeling van het water leiden de ontzoutingsmethoden tot hoge kosten, waardoor de toepassing in Nederland voorlopig beperkt zal blijven.

Ontzouting op kleine schaal en storage van het behandelde water in kleine reservoirs kan echter van groot belang zijn om slechte pieken te overbruggen door menging.

### Hergebruik

Tenslotte een enkel woord over hergebruik (re-use) van water. In feite wordt water altijd hergebruikt en de vraag is slechts of men de cycles tussen de opeenvolgende gebruiken kunstmatig kan bekorten. Het water in de Rijn in Nederland bestaat reeds voor een groot deel uit water dat al eerder is gebruikt. Door intensivering van de zuiveringsmethoden is het mogelijk geheel verontreinigd water weer te brengen in nagenoeg de oorspronkelijke staat.

In principe zou men een stad een gesloten systeem van watervoorziening kunnen geven.

Er zijn evenwel nog veel problemen die moeten worden opgelost alvorens men een dergelijk gesloten watercircuit kan toepassen. Geheel gesloten

zal het systeem nooit zijn daar altijd aanvulling nodig is wegens verliezen in het systeem.

Het leidnet zal moeten bestaan uit toe- en afvoerleidingen, die op een aantal plaatsen aan de periferie van de stad met elkaar in verbinding staan via zuiveringsinstallaties.

Een vraag zal zijn of het plaatselijke regenwater tot het systeem zal worden toegelaten.

Het volledig zuiveren van afvalwater tot drinkwater is zeer kostbaar. Daar staat tegenover dat geen afvalwater wordt geloosd op het openbare water, hetgeen maatschappelijk winst betekent, die ook economische betekenis heeft. De afval ontstaat nu in de zuiveringsstations en moet worden afgevoerd. Het systeem is schematisch in afb. 8 aangegeven.

Een belangrijke vraag die bij een dergelijk systeem beantwoord zal moeten worden is welke samenstelling men het geproduceerde water moet geven.

De vrijheid die men heeft verkregen door de zich ontwikkelende technologie brengt tevens de last mee te bepalen wat men daarmee doet. De vraag wat ideaal drinkwater is, valt echter niet zo eenvoudig te beantwoorden. De discussies over fluoridering geven daar een voorproef van.

Een voornaam probleem is tevens de accumulatie van de niet verwijderbare stoffen in het circulerende water.

Voorshands is deze methode nog volledig toekomstmuziek.

### Conclusie

Overziet men het beeld dan is voor de komende 30 jaar een volledig hergebruik (re-use) van water in Nederland nog niet te verwachten. Ontzoutingstechnieken zullen het probleem van de watervoorziening niet oplossen, al is een gunstige invloed te verwachten.

Voorshands is rivierwater de leverancier van ruwwater voor de stijgende vraag. De hier behandelde methoden van opslag in ondergrondse en open reservoirs en de daarop aansluitende technieken van menging, afvlakking en conventionele zuivering duiden er op dat deze middelen bij de huidige kwaliteit van het Rijnwater nauwelijks toereikend zijn om onder alle omstandigheden drinkwater van eerste kwaliteit te breiden. Daarom blijft een goede kwaliteit van het rivierwater een noodzakelijke voorwaarde. Dit geldt vooral voor de Rijn omdat deze rivier de grootste bijdrage levert aan de nationale waterhuishouding.

Dit is niet alleen nodig voor de drinkwatervoorziening maar zeker ook voor de landbouw, de visserij en de recreatie. Meer nog: een eeuw die ons zulke nog niet eerder voorhanden zijnde technologische wapens heeft verstrekt, verlangt ook dat wij die zullen gebruiken om onze rivieren niet te laten verkommen.

### Samen

Zie hier een zaak die ons, Duitsers en Nederlanders, maar ook Zwitsers en Fransen bezig houdt en verenigt. Wat is er mooier dan een gemeenschappelijk probleem, dat over de grenzen heenreikt en waarin iedere individuele burger een gelijk belang heeft: helder, fris water door de onze landen verenigende Rijn.

Onze wapens zijn de wetenschap en goede wil. De overwinning zal ons gemeenschappelijk de dankbaarheid van het nageslacht geven. Voor een nederlaag zullen wij ieder verantwoordelijk worden gehouden. Zo ver zal het, hoop en vertrouwen ik, niet komen.

De oprichting van de Internationale Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet (IAWR) op 23 januari 1970, waarin alle waterleidingbedrijven langs de Rijn van Zwitserland tot Nederland zijn verenigd, is een hoopvol teken van de groeiende samenwerking tussen alle betrokkenen.