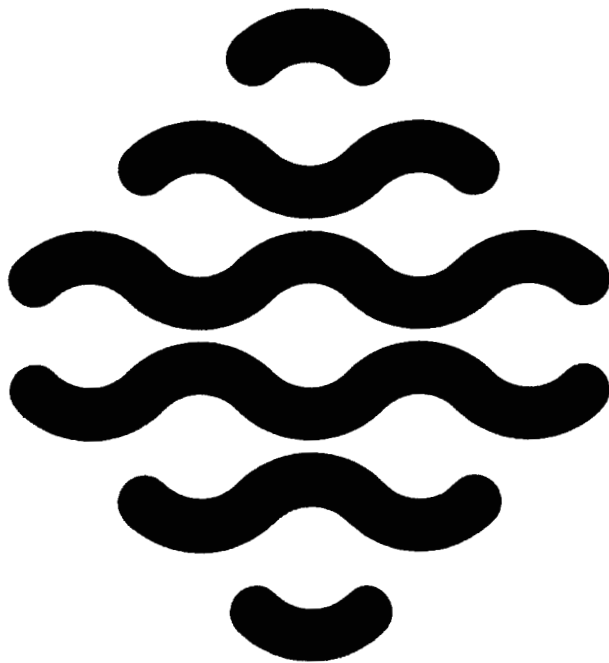


Nota samengesteld door de  
Rijkswaterstaat

# De waterhuishouding van Nederland



# Inhoud

<b>De waterhuishouding van Nederland</b>		<b>Bijlage 1</b>	<b>De waterbalans; een vergelijking van behoeften en bronnen</b>
1	Inleiding / 9	1	Inleiding / 47
2	Het lage deel van Nederland / 14	2	Waterbehoeften / 49
3	Het hoge deel van Nederland / 21	2.1	BEVOLKINGSVERBRUIK / 49
4	Waterbehoeften en wateraanvoer / 23	2.2	INDUSTRIEEL VERBRUIK / 50
5	De Zuiderzeewerken en de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek / 26	2.3	PEILBEHEERSING EN WATERAANVULLING IN DE LANDBOUW / 50
6	Het Deltaplan / 28	2.4	VERZILTINGSBESTRIJDING / 50
7	Verdere ontwikkelingen / 30	3	Waterbronnen / 52
8	Grondslagen van de waterhuishoudkundige infrastructuur / 33	3.1	DE GROTE RIVIEREN / 52
9	Verder perspectief / 37	3.1.1	<i>De Rijn</i> / 52
10	Maatregelen op legislatief en organisatorisch terrein / 39	3.1.2	<i>De Maas</i> / 53
11	Samenvatting en conclusies / 41	3.2	DE KLEINE RIVIEREN / 54
		3.3	HET GRONDWATER / 54
		4	Maatregelen ter verbetering van de waterverdeling / 55
		4.1	DE RESERVOIRS / 55
		4.1.1	<i>De oppervlaktewaterreservoirs</i> / 55
		4.1.2	<i>De grondwaterreservoirs</i> / 56
		4.2.	KOPPELING VAN DE WATERVOORZIENINGEN VAN NOORDELIJK EN ZUIDELIJK NEDERLAND / 57
		5	Waterbalans van de landsdelen / 61
		5.1	HET NOORDELIJKE DEEL VAN NEDERLAND / 61
		5.2	HET ZUIDELIJKE DEEL VAN NEDERLAND / 63

<hr/>		5	De waterhuishouding van het zuidelijk deltabekken / 110
<b>Bijlage 1A</b>	<b>De verontreiniging van de Rijn</b>	5.1	DE VERZILTING SAMENHANGENDE MET DE SCHEEPVAART / 110
1	Inleiding / 75	5.2	DE WATERVOORZIENING UIT HET ZUIDELIJKE DELTABEKKEN / 112
2	Waterafvoeren / 77	5.3	HET PEILREGIME EN DE WATERKWALITEITS-BEHEERSING OP HET ZUIDELIJKE DELTA-BEKKEN / 114
3	Anorganische verontreinigingen / 78	6	De watervoorziening van Zeeuwsch-Vlaanderen / 121
3.1	CHLORIDE-ION [Cl <sup>-</sup> ] / 78	<hr/>	
3.2	SULFAAT [SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ] / 80	<b>Bijlage 3</b>	<b>De waterhuishouding van noordwestelijk Nederland</b>
3.3	BICARBONAATGEHALTE [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] / 80	1	Inleiding / 125
3.4	ANDERE IONEN / 81	2	De waterhuishoudkundige aspecten van het Zuiderzeeplan / 126
4	Organische verontreiniging / 82	2.1	ALGEMEEN / 126
4.1	KMnO <sub>4</sub> -VERBRUIK / 82	2.2	DE AFWATERING NAAR HET IJSSELMEER / 129
4.2	B.O.D. <sub>5</sub> / 83	2.3	DE WATERVOORZIENING UIT HET IJSSELMEER / 137
4.3	AMMONIUM [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] / 83	2.3.1	<i>Hoeveelheden</i> / 137
4.4	NITRAAT [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] / 83	2.3.2	<i>De kwaliteit van het water</i> / 140
4.5	ZUURSTOF / 84	3	Overige ontwikkelingen, die van invloed kunnen zijn op de waterhuishouding van het IJsselmeer / 144
4.6	FENOLEN / 85	3.1	INLEIDING / 144
4.7	DETERGENTEN / 85	3.2	ZEEHAVENONTWIKKELING IN HET NOORDEN / 144
4.8	MINERALE OLIE / 85	3.3	EVENTUELE AFLUITING VAN DE WADDENZEE / 146
5	Radioactiviteit / 86	4	De watervoorziening op lange termijn / 148
6	Samenvatting / 87	4.1	INLEIDING / 148
<hr/>		4.2	DE KWALITEIT VAN HET WATER / 148
<b>Bijlage 2</b>	<b>De waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland</b>	4.2.1	<i>Maatregelen tot verlaging van het zoutgehalte</i> / 148
1	Inleiding / 91	4.2.2	<i>Gevaren voor de kwaliteit van het IJsselmeewater</i> / 149
2	Het toekomstbeeld van de waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland in de vijftiger jaren / 92	4.2.3	<i>Spaarbekken in het IJsselmeer</i> / 150
3	Recente ontwikkelingen, die van invloed zijn op de waterhuishoudkundige situatie van zuidwestelijk Nederland / 95	4.3	WATERBALANS VOOR EEN 95% DROOG ZOMERHALFJAAR / 151
4	De waterhuishouding van het noordelijke deltabekken / 99	<hr/>	
4.1	DE VERZILTING SAMENHANGENDE MET DE SCHEEPVAART / 99		
4.2	DE WATERVOORZIENING UIT HET NOORDELIJKE DELTABEKKEN / 107		
4.3	HET WATERVERDELINGSPROGRAMMA VOOR HET NOORDELIJKE DELTABEKKEN / 108		

---

**Bijlage 4**      **De waterhuishouding van het hoge deel van Nederland**

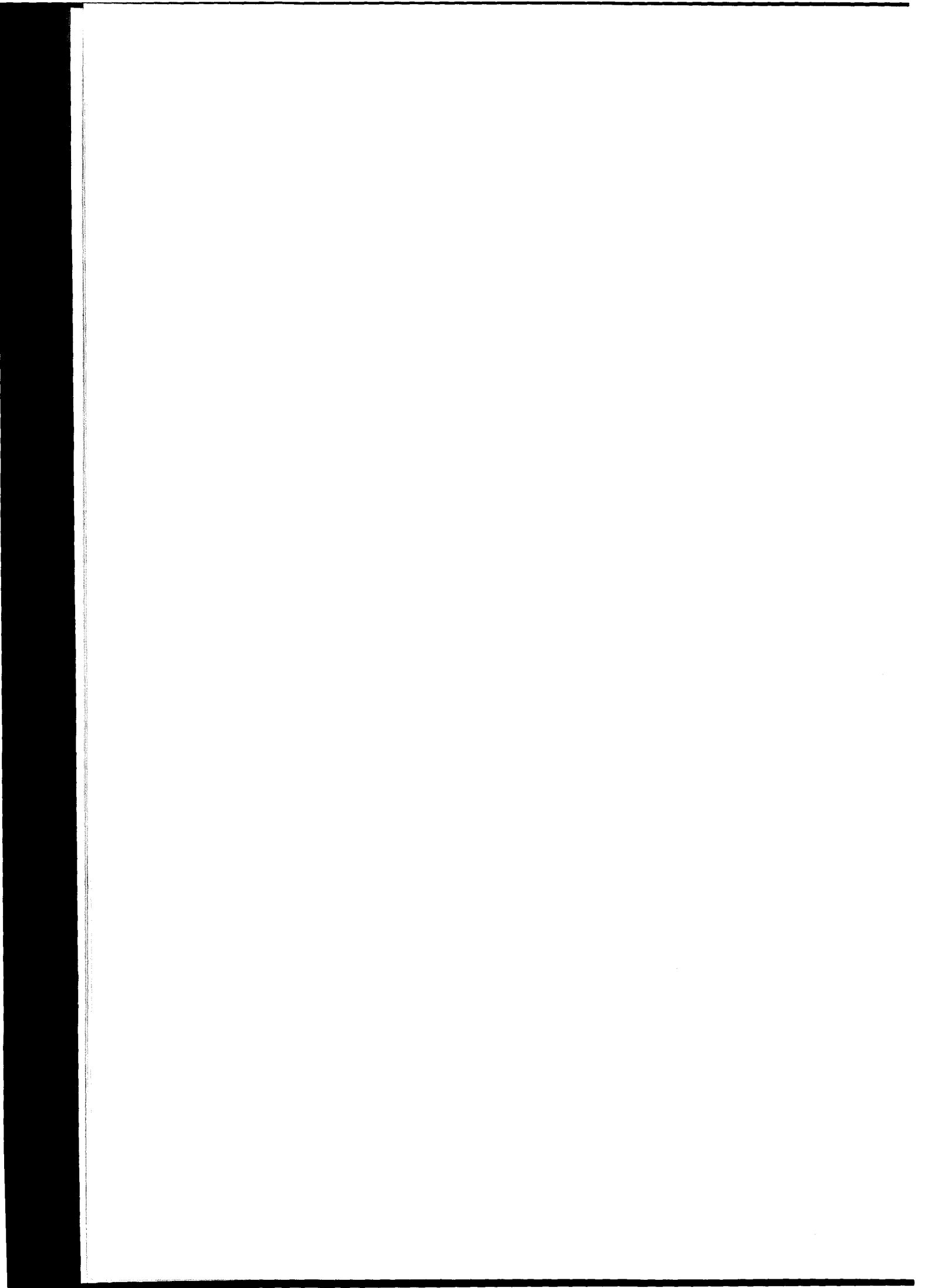
- I                    Inleiding / 157
- 2                    De geomorfologie / 163
  - 2.1                  DRENTHE, ZUID-GRONINGEN, ZUIDOOST-FRIESLAND EN GAASTERLAND / 163
  - 2.2                  OVERIJSEL, GELDERLAND EN OOST-UTRECHT / 163
  - 2.3                  NOORD-BRABANT, NOORD- EN MIDDEN-LIMBURG / 164
  - 2.4                  ZUID-LIMBURG / 165
- 3                    De afwatering / 166
  - 3.1                  DRENTHE, ZUID-GRONINGEN, ZUIDOOST-FRIESLAND EN GAASTERLAND / 166
  - 3.2                  OVERIJSEL, GELDERLAND EN OOST-UTRECHT / 167
  - 3.3                  NOORD-BRABANT, NOORD- EN MIDDEN-LIMBURG / 168
  - 3.4                  ZUID-LIMBURG / 169
- 4                    De watervoorziening / 170
  - 4.1                  DRENTHE, ZUID-GRONINGEN, ZUIDOOST-FRIESLAND EN GAASTERLAND / 170
  - 4.2                  OVERIJSEL, GELDERLAND EN OOST-UTRECHT / 171
  - 4.3                  NOORD-BRABANT, NOORD- EN MIDDEN-LIMBURG / 171
  - 4.4                  ZUID-LIMBURG / 172

---

**Bijlage 5**      **De basisplannen voor de watervoorziening van bevolking en industrie**

- I                    Inleiding / 175
- 2                    Waterbehoeften / 176
  - 2.1                  HUIDIGE TOESTAND / 176
  - 2.2                  TOEKOMST / 176
- 3                    Waterwinning / 178
  - 3.1                  HUIDIGE TOESTAND / 178
  - 3.2                  TOEKOMST / 178
- 4                    Besluit / 181





# 1 Inleiding

Het water heeft vanouds een belangrijke rol gespeeld in de geschiedenis van Nederland. De strijd tegen het water van de zee en van de grote rivieren heeft het aanzien van een groot deel van het land bepaald en zijn stempel gedrukt op vele aspecten van de samenleving. Deze strijd is reeds vroeg begonnen en is nog altijd gekenmerkt door de afweer tegen overstromingen en de bescherming van het laaggelegen land.

Daarnaast moest steeds aandacht worden gegeven aan de afvoer van water, dat door de neerslag en – in bepaalde gevallen – door ondergrondse toestroming, de kwel, wordt aangevoerd. Terwijl in het hoge deel van het land de afstroming tot voor kort vrijwel geheel plaats vond langs natuurlijke weg, moesten in het lage deel reeds in oude tijden voor dit doel kunstmatige voorzieningen worden getroffen.

Een deel van de neerslag wordt verder verbruikt bij de verdamping. Een ander deel van de neerslag vormt een aanvulling van het grondwater [fig. 2]. Dit grondwater, voor zover van goede kwaliteit, kan voor verschillende doeleinden worden gebruikt, o.a. voor de drinkwatervoorziening.

Voor zover de neerslag onvoldoende bleek om op het gewenste tijdstip en op de gewenste plaats de behoeften te kunnen dekken, werd voor de opheffing van het watertekort naar andere bronnen gezocht.

Het spreekt vanzelf, dat de hoedanigheid van het aanvullende water in zulke gevallen een belangrijke rol speelt. Het in de zee en de daarmee in verbinding staande wateren overvloedig beschikbare zoute water is, afgezien van het gebruik als grondstof voor ontziltingsprocessen en als

koelwater, bijvoorbeeld voor elektriciteitscentrales, veelal onbruikbaar. In enkele gevallen werd in het verleden wel zout water ingelaten, ten einde de binnenwateren in droge perioden ten behoeve van de scheepvaart op peil te houden. Hierdoor kunnen echter andere belangen worden geschaad.

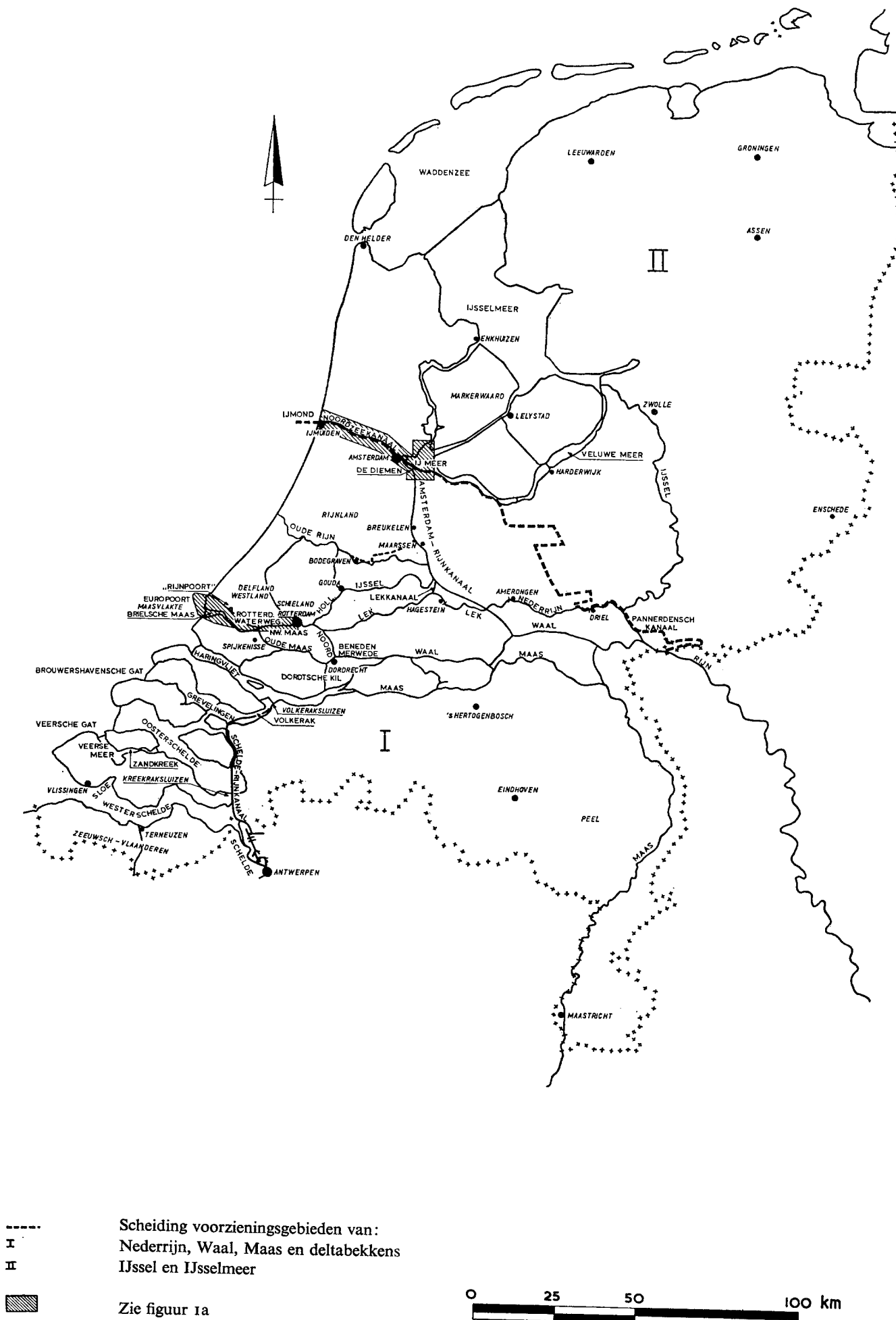
De grote rivieren, de Rijn en de Maas, en de kleinere stromen zijn de bronnen waarop men in beginsel voor de wateraanvulling is aangewezen [fig. 1]. Omdat in droge tijden de rivieren òf te weinig water afvoeren òf water van te slechte kwaliteit, moesten mogelijkheden worden ontwikkeld om in perioden met overvloedige aanvoer water op te slaan voor gebruik tijdens droge perioden. Ten gevolge van de toenemende bevolkingsdichtheid, een meer intensief gebruik van de bodem, de industrialisatie en de uitbreiding van het verkeer te water in de laatste decennia, worden steeds hogere eisen gesteld aan de kwaliteit van het water en zijn grotere hoeveelheden benodigd.

Het geheel van onderzoeken, technische werken en bestuurlijke maatregelen, dat nodig is om tot een zo doelmatig mogelijke kwantitatieve en kwalitatieve beheersing van het aanwezige water te komen, wordt aangeduid met de term 'waterhuishouding'.

In deze nota zullen aan de aspecten van de afwatering en de watervoorziening verschillende beschouwingen worden gewijd. Het aspect van de bescherming van het land tegen overstroming door het water van de zee en rivieren blijft buiten beschouwing. Wat de afwatering betreft kan worden vermeld, dat deze grotendeels aan redelijke eisen voldoet, mede dank zij de soms ingrijpende voorzieningen, die in het verleden zijn uitgevoerd. In bepaalde gebieden dient echter

Fig. 1

Overzichtskaart



-----  
 I  
 II

Scheiding voorzieningsgebieden van:  
 Nederrijn, Waal, Maas en deltabekkens  
 IJssel en IJsselmeer

▨  
 Zie figuur 1a

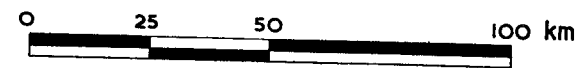


Fig. 1a

Havengebieden van Amsterdam en Rotterdam

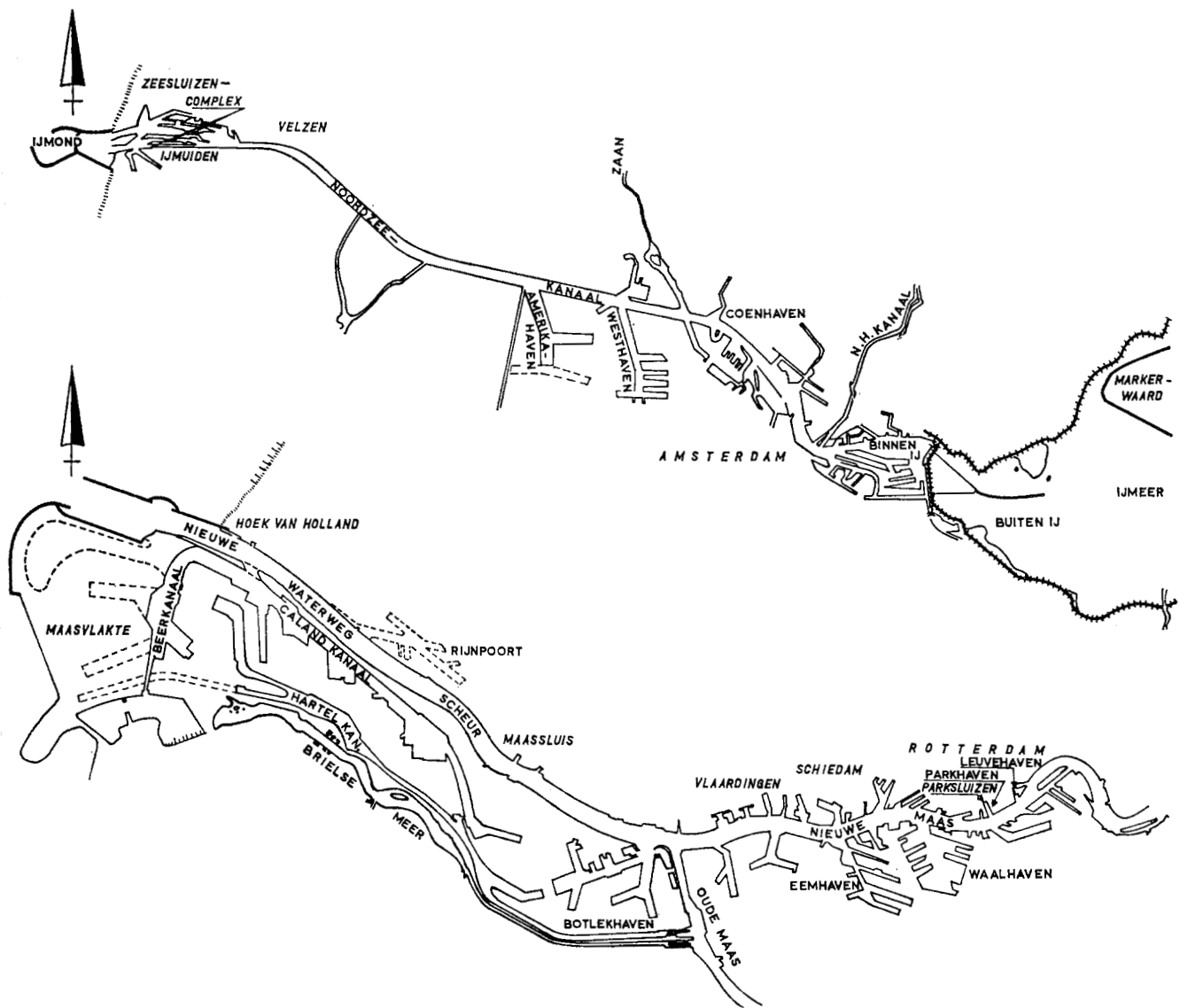
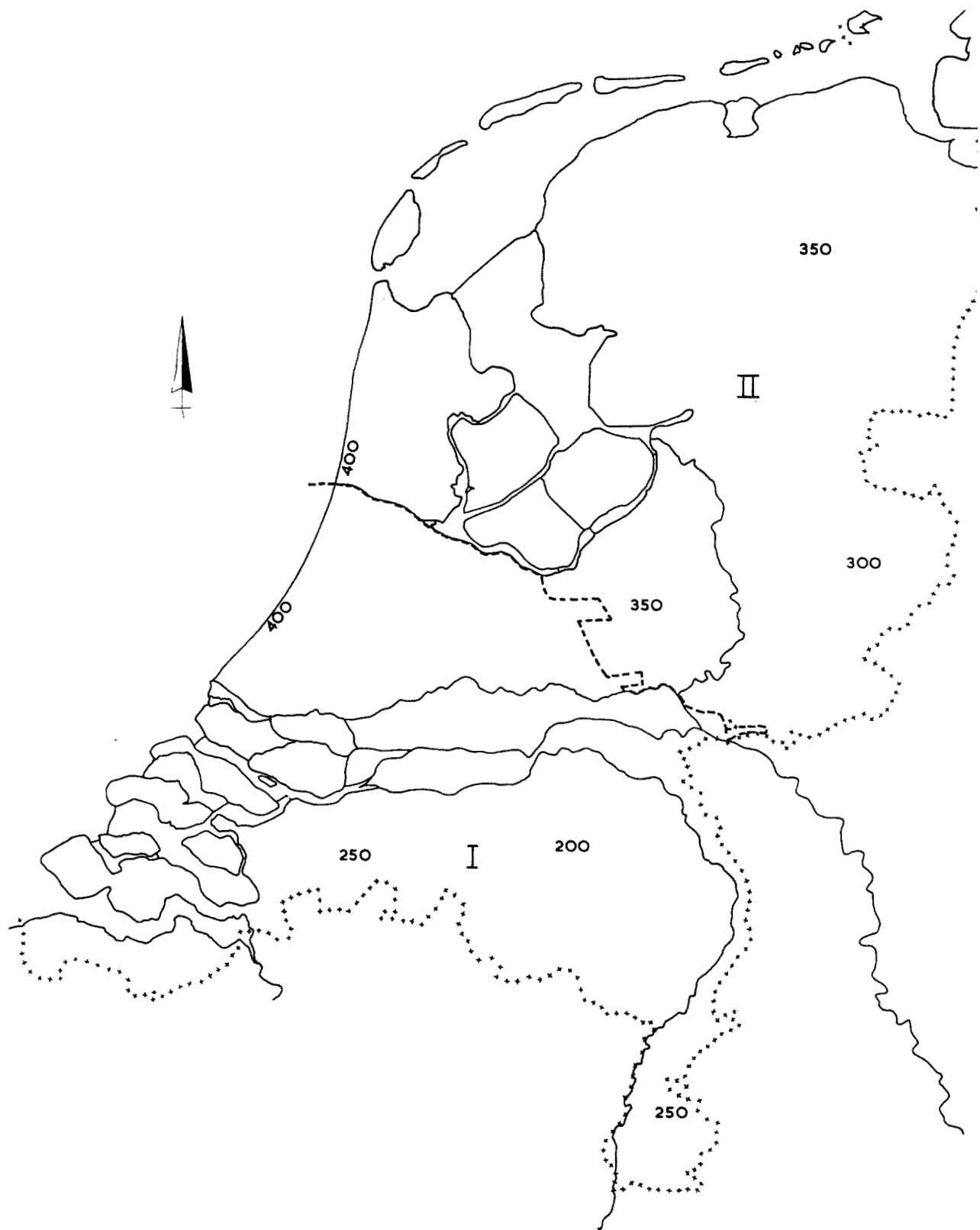


Fig. 2

Nuttige neerslag



250 = Nuttige neerslag in mm/jaar

----- Scheiding voorzieningsgebieden van:  
I Nederrijn, Waal, Maas en deltabeekens  
II IJssel en IJsselmeer

0 25 50 100 km

naar een verbetering van de afwatering te worden gestreefd, die in overeenstemming is met de voortgaande economische ontwikkeling en met de hogere eisen, die worden gesteld aan het milieu met het oog op de leefbaarheid. Genoemd kunnen o.a. worden de nieuw te bouwen gemalen bij IJmuiden en Zwartsluis. De watervoorziening daarentegen vraagt vrijwel overal en in toenemende mate aandacht zowel ten aanzien van het kwantitatieve, als het kwalitatieve element.

*Het is om deze reden, dat in de nota hoofdzakelijk het watervoorzieningsaspect zal worden behandeld, terwijl in de bijlagen 2, 3 en 4 het afwateringsaspect waar nodig uitvoeriger aan de orde zal worden gesteld.*

De kwaliteit van het water wordt bepaald door het gehalte aan anorganische en organische verontreinigingen. In het navolgende wordt vrijwel alleen aandacht besteed aan de anorganische verontreiniging voor zover deze de verzilting van het oppervlaktewater en het grondwater betreft. De andere anorganische verontreinigingen, alsmede de organische verontreinigingen, liggen wat het oppervlaktewater betreft binnen de werkingssfeer van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren.

Verwacht wordt, dat door het treffen van de nodige voorzieningen in het kader van deze wet het mogelijk is omstreeks het jaar 2000 een zodanige toestand te bereiken dat de dan nog aanwezige verontreiniging, in een groot deel van ons land geen beletsel meer behoeft te vormen voor het gebruik van oppervlaktewater voor de meeste doeleinden.

De bescherming van het grondwater tegen verontreiniging is in studie bij een door de Minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid ingestelde commissie.

*Het doel van deze nota is de weg aan te geven, die zal moeten worden gevolgd om in de toekomst tot een goed functionerende waterhuishoudkundige infrastructuur te geraken.*

De grote lijnen van deze weg worden behandeld in de eigenlijke nota. Op de details wordt nader ingegaan in vijf bijlagen, die elk voor zich bepaalde aspecten van de waterhuishouding behandelen, zoals 'de waterbalans en de vergelijking van behoeften en bronnen' [bijlage 1], alsmede de afwatering en de watervoorziening voor bepaalde landsdelen. Zo behandelt bijlage 2 'de waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland', bijlage 3 'de waterhuishouding van noordwestelijk Nederland' en bijlage 4 'de waterhuishouding van het hoge deel van Nederland'.

Bijlage 5 tenslotte behandelt 'de basisplannen voor de watervoorziening van bevolking en industrie'. Deze laatste bijlage is opgesteld onder de verantwoordelijkheid van de Staatssecretaris van Sociale Zaken en Volksgezondheid.

*Zoals uit de navolgende beschouwingen zal blijken, kan als conclusie worden gesteld, dat omstreeks het jaar 2000 de totaal beschikbare hoeveelheid water voldoende is om in de geraamde waterbehoefte omstreeks dat tijdstip te voorzien.*

*Dit geldt niet alleen voor gemiddelde omstandigheden, doch ook onder omstandigheden, die zich voordoen tijdens een zeer droog zomerhalfjaar. In het laatste geval kunnen echter wel korte perioden voorkomen, in het bijzonder in de maand juni, waarin de waterbehoeften de dan beschikbare watervoorraden overtreffen. Om het tekort te dekken zal tot een grotere voorraadvorming moeten worden overgegaan dan thans reeds het geval is.*

*De nota geeft, voor zover zij betrekking heeft op de toekomst, slechts een filosofie over de macrostructuur van de waterhuishouding voor de eerste tientallen jaren. Het kostenaspect ligt dientengevolge buiten het kader van de nota.*

## 2 Het lage deel van Nederland

Ongeveer een vierde deel van het oppervlak van Nederland is beneden de gemiddelde zeespiegel gelegen en meer dan de helft van het oppervlak zou worden overstroomd, indien er geen dijken bestonden om het land te beschermen tegen de hoge zeestanden tijdens stormvloed en tegen hoge rivierstanden tijdens grote afvoeren [fig. 3].

Deze situatie is ontstaan als gevolg van de geologische wordingsgeschiedenis van ons land, van menselijk ingrijpen en van voortgezette veranderingen in de relatieve hoogteligging van zee en land. Door het bedijken en het droog leggen van meren, zeearmen, kuststroken, moerasgebieden enz. is land ontstaan dat tegen hoge zee- of rivierstanden moet worden beschermd. Daarnaast is een stijging van de zeespiegel, gepaard gaande met een daling van het landoppervlak, opgetreden. Deze zogenaamde relatieve bodemdaling [10 à 20 cm per eeuw] is deels aan natuurlijke oorzaken en deels aan kunstmatige afwatering en de daaruit voortvloeiende klink van het bodemmateriaal van de laaggelegen gebieden toe te schrijven.

De bedijkers en 'molenmakers' uit vroeger eeuwen hebben met grote inspanning het lage deel van Nederland weten te behouden en nieuw land op het water weten te veroveren. Daarbij werd naast de bescherming tegen overstroming van oudsher grote aandacht besteed aan de afwatering van het gebied. Het overtollige water, afkomstig van de neerslag en van eventuele kwel, wordt geloosd op de rivieren of naar de zee. In bepaalde gebieden is dit rechtstreeks mogelijk, doch meestal vindt de lozing plaats via een stelsel van waterlopen met een hoog peil, de z.g. boezem. Oorspronkelijk werd bij lage zee- of rivierstanden geloosd door middel van sluizen. Om echter een betere beheersing van de

boezemwateren te verkrijgen, is steeds meer overgegaan tot een versterking van de natuurlijke lozing door bemaling en zijn boezemgemalen gebouwd. Naar een verder gaande verbetering wordt ook thans gestreefd. De nieuw te bouwen gemalen te IJmuiden voor de boezem van het Noordzeekanaal en te Muiden voor de Vechtboezem, alsmede het niet lang geleden in gebruik genomen gemaal te Staveren voor de bemaling van Friesland's boezem zijn hiervan enkele voorbeelden. Het bleek echter, dat een voortdurende verbetering van de waterkering en van de afwatering alleen niet voldoende waren om het kunstmatig geschapen milieu op bevredigende wijze in stand te houden. De watervoorziening bleek steeds meer te wensen over te laten, waarbij vooral de kwaliteit van het water het knelpunt was. Verontreiniging van verschillende aard maken het water minder deugdelijk voor het gebruik; het meest klemt daarbij het gehalte aan keuzenzout en andere in het zeewater voorkomende zouten waarvoor het chloride-iongehalte als maatgevende indicatie wordt gebruikt.

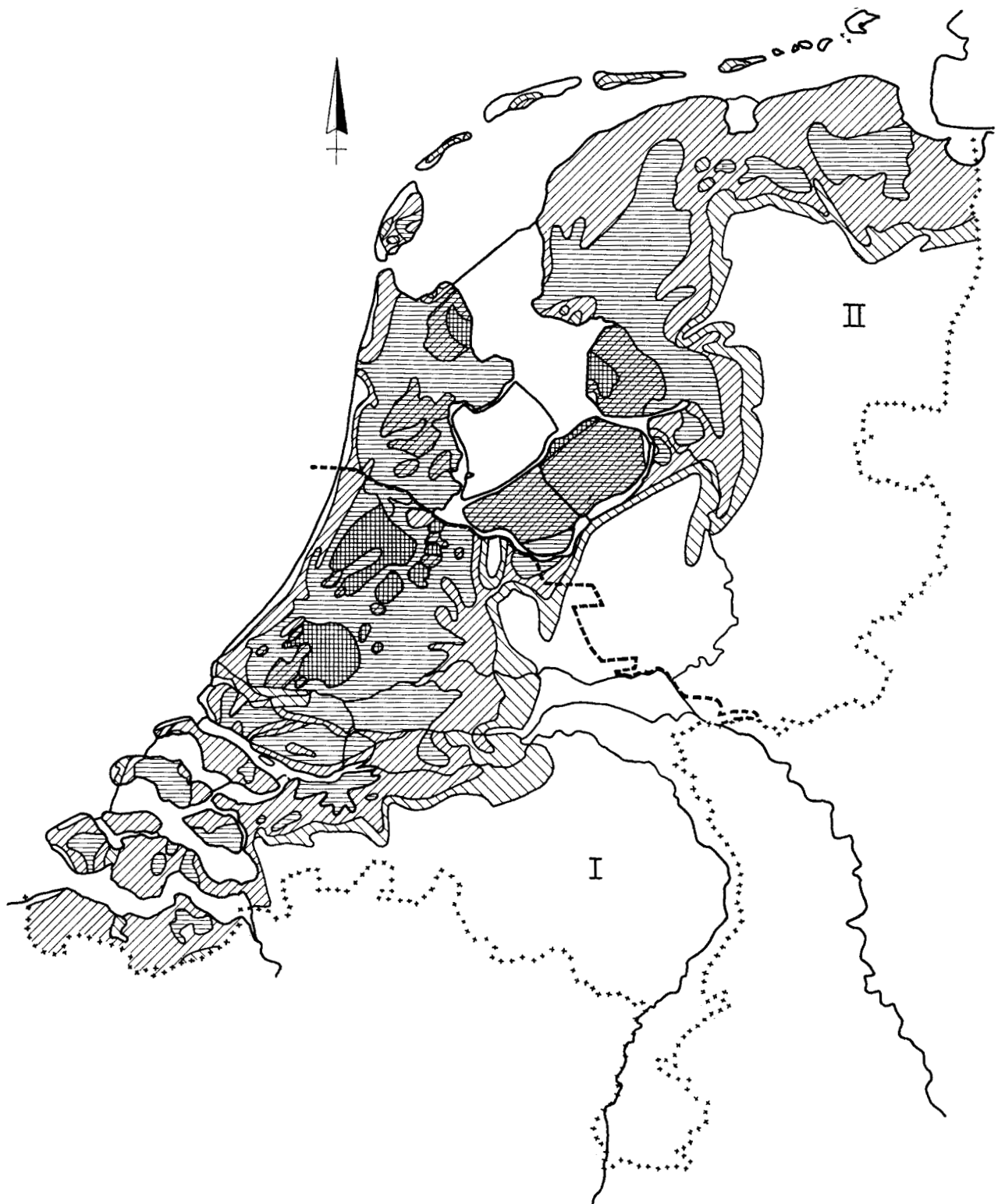
Belangrijke infiltratiepunten van zout water worden gevormd door de aan zee gelegen schutsluizen, die bij elke schutting voornamelijk ten gevolge van het uitwisselingsproces, grote hoeveelheden zout water op de boezems afdalen.

Daarnaast echter zijn nog drie andere wegen aan te wijzen waarlangs zout of brak water het land kan bereiken.







In de eerste plaats worden door de open riviermondingen grote hoeveelheden zeewater onder invloed van het getij afwisselend landwaarts en zeewaarts verplaatst. In het overgangsgebied tussen de zee en het zoete oppervlakt dringt bovendien het zoute water, door de grotere dichthei

Fig. 3

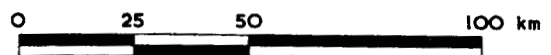
Hoogtekaart



Hoogten t.o.v. N.A.P. in m

-  > + 4
-  tussen + 4 en + 2
-  tussen + 2 en 0
-  tussen 0 en - 2
-  tussen - 2 en - 4
-  < - 4

-----  
I Scheiding voorzieningsgebieden van:  
II Nederrijn, Waal, Maas en deltabekkens  
IJssel en IJsselmeer





nog verder onder het zoetere water door. Bij deze processen treedt een zekere menging op, zodat de scherpe grenzen tussen zoet en zout water vervagen. De afstand, waarover de verzilting bij de laagwaterstroomkentering merkbaar is, wordt onder meer bepaald door de verhouding tussen de oppervlatafvoer en het vloedvolume en door de waterdiepte. Bij kleine oppervlatafvoeren en een grote waterdiepte kan de invloed van de verzilting zich voor het moment van de laagwaterstroomkentering tot op tientallen kilometers rivieropwaarts van de kustlijn doen gevoelen. Bij de hoogwaterstroomkentering reikt de verzilting globaal gesproken dan nog een tiental kilometers verder rivieropwaarts. Voor de waterhuishouding van Nederland is dit verschijnsel vooral van belang in het zuidwesten van het land, waarover in het navolgende nog uitvoerig zal worden gesproken.

Voorts wordt brak water naar de oppervlakte aangevoerd als gevolg van het optreden van kwel in laaggelegen gebieden. In de ondergrond komen namelijk doorlatende zandlagen voor waarin het grondwater zich naar deze laaggelegen gebieden beweegt. Waar het grondwater in de loop van de geologische geschiedenis is verzilt, vertoont het opkwellende water een hoog zoutgehalte [fig. 4]. Figuur 5 geeft de dikte van de zandformaties in het Pleistoceen, verzadigd met zoet water [chloride-iongehalte < 300 mg/l]. Uit de grond gewonnen koelwater is vaak zout.

Tenslotte wordt een grote hoeveelheid zout met het Rijnwater meegevoerd. In vroeger tijden was deze aanvoer van weinig belang, doch als gevolg van de industriële ontwikkeling in het stroomgebied van de Rijn is deze dermate toegenomen, dat hierdoor een ernstige bedreiging van de watervoorziening van Nederland is ontstaan. Het zout is onder meer afkomstig van de kalimijnen in de Elzas, waar momenteel gemiddeld 19 000 ton keuzenzout per dag als afvalstof bij de kaliwinning op de Rijn wordt geloosd, van de steenkoolmijnen in het Ruhrgebied, waar brak drainagewater uit de mijnen wordt omhoog gepompt en van verschillende industrieën in het stroomgebied.

Hoewel de verzilting in het begin van deze eeuw van aanzienlijk mindere omvang was dan thans, waren de zoutgehalten van het water in de boezem- en polderwateren in vele gebieden in het lage deel van het land toch dermate hoog, dat meerdere belangen werden geschaad, zoals die van de watervoorziening in de land- en tuinbouw met inbegrip van de veedrenking, die van de volksgezondheid [malaria] en die van de watervoorziening van bevolking en industrie. Vooral de gebieden, die niet met zoet water uit de grote rivieren konden worden voorzien, hadden te lijden van de verzilting. Hieronder vielen uiteraard de Zeeuwse en een deel van de Zuidhollandse eilanden en ook grote delen van Noord-Holland, Friesland en Groningen.

Ook het gebied tussen de Rotterdamsche Waterweg en het Noordzeekanaal kende de bedreiging met verzilting. Het

zeewater heeft hier vrije toegang tot de mond van de Rotterdamsche Waterweg en hoewel omstreeks het begin van deze eeuw tengevolge van de betrekkelijk geringe diepte van de vaargeul en het kleine vloedvermogen de afstand waarover de binnendringing optrad, aanvankelijk klein was, zodat het Westland nog door sluisen langs de Waterweg van zoet water kon worden voorzien, moest sedert 1890 deze inlaat naar steeds verder stroomopwaarts gelegen punten worden verplaatst. Een en ander was het gevolg van de verdieping van de Waterweg en de aanleg van havens, waardoor het zoute water verder de rivier kon optrekken.

*Teneinde een aanvaardbare kwaliteit van het oppervlakte te kunnen handhaven werd de bestrijding van de verzilting steeds urgenter element in de waterhuishouding van Nederland [fig. 6].*

In het voorgaande werden de verziltingsbronnen reeds genoemd. De capaciteit van deze bronnen is in de loop van jaren ten gevolge van kunstmatig ingrijpen sterk toegenomen. Zo moesten de schutsluizen aan zee worden vergroot om grotere zeeschepen te kunnen ontvangen. Door deze vergroting en de toeneming van het scheepvaartverkeer meer zout water op de kanalen achter de sluisen. In het gebied van de benedenrivieren heeft de sterke toeneming de diepgang van de zeeschepen een steeds verdergaande verlaging van de rivierbedding gevraagd, waardoor het zeewater over steeds grotere afstanden de rivier kon optrekken. Ook de brakke kwel is toegenomen als gevolg van de bodemdaling, de verbeterde ontwatering, de doorsnijding van waterkerende lagen nabij de oppervlakte en de drooglegging van grote diepe polders. De toeneming van de zoutafvoer van de Rijn werd reeds genoemd. Van de preventieve en repressieve maatregelen, die de beheerders van de openbare wateren ten dienste staan, is de bestrijding der verzilting, wordt hier alleen de doorsnijding in het kort besproken. Voor andere bestrijdingsmethoden wordt verwezen naar de bijlagen 2 en 3.

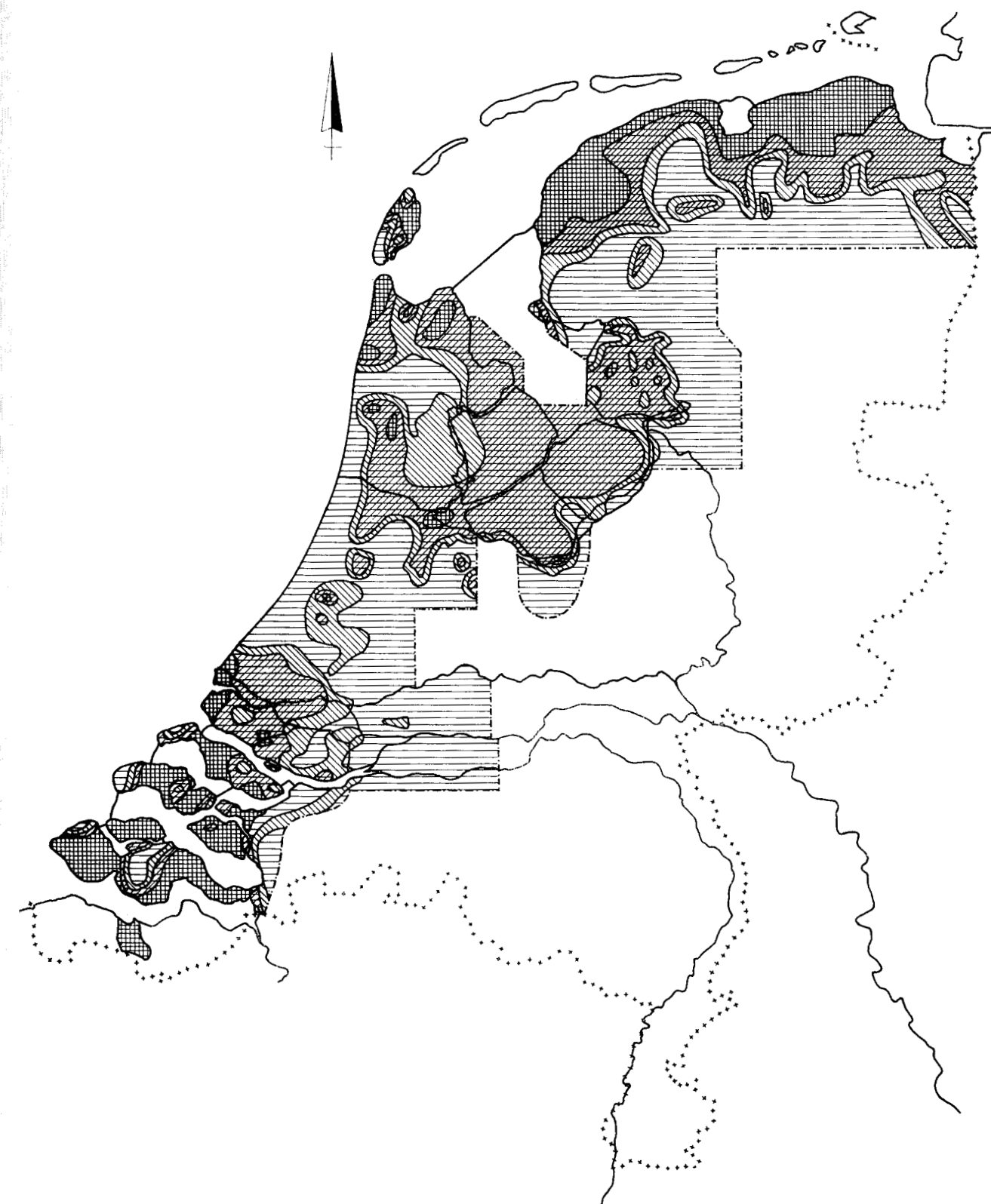
Teneinde de verzilting te bestrijden ging men er toe over boezemwateren, een stelsel van onderling verbonden waterlopen, waarvan het peil hoger is dan dat van de polders, en ook sommige polderwatergangen met zoet water door te spoelen, althans in die gebieden, welke aan rivieren grenzen. Door deze doorspoeling, die algemeen wordt toegepast, wordt brak water naar de lozingspunten en vandaar naar zee teruggedrongen. De met de doorspoeling gemoeide hoeveelheid water vormt, zoals het navolgende nog zal blijken, een grote post op de waterbalans. De voor verziltingsbestrijding bij schutsluizen en op de Nieuwe Waterweg vereiste hoeveelheid water speelt daarbij een overheersende rol.

De hiervoor genoemde waterbehoefte moet nog worden vermeerderd met de in droge perioden aanwezige waterbehoefte voor peilbeheersing en wateraanvulling in






Fig. 4

Chloride-iongehalten van het opwellende grondwater onder het Holoceen

te  
s,  
  
'er  
'n  
nd  
  
r  
ien.  
  
mt  
an  
  
;  
  
r  
ling  
  
le  
de  
  
1  
  
le



Chloride-iongehalten in mg/l

-  0-300
-  300-1000
-  1000-5000
-  > 5000
-  In onderzoek

0 25 50 100 km

Fig. 5

Dikte van de zandformaties in het Pleistoceen verzadigd met zoet water [chloride-iongehalte < 300 mg/l

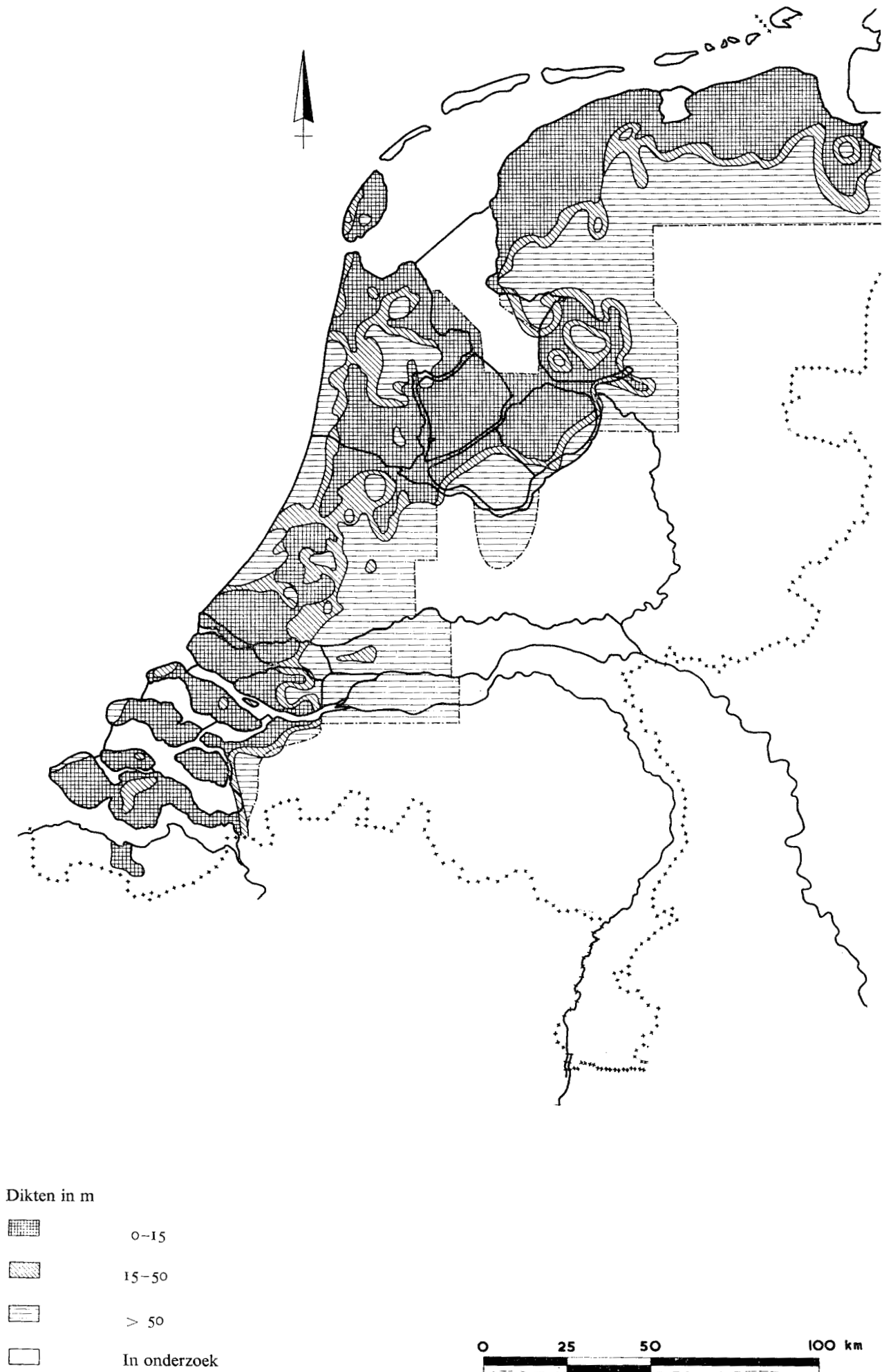
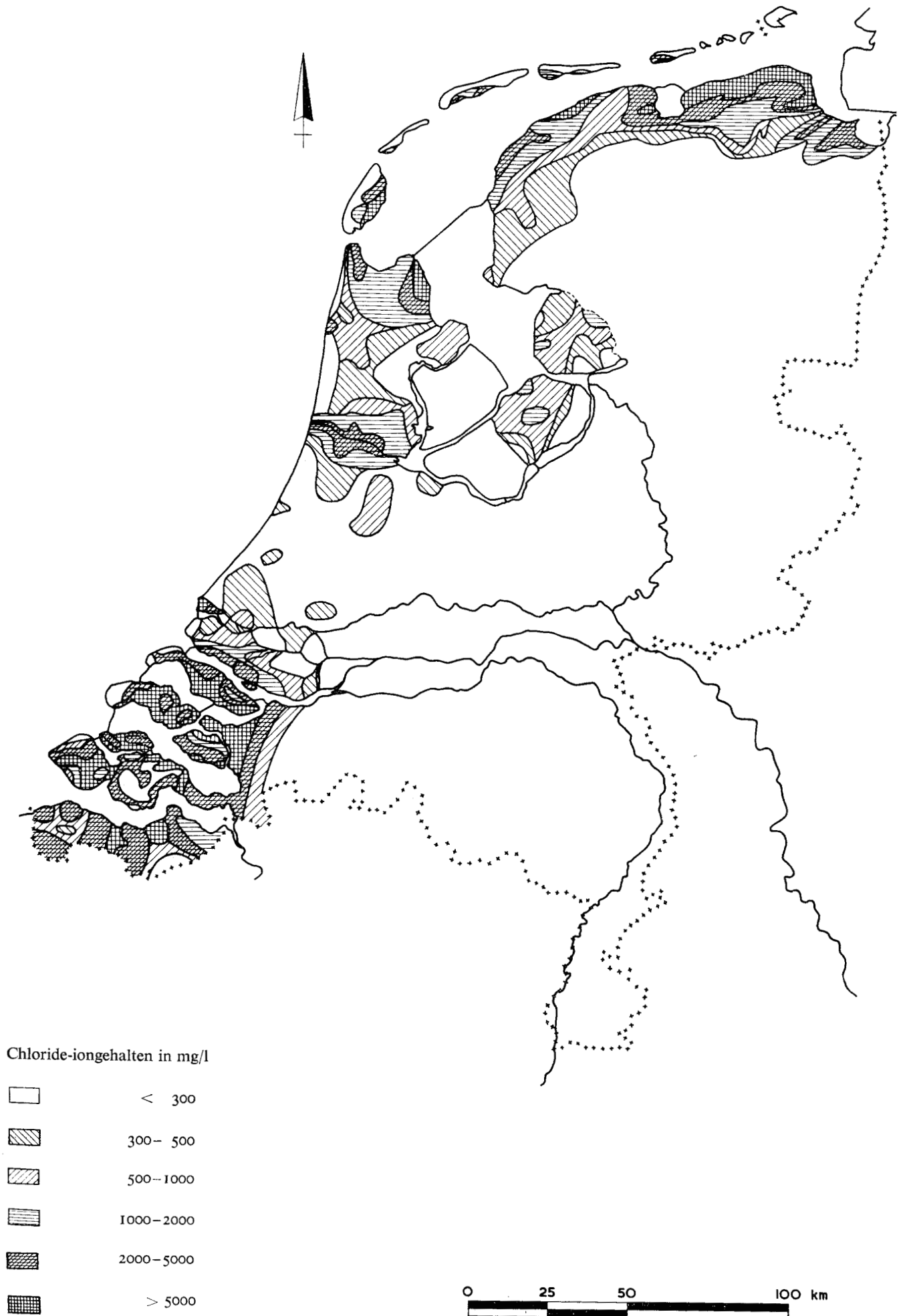


Fig. 6

Chloride-iongehalten in het boezem-, c.q. polderwater, in een gemiddeld jaar



landbouw. Uit onderzoekingen is namelijk gebleken dat ook in het lage deel van Nederland gronden voorkomen waar deze aanvullende watervoorziening tot een verhoging van de agrarische produktie zal leiden. In de polders in het lage deel is een goed ontwikkeld net van watergangen voor de aanvoer beschikbaar, zodat uit economisch oogpunt de perspectieven van aanvullende watervoorziening hier gunstig zijn.

In deze beschouwingen wordt ervan uitgegaan, dat in de toekomst op een watervoorziening van het gehele netto areaal van landbouwgronden in het lage deel moet worden gerekend. Het betreft hier een oppervlakte van circa 1 390 000 ha.

*De boezemwateren en ook de hoofdwatgangen in de polders hebben dus verschillende functies. Zij dienen enerzijds om het veelal brakke water, waarmede de polders worden belast, op te vangen en naar zee af te voeren. Daarnaast worden zij dikwijls belast met afvalwater en soms moeten zij ook nog scheepvaart verwerken. Anderzijds vormen zij de enige weg, waarlangs water van goede kwaliteit naar de landerijen in de polders kan worden gebracht. De waterlopen moeten dus verschillende belangen dienen, waarbij vaak onderling strijdige eisen worden gesteld.*

In het voorgaande is besproken de kwantitatieve en kwalitatieve waterbeheersing voor agrarische doeleinden. Echter moet tevens worden voorzien in de waterbehoefte van bevolking en industrie waarvoor eveneens grote afhankelijkheid bestaat van het oppervlaktewater. Winning van grondwater is namelijk slechts in beperkte mate mogelijk omdat dit water veelal een te hoog zoutgehalte bezit. Het merendeel van de grondwaterpompstations bevindt zich in de duinstrook, waar water van goede hoedanigheid aanwezig is. De winningsmogelijkheden kunnen hier worden vergroot door infiltratie met oppervlaktewater, doch ook dan nog blijven zij beperkt van omvang. Ook de mogelijkheden van directe onttrekking van oppervlaktewater zijn uit kwalitatieve overwegingen begrensd.

*Bevolking en industrie zullen dan ook meer en meer van water moeten worden voorzien door tussenschakeling van oppervlaktewaterreservoirs.*

### 3 Het hoge deel van Nederland

Geheel andere omstandigheden worden aangetroffen in het deel van Nederland, dat in hoofdzaak boven N.A.P. + 2 m is gelegen. Hier dringt de verzilting, uitgaande van de riviermondingen en de schutsluizen aan zee, niet door en het grondwater in de doorlatende lagen vertoont een laag zoutgehalte.

Ook in dit gebied leidde de menselijke activiteit tot een verandering van de natuurlijke omstandigheden. Zo werd het gebied langs de grote rivieren door dijken tegen hoge rivierstanden beschermd. Hierdoor werd ingegrepen in het regime van de rivieren.

In de overwegend zandige gebieden in het zuiden en het oosten vonden op grote schaal ontginningen plaats, waardoor bos-, heide- en veengronden voor de landbouw geschikt werden gemaakt. Vooral de toepassing van kunstmest leidde tot een intensivering van het landbouwkundig gebruik van deze lichte gronden. In recente tijd kwam de industrie tot ontwikkeling en breidden de stedelijke gebieden zich uit.

*Als gevolg van deze activiteiten wordt de waterhuishouding van de hoge gronden gekenmerkt door drie problemen: het voorkómen van wateroverlast in regenrijke perioden, de watervoorziening van de landbouwgronden tijdens droge zomerperioden en de watervoorziening van bevolking en industrie.*

De wateroverlast is toegenomen als gevolg van het ingrijpen van de mens. Oorspronkelijk bezaten de hoge gebieden een belangrijk vermogen om water te bergen, waardoor zware regens slechts langzaam tot afvloeiing kwamen. Door ontginning en een steeds verdergaande verbetering van de afwatering der landerijen door greppels, sloten en kanalen,

alsmede door beekverbeteringen kwamen de regens sneller tot afvloeiing en nam de kans op wateroverlast in de benedenloop van de beken toe. Zo verloren door de verveningen in het noordoostelijke deel van het land en in de Peel grote gebieden, waarin vroeger gedurende perioden van zware regenval veel water kon worden geborgen, hun bufferwerking, hetgeen resulteerde in een vergroting van de wateroverlast in de lager gelegen gebieden. Voor de ontsluiting van die gebieden en voor het scheepvaartverkeer werden kanalen gegraven, waardoor tevens het water van de hoger gelegen gebieden sneller kon worden afgevoerd.

Het ligt voor de hand, dat de belangrijkste repercussies van deze ingrepen in de natuurlijke hydrologische situatie van de hoge gronden werden gevoeld op de overgang van deze hoge gronden naar het lage deel van Nederland. Hier bereikt het water, afkomstig van de beken en kanalen, de boezem- en polderwateren, die aldus met het water van een groot stroomgebied in het hoge achterland worden belast.

Naast het voorkomen van wateroverlast vraagt de watervoorziening van uitgestrekte landbouwgebieden in het hoge deel van Nederland tijdens droge perioden de aandacht. De wenselijkheid van watervoorziening hangt samen met het geringe waterhoudend vermogen van de lichte gronden. Hier zal dus, behalve in natte zomers, droogteschade kunnen optreden. Om deze op te heffen is aanvoer van water nodig.

Niet minder dan 600 000 ha van de gronden in het hoge deel van Nederland zijn droogtegevoelig en zouden gebaat zijn bij een, de regen aanvullende, watervoorziening. De vraag rijst intussen of het – gelet op de aanzienlijke kosten verbonden aan de kunstmatige watervoorziening – uit

economisch oogpunt verantwoord moet worden geacht bij alle daarvoor in aanmerking komende gronden daartoe over te gaan. Gezien de onzekerheid omtrent de toekomstige kosten en baten van de watervoorziening voor de landbouw in Nederland is het moeilijk een raming te geven van het percentage gronden, waarvoor in de toekomst op een aanvullende watervoorziening zou moeten worden gerekend. Het lijkt aangewezen in eerste aanleg te rekenen op die gronden waarbij voor de watervoorziening gebruik kan worden gemaakt van bestaande waterlopen.

Voor de watervoorziening van bevolking en industrie is men in eerste instantie aangewezen op de winning van grondwater. In het noordoosten van Noord-Brabant en het noorden van Limburg, waar de grondwaterwinning slechts op geringe diepte mogelijk is, zijn de problemen het grootst. Ook in zuid-Limburg zullen de uitbreidingsmogelijkheden van de grondwaterwinning spoedig zijn uitgeput. Verwacht wordt dat reeds omstreeks 1980 in het zuiden tot de winning van oppervlaktewater zal moeten worden overgegaan. Tegen het jaar 2000 zal dit tevens het geval zijn voor het gehele hoge deel van het land.

## 4 Waterbehoeften en wateraanvoer

In het voorgaande zijn enkele aspecten besproken, verbonden aan de waterhuishouding van de lage en hoge, beide zo zeer verschillende, delen van Nederland. Hierbij zijn reeds enkele vormen van behoefte aan water van goede kwaliteit naar voren gekomen. Zoet water is nodig ten behoeve van de bestrijding van de verzilting en de doorspoeling van de polder- en boezemwateren in het lage deel van het land en voor de aanvullende watervoorziening van de landbouwgronden zowel in het lage als in het hoge deel. Daarnaast staan de grote belangen van de openbare drinkwatervoorziening en de watervoorziening van de industrie. Voorts stellen de scheepvaart, de bestrijding van de waterverontreiniging, het natuurbehoud en de recreatie elk hun eigen eisen aan de waterhuishouding en de peilregeling. Bij het nagaan hoe alle belangen zo goed mogelijk kunnen worden gediend, speelt uiteraard de vergelijking tussen enerzijds de hoeveelheden water die voor de verschillende categorieën gebruikers benodigd zijn en anderzijds de beschikbare hoeveelheden water van aanvaardbare hoedanigheid een belangrijke rol. De behoefte aan goed water neemt gestadig toe. De mate, waarin het waterverbruik in de huishoudelijke, industriële en agrarische sectoren zal stijgen, hangt uiteraard af van de verdere ontwikkelingen. Het toekomstige waterverbruik is niet gemakkelijk te schatten, doch dat op een sterke toeneming in de eerstvolgende decennia moet worden gerekend, is wel zeker. Er is een raming van de waterbehoeften opgesteld voor het jaar 2000; voor een nog verdere toekomst worden de schattingen zeer onzeker. Dit houdt niet in, dat aan verdere toeneming van de waterbehoeften geen aandacht zou behoeven te worden geschonken.

*Men zal zich ervan dienen te vergewissen dat de middelen, die thans worden beraamd om in de waterbehoeften in een niet al te verre toekomst te voorzien, ook passen in een systeem, dat een volledige benutting van al het beschikbare water inhoudt, voor zover zulks althans met de huidige technische inzichten kan worden overzien.*

Bij de raming voor het jaar 2000 is uitgegaan van de behoeften van de verschillende categorieën van verbruik, te weten:

1	huishoudelijk verbruik
2	industrieel verbruik
3	peilbeheersing en wateraanvulling in de landbouw
4	verversing en verziltingsbestrijding.

Uiteraard moet het water, dat voor deze doeleinden ter beschikking wordt gesteld, voldoen aan bepaalde eisen ten aanzien van de kwaliteit en met name aan de eis, dat slechts in beperkte mate van een verontreiniging met organische en anorganische bestanddelen sprake is. De bestrijding van de waterverontreiniging door het zoveel mogelijk beperken van de lozing van schadelijke stoffen, het zo mogelijk lozen naar de zee en de bouw van zuiveringsinrichtingen is dan ook van essentieel belang voor de waterhuishouding van Nederland. Deze maatregelen hebben echter een geringe betekenis voor de bestrijding van de anorganische verontreinigingen van het oppervlaktewater, met name voor de beperking van het gehalte aan keukenzout, die langs de in hoofdstuk 2 genoemde vier wegen het oppervlaktewater bereiken.

In dit verband kan niet worden volstaan met de tot dusver in dit betoog gebruikte aanduidingen van 'zout' en 'zoet',



maar dient de toelaatbare mate van verzilting cijfermatig te worden aangegeven, waarbij – het werd reeds terloops gezegd – het gehalte aan milligrammen chloride-ion per liter als indicator voor de mate van verzilting wordt gehanteerd.

Zo wordt aan drinkwater de eis gesteld, dat dit gehalte een waarde van 150 à 200 mg per liter niet overschrijdt; voor het gebruik bij bepaalde industriële processen moet dit gehalte zelfs nog lager zijn.

Bij de tuinbouw onder glas ondervinden bepaalde zoutgevoelige gewassen reeds een nadelige invloed op de groei bij gehalten van 100 à 150 mg chloride-ion per liter bodemvocht. De gehalten, die in de boezem- en polderwateren worden gemeten, gaan hier echter ver boven uit en waarden tot enige duizenden milligrammen per liter worden in Zeeland, Noord-Holland, Friesland en Groningen aangetroffen. Zelfs in het Rijnwater zijn bij lage afvoeren chloride-iongehalten gemeten van meer dan 300 mg per liter.

Het is dan ook van groot belang, dat het binnendringen van zout in de oppervlaktewateren zoveel mogelijk wordt tegengegaan, o.a. door het treffen van voorzieningen bij schutsluizen aan zee. Ten aanzien van de beperking van de zoutafvoer van de Rijn kan worden gewezen op de onderhandelingen in het kader van de Internationale Commissie voor de Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging, waarover verdere mededelingen voorkomen in bijlage 1A bij deze nota.

Van deze maatregelen, de afsluiting van de Zuiderzee en de komende afsluiting van de zeegaten in het zuidwesten van het land, zal een gunstige invloed uitgaan op de verziltingstoestand van de oppervlaktewateren, doch de zoutbelasting zal niet geheel kunnen worden opgeheven. In gebieden zoals Delfland en Rijnland, waar de situatie over het algemeen vrij gunstig is, doordat de zoutgehalten beperkt blijven tot 150 à 300 mg chloride-ion per liter, zal moeten worden gewaakt tegen verslechtering, terwijl de nu en dan optredende hogere gehalten moeten worden voorkomen.

Voor andere gebieden, waar de chloride-iongehalten thans nog ver uitgaan boven 300 mg/l, dient te worden gestreefd naar een verbetering.

In bijlage 1 zijn de ramingen gegeven voor de waterbehoeften van de verschillende categorieën verbruikers voor het jaar 2000. Deze zijn in tabel 1 samengevat.

Wat betreft de voorziening met zoet water is Nederland grotendeels op de aanvoer door de Rijn aangewezen.

In tabel 2 zijn de hoeveelheden water vermeld afkomstig van de Rijn, de neerslag op het Nederlandse grondgebied, de Maas en de kleine grensoverschrijdende rivieren.

Uit tabel 2 blijkt, dat de Rijn circa 65% van al het zoete water aanvoert.

Tabel 1 Raming waterbehoeften in het jaar 2000

	Miljarden m <sup>3</sup> per jaar	mm waterschi over het geheel land
Huishoudelijk verbruik	1,1	28
Industrieel verbruik <sup>1</sup>	5,5	138
Peilbeheersing en water- aanvulling in de landbouw	3,3	82
Doorspoeling <sup>2</sup>	12,2	305
Verziltingsbestrijding Nieuwe Waterweg	9,3	232
<b>Totaal</b>	<b>31,4</b>	<b>785</b>

Tabel 2 Aanvoer in een gemiddeld jaar

	Miljarden m <sup>3</sup>	mm waterschi over het geheel land
Rijn [Lobith]	69	1725
Regen	30	750
Maas [Borgharen]	8	200
Kleine rivieren	3	75
<b>Totaal</b>	<b>110</b>	<b>2750</b>

In aanmerking nemende, dat door verdamping jaarlijks ca. 20 miljard m<sup>3</sup> verdwijnt, komt gemiddeld ca. 90 miljard m<sup>3</sup> water beschikbaar. Deze hoeveelheid overtreft verre de geraamde behoeften [tabel 1] en dit feit zou tot de conclusie kunnen leiden, dat Nederland over een overvloedige aanvoer van water beschikt. Men mag echter niet uitgaan van de omstandigheden, die zich gemiddeld over een geheel jaar voordoen. De rivierafvoeren zijn immers niet regelmatig over het gehele jaar verdeeld en zijn met name in de zomermaanden belangrijk lager dan het gemiddelde. De jaarlijkse neerslag overtreft weliswaar de jaarlijkse verdamping, maar gedurende de zomermaanden overtreft de verdamping de neerslag. Voorts moet rekening worden gehouden met zogenaamde droge jaren, waarin de aanvoer belangrijk kleiner is dan de gemiddelde waarde. Tenslotte moet aandacht gegeven worden aan de ligging van de verschillende delen van het land ten opzichte van de waterbronnen en de uiteenlopende waterbehoeften van deze landsdelen.

Voor de vergelijking van de wateraanvoer en de

<sup>1</sup> Inclusief een ruime veiligheidsmarge volgens bijlage 1, paragraaf 2.2.

<sup>2</sup> Met uitzondering van de hoeveelheden nodig voor de verziltingsbestrijding op de Nieuwe Waterweg.

waterbehoefte kan men dan ook niet uitgaan van een gemiddeld jaar. Een beter uitgangspunt is de waterbehoefte en de wateraanvoer tijdens een zomerhalfjaar, dat b.v. gemiddeld eens in de 20 jaar voorkomt, d.w.z. een droogtegraad D bezit van 95%.

Voor een dergelijk zomerhalfjaar [april t/m september] zijn de aanvoeren en waterbehoeften vermeld in tabel 3.

**Tabel 3** Beschikbaar water en waterbehoeften in een zomerhalfjaar met een droogtegraad  $D = 95\%$  omstreeks 2000

Beschikbaar water in miljarden m <sup>3</sup>		Waterbehoeften in miljarden m <sup>3</sup>	
Rijn	21,1	Huishoudelijk verbruik	0,6
Maas	0,7	Industrieel verbruik	2,7
Kleine rivieren	0,5	Peilbeheersing en wateraanvulling in de	
Afwatering Ned. gebied	0,8	landbouw	3,3
Grondwater	0,8	Doorspoeling	6,1
Spaarbekkens	1,0	Verziltingsbestrijding	
Gereinigd afvalwater	1,1	Nieuwe Waterweg	4,7
		Sluitpost	8,6
<b>Totaal</b>	<b>26,0</b>	<b>Totaal</b>	<b>26,0</b>

Deze tabel geeft een indruk van de onderlinge verhouding van aanvoeren en afvoeren.

Men kan hieruit echter niet besluiten of er een tekort of een overschot aan water is, daar de aanvoer door de Rijn niet volledig kan worden gebruikt en geen posten zijn opgenomen voor regen en verdamping. Voor een zodanige vergelijking is het nodig de onderdelen van de waterhuishoudkundige structuur afzonderlijk te bezien, zoals in de bijlagen 2 en 3 is gedaan. Uit deze bijlagen blijkt, dat de aanvoer van water tijdens een 95% droge zomer wel voldoende is om de behoeften te dekken, doch dat met het oog op de ongelijke verdeling naar plaats en tijd van de aanvoer en de behoeften opslag nodig is.

Opslag van water is ook elders, in het bijzonder in landen met een uitgesproken droog seizoen, toegepast. Daar is de topografische gesteldheid dikwijls zodanig, dat de bouw van stuwdammen in bergdalen mogelijk is, waardoor diepe reservoirs met een betrekkelijk klein oppervlak kunnen worden gerealiseerd. In Nederland daarentegen kunnen slechts reservoirs met een geringe diepte worden verwezenlijkt waarop uiteraard de peilvariatie beperkt is.

Voor voldoende voorraadvorming komt men dan tot reservoirs met een relatief groot oppervlak, zoals het

IJsselmeer en de meren, die door de uitvoering van de Deltawerken zullen ontstaan. Op deze meren wordt de toelaatbare peilvariatie o.a. bepaald door de belangen van de waterkering en de afwatering van de omliggende lage gebieden, die door hoge standen zouden worden geschaad.

Naast de reeds genoemde reservoirs zullen nog kleinere spaarbekkens elders moeten worden aangelegd voor het vormen van voorraden water van zeer goede kwaliteit. Nadere mededelingen hierover komen voor in bijlage 1 en 5 van deze nota.

Uit de vergelijking van de waterbehoeften en de wateraanvoer met gebruikmaking van aanvulling uit opslag, zoals in bijlage 1 is aangegeven, blijkt dat het ook in een zomer met een droogtegraad van 95% omstreeks het jaar 2000 mogelijk zal zijn in de behoefte te voorzien. Voorts blijkt hoe relatief klein de hoeveelheid water benodigd voor bevolking, industrie en landbouw [het z.g. directe verbruik] is ten opzichte van de hoeveelheden benodigd voor doorspoeling en zoutbestrijding, de hoeveelheden die verdampen en het overschot, dat naar zee afvloeit. Zoals reeds eerder is vermeld, is er dus veel belang aan verbonden om de zoutpenetraties zoveel mogelijk te verminderen.

## 5 De Zuiderzeewerken en de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek

Afsluiting van wateren, in open verbinding staande met de zee, is reeds in een vroeg stadium van de waterstaatkundige geschiedenis van Nederland toegepast teneinde het land beter tegen het buitenwater te beschermen, de afwatering te verbeteren en het binnendringen van zout water tegen te gaan. De afgesloten gebieden waren echter te klein om meer dan lokale betekenis te hebben voor de waterconservering. Opslag van water op grote schaal kon eerst worden bereikt na afsluiting van de Zuiderzee in 1932. Het is bekend, dat het Zuiderzeepplan verschillende belangen dient. De aanwinning van nieuw land en andere niet zuiver waterstaatkundige aspecten buiten beschouwing latend zijn dit: de bescherming tegen stormvloeden, de verbetering van de afwatering, de vermindering van de zoutpenetratie en de opslag van zoet water.

In de jaren na 1932 is de betekenis van het zoetwaterbekken in de afgesloten Zuiderzee – het IJsselmeer – voor de waterhuishouding van de omliggende gebieden duidelijk gebleken. De rol, die het IJsselmeer in de bestaande en toekomstige waterhuishouding van een zeer groot gedeelte van Nederland speelt, is nader geschetst in bijlage 3 van deze nota.

De beschikbaarheid van een grote hoeveelheid zoet water maakt het mogelijk gedurende de zomer water van goede kwaliteit op de boezems in Noord-Holland, Friesland en Groningen in te laten. Door tegelijkertijd een even grote hoeveelheid naar b.v. de zee te lozen, kunnen deze boezems worden doorgespoeld, waarbij het brakke water naar de lozingspunten wordt teruggedrongen en de boezems als aanvoerwegen voor suppletiewater in de landbouw kunnen worden gebruikt. Ook de verzilting van het Noordzeekanaal kan op deze wijze worden bestreden. Voorts kan worden

verwacht, dat het IJsselmeer een belangrijke rol zal gaan spelen in de drinkwatervoorziening van Nederland. Het gemiddelde meerpeil varieert bij de huidige regeling tussen N.A.P. – 0,20 m in de zomermaanden en N.A.P. – 0,40 m in de wintermaanden. Hierdoor wordt zo goed mogelijk tegemoetgekomen aan de belangen van het omliggende land wat betreft de waterlozing en de watervoorziening en is een hoeveelheid overeenkomende met een schijf van 0,2 m over de gehele oppervlakte beschikbaar voor de wateropslag.

*Het is in beginsel mogelijk deze voorraadvorming op het toekomstige IJsselmeer te vergroten, waardoor dit reservoir, eventueel mede voor de watervoorziening van andere delen van Nederland dan de reeds genoemde, van betekenis kan worden. Blijkens het gestelde in bijlage 3 zal de inpoldering van de Markerwaard hieraan geen beperkingen opleggen.*

*Het zal daarom zaak zijn het IJsselmeer te beschermen tegen ontwikkelingen, die een bedreiging van de waterkwaliteit vormen.*

Hiertoe behoort in de eerste plaats de zoutafvoer van de Rijn die in recente jaren aanzienlijk is toegenomen. Over deze kwestie wordt, zoals vermeld, internationaal overleg gevoerd.

Voorts zal moeten worden gewaakt tegen ongunstige consequenties van de ontwikkelingen in eigen land die tot verslechtering van de kwaliteit van het IJsselmeerwater zouden kunnen leiden. Het betreft hier met name de gevolgen van de uitbreiding van het havengebied van de IJmond langs het Oostvaardersdiep, dat de verbinding vormt tussen het Noordzeekanaal en het IJsselmeer. In bijlage 3 is hierop nader ingegaan.

De bemaling van de zuidelijke IJsselmeerpolders wordt zodanig ingericht, dat het brakke uitslagwater van de gemalen van deze polders via het Oostvaardersdiep naar het Noordzeekanaal wordt geleid, zodat het na gereedkomen van de dijk Enkhuizen-Lelystad overblijvende 'Kleine IJsselmeer' niet met dit water zal worden belast. Slechts in perioden van groot waterbezwaar, wanneer een grote verdunning met regenwater optreedt, zal water uit genoemd gebied op het IJsselmeer worden gebracht.

Reeds is vermeld, dat het IJsselmeer een belangrijk element vormt voor de waterhuishouding van het gehele noorden des lands en dat dit reservoir in de toekomst ook voor andere landsdelen betekenis kan gaan krijgen.

*Na de aanvaarding en gedeeltelijke uitvoering van het plan-Lely is besloten tot een waterstaatswerk, waardoor de watertoevoer naar het IJsselmeer tijdens perioden met lage afvoeren van de Rijn kan worden vergroot, namelijk de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek.*

Het doel van de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek is tweeledig. Zij beoogt namelijk zowel de behartiging van de belangen van de scheepvaart als die van de waterhuishouding. Wat de scheepvaart betreft, wordt gestreefd naar verbetering van de bevaarbaarheid van de IJssel, het Pannerdensch Kanaal, de Nederrijn en de Lek. Wat de waterhuishouding aangaat wordt door vergroting van de lage afvoeren van de IJssel onder normale omstandigheden een ruimere watervoorziening van het noorden des lands gewaarborgd.

Om deze doelstelling te realiseren is een drietal stuwen in de Nederrijn ontworpen. De meest bovenstroomse stuw is die te Driel [in aanbouw]. Deze stuw fungeert als het ware als de kraan, die de afvoerverdeling tussen de Nederrijn en de IJssel regelt. De meest benedenstroomse stuw is die te Hagestein [voltooid]. Deze laatste stuw is op korte afstand bovenstrooms van de mond van het Lekkanaal gebouwd, opdat de zeer drukke vaart tussen Amsterdam en Rotterdam geen extra sluis zou hoeven te passeren. Met deze stuw wordt tevens het peil beheerst op de kruising van het Amsterdam-Rijnkanaal met de Lek. Tussen Driel en Hagestein kon met één stuw, die te Amerongen [voltooid], worden volstaan. Deze zorgt er voor dat tussen Amerongen en Driel overal over voldoende vaardiepte wordt beschikt en dat wateroverlast in de uiterwaarden zoveel mogelijk wordt voorkomen.

Door manipulatie met de stuw te Driel zal tijdens droge perioden de afvoer van de IJssel worden vergroot ten koste van de afvoer door de Nederrijn en de Lek.

Er zal naar worden gestreefd de afvoer door de IJssel afhankelijk van de omstandigheden op een waarde tussen 250 en 350 m<sup>3</sup>/sec te handhaven. Zolang de aanvoer door het Pannerdensch Kanaal beneden de eerstgenoemde waarde blijft, wordt deze geheel naar het IJsselmeer gedirigeerd,

behoudens een minimum afvoer van tenminste 50 m<sup>3</sup>/sec, die te Driel naar de Nederrijn wordt doorgelaten ten behoeve van de watervoorziening van de aanliggende gebieden en de handhaving van de kwaliteit van het water. Eerst wanneer de aanvoer via het Pannerdensch Kanaal boven een waarde van 300 m<sup>3</sup>/sec komt, kan de afvoer door de Nederrijn worden verhoogd boven 50 m<sup>3</sup>/sec.

*De verminderde afstroming door de Nederrijn en de Lek zou uiteraard consequenties kunnen hebben voor de bestrijding van de verzilting in het gebied van de benedenrivieren. Met name zou het zoute water verder in de Nieuwe Maas kunnen opdringen, waardoor de watervoorziening van Delfland, Schieland en Rijnland in gevaar zou kunnen komen. Door de uitvoering van de Deltawerken, tezamen met andere maatregelen waarop later zal worden ingegaan, kan dit bezwaar worden opgeheven.*

Ten gevolge van de afsluiting van het Haringvliet en het Volkerak kan het water van de Rijn en de Maas via de Noord en de Oude Maas tot afstroming worden gebracht, zodat een groter deel van de totale aanvoer voor de zoutbestrijding in de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg ter beschikking komt. Het is dus van essentieel belang, dat – zoals ook het geval zal zijn – het Haringvliet en het Volkerak zullen zijn afgesloten op het tijdstip, waarop de Rijnkanalisatie in werking wordt gesteld.



## 6 Het Deltaplan

Door de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek wordt ingegrepen in de natuurlijke verdeling van de aanvoer van het Rijnwater over het noorden en het westen van het land en wordt een eerste element gevormd van een koppeling van de infrastructuur van de waterhuishouding in beide landdelen.

Voor het zuidwesten van het land wordt deze infrastructuur gevormd door de werken, die in het kader van het Deltaplan in uitvoering zijn.

Het Deltaplan beoogt in de eerste plaats het verschaffen van een grotere mate van bescherming van het land tegen overstromingen als gevolg van stormvloeden. Door de afsluiting van het Haringvliet, het Brouwershavensche Gat, de Oosterschelde en het Veersche Gat wordt het gevaar van overstromingen van het achter deze dammen gelegen eilandengebied tussen de Rotterdamsche Waterweg en de Westerschelde aanzienlijk beperkt.

Met het oog op de belangen van de scheepvaart op Rotterdam en Antwerpen worden de Rotterdamsche Waterweg en de Westerschelde niet afgesloten. Langs deze rivieren moet de beoogde veiligheid dus worden verkregen door het versterken en verhogen van de bestaande waterkeringen.

Als gevolg van de afsluitingen van de eerder genoemde zeearmen zal ter plaatse geen zout water meer naar binnen kunnen dringen. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid een aanzienlijke verbetering van de zoetwaterhuishouding in een belangrijk deel van ons land tot stand te brengen.

Daar de afleiding naar zee van grote rivierafvoeren te allen tijde verzekerd moet zijn, zijn in de afsluitdam van het Haringvliet uitwateringssluizen gebouwd met ruime afvoercapaciteit. De sluisen zullen bij vloed gesloten zijn en bij eb

slechts zover worden geopend als in verband met de rivierafvoer noodzakelijk of raadzaam is. Dit houdt in, dat het binnen bepaalde grenzen mogelijk is de verdeling van de afvoer van het rivierwater langs de Rotterdamsche Waterweg en het Haringvliet te regelen. Door de afvoer van de Haringvlietssluizen te beperken kan meer water naar de Rotterdamsche Waterweg worden gestuurd om de zoutpenetratie in deze rivier zo veel mogelijk te beperken en gunstige omstandigheden te scheppen voor de zoetwaterhuishouding van de gebieden langs de benedenrivieren.

Achter de afsluitdammen tussen Goeree, Schouwen, Noord-Beveland en Walcheren worden zoetwatermeren gevormd, die van het Haringvliet gescheiden worden door een dam in het Volkerak. Naast de reeds gebouwde schutsluizen zal in deze dam tevens een inlaatsluis worden gebouwd voor het doorlaten van rivierwater, dat in dit gebied voor verschillende doeleinden nodig zal zijn. Door de dam in de Zandkreek, tussen Noord- en Zuid-Beveland, is het Veerse Meer van de andere deltawateren afgescheiden. Door de dam in het Grevelingen, tussen Overflakkee en Schouwen-Duiveland, wordt het toekomstige Grevelingenbekken afgescheiden van de andere deltawateren.

In het rapport van de Deltacommissie, dat in de jaren 1953-1961 werd samengesteld, zijn uitvoerige beschouwingen gewijd aan het waterhuishoudkundige systeem, dat na voltooiing der werken tot stand zal komen. Deze verwachtingen zijn samengevat in hoofdstuk 2 van bijlage 2 van deze nota. Ten aanzien van de verziltingsbestrijding op de Rotterdamsche Waterweg werd een aanzienlijke verbetering verwacht, waarbij ook gedurende perioden met lage rivier-

afvoeren de zoutgehalten ter plaatse van het inlaatpunt van Delfland aan de Parkhaven te Rotterdam lager zouden zijn dan vóór de uitvoering van het Deltaplan. Als graadmeter werd hierbij gebruikt het aantal dagen, dat nabij de Parkhaven een chloride-iongehalte van 300 mg per liter tijdens de hoogwaterstroomkentering zou worden overschreden. Dit aantal, dat oorspronkelijk gemiddeld 96 per zomerhalfjaar bedroeg, zou door de afsluiting van het Haringvliet en het Volkerak worden teruggebracht tot 52, terwijl het door de afsluiting van de Oude Maas verder zou kunnen worden gereduceerd tot 27 dagen per zomerhalfjaar.

Toch zou daarmee nog geen geheel bevredigende situatie zijn verkregen. De verwachtingen voor het eveneens in de vijftiger jaren reeds bedreigde inlaatpunt aan de Oude Maas bij Spijkenisse ten behoeve van het Brielse Meer waren intussen gunstiger. Door de toeneming van de oppervlaktewaterafvoer door de Oude Maas zou de kwaliteit van het water bij dit inlaatpunt een belangrijke verbetering ondergaan.

Ook bij de gedachte afsluiting van de Oude Maas benedenstrooms van Spijkenisse zou naar verwachting het inlaatpunt bij Spijkenisse voldoende tegen verzilting kunnen worden beveiligd.

Op grond van de destijds bestaande inzichten in de behoefte aan water voor agrarische, huishoudelijke en industriële doeleinden, alsmede voor de zoutbestrijding werd een waterverdelingsprogramma ontworpen, dat bij afnemende rivierafvoeren voorzag in het zo lang mogelijk handhaven van een toelaatbare grens van het zoutgehalte op de Nieuwe Maas nabij de Parkhaven. Daartoe diende de afvoer naar zee door het Haringvliet te worden beperkt tot het minimum nodig voor de bestrijding van het door de sluisen veroorzaakte zoutbezwaar, terwijl tevens de aanvoer van water naar het zuidelijke deltabekken moest worden gestaakt. De waterbehoefte in het op dit bekken aangewezen voorzieningsgebied moest dan worden geput uit de daarin gevormde voorraad, hetgeen in droge jaren zou kunnen leiden tot peildalingen op dit bekken van 1 tot 1,5 m.

## 7 Verdere ontwikkelingen

De ingrijpende veranderingen, die het kaartbeeld van Nederland in de loop der eeuwen heeft ondergaan, bewijzen, dat men de waterstaatkundige situatie van ons land voortdurend heeft aangepast aan de ontwikkeling van de economische activiteiten. Dit geldt in de eerste plaats voor de wijze, waarop de strijd tegen de zee en het oppervlaktewater der grote rivieren is gevoerd ter wille van de veiligheid en de landaanwinst; voorts voor de wijze, waarop de Nederlandse wateren zijn aangepast aan de eisen van de scheepvaart. Het geldt echter ook voor de maatregelen getroffen ten dienste van de afvoer van overtollig water en de aanvoer van goed water voor de verschillende gebruikers.

*Tegen het einde van de vijftiger jaren bestond, zoals reeds geschetst, de verwachting, dat bepaalde ongunstige gevolgen van de groeiende economische activiteiten voor de waterhuishouding zonder meer zouden kunnen worden opgevangen door de mogelijkheden, die de uitvoering van de Zuiderzeewerken en de Deltawerken boden.*

*Sindsdien hebben zich evenwel in een ongekend snel tempo ontwikkelingen voorgedaan die noodzaken tot een herziening van bepaalde elementen van het waterhuishoudkundige systeem. Dit geldt in de eerste plaats voor het zuidwesten van het land. Verschillende verwachtingen, uitgesproken in het rapport van de Deltacommissie, zijn door de feiten achterhaald. Doch ook elders hebben zich in recente tijd ontwikkelingen voorgedaan die het tot voor kort bestaande beeld van de infrastructuur van de waterhuishouding hebben aangetast.*

Deze meer recente ontwikkelingen betreffen zowel de sterke groei van de zeehavenfunctie van Rotterdam als de voorzieningen voor de scheepvaart langs de zuidelijke rand van het toekomstige zuidelijke deltabecken en de ontwikkelingen

in het gebied van het Noordzeekanaal en de IJmond. De mogelijkheid is niet uitgesloten, dat ook elders de behoefte zal ontstaan om haven- en industrieterreinen aan te leggen, die voor grote schepen vanuit zee bereikbaar zijn en die door middel van schutsluizen in verbinding moeten worden gebracht met het stelsel van binnenscheepvaartwegen in het achterland. Eerst zal echter op de feitelijke ontwikkelingen en hun consequenties worden ingegaan.

Wat betreft de groei van de zeehavenfunctie van Rotterdam in de afgelopen 10 à 15 jaren, moet in de eerste plaats worden gewezen op de belangrijke uitbreiding van het havenareaal langs de Rotterdamsche Waterweg door de aanleg van de Eemhaven en de Botlekavens en het begin van de werken voor Europoort. Door deze havenaanleg en door baggerwerken is de vaarweg naar deze havens dieper geworden. Ook de vaarweg naar Dordrecht over de Oude Maas is in diepte toegenomen. Daarnaast heeft de kunstmatige verdieping vóór en in de mond van de Rotterdamsche Waterweg ten behoeve van het bereikbaar maken van Europoort voor zeer grote zeeschepen een belangrijke invloed gehad. Door een dergelijke verdieping in de mond treedt terugschrijdende erosie op, waardoor de rivier ook verder binnenwaarts verdiept. Door deze invloeden neemt de verzilting van het water in de Rotterdamsche Waterweg en de Oude Maas sterk toe. Er is nog geen eindtoestand bereikt, zodat – indien er geen maatregelen zouden worden genomen – een verdere verdieping en daarmee een uitbreiding van de verzilting zou zijn te verwachten. Uit berekeningen blijkt, dat de verzilting dan bij rivierafvoeren, die veelvuldig in de zomermaanden optreden, tot voorbij de mond van de Hollandsche IJssel zou reiken. Daarmede zou de

waterinlaat te Gouda, waarvan Rijnland en Delfland thans grotendeels afhankelijk zijn, in gevaar komen. Bij lage afvoeren zou de toestand nog ernstiger zijn. Dan zou de verzilting zelfs tot voorbij het rivierenknooppunt bij Dordrecht doordringen en de Oude Maas vanaf de bovenstroomse zijde bedreigen. Indien de diepte van de Rotterdamsche Waterweg nog verder zou toenemen, zou uiteindelijk het Haringvlietbekken en dus ook het gehele zuidelijke deltabekken door aanvoer van brak water via de Noord en de Dordtsche Kil in gevaar komen. De Deltawerken zouden hierdoor een groot deel van hun betekenis voor de waterhuishouding van Nederland verliezen. Het behoeft geen betoog, dat een dergelijke ontwikkeling moet worden voorkomen.

Doch ook langs de zuidelijke rand van het deltagebied zijn voorzieningen voor de scheepvaart in uitvoering of in overweging die de infrastructuur voor de waterhuishouding, zoals deze tegen het einde van de vijftiger jaren werd gezien, zullen aantasten. Reeds werd besloten tot de aanleg van een nieuwe Schelde-Rijnverbinding en wel op grond van een in 1963 tussen België en Nederland gesloten overeenkomst. Hierbij zal een verbinding worden gemaakt tussen de havens van Antwerpen, die sterk kunnen zijn verzilt en het Zeeuwse Meer. Bij de schutsluizen in deze verbinding zullen dan ook maatregelen worden genomen ter voorkoming van het doordringen van het brakke water naar het noorden, hetgeen – afhankelijk van het aantal schuttingen – evenwel een verbruik van zoet water van 20 à 30 m<sup>3</sup>/sec met zich mee zal brengen.

Voorts zijn plannen voor de aanleg van een zeehavencomplex in het oostelijke deel van de Oosterschelde ontwikkeld en voor de uitbreiding van het havengebied van het Sloe [Vlissingen-oost]. Hierbij zullen mogelijk verbindingen met de scheepvaartroutes in het Zeeuwse Meer tot stand moeten worden gebracht, hetgeen betekent dat meer zout op het zuidelijke deltabekken zou komen, indien daartegen geen passende maatregelen zouden worden genomen, hetgeen inhoudt dat nog meer zoet water uit het zuidelijke deltabekken aan verziltingsbestrijding zou moeten worden besteed. Bij de behandeling van het ontwerp van het waterhuishoudkundig systeem, waarin de nog mogelijke toekomstige ontwikkeling moet passen, zal hierop worden teruggekomen.

Tenslotte moeten de in uitvoering zijnde werken in het gebied van het Noordzeekanaal worden genoemd. Deze betreffen de verruiming en de verdieping van het kanaal, teneinde de ten westen van Amsterdam gelegen havens voor schepen met grote diepgang bereikbaar te maken. De bodemdiepte is gebracht van 12,5 op 15 m beneden N.A.P. Door deze verruiming zal het gunstige effect van een bepaalde mate van doorspoeling verminderen en zal het van de sluizen afkomstige brakke water gemakkelijker naar het oosten doordringen. Het zoutgehalte van het water in het IJ

bij Amsterdam – dat voorshands niet wordt verdiept – zal verder toenemen en zo ook de verzilting van het noordelijke deel van het Amsterdam-Rijnkanaal. Hier waren trouwens vóór de verdieping van het Noordzeekanaal reeds vrij hoge zoutgehalten geconstateerd: o.a. bij De Diemen, waar op 5 km afstand van de noordelijke mond van het kanaal chloride-iongehalten van 500 tot 1500 mg per liter voorkwamen. Doordat ook het Amsterdam-Rijnkanaal zelf zal worden verruimd, zal een verzilting in het noordelijke deel zich gemakkelijker naar het zuiden voortplanten.

Zoals uit het volgende nog zal blijken, is het niet uitgesloten, dat het Amsterdam-Rijnkanaal in het toekomstige stramien van de waterhuishouding een belangrijke rol toebedeeld krijgt. Het is dus van belang maatregelen te beramen, die verzilting van dit kanaal voorkomen.

In het voorgaande zijn enkele feitelijke ontwikkelingen geschetst, die zich na het einde der vijftiger jaren hebben voorgedaan en die de aanvoer van het zoete water bedreigen. *Er bestaat een duidelijke controverse tussen de eisen, die de zeehavens met hun achterwaartse scheepvaartverbindingen stellen en de belangen van de waterhuishouding. Het is dus zaak de werken ten dienste van de beide categorieën in onderling verband te ontwerpen en de voorzieningen te aanvaarden, die nodig zijn om alle belangen veilig te stellen; m.a.w. het beleid ten aanzien van de waterhuishouding en het zeehavenbeleid dienen op elkaar te zijn afgestemd.*

Dit betekent, dat het aantal alternatieve mogelijkheden, zowel wat betreft de vestigingsplaatsen van havengebieden, als wat betreft de aanvoerpunten van zoet water, beperkt zijn dan voorheen werd gedacht.

*Bij dit alles zal niet alleen op de ontwikkelingen moeten worden gelet, die zich in feite reeds hebben voorgedaan, maar ook op hetgeen zich in een nabije en verder weg gelegen toekomst zal kunnen voordoen.*

Het is immers niet te verwachten, dat de aanleg van de havens en de scheepvaartwegen, welke hierboven zijn genoemd, het einde betekenen van de ontwikkeling, die zich de laatste tien jaar op zo stormachtige wijze heeft aangediend.

In enkele gevallen tekent de toekomstige ontwikkeling zich reeds enigszins af. Dit geldt met name voor de reeds genoemde drie gebieden, het Noordzeekanaal, de Rotterdamsche Waterweg en de Westerschelde. Voor andere gebieden is een prognose veel meer onzeker. Daar het doel van deze studie is het ontwerpen van een goed functionerend waterhuishoudkundig systeem voor de toekomst, zal moeten worden gezocht naar een harmonisatie van waterhuishoudkundige en andere belangen, waaronder die van de scheepvaart een belangrijke plaats innemen.

*Vooruitlopend op hetgeen verder zal worden uiteengezet omtrent de waterstaatkundige voorzieningen ten dienste van de waterhuishouding, kan worden gesteld, dat de doorgaande*



*verdieping van de bodem van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas in elk geval tot staan zal worden gebracht.*

De thans aanwezige diepten zijn op bepaalde trajecten reeds groter dan voor de scheepvaart noodzakelijk is en een verdere uitschuring zou de zoutpenetratie nog doen toenemen. Door opvulling van te diepe gedeelten en bescherming van de bodem, waar nodig, tegen uitschuring zal een diepte-profiel worden verkregen, dat rekening houdt met de belangen van de scheepvaart en de zoutpenetratie binnen aanvaardbare grenzen houdt.

*Naar de thans verworven inzichten zal aldus weliswaar het inlaatpunt voor Delfland aan de Parkhaven en dat voor Schieland aan de Leuvehaven te Rotterdam moeten worden opgegeven, maar zal de Hollandsche IJssel, behoudens in exceptionele gevallen van korte duur, als aanvoerweg van zoet water naar midden-west-Nederland kunnen worden behouden.*

De beperking van de diepten van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas houdt ook in, dat de genoemde bedreiging van een zoutpenetratie via de Noord en de Dordtsche Kil in de richting van het Haringvliet wordt opgeheven. Deze maatregel moet dus van essentieel belang worden geacht voor het waterhuishoudkundig systeem in het gebied van de benedenrivieren.

In het rapport van de Deltacommissie is voorgesteld om ter wille van een betere bestrijding van de verzilting op de Nieuwe Maas over te gaan tot een afsluiting van de Oude Maas nabij de benedenstroomse uitmonding van deze rivier. Deze afsluiting werd gedacht als een beweegbare kering teneinde bij lage afvoeren van de Rijn de afvoer van de Nieuwe Maas te vergroten en daarmee de zoutpenetratie beter te kunnen bestrijden.

In verband met het sterk toenemende binnenscheepvaartverkeer op de Oude Maas zou voor de verziltingsbestrijding bij de vereiste schutsluizen evenwel een groter debiet aan zoet water zijn vereist dan destijds is bepaald. Het ondanks de bij de schutsluizen te nemen maatregelen nog resterende zoutbezwaar zou bovendien nog over een zekere afstand op de Oude Maas voelbaar zijn. Blijkens de hiertoe uitgevoerde berekeningen zou bovendien de ontoelaatbare opdringing van de verzilting via de Nieuwe Maas en de Noord bij kleine oppervaterafvoeren door een afsluiting van de Oude Maas niet in voldoende mate worden gestuit. Voorts zou een afsluiting van de Oude Maas, als een eventuele additionele maatregel bij de eerder genoemde, meer effectief zijnde, plaatselijke verondieping, respectievelijk vastlegging van de bodem van de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg, bij lage Rijnafoer eveneens een vrijwel te verwaarlozen invloed hebben. Gezien de daarmee te bereiken zeer geringe resultaten is het dan ook de vraag of het naar verhouding geringe effect, dat een dergelijke afsluiting op de waterhuishouding zal hebben, op zal wegen tegen de zeer grote nadelen voor de scheepvaart, mede ook gelet op de aanzienlijke kosten, die met de bouw van een dergelijk omvangrijk en

ingewikkeld complex van kunstwerken zullen zijn gemoeid. *De kans dat te zijner tijd tot afsluiting van de Oude Maas zal worden overgegaan, moet derhalve klein worden geacht.*

De in uitvoering zijnde uitbreiding van het zeehavenareaal van Rotterdam in het gebied rond de mond van de Rotterdamsche Waterweg zal wat betreft de zoutpenetratie bij vastlegging respectievelijk plaatselijke verondieping van de bodem van de Nieuwe Waterweg, respectievelijk de Nieuwe Maas geen nadelige consequenties hebben. Een eventuele verdere verdieping van de toegangsgeul in de Noordzee naar de Rotterdamsche Waterweg, teneinde schepen groter dan 225 000 ton dw. te kunnen ontvangen, zal, wanneer deze maatregelen zijn uitgevoerd, de zoutpenetratie nauwelijks beïnvloeden.

*Uit waterhuishoudkundig oogpunt moet voorts rekening worden gehouden met ontwikkelingen langs de zuidelijke rand van het deltagebied welke verder gaan dan de werken en plannen, die hierboven reeds zijn genoemd.*

Gewezen kan worden op een mogelijke aanleg van verschillende zeehavens langs de Westerschelde, die mogelijk in verbinding zouden moeten worden gebracht met de scheepvaartroutes in het zuidelijke deltagebied. Voorts zij vermeld een mogelijke uitbreiding van de havenfaciliteiten langs de linkeroever van de Schelde ter hoogte van Antwerpen. Weliswaar staat dit laatste gebied los van het zuidelijke deltagebied, doch uit de toeneming van het scheepvaartverkeer tussen dit gebied en de Rijn zal een grotere zoutbelasting en/of een groter zoetwaterverlies van het zuidelijke deltagebied kunnen voortvloeien.

Welke situatie uiteindelijk zal ontstaan, valt thans nog niet te zeggen, maar het zou onjuist zijn dergelijke mogelijke ontwikkelingen buiten beschouwing te laten.

Dit geldt ook ten aanzien van ontwikkelingen in het gebied van de IJmond. Het is denkbaar, dat een uitbreiding van het zeehavenareaal zal worden gezocht in de richting van de zuidelijke IJsselmeerpolders. *Hiertoe zal een diepe verbinding met het Noordzeekanaal moeten worden gemaakt waarlangs zoutpenetratie zal optreden.*

Ook op andere plaatsen langs de kust van Nederland zijn ontwikkelingen denkbaar die leiden tot de aanleg van industrieterreinen met zeehavens, welke met binnenlandse scheepvaartroutes van enige importantie in verbinding zouden moeten worden gebracht. In al deze gevallen zal de verbinding tussen het zoete en het zoute milieu bepaalde waterhuishoudkundige consequenties hebben, te weten een grotere zoutbelasting en/of een groter zoetwaterverlies.

*Het is dus van belang algemene beginselen te formuleren voor een ontwerp van een doeltreffende infrastructuur van de waterhuishouding die tevens zoveel mogelijk ruimte laten voor de genoemde ontwikkelingen.*

## 8 Grondslagen van de waterhuishoudkundige infrastructuur

De infrastructuur van de waterhuishouding zal worden gevormd door bepaalde waterstaatkundige voorzieningen, die deels reeds bestaan of in uitvoering zijn en deels nog moeten worden ontworpen. Zij zullen moeten berusten op een aantal technische beginselen, die voortvloeien uit in het verleden opgedane ervaringen en uit nieuwe wetenschappelijke inzichten.

Voor de hantering van het systeem ten dienste van een rationele verdeling van het beschikbare water zullen voorts bestuurlijke maatregelen nodig zijn.

*Daar de verzilting de meest ingrijpende consequenties voor de waterhuishouding heeft, ligt het voor de hand in de eerste plaats de algemene beginselen te formuleren, waarop in de toekomst preventieve en repressieve maatregelen tegen het binnendringen van zout moeten berusten.*

Op grond van deze beginselen kan vervolgens een programma worden opgemaakt voor de uitvoering van de maatregelen, waarbij al naar de plaatselijke omstandigheden van bestaande en eventuele nieuwe zoutbronnen en eisen ten aanzien van de waterkwaliteit, prioriteiten en een tijdschema kunnen worden vastgesteld.

*Daar de gehele waterhuishouding van Nederland in sterke mate afhankelijk is van de Rijn, die gemiddeld ca. 65% van al het zoete water levert dat het land bereikt, moet aan de bestrijding van de anorganische en organische verontreiniging van het Rijnwater een hoge prioriteit worden toegekend.*

*In bijlage IA is beschreven op welke wijze getracht wordt de zoutafvoer van de Rijn tot een aanvaardbare waarde te beperken. In aanmerking komt o.a. een terughouden van het afvalzout afkomstig van de kalimijnen in de Franse Elzas, waarbij dit zout ter plaatse wordt opgeslagen in plaats*

*van op de rivier te worden geloosd. Van Franse zijde worden daartegen evenwel verschillende bedenkingen geopperd zonder dat deze oplossing intussen volledig wordt afgewezen. Er worden nadere technische en economische studies verricht die, naar wordt gehoopt, tot een vergelijk zullen leiden. Daar de zoutafvoer van de Rijn nog steeds blijft toenemen en reeds vele jaren een aanvaardbare waarde verre heeft overschreden, moet het van vitaal belang voor de waterhuishouding van Nederland worden geacht dat een dergelijk vergelijk zo spoedig mogelijk wordt bereikt.*

*Evenzeer moet worden gestreefd naar een beperking van de zoutbelasting door de zoutbronnen binnen Nederland.*

*Reeds is genoemd de vastlegging van de bodem van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas teneinde de zoutpenetratie in deze rivieren tot staan te brengen. Wat betreft de schutsluizen aan zee kunnen diverse maatregelen worden overwogen. Eén hiervan, het aanbrengen van luchtbellenschermen, is reeds toegepast bij een aantal sluizen, waaronder de grote schutsluizen te IJmuiden. Door het injecteren van lucht nabij de deuren van de schutsluizen wordt de uitwisseling tussen het zoute en het zoete water bij het openen der deuren in belangrijke mate onderdrukt. Een dergelijke, weinig ingrijpende voorziening kan ook bij andere schutsluizen aan zee worden overwogen.*

*Ook kunnen repressieve maatregelen in aanmerking komen, waarbij het binnengekomen water in een verdiept kanaalgedeelte wordt opgevangen en op natuurlijke of kunstmatige wijze naar zee wordt geloosd. Een dergelijke oplossing is gekozen voor de zeesluis te Terneuzen en wordt bestudeerd voor de sluizen te IJmuiden in combinatie met het daar te*

bouwen gemaal voor een betere beheersing van de waterstand op de boezem van het Noordzeekanaal.

Een volledige eliminatie van de zoutpenetratie door schutsluizen kan op deze wijze niet worden bereikt. Om dit te bereiken zou tot bemaling van de schutkolk moeten worden overgegaan, waarbij het brakke water, dat na het openen van de deuren in de schutkolk aanwezig is, weer naar zee wordt teruggemalen en vervangen door zoet water uit het kanaal achter de sluis. Deze oplossing is toegepast bij een schutsluis te Duinkerken in noord-Frankrijk en zal worden toegepast bij de Kreekraksluizen, in de verbinding tussen de Schelde en de Rijn, die het zoute water in de havens van Antwerpen scheiden van het zoete water in het toekomstige zuidelijke deltabekken.

Welke van de bovengenoemde maatregelen voor de verschillende schutsluizen in aanmerking komt, moet van geval tot geval worden bestudeerd.

Het is veelal niet mogelijk de zouttoevoer ten gevolge van het optreden van kwel in polders te verminderen. Wel moet worden gewaakt tegen het doorsnijden van de horizontale afsluitende bodemlagen waardoor het kwelwater zich naar boven kan bewegen. Dergelijke doorsnijdingen kunnen het gevolg zijn van het baggeren van putten voor zandwinning, het aanbrengen van grondverbeteringen voor wegeaanleg, het baggeren van kanalen, enz. Het kwelwater in sommige polders zal in de loop der tijden geleidelijk minder brak worden, namelijk waar het oppervlaktewater in de omgeving, dat de kwelstroom voedt, thans zoeter is dan voorheen. Dit geldt met name voor de polders in het IJsselmeer en het deltagebied. Het kan echter vele tientallen jaren duren voordat het zoutgehalte van het kwelwater in betekende mate is afgenomen.

Aangezien het niet mogelijk is het binnendringen van zout geheel te verhinderen en ook andere verontreinigingen niet volledig kunnen worden bestreden, moet worden onderzocht in hoeverre het mogelijk is de nadelige gevolgen hiervan zoveel mogelijk op te heffen. In hoofdstuk 2 van deze nota is reeds gewezen op het feit, dat de waterlopen in het lage deel van Nederland verschillende en meestal onderling strijdige functies moeten vervullen. Zij dienen zowel voor de scheepvaart, de afvoer van overtollig en soms verontreinigd water, als voor de aanvoer van water van goede kwaliteit. Het zou wenselijk zijn tot een splitsing naar functies over te gaan, waarbij bepaalde waterlopen uitsluitend worden bestemd voor de aanvoer van water van goede kwaliteit uit de rivieren en de reservoirs en andere wateren voor de afwikkeling van de scheepvaart.

De situatie, dat de voornaamste waterlopen tegelijkertijd verschillende functies moeten vervullen, is historisch gegroeid. Zij was aanvaardbaar zolang de belasting van het oppervlaktewater met zout en andere anorganische verontreinigingen nog een betrekkelijk geringe omvang had en aan de kwaliteit van het water nog slechts bescheiden eisen werden

gesteld, zodat de repercussies van de economische ontwikkeling op de waterkwaliteit nog doelmatig konden worden bestreden door een versterkte doorspoeling met zoet water. Aan de hoeveelheid daarvoor beschikbaar water is evenwel een grens gesteld door de beperkte hoeveelheden oppervlaktewater, die in droge perioden door de rivieren worden aangevoerd.

Functiesplitsing houdt in een volledige scheiding tussen de diepe en ruime wateren met een primaire bestemming van scheepvaartweg of zeehaven en de wateren, die behoren tot de waterhuishoudkundige infrastructuur. Al is het doorgaans niet meer mogelijk het systeem van boezemwateren en kanalen in het lage deel van Nederland zodanig te wijzigen, dat aan dit beginsel volledig wordt voldaan, in elk geval moet dit principe de leidraad vormen bij de aanleg van nieuwe werken, zoals hieronder nog voor enkele situaties zal worden uiteengezet.

*De toekomstige infrastructuur van de waterhuishouding moet voorts voldoen aan de eis, dat een zo groot mogelijke ruimte wordt gelaten voor onvoorziene ontwikkelingen.*

Zo is het denkbaar, dat de economische ontwikkeling van bepaalde delen van het land anders verloopt dan is geraamd, waardoor de waterbehoeften in de verschillende landsdelen afwijken van de verdeling, waarvan in deze nota is uitgegaan. Zo is het ook denkbaar, dat de eisen ten aanzien van het zoutgehalte van het oppervlaktewater in bepaalde gebieden zich in de toekomst zullen wijzigen, bijvoorbeeld als gevolg van de uitbreiding van het areaal tuinbouw onder glas in Noord-Holland, Friesland en Groningen. De desbetreffende voorspellingen moeten dan ook meer worden gezien als een leidraad voor de voorzieningen op korte termijn, van de orde van grootte van een tiental jaren; voor de situatie op langere termijn moet de mogelijkheid van overschakeling op andere voorzieningen worden open gelaten.

Op grond van de huidige ramingen, zoals deze in bijlage 1 zijn opgenomen, kan geconcludeerd worden dat in een 95% droge zomer in de toekomst voor het land als geheel de behoeften worden gedekt door de beschikbare hoeveelheden. *Toch verdient het aanbeveling het beginsel van een koppeling van de beide hoofdonderdelen van het systeem te aanvaarden, te weten de Maas en de Rijn met zijn naar het westen afbuigende vertakkingen enerzijds en de IJssel en het IJsselmeer anderzijds. Deze koppeling biedt tegelijkertijd de mogelijkheid te voldoen aan nog een ander beginsel, dat voortvloeit uit de eis van de veiligheid van de watervoorziening van grote en economisch belangrijke gebieden. Deze veiligheid houdt in dat de watervoorziening van deze gebieden, waar mogelijk, niet afhankelijk mag zijn van de aanvoer langs één enkele weg. Door de koppeling van de hoofdonderdelen van het waterhuishoudkundig systeem kan een alternatieve aanvoerweg worden geschapen waardoor een grote flexibiliteit kan worden verkregen.*

Op deze wijze zal het mogelijk zijn om midden-west-



Nederland naast de Hollandsche IJssel, die naar stellig wordt verwacht als hoofdaanvoerweg voor dat gebied behouden kan blijven – mits voor de zoutbestrijding op de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas bepaalde maatregelen worden getroffen – een tweede weg voor de aanvoer van water te verschaffen. Hierbij dient allereerst te worden vastgesteld uit welke bron het water, dat aan bepaalde kwaliteitseisen moet voldoen, zal worden ontleend. Twee mogelijkheden komen hierbij naar voren: de grote rivieren enerzijds en het IJsselmeer anderzijds. In beide gevallen is het aangewezen gebruik te maken van de watertransportmogelijkheid, die door het Amsterdam-Rijnkanaal wordt geboden. Een onderzoek van de kwaliteit van het water doet zien dat, indien tot een tweede aanvoerweg wordt besloten, zowel de mogelijkheid van aanvoer van water uit het IJsselmeer, als van aanvoer uit de grote rivieren moet worden aanvaard. In het algemeen zal het IJsselmeerwater een hoger zoutgehalte hebben dan het rivierwater, zodat aan de rivier als bron de voorkeur zou moeten worden gegeven. Echter kunnen ook perioden voorkomen, in het bijzonder in de nazomer, waarin het omgekeerde het geval is terwijl juist dan, als gevolg van de doorgaans lagere rivierafvoeren, een belangrijke onttrekking aan de rivier op bezwaren stuit. Door de inschakeling van het Amsterdam-Rijnkanaal als tweede aanvoerweg kan al naar de omstandigheden van het ogenblik rivierwater of IJsselmeerwater naar midden-west-Nederland worden gebracht. Hiermede wordt tevens een koppeling tot stand gebracht tussen de belangrijke hoofdonderdelen van het waterhuishoudkundige systeem. Bij steeds toenemende waterbehoefte zullen op den duur, met het oog op een zo doelmatig mogelijk gebruik van de wateraanvoer in het zomerhalfjaar, hogere zomerpeilen op het IJsselmeer moeten worden toegelaten dan tot dusver gebruikelijk is. In een zeer verre toekomst zal het wellicht zelfs nodig worden reeds in het voorafgaande winterhalfjaar een voorraad water in het meer of in de Waddenzee te vormen.

*Door de boven bedoelde verbinding kan zowel de voorraadvorming in de voorzomer als die in de winter, welke beide uitgebreide voorzieningen vereisen, tot een later stadium worden uitgesteld.*

De Waal immers voert in het voorjaar meer water af dan benodigd is voor de behoeften waarin deze rivier moet voorzien. Het wateroverschot kan nu via de koppeling naar het IJsselmeer afvloeien en daar direct worden gebruikt dan wel tijdelijk worden opgeslagen. Tezamen met de door de IJssel aangevoerde hoeveelheden kan dan een voldoende grote voorraad worden opgebouwd. Deze voorraad zou niet beschikbaar zijn indien slechts de IJssel als aanvoerweg fungeerde. Deze rivier mag namelijk in het voorjaar en de zomer niet meer dan ongeveer 350 m<sup>3</sup>/sec afvoeren.

*Door de genoemde verbinding en de mogelijkheid deze voor waterdoorvoer in twee richtingen te gebruiken, kan het grote*

*vermogen tot opslag van water, dat het IJsselmeer bezit, dienstbaar worden gemaakt aan de watervoorziening van een zeer groot deel van Nederland.*

Deze koppeling maakt ook een beheer mogelijk, waarbij afhankelijk van de op een zeker ogenblik bestaande hydrologische situatie [rivierafvoer, zoutgehalten van rivierwater, IJsselmeerwater en boezemwater en peil van het IJsselmeer] een zo rationeel mogelijk gebruik van het aangeboden water wordt gemaakt.

*Ook wanneer zich door niet te voorziene omstandigheden op de Hollandsche IJssel een ongunstige verziltingstoestand zou gaan voordoen, kan de genoemde koppeling passen in de dan noodzakelijke oplossing van het probleem van de watervoorziening van midden-west-Nederland.*

Voor een optimaal gebruik van het beschikbare water, gelet op de kwaliteit en de kwantiteit, is een dergelijk geïntegreerd hoofdsysteem voor de waterhuishouding van het noordelijke en zuidelijke deel van het land een uiterst belangrijk element.

Voor het tot stand komen van de koppeling zijn uiteraard bijzondere voorzieningen nodig, zowel aan de zijde van de grote rivieren als aan de noordelijke zijde waar water uit het IJsselmeer moet worden aangevoerd. De waterdoorvoer in zuidelijke richting vergt o.a. de installatie van één of meer gemalen.

*Aangezien de toelaatbare onttrekking aan de Nederrijn zeer beperkt is, zal een deel van de aanvoer door de Waal moeten worden geleverd en via het Betuwepand van het Amsterdam-Rijnkanaal naar het noorden moeten worden getransporteerd.* Voor het watertransport naar het centrum van midden-west-Nederland zou een kanaal moeten worden aangelegd naar de Oude Rijn, bijvoorbeeld van Maarssen-Breukelen naar Bodegraven. Uiteraard zullen bij het tot stand komen van deze aanvoerweg een aantal voorzieningen moeten worden getroffen, o.a. met betrekking tot de gevolgen van de wateronttrekking aan de rivier, de inlaat en doorvoer door het kanaal en de kruising met de Nederrijn; deze blijven hier verder buiten beschouwing.

Op de voorzieningen, die aan de noordelijke zijde zouden moeten worden getroffen, wordt nog nader ingegaan in bijlage 3 van dit rapport.

De juiste aard en omvang van de voorzieningen en het tijdstip waarop de bovenbeschreven koppeling tot stand zal moeten worden gebracht, kunnen thans nog niet worden aangegeven, maar bij het ontwerp van nieuwe werken moet ruimte worden gelaten voor eventuele latere voorzieningen.

*Uit het voorgaande volgt, dat het IJsselmeer in de toekomst een nog belangrijker rol kan spelen in de waterhuishouding van Nederland dan het thans reeds doet.*

*De bevordering van een goede kwaliteit van het IJsselmeerwater is dus van essentieel belang.*

Daarvoor is in de eerste plaats nodig, zoals reeds opgemerkt, dat een beperking wordt bereikt van de zoutafvoer van de Rijn. Daarnaast kan in het IJsselmeer zelf een aantal maatregelen worden getroffen om de zoutbelasting te verminderen, zoals in bijlage 3 is beschreven. Voorts zal moeten worden gewaakt tegen de ongewenste consequenties van het maken van zeehavens langs de rand van het IJsselmeer, die met dat meer in verbinding staan of in verbinding kunnen worden gebracht. Reeds werd in hoofdstuk 7 gewag gemaakt van een mogelijke verlenging in oostelijke richting van het zeehavengebied van de IJmond tot in de zuidelijke IJsselmeerpolders. Deze zal derhalve zó moeten worden gerealiseerd, dat een sterkere verzilting van het Oostvaardersdiep en daarmee een verslechtering van de situatie op het IJsselmeer wordt voorkomen. Bovendien zullen de rond het IJmeer gelegen wateren, die een rol zullen moeten vervullen bij het transport van zoet water, op alleszins voldoende wijze tegen verzilting moeten blijven gevrijwaard.

*Ook ten aanzien van de mogelijke ontwikkelingen in en rond het deltagebied in het zuidwesten van Nederland zullen de in de aanhef van dit hoofdstuk genoemde beginselen als leidraad moeten dienen.*

In verband met de tegenstrijdige belangen van de waterhuishouding en de scheepvaart dient een scheiding aangebracht te worden tussen de zoetwaterbekkens en de zeehavenbekkens. Welke oplossing voor de scheiding tussen deze bekkens moet worden gekozen, hangt af van diverse factoren. Het resultaat is echter steeds een zeker verbruik van zoet water ten behoeve van de zoutbestrijding ter plaatse van de contactpunten tussen de zeehaven- en de zoetwaterbekkens. Bij de studie van de waterbalans van de deltabekkens is – zoals in bijlage 2 is vermeld – een totaal debiet van ca. 110 m<sup>3</sup>/sec voor dit doel gereserveerd, hetgeen ook voor de ontwikkeling op lange termijn ruimte laat.

Door de situatie in het deltagebied en de bovengeschetste mogelijke veranderingen binnen de hoofwaterkeringen zullen de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden deels aan zoet en deels aan zout buitenwater grenzen. Uiteraard moet de eis worden gesteld, dat met het oog op de watervoorziening elke eenheid tenminste aan één zijde grenst aan een aanvoerweg met water van goede kwaliteit.

*Dit leidt er toe om door het deltagebied in ieder geval een aanvoerweg van zoet water te reserveren, die tegen verzilting wordt beschermd en van waaruit de verschillende eenheden met water kunnen worden voorzien.*

Als zodanig komt in aanmerking de weg Volkerak-Krammer-Zijpe-Mastgat-Keeten naar het middengedeelte van de Oosterschelde, waarna aangesloten wordt op het Veerse meer [fig. 2.1].

In het toekomstige hoofdsysteem van de waterhuishouding wordt voorts nog een bijzondere plaats ingenomen door ten eerste de voorzieningen ten dienste van de bestrijding van de organische verontreiniging van oppervlaktewater en grond-

water en ten tweede de werken ten dienste van de drinkwatervoorziening, inclusief het gebruik door de industrie. Op het eerste punt zal hier niet verder ingegaan worden, daar bij de indiening en de behandeling van de **Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren** reeds vele informaties zijn overgelegd. Ook de lozingspunten van het in meer of mindere mate gezuiverde water zullen moeten worden gekozen in overeenstemming met de andere functies, die het ontvangende water heeft te vervullen. Dat bestrijding van de waterverontreiniging in het belang van de watervoorziening is, behoeft geen nader betoog. Voor de waterbalans heeft de kwaliteitsverbetering het voordeel, dat minder water nodig is voor de doorspoeling, die anders nodig zou zijn om de vervuiling van het water enigszins te bestrijden.

*Aan het tweede punt, de openbare watervoorziening, is bijlage 5 gewijd. Hierin wordt aandacht besteed aan de z.g. basisplannen, die beogen de watervoorziening van bevolking en industrie tot het jaar 2000 veilig te stellen.*

Terwijl vroeger voldoende plaatsen konden worden gevonden waar grondwater van goede kwaliteit kon worden gewonnen ter voorziening in de behoeften aan drinkwater, zonder daarbij andere belangen te schaden, wordt deze voorziening thans steeds meer afhankelijk van het oppervlaktewater en daarmee van het algemeen systeem van de waterhuishouding in Nederland.

*Een belangrijk element in deze basisplannen wordt gevormd door de spaarbekkens.*

Deze bekkens worden gevormd door wateroppervlakten omsloten door dijken; de opslag en de onttrekking van water kan door bemaling, dan wel onder gebruikmaking van de zwaartekracht plaats vinden. Dergelijke spaarbekkens kunnen worden aangelegd in poldergebieden, waar het overtollige water van geschikte kwaliteit is, langs de grote en kleine rivieren, in het IJsselmeer [bijlage 3] en in de deltabekkens [bijlage 2]. De spaarbekkens hebben verschillende voordelen omdat het water daarin door dijken van het omringende water is afgescheiden. Op een betrekkelijk klein oppervlak kan een grote nuttige voorraad water worden geborgen, aangezien binnen de bekkens grote waterstandsverschillen kunnen worden toegelaten wat buiten de bekkens, in het IJsselmeer en in de deltameren, niet mogelijk is, omdat dan andere belangen op ontoelaatbare wijze zouden worden geschaad. Het is voorts mogelijk de spaarbekkens te vullen in die perioden, waarin het beschikbare rivierwater of het meerwater een goede kwaliteit heeft en dat water vervolgens tijdens andere perioden te gebruiken. De opslagperiode komt de kwaliteit van het water nog ten goede. Tenslotte ligt een groot voordeel van de spaarbekkens in het feit, dat zij geïsoleerd zijn van hun voedingsbron en mitsdien in beginsel onafhankelijk van incidentele teruggang van de hoedanigheid daarvan, zoals deze zich bijvoorbeeld zou kunnen voordoen na eventuele ongelukken met schepen geladen met voor drinkwater schadelijke stoffen.

## 9 Verder perspectief

In de voorgaande hoofdstukken is getracht de implicaties te schetsen die de huidige economische ontwikkeling heeft voor de waterhuishouding van Nederland. Daartoe is eerst een schets gegeven van de problematiek van de waterhuishouding en van de hoofdelementen van het systeem, het IJsselmeer, de deltameren en de Rijnkanalisatie, zoals deze enige decennia geleden werden ontworpen. Vervolgens is een beeld gegeven van de consequenties van de recente economische ontwikkeling welke enerzijds heeft geleid tot hogere eisen wat betreft kwantiteit en kwaliteit van het te leveren water en anderzijds op enkele punten de infrastructuur van de waterhuishouding heeft aangetast. Bij de beschouwingen over de maatregelen, die op korte termijn worden genomen om de nieuwe situatie het hoofd te bieden, moest een prognose worden gemaakt van de mogelijke ontwikkeling op lange termijn, teneinde enerzijds over een globale raming te beschikken van de waterbehoeften, waarop in de toekomst moet worden gerekend en anderzijds de eisen te kunnen stellen waaraan het ontwerp van de voorzieningen ten behoeve van het scheepvaartverkeer en de maatregelen ter bestrijding van de anorganische en organische verontreiniging van oppervlakte- en grondwater moeten voldoen om de toekomstige watervoorziening mogelijk te maken. Hiertoe werd de situatie omstreeks het jaar 2000 in ogenschouw genomen.

De vraag kan rijzen hoe het met de waterhuishouding van Nederland zal zijn gesteld na het jaar 2000, aangezien het niet aannemelijk is, dat op dat tijdstip de situatie zal zijn gestabiliseerd. Anderzijds kunnen zich over enige decennia dermate ingrijpende veranderingen in de economische structuur en de ontwikkeling van de techniek voordoen, dat het

doen van voorspellingen een hachelijke zaak wordt. Er bestaat dan ook verschil van mening over de vraag of het wel zinvol is toekomstprojecties op dit gebied op te stellen voor een termijn langer dan 10 à 20 jaren, zelfs al ziet men hierbij af van een voorspelling van de concrete behoeften en bronnen. In een enkel geval, Israël, teert men bewust in op het aanwezige grondwater van goede kwaliteit en aanvaardt men een progressieve verzilting van de ondergrond in de overtuiging, dat door de technische ontwikkeling binnen een bepaalde termijn nieuwe waterbronnen ter beschikking zullen komen. Dit kunnen zijn bronnen, die voor bepaalde doeleinden nu nog niet economisch kunnen worden geëxploiteerd, zoals zeewater met toepassing van ontzilting, of bronnen waarvan thans de mogelijkheid tot exploitatie nog niet vaststaat.

*De omstandigheden in Nederland zijn zodanig, dat een dergelijke wissel op de toekomst niet behoeft te worden getrokken. Zoals nog zal blijken is ook met de huidige bronnen en technische mogelijkheden nog een vrij ruime reserve aanwezig uitgaande boven de voor het jaar 2000 geschatte behoeften.*

De problemen, waarvoor men zal komen te staan, betreffen niet zo zeer een werkelijk watertekort dan wel een meer rationeel gebruik van ter beschikking staande bronnen in de vorm van vergroting van de opslag van water, bestrijding van de anorganische en organische verontreiniging van oppervlakte- en grondwater in het land, kwaliteitsbeheersing van het water van de Rijn en de Maas, meervoudig gebruik van water voor bepaalde doeleinden, enz.

Gezien de onzekerheden wat betreft bronnen en behoeften op lange termijn heeft het weinig zin nu reeds rekening te



houden met concrete voorzieningen, die zouden moeten worden getroffen ter optimale benutting volgens de huidige inzichten van al het beschikbare water. Meer zinvol lijkt het na te gaan in welke richting het wetenschappelijk onderzoek ten dienste van de waterhuishouding zou moeten worden gestuurd met inachtneming van de specifieke omstandigheden in Nederland. Het is opmerkelijk dat het onderzoek, van alles wat met het voorkomen en het gebruik van water samenhangt, de laatste jaren sterk in het middelpunt van de belangstelling is komen te staan. Verschillende internationale organisaties [UNESCO, Economische Commissie voor Europa, Raad van Europa, Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, enz.] hebben programma's opgesteld op het gebied van de inventarisatie van hulpbronnen, middelen tot beperking van het watergebruik en voorkoming van waterverontreiniging, overeenkomsten betreffende internationale rivieren, enz. Men heeft geconstateerd, dat de technologie van het water is achtergebleven bij de ontwikkeling van de techniek op andere gebieden.

Wat Nederland betreft, mag de verwachting worden uitgesproken, dat de waterbehoefte zal blijven toenemen, doch dat hierbij een andere tendens naar voren zal komen dan tot dusver. De toeneming van het verbruik zal meer door veranderingen in het sociaal-economisch patroon worden bepaald dan door een verdere groei van de bevolking. Men kan verwachten, dat de industriële produktie zich meer op gespecialiseerde gebieden gaat richten. Het landbouwareaal zal verder afnemen door het bestemmen van gronden voor andere doeleinden, doch de tuinbouw zal waarschijnlijk blijven toenemen.

*Dit betekent dat men rekening moet houden met een naar verhouding grotere behoefte aan water van zeer goede kwaliteit dan thans het geval is en dat de hoge kosten, die aan de levering daarvan zullen zijn verbonden, moeten en kunnen worden aanvaard.*

In sterkere mate dan nu reeds het geval is, zal moeten worden voldaan aan kwaliteitseisen uitgaande boven de normen gesteld voor het gebruik van drinkwater.

Of het oppervlaktewater in Nederland, ook na invoering van de hierboven aangeduide maatregelen, steeds aan de nieuwe eisen zal kunnen voldoen, lijkt twijfelachtig. Men dient te bedenken, dat ook in het stroomgebied van de Rijn een verdere toeneming van bevolking en industrie zal plaatsvinden en dat steeds risico's zullen blijven bestaan van ongewilde waterverontreiniging.

Met het thans bestaande hoofdsysteem van de waterhuishouding kan de levering van water van doorgaans vrij goede kwaliteit nog worden vergroot. Het IJsselmeer biedt de mogelijkheid een groter deel van het rivierwater, dat in de wintermaanden wordt aangevoerd, op te slaan dan thans het geval is. Dit houdt in, dat reeds tegen het einde van de winter het meerpeil zou moeten worden opgezet, teneinde in

de zomer een extra waterschijf ter beschikking te hebben. Aan een verandering van het gemiddelde IJsselmeerpeil in de winter zijn evenwel tal van consequenties verbonden; hiertoe dient daarom pas te worden overgegaan indien een duidelijk voordelig saldo mag worden verwacht.

In bijlage 1 is gewezen op het grondwater onder het hoge deel van Nederland als bron van water van zeer goede kwaliteit. Volgens voorlopige studies zou hieraan een jaarlijkse hoeveelheid van 1,5 miljard m<sup>3</sup> water kunnen worden onttrokken en in de waterbalans voor het jaar 2000 is met deze hoeveelheid rekening gehouden. Een grotere onttrekking dan deze hoeveelheid is alleen mogelijk, indien tot kunstmatige aanvulling van grondwater met oppervlaktewater wordt overgegaan en wel in perioden van grote aanvoer waarin het oppervlaktewater een betere kwaliteit vertoont dan gemiddeld. Door het verblijf daarvan gedurende enige tijd in de ondergrond treedt dan een verbetering van de kwaliteit op.

Kunstmatige aanvulling van het grondwater onder bepaalde delen van het duingebied met water uit de Rijn wordt in Nederland reeds vele jaren met goede resultaten toegepast. Behalve het duingebied zijn er nog andere gebieden in Nederland waar de geologische gesteldheid kunstmatige aanvulling van het grondwater mogelijk maakt, namelijk de Veluwe en bepaalde delen van de zandgebieden in het oosten en het zuiden. Het is thans nog niet mogelijk aan te geven welke hoeveelheid boven de genoemde 1,5 miljard m<sup>3</sup> per jaar zal kunnen worden gewonnen. De kunstmatige aanvulling van grondwater brengt in het algemeen bijzondere problemen met zich mee, zoals de wijze van aanvoer en verspreiding van het oppervlaktewater in de infiltratiegebieden, de kwaliteitseisen, waaraan dit water moet voldoen om infiltratie mogelijk te maken en de invloed van de aanvulling op de waterhuishouding van de randgebieden. Nadere studies zullen moeten worden verricht om tot een oplossing te komen.

Tenslotte kunnen als mogelijkheden voor het verkrijgen van water van zeer goede kwaliteit nog worden genoemd het nabehandelen van oppervlaktewater, dat reeds aan bepaalde normen voldoet en het ontzilten van zeewater of brak oppervlakte- of grondwater. Voor de watervoorziening van de industrie wordt reeds thans van deze mogelijkheden gebruik gemaakt, maar de vrij hoge kosten belemmeren voorlopig nog de toepassing op grote schaal. In de toekomst - wanneer de techniek verder zal zijn geperfectioneerd en voor het verkrijgen van goed water hogere kosten kunnen worden aanvaard - kunnen deze bronnen van grote betekenis worden.

De behoefte aan een systeem van rationele verdeling van het beschikbare water, brengt ook de noodzaak mee van maatregelen op legislatief en organisatorisch terrein.

Deze verdeling speelt met name wanneer de toevoer van water te gering is om alle behoeften gelijktijdig te kunnen dekken; wanneer met andere woorden het water wegens zijn schaarste moet worden gedistribueerd. In een dergelijke situatie kan een koppeling tussen de beide hoofdonderdelen van het systeem, zoals in het voorgaande is geschetst, haar volle betekenis krijgen.

Als beheerder van de grote rivieren, die het water aanvoeren, kan het Rijk aan dit water speciale bestemmingen geven. Maar als zich de bovenbedoelde schaarste aandient komt de noodzaak naar voren de distributie van het water te funderen op een stelsel van afweging van belangen, waarbij ook de belanghebbenden op één of andere wijze van hun standpunt moeten kunnen doen blijken.

De **Rivierenwet** biedt voor het Rijk niet een bevredigende procedure voor beslissingen in dit soort vragen; de belangen waarop de Rivierenwet doelt zijn andere dan waarvan thans sprake is.

De bestaande waterstaatswetten bieden ook meer in het algemeen niet voldoende mogelijkheden om een hantering mogelijk te maken van een systeem van rationele verdeling van het beschikbare water. Wel is indertijd een wetsvoorstel ahangig gemaakt tot wijziging van de wet van 1891 Stb. 69, betreffende 's Rijks waterstaatswerken [nr. 2023, zitting 1950/1951]. Dit wetsvoorstel dat met name beoogde, met het oog op de watervoorziening, het onttrekken van water, aan de wateren onder beheer van het Rijk, aan een vergunning te binden, was echter te beperkt van opzet,

bood ook geen basis voor een goede belangenafweging en is om die redenen onlangs ingetrokken.

Bepaalde waterstaatkundige aspecten van de waterhuishouding zijn inmiddels afzonderlijk aan de orde gekomen. Zo zal de **Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren** de mogelijkheid bieden om het probleem van de bestrijding van de waterverontreiniging op afdoende wijze tot een oplossing te brengen.

De bescherming van het grondwater tegen verontreiniging heeft een gecompliceerd karakter, omdat de oorzaken die tot deze verontreiniging kunnen leiden betrekkelijk groot in aantal zijn en vaak zeer verscheiden van aard. De Minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid onder wiens bemoeiingen de bescherming van het grondwater tegen vervuiling valt, heeft enkele jaren geleden een commissie ingesteld om te onderzoeken of wettelijke maatregelen moeten worden getroffen ter bescherming van het grondwater tegen verontreiniging door aardolieproducten en chemische stoffen. Over de voorzieningen tegen de vervuiling door aardolieproducten heeft deze commissie inmiddels een interimrapport uitgebracht. Andere oorzaken van vervuiling zijn nog bij de commissie in studie. Overigens bieden de **Hinderwet** en verordeningen van lagere overheidslichamen in sommige gevallen reeds nu mogelijkheden om bepaalde verontreinigingen van de bodem tegen te gaan. Voor de regeling van ondergrondse opslag van aardolieproducten is door de Vereniging van Nederlandse Gemeenten, een modelverordening opgesteld, die medio 1968 aan alle gemeenten is toegezonden.

Voorts is een regeling in voorbereiding met betrekking tot het kwantitatief grondwaterbeleid. Aan de



organisatie daarvan zijn nog veel problemen verbonden omdat het ondergronds waterbeeld totaal kan verschillen van de waterstaatkundige situatie aan de oppervlakte.

*Naast deze voorzieningen zal echter een wettelijke regeling noodzakelijk zijn met betrekking tot het kwantitatieve beheer van het oppervlaktewater, een regeling derhalve, die met name zal moeten betreffen de vraagstukken van een rationele verdeling van het beschikbare water over ons land, het gebruik daarvan voor de diverse uiteenlopende doeleinden, de waterconservering en het beheer van de met één en ander in verband staande infrastructuur.*

Hierbij zal in het geding komen een zekere 'inspraak' van de vele betrokken belangen, zodat de beslissingen terzake kunnen worden geënt op een afweging van die belangen.

Hoe het één en ander moet worden geregeld, is een vraag waaraan momenteel aandacht wordt besteed, mede om een passend evenwicht te vinden met de verantwoordelijkheid voor de waterhuishouding in het regionale vlak zoals deze toevalt aan de provincies, alsmede aan waterschappen, die krachtens provinciale reglementering of krachtens hun inrichting terzake taken en bevoegdheden hebben. De provinciale besturen zullen onder meer moeten zorgen dat de waterschapsorganisatie adequaat is voor de plaatselijke waterhuishoudingsproblematiek. De toekomstige taak en status van de waterschappen vormt momenteel tevens onderwerp van studie van de Studiecommissie Waterschappen.

De regeling zal zo moeten worden opgezet dat zij de diverse aspecten van het vraagstuk van de waterhuishouding – ook die van de bestrijding van de verontreiniging en het kwantitatieve grondwaterbeheer – op harmonische wijze met elkaar in verband brengt, zodat de waterhuishouding ook in feite als een samenhangend geheel kan worden behandeld. Met de voorbereiding van deze regeling wordt thans een begin gemaakt.

## 11 Samenvatting en conclusies

Onder waterhuishouding wordt in deze nota verstaan de zo doelmatig mogelijke beheersing naar kwantiteit en kwaliteit van het binnen onze landsgrenzen aanwezige, respectievelijk beschikbare water. Hierbij kunnen worden onderscheiden: de lozing van overtollig en/of niet aan de kwaliteitseisen voldoende water; de aanvoer van en de voorziening met water voor verschillende gebruiksdoeleinden, in voldoende hoeveelheid en van zo goed mogelijke kwaliteit.

In tegenstelling tot de afwatering, die – wortelend in een lange historie – grotendeels aan redelijke eisen voldoet of zonder moeilijkheden van principiële aard kan worden verbeterd, vraagt de watervoorziening vrijwel overal en in toenemende mate aandacht, zowel ten aanzien van het kwantitatieve als ten aanzien van het kwalitatieve aspect. Om deze reden zijn de beschouwingen in deze nota vooral gericht op de problemen rond de watertoevoer en de watervoorziening.

De nota beoogt wegen aan te geven, die zullen kunnen leiden tot een goed functionerend waterhuishoudkundig systeem. Zij bepaalt zich daarbij tot de macrostructuur. Het kostenaspect ligt buiten het kader van deze nota.

De zorg voor de waterhuishouding berust in ons land bij verschillende organen. Terwijl in het algemeen de grote structuren door het Rijk [Ministerie van Verkeer en Waterstaat] worden verzorgd, hebben in het regionale vlak provincies en waterschappen een belangrijke in de historie gefundeerde taak. Verbeteringen op regionale schaal komen vaak tot stand in het kader van ruilverkavelings- of andere

cultuurtechnische werken, begeleid door het Ministerie van Landbouw en Visserij. De openbare drinkwatervoorziening wordt verzorgd door de waterleidingbedrijven. Het Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid oefent hier toezicht uit in het belang van de volksgezondheid en bezit, evenals de provinciale besturen, bevoegdheden ten aanzien van het treffen van voorzieningen voor bepaalde aan te wijzen gebieden en ten aanzien van het opleggen van verplichtingen aan de waterleidingbedrijven tot onderlinge samenwerking [Waterleidingwet].

Nadere wettelijke voorzieningen inzake het kwalitatieve en kwantitatieve beheer van het grondwater en van het oppervlaktewater zijn in voorbereiding. Voor wat betreft het kwalitatief beheer van het oppervlaktewater moge worden verwezen naar het bij de Staten-Generaal in behandeling zijnde wetsontwerp Verontreiniging Oppervlaktewateren, dat naar verwachting binnenkort tot wet zal kunnen worden verheven.

Ons land is gelegen aan het benedeneinde van de stroomgebieden van twee grote en tal van kleinere, in meerdere landen gelegen, rivieren. Aangezien ons land, voor zijn watervoorziening meer en meer op het langs deze rivieren afvloeiende water aangewezen raakt, is het van belang dat in internationaal overleg getracht wordt te bereiken, dat het rivierwater bij het overschrijden van onze grenzen in een kwalitatief aanvaardbare toestand verkeert. In dit verband zij gewezen op het overleg dat plaats heeft binnen de Internationale Commissie voor de Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging waarin Zwitserland, Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en Nederland zitting hebben. Deze

Commissie, die voor het eerst in 1950 bijeenkwam, begon reeds in 1953 met een gecoördineerd onderzoek naar de kwaliteitstoestand van het Rijnwater. Zij kreeg een officiële status in 1963 toen de deelnemende regeringen een overeenkomst ondertekenden inzake de grondslagen van de werkzaamheden van de Commissie. Deze overeenkomst trad na ratificering in 1965 in werking. De Commissie heeft tot taak aan de regeringen maatregelen voor te stellen ter verbetering van de kwaliteit van het water. De besprekingen richten zich momenteel vooral op de beperking van de zoutlast van de Rijn. De Permanente Nederlands-Duitse Grenswaterencommissie behandelt voorts de problemen, samenhangend met de rivieren, die onze oostgrens overschrijden, uitgezonderd de Rijn, terwijl ook de Eems-Dollard buiten dit kader valt. Zij wordt bijgestaan door subcommissies voor de verschillende stroomgebieden.

De mogelijkheid van de vorming van een dergelijke commissie voor de Nederlands-Belgische rivieren, met uitzondering van de Maas en de Schelde, wordt onderzocht. Met betrekking tot de Maas wordt afzonderlijk bilateraal overleg met België gevoerd. Hetzelfde geldt, meer incidentieel, voor de Schelde met name ten aanzien van het kwaliteitsaspect.

Tenslotte dienen te worden vermeld de studies op het gebied van de hydrologie, het rationeel gebruik en de bescherming van de reinheid van het water, waaraan door Nederland in Europees en mondiaal verband, in het kader van de werkzaamheden van de Economische Commissie voor Europa [ECE], de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling [OECD], de Economische Commissie voor Azië en het Verre Oosten [ECAFE], de Organisatie van de Verenigde Naties voor Onderwijs, Wetenschap en Cultuur [UNESCO], de Wereld Meteorologische Organisatie [WMO] en de Raad van Europa [Council of Europe] wordt deelgenomen.

Het functioneren van de waterhuishouding vordert een infrastructuur, die moet worden in stand gehouden, verbeterd en uitgebreid.

De tot de infrastructuur van de waterhuishouding behorende werken maken in veel gevallen deel uit van andere infrastructuren, zoals die van de scheepvaart en de zeehavens en van grotere waterstaatkundige systemen, zoals de Delta- en de Zuiderzeewerken.

Wanneer in deze onderling vervlochten systemen wijzigingen worden uitgevoerd, zullen steeds de daaruit voortvloeiende repercussies voor de waterhuishouding onder ogen moeten worden gezien en zo nodig voorzieningen in het belang van de waterhuishouding moeten worden toegevoegd. Dit houdt o.a. in dat het beleid ten aanzien van de waterhuishouding enerzijds en het zeehavenbeleid anderzijds op elkaar dienen te zijn afgestemd.

Zowel de afwatering als de watervoorziening zullen zijn gebaat met de verdere voltooiing van de Zuiderzeewerken,

de Deltawerken, de Lauwerszeewerken en de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek. Al deze werken hebben een veelzijdige doelstelling; de inrichting van vele onderdelen wordt intussen in hoge mate mede bepaald door de waterhuishoudkundige aspecten.

Verbetering van de afwatering met het oog op het voorkomen van wateroverlast kan geschieden door toepassing van bekende methoden zoals verruiming van afwateringsleidingen, vergroting van lozingsfaciliteiten en versterking van bemalingen. Deze maatregelen kunnen van geval tot geval worden overwogen en geëvalueerd.

Zoals uit de in de nota opgenomen waterbalansen blijkt, kunnen de hoeveelheden water, die met het oog op de behoeften van bevolking, landbouw en industrie zijn vereist, zelfs in droge zomers uit de aanvoer van rivieren en uit de neerslag worden verkregen. Een moeilijkheid ontstaat doordat over kortere perioden niet steeds op de gewenste plaats de benodigde hoeveelheid water van aanvaardbare kwaliteit beschikbaar is. Daarom moet er tijdelijk water worden opgeslagen, hetgeen zowel in de ondergrond als in oppervlaktereservoirs kan geschieden. Van de laatstgenoemde is het IJsselmeer de belangrijkste. De waterhuishoudkundige infrastructuur zal dus – afgezien van het grondwater – voor wat betreft de watervoorziening geënt zijn op enerzijds het IJsselmeer en anderzijds de rivieren en de deltabekkens. Transportleidingen verbinden deze bronnen met de plaatsen van verbruik, terwijl wellicht in een verdere toekomst doelmatige koppelingen tussen genoemde bronnen nodig zullen blijken. De aanvaarding van het beginsel van een koppeling van de beide hoofdonderdelen van het waterhuishoudkundige systeem, te weten de Maas en de Rijn met zijn naar het westen afbuigende vertakkingen enerzijds en de IJssel en het IJsselmeer anderzijds, verdient in dit verband aanbeveling. Deze koppeling biedt tegelijkertijd de mogelijkheid te voldoen aan nog een ander beginsel, dat voortvloeit uit de eis van de veiligstelling van de watervoorziening van grote en economisch belangrijke gebieden: deze watervoorziening mag, waar mogelijk, niet afhankelijk zijn van de aanvoer langs één enkele weg. Door de koppeling van de genoemde hoofdonderdelen van het waterhuishoudkundige systeem, waaraan dienstbaar zouden kunnen worden gemaakt het westelijke randmeer van de Markerwaard en het Amsterdam-Rijnkanaal, kan een alternatieve aanvoerweg worden geschapen, waardoor een grotere flexibiliteit kan worden verkregen. Door deze verbinding kan zowel extra voorraadvorming op het IJsselmeer in de voorzomer als eventuele voorraadvorming in de winter, welke beide vrij ingrijpende voorzieningen vereisen, doch waaraan op den duur waarschijnlijk niet zal kunnen worden ontkomen, tot een later stadium worden uitgesteld. Door de vermelde verbinding en de mogelijkheid deze voor waterdoorvoer in twee richtingen te gebruiken, kan bovendien het grote vermogen tot opslag van water, dat het IJsselmeer bezit, dienst-

baar worden gemaakt aan de watervoorziening van een zeer groot deel van Nederland. De bevordering van een goede kwaliteit van het IJsselmeerwater is in dit verband van essentieel belang.

Behalve ter tegemoetkoming aan de behoeften van bevolking, landbouw en industrie zijn grote hoeveelheden water nodig voor de verversing en doorspoeling van door verzilting bedreigde, tot de infrastructuur behorende wateren. Door passende voorzieningen aan zeesluizen respectievelijk aan brak water grenzende sluizen kan de zoutpenetratie worden verminderd, zodat op de hoeveelheid doorspoelwater kan worden bespaard. Eenzelfde effect zal het – thans in uitvoering zijnde – vastleggen en plaatselijk verondiepen van de bodem van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas hebben. Op grond van deze maatregel wordt o.a. verwacht dat de Hollandsche IJssel, behoudens in exceptionele gevallen van korte duur, als aanvoerweg van zoet water naar midden-west-Nederland beschikbaar zal blijven. In de huidige situatie blijkt de afsluiting van de Oude Maas – destijds aanbevolen door de Deltacommissie als effectief extra hulpmiddel om de zoutpenetratie op de Nieuwe Waterweg tegen te gaan – slechts een zeer geringe additionele bijdrage in dit opzicht te kunnen leveren. Het is dan ook, mede gelet op de daaraan uit anderen hoofde verbonden nadelen, weinig waarschijnlijk, dat tot de uitvoering van dit zeer omvangrijke werk zal worden overgegaan.

Voor zover het zout afkomstig is uit de bodem, wordt ernaar gestreefd het besmette water op zodanige wijze af te voeren dat er zo weinig mogelijk conflicten ontstaan met andere waterhuishoudkundige belangen. Dit leidt overigens tot een algemeen principe: waar mogelijk zal een splitsing naar functies moeten worden verwezenlijkt, waardoor het water van goede kwaliteit transportwegen vindt, die gescheiden zijn van de wateren die aan verzilting en vervuiling blootstaan.

Voor bepaalde doeleinden, met name voor de drinkwatervoorziening, worden bijzonder hoge eisen aan de kwaliteit van het water gesteld. Deze omstandigheid leidt ertoe het beschikbare zoete grondwater, waarvan de hoedanigheid in het algemeen zeer gunstig is, in de eerste plaats als drinkwater te benutten. Hierbij dient dan wel rekening gehouden te worden met de eventuele nadelige gevolgen, die de grondwateronttrekkingen kunnen hebben voor de landbouw, die overigens in bepaalde gebieden zelf ook belang heeft bij onttrekking van grondwater ten behoeve van beregening.

Aangezien evenwel de winbare hoeveelheid grondwater onvoldoende is om de behoeften te dekken, zal eveneens een beroep moeten worden gedaan op de ter beschikking staande hoeveelheden oppervlaktewater. Gelet op de wisselende kwaliteit en mate van beschikbaarheid van dit water zal het nodig zijn spaarbekkens in te richten teneinde in de seizoenen waarin de omstandigheden daarvoor gunstig

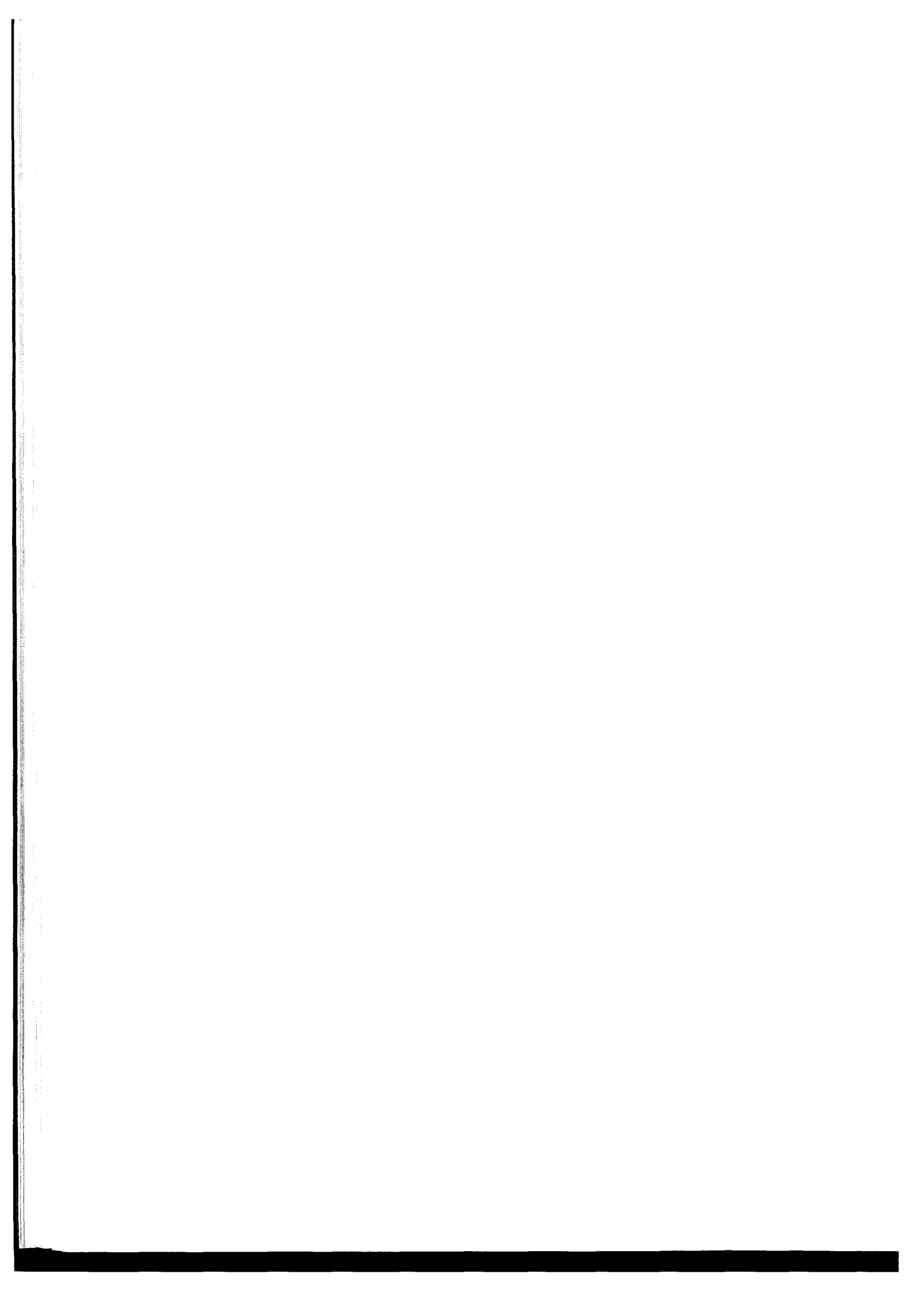
zijn, tot voorraadvorming te kunnen overgaan. Dergelijke spaarbekkens zouden o.a. kunnen worden ingericht in het IJsselmeer en in het Grevelingenbekken. Concrete plannen bestaan reeds voor de aanleg van voorraadbassins in de Brabantse Biesbosch.

De hiervoor aangegeven infrastructurele werken zijn in de voorgaande hoofdstukken van deze nota nader beschreven en gemotiveerd; in de verschillende bijlagen worden de deelgebieden meer gedetailleerd behandeld.

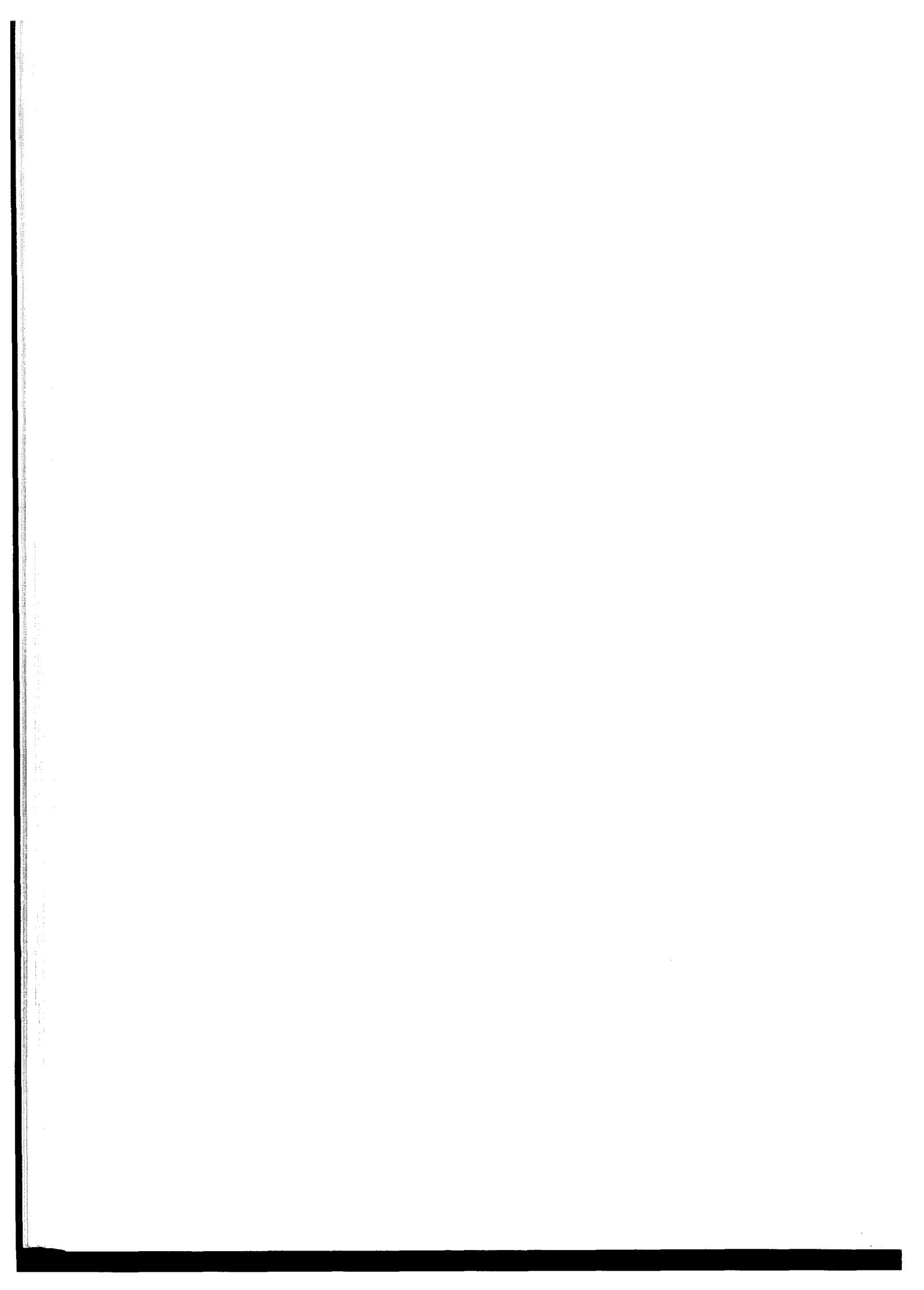
Uit één en ander blijkt dat de voorwaarden aanwezig zijn voor een doelmatige waterhuishouding voor de eerste tientallen jaren en dat ook daarna, d.w.z. na omstreeks 2000, de mogelijkheden voor het verkrijgen van voldoende water van goede kwaliteit niet zijn uitgeput. Uiteraard zullen de grote structuren van IJsselmeer en deltagebied dan in hun geheel zijn voltooid. Dit geldt echter niet voor de aangeduide verfijningen daarvan en voor tal van buiten deze gebieden te treffen maatregelen. Deze kunnen geleidelijk tot stand komen; zij lenen zich voor een uitvoering in fasen.

Met deze maatregelen zijn aanmerkelijke bedragen gemoeid. Zolang de situatie de uitgave daarvan nog niet wettigt, zal men de bedoelde maatregelen voorshands achterwege kunnen laten, om ze eerst ter hand te nemen naarmate de ontwikkeling dat vraagt.

Van belang is evenwel dat te allen tijde de aangegeven infrastructuur met de daarin besloten toekomstmogelijkheden in het oog wordt gehouden. Daarbij moet worden voldaan aan de eis dat een zo groot mogelijke ruimte wordt gelaten voor onvoorziene omstandigheden. De bevordering van deze infrastructuur van de waterhuishouding vormt immers voor de toekomstige ontwikkeling van Nederland een even belangrijk element als de goede toestand van de dijken en waterkeringen in de strijd tegen zee en opperwater.



# De waterbalans; een vergelijking van behoeften en bronnen



# 1 Inleiding

In de hydrologie duidt men met de term waterbalans een voor een bepaald gebied opgestelde vergelijking aan tussen enerzijds de hoeveelheden water die gedurende een zekere periode voor verschillende doeleinden nodig zijn en anderzijds de beschikbare hoeveelheden in die periode. Eigenlijk gaat het dus niet om een balans in boekhoudkundige zin, maar om een winst- en verliesrekening, een naast elkaar stellen van aangevoerde en afgevoerde hoeveelheden water.

In deze bijlage wordt een dergelijke balans opgesteld, zowel voor geheel Nederland als voor het noordelijke en het zuidelijke deel van het land afzonderlijk. De balans zal gelden voor een droog zomerhalfjaar [april t/m september] omstreeks het jaar 2000.

Interessant zijn uiteraard de kritieke situaties, die kunnen ontstaan tijdens zomerperioden met geringe aanvoer door de rivieren en een kleine regenval. Dergelijke situaties zijn opgetreden in 1921, 1934, 1947, 1949 en 1959. Voor deze bijlage is uitgegaan van een afvoer van de Rijn tijdens een droog zomerhalfjaar zoals gemiddeld eenmaal per 20 jaar kan optreden [aangeduid als: zomer met droogtegraad  $D = 95\%$ ]. Tijdens een dergelijke zomer zal het neerslagtekort – het verschil tussen verdamping en regen, dat een andere belangrijke post is op de waterbalans – groter zijn dan in gemiddelde jaren. Ook wat deze post betreft, is uitgegaan van een toestand, die gemiddeld eenmaal per 20 jaar kan worden verwacht.

Dat wordt uitgegaan van de omstreeks 2000 te verwachten situatie is begrijpelijk, omdat de waterbalans ten grondslag ligt aan het ontwerp van voorzieningen voor de waterhuishouding, die uiteraard verder strekken dan de behoeften van

het ogenblik. De situatie in het jaar 2000 zal, vooral wat de waterbehoeften betreft, afwijken van de huidige. Het is nodig deze te schatten, waartoe een prognose ten aanzien van de economische en technische ontwikkeling in de komende decennia vereist is; de cijfers kunnen uiteraard nimmer exact zijn.

Daarom is wel de mening uitgesproken, dat een voorspelling van de behoeften voor een termijn langer dan bijvoorbeeld 10 jaar weinig zin heeft. Deze uitspraak gaat evenwel voorbij aan het feit, dat men ten aanzien van de te treffen voorzieningen, die kostbaar zijn en veelal een geruime tijd van voorbereiding vergen, verder in de toekomst moet zien om te voorkomen, dat deze voorzieningen ontijdig zouden blijken ondeugdelijk te zijn. Het is daarom zeker nodig met een periode van enige tientallen jaren te rekenen. Indien wordt gesproken van het jaar 2000, moet worden bedacht, dat de voor dit jaar geraamde waterbehoeften in werkelijkheid zowel vroeger als later kunnen optreden. Dit is geen bezwaar, zolang de mogelijkheid bestaat de voorzieningen, nodig op langere termijn, in fasen uit te voeren en zolang nog een reserve aanwezig is met het oog op een mogelijke toeneming van de waterbehoeften na 2000.

Ook kan de in de toekomst gewenste verdeling van de waterbehoeften over de landsdelen afwijken van die, welke nu waarschijnlijk wordt geacht. Dit behoeft evenmin een bezwaar te zijn, indien er mogelijkheden aanwezig zijn om de verdeling van het beschikbare water over de verschillende voorzieningsgebieden te wijzigen. In het vervolg komen deze punten ter sprake.

Het water, dat binnen het hiervoor aangegeven gebied in de gestelde periode beschikbaar zal zijn, wordt in de



eerste plaats gebruikt voor de voorziening van de bevolking met drinkwater en huishoudelijk water, de voorziening van de industrie met proceswater, koelwater, transport- en reinigingswater enz. en de voorziening van de landbouw met water, dat moet dienen om de gevolgen van een tekort aan regenwater op te vangen, waardoor droogteschade zou ontstaan. Daarbij komt nog het water benodigd voor de peilbeheersing van de waterstand in de polders.

In de tweede plaats is een grote hoeveelheid water vereist om de verzilting en andere verontreinigingen in boezem- en polderwateren zodanig te bestrijden dat onttrekking voor de eerder genoemde behoeften mogelijk blijft.

Het water, gebruikt door de bevolking en de industrie, gaat niet geheel verloren. Door zuivering komt een deel weer ter beschikking. Een ander deel zal in verontreinigde vorm nog kunnen worden gebruikt om de verzilting te bestrijden. De rest zal naar zee worden afgevoerd. Het water dat verdamppt, hetzij tijdens de groei van gewassen, dan wel uit open wateren, gaat geheel verloren.

Verder komen in de balans voor: het water aangevoerd door de op het beschouwde gebied vallende regen en dat geleverd door eventuele bronnen buiten het gebied, terwijl in mindering worden gebracht de hoeveelheden die door verdamping verloren gaan en die door rivieren of andere wateren het gebied verlaten.

Bij de opstelling van de balans voor een zomerhalfjaar moet ook rekening worden gehouden met de verdeling van de wateraanvoer en de waterbehoefte over die periode. Het is niet voldoende, dat de behoefte wordt gedekt door de totale aanvoer; de gevraagde hoeveelheid moet op elk ogenblik kunnen worden geleverd, hetzij door wat te zelfder tijd wordt aangevoerd, hetzij door de onttrekking aan reservoirs. In deze bijlage worden korthedshalve alleen de hoeveelheden voor het gehele zomerhalfjaar en die voor de maand met de grootste waterbehoefte vermeld. Voor de gebieden, die op de grote rivieren en de deltabekkens zijn aangewezen, zijn de grootste ogenblikkelijke behoeften en de dan optredende lage rivierafvoeren van belang [bijlage 2]; voor de gebieden, die uit het IJsselmeer worden voorzien, geeft de balans voor het gehele zomerhalfjaar voldoende inzicht in de toestand [bijlage 3].

## 2 Waterbehoeften

2.1

### BEVOLKINGSVERBRUIK

In deze paragraaf en in paragraaf 2.2, over het industriële verbruik, zijn de cijfers en verdere gegevens verwerkt zoals die voorkomen in bijlage 5 en in het rapport van de Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening: 'De toekomstige drinkwatervoorziening van Nederland'.

Het bevolkingsverbruik, waaronder wordt verstaan het huishoudelijke en openbare verbruik, het gebruik in scholen, hotels, ziekenhuizen en dergelijke, benevens dat deel van het zakelijke gebruik, waarbij minder dan 1000 m<sup>3</sup> per jaar per aansluiting wordt afgenomen, is sterk afhankelijk van de toekomstige bevolkingsgroei en het gebruik per hoofd van de bevolking. Op grond van gegevens over de bevolkingsgroei in de jaren 1900 tot 1960 zijn verschillende ramingen van de bevolkingsomvang in het jaar 2000 opgesteld, variërend van 17 tot 20 miljoen. De laatste jaren is gebleken, dat door verschillende oorzaken de bevolkingstoename minder snel verloopt dan tot voor kort werd verwacht. De prognose van 1967 van het Centraal Bureau voor de Statistiek voorspelt in het jaar 2000 een bevolking van 17,9 miljoen. In voornoemd rapport is een bevolking van 19 miljoen aangehouden.

Vervolgens moet het toekomstige gebruik per hoofd van de bevolking worden geschat. Ook hier is het geven van een exact cijfer niet mogelijk, omdat dit afhangt van een groot aantal factoren, waarvan de ontwikkeling moeilijk is te voorspellen. Enkele belangrijke factoren, die het gebruik per hoofd doen toenemen, zijn de welvaartsstijging, meer aandacht voor de hygiëne en daarmee de uitbreiding van

sanitaire voorzieningen, de voortschrijding van de verstedelijking en de toeneming van het klein zakelijke gebruik. De mate van verstedelijking is mede de oorzaak van verschillen in het verbruik per hoofd tussen de landsdelen. Anderzijds zal een vermindering van de welvaartsverschillen een nivellerende uitwerking op de hoofdelijke verbruiken hebben.

Aan de hand van de verdeling van het bevolkingsverbruik in 1962 en rekening houdend met genoemde nivellering is voor 2000 een verbruik van 150 liter per hoofd per dag aangenomen. Het laat zich echter aanzien, dat dit verbruik te laag is geraamd.

Zoals in bijlage 5 nader is uiteengezet, is er geen aanleiding gevonden het eerder geraamde totale jaarverbruik te herzien daar enerzijds het bevolkingsaantal te hoog, doch anderzijds het verbruik per hoofd te laag is aangenomen.

Voor het totale bevolkingsverbruik omstreeks 2000 is gevonden 1050 miljoen m<sup>3</sup>. Van dit totaal blijkt volgens ervaringen bij de waterleidingbedrijven 55% verbruikt te worden in het zomerhalfjaar zodat gerekend moet worden op een bevolkingsverbruik in een zomer omstreeks 2000 van 580 miljoen m<sup>3</sup>.

Bij deze raming en bij die voor het industriële verbruik is geen onderscheid gemaakt tussen gemiddelde en droge zomers, omdat de onnauwkeurigheid in de raming het mogelijke verschil daartussen verre overtreft.

De toeneming van het waterverbruik door de industrie blijkt na de tweede wereldoorlog gelijke tred te hebben gehouden met de toeneming van de totale industriële produktie. Deze laatste wordt in belangrijke mate bepaald door de toenemende arbeidsproduktiviteit, terwijl er in ons geïndustrialiseerde land bovendien een verband blijkt te bestaan met de bevolkingsgroei.

Door de grotere waterschaarste enerzijds en de toenemende bezwaren van afvalwaterlozingen anderzijds zal de industrie er steeds meer toe moeten overgaan om water, dat thans na éénmalig gebruik wordt geloosd, opnieuw te gebruiken na een eventuele reiniging. Hierdoor ontstaat een verandering in de geconstateerde parallel tussen het industriële waterverbruik en de industriële produktie. Bovendien zal rekening moeten worden gehouden met het ontstaan van nieuwe industrieën en verandering van industriële processen, die nieuwe en specifieke eisen stellen aan de watervoorziening, zoals chemische en petrochemische industrieën.

Gelet op genoemde feiten en verwachtingen is voor 2000 een industrieel verbruik van 385 liter per hoofd per dag aangenomen of 2700 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Omdat volgens globale onderzoeken de variaties in het verbruik over het jaar verwaarloosbaar zijn, moet in een zomer omstreeks 2000 gerekend worden op een industrieel verbruik van 1350 miljoen m<sup>3</sup>.

In verband met de mogelijkheid van onverwachte ontwikkelingen op industrieel terrein en in verband met de stijging van het verbruik ook na 2000 is veiligheidshalve nog gerekend op een extra verbruik van 1395 miljoen m<sup>3</sup> per zomerhalfjaar boven de in de vorige alinea genoemde hoeveelheid.

Peilbeheersing en wateraanvulling dienen om de tekorten, die ontstaan door verdamping van open wateren en van al of niet begroeiende gronden weer aan te vullen om zodoende verzekerd te zijn van een goede ontwikkeling van de gewassen.

Het aangeven van de ontwikkeling in de landbouw is bijzonder moeilijk, omdat tal van onzekere factoren op technisch en economisch gebied hierin een rol spelen. Daardoor is nog onbekend of in de toekomst alle landbouwgronden optimaal van water dienen te worden voorzien of slechts een deel daarvan.

Wordt toch een prognose opgesteld voor de behoefte aan landbouwwater, dan moet allereerst onderscheid worden gemaakt tussen het hoge en het lage deel van het land. In

het lage deel zijn de kosten van het transportstelsel in het algemeen gering, zodat de meerkosten voor extra aanvulling eveneens gering zullen zijn. De wateraanvoer zal hier zodanig kunnen worden geregeld, dat voor de landbouw een zo gunstig mogelijke toestand wordt verkregen.

De watervoorziening van de hogere delen zal echter moeilijker te verwezenlijken zijn en derhalve meer kosten.

Bij de hoge gronden, die geen uitgebreid afvoerstelsel bezitten, is gebleken dat de berekening met water uit de ondergrond het meest geëigend is. De relatief laag gelegen gedeelten van de hogere gronden bezitten als regel wel een waterafvoerstelsel. Bij de verbetering van deze stelsels dienen echter ook de nodige voorzieningen te worden getroffen ter voorkoming van te lage zomergrondwaterstanden met alle gevolgen van dien voor de landbouw, de recreatie enz. In deze gebieden, waar reeds een waterafvoerstelsel aanwezig is, zullen maatregelen moeten worden getroffen om zo nodig tevens water te kunnen aanvoeren of water in het gebied te conserveren.

In het lage deel van Nederland betreft de peilbeheersing en wateraanvulling een netto oppervlakte van ca. 1 390 000 ha. Voor de hoge gronden is dit potentieel ca. 510 000 ha, zijnde ongeveer 60% van de voor agrarische doeleinden in gebruik zijnde oppervlakte.

Voor het ramen van de hoeveelheden benodigd water voor peilbeheersing en wateraanvulling is gebruik gemaakt van gegevens over neerslag, verdamping van open wateren en gewassen, eventuele kwel- en wegzijgingsverliezen en mogelijke benutting van de bodemvochtvoorraad, waarna het neerslagtekort is omgerekend tot het vochttekort. Deze raming leidt tot een totale waterbehoefte in Nederland voor peilbeheersing en wateraanvulling van 3260 miljoen m<sup>3</sup> in een 95% droog zomerhalfjaar omstreeks 2000. Hiervan is 1750 miljoen m<sup>3</sup> in het noorden benodigd en 1510 miljoen m<sup>3</sup> in het zuiden. De grens tussen het noordelijke en het zuidelijke voorzieningsgebied is o.a. aangegeven op de figuren 1 en 2.

Ter bestrijding van de verzilting en de overige waterverontreiniging op polder- en boezemwateren dient een goede doorstroming van deze wateren verkregen te worden. Dit is het doel van de verversing, waaronder wordt verstaan het inlaten in een gebied van meer water dan nodig is voor peilbeheersing en wateraanvulling. Ongeveer te zelfder tijd wordt een hoeveelheid water gelijk aan het meerdere ingelaten water weer uit het gebied geloosd op daarvoor geschikte plaatsen, bij voorkeur op buitenwater, dat geen functie vervult in de watervoorziening.

Om de zoutpenetratie via schutsluizen te verminderen staan de volgende methoden ter beschikking.

a Het voeren van een efficiënt ontziltingsbeheer waarbij onderhoud en bediening er op zijn gericht het zoutbezwaar zoveel mogelijk te beperken.

b Het aanbrengen van luchtbellenschermen in boven- en benedenhoofd. Hierdoor wordt de uitwisseling tussen zout en zoet water vertraagd, zodat minder zout water in de kolk en daarmee in het achtergelegen kanaal kan doordringen.

c Het aanbrengen van terugspoelsystemen, waarbij het binnengedrongen zoute water in een zoutvang achter de sluis wordt opgevangen en naar zee wordt teruggevoerd.

d Het vervangen van de zoute schutkolk-inhoud door zoet water door middel van bemaling. Ook ter bestrijding van de verzilting op de Nieuwe Waterweg zijn grote hoeveelheden zoet water nodig. Om deze hoeveelheden te verminderen, zal de bodem van de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg worden verhoogd en vastgelegd. Als gevolg hiervan zal de zoutgradiënt, die omgekeerd evenredig is met de derde macht van de diepte, toenemen, zodat de zouttong vanuit zee minder ver landinwaarts zal doordringen [zie bijlage 2, hoofdstuk 3].

Op grond van de gegevens vermeld in bijlage 2 en 3 kan worden berekend, dat voor de verziltingsbestrijding in een 95% droog zomerhalfjaar omstreeks 2000 een totale hoeveelheid water nodig zal zijn van 9145 miljoen m<sup>3</sup>.

Volgens bijlage 2 is voorts in een 95% droge zomer nog minstens 1630 miljoen m<sup>3</sup> uit de Rijn beschikbaar voor de doorspoeling van het zuidelijke deltabekken boven de in tabel 2.7 van bijlage 2 genoemde hoeveelheden voor de verziltingsbestrijding bij schutsluizen.

## 3 Waterbronnen

3.1

### DE GROTE RIVIEREN

De belangrijkste waterbronnen van Nederland zijn de grote rivieren Rijn en Maas. De Rijn is daarvan verreweg de voornaamste met een gemiddelde jaarafvoer te Lobith die globaal tienmaal groter is dan die van de Maas te Borgharen. Ca. 65% van al het in Nederland beschikbare zoete water is namelijk afkomstig van deze rivier. Behalve dat de gemiddelde jaarafvoeren van beide rivieren verschillen, is er ook een verschil aanwezig in het karakter van beiden. Het is om deze reden dat ze afzonderlijk zullen worden behandeld.

3.1.1

#### *De Rijn*

De Rijn is zowel gletscherrivier als regenrivier. De afvoer wordt in belangrijke mate bepaald door de in het stroomgebied aanwezige voorraad sneeuw, alsmede door de hierin optredende regenoverschotten of -tekorten. Een regulerende werking wordt ondervonden van de in het stroomgebied voorkomende meren en reservoirs. Het karakter van de Rijn is vrij gelijkmatig. In de winter zijn de afvoeren niet zo groot omdat de vaste neerslag, sneeuw en hagel, dan niet tot afstroming komt. In de zomer, in de periode waarin benedenstrooms neerslagtekorten optreden, wordt de afvoer gehandhaafd door neerslag in de bovenloop en het smelten van sneeuw.

Het hydrologische regime van een rivier kan onder meer worden gekarakteriseerd door de verhouding tussen de

grootste en de kleinste gemeten afvoer in een voldoende lange reeks van jaren. Voor de Rijn is deze verhouding over de periode 1901 tot en met 1967 gelijk aan 21, terwijl de dagafvoeren in deze periode varieerden tussen 620 en 13 000 m<sup>3</sup>/sec.

Uit figuur 1.1, waarin de jaarlijkse gang in de maandgemiddelden van de afvoer te Lobith, bepaald uit de jaren 1901 tot en met 1967, is uitgezet, blijkt dat de normale afvoer [langjarig gemiddelde] ca. 2200 m<sup>3</sup>/sec bedraagt. Het maandgemiddelde varieert tussen 1250 m<sup>3</sup>/sec en 3250 m<sup>3</sup>/sec.

Van meer belang voor de waterbalans is echter de afvoer in een droge zomer, b.v. een zomerhalfjaar met een droogtegraad  $D = 95\%$ . De hoogste maandafvoer te Lobith in het zomerhalfjaar, lopende van 1 april tot 1 oktober, bedraagt dan 1764 m<sup>3</sup>/sec, de laagste 876 m<sup>3</sup>/sec. Gemiddeld wordt in een dergelijke zomer 1354 m<sup>3</sup>/sec afgevoerd, zodat de totale afvoer dan 21 055 miljoen m<sup>3</sup> bedraagt. In een junimaand met  $D = 95\%$  blijkt gemiddeld 1361 m<sup>3</sup>/sec te worden afgevoerd.

Bij het aanbod van water speelt niet alleen de kwantiteit maar ook de kwaliteit een belangrijke rol. Het Rijnwater, dat ons land binnenkomt, is sterk verontreinigd door allerlei organische en anorganische stoffen, die o.a. afkomstig zijn van de kalimijnen in de Elzas en de industrieën in het Ruhrgebied. Onder de anorganische verontreinigingen neemt het chloride-iongehalte de voornaamste plaats in. In bijlage IA wordt nader ingegaan op de verontreiniging van het Rijnwater, die door het chloride-ion inbegrepen.

De Maas is in tegenstelling tot de Rijn een echte regenrivier. De afvoer wordt uitsluitend bepaald door de neerslag en de verdamping in haar stroomgebied. Omdat de bodem in het stroomgebied van de Maas in België weinig doorlatend is, zullen indien in de bovenloop grote regenval optreedt plotseling grote afvoeren kunnen ontstaan.

De verhouding tussen de grootste en de kleinste voorgekomen afvoer is veel groter dan bij de Rijn waar deze verhouding 21 bedraagt. In de periode 1911 tot en met 1967 bedroeg nl. de grootste dagafvoer 3000 m<sup>3</sup>/sec en de kleinste dagafvoer slechts enkele m<sup>3</sup>/sec.

Evenals voor de Rijn is in figuur 1.1 de jaarlijkse gang in de maandgemiddelden van de afvoer te Borgharen uitgezet. Uit deze lijn blijkt dat de normale afvoer ca. 260 m<sup>3</sup>/sec bedraagt, terwijl de maandgemiddelden variëren tussen 45 en 660 m<sup>3</sup>/sec. Voor een zomerhalfjaar met een droogtegraad van 95% bedraagt de hoogste maandafvoer 130 m<sup>3</sup>/sec en de laagste 10 m<sup>3</sup>/sec. In een dergelijke zomer bedraagt de totale afvoer 745 miljoen m<sup>3</sup>, overeenkomende met 48 m<sup>3</sup>/sec. In een junimaand met dezelfde droogtegraad wordt gemiddeld 30 m<sup>3</sup>/sec afgevoerd. Met nadruk moet worden vermeld, dat de voorgaande getallen ontleend zijn aan de afvoerwaarnemingen in de periode 1911-1967. De invloed van rivierwaterafleidingen in België, die vooral de laatste jaren zijn toegenomen, komt hierin slechts ten dele tot uiting. In de waterbalans zullen te zijner tijd gecorrigeerde afvoercijfers moeten worden ingevoerd, waarin enerzijds de toekomstige rivierwateronttrekkingen en anderzijds de invloed van compenserende maatregelen zijn verwerkt.

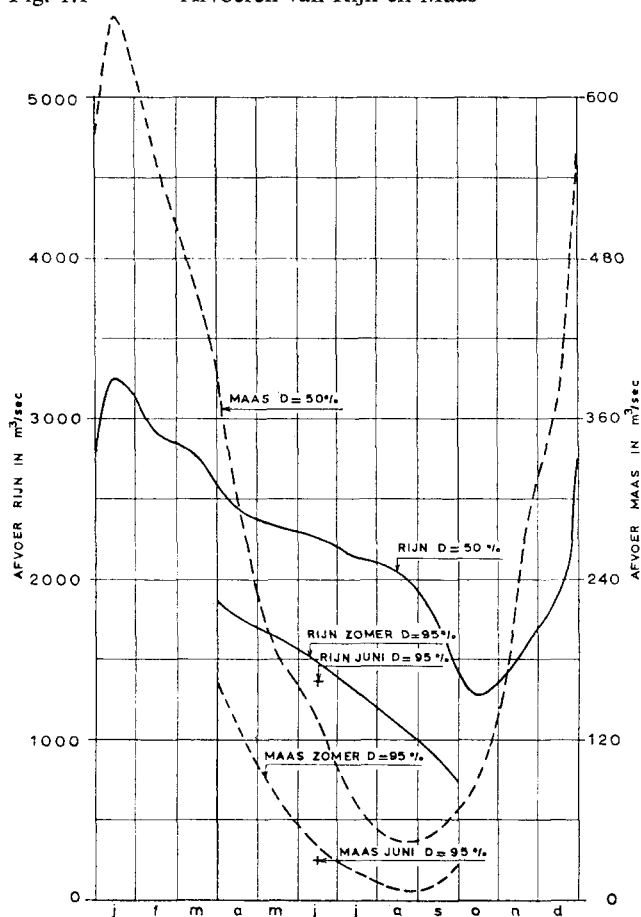
Om de scheepvaart op de Maas mogelijk te maken is een groot gedeelte van de rivier gekanaliseerd. Wat betreft de voorziening in de waterbehoeften van bevolking, industrie en landbouw biedt dit hoogstens uit kwalitatief oogpunt enige voordelen. Het over de stuwen stortende water wordt namelijk intensief belucht. Bovendien wordt de verblijfstijd in bepaalde riviervakken verlengd. In perioden, waarin de afvoer van de Maas zeer gering is wordt al het water volledig gebruikt voor het op peil houden van de stuwpannen.

De problemen verbonden aan een periode van lage afvoer zullen groter worden naarmate buiten Nederland meer water aan deze rivier onttrokken wordt om in daar bestaande waterbehoeften te voorzien. Dit te meer wanneer het onttrokken water na gebruik buiten het stroomgebied wordt geloosd. Onderhandelingen met België zijn gaande om bij de Nederlands-Belgische grens verzekerd te kunnen zijn van een redelijke minimum afvoer.

Wat betreft de kwaliteit van het Maaswater kan het volgende worden opgemerkt. Uit onderzoekingen is gebleken, dat bij relatief hoge afvoeren de kwaliteit van het Maaswater beter

is dan die van het Rijnwater. Intussen is het Maaswater in droge perioden eveneens weinig geschikt voor de bereiding van drinkwater. Hoewel de afvoer van de Maas stroomafwaarts van Borgharen geleidelijk toeneemt door de waterafvoer van beken en door ondergrondse afvloeiing naar de rivier, zijn er in dergelijke droge perioden weinig perspectieven voor directe onttrekking benedenstrooms omdat het Maaswater daar sterk verontreinigd wordt. Anderzijds heeft het verblijf in de stuwvakken een gunstige invloed, zodat de onttrekkingsmogelijkheden te Borgharen als karakteristiek voor de gehele Maas kunnen worden beschouwd. Mede met het oog op de toeneming van bevolking en industrie in het stroomgebied zal de kwaliteit van het Maaswater in toenemende mate grote aandacht moeten hebben, ook in internationaal verband.

Fig. 1.1 Afvoeren van Rijn en Maas



D = 95%: droogtegraad met 95% kans van overschrijding.

Deze komen voor op de hoge gronden in oost-, midden- en zuid-Nederland. Evenals de Maas zijn het regenrivieren met hoge afvoeren als gevolg van buien met een grote intensiteit. Over het algemeen zijn de hoogwatergolven van korte duur. Om de afvoer van deze rivieren meer gelijkmatig te verdelen zal in toenemende mate gebruik moeten worden gemaakt van bergingsreservoirs [zie bijlage 4].

De kleine rivieren hebben een regionale betekenis voor de waterhuishouding.

De kleine rivieren, die buiten het Nederlandse grondgebied ontspringen, voeren in een jaar met een droogtegraad van 50% een geraamde hoeveelheid van 81 m<sup>3</sup>/sec het land binnen. In een zomerhalfjaar met een droogtegraad van 95% is deze hoeveelheid nog 30 m<sup>3</sup>/sec, terwijl in een junimaand met eenzelfde droogtegraad de hoeveelheid 28 m<sup>3</sup>/sec bedraagt.

De op Nederlands gebied ontspringende kleine rivieren voeren in een jaar met een droogtegraad van 50% uiteindelijk 28 m<sup>3</sup>/sec af naar het IJsselmeer en het noordelijke deltabekken. In een 95% droog zomerhalfjaar is dit 15 m<sup>3</sup>/sec en in een junimaand eveneens met  $D = 95\%$  nog 13 m<sup>3</sup>/sec.

Grondwater komt in geheel Nederland voor en wordt over het algemeen reeds op vrij geringe diepte in de bodem aangetroffen. Onttrekking van water aan de bodem is in principe slechts daar mogelijk waar de grondlagen doorlatend zijn. In de ondergrond kan het water over uitgebreide gebieden kwalitatief vrij grote verschillen te zien geven, waarbij vooral het onderscheid tussen zoet en zout grondwater een overheersende rol speelt.

Voor de meeste doeleinden is alleen de winning van zoet grondwater aantrekkelijk. Dit zoete grondwater komt voornamelijk voor in het zuidelijke en oostelijke deel van ons land. Het grondwater, dat hier voor winning in aanmerking komt, bevindt zich in doorlatende zandlagen van uiteenlopende dikte tot een maximum van bijna 300 m.

In het westen en noorden van ons land heeft het grondwater in de doorlatende zandlagen over het algemeen een zodanig hoog zoutgehalte, dat het voor de meeste doeleinden onbruikbaar is. Een uitzondering vormen echter de duinen, waar in de ondergrond een zoetwaterlens aanwezig is, drijvende in en op zeer brak water.

Hoewel in grote delen van het land zoet grondwater voorkomt, is in principe slechts daar duurzame winning ervan mogelijk waar voortdurende aanvulling van het grondwater plaatsvindt. De aanvulling geschiedt in hoofdzaak door

infiltratie en percolatie van de neerslag in de ondergrond.

Van de totale neerslag komt echter slechts een gering gedeelte aan het grondwater ten goede. Een aanzienlijk deel van de neerslag verdampt, terwijl een ander deel rechtstreeks afvloeit langs de oppervlakte of via de ontwateringsstelsels en uiteindelijk de zee bereikt. Het gedeelte dat ten slotte aan het grondwater ten goede komt, wordt nuttige neerslag genoemd.

Niet alle nuttige neerslag zal teruggewonnen kunnen worden. Soms stuit dit op technische bezwaren. In veel belangrijker mate echter is de beperking gelegen in het feit, dat men bij volledige terugwinning in strijd kan komen met belangen, die nauw verbonden zijn aan de stand van het grondwater. Dit doet zich voor daar waar de stand van het grondwater bepalend is voor het natuurlijke milieu, voor de afvoeren van beken, voor het instandhouden van houten paalfunderingen en voor het voorkomen van ontoelaatbare zettingen en het inklinken van de bodem. Om de mogelijk te winnen grondwaterhoeveelheid te kunnen vaststellen moeten daarom de belangen van de watervoorziening worden afgewogen tegen die van de landbouw, van de natuurbescherming en van de recreatie.

De hoeveelheid grondwater die onttrokken kan worden, wordt, zoals gezegd, primair bepaald door de nuttige neerslag. Deze bedraagt voor de doorlatende zandgronden in het oosten en zuiden gemiddeld 300 mm. Bij een gezamenlijk oppervlak van deze gebieden, groot ca. 15 500 km<sup>2</sup>, bedraagt de totale jaarlijkse nuttige neerslag gemiddeld 4500 miljoen m<sup>3</sup>.

In een belangrijk deel van de genoemde oppervlakte is de landbouw direct afhankelijk van de grondwaterstand, hetgeen betekent dat onttrekkingen hier nadelige gevolgen zullen hebben. Hieruit volgt dat niet de totale hoeveelheid van 4500 miljoen m<sup>3</sup> gewonnen kan worden. Een globale schatting wijst uit dat slechts 2/3 van de nuttige neerslag zonder schade voor de landbouw kan worden onttrokken, zodat dan nog een te benutten hoeveelheid van 3000 miljoen m<sup>3</sup> resteert. Te sterke onttrekking van grondwater vermindert echter de afvoer van beken en waterlopen hetgeen uit het oogpunt van recreatie en natuurbescherming niet altijd toelaatbaar is. Tevens kan bij geringere afvoeren de kwaliteit van het rivierwater afnemen. Eén en ander leidt tot een verdere beperking van de winbare grondwatervoorraad. Voor de voeding van de waterlopen dient 1000 miljoen m<sup>3</sup> beschikbaar te blijven. De overblijvende 2000 miljoen m<sup>3</sup> is dus theoretisch winbaar. Het zal in de praktijk om technisch-economische redenen niet wel mogelijk blijken een zodanig verfijnd net van winningsmiddelen op te bouwen, dat inderdaad deze hoeveelheid jaarlijks kan worden gewonnen. Het is daarom beter de totale jaarlijks winbare hoeveelheid voorlopig niet hoger te stellen dan 1500 miljoen m<sup>3</sup>.



## 4 Maatregelen ter verbetering van de waterverdeling

---

### 4.1 DE RESERVOIRS

Zoals reeds eerder is gesteld, kan, vooral in droge zomers, het aanbod van water om kwalitatieve of om kwantitatieve redenen te gering zijn om de behoeften te dekken. Omdat echter in natte perioden meer oppervlaktewater van goede kwaliteit ter beschikking staat dan nodig is, doet zich de mogelijkheid voor dit meerdere water op te slaan ten behoeve van het gebruik in perioden met een watertekort. De opslag van water kan geschieden in oppervlaktewaterreservoirs, respectievelijk grondwaterreservoirs. Beide typen reservoirs zullen afzonderlijk worden besproken.

---

#### 4.1.1 *De oppervlaktewaterreservoirs*

##### a *kleine meren en plassen*

De meest voor de hand liggende mogelijkheid om water van goede kwaliteit op te slaan, is gebruik te maken van bestaande meren en plassen. De Nederlandse omstandigheden staan over het algemeen echter niet die peilverschillen toe, die nodig zijn voor een enigszins omvangrijke voorraadvorming, omdat de inrichting van de waterhuishouding in de meeste gevallen is afgestemd op geringe waterstandsverschillen.

Bovendien maken meren en plassen vaak deel uit van een

scheepvaartweg, waardoor het veelal ontoelaatbaar is tot peilverlaging over te gaan. Dit kan ook het geval zijn in verband met andere belangen.

Behalve het bezwaar van een gering bergend vermogen zal ook de kwaliteit van het water een beletsel kunnen vormen.

Uit het voorafgaande volgt, dat de voorraadvorming op kleine meren en plassen niet meer dan een plaatselijke oplossing kan zijn, dienende om in kleine tekorten te voorzien.

---

##### b *kunstmatige spaarbekkens*

De nadelen verbonden aan de opslag van water op kleine meren en plassen kunnen worden vermeden door het gebruik van kunstmatige spaarbekkens. De peilverschillen kunnen veel groter zijn en zelfs 10 à 15 m bedragen, d.w.z. een veelvoud van de mogelijke peilverschillen op o.a. het IJsselmeer. Scheepvaartbelangen spelen geen rol, terwijl de lozing van afvalwater kan worden geweerd. Naast de mogelijkheid om water van een zo goed mogelijke kwaliteit in te laten, leidt de verblijfstijd in het bekken nog tot een aanzienlijke kwaliteitsverbetering.

Een nadeel is o.a., dat in ons vrijwel niet geaccidenteerde land zulke reservoirs toch nog grote oppervlakten moeten beslaan.

Bij de keuze van de plaats, waar de spaarbekkens moeten worden aangelegd, komen o.a. planologische en landschappelijke overwegingen aan de orde. Men dient er naar te



streven de spaarbekken in het algemeen dicht bij het onttrekkingspunt aan de rivier aan te leggen en tevens op niet al te grote afstand van de verbruikscentra.

Een recent voorbeeld zijn de aan te leggen spaarbekken in de Biesbosch, die een nuttige inhoud van 150 miljoen m<sup>3</sup> zullen krijgen.

Het leveringsvermogen van spaarbekken is op te voeren zonder de nuttige inhoud te vergroten. Zo kan het goede water in de spaarbekken worden gemengd met water van minder goede kwaliteit direct uit de rivier, zodanig dat toch een aanvaardbaar eindproduct wordt verkregen.

Het leveringsvermogen van de Biesboschbekken zou op deze wijze kunnen worden opgevoerd tot maximaal 500 miljoen m<sup>3</sup> per jaar, zij het ten koste van enig kwaliteitsverlies.

De vergroting van de waterleverantie gaat ten koste van de gelijktijdig ter beschikking staande hoeveelheid water, i.c. de aanvoer van de rivieren. Op de waterbalans dient derhalve deze vergroting in mindering te worden gebracht op een eventuele restafvoer voor zij mag worden opgevoerd onder 'beschikbaar water'. Daar nog niet precies bekend is om welke hoeveelheden het hier gaat, is in deze bijlage uitsluitend gerekend op spaarbekken, die in de winterperiode met water van goede kwaliteit worden gevuld en waarvan de nuttige inhoud voldoende is voor de dekking van de waterbehoeften in een 95% droog zomerhalfjaar, voor zover daarin niet op andere wijze kan worden voorzien.

c

#### het IJsselmeer

Voor de beschikbare hoeveelheid water op het IJsselmeer is de IJsselaanvoer van groot belang. Door de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek zal het mogelijk worden in een droog zomerhalfjaar meer water via de IJssel op het meer te brengen dan thans het geval is.

Door de voortgaande inpolderingen wordt de oppervlakte van het meer teruggebracht tot ca. 1200 km<sup>2</sup>. Het waterverlies door verdamping zal daarmee aanzienlijk afnemen, hetgeen de vermindering van de reservoircapaciteit compenseert.

Na voltooiing van het Zuiderzeeplan en de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek komt in een 95% droog zomerhalfjaar bruto ca. 3500 miljoen m<sup>3</sup> water beschikbaar voor de watervoorziening. Daar echter de aanvoer naar het meer anders zal zijn verdeeld dan de behoefte aan onttrekking, komt afhankelijk van de peilregeling b.v. slechts 3000 miljoen m<sup>3</sup> water werkelijk ter beschikking. Door grotere peilvariatie zal het wellicht mogelijk zijn de gehele hoeveelheid van 3500 miljoen m<sup>3</sup> te benutten.

Om het hoofd te kunnen bieden aan een eventuele langdurige, ernstige verontreiniging van het IJsselmeer, is het

gewenst een deel hiervan als onafhankelijk spaarbekken in te richten. Hoewel ten aanzien hiervan nog nader onderzoek vereist is, is op de balans al rekening gehouden met een spaarbekken waaruit 500 miljoen m<sup>3</sup> water zal kunnen worden onttrokken. Bij een oppervlakte van het bekken van 200 km<sup>2</sup> zal op het overblijvende IJsselmeer in de voorzomer nog voorraadvorming kunnen plaatsvinden over een oppervlakte van 1000 km<sup>2</sup>.

Op een en ander wordt nader ingegaan in bijlage 3.

d

#### het zuidelijke deltabekken

Nadere onderzoekingen hebben uitgewezen, dat de reservoirfunctie van het zuidelijke deltabekken slechts van beperkte aard kan zijn; de nog mogelijke reservoirfunctie vervult hoofdzakelijk een rol als veiligheidsfactor [bijlage 2]. In de behoefte aan water uit het zuidelijke bekken zal derhalve grotendeels moeten worden voorzien door rechtstreekse aanvoer uit de Rijn en de Maas via het noordelijke bekken.

In kwalitatief opzicht zal de levering van water uit het zuidelijke deltabekken voor bevolking en industrie slechts beperkt kunnen zijn. Levering van drinkwater is alleen mogelijk met tussenschakeling van spaarbekken. Voor de aanleg hiervan komen alleen die plaatsen in aanmerking, die dicht bij de plaats van waterinlaat op het zuidelijke bekken zijn gelegen omdat hier de waterkwaliteit nog aanvaardbaar is. In het oostelijke deel van het Grevelingenbekken is plaats gereserveerd voor een dergelijk spaarbekken. Hieruit lijkt in de toekomst een onttrekking mogelijk van 100 à 150 miljoen m<sup>3</sup> drinkwater per jaar.

Het bovenstaande is nader uiteengezet in bijlage 2.

4.1.2

#### De grondwaterreservoirs

a

#### de duinen

In hoofdstuk 3, paragraaf 3, werd reeds vermeld, dat het grondwater zich in het bijzonder leent voor de bereiding van drinkwater. In het westen van Nederland wordt het drinkwater onttrokken aan de zoetwaterlens onder de duinen. De diepte, waarover deze lens zich uitstrekt, is onder meer afhankelijk van de breedte van de duinen. Onder de 7 km brede duinen bij Vogelenzang blijkt het diepste punt van het zoete water op ca. N.A.P. -120 m te liggen, terwijl onder de zeer smalle duinen te Vlissingen slechts een diepte van N.A.P. -15 m wordt bereikt.

Het zoete water in en onder de duinen wordt gevoed uit de neerslag. In de loop der eeuwen is er, voordat men met de winning van duinwater begon, een hydrologisch evenwicht ontstaan tussen deze voeding en de afstroming naar de zee en het polderland. Hierdoor onderging de grens tussen het zoute en het zoete water, evenals het freatisch vlak van het bovenwater, vrijwel geen verandering meer. Door nu zoet water te gaan winnen, verstoort men dit evenwicht en stijgt de grens tussen het zoute en het zoete water, terwijl tevens het freatisch vlak van het bovenwater wordt verlaagd. Indien een te grote winning plaats vindt, wordt geen nieuw evenwicht meer bereikt en kan verzouting van de bronnen optreden. De waterwinning moet dus binnen bepaalde grenzen blijven, tenzij de zoetwatervoorraad onder de duinen van buitenaf wordt aangevuld. Behalve voor de veiligstelling van de drinkwatervoorziening is deze aanvulling ook van belang voor het beperkt houden van de zoute kwel naar het achterliggende polderland. Een kleinere, d.w.z. minder diepe lens laat namelijk een groter deel van de watervoerende zandlagen vrij voor de zoute kwelstroom van zee naar de diepe polders achter de duinen.

Globaal kan worden gesteld, dat bij winning van 50% van de nuttige neerslag op de zeer lange duur de hoogte van de zoetwaterlens tot ongeveer de helft zal slinken. Destijds werd een blijvende hoogtevermindering van ongeveer 30% nog toelaatbaar geacht, hetgeen neerkomt op een te winnen hoeveelheid van maximaal 20 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Deze hoeveelheid werd echter reeds in 1934 overschreden met een onttrokken hoeveelheid van 54 miljoen m<sup>3</sup>. Deze kwantiteit was in 1955 gestegen tot 87 miljoen m<sup>3</sup>. Op de duinwatervoorraad werd dus in ernstige mate roofbouw gepleegd. Om hieraan een halt toe te roepen werd in 1954 begonnen met kunstmatige infiltratie, waardoor de watervoorraad in meerdere of mindere mate kan worden aangevuld, zodat aanmerkelijk meer dan de toelaatbare hoeveelheid oorspronkelijk duinwater per jaar kan worden onttrokken. De duinwaterleidingmaatschappijen maken daarbij in hoofdzaak gebruik van rivierwater, dat afkomstig is van de Lek. Vanaf 1954 is de hoeveelheid geïnfiltreerd oppervlaktewater van 2,5 tot 80 miljoen m<sup>3</sup> per jaar toegenomen.

De kwaliteit van het water in de duinen, waar rivierwater wordt geïnfiltreerd, is afhankelijk van de kwaliteit van het geïnfiltreerde water, van de mate van menging van rivier- en natuurlijk duinwater en van de verblijfstijd van het rivierwater in de bodem. Als minimale verblijfstijd moet bij voorkeur twee maanden worden aangehouden. Bij deze verblijfstijd is het theoretisch mogelijk 30 miljoen m<sup>3</sup> water per maand te infiltreren en te winnen. Hierbij is aangenomen, dat 2000 ha duinoppervlak voor infiltratie in aanmerking kan komen.

Daar het geïnfiltreerde water op de waterbalans reeds voorkomt als beschikbaar rivierwater, mag het niet

nog eens worden opgenomen onder beschikbaar water.

#### b **de Veluwe**

Ook de Veluwe is waarschijnlijk geschikt voor de opslag van water. Dit gebied heeft een oppervlakte van 225 000 ha waarbinnen zich een hoog gedeelte bevindt van ongeveer 125 000 ha. Het bestaat tot op grote diepte uit een overwegend homogeen zandpakket. Verder is er weinig kans op verzilting in verband met afwezigheid van zout water in de voor infiltratie bruikbare watervoerende laag. Uit nadere studies zal moeten blijken in hoeverre en op welke wijze het mogelijk is tot infiltratie en winning over te gaan.

#### 4.2 **KOPPELING VAN DE WATERVOORZIENINGEN VAN NOORDELIJK EN ZUIDELIJK NEDERLAND**

In bijlage 2 en 3 zijn de mogelijkheden voor de toekomstige watervoorziening van het noordelijke en zuidelijke deel van Nederland behandeld, waarbij een lijn ongeveer lopend langs het Noordzeekanaal, de Utrechtse heuvelrug en de Nederrijn naar Arnhem de scheiding tussen de beide gebieden vormt.

Het zuiden is voornamelijk aangewezen op de directe aanvoer via de Nederrijn, de Waal en de Maas, terwijl het noorden op de IJssel en het IJsselmeer is ingesteld, waarbij de mogelijkheid aanwezig is dit meer als voorraadbassin te gebruiken. Een directe verbinding tussen het zuidelijke en het noordelijke systeem is niet aanwezig en ook niet zonder meer aan te brengen, omdat Noordzeekanaal en IJmeerboezem een barrière tussen de beide gebieden vormen; het zoutgehalte van deze wateren is immers te hoog.

Het is, ook na de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek, slechts in beperkte mate mogelijk de verdeling van het water van de Rijn – de belangrijkste waterleverancier – over het noorden en het zuiden te beïnvloeden. **Eenzijds mag de IJssel niet meer afvoeren dan 350 m<sup>3</sup>/sec, d.w.z. dat niet boven een maximum stuwprogramma [s 350] mag worden uitgegaan, omdat anders de zandhuishouding ontregeld wordt, uiterwaarden onderlopen e.d. Anderzijds dient ten behoeve van de scheepvaart via de IJssel tenminste 250 m<sup>3</sup>/sec te worden afgevoerd, zodat een minimum stuwprogramma [s 250] moet worden nagestreefd.** In een normaal jaar wordt ter bepaling van de gedachten wel een afvoer van de IJssel aangehouden van gemiddeld 300 m<sup>3</sup>/sec. In een 95% droog zomerhalfjaar zal echter een afvoer van 250 m<sup>3</sup>/sec zelfs bij opstuwing niet altijd kunnen worden bereikt. De IJsselafvoer bedraagt in een dergelijke periode gedurende de maanden augustus en september gemiddeld slechts 220 respectievelijk 165 m<sup>3</sup>/sec.

Intussen biedt, volgens de huidige ramingen van de waterbehoefte omstreeks 2000, de na voltooiing van de Rijnkanalisatie, de Zuiderzeewerken en de Deltawerken aanwezige infrastructuur in principe de mogelijkheid om onafhankelijk van elkaar het zuiden en het noorden van voldoende water te voorzien.

Het is echter niet ondenkbaar, dat de raming van de behoefte in één van de gebieden of in beide te laag zal blijken, bijvoorbeeld wanneer ook de periode na 2000 in beschouwing wordt genomen. De vraag rijst of in dit geval mogelijkheden aanwezig zijn om in de tekorten te voorzien en zo ja, welke consequenties hieruit kunnen voortvloeien voor de momenteel gedachte infrastructuur.

In het navolgende zal worden getracht deze vraag te beantwoorden. Daarbij zal in het midden worden gelaten of de eventuele voorzieningen economisch verantwoord zullen zijn, daar dit uitsluitend in de toekomst – wanneer de tekorten optreden – kan worden beoordeeld, gezien ook de dan wellicht voorhanden zijnde alternatieven, zoals een voorziening uit ontzilt zeewater.

In de volgende beschouwingen wordt uitgegaan van het ongunstigste geval, namelijk dat in beide gebieden tekorten zullen optreden. Dit betekent, dat in het zuiden de behoefte gedurende kortere of langere tijd groter is dan de gelijktijdig beschikbare aanvoer van de Nederrijn, de Waal en de Maas en dat in het noorden de totale behoefte over de zomer groter is dan de totale aanvoer.

Door voorraadvorming in de voorafgaande winter kunnen de tekorten in principe worden opgevangen. In ons land is het echter van belang om de voorraadvorming in de winter zoveel mogelijk te beperken, althans wanneer dit de grote hoeveelheden betreft, die voor suppletie van het voor de landbouw benodigde water, alsmede voor de verversing nodig kunnen zijn. Met het oog hierop is het een gelukkige omstandigheid, dat zelfs in droge zomers de afvoer van de Rijn in het voorjaar veelal nog vrij groot is, terwijl dan de waterbehoefte nog betrekkelijk gering is. Indien het mogelijk zou zijn om in dergelijke perioden het overschot aan water van de Rijn op te slaan of te gebruiken, dan zou een groter deel van de jaarlijkse aanvoer in de zomer kunnen worden benut, waardoor de voorraadvorming in de winter zou kunnen worden beperkt. Maar ook in dat geval zal de voorraadvorming van grote omvang moeten zijn waarvoor veel ruimte nodig is, die voornamelijk in het IJsselmeer en eventueel in een verdere toekomst in het Waddengebied moet worden gevonden, daar het Zeeuwse Meer slechts beperkte mogelijkheden biedt. Het ongebruikt afstromen van het water van de Rijn kan reeds in de thans gedachte infrastructuur worden gelimiteerd door in dergelijke voorjaarsperioden met behulp van de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek zoveel mogelijk water naar het IJsselmeergebied te transporteren langs de IJssel. De mogelijkheden hiervoor zijn echter niet onbegrensd, omdat men aan een maximum

stuwprogramma [s 350] is gebonden en omdat men te rekenen heeft met de omstandigheid, dat met de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek slechts de verdeling van 1/3 van de afvoer van de Rijn kan worden beïnvloed.

De volgende mogelijkheid om overtollig water van de Rijn naar het noorden te transporteren biedt het Amsterdam-Rijnkanaal, dat daartoe in verbinding zou moeten worden gebracht met het noordelijke voorzieningsgebied. Het westelijke randmeer van de Markerwaard, dat met het oog op de watervoorziening van Schermerboezem uit het IJsselmeer toch al als transportweg voor zoet water moet worden ingericht, lijkt momenteel de meest aangewezen verbindingsschakel tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en het IJsselmeer, te meer daar het westelijke randmeer nog in het ontwerpstadium verkeert en dus met geringe moeite aan de gewenste situatie kan worden aangepast. In deze oplossing zal het zoete water het brakke water van de IJmeerboezem moeten kruisen door middel van een sifon [fig. 1.2].

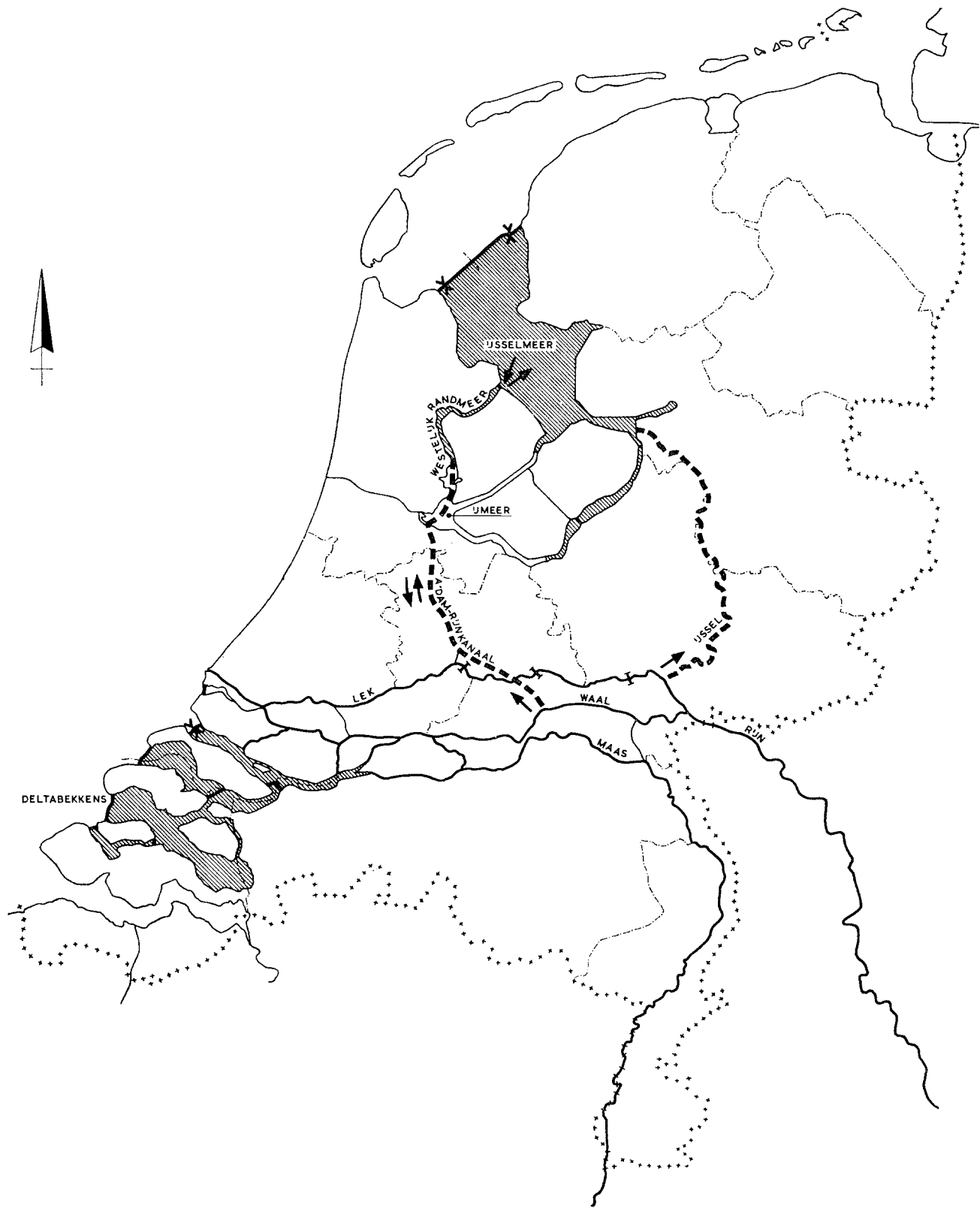
De mogelijk in een zeer verre toekomst optredende tekorten in het zuiden, later in de zomer, zouden kunnen worden verminderd door op dat moment de afvoerdeling over de Nederrijn en de IJssel ten gunste van de eerste te wijzigen, maar de voordelen van de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek voor de scheepvaart gaan dan verloren, tenzij ook de IJssel wordt gekanaliseerd. Bovendien is de te behalen winst voor het zuiden in de tweede helft van de zomer niet meer dan ongeveer 100 m<sup>3</sup>/sec, zijnde het verschil tussen de afvoer van een niet gekanaliseerde IJssel in een droge periode en de minimum afvoer van 50 m<sup>3</sup>/sec op de gekanaliseerde rivier, zodat het effect van een dergelijke ingreep beperkt is.

De bovenaangeduide transportweg langs het Amsterdam-Rijnkanaal en het westelijke randmeer van de Markerwaard biedt een andere mogelijkheid om door voeding uit het IJsselmeer te voorzien in de eventuele tekorten in het zuiden. In deze oplossing is een volledige opheffing van de tekorten technisch mogelijk, daar de capaciteit van de transportweg in principe kan worden aangepast aan de maximale behoefte.





Een transportweg tussen het IJsselmeer en de benedenrivieren kan nog voor het tussengelegen gebied van nut zijn met het oog op een selectie van het water naar kwaliteit. Gemiddeld is het zoutgehalte van de rivieren namelijk lager dan dat van het IJsselmeer. Terwijl het zoutgehalte van de rivier zich direct aanpast aan wijzigingen in de afvoer, reageert dat van het IJsselmeer door zijn relatief grote inhoud slechts langzaam op dergelijke wijzigingen. In niet al te lange droge perioden kan het zoutgehalte van het meer dan ook lager zijn dan dat op de grote rivieren. Aan het eind van een zeer lange droge periode en ook enige tijd daarna zal het meerwater echter een hoger gehalte vertonen dan het rivierwater. Overigens is de selectie-mogelijkheid in de laatst bedoelde perioden gering daar dan de totale beschikbare hoeveelheid water bepalend is.

Fig. 1.2

Koppeling van beide hoofdsystemen



Verklaring

-  Zoetwaterreservoir
-  Transportrichting
-  Stuw
-  Sluis



De voorgaande beschouwingen leiden tot de conclusie, dat rekening moet worden gehouden met de wenselijkheid van een directe koppeling in de toekomst tussen het IJsselmeer en de benedenrivieren, waarvoor de transportweg, gevormd door het westelijke randmeer van de Markerwaard en het Amsterdam-Rijnkanaal, momenteel het meest aangewezen lijkt. Deze koppeling kan zonder principiële bezwaren in de nu geraamde infrastructuur worden aangebracht.

Ook wanneer de Hollandsche IJssel onverhoopt zou verzilten door oorzaken, die thans nog niet kunnen worden voorzien, zou de bovengenoemde koppeling passen in de dan noodzakelijke infrastructuur voor de watervoorziening van midden-west-Nederland. Wel zal dan nog moeten worden voorzien in een verbinding tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en de boezemwateren van het midden-westen.

## 5 Waterbalans van de landsdelen

Voor de vergelijking van de waterbehoeften voor verschillende doeleinden en de beschikbare waterhoeveelheden is het nodig niet alleen Nederland als geheel [tabel 1.4] te beschouwen doch ook aandacht te schenken aan de geografische verdeling van de waterbehoeften en de plaatsen waar water ter beschikking kan worden gesteld.

Wat de watervoorziening betreft kunnen twee hoofddelen worden onderscheiden. Het ene deel, hieronder het noordelijke deel des lands genoemd, omvat het verzorgingsgebied van de IJssel en het IJsselmeer. Het andere gebied, het zuidelijke deel, omvat het verzorgingsgebied van de grote rivieren en de deltabekkens. Beide delen zijn begrensd gedacht door een lijn ongeveer lopend langs het Noordzeekanaal, de Utrechtse heuvelrug en de Nederrijn naar Arnhem [fig. 1 en 2].

De hierna en ook reeds hiervoor genoemde cijfers vormen in de meeste gevallen de uitkomsten van rekenkundige bewerkingen, waarbij is uitgegaan van ramingen, die van nature een zekere graad van nauwkeurigheid bezitten. De opgegeven uitkomsten kunnen derhalve evenmin als exact juist worden gezien. Niettemin zijn zij ter bepaling van de gedachten zeer wel bruikbaar.

### 5.1 HET NOORDELIJKE DEEL VAN NEDERLAND

In dit deel neemt het IJsselmeer een centrale plaats in. Zoals blijkt uit tabel 1.1a, waarin de verdeling van het oppervlakte-water in Nederland tijdens een 95% droog zomerhalfjaar is weergegeven, wordt een deel van de afvoer van de Rijn gebruikt voor de voeding van het IJsselmeer.

De benodigde hoeveelheden water voor de verschillende doeleinden kunnen worden afgeleid uit de middelste kolom van tabel 1.2a.

#### a verziltingsbestrijding

Volgens het gestelde in bijlage 3 is voor de verziltingsbestrijding op het Noordzeekanaal 90 m<sup>3</sup>/sec nodig. Uit Rijnland, Schermerboezem en de toekomstige zuidelijke IJsselmeerpolders ontvangt het kanaal reeds 35 m<sup>3</sup>/sec. Zoals in het navolgende is vermeld, komt 15 m<sup>3</sup>/sec of 235 miljoen m<sup>3</sup> ter beschikking uit de extra post voor de industrie. Het restant, 40 m<sup>3</sup>/sec overeenkomende met 620 miljoen m<sup>3</sup>, moet aan het IJsselmeer worden onttrokken. Voor de overige verziltingsbestrijding in het noordelijke deel dient voorts blijkens bijlage 3 nog 45 m<sup>3</sup>/sec d.i. 700 miljoen m<sup>3</sup> uit het IJsselmeer beschikbaar te komen.

#### b extra voorziening van de industrie

Met het oog op onverwachte ontwikkelingen in de uitbreiding van de industrie en met het oog op een mogelijke voortgaande stijging van het waterverbruik na het jaar 2000 is gerekend op een extra behoefte van 30 m<sup>3</sup>/sec van de industrie boven hetgeen in het rapport 'De toekomstige drinkwatervoorziening van Nederland' is opgenomen, overeenkomende met 465 miljoen m<sup>3</sup>. Deze hoeveelheid zal geheel aan het IJsselmeer moeten worden ontleend.

Een soortgelijke hoeveelheid [2 × 30 m<sup>3</sup>/sec] is opgenomen in de waterbalans voor het zuidelijke deel van Nederland [paragraaf 5.2].

#### c voorziening van de landbouw

In het lage deel van het beschouwde gebied is gerekend op water nodig zowel voor de peilbeheersing van de open wateren als voor de wateraanvulling ten dienste van de



gewassen over een netto oppervlakte van 830 000 ha; in het hoge deel betreft de post wateraanvulling een netto oppervlakte van ca. 270 000 ha. Op grond van de raming vermeld in paragraaf 2.3, komt men in een 95% droog zomerhalfjaar tot een totaal voor de landbouw in het noordelijke deel van het land van 1750 miljoen m<sup>3</sup>, hetgeen in overeenstemming is met het gestelde in bijlage 3.

d                   voorziening bevolking en industrie  
Zoals in bijlage 5 is vermeld, is in de landsdelen noord en oost per jaar nodig voor de bevolking 325 miljoen m<sup>3</sup> en voor de industrie 1090 miljoen m<sup>3</sup>. Daar volgens het rapport 'De toekomstige drinkwatervoorziening van Nederland' [tabel 27, blz. 77] in de zomer door de bevolking 55% en door de industrie 50% van het jaartotaal wordt verbruikt, is in een zomerhalfjaar voor de voorziening van bevolking en industrie samen een hoeveelheid nodig van 725 miljoen m<sup>3</sup>, welk cijfer in tabel 1.2a is opgenomen.

Bij de huidige peilregeling van het meer en bij een stuwprogramma voor de stuwen in de Nederrijn en de Lek waarbij naar een IJsselafvoer van 250 m<sup>3</sup>/sec wordt gestreefd, blijkt een hoeveelheid van 3770 miljoen m<sup>3</sup> water op het meer te komen uit de Rijn en uit de kleinere grensoverschrijdende en Nederlandse rivieren. Daarnaast komt nog water uit de polders op het meer. Na aftrek van de kwelverliezen en het verdampingoverschot [d.i. verdamping minus neerslag] resteert volgens bijlage 3 ca. 3500 miljoen m<sup>3</sup>. Daar de verdeling van de toevoer naar het meer gedurende de zomerperiode afwijkt van de verdeling van het verbruik en dus vooral in de voorzomer water naar zee zal moeten worden geloosd om een vastgesteld meerpeil niet te overschrijden, zal netto ca. 3000 miljoen m<sup>3</sup> water beschikbaar zijn. Het is dit cijfer, dat is overgenomen in tabel 1.2a, die voor het noordelijke deel van Nederland een vergelijking geeft van de beschikbare en benodigde waterhoeveelheid voor een 95% droog zomerhalfjaar.

Naast het IJsselmeer fungeren ook het grondwater en een eventueel spaarbekken in het meer als waterbronnen. Wat het eerste betreft is op grond van het gestelde in bijlage 5 aangenomen, dat voor het zomerhalfjaar 500 miljoen m<sup>3</sup> aan het grondwater kan worden onttrokken. In deze bijlage is namelijk voor de daar genoemde landsdelen noord en oost een hoeveelheid van 1000 miljoen m<sup>3</sup> voor het gehele jaar genoemd, terwijl het gebied waarop dit cijfer betrekking heeft gelijk kan worden gesteld aan hetgeen hier als het noordelijke deel van Nederland wordt beschouwd.

De nuttige inhoud van een spaarbekken in het IJsselmeer kan volgens bijlage 3 worden gesteld op 500 miljoen m<sup>3</sup>. Voorts mag worden gerekend op het weer ter beschikking komen van een deel van het water, dat gebruikt is door bevolking en industrie. Zo kan een deel van het water waarop gerekend is met het oog op mogelijke bijzondere ontwikkelingen in de industrie [465 miljoen m<sup>3</sup>, tabel 1.2a] bruikbaar worden geacht voor het doorspoelen van het Noordzeekanaal

[235 miljoen m<sup>3</sup>]; het overige deel wordt geacht van dermate slechte kwaliteit te zijn, dat directe lozing op zee is geboden.

Verder is aangenomen dat van het water dat voor de bevolking en de normale industriële ontwikkeling is benodigd [725 miljoen m<sup>3</sup>] na reiniging 450 miljoen m<sup>3</sup> weer kan worden gebruikt voor de watervoorziening in de landbouw. Deze onderstelling is in overeenstemming met hetgeen is aangenomen in het rapport 'De toekomstige drinkwatervoorziening van Nederland' [tabel 23, blz. 69].

Uit tabel 1.2a blijkt, dat in de behoeften kan worden voorzien en dat een overschot van 190 miljoen m<sup>3</sup>, overeenkomende met 12 m<sup>3</sup>/sec, beschikbaar blijft in het spaarbekken.

Uit welke bronnen de verschillende categorieën verbruikers water zullen ontvangen, valt thans nog niet precies aan te geven. Dit hangt samen met de plaatselijke omstandigheden en de kosten.

Zoals tabel 1.2a suggereert, zou de voorziening van bevolking en industrie in de eerste plaats uit het grondwater en het spaarbekken in het IJsselmeer kunnen geschieden, terwijl de watervoorziening van de landbouw kan geschieden met water uit het IJsselmeer, met grondwater en met gereinigd afvalwater van bevolking en industrie.

Teneinde een nader inzicht te verkrijgen in de verdeling van de waterbehoeften en het beschikbare water tijdens het zomerseizoen, is eveneens een waterbalans opgesteld voor de maand juni, waarin de waterbehoeften over het algemeen het grootst zijn. Hierop hebben de tabellen 1.1b en 1.2b betrekking welke op dezelfde wijze zijn opgezet als de tabellen 1.1a en 1.2a.

De cijfers voor de landbouw zijn ontleend aan de raming volgens paragraaf 2.3 terwijl voor het bevolkingsverbruik 10% van het jaartotaal is genomen. Dit percentage wordt als juist aanvaard op grond van ervaringen bij de waterleidingbedrijven. De cijfers voor de wateraanvoer zijn verkregen door bepaling van de aanvoer in een junimaand, welke aanvoer zodanig is dat gemiddeld slechts ongeveer eenmaal per 20 jaar een kleinere aanvoer zal optreden [D = 95%].

Hoewel over de hele zomer gerekend voldoende water beschikbaar is, blijkt uit tabel 1.2b, dat in een droge junimaand de voorraad in het IJsselmeer zal moeten worden aangesproken. Bij een oppervlakte van het toekomstige IJsselmeer van 1200 km<sup>2</sup> verminderd met 200 km<sup>2</sup> voor het spaarbekken en bij de huidige peilregeling is een schijf van 0,20 m met een inhoud van 200 miljoen m<sup>3</sup> beschikbaar. Dit zal in het jaar 2000 niet voldoende zijn, zodat te zijner tijd een grotere peilvariatie moet worden ingevoerd om de tekort komende hoeveelheid van tenminste 200 miljoen m<sup>3</sup> te kunnen aanvullen; een extra schijf water van 0,20 m is dan nog nodig om in juni uit te komen. Aangezien nog een droge julimaand, waarvoor eveneens een tekort zou moeten worden geraamd,

zou kunnen volgen, moet het peil nog verder worden opgevoerd; de mate van de variatie zal te zijner tijd nader kunnen worden gezien. Er zijn voldoende mogelijkheden om de variatie te vergroten, hetgeen het verhogen van het zomerpeil betekent; volgens bijlage 3 kan maximaal tot N.A.P. + 0,7 m worden gegaan, zijnde een extra waterschijf van 0,9 m.

5.2

#### HET ZUIDELIJKE DEEL VAN NEDERLAND

Het zuidelijke deel van Nederland wordt gerekend het gebied te beslaan ten zuiden van de lijn lopend langs het Noordzeekanaal, de Utrechtse heuvelrug en de Nederrijn naar Arnhem; het omvat o.a. het verzorgingsgebied van de grote rivieren en de deltabeekens. Ook voor dit deel van het land zal een vergelijking worden gemaakt tussen de hoeveelheden nodig voor de voorziening in de behoeften van de verschillende categorieën verbruikers en de tijdens een 95% droog zomerhalfjaar werkelijk beschikbare hoeveelheden. Een dergelijke vergelijking van hoeveelheden over een gehele zomer heeft voor het zuidelijke deel van het land een andere betekenis dan voor het noordelijke deel. In het laatstgenoemde deel is een ruime mogelijkheid van wateropslag aanwezig in het IJsselmeer en kan men – binnen de grenzen door de gewenste hoogste en laagste meerpeilen gesteld – een overschot in een zeker tijdvak gebruiken voor de voorziening tijdens een ander tijdvak binnen dezelfde zomerperiode. In het zuidelijke deel van het land is deze opslagmogelijkheid in veel mindere mate aanwezig [bijlage 2, paragraaf 5.3]. Hier moeten de behoeften grotendeels worden gedekt door de dan optredende aanvoer. Indien de aanvoer de ogenblikkelijke behoeften overtreft, kan het overschot – de restafvoer – niet op doeltreffende manier worden opgeslagen. Ook kunnen er perioden met lage afvoeren zijn, waarbij toch wegens een te hoog zoutgehalte water naar zee moet worden afgevoerd. De vergelijking van behoeften en wateraanvoer is dan ook in bijlage 2 [tabel 2.5] uitgevoerd door voor elke maand de minimaal vereiste toevoer te vergelijken met de in dezelfde maand waargenomen laagste maand- en dagafvoeren van de grote rivieren. In deze bijlage worden op grond van de in bijlage 2 genoemde cijfers de totale hoeveelheden voor de gehele zomerperiode berekend, teneinde een vergelijking met het noordelijke deel mogelijk te maken en een landelijk overzicht te kunnen opstellen.

De benodigde hoeveelheden water kunnen worden afgeleid uit de middelste kolom van tabel 1.3a. Deze betreffen de volgende posten.

##### a extra voorziening van de industrie

Overeenkomstig het gestelde onder 5.1.b is gerekend op een extra hoeveelheid voor de industrie van 30 m<sup>3</sup>/sec of 465 miljoen m<sup>3</sup> uit het noordelijke deltabeekken [bijlage 2, tabel 2.4]

en een gelijke hoeveelheid uit het zuidelijke deltabeekken [bijlage 2, tabel 2.7].

##### b verziltingsbestrijding Nieuwe Waterweg

Teneinde een te ver landinwaarts doordringen van de zouttong vanuit zee te voorkomen, dient volgens bijlage 2, na verhogen en vastleggen van de bodem, nog gerekend te worden op een minimaal benodigde doorspoeling van 300 m<sup>3</sup>/sec, overeenkomende met 4665 miljoen m<sup>3</sup> per zomer.

##### c overige verziltingsbestrijding

Voor het verversen van polder- en boezemwateren en tegen zoutpenetratie via schutsluizen is volgens bijlage 2 een hoeveelheid nodig van 77 m<sup>3</sup>/sec [tabel 2.4], respectievelijk 111 m<sup>3</sup>/sec [tabel 2.7]. Voorts is daarenboven voor doorspoeling van het zuidelijke deltabeekken minstens 1630 miljoen m<sup>3</sup> beschikbaar. Totaal per 95% droog zomerhalfjaar 4555 miljoen m<sup>3</sup>.

##### d voorziening van de landbouw

In het lage deel van het beschouwde gebied is water nodig voor peilbeheersing en wateraanvulling over een netto oppervlakte van 560 000 ha. In het hoge deel betreft de post wateraanvulling een netto oppervlakte cultuurgronden van ca. 240 000 ha. Aan de hand van de raming, vermeld in paragraaf 2.3, blijkt in een 95% droog zomerhalfjaar totaal voor de landbouw benodigd te zijn 1510 miljoen m<sup>3</sup>. Dit totaal stemt overeen met het totaal uit de tabellen 2.4, 2.5 en 2.7 van bijlage 2, verminderd met 5 m<sup>3</sup>/sec of 80 miljoen m<sup>3</sup> in het voorzieningsgebied van de Maas, de Waal, de Nederrijn en de Lek [tabel 2.5] ten behoeve van bevolking en industrie.

##### e voorziening van bevolking en industrie.

Volgens bijlage 5 is voor de waterbehoefte van de bevolking in de landsdelen west, zuid en zuidwest 725 miljoen m<sup>3</sup> en voor de industrie 1610 miljoen m<sup>3</sup> water per jaar nodig. Hiervan wordt in een zomer door de bevolking 55% en door de industrie 50% verbruikt. Totaal is dus in een 95% droog zomerhalfjaar voor bevolking en industrie 1205 miljoen m<sup>3</sup> water benodigd.

Uit tabel 1.1a blijkt op welke wijze het noordelijke deltabeekken met water uit de Rijn, de Maas en de kleine rivieren wordt gevoed. Een deel van de afvoer van de Rijn, de hiervoor genoemde restafvoer, kan worden benut voor een verdergaande verziltingsbestrijding op de Rotterdamsche Waterweg, het Haringvliet en het zuidelijke deltabeekken. Op het noordelijke deltabeekken komt nu, na aftrek van het verdampingoverschot, een hoeveelheid van 11 135 miljoen m<sup>3</sup> water beschikbaar [tabel 1.3a]. Hiervan is 4275 miljoen m<sup>3</sup> bestemd voor het zuidelijke beekken waaruit, na aftrek van de verdamping, 4035 miljoen m<sup>3</sup> onttrokken kan worden. Naast de onttrekking uit de deltabeekens is volgens tabel 1.1a uit kwantitatief oogpunt ook nog een onttrekking groot 2410 miljoen m<sup>3</sup> uit de meer bovenstroomse delen van de grote rivieren mogelijk.

Volgens bijlage 2 kan echter, wegens de begrensde mogelijkheid om het water de benodigde kwaliteitsverbetering

[b.v. in de duinen] te doen ondergaan, voor bevolking en industrie niet meer worden onttrokken dan  $10 \text{ m}^3/\text{sec}$  uit het noordelijke deltabekken en  $5 \text{ m}^3/\text{sec}$  uit de grote rivieren; totaal dus  $15 \text{ m}^3/\text{sec}$  of 235 miljoen  $\text{m}^3$  in een 95 % droog zomerhalfjaar. Na aftrek van een hoeveelheid water benodigd voor de landbouw in het voorzieningsgebied van de Maas, de Waal, de Nederrijn en de Lek wordt het restant afgevoerd naar zee, waarbij het een bijdrage levert aan de eerder genoemde verdergaande verziltingsbestrijding.

Voorts fungeren de grondwater- en de oppervlaktewaterreservoirs als mogelijkheid voor wateronttrekking. De hoeveelheid winbaar grondwater kan volgens bijlage 5 worden gesteld op 250 miljoen  $\text{m}^3$  per zomerhalfjaar. Wat de spaarbekkens betreft, is allereerst gerekend op het spaarbekken in het IJsselmeer. Hier resteert volgens paragraaf 5.1 190 miljoen  $\text{m}^3$ , welke hoeveelheid in het zuidelijke deel kan worden benut voor de bevolking en de industrie. Wordt voor de voorziening in de behoeften van deze groep voorts het grondwater gereserveerd en wordt rekening gehouden met de onderstelling, dat niet meer dan 80 miljoen  $\text{m}^3$  aan de meer bovenstrooms gelegen delen van de grote rivieren kan worden onttrokken dan moet nog een hoeveelheid van 530 miljoen  $\text{m}^3$  water ter beschikking komen, aangezien – zoals hierboven vermeld – de in een droge zomer voor bevolking en industrie benodigde hoeveelheid 1205 miljoen  $\text{m}^3$  bedraagt. Hiertoe bestaat de mogelijkheid wanneer spaarbekkens worden aangelegd met een totale nuttige inhoud ter grootte van genoemde hoeveelheid.

Van de hoeveelheid water voor bevolking en industrie komt na reiniging weer 455 miljoen  $\text{m}^3$  beschikbaar, in hoofdzaak te gebruiken voor de landbouw. Dit cijfer komt overeen met het gestelde in het rapport 'De toekomstige drinkwatervoorziening van Nederland'.

Uit tabel 1.3a blijkt, dat ook in het zuidelijke deel van Nederland in de behoeften kan worden voorzien. In kwantitatief opzicht resteert nog een afvoer van totaal 6950 miljoen  $\text{m}^3$ . Uit kwalitatief oogpunt bezien kunnen de behoeften slechts dan gedekt worden wanneer water wordt onttrokken aan het spaarbekken in het IJsselmeer en wanneer spaarbekkens worden aangelegd met een voldoende grote nuttige inhoud.

Uit de tabel blijkt tevens, dat al het beschikbare grondwater voorshands gereserveerd is verondersteld voor de voorziening in de behoeften van bevolking en industrie. Wellicht zal het nodig blijken, afhankelijk van plaatselijke omstandigheden, transportkosten e.d., een deel van het grondwater voor de land- en tuinbouw te gebruiken, hetgeen thans reeds over ca. 2500 ha in het noorden van Limburg en in het hoge deel van Brabant het geval is [beregeningsinstallaties]; het betreft hier 25 à 40 miljoen  $\text{m}^3$  per 95 % droge zomer. In dat geval zal de totale nuttige inhoud van de spaarbekkens vergroot dienen te worden. Daar een raming van de hoeveelheid

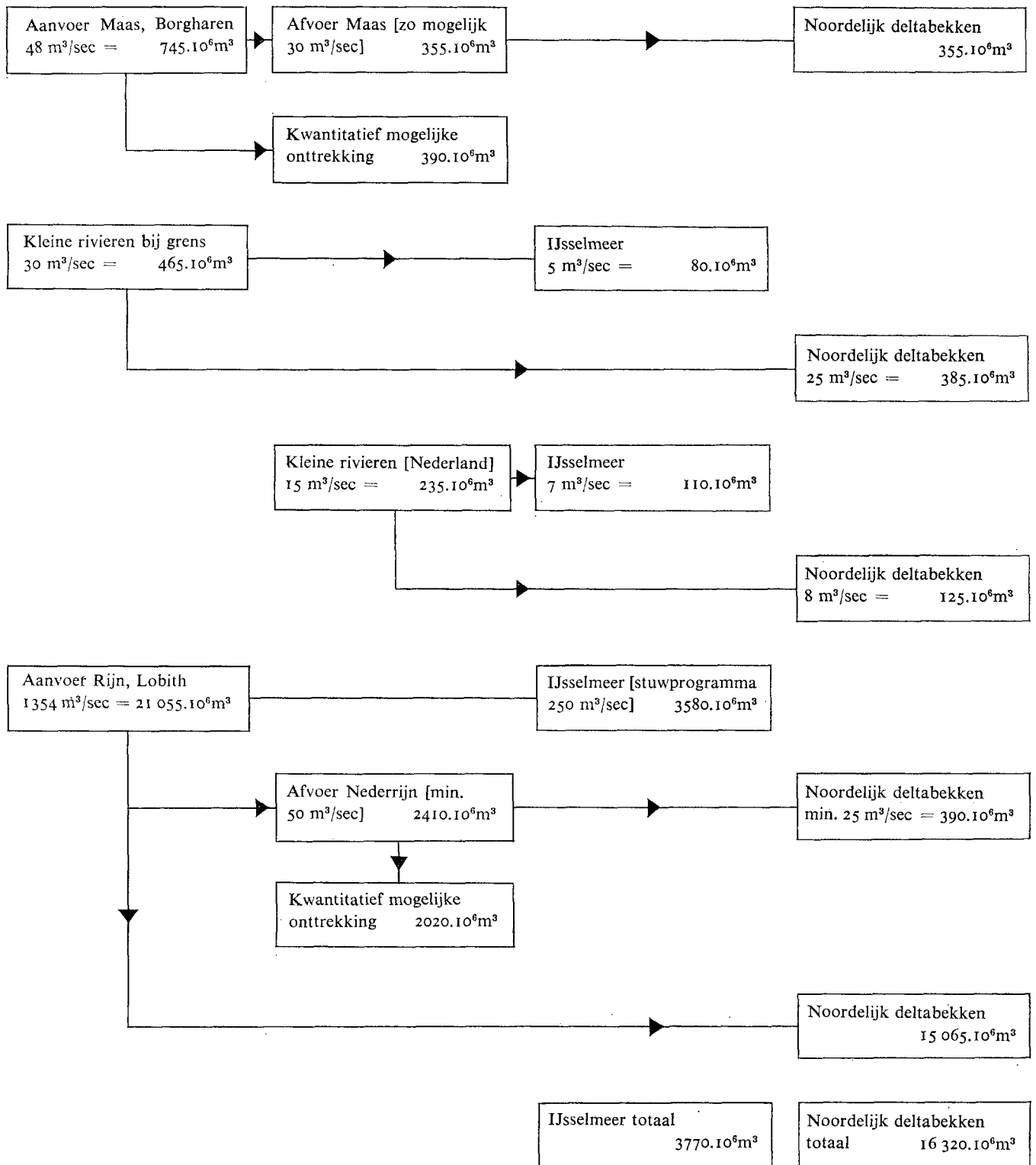
grondwater, die in 2000 in de land- en tuinbouw zal worden gebruikt, niet goed mogelijk is, is in de tabellen 1.3a en 1.3b door middel van een onderbroken verbindingsslijn slechts de mogelijkheid van dit gebruik aangegeven.

Op dezelfde wijze als in paragraaf 5.1 voor het noordelijke deel van Nederland is gedaan, is in tabel 1.3a een waterbalans voor het zuidelijke deel in een 95 % droge junimaand opgesteld. Daar in het noorden in deze maand, ter beperking van de extra peilverhoging op het IJsselmeer, al het beschikbare water nodig is om in de behoeften te voorzien, is niet gerekend op aanvoer van water uit het spaarbekken in het IJsselmeer voor het zuiden. Ook dan is er nog sprake van een restafvoer. Voor de landbouw blijken enige moeilijkheden te ontstaan doordat geen onttrekking aan de Maas meer mogelijk is. Vooral naar het oosten van Noord-Brabant en naar Limburg zal dus, naast gebruik van grondwater, water moeten worden aangevoerd van verder weg gelegen onttrekkingspunten hetgeen hoge kosten met zich brengt [zie bijlage 4, paragraaf 4.3].

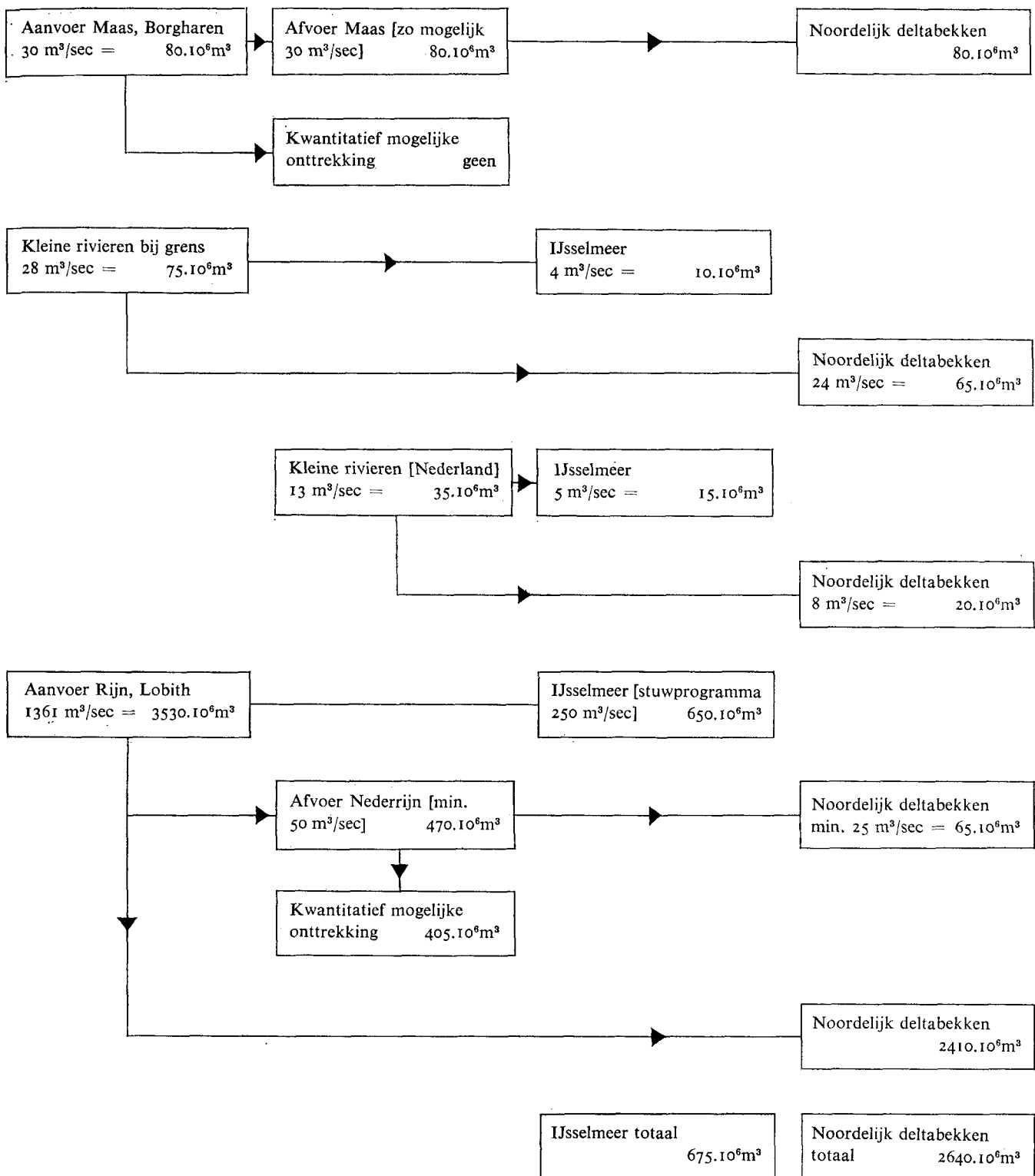
Tabel 1.4 Waterbehoeften en beschikbaar water in Nederland in een 95% droge zomer omstreeks 2000

Gebied	Waterbehoeften in miljoenen m <sup>3</sup>		Beschikbaar water in miljoenen m <sup>3</sup>	
Noorden	Bevolking en industrie	725	Rijn via de IJssel	3580
	Extra industrie	465	Kleine rivieren	80
	Landbouw laag	1250	Afwatering Nederlands gebied	
	Landbouw hoog	500	[incl. polders 210]	320
	Verziltingsbestrijding	1555	Grondwater	500
	Restafvoer [incl. verdamping minus neerslag]	980	Spaarbekken	500
	Beschikbaar uit spaarbekken	190	Gereinigd afvalwater	685
	Totaal	5665	Totaal	5665
Zuiden	Bevolking en industrie	1205	Rijn	17 475
	Extra industrie	930	Maas	745
	Landbouw laag	895	Kleine rivieren	385
	Landbouw hoog	615	Afwatering Nederlands gebied	125
	Verziltingsbestrijding	9220	Grondwater	250
	Restafvoer [incl. verdamping minus neerslag]	7290	Spaarbekkens, incl. IJsselmeer	720
			Gereinigd afvalwater	455
	Totaal	20 240	Totaal	20 240
Nederland	Bevolking en industrie	1930	Rijn	21 055
	Extra industrie	1395	Maas	745
	Landbouw laag	2145	Kleine rivieren	465
	Landbouw hoog	1115	Afwatering Nederlands gebied	445
	Verziltingsbestrijding	10 775	Grondwater	750
	Restafvoer [incl. verdamping minus neerslag]	8270	Spaarbekkens	1030
			Gereinigd afvalwater	1140
	Totaal	25 630	Totaal	25 630

Tabel 1.1a Verdeling oppervlaktewater in een 95% droge zomer omstreeks 2000

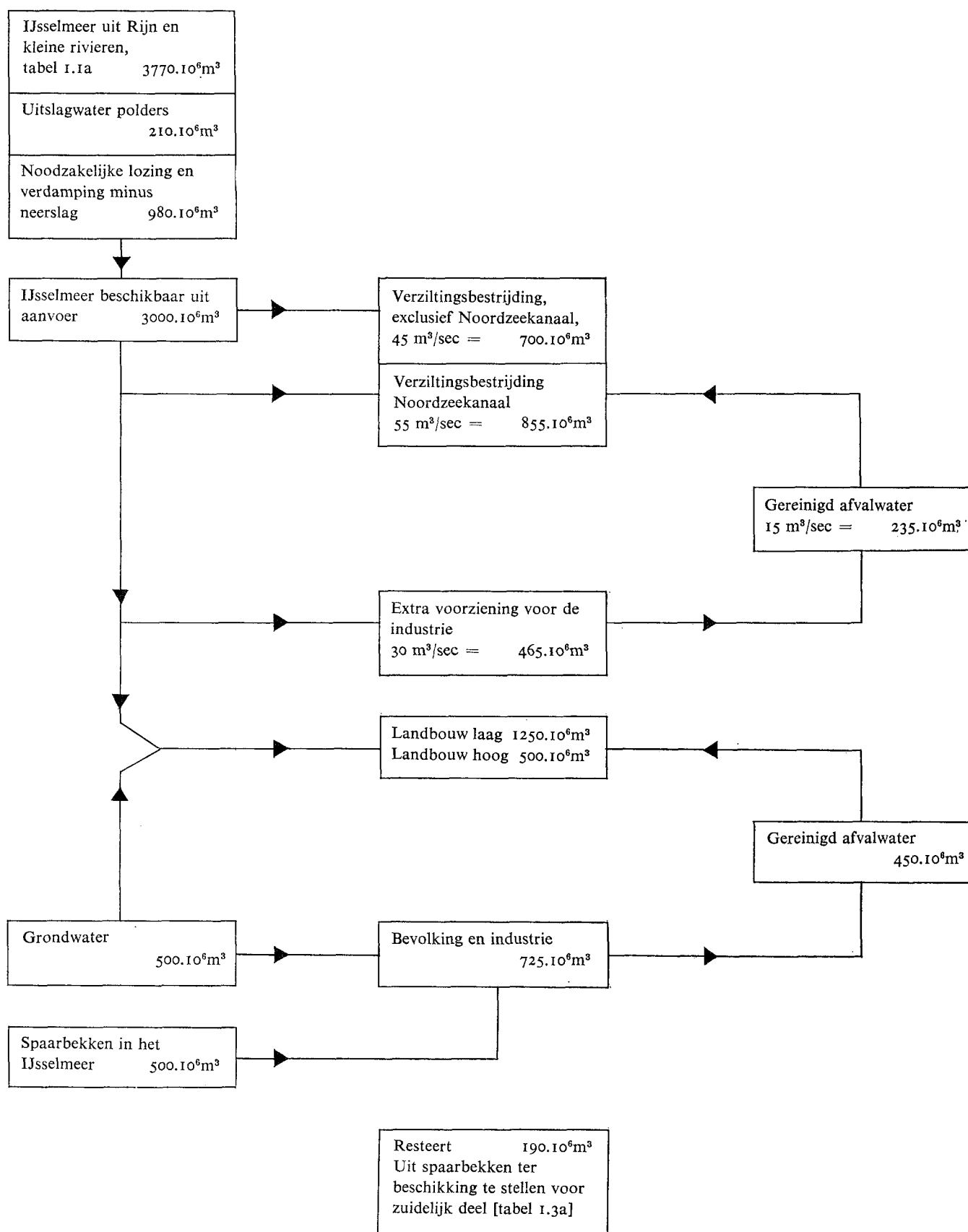


Tabel 1.1b Verdeling oppervlaktewater in een 95% droge junimaand omstreeks 2000

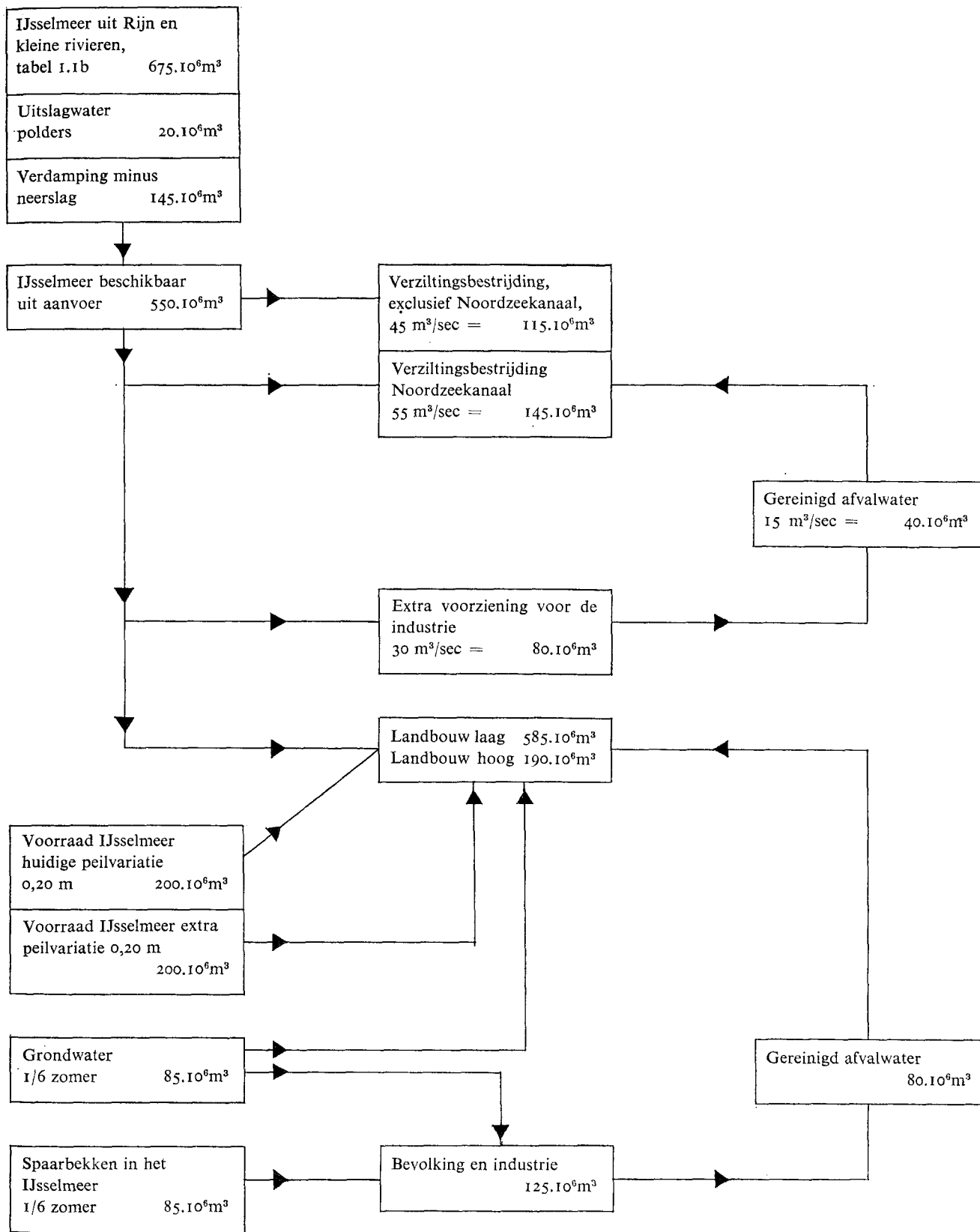




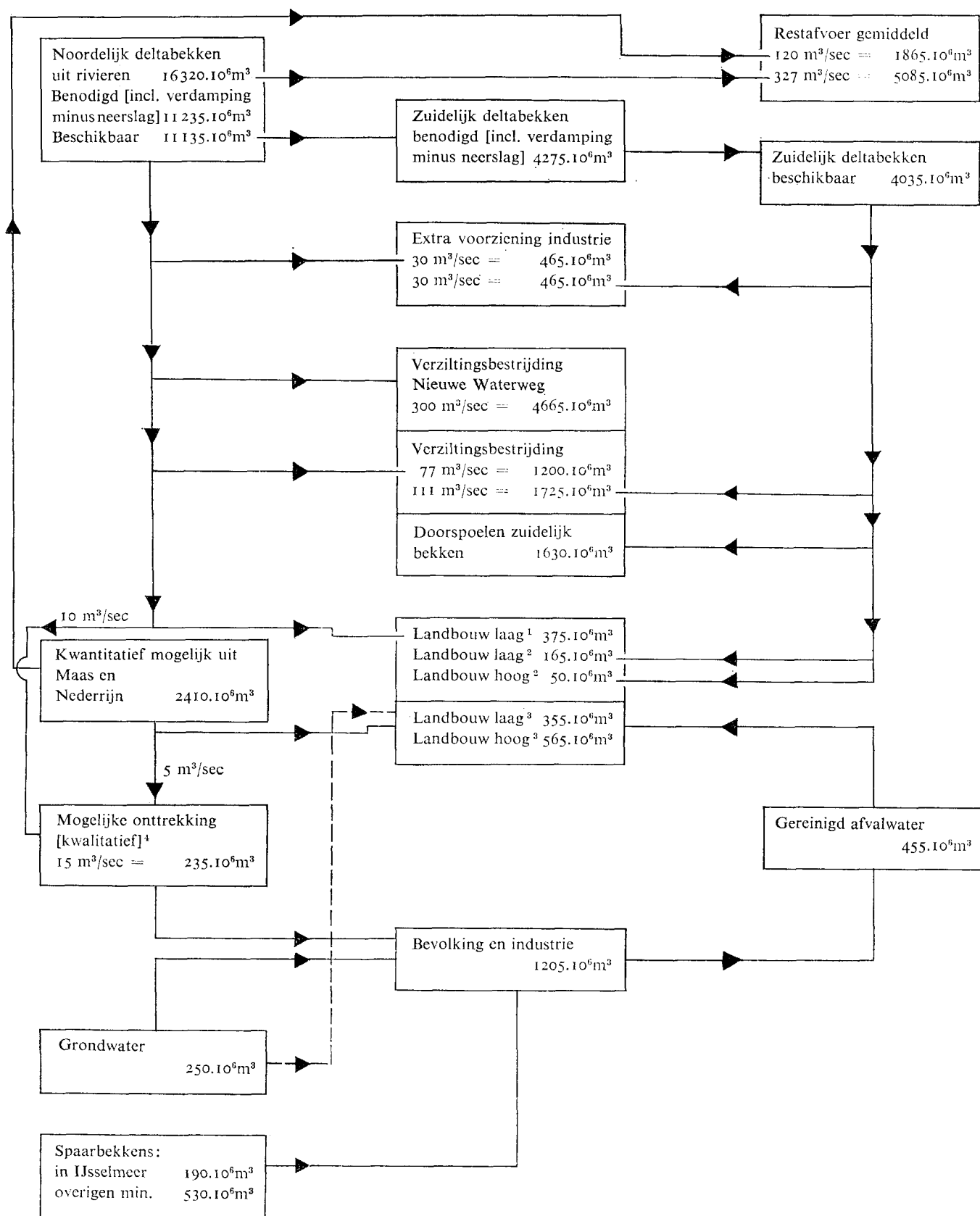
Tabel 1.2a Waterbalans noordelijke deel van Nederland in een 95% droge zomer omstreeks 2000



Tabel 1.2b Waterbalans noordelijke deel van Nederland in een 95% droge junimaand omstreeks 2000



Tabel 1.3a Waterbalans zuidelijke deel van Nederland in een 95% droge zomer omstreeks 2000



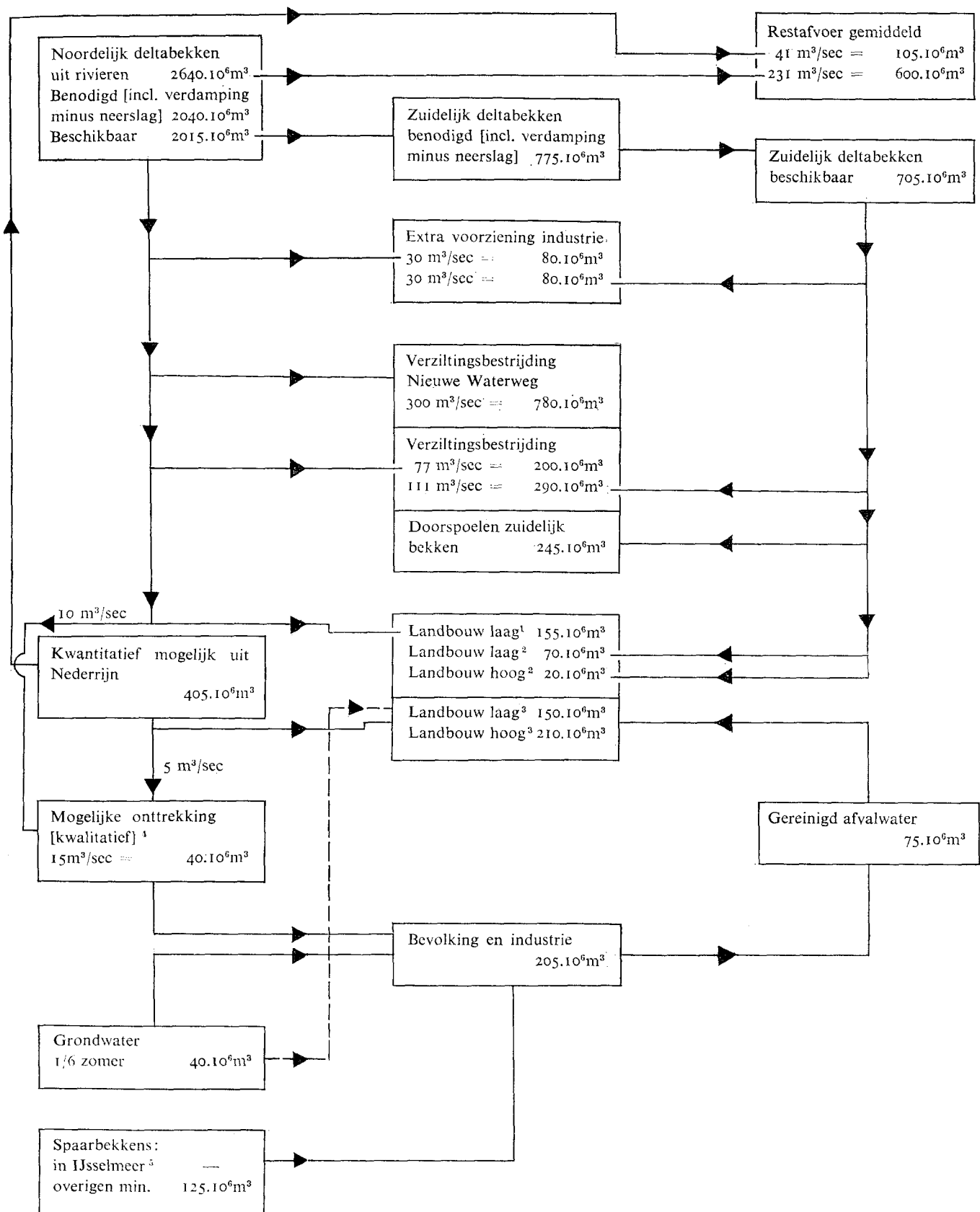
<sup>1</sup> Voorzieningsgebied noordelijk deltabelken

<sup>2</sup> Voorzieningsgebied zuidelijk deltabelken

<sup>3</sup> Voorzieningsgebied grote rivieren

<sup>4</sup> Hoeveelheid begrensd door de mogelijkheid om het water de benodigde kwaliteitsverbetering [b.v. in de duinen] te doen ondergaan

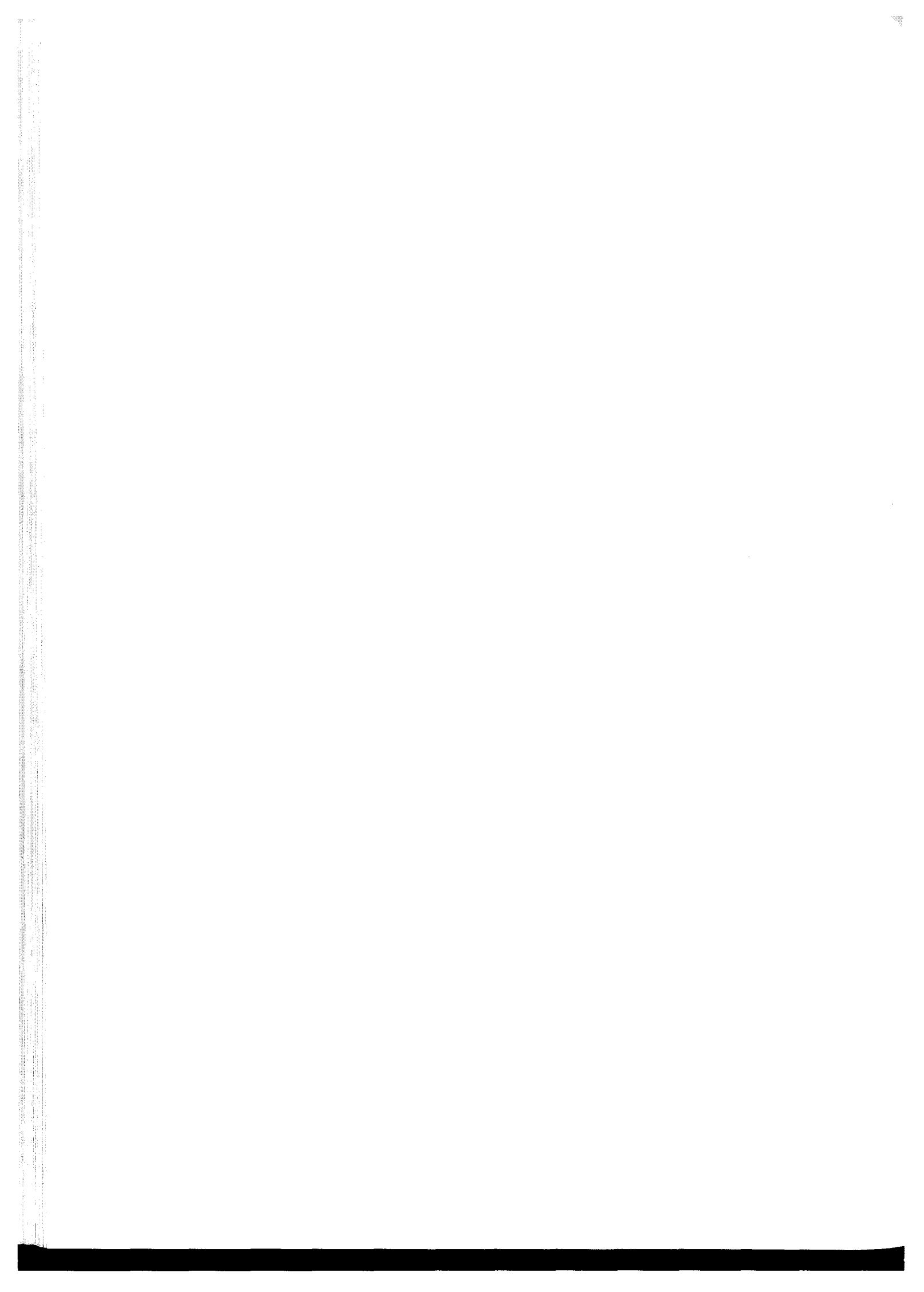
Tabel 1.3b Waterbalans zuidelijke deel van Nederland in een 95% droge junimaand omstreeks 2000



<sup>1</sup> Voorzieningsgebied noordelijk deltabekken  
<sup>2</sup> Voorzieningsgebied zuidelijk deltabekken  
<sup>3</sup> Voorzieningsgebied grote rivieren  
<sup>4</sup> Hoeveelheid begrensd door de mogelijkheid om het water de benodigde kwaliteitsverbetering [b.v. in de duinen] te doen ondergaan  
<sup>5</sup> Zie ook eind paragraaf 5.2



# De verontreiniging van de Rijn





# 1 Inleiding

In tegenstelling tot de Maas is de Rijn zowel regen- als gletscherrivier. Duidelijk komt dit tot uiting in de verhouding tussen de grootste en de kleinste gemeten afvoer in een voldoende lange reeks van jaren; bij de Maas is deze verhouding  $> 600$ , bij de Rijn 21. Het stroomgebied van de Rijn bedraagt  $160\ 000\ \text{km}^2$ , het aantal inwoners in dit gebied 40 miljoen. De Rijn is de drukst bevaren rivier ter wereld.

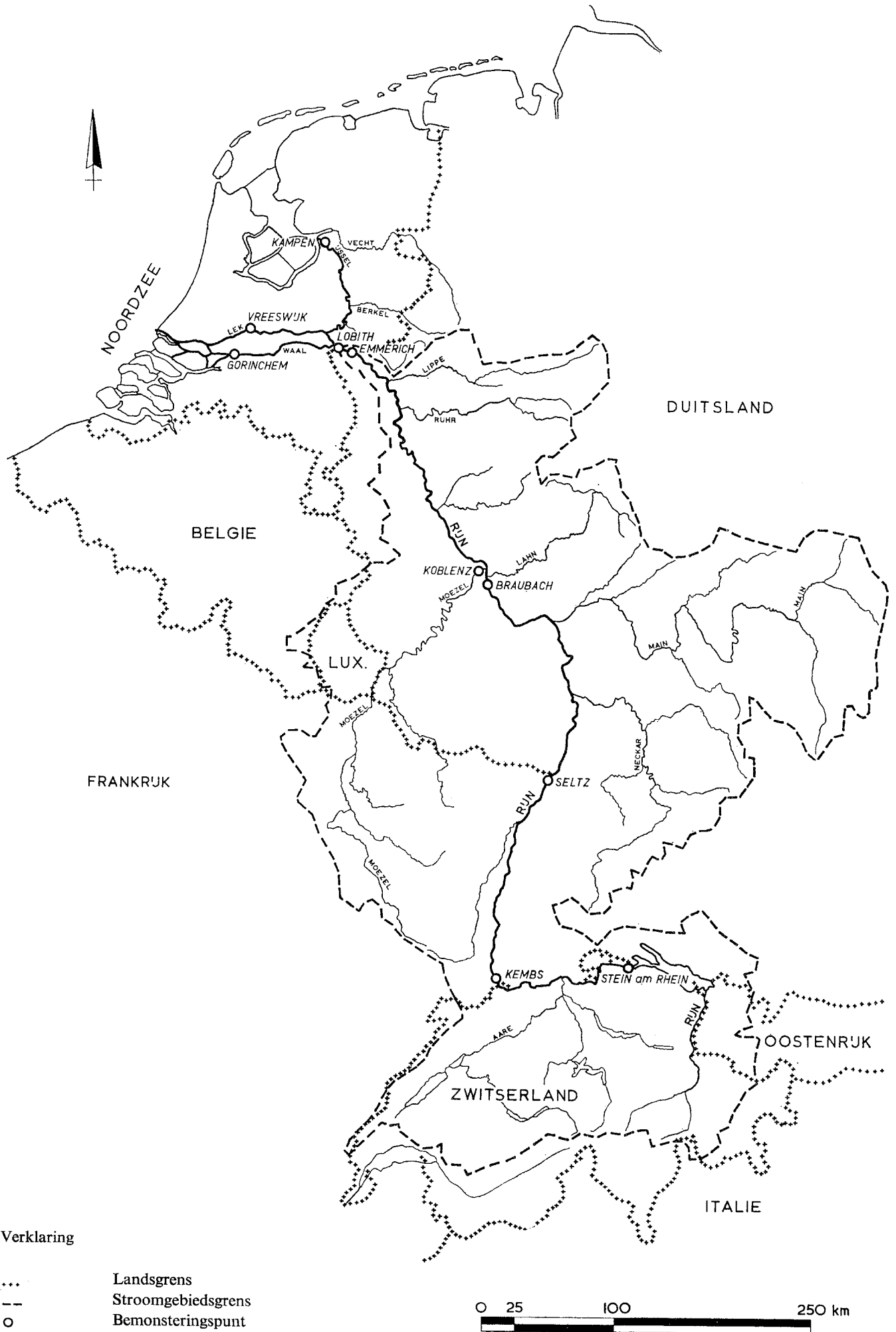
De kwaliteit van het Rijnwater ging vooral na de tweede wereldoorlog zodanig achteruit, dat de Nederlandse regering het initiatief nam om te komen tot internationale besprekingen ten einde wegen te vinden om de situatie te verbeteren. Zo ontstond de Internationale Commissie voor de Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging, met als deelnemende landen Zwitserland, Frankrijk, de Duitse Bondsrepubliek, Luxemburg en Nederland.

De Commissie begon in 1953 met een gecoördineerd onderzoek naar de toestand van het Rijnwater. De bemonsteringspunten zijn momenteel: Stein am Rhein, Kembs, Seltz, Braubach, Emmerich-Lobith, Gorinchem, Vreeswijk en Kampen [zie fig. 1A.1].

Het onderzoek van het Rijnwater te Lobith, Gorinchem, Vreeswijk en Kampen wordt verricht door het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater.

Het materiaal voor deze beschouwing over de verontreiniging van de Rijn is voornamelijk ontleend aan het werk van de Internationale Commissie.

Fig. 1A.1 Stroomgebied van de Rijn



## 2 Waterafvoeren

Uiteraard is de waterafvoer van grote invloed op de gehalten van de diverse stoffen, die in het Rijnwater voorkomen.

Ter oriëntering worden in tabel 1A.1 weergegeven de gemiddelde waterafvoeren sinds 1959, zoals deze in de rapporten van de Commissie zijn vermeld.

In deze tabel komen de droge jaren 1959 en 1964 en de natte jaren 1965 en 1966 duidelijk naar voren.

Tabel 1A.1 Gemiddelde waterafvoer in m<sup>3</sup>/sec

Jaar	Lobith	Gorinchem	Vreeswijk	Kampen
1959	1553	1098	271	184
1960	2169	1571	410	392
1961	2457	1639	424	336
1962	2125	1435	369	264
1963	1803	1297	327	224
1964	1532	1036	262	173
1965	3188	2127	569	399
1966	3192	2099	582	421
1967	2520	1740	470	326

### 3 Anorganische verontreinigingen

#### 3.1 CHLORIDE-ION [Cl<sup>-</sup>]

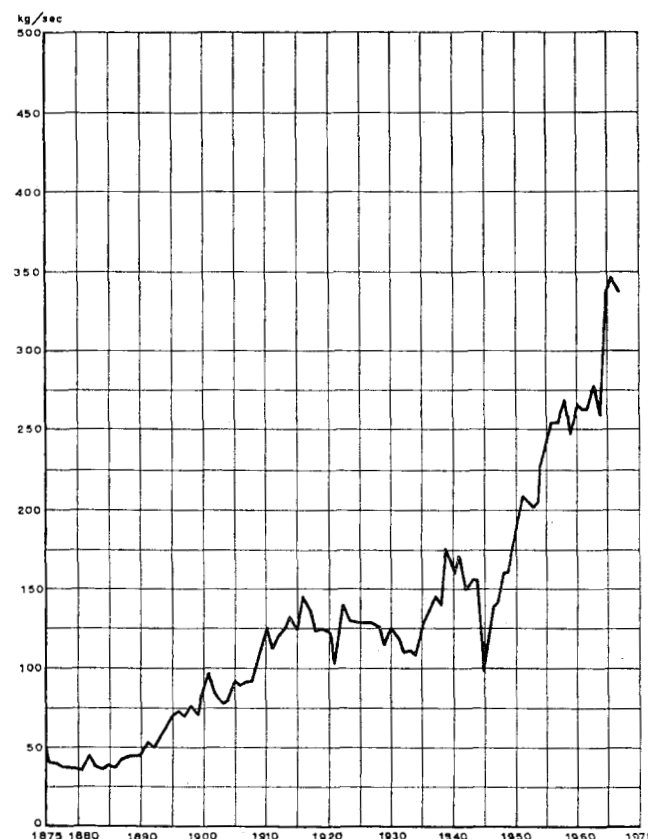
Het chloride-ion, dat in zeer overwegende mate afkomstig is van natriumchloride [keukenzout] vormt in economisch opzicht de voor Nederland belangrijkste verontreiniging van de Rijn.

In figuur 1A.2 is het verloop van de chloride-ionafvoer in kilogram per seconde te Lobith weergegeven, gedurende de periode van 1875 tot en met 1967. De gegevens van 1875-1928 zijn afkomstig uit de jaarverslagen van de Drinkwaterleiding Rotterdam, die van 1928-1953 uit die van de Drinkwaterleiding Amsterdam. Van 1953-1967 zijn de cijfers ontleend aan de rapporten van de Internationale Commissie voor de Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging.

In 1875, één jaar na de ingebruikneming van de Rotterdamse drinkwaterleiding, was het chloride-iongehalte zeer laag: 12 mg/l, terwijl de chloride-ionafvoer 50 kg/sec bedroeg. In 1900 was het gemiddelde gehalte al tot 36 mg/l en de chloride-ionafvoer tot 80 kg/sec gestegen.

Behoudens enkele tijdelijke dalingen als gevolg van de beide wereldoorlogen, zette de verhoging van het chloride-iongehalte door. In 1950 was het gemiddelde gehalte reeds 114 mg/l. Sedertdien is in geen enkel jaar een gemiddeld gehalte lager dan 100 mg/l gevonden. In figuur 1A.2 is vooral de stijging van de chloride-ionafvoer [de 'zoutvracht'] in de laatste jaren opmerkelijk. Was de afvoer in 1965 337 kg/sec, in 1966 bedroeg deze 347 kg/sec. De chloride-iongehalten waren in deze beide jaren ten gevolge van de hoge waterafvoeren betrekkelijk laag. Te Lobith werd in 1965 een

Fig. 1A.2 Jaargemiddelden van de chloride-ionvracht van de Rijn te Lobith [1875 t/m 1967]



Tabel 1A.2

Jaargemiddelden van chloride-ionvrachten in kg/sec

Stations	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Stein am Rhein	0,9	0,9	1,1	1,0	1,5	1,4	1,5
Kembs	6,3	7,1	7,3	6,7	9,6	9,0	9,0
Seltz	112	112	123	111	155	161	151
Braubach	113	127	136	116	185	183	168
Lobith	265	260	273	264	337	347	337

jaargemiddelde gevonden van 125 mg/l, in 1966 één van 123 mg/l.

Op het Nederlandse gebied, de bemonsteringspunten Gorinchem, Vreeswijk en Kampen, werd geen verhoging van enig belang ten opzichte van het chloride-iongehalte in Lobith geconstateerd.

Een deel van de totale hoeveelheid chloride-ionen is van natuurlijke, een ander deel van kunstmatige oorsprong. In de laatste jaren was de afvoer van natuurlijke bronnen ongeveer 45 kg/sec en het natuurlijke gehalte ca. 20 mg/l.

De kunstmatige afvoer is voornamelijk afkomstig van afvalzouten van de kalimijnen in de Elzas, het mijnwater van de kolenmijnen in het Ruhr-, Emscher- en Lippegebied en de soda-industrie. Dat de kalimijnen in de Elzas een belangrijke bijdrage leveren aan de verzilting van de Rijn is recentelijk opnieuw gebleken toen tijdens en na de Franse stakingen [zomer 1968] het chloride-iongehalte aanzienlijk minder was. Eén en ander kan worden verduidelijkt door tabel 1A.2, waaruit blijkt op welke trajecten van de rivier de voornaamste toevoer van chloride-ionen plaatsvindt.

De verzilting van het Rijnwater betekent voor Nederland een zoutbron uit het achterland naast de zoutbronnen in eigen land, zoals de brakke kwel, de schutsluizen en de open estuaria. De zoutafvoer van de Rijn draagt bij in de schade die de tuinbouw in Nederland en de voorziening met drinkwater en industriewater door de verzilting van het oppervlaktewater ondervinden.

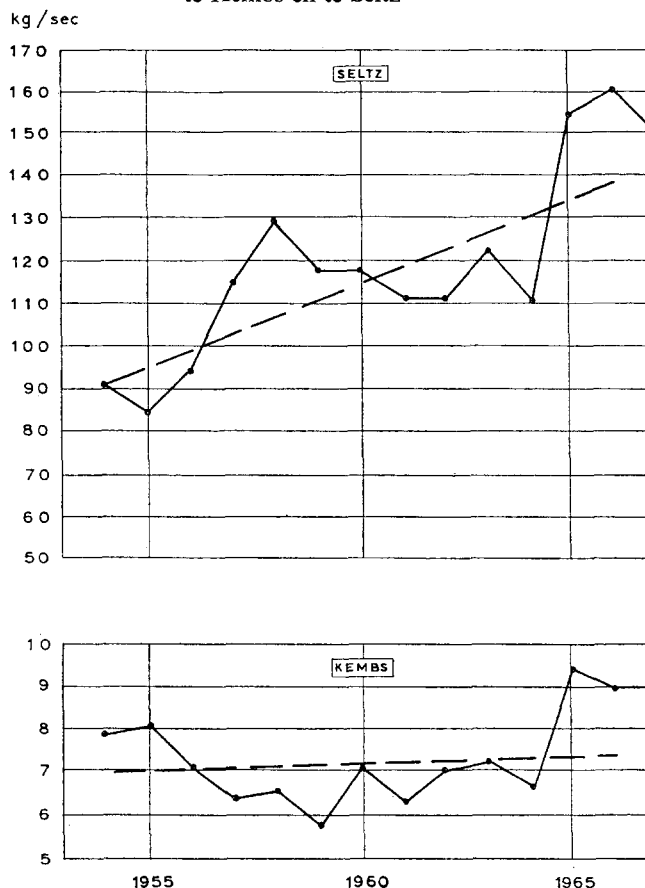
De snelle toename van de zoutafvoer van de Rijn was voor Nederland in 1956 aanleiding om enkele eisen te formuleren, waaraan de kwaliteit van het Rijnwater te Lobith zou moeten voldoen en deze eisen aan de genoemde Commissie voor te leggen. Wat betreft de verzilting van de Rijn werd gesteld, dat geen groter chloride-iongehalte dan 250 mg/l zou mogen optreden en dat de afvoer tot 225 kg/sec zou moeten worden beperkt. Deze waarden zijn sedert 1954 en vooral sedert 1964 aanzienlijk overschreden, hetgeen voor het grootste deel het gevolg is van een toename van de zoutbelasting op het traject Kembs-Seltz. Dit blijkt uit figuur 1A.3 waar het verloop van de zoutafvoeren in de jaren sedert 1954 zowel voor Kembs als voor Seltz is aangegeven.

De toevoer over dit traject is afkomstig van de lozing van

afvalzouten van de kalimijnen in de Elzas. Daarbij valt een sterke toename van deze lozing in 1965 en 1966 te constateren, die o.a. een gevolg is van een aanzienlijke productie-vergroting van deze bedrijven.

Het vraagstuk van de vermindering van de zoutafvoer van de Rijn is sedert 1956 door de Internationale Commissie in studie genomen. Naast technische en economische factoren spelen ook juridische en politieke aspecten een rol waardoor een overeenstemming tussen de oeverstaten op korte termijn

Fig. 1A.3 Jaargemiddelden van de chloride-ionvracht te Kembs en te Seltz



Tabel IA.3 Gemiddeld sulfaatgehalte in mg/l

Stations	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Lobith	78,4	86,4	82,0	102,4	75,0	71,4	72
Gorinchem	76,5	85,4	84,0	94,9	71,0	68,2	70
Vreeswijk	79,2	85,3	85,7	95,7	70,0	66,8	70
Kampen	76,1	87,2	86,5	95,4	70,0	68,4	70

niet waarschijnlijk lijkt. Het onderzoek heeft wel doen zien welke schade, in geld uitgedrukt, in Nederland door de zoutlozing wordt ondervonden en wat gedaan zou kunnen worden om deze lozing te verminderen. Beperking van de zoutafvoer uit de Duitse kolenmijnen valt op technische en economische gronden nauwelijks te verwezenlijken. De meest economische wijze van beperking is waarschijnlijk het opslaan van de afvalzouten van de kalimijnen in de Elzas, welke thans worden opgelost en naar de Rijn worden gevoerd. Indien al het zout van de mijnen zou worden opgeslagen, zou de zoutafvoer van de Rijn met ca. 130 kg chloride-ion/sec verminderen. Er is thans door de Internationale Commissie voor de Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging een proefopslag gemaakt teneinde de consequenties van het aanbrengen van een zoutberg te onderzoeken aangezien van Franse zijde tegen deze oplossing bezwaren zijn ingebracht. De proefopslag komt voor rekening van Duitsland, Frankrijk, Nederland en Zwitserland en wel in de verhouding van ongeveer 2 : 2 : 2 : 1.

3.2 SULFAAT [ $SO_4^{--}$ ]

Omstreeks 1880 bedroeg het sulfaatgehalte 30 à 40 mg/l. Daar mag worden aangenomen, dat toentertijd de kunstmatige sulfaatlozing te verwaarlozen was, kan het natuurlijke sulfaatgehalte worden gesteld op 35 mg/l. In 1930 was het gevonden gehalte nog slechts weinig hoger, maar in de volgende jaren werd een duidelijke stijging merkbaar. De bepalingen van sulfaat in het kader van het Internationale Rijnonderzoek zijn in 1960 begonnen. In tabel IA.3 zijn de resultaten weergegeven.

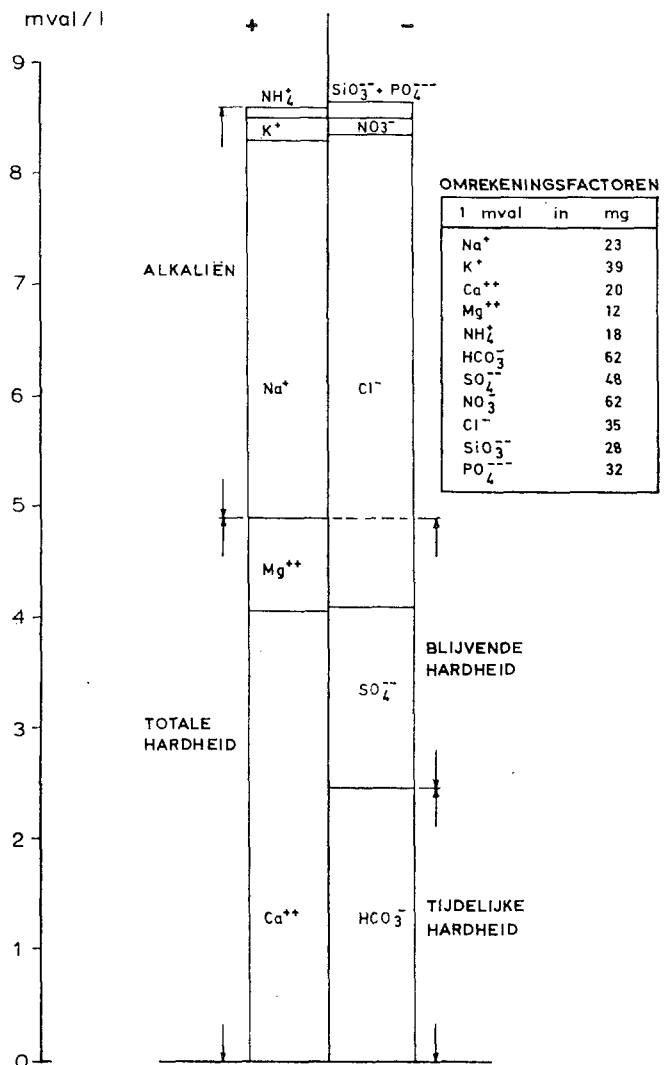
3.3 BICARBONAATGEHALTE [ $HCO_3^-$ ]

Hierover is weinig te vermelden. Er bestaat een geringe tendens tot daling van het gehalte in vergelijking met de gehalten omstreeks 1930. Deze tendens wordt veroorzaakt door zuren, die worden geloosd door industrieën, terwijl ook het proces van de zelfreiniging zuren in het water brengt,

welke gevormd worden bij de afbraak van organische stoffen.

In overeenstemming met de lichte daling van het bicarbonaatgehalte is ook een daling van de pH merkbaar.

Tabel IA.4 Ionenbalans; gemiddelden van totaalanalysen over de jaren 1963-1965.



Daar het water elektrisch neutraal is, is het duidelijk, dat tegenover de hierboven besproken negatieve ionen ook positieve ionen in het Rijnwater aanwezig zijn. De voorname hiervan zijn calcium  $[Ca^{++}]$ , natrium  $[Na^+]$  en ammonium  $[NH_4^+]$ . De situatie in Lobith, gemiddeld voor 1963-1965, wordt weergegeven in figuur 1A.4. In deze tabel is gebruik gemaakt van de eenheid milli-equivalent om de hoeveelheid positieve en negatieve ionen te kunnen vergelijken. De waarden kunnen worden omgezet in mg/l met de ernaast opgegeven omrekeningsfactoren.

Bij de bespreking van de organische verontreiniging wordt nog ingegaan op de gehalten aan ammonium- en nitraationen, daar deze in relatie kunnen worden gebracht met de afbraak van organische stoffen.



## 4 Organische verontreiniging

Momenteel zijn [nog] geen methoden beschikbaar om de organische stoffen afzonderlijk te bepalen in een milieu – zoals Rijnwater – waarin deze stoffen naast elkaar voorkomen. Uitzonderingen hierop vormen de fenolen, de detergents en de oliën, die wel afzonderlijk kunnen worden bepaald.

Omdat echter een indruk van het effect van de hoeveelheid organische stoffen in water zeer belangrijk is, worden veelal de hierna beschreven analysemethoden gebruikt.

Bij de oxydatie van het water met kaliumpermanganaat [ $\text{KMnO}_4$ ] worden vele [maar niet alle] organische stoffen geoxydeerd. De hoeveelheid  $\text{KMnO}_4$ , door deze reactie verbruikt – eventueel uitgedrukt als een hoeveelheid zuurstof – is een maat voor de totale hoeveelheid organische stof. Een andere veel gebruikte methode is de bepaling van het biochemisch zuurstofverbruik [B.O.D. = Biochemical Oxygen Demand]. Met deze methode wordt de hoeveelheid zuurstof bepaald, die bij de biochemische afbraak van voor micro-organismen aantastbare organische stof wordt gebruikt.

Daar de totale oxydatie van deze stoffen op deze manier te veel tijd zou vergen [ $\pm 20$  dagen] bepaalt men de B.O.D.<sub>5</sub>, dit is de hoeveelheid zuurstof, die bij gestandaardiseerde omstandigheden [ $20^\circ\text{C}$  en in het donker] wordt verbruikt. Daar de waarden van  $\text{KMnO}_4$  en B.O.D.<sub>5</sub> op geheel verschillende reacties berusten, zijn deze waarden niet gelijk. Het zuurstofverbruik, bepaald met  $\text{KMnO}_4$ , is in Rijnwater altijd groter dan de B.O.D.<sub>5</sub>. Duidelijk zal zijn, dat met deze methoden slechts een globale indruk omtrent de vervuiling met organische stoffen wordt verkregen.

### 4.1 $\text{KMnO}_4$ -VERBRUIK

Omstreeks 1900 werd een gemiddeld  $\text{KMnO}_4$ -verbruik gevonden van 11 mg/l; aangenomen mag worden, dat deze waarde slechts weinig verschilde van die van Rijnwater in zijn natuurlijke staat.

In de periode 1900–1925 vond een regelmatige stijging plaats. Daarna bleef het jarenlang [tot 1940] vrijwel constant 20 mg/l. Gedurende de tweede wereldoorlog trad een daling op. Na 1945 werd echter weer een geleidelijke stijging waargenomen.

In tabel 1A.4 worden de in de jaren 1959–1967 gevonden waarden weergegeven.

Het hoge gehalte in 1964 en de betrekkelijk lage in 1965 en 1966 worden veroorzaakt door de lage respectievelijk hoge

Tabel 1A.4 Jaargemiddelden van  $\text{KMnO}_4$ -verbruik in mg/l

Jaar	Lobith	Gorinchem	Vreeswijk	Kampen
1959	41,6	37,9	38,9	38,3
1960	39,8	35,0	35,9	37,4
1961	35,5	33,5	32,9	34,5
1962	53,6	43,2	44,4	43,1
1963	55,2	47,3	47,8	45,2
1964	61,7	56,9	56,9	52,2
1965	43,0	38,8	41,9	43,7
1966	41,0	37,1	39,0	37,8
1967	39	35	35	37

waterafvoeren in de desbetreffende jaren. De stijging van het gehalte aan organische stoffen wordt duidelijker, indien de vracht in kg/sec wordt uitgerekend [tabel 1A.5].

Tabel 1A.5 Jaargemiddelden  $\text{KMnO}_4$ -vracht in kg/sec

Jaar	Lobith	Gorinchem + Vreeswijk + Kampen
1959	57,7	49,5
1960	81,2	76,9
1961	73,2	73,4
1962	99,3	83,1
1963	90,4	83,2
1964	91,2	79,9
1965	132,5	118,3
1966	128,7	112,1
1967	93	87

4.2 B.O.D.<sub>5</sub>

Cijfers hierover zijn slechts over de laatste jaren beschikbaar. De in het kader van de Internationale Commissie voor de Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging verkregen gegevens over de jaren 1959-1967 zijn weergegeven in tabel 1A.6.

Tabel 1A.6 Jaargemiddelden B.O.D.<sub>5</sub>-vracht in kg/sec

Jaar	Lobith	Gorinchem + Vreeswijk + Kampen
1959	11,5	9,5
1960	13,5	11,2
1961	15,5	11,3
1962	14,0	10,8
1963	12,1	9,4
1964	12,6	7,8
1965	22,5	13,0
1966	24,8	13,5
1967	17,3	12,4

Uit de tabellen 1A.5 en 1A.6 blijkt een aanzienlijke toeneming van het gehalte aan organische stof. Bovendien is te zien, dat in het Nederlandse gebied enige afnemingsplaatsvindt. Dit zou erop kunnen wijzen dat de afbraak van organische stof in dit gebied groter is dan de toevoer, zoals deze door de verschillende lozingen van afvalwater plaatsvindt.

4.3 AMMONIUM [ $\text{NH}_4^+$ ]

De toegenomen belasting van de Rijn met organische stof komt ook tot uiting in een vermeerdering van het ammoniumgehalte. Het ammoniumion is een afbraakprodukt van stikstofhoudende organische stoffen [bijvoorbeeld eiwitten].

Omstreeks 1880 was het gehalte aan ammoniumion hoogstens 0,1 mg/l. Rond het jaar 1930 bedroeg het ammoniumgehalte 0,2 à 0,3 mg/l. In 1954 werd een gemiddelde waarde van 1,06 mg/l gevonden. Sindsdien is het jaargemiddelde steeds boven 1 mg/l gebleven.

Het gehalte in de laatste jaren blijkt uit tabel 1A.7.

Tabel 1A.7 Jaargemiddelden van  $\text{NH}_4^+$ -gehalte in mg/l

Jaar	Lobith	Gorinchem	Vreeswijk	Kampen
1953-1954	1,5	1,4	1,5	1,4
1959	2,3	2,2	2,4	2,3
1960	1,6	1,5	1,7	1,6
1961	1,5	1,7	1,7	1,4
1962	2,4	2,7	2,9	2,6
1963	2,7	2,9	3,1	2,7
1964	3,2	3,8	3,8	3,7
1965	1,8	1,9	1,9	1,8
1966	1,5	1,5	1,5	1,4
1967	1,6	1,6	1,6	1,5

4.4 NITRAAT [ $\text{NO}_3^-$ ]

Samenhangend met de stijging van het ammoniumgehalte is ook het nitraatgehalte van de Rijn gestegen. Het vóórkomen van nitraat wijst op een ver voortgeschreden mineralisatieproces van organische stikstofverbindingen. Omstreeks 1880 werden slechts sporen nitraat aangetroffen, dit betekent een gehalte van 1 à 2 mg/l. Het nitraatgehalte is onder invloed van de toenemende organische stofbelasting gestegen tot ca. 10-11 mg/l.

Bij de omzetting van  $\text{NH}_4^+$  tot  $\text{NO}_3^-$  wordt zuurstof gebruikt, zodat dit proces voor de zuurstofhuishouding van de rivier van belang is. Ook de B.O.D.<sub>5</sub>-bepaling kan hierdoor hogere waarden geven, dan met de gedeeltelijke oxydatie van organische stof overeenkomt.

Tabel 1A.8 Jaargemiddelden van zuurstofgehalten in mg/l en % verzadiging

Jaar	Lobith		Gorinchem		Vreeswijk		Kampen	
	mg/l	% verz.	mg/l	% verz.	mg/l	% verz.	mg/l	% verz.
1959	5,9	57	6,1	57	6,3	58	5,8	54
1960	6,2	58	6,5	60	6,7	62	6,0	56
1961	6,1	58	5,9	53	6,0	57	5,9	55
1962	6,0	56	6,3	57	6,5	58	6,0	53
1963	5,6	51	5,5	50	5,6	51	5,2	48
1964	5,4	50	5,6	50	5,6	50	5,6	50
1965	6,6	60	6,6	60	6,8	63	6,8	61
1966	6,7	60	6,6	58	7,3	65	7,0	62
1967	6,4	58	6,3	56	6,9	62	6,6	56

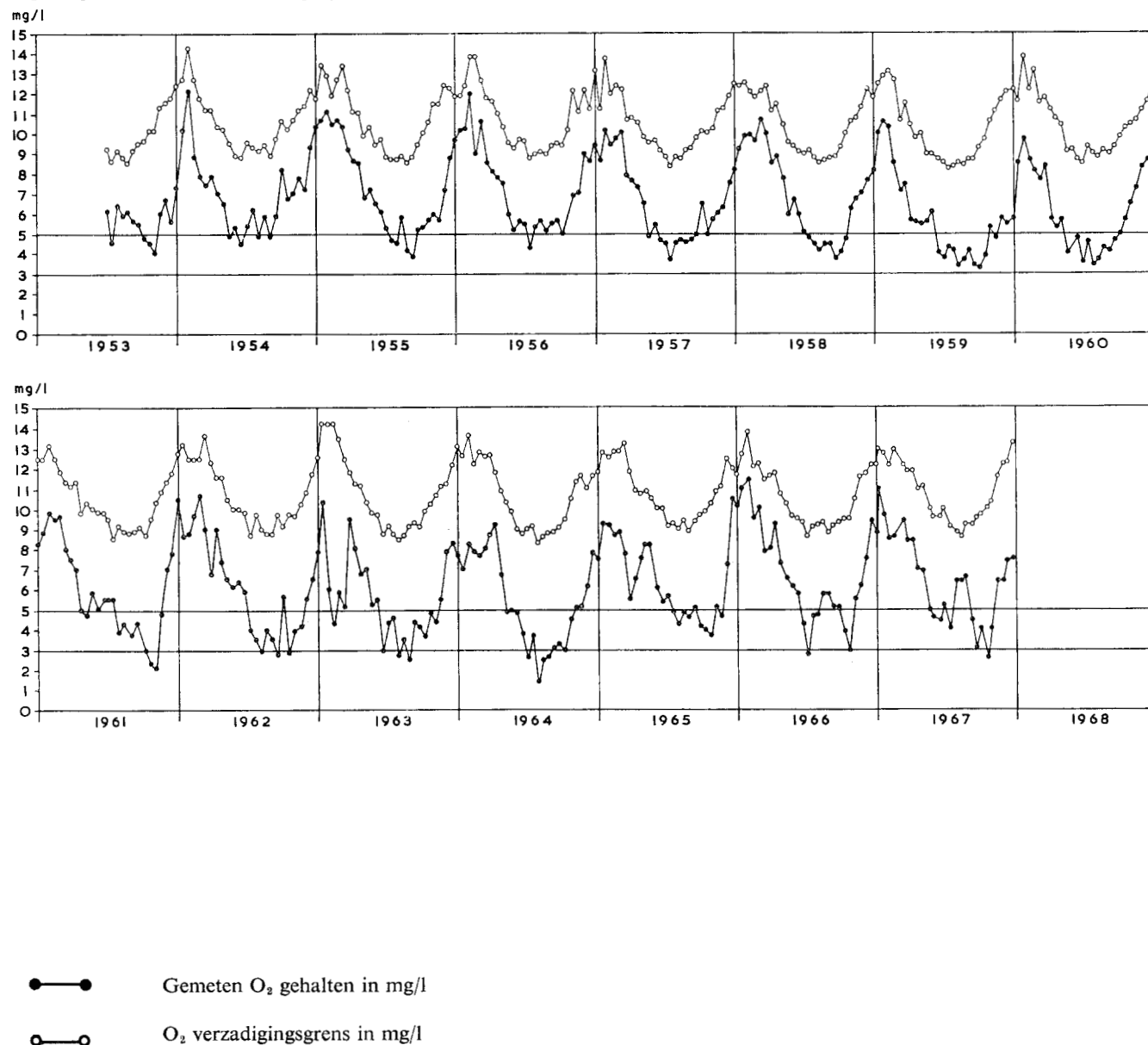
4.5 ZUURSTOF

De sterk toegenomen belasting met organische stoffen, zich manifesterend in de vermeerdering van B.O.D.<sub>5</sub>, KMnO<sub>4</sub>-verbruik en in de toeneming van het ammoniumgehalte, bleef niet zonder invloed op de zuurstofhuishouding van de

rivier. Aangenomen mag worden, dat het Rijnwater in natuurlijke staat steeds vrijwel verzadigd was met zuurstof. Tabel 1A.8 laat zien hoe de situatie in de laatste jaren is geweest.

Eén en ander wordt nog verduidelijkt door bijgaande grafiek [fig. 1A.5]. Hieruit blijkt, dat het zuurstofgehalte vele malen in aaneengesloten perioden de waarde van 5 mg/l, waarboven

Fig. 1A.5 Zuurstofverzadigingsdeficiet in de Rijn bij Lobith



Tabel 1A.9 Jaargemiddelden anion-actieve detergenten

Jaar	Lobith		Gorinchem		Vreeswijk		Kampen		Gorinchem, Vreeswijk, Kampen
	mg/l	kg/sec	mg/l	kg/sec	mg/l	kg/sec	mg/l	kg/sec	
1962	0,39	0,82	0,39	0,47	0,36	0,11	0,35	0,07	0,65
1963	0,50	0,79	0,46	0,54	0,49	0,13	0,44	0,08	0,75
1964	0,52	0,72	0,50	0,49	0,57	0,12	0,51	0,08	0,69
1965	0,29	0,80	0,25	0,48	0,23	0,12	0,26	0,09	0,69
1966	0,26	0,73	0,22	0,42	0,20	0,11	0,23	0,09	0,62
1967	0,27	0,69	0,34	0,68	0,30	0,13	0,27	0,08	0,89

weinig gevaar voor de visstand is te duchten, heeft onderschreden. Enkele malen daalde het gehalte zelfs beneden de, voor de visstand dodelijke grens van 3 mg/l met een minimum van 1,4 mg/l.

#### 4.6 FENOLEN

De laatste jaren is een onderzoek ingesteld naar de hoeveelheid van deze groep organische stoffen, die in hoofdzaak van industriële oorsprong zijn. Bij Lobith bedroeg de gemiddelde vracht, zowel in het tijdvak 1956-1960 als in de periode 1961-1965, 0,059 kg/sec. Als hoogste waarde werd een gehalte gevonden van 0,270 mg/l. In het algemeen vermindert dit gehalte in het Nederlandse gebied. Dit geldt vooral in perioden met hoge watertemperatuur; er treedt dan een duidelijke afbraak op.

#### 4.7 DETERGENTEN

Sinds het gebruik van synthetische wasmiddelen komen ook de aanvankelijk moeilijk afbreekbare detergenten in het Rijnwater voor. Tabel 1A.9 geeft enkele cijfers omtrent de in de laatste jaren aanwezige hoeveelheden. Daar men meer en meer overgaat op beter afbreekbare detergenten, bestaat de verwachting, dat in de komende tijd een gunstiger beeld zal ontstaan. Uit tabel 1A.9 blijkt, dat nauwelijks gesproken kan worden van een vermindering van de detergentenvracht te Lobith. Het in werking treden in 1964 van de Duitse wet, waarbij bepaald werd, dat de detergenten voor 80% afbreekbaar moeten zijn, heeft in Lobith nog slechts geringe vermindering van de detergentenvracht ten gevolge.

#### 4.8 MINERALE OLIE

Over de hoeveelheid minerale olie in de Rijn bestaan nog weinig gegevens. Op grond van het beschikbare cijfermateriaal kan worden gezegd, dat het gehalte aan minerale olie 1 à 1,5 mg/l bedraagt. Deze minerale olie is afkomstig uit raffinaderijen, uit het met stook- en smeerolie verontreinigde bilgewater van motorschepen, het schoonspelen van brandstoftanks, maar vooral uit het afvalwater van stedelijke agglomeraties. Met de bestrijding van de olie-overlast is een begin gemaakt. In Duitsland wordt bilgewater en afgewerkte olie van schepen met speciaal daarvoor ingerichte vaartuigen verzameld.

## 5 Radioactiviteit

Met het onderzoek naar de radioactieve verontreiniging van het Rijnwater werd in het kader van eerder genoemde Commissie in 1957 een begin gemaakt.

In eerste instantie bleef het onderzoek beperkt tot het meten van de  $\beta$ -activiteit. Om een beter beeld van de totale radioactieve verontreiniging te verkrijgen, mede in verband met het toenemende aantal kernenergie-installaties dat in het stroomgebied van de Rijn wordt gevestigd, werd in 1966 de bepaling van de  $\alpha$ -activiteit aan het onderzoeksprogramma toegevoegd.

Gedurende de periode van onderzoek is zowel in Nederland als ook in de andere oeverstaten een duidelijk waarneembare verhoging van de radioactiviteit opgetreden in de jaren 1958, 1959 alsmede 1962 en 1963. Uit metingen aan de luchtstof is gebleken, dat zich in dezelfde perioden ook hierbij een stijging in het radioactiviteitsniveau heeft voorgedaan, zodat de oorzaak dient te worden gezocht in de destijds uitgevoerde bovengrondse kernproeven, die een atmosferische verontreiniging tot gevolg hebben gehad.

De sedert 1964 optredende afneming van het gehalte aan radioactieve stoffen in het Rijnwater, heeft zich geleidelijk voortgezet tot het huidige niveau van 10 pci/l [pico-curie per liter], dat als normaal kan worden beschouwd.

## 6 Samenvatting

Uit de boven beschreven waarnemingen kan worden geconcludeerd, dat het voor Nederland zo belangrijke Rijnwater in ernstige mate is verontreinigd, zowel met anorganische als met organische stoffen. In tabel 1A.10 zijn vergeleken de gehalten aan diverse stoffen in het Rijnwater in natuurlijke staat en in het Rijnwater in de jaren 1964 [droog jaar] en 1966 [nat jaar] te Lobith.

Tabel 1A.10 Vergelijking van natuurlijke gehalten en gehalten in 1964 en 1966 te Lobith in mg/l

	Natuurlijk	1964	1966
Cl <sup>-</sup>	20	187	123
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	35	102	71
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	160	149	151
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2	10,7	9,4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,1	3,2	1,5
Na <sup>+</sup>	5	98	63
K <sup>+</sup>	5	8	6
Ca <sup>++</sup>	50	91	78
Mg <sup>++</sup>	10	9,8	10
KMnO <sub>4</sub> -verbruik	10	61,7	41
detergenten	0	0,52	0,26
fenolen	0	0,038	0,026
olie	0	-	1 à 1,5
verzadiging	90 à 100	50	60

Hoewel 1966 gezien de grote waterafvoeren een gunstig jaar was, blijkt, dat het Rijnwater in ernstige mate is verontreinigd. Duidelijk is de invloed van de geringe waterafvoer in 1964.

Niet onvermeld mogen de grote inspanningen blijven, die de Bondsrepubliek zich getroost om de kwaliteit van het Rijnwater te verbeteren. Zonder de maatregelen, die in Duitsland worden genomen, zou de kwaliteit van het Rijnwater, met name wat de organische verontreiniging betreft, belangrijk slechter zijn. Het is te verwachten dat, wanneer de grote werken, die momenteel in aanbouw zijn, gereed komen, de resultaten ook in ons land duidelijk merkbaar zullen zijn.

De conclusie, waartoe dr. J. Berg, de huidige voorzitter van de Internationale Commissie voor de Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging in de inleiding van het 'Bericht über die physikalisch-chemische Untersuchungen des Rheinwassers [1961-1965]' komt, spreekt dan ook voor zichzelf:

'Die gesundheitlichen und wirtschaftlichen Interessen der Bevölkerung im Rheingebiet an der Qualität des Rheinwassers fordern eine dauernde Wachsamkeit und Aktivität und gute Zusammenarbeit in der Kommission'.





# De waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland



# 1 Inleiding

De volgende beschouwingen over de waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland zullen in hoofdzaak worden beperkt tot die terreinen, waarop zich in de laatste jaren ingrijpende wijzigingen hebben voltrokken, respectievelijk waarop nog ingrijpende wijzigingen mogen worden verwacht. Dit betreft vooral de aspecten verziltingsbestrijding en watervoorziening, die tevens de kern van de waterhuishoudkundige problematiek van zuidwestelijk Nederland vormen. Het vraagstuk van de afwatering en dat van de waterverontreiniging zullen slechts ter sprake komen voor zover dit bij de bespreking van beide eerstgenoemde aspecten nodig is.

De waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland wordt in sterke mate bepaald door het beeld, dat de benedenrivieren en de overige deltawateren in waterhuishoudkundig opzicht te zien geven. Dit beeld zal ingrijpend veranderen, onder meer als gevolg van de uitvoering van het Deltaplan.

Uitvoerige beschouwingen over de te verwachten veranderingen in de waterhuishoudkundige situatie in zuidwestelijk Nederland treft men aan in het rapport van de Deltacommissie [zie o.a. de daarbij behorende bijdrage IV-4], dat in de jaren 1953-1961 werd samengesteld. Deze beschouwingen vormden een achtergrond voor hetgeen destijds van regeringswege omtrent deze veranderingen werd medegedeeld bij de behandeling van de Deltawet in de Staten-Generaal in de periode 1955-1958.

Het zuidwestelijke deel van Nederland kenmerkt zich evenwel door een grote mate van dynamiek: vele van de voor de waterhuishouding van belang zijnde factoren wijzigen zich nog voortdurend. In de laatste jaren hebben

zich zodanige veranderingen in de waterhuishoudkundige situatie van zuidwestelijk Nederland voltrokken dat het vroeger geschetste toekomstbeeld aanzienlijke correctie behoeft. Ten aanzien van bepaalde aspecten kunnen de te treffen voorzieningen daarbij reeds concreet worden aangegeven; ten aanzien van andere aspecten zal het beleid voorshands nog meer gericht moeten zijn op het open houden van bepaalde mogelijkheden.

In het volgende zal eerst een korte schets worden gegeven van het toekomstbeeld van de waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland zoals dit zich tegen het einde van de vijftiger jaren begon af te tekenen. Daarna zal worden nagegaan welke ontwikkelingen zich sedertdien hebben voorgedaan, respectievelijk in de toekomst nog mogen worden verwacht. Tenslotte zullen de consequenties hiervan worden besproken.

## 2 Het toekomstbeeld van de waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland in de vijftiger jaren

In dit hoofdstuk zal worden weergegeven welke verwachtingen er tegen het einde van de vijftiger jaren bestonden ten aanzien van de betekenis van het Deltaplan voor de waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland en op welke wijze dit plan werd opgezet, teneinde naar de toenmalige inzichten mede de watervoorziening van een belangrijk deel van Nederland ook op lange termijn te verzekeren.

Het Deltaplan [fig. 2.1, zie achterin] beoogt in de eerste plaats een verbetering van de veiligheid van het betrokken gebied en omvat daartoe onder meer de primaire afsluitingswerken in het Haringvliet, het Brouwershavensche Gat, de Oosterschelde en het Veersche Gat. Voorts houdt het plan in: de secundaire afsluitingswerken in het Volkerak, het Grevelingen en de Zandkreek. Met het oog op een verdere verbetering van de waterhuishouding in het gebied van de benedenrivieren werd het bovendien wenselijk geacht ook de Oude Maas bij lage rivierafvoeren te kunnen afsluiten; deze afsluiting zou zodanig dienen te worden uitgevoerd, dat een ongunstige beïnvloeding van de stormvloedstanden op de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas zou worden, c.q. zou kunnen worden voorkomen. Bij de afsluitdammen in het Haringvliet, het Volkerak, het Grevelingen en de Zandkreek, alsmede bij het afsluitwerk in de Oude Maas, zijn schutsluizen geprojecteerd. In de dammen in het Brouwershavensche Gat, de Oosterschelde en het Veersche Gat zijn daarentegen geen schutsluizen voorzien, onder meer met het oog op de belangen van de waterhuishouding. In de dammen in het Volkerak, het Grevelingen en de Zandkreek zijn sluizen geprojecteerd voor waterinlaat, terwijl in de dammen in het Haringvliet,

het Brouwershavensche Gat en de Oosterschelde sluizen voor de waterlozing zijn voorzien. De uitwateringssluizen in de Haringvlietdam zijn van uitzonderlijke afmetingen, in verband met de lozing naar zee van grote hoeveelheden oppervlaktewater bij grote afvoeren van de Rijn en de Maas. Het leek voorts niet ondenkbaar dat bij Bath nog een mogelijkheid van lozing naar de Westerschelde zou moeten worden gemaakt.

De afsluitingswerken in het Volkerak zullen de grensvormen tussen twee groepen van wateren, namelijk die van het noordelijke deltabekken en die van het zuidelijke deltabekken. Het noordelijke deltabekken kan daarbij naar het oosten ongeveer begrensd worden gedacht door een lijn van Krimpen aan de Lek over Werkendam naar Geertruidenberg. Het zuidelijke deltabekken zal door de Grevelingendam en de Zandkreekdam worden onderverdeeld in drie delen, te weten: het Zeeuwse Meer, het Grevelingenbekken en het Veerse Meer.

Het noordelijke en het zuidelijke deltabekken zullen worden gekenmerkt door een verschillend regime. Het noordelijke bekken zal het water van de Lek, de Waal en de Maas en het overtollige water van het aangrenzende gebied ontvangen; voor zover dit water niet zal worden verbruikt, respectievelijk door verdamping verloren zal gaan, zal het naar zee worden afgevoerd, hetzij door de uitwateringssluizen in de Haringvlietdam, hetzij door de open Nieuwe Waterweg. Via de laatstgenoemde benedenrivier zullen de getijbeweging en eventuele verhoogde waterstanden op zee toegang tot het bekken hebben. De waterstanden en de waterbeweging op het noordelijke deltabekken zullen dan ook voortdurend wisselen. In

vergelijking met de bestaande toestand zullen de wisselingen in meerdere of mindere mate gedempt zijn, afhankelijk van de afstand tot de Nieuwe Waterweg.

Het zuidelijke deltabekken zal daarentegen een meer op zichzelf staand geheel vormen met een zomer- en een winterpeil, waarvan alleen onder bijzondere omstandigheden zal behoeven te worden afgeweken. Het bekken zal het overtollige water van het omringende gebied ontvangen en zal overigens van water worden voorzien uit het noordelijke deltabekken via de inlaatsluis in de Volkerakdam. Het overtollige water zal van het bekken worden geloosd via spuisluizen langs de westelijke en zuidelijke rand.

Het in beide bekkens beschikbare water zal onder meer worden benut voor de watervoorziening van het aangrenzende gebied. Derhalve moeten eisen worden gesteld ten aanzien van de waterkwaliteit, waarvoor het zoutgehalte van het water – uitgedrukt in milligram chloride-ion per liter – als een belangrijke indicator kan gelden. Als een algemeen criterium voor de bruikbaarheid van het water voor watervoorzieningsdoeleinden is een chloride-iongehalte van ten hoogste 300 mg/l gehanteerd.

De bekkens zullen worden belast met zout aangevoerd met het water van de grote rivieren en met name van de Rijn, met het zoute uitslagwater van polders, met het zoute kwelwater dat door de ondergrond onder de afsluitdammen naar binnen zal dringen, met het zout dat door diffusie uit het bodemvocht in het water van de bekkens terecht zal komen en tenslotte met het zout dat via de open Nieuwe Waterweg en via de sluisen vanuit de zilte omgeving de bekkens binnen zal dringen.

Wat betreft de kwaliteit van het Rijnwater werd aangenomen dat de maximale chloride-ionbelasting van de Rijn te Lobith niet meer dan 225 kg/sec zou bedragen en het maximale chloride-iongehalte van het Rijnwater te Lobith 250 mg/l, één en ander overeenkomstig de van Nederlandse zijde geuite wensen in de Internationale Commissie voor de Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging.

De zoutbelasting door het uitslagwater van polders zal weliswaar in de loop der tijd verminderen, maar het zal vele decennia duren voordat van een belangrijke vermindering sprake is, terwijl de belasting nooit geheel verdwijnt. De direct op het noordelijke deltabekken afwaterende oppervlakte kan worden gesteld op 178 000 ha, voor het zuidelijke deltabekken op 221 000 ha. Een deel van deze oppervlakten wordt ingenomen door polders met brak uitslagwater. De gemiddelde chloride-ionbelasting door brak uitslagwater werd, voor een tijdstip ongeveer 10 jaar na de voltooiing van de primaire ontzilting van de deltabekken, geschat op 7, resp. 30 kg/sec voor het noordelijke, resp. het zuidelijke deltabekken.

De zoutbelasting door kwel ter plaatse van de afsluitdammen zal van weinig betekenis zijn.

De belasting met zout door diffusie uit het bodemvocht zal

aanvankelijk snel afnemen. Enkele jaren na de ontzilting zal alleen nog voor het zuidelijke deltabekken behoeven te worden gerekend op een belasting van enige betekenis.

De zoutpenetratie door sluisen zou, naar werd aangenomen, door adequate maatregelen grotendeels kunnen worden voorkomen. Voor de verziltingsbestrijding bij de afsluitwerken in de Oude Maas werd daarbij een hoeveelheid zoet water nodig geacht van gemiddeld 50 m<sup>3</sup>/sec, bij de afsluitingswerken in het Haringvliet 30 à 40 m<sup>3</sup>/sec en voor het Kanaal door Walcheren en het Kanaal door Zuid-Beveland tezamen 20 m<sup>3</sup>/sec.

Voor de verziltingsbestrijding op de Nieuwe Maas werd het van belang geacht dat de afvoer van water langs deze benedenrivier niet beneden een zekere waarde zou dalen. Met behulp van de uitwateringssluizen in de Haringvlietdam, de afsluitingswerken in het Volkerak en door middel van de eventuele afsluitingswerken in de Oude Maas zou de verdeling van het opperwater over het noordelijke deltabekken tot op zekere hoogte kunnen worden geregeld. De vermindering van de afvoer van de Lek, als gevolg van de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek, zou daarbij grotendeels kunnen worden gecompenseerd. Als criterium voor de verziltings-toestand op de Nieuwe Maas werd het zoutgehalte bij de hoogwaterstroomkentering bij de Parkhaven te Rotterdam gehanteerd. Op deze plaats bevindt zich het meest oostelijk gelegen punt, waar Delfland rechtstreeks vanuit de rivier water zou kunnen inlaten. Het ontworpen waterverdelingsprogramma leverde het in tabel 2.1 weergegeven resultaat op.

De Hollandsche IJssel, de voornaamste aanvoerweg van zoet water naar midden-west-Nederland, zou bij het ontworpen waterverdelingsprogramma, zowel bij open als afgesloten Oude Maas, zelfs bij de laagste Rijnafvoeren, niet in gevaar komen.

De inlaatmogelijkheden van de Brielsche Maasboezem te Spijkenisse aan de Oude Maas zouden, ook indien deze rivier open zou blijven, belangrijk beter worden dan in de bestaande toestand. Na afsluiting van de Oude Maas aan de benedenmond zou de kwaliteit van het in te laten water hier nagenoeg kunnen overeenstemmen met de kwaliteit van het opperwater.

Het Haringvliet zou na afsluiting in 1 à 2 weken kunnen worden ontzilt. In het oostelijke deel zou de waterkwaliteit dan verder grotendeels overeenkomen met die van het rivierwater. In het meest westelijke deel van het Haringvliet zou het chloride-iongehalte, bij kleine opperwaterafvoeren, wanneer de lozing naar zee tot een minimum wordt beperkt, kunnen oplopen tot 500 à 1000 mg/l. Verder meende men er op te moeten rekenen dat de Haringvlietssluizen in strenge winters enige tijd geopend zouden moeten zijn voor het doorlaten van de getijbeweging ten behoeve van de ijsbestrijding. Het zoutgehalte op het Haringvliet ter plaatse van de inlaatsluis in de Volkerakdam zou daarbij kunnen

Tabel 2.1 Rijnafvoer te Lobith, waarbij volgens het rapport van de Deltacommissie bij de Parkhaven op de Nieuwe Maas bij de hoogwaterstroomkentering een chloride-iongehalte van 300 mg/l wordt bereikt; zomerhalfjaar

	Bestaande toestand	Na uitvoering Deltaplan en Rijnkanalisatie	
		Oude Maas open	Oude Maas afgesloten
<b>i. Zonder inlaat van water op het zuidelijke deltabekken</b>			
Rijnafvoer, m <sup>3</sup> /sec	1995	1495	1160
Afvoer Waterweg, m <sup>3</sup> /sec	870	1165	815
Gem. overschrijdingsfrequentie, dagen/zomerhalfjaar	96	38	12
Gem. wateronttrekking aan de rivieren en het noordelijke deltabekken [incl. doorspoeling], m <sup>3</sup> /sec	–	130	180
<b>ii. Met inlaat van water op het zuidelijke deltabekken</b>			
Rijnafvoer, m <sup>3</sup> /sec	1995	1635	1365
Afvoer Waterweg, m <sup>3</sup> /sec	870	1095	785
Gem. overschrijdingsfrequentie, dagen/zomerhalfjaar	96	52	27
Gem. wateronttrekking aan de rivieren en het noordelijke deltabekken [incl. doorspoeling], m <sup>3</sup> /sec	–	360	410

oplopen, zodat in een dergelijke periode geen water op het Zeeuwse Meer zou kunnen worden ingelaten. Na de ijsperiode zou het binnengedrongen zout evenwel binnen 1 à 2 weken weer kunnen zijn afgevoerd. De primaire ontzilting van het zuidelijke deltabekken zou in 2 à 3 jaar kunnen zijn voltooid. Het gemiddelde chloride-iongehalte zou dan verder onder gemiddelde omstandigheden ruimschoots beneden 300 mg/l kunnen blijven. De laagste zoutgehalten mogen normaal in het zomerhalfjaar worden verwacht, wanneer de waterbehoefte het grootst is. Alleen in de winter en het voorjaar, volgende op een periode met kleine oppervlaktewaterafvoeren, zou het gemiddelde chloride-iongehalte kunnen oplopen tot 400 à 500 mg/l. Eén van de oorzaken hiervan is dat bij de in tabel 2.1 aangegeven Rijnafvoeren, dalende van 1635 tot 1495, resp. 1365 tot 1160 m<sup>3</sup>/sec, de waterinlaat op het zuidelijke deltabekken geleidelijk zou worden verminderd en uiteindelijk geheel stopgezet, in verband met de verziltingsbestrijding op de Nieuwe Maas. Het zuidelijke deltabekken zou dan op zijn watervoorraad moeten teren. De doorspoeling zou worden gestaakt, maar de verziltingsbestrijding op de kanalen door Walcheren en Zuid-Beveland voortgezet. Wanneer een hoogste zomerpeil van N.A.P. + 0,50 m wordt

aangenomen, zou het peil in de nazomer van jaren met kleine oppervlaktewaterafvoeren – zoals b.v. 1947 en 1949 – kunnen dalen tot N.A.P. – 1,00 m. Als een normaal winterpeil zou kunnen gelden N.A.P. of iets lager. Het aflaten van water op het Zeeuwse Meer, ter verlaging van – meestal in het winterseizoen optredende – hoge waterstanden op het noordelijke deltabekken, werd niet uitgesloten geacht; in dit geval zou een waterstandsverhoging van 0,50 m boven het normale winterpeil voor het grootste deel van het Zeeuwse Meer als een zeer zeldzame gebeurtenis van betrekkelijke korte duur zijn te beschouwen. Een gebied van 206 000 ha zou direct zijn aangewezen op het noordelijke deltabekken voor de watervoorziening ten behoeve van de wateraanvulling en de waterversing. Voor het zuidelijke deltabekken zou dit 171 000 ha zijn. Voor beide bekkens werd gerekend met een bescheiden wateronttrekking ten behoeve van de watervoorziening van de bevolking en de industrie. Dit was in grote trekken het toekomstbeeld van de waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland, zoals dit zich tegen het eind van de vijftiger jaren begon af te tekenen.



### 3 Recente ontwikkelingen, die van invloed zijn op de waterhuishoudkundige situatie van zuidwestelijk Nederland

In dit hoofdstuk past in de eerste plaats een korte beschouwing over een in de afgelopen jaren ontwikkelde methode ter bepaling van de invloed van een aantal belangrijke factoren op het verziltingsverschijnsel in waterlopen.

Bij de in de bijdrage IV-4 van het rapport van de Delta-commissie weergegeven beschouwingen, inzake de verziltingsbestrijding op de benedenrivieren, is uitgegaan van het voor de vijftiger jaren voor een aantal plaatsen uit waarnemingen afgeleide gemiddelde verband tussen de afvoer van opperwater en het zoutgehalte ter plaatse, voor zover dit laatste althans door de verziltende invloed van de zee wordt bepaald. Dit verband is gekarakteriseerd door de zgn. decimeringsafvoer, zijnde de toeneming van de afvoer van opperwater die nodig is om in een bepaalde dwarsdoorsnede van de rivier het zoutgehalte tot 1/10 van de oorspronkelijke waarde te doen dalen.

In zoverre bepaalde waterstaatkundige ingrepen alleen de verdeling van het opperwater over het stelsel van benedenrivieren wijzigen, kan door middel van het bedoelde verband de invloed van deze wijziging worden nagegaan. De uitvoering van het Deltaplan, evenals de uitvoering van bepaalde andere waterstaatkundige werken, zal evenwel niet alleen de verdeling van het opperwater beïnvloeden, maar ook nog enkele andere voor de verziltingstoestand belangrijke factoren, waaronder de verdieping van het stroomvoerend dwarsprofiel intussen een van de belangrijkste is gebleken. Daardoor zal ook de decimeringsafvoer veranderen. Het onderzoek naar de verandering van de decimeringsafvoer verkeerde destijds evenwel nog in het beginstadium, zodat voor de bepaling van het, na uitvoering van het Deltaplan

en bij het in de eerder genoemde bijdrage IV-4 ontwikkelde waterverdelingsprogramma, optredende verloop van de decimeringsafvoer dan ook gebruik moest worden gemaakt van een zeer globale benaderingswijze. De overheersende invloed van de nadien opgetreden, aanzienlijke verdieping van de Rotterdamsche Waterweg kon in deze globale benaderingswijze niet tot uiting worden gebracht.

De kennis van het verziltingsverschijnsel in zowel kanalen als getijwateren is nadien evenwel toegenomen. De vele gegevens, die in de loop van de zestiger jaren ter beschikking kwamen met betrekking tot de, tegelijk met de verdieping van de Rotterdamsche Waterweg en andere waterstaatkundige ingrepen, opgetreden toeneming van de verzilting van de benedenrivieren, leverden een goede basis voor een hernieuwde aanpak van het onderzoek naar de invloed van de belangrijkste factoren, die bepalend zijn voor het verziltingsverschijnsel op de benedenrivieren. Dit onderzoek wordt thans langs theoretisch-experimentele, zowel als langs empirische weg nog voortgezet. Het laatstgenoemde onderzoek is het verst gevorderd en resulteerde in de volgende empirische formule:

$$\frac{\Delta c}{\Delta x} = \frac{v}{d^3} \cdot f(c)$$

hierin is:  $c$  = het chloride-iongehalte ter plaatse  $x$ , gemiddeld over de diepte, bij de laagwaterstroomkentering; in mg/l;

$\Delta c$  = het verschil in chloride-iongehalte ter plaatse  $x$  en  $x + \Delta x$ , gemiddeld over de diepte, bij de laagwaterstroomkentering; in mg/l;



- $v$  = de gemiddelde ebsnelheid, berekend als het ebvolume gedeeld door de natte doorsnede bij gemiddelde tijstand en de getijperiode  $\tau = 44\ 800$  sec; in m/sec;
- $d$  = de maximale waterdiepte, gemiddeld over het traject  $\Delta x$ , bij een gemiddelde tijstand; in m;
- $f(c)$  = een grootheid, waarvan de waarde afhangt van het chloride-iongehalte  $c$ .

In deze formule komt de grote invloed van de waterdiepte op de verzilting duidelijk tot uitdrukking. Een kleine toeneming van de diepte heeft een relatief grote afneming tot gevolg van de zoutgradiënt  $\Delta c / \Delta x$  [ofwel de afneming  $\Delta c$  van het chloride-iongehalte over een afstand  $\Delta x$  in de stroomrichting gemeten], hetgeen betekent een verder landinwaarts doordringen van de verzilting. De waarde van de in de formule vermelde grootheid  $f(c)$  is nagenoeg constant tussen  $c = 5000$  en  $c = 10\ 000$  mg/l; voor kleinere waarden dan  $c = 5000$  mg/l en voor grotere waarden dan  $c = 10\ 000$  mg/l neemt de waarde van  $f(c)$  in toenemende mate af en bereikt bij  $c = 0$  en  $c = 19\ 000$  mg/l de waarde nul. Een toeneming van de oppervlaktewaterafvoer heeft als regel slechts een geringe toeneming van de gemiddelde ebsnelheid  $v$  tot gevolg en heeft volgens de formule een minder grote invloed op de waarde van de zoutgradiënt in de lengterichting van de stroomgeul dan men geneigd is te denken.

De oppervlaktewaterafvoer is daarentegen wel degelijk van grote invloed op de randvoorwaarde van het verziltingsverschijnsel die voor de toepassing van de formule bekend moet zijn. Deze randvoorwaarde, in de vorm van een relatie tussen het zoutgehalte bij de laagwaterstroomkentering en de verhouding van de oppervlaktewaterafvoer en het vloedvolume, dient bij voorkeur zo dicht mogelijk bij de mond van de getijrivier te worden bepaald. Voor de mond van de Nieuwe Waterweg blijkt een duidelijke en vaste relatie te bestaan tussen het zoutgehalte bij de laagwaterstroomkentering en de verhouding van de oppervlaktewaterafvoer en het vloedvolume; blijkens de resultaten van metingen heeft deze relatie in de verschillende fasen van het bestaan van de rivier nauwelijks veranderingen ondergaan. Door havenuitbreiding en verdieping van de rivier neemt het vloedvolume toe, zodat de verhouding oppervlaktewaterafvoer : vloedvolume afneemt. Hierdoor neemt het zoutgehalte in de mond van de rivier, behorende bij een bepaalde oppervlaktewaterafvoer, toe. Daarnaast neemt de zoutgradiënt af, als gevolg van de grotere diepte, zodat de verzilting bij de veronderstelde veranderingen veel verder landinwaarts voelbaar zal worden.

Een globale indruk van de verziltingstoestand bij de hoogwaterstroomkentering kan worden verkregen door de voor de laagwaterstroomkentering bepaalde zoutverdeling

op te schuiven over een afstand gelijk aan de weg, die een waterdeeltje gemiddeld over de vloed aflegt.

De beschreven formule kan ook worden toegepast voor de berekening van de na de doorspoeling optredende evenwichtstoestand bij de verzilting op scheepvaartkanalen. Voor de gemiddelde ebsnelheid  $v$  moet dan worden ingevuld de over de getijperiode gemiddelde snelheid van het doorspoelingswater. Bij kanalen hangt de te benutten randvoorwaarde nauw samen met het zoutbezwaar van de schutsluizen bij verschillende capaciteit van doorspoelen.

De geschetste methode maakt het mogelijk om, uitgaande van een bekende randvoorwaarde en met gegevens inzake de diepteligging en de waterbeweging, prognoses te doen voor de verziltingstoestand op getijrivieren en op kanalen, onder omstandigheden die sterk afwijken van de bestaande.

In het zuidwesten van ons land hebben zich sedert het einde van de vijftiger jaren belangrijke ontwikkelingen voorgedaan die van grote invloed zijn op de waterhuishoudkundige situatie. Dit betreft vooral de ontwikkelingen, die verband houden met de sterke groei van de zeehavenfunctie van Rotterdam en de ontwikkelingen langs de zuidelijke rand van het deltagebied.

Het havenareaal langs de Rotterdamsche Waterweg is in deze periode uitgebreid [Europoort, Botlekhavens, Eemhaven] en de vaarweg naar deze havens is dieper geworden. Ook de diepte van de vaarweg naar Dordrecht over de Oude Maas is in deze periode toegenomen.

Door de aanleg of uitbreiding van een haven vermeerderd het getijvolume op het traject van de rivier tussen de mond en de betreffende haven. De rivier past zich bij deze verandering aan door een profielsverruiming, die bij een vaste breedte neerkomt op een verdieping van het rivierbed. Na de verdieping zijn de gemiddelde stroomsnelheden bij de nieuwe evenwichtstoestand dan weer ongeveer gelijk aan de oorspronkelijke waarden.

Naast de diepteverandering als gevolg van havenaanleg en kunstmatige verbetering van de vaarweg heeft de kunstmatige verdieping van de mond van de Nieuwe Waterweg ten behoeve van de bereikbaarheid van Europoort voor zeeschepen met grote diepgang een belangrijke invloed gehad. De verdieping van de mond heeft een proces van terugschrijdende erosie tot gevolg gehad, waardoor de rivier in betrekkelijk korte tijd over een aanzienlijke lengte landinwaarts is verdiept.

Als gevolg van al deze invloeden tezamen is de diepte van de Nieuwe Waterweg over het traject van Hoek van Holland tot Maassluis in de periode van 1958 tot 1964 met gemiddeld 2 meter toegenomen. Nadien is deze ontwikkeling nog verder voortgeschreden.

Gezien het vorenstaande behoeft het geen verwondering

te wekken dat de verzilting van het water op de Nieuwe Waterweg, de Nieuwe Maas en de Oude Maas de laatste jaren zeer sterk is toegenomen. Het op basis van de waterstaatkundige toestand in de vijftiger jaren voor diverse plaatsen langs de benedenrivieren afgeleide verband tussen het zoutgehalte bij de hoogwater- en de laagwaterstroomkentering en de afvoer van oppervlaktewater geldt dan ook bij lange na niet meer. In hoofdstuk 4 wordt hierop nader ingegaan.

In 1963 werd tussen België en Nederland overeenstemming bereikt over de aanleg van een nieuwe Schelde-Rijnverbinding. De mogelijkheid van de aanleg van een zijkanaal naar de Westerschelde bij Bath, dat ten zuiden van de nabij het voormalige Kreekrak geprojecteerde binnenvaartsluizen zou aansluiten, is daarbij opengelaten. Teneinde het Zeeuwse Meer voor zoutbezwaar te vrijwaren zullen bij de Kreekraksluizen de nodige voorzieningen voor een doeltreffende verziltingsbestrijding worden getroffen. In dit verband moet worden gerekend op een verbruik van zoet water van 20 à 30 m<sup>3</sup>/sec.

Voorts zijn plannen voor de aanleg van een zeehavencomplex in het oostelijke deel van de Oosterschelde ontwikkeld.

In 1964 verscheen het rapport van de Werkgroep Ontwikkeling Westerscheldebekken, waarin de aanleg wordt aanbevolen van een ruim 4900 ha groot havencomplex in het oostelijke deel van de Oosterschelde dat via een zeevaartkanaal met een zeevaartsuis vanuit de Westerschelde bereikbaar zal zijn. Volgens het in het rapport beschreven voorontwerp van dit zgn. Reimerswaalplan zal het complex door een ringdijk worden afgescheiden van de Oosterschelde, zij het dat met de mogelijke bouw van een binnenscheepvaartsluis, toegang gevende tot het Zeeuwse Meer, rekening wordt gehouden. De bij deze achterwaartse verbinding toe te passen verziltingsbestrijding zal mogelijk tot een verder verbruik van zoet water leiden. De bedoelde verbinding is in het rapport niet zozeer gezien als onderdeel van een doorgaande binnenscheepvaartweg tussen de Ooster- en de Westerschelde, maar vooral als een achterwaartse verbinding van het zeehavencomplex; in deze gedachtengang zou met het handhaven van het Kanaal door Zuid-Beveland als doorgaande binnenscheepvaartweg moeten worden gerekend. Overigens zij opgemerkt dat – zoals de Zeehavennota reeds vermeldt – het voorontwerp van het Reimerswaalplan niet te zeer als een star gegeven dient te worden beschouwd.

Meer naar het westen bevindt zich het Sloehavengebied [Vlissingen-oost] lang de noordelijke oever van de Westerschelde in volle ontwikkeling. Het is mogelijk dat een deel van het zeehavenareaal hier slechts via een zeevaartsuis toegankelijk zal zijn te maken. In de binnenscheepvaartverbinding met het achterland voorzien voorshands nog de kanalen door Walcheren en Zuid-Beveland,

maar het moet geenszins uitgesloten worden geacht, dat te zijner tijd een aanvullende of vervangende vaarweg zal moeten worden gerealiseerd. Ook de bij een dergelijke achterwaartse verbinding toe te passen verziltingsbestrijding zal verbruik van zoet water met zich brengen.

Als gevolg van genoemde ontwikkelingen zullen de voor de verziltingsbestrijding langs de zuidelijke rand van het zuidelijke deltabekken te onttrekken hoeveelheden water veel groter zijn dan door de Deltacommissie is verondersteld. Derhalve zal ook in perioden met kleine oppervlaktewaterafvoeren de voeding van het zuidelijke deltabekken vanuit het noordelijke deltabekken moeten worden voortgezet, zodat in dergelijke perioden minder water beschikbaar zal zijn voor de verziltingsbestrijding op onder meer de Nieuwe Maas dan vroeger is verondersteld. Deze tendens wordt nog enigszins versterkt doordat het zuidelijke deltabekken door een eventuele afscheiding van zeehavengebieden in mindere mate zal kunnen fungeren als waterreservoir dan vroeger is aangenomen. In dit verband kan bovendien nog worden vermeld dat een beperking van de peilvariatie op het zuidelijke deltabekken van belang is met het oog op de inrichting, respectievelijk het gebruik van dit bekken voor andere doeleinden. In hoofdstuk 5 zal hierop nader worden ingegaan.

In aansluiting op het vorenstaande kan nog worden vermeld dat de inzichten met betrekking tot de ijsbestrijding op het noordelijke deltabekken inmiddels zodanig zijn gewijzigd dat er thans niet meer aan wordt gedacht, om tijdens perioden met strenge vorst en zware ijsbezetting op de rivieren, de Haringvlietsluizen zowel tijdens eb als vloed geheel geopend te houden. Het blijkt namelijk dat op het brede Haringvliet de door het spuien opengekomen vakken snel zouden bevriezen, zodat slechts grote hoeveelheden ijs zouden worden geproduceerd, terwijl de ijsafvoer van de bovenrivieren nauwelijks zou worden bevorderd. Wel zal bij invallende dooi met de sluizen over laagwater veel ijs kunnen worden gespuid.

Een gevolg hiervan is dat de waterinlaat bij de Volkerakdam niet meer zal behoeven te worden onderbroken, zoals bij de vroeger voorgestane wijze van ijsbestrijding, met het oog op de te verwachten verzilting van het in te laten water, nodig zou zijn geweest.

Een ander gevolg is dat er thans van wordt uitgegaan dat de Beneden-Merwede en de Oude Maas een grotere rol zullen moeten spelen bij de afvoer van het ijs van de Waal dan vroeger is verondersteld. Dit laatste vereist dan uiteraard een open rivier en zo weinig mogelijk obstakels op de weg van het ijs.

Wat betreft de zoutafvoer van de Rijn moet worden geconstateerd dat de indertijd door de Deltacommissie gehanteerde waarde inmiddels reeds ver is overschreden.

Een analyse van de gegevens uit de jaren 1963-1966 toont aan dat deze zoutafvoer thans in sterkere mate dan vroeger toeneemt met de Rijnafvoer. De totale chloride-ionafvoer blijkt bij een gemiddelde Rijnafvoer van 2000 m<sup>3</sup>/sec thans reeds gemiddeld 330 kg/sec te bedragen. Hoewel de hoop bestaat dat de Rijn binnen afzienbare tijd bevrijd kan worden van althans een deel van de zoutbelasting, die van de kalimijnen afkomstig is, zal men bij de beschouwingen over de ten behoeve van de waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland te treffen voorzieningen in eerste instantie veiligheidshalve wel moeten uitgaan van een hogere waarde van de zoutbelasting van de Rijn dan destijds is aangenomen.

Naarmate het zoutgehalte van het rivierwater hoger is, zal voor de verziltingsbestrijding meer water nodig zijn om bepaalde grenswaarden van het zoutgehalte te kunnen handhaven. Derhalve zal voor dit doel meer water nodig zijn dan destijds is verondersteld. Ook de verwachtingen ten aanzien van het waterverbruik in de landbouw zijn thans anders. Dit houdt verband met andere verwachtingen ten aanzien van het agrarisch grondgebruik en de oppervlakte, die voor wateraanvulling in aanmerking komt. Voor de watervoorziening van de bevolking en de industrie is bovendien meer water nodig dan destijds is verondersteld. Op deze aspecten zal in de hoofdstukken 4 en 5 nader worden ingegaan.

Het zijn hoofdzakelijk deze ontwikkelingen geweest die in eerste instantie de overtuiging hebben doen groeien dat het toekomstbeeld van de waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland, zoals dit onder meer tot uiting komt in het rapport van de Deltacommissie, op een aantal punten ingrijpend diende te worden herzien. Latere ontwikkelingen en toekomstverwachtingen ten aanzien van de ontwikkeling van het deltagebied hebben deze overtuiging nog versterkt. In de navolgende hoofdstukken zal hierop nader worden ingegaan.

## 4 De waterhuishouding van het noordelijke deltabekken

### 4.1 DE VERZILTING SAMENHANGENDE MET DE SCHEEPVAART

Als gevolg van de in hoofdstuk 3 vermelde ontwikkelingen in het gebied van de Rotterdamsche Waterweg is het zoutgehalte van het water bij de Parkhaven tijdens de hoogwaterstroomkentering sterk toegenomen. Reeds in het begin van de zestiger jaren bleek het zelfs bij middelbare rivierafvoeren niet meer mogelijk zoet water door de Parksluizen in te laten. Nog eerder, namelijk aan het eind van de veertiger jaren, had het Hoogheemraadschap Delfland zich genoodzaakt gezien het inlaten van water door de Parksluizen gedurende perioden met kleine Rijnafvoer te stoppen. Maatregelen werden toen genomen, bestaande uit het aanbrengen van een inmalingsinstallatie voor de stroomduikers onder het gemaal van Rijnland te Gouda aan de Hollandsche IJssel en door het stichten van een gemaal te Leidschendam, met een capaciteit van ongeveer  $9 \text{ m}^3/\text{sec}$ , voor het opmalen naar Delflands boezem van zoet water, aangevoerd door de boezemwateren van Rijnland. Van deze als hulpvoorziening bedoelde oplossing is in de loop der jaren door de voortdurende toeneming van de verzilting op de Nieuwe Maas meer als regel dan bij uitzondering gebruik gemaakt.

De toeneming van de verzilting heeft zich ook op verder rivieropwaarts gelegen plaatsen doen gevoelen. Dit blijkt uit de regelmatig waargenomen zoutgehalten bij het inlaatpunt van het waterleidingbedrijf van Rotterdam aan de Honingerdijk en nabij de mond van de Hollandsche IJssel. Gedurende de vijftiger jaren zijn op deze plaatsen nooit

moeilijkheden door de verzilting ondervonden. In januari 1963 drong de zeeinvloed tot ver voorbij de Hollandsche IJssel door, als gevolg van een uitzonderlijke combinatie van een door ijsbezetting tijdelijk sterk verminderde oppervlaktewaterafvoer [Rijnafvoer te Lobith  $665 \text{ m}^3/\text{sec}$ ] en bijzondere meteorologische omstandigheden. Dergelijke kleine afvoeren zijn sindsdien niet meer voorgekomen. In augustus 1964 benaderde het zoutgehalte op de Nieuwe Maas bij de mond van de Hollandsche IJssel opnieuw een kritieke waarde. De afvoer van de Rijn bedroeg toen minimaal  $825 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Gedurende de jaren 1965, 1966 en 1967 zijn geen Rijnafvoeren beneden respectievelijk  $1245$ ,  $1215$  en  $1430 \text{ m}^3/\text{sec}$  voorgekomen en hebben zich geen moeilijkheden voorgedaan. Bij verdere verdieping van de Rotterdamsche Waterweg zouden de moeilijkheden echter niet beperkt blijven tot perioden met lage rivierafvoeren, maar zou de Hollandsche IJssel als belangrijke aanvoerweg van zoet water naar midden-west-Nederland ook bij grotere rivierafvoeren verzilten.

Ook op de Oude Maas is de verzilting steeds toegenomen. Hierdoor is het in toenemende mate moeilijker geworden om nabij Spijkenisse voldoende zoet water in te laten voor de watervoorziening van de Brielsche Maasboezem. Ondanks het installeren van een gemaal, met een capaciteit van  $5 \text{ m}^3/\text{sec}$ , voor het onttrekken van water aan de Oude Maas gedurende de ebperioden, waarin het zoutgehalte van de rivier het laagste is, schommelde het chloride-ionengehalte van de Brielsche Maasboezem tot dusver gewoonlijk tussen  $250$  en  $500 \text{ mg/l}$ , terwijl het bij kleine Rijnafvoeren tot nog hogere waarden opliep. De scheiding van de Brielsche Maasboezem en het laterale Hartelkanaal

heeft op zichzelf weliswaar een gunstige invloed gehad op het zoutgehalte van de Brielsche Maasboezem, maar toch niet voldoende om de invloed van de toeneming van het zoutgehalte op de Oude Maas te compenseren.

Met behulp van de in hoofdstuk 3 besproken methode is nu nagegaan welke invloed de thans in uitvoering zijnde werken van de Rijnkanalisatie en de afsluitingen van het Volkerak en het Haringvliet naar verwachting op de verziltingstoestand op de benedenrivieren zullen hebben. Bij het vergelijken van de toestand vóór en ná de uitvoering van deze werken is van eenzelfde diepteligging van de benedenrivieren uitgegaan, te weten die van de eerste helft van de zestiger jaren. De voor de toekomst te verwachten grotere onttrekking van water aan het noordelijke deltabekken en aansluitende rivieren is daarbij in rekening gebracht; bij deze vergelijkende berekeningen en bij de beschouwde lage Rijnafoeren is deze onttrekking gesteld op 230 m<sup>3</sup>/sec.

De berekeningen tonen aan dat de tegengestelde invloeden van de hiervoor genoemde werken en de invloed van de grotere wateronttrekking, bij Rijnafoeren groter dan ca. 1000 m<sup>3</sup>/sec, tezamen genomen gunstig zullen zijn voor de verziltingstoestand op de Nieuwe Maas en wel des te gunstiger naarmate de opperwaterafvoer toeneemt.

Bij Rijnafoeren kleiner dan 1000 m<sup>3</sup>/sec blijkt het saldo als gevolg van de veronderstelde grotere toekomstige wateronttrekking nadelig te zijn. Op de Oude Maas evenwel zal de verziltingstoestand onder nagenoeg alle omstandigheden verbeteren.

Omdat ook onder de toekomstige omstandigheden bij de Parkhaven de zoutgehalten hoog zullen zijn, heeft het weinig zin deze gehalten nog als maat voor de graad van verzilting op de Nieuwe Maas te blijven hanteren. Derhalve zal als nieuwe graadmeter de verziltingstoestand op de Nieuwe Maas bij de mond van de Hollandsche IJssel worden ingevoerd. Daar uit waarnemingen blijkt dat de Hollandsche IJssel als aanvoerweg van zoet water naar midden-west-Nederland in gevaar komt wanneer het gemiddelde chloride-iongehalte op de Nieuwe Maas bij de mond van de Hollandsche IJssel bij de laagwaterstroombekkering, voor zover veroorzaakt door de verziltende invloed van de zee, een waarde van 400 mg/l overschrijdt, zal deze waarde verder als criterium worden aangehouden.

Een tweede serie berekeningen is uitgevoerd, waarbij voor de vergelijking van de toestand vóór en ná uitvoering van de Rijnkanalisatie en de Deltawerken is uitgegaan van de veronderstelling dat, als gevolg van verdere verdieping van de mond van de Nieuwe Waterweg, het gedeelte rivier tussen Hoek van Holland en Maassluis

Tabel 2.2 Grensafvoeren van de Rijn te Lobith met hun onderschrijdingsduur

Situatie	Rijnafoer m <sup>3</sup> /sec	Onderschrijdingsduur in dagen per gemiddeld jaar
Zonder Rijnkanalisatie en Deltawerken	ca. 1500	97
Met Rijnkanalisatie en Deltawerken, met open Oude Maas	ca. 1350	71
Idem, maar met afgesloten Oude Maas	ca. 1200	46

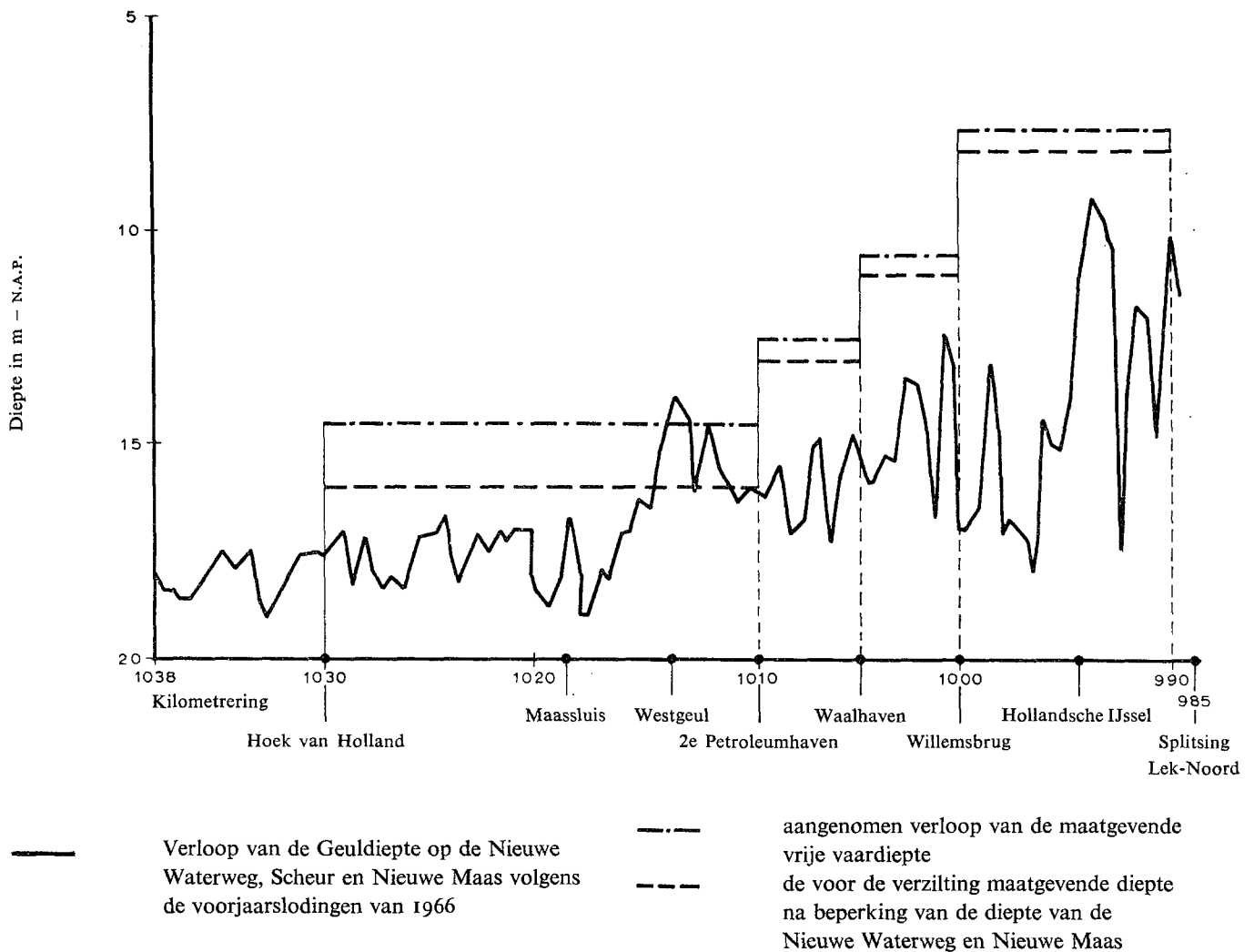
tussen 1966 en 1970 geleidelijk nog eens een verdieping zal ondergaan van dezelfde orde van grootte als tussen 1958 en 1964, namelijk van ongeveer 2 m. Dit zou waarschijnlijk het geval zijn indien de bodem van de Nieuwe Waterweg niet tegen verdere erosie zou worden beschermd. Deze berekeningen leidden tot de in tabel 2.2 vermelde afvoeren van de Rijn te Lobith beneden welke de Hollandsche IJssel als aanvoerweg van zoet water in gevaar komt. De toestand van de benedenrivieren is daarbij zodanig aangenomen als kon worden verwacht indien niet tot ophoging en/of vastlegging van de bodem van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas zou worden overgegaan, inclusief de invloed van de 'oliegeul'.

Uit deze tweede serie berekeningen blijkt bovendien dat, bij kleinere opperwaterafvoeren dan de in tabel 2.2 genoemde, de zeeinvloed niet beperkt zou blijven tot de omgeving van de Hollandsche IJssel, maar zelfs bij de laagwaterstroombekkering tot voorbij de mond van de Lek en de Noord zou doordringen [zie fig. 2.3]. Tijdens de vloedperiode zou de verzilting zich tot voorbij het rivierenknooppunt bij Dordrecht doen gelden en in de daarop volgende ebperiode de Oude Maas van bovenaf verzilten. Een kleinere wateronttrekking aan de rivieren dan de veronderstelde 230 m<sup>3</sup>/sec zou dit verschijnsel niet in betekende mate beïnvloeden. Door een nog verder gaande verdieping van de Nieuwe Waterweg zou op deze wijze ook het Haringvlietbekken en daarmee het gehele zuidelijke deltabekken met verzilting in de rug worden bedreigd. Het behoeft geen nader betoog dat deze laatste situatie met alle mogelijke middelen dient te worden voorkomen.

De Deltacommissie heeft, zoals in hoofdstuk 2 is gereleveerd, met het oog op een betere bestrijding van de verzilting op de Nieuwe Maas voorgesteld de Oude Maas van een beweegbare kering te voorzien om bij Rijnafoeren, die voor de verziltingstoestand op de Nieuwe Maas kritiek



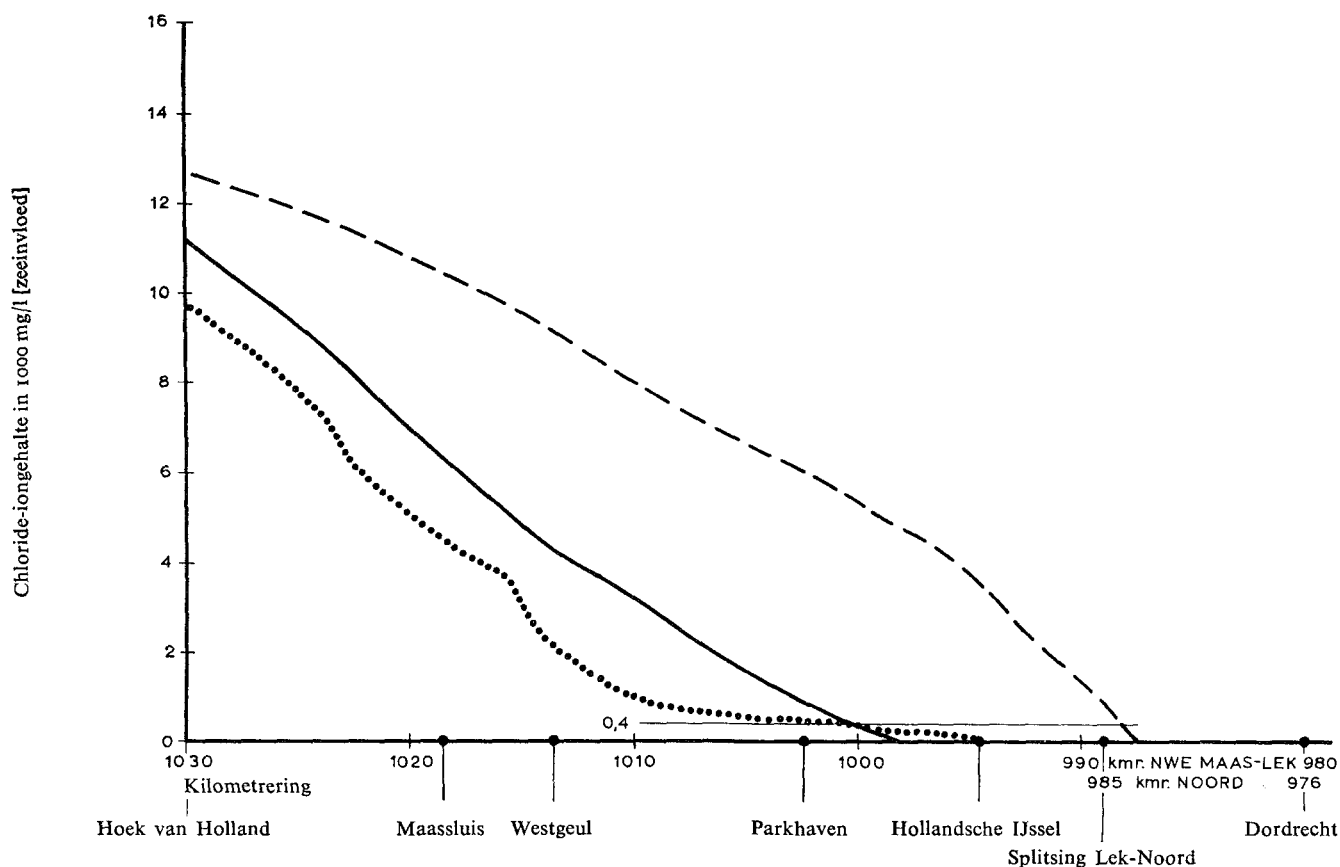
Fig. 2.2 Verloop van de geuldiepte



worden, de verdeling van het rivierwater over de benedenrivieren ten gunste van de Nieuwe Maas te kunnen wijzigen. Uit de in tabel 2.2 vermelde gegevens blijkt echter dat het effect van het afsluiten van de Oude Maas onder de geschetste onderstellingen - waaronder de voortschrijdende erosie van de bodem van de Rotterdamsche Waterweg - relatief gering is. De Rijnafvoer, die de situatie nog juist aanvaardbaar doet zijn, wordt teruggebracht van 1350 m<sup>3</sup>/sec tot 1200 m<sup>3</sup>/sec. Laatstgenoemde afvoer wordt nog gemiddeld 46 dagen per jaar onderschreden en in droge jaren uiteraard nog veel langer. Afsluiten van de Oude Maas draagt derhalve in de genoemde situatie niet wezenlijk bij tot de oplossing van het probleem van de bestrijding van de verzilting van de Hollandsche IJssel; ook het opdringen van de verzilting via de Noord tot Dordrecht bij lage Rijnafvoeren kan er niet door worden gestuit.

Het geringe effect van de afsluiting van de Oude Maas is mede het gevolg van de omstandigheid, dat in verband met het sterk toenemende binnenscheepvaartverkeer op de Oude Maas voor de bestrijding van de verzilting als gevolg van het schutbedrijf met de vereiste sluisen tenminste 100 m<sup>3</sup>/sec zoet water nodig zou zijn, hetgeen minstens het dubbele is van de hoeveelheid, die destijds werd aangenomen. De thans vereiste hoeveelheid water komt voorts overeen met 25% van de oppervlaktewaterafvoer langs een open Oude Maas bij een Rijnafvoer van 1350 m<sup>3</sup>/sec, toenemende tot niet minder dan ca. 70% bij een Rijnafvoer van 620 m<sup>3</sup>/sec, zijnde de laagste ooit waargenomen afvoer. Daarbij zij nog aangetekend dat het ondanks de bestrijdingsmaatregelen nog resterende zoutbezwaar van de schutsluisen zich nog tamelijk ver stroomopwaarts zou doen gevoelen.

Fig. 2.3a Verloop van het gemiddelde chloride-iongehalte bij laagwaterstroomkentering en een Rijnafvoer van 1000 m<sup>3</sup>/sec



De krommen zijn gebaseerd op de volgende profielsverlopen van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas:

- ..... zoals in de eerste helft van de 50-er jaren
- zoals in de tweede helft van de 60-er jaren kon worden verwacht zonder dieptebeperking [incl. invloed 'oliegeul']
- na beperking van de diepte op de Nieuwe Waterweg en Nieuwe Maas [incl. invloed 'oliegeul']

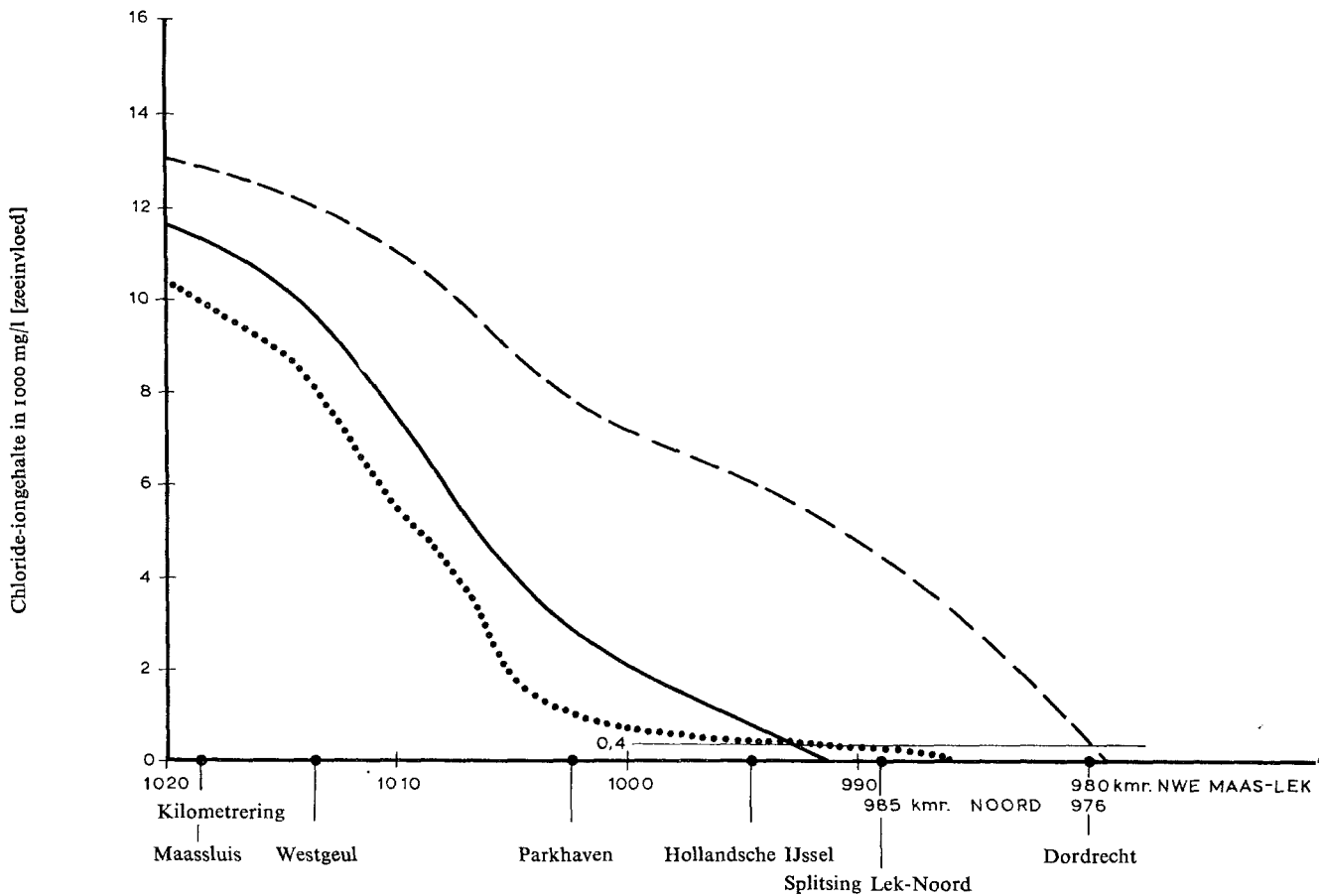
Verloop van het gemiddelde chloride-iongehalte [zeeinvloed] in de as van de Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Noord bij l.w.-stroomkentering en een Rijnafvoer van 1000 m<sup>3</sup>/sec; toestand na uitvoering van Rijnkanalisatie en afsluitingen Volkerak en Haringvliet bij diverse profielsverlopen op de Nieuwe Waterweg en Nieuwe Maas; incl. rivierwater-onttrekkingen [resp. voeding Zeeuwse Meer] van 230 m<sup>3</sup>/sec

Men zou zich kunnen afvragen of het afsluiten van de Oude Maas dan wellicht een wezenlijke additionele verbetering zou kunnen betekenen bij andere, meer effectieve en binnenkort in uitvoering komende maatregelen ter bestrijding van een ontoelaatbare verzilting van de benedenrivieren, namelijk plaatselijke verondieping, respectievelijk vastlegging van de bodem van de Nieuwe Maas en

de Nieuwe Waterweg. Door deze laatste maatregelen wordt, zoals uit de voorgaande beschouwingen blijkt, het kwaad van de verzilting in de wortel aangetast. Lettende op de belangen van zowel de waterhuishouding als de scheepvaart is de in figuur 2.2 weergegeven bodemlijn vastgesteld. Uitgaande van de in deze figuur aangegeven diepteligging van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas



Fig. 2.3b Verloop van het gemiddelde chloride-iongehalte bij *hoogwaterstroomkentering* en een Rijnaflow van 1000 m<sup>3</sup>/sec



De krommen zijn gebaseerd op de volgende profielsverlopen van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas:

- ..... zoals in de eerste helft van de 50-er jaren
- zoals in de tweede helft van de 60-er jaren kon worden verwacht zonder dieptebeperking [incl. invloed 'oliegeul']
- na beperking van de diepte op de Nieuwe Waterweg en Nieuwe Maas [incl. invloed 'oliegeul']

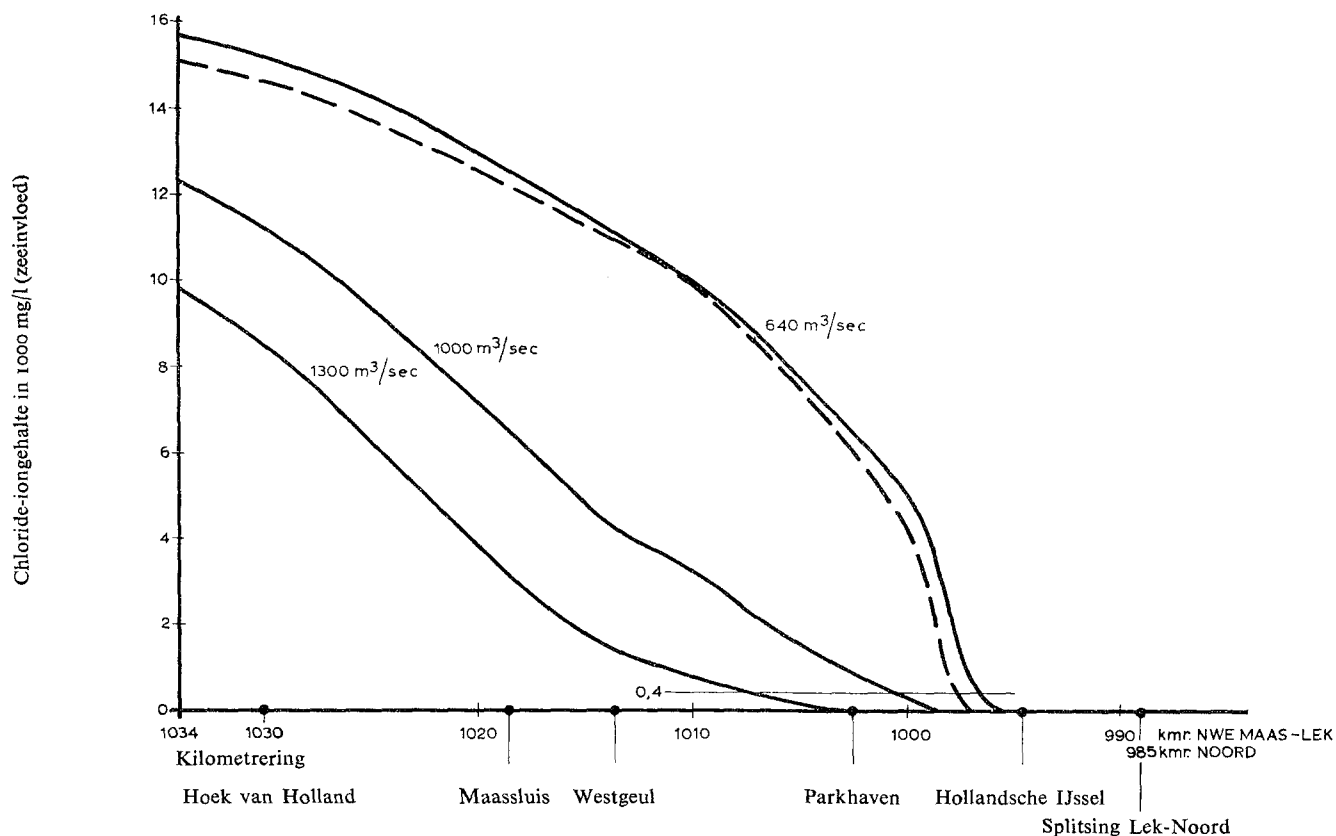
Verloop van het gemiddelde chloride-iongehalte [zeevloed] in de as van de Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Noord bij *h.w.-stroomkentering* en een Rijnaflow van 1000 m<sup>3</sup>/sec; toestand na uitvoering van Rijnkanalisatie en afsluitingen Volkerak en Haringvliet bij diverse profielsverlopen op de Nieuwe Waterweg en Nieuwe Maas; incl. rivierwater-onttrekkingen [resp. voeding Zeeuwse Meer] van 230 m<sup>3</sup>/sec.

is een derde serie berekeningen uitgevoerd waarvan de resultaten zijn weergegeven in de figuren 2.3 en 2.4. Het blijkt dat, indien de ten dele opgehoogde rivierbedding waar nodig door het aanbrengen van stroombestendig materiaal tegen uitschuring wordt beschermd, de ontoelaatbare zoutpenetratie via de Noord niet meer mogelijk zal zijn en dat de Hollandsche IJssel, behoudens uitzonderingen

van korte duur, geschikt zal blijven als aanvoerweg van zoet water naar midden-west-Nederland. Gezien het berekende toekomstige verloop van het zoutgehalte in de as van de rivier tijdens de laagwaterstroomkentering bij een Rijnaflow van 640 m<sup>3</sup>/sec kan worden gesteld dat het gewenst is, dat de afvoer van oppervlaktewater langs de Nieuwe Waterweg nimmer daalt beneden de in de

Fig. 2.4a

Verloop van het gemiddelde chloride-iongehalte bij laagwaterstroomkentering en verschillende Rijnafoeren



- Open Oude Maas
- - - Afgesloten Oude Maas

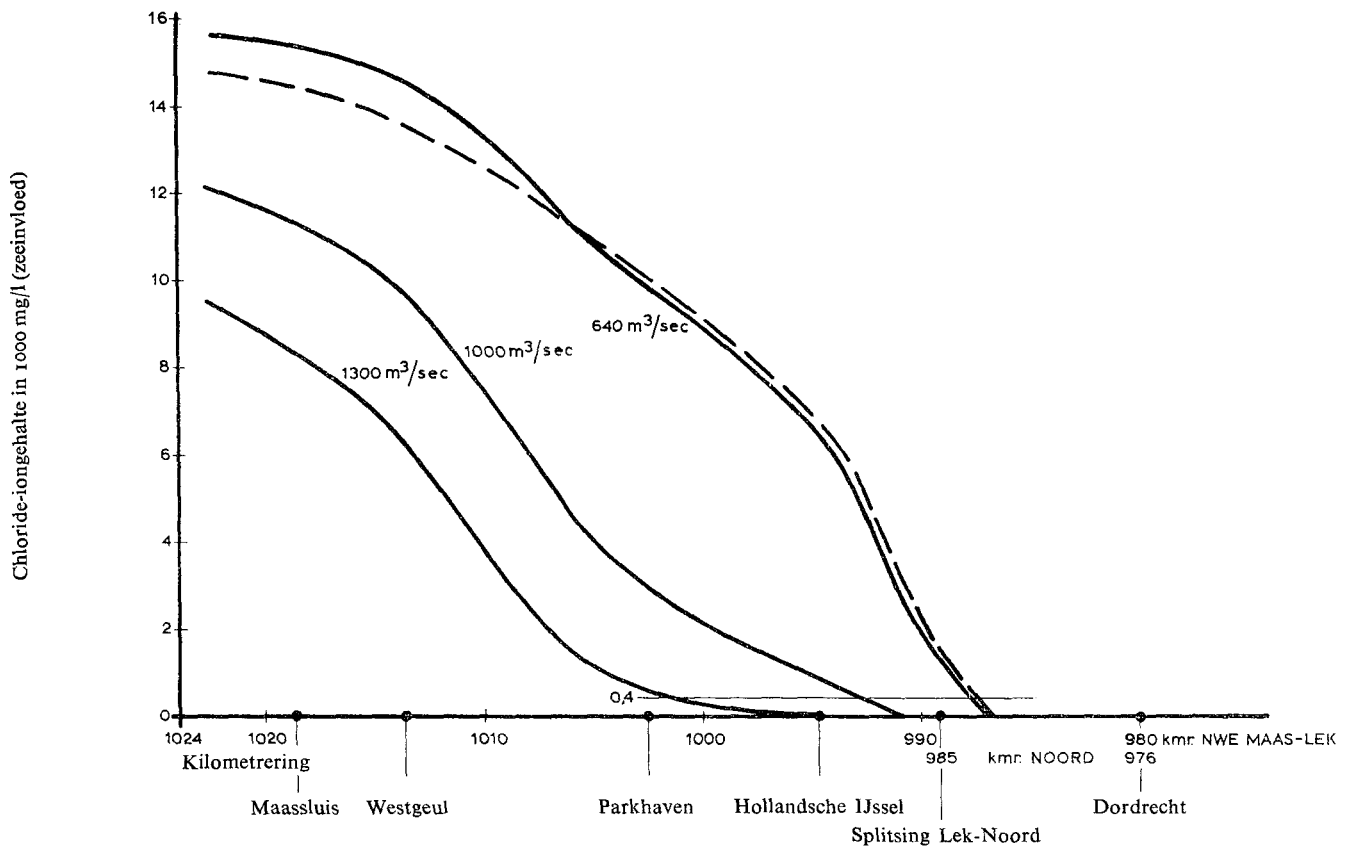
Verloop van het gemiddelde chloride-iongehalte [zeeinvloed] in de as van de Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Noord bij l.w.-stroomkentering en Rijnafoeren van 640, 1000 en 1300 m<sup>3</sup>/sec; toestand na uitvoering Rijnkanalisatie en afsluitingen Volkerak en Haringvliet alsmede beperking van de diepte van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas inclusief:

- invloed oliegeul
- invloed rivierwateronttrekkingen respectievelijk voeding Zeeuwse Meer groot 230 m<sup>3</sup>/sec

veronderstelde omstandigheden voorkomende waarden van ca. 300 m<sup>3</sup>/sec; men vergelijk hiermee de vroeger, voor de toen gehanteerde criteria en bij afgesloten Oude Maas, door de Deltacommissie genoemde waarde van 800 m<sup>3</sup>/sec. Zelfs bij de laagste waargenomen oppervlaktewaterafvoeren zal, ook bij de eerder genoemde grotere rivierwateronttrekkingen, nog aan deze eis kunnen worden voldaan.

In figuur 2.4 is tevens het effect aangegeven van het afsluiten van de Oude Maas onder de aangenomen condities en bij een Rijnafoer van 640 m<sup>3</sup>/sec. Dit effect blijkt zeer gering te zijn en als additionele maatregel praktisch te verwaarlozen. Ook voor de andere eveneens in figuur 2.4 vermelde Rijnafoeren komt de conclusie op hetzelfde neer.

Fig. 2.4b

Verloop van het gemiddelde chloride-iongehalte bij *hoogwaterstroomkentering* en verschillende Rijnafvoeren

- Open Oude Maas
- - - Afgesloten Oude Maas

Verloop van het gemiddelde chloride-iongehalte [zeevinvloed] in de as van de Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Noord bij *h.w.-stroomkentering* en Rijnafvoeren van 640, 1000 en 1300 m<sup>3</sup>/sec; toestand na uitvoering Rijnkanalisatie en afsluitingen Volkerak en Haringvliet alsmede beperking van de diepte van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas inclusief:

- invloed oliegeul
- invloed rivierwateronttrekkingen respectievelijk voeding Zeeuwse Meer groot 230 m<sup>3</sup>/sec

Worden de onder de huidige omstandigheden met een afsluiting van de Oude Maas te bereiken zeer geringe resultaten op het gebied van de verziltingsbestrijding afgewogen tegen de nadelen, die een dergelijke afsluiting voor de op de Oude Maas te verwachten drukke binnenvaart en voor een vlotte ijsafvoer met zich zou brengen, alsmede tegen de kosten van een dergelijke afsluiting, die

thans globaal op f 300 miljoen worden geraamd, dan moet de kans dat te zijner tijd zal worden besloten alsnog tot een afsluiting van de Oude Maas over te gaan, uitermate gering worden geacht.

In principe zou men ook kunnen denken aan een afsluiting van de Nieuwe Maas ten oosten van Rotterdam, respectievelijk aan de afsluiting van de Lek en van de Noord,

door middel van een beweegbare kering, respectievelijk beweegbare keringen. In verband met de zeer drukke scheepvaart zouden hieraan evenwel grote bezwaren zijn verbonden. Bovendien zou voor de verziltingsbestrijding bij de vereiste schutsluizen een zo grote hoeveelheid zoet water zijn vereist en zou het resterende zoutbezwaar nog over een zodanig riviertraject verzilting veroorzaken dat met deze oplossing bij kleine rivierafvoeren in waterhuishoudkundig opzicht weinig winst zou worden verkregen. Voor de Hollandsche IJssel zou in dit geval toch een vervangende aanvoerweg van zoet water moeten worden gemaakt. Voorts is de benodigde ruimte voor de vereiste, zeer omvangrijke kunstwerken niet dan tegen zeer hoge kosten te verkrijgen. Deze oplossing is derhalve verworpen.

Hoewel de dieptebeperking op de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas tevens verbetering zal brengen in de verziltingstoestand op de Nieuwe Maas bij de Parkhaven is deze verbetering toch niet voldoende voor een herstel van de functie als inlaatpunt voor Delfland [zie fig. 2.4]. Uit een oogpunt van scheepvaartbelangen is het niet mogelijk nog verder gaande maatregelen op de rivier ten behoeve van dit inlaatpunt te nemen. Zoals eerder vermeld, heeft Delfland zich in het verleden reeds gericht op watersuppletie via Rijnland.

De toeneming van de verzilting op de Oude Maas zal als gevolg van de op de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas te nemen maatregelen een halt worden toegeeroepen. De verziltingstoestand op de Oude Maas zal voorts als gevolg van de gezamenlijke invloed van de Deltawerken en de Rijnkanalisatie een verbetering ondergaan, maar niet in die mate dat bij het inlaatpunt van de Brielsche Maasboezem te Spijkenisse te allen tijde zoet water zal kunnen worden ingelaten. In verband hiermede zal derhalve aan een heroriëntatie van de zoetwatervoorziening van de Brielsche Maasboezem aandacht moeten worden besteed. Het oostelijke deel van de Oude Maas ligt uit een oogpunt van verziltingsgevaar veilig. Wel kan worden gesteld dat in waterhuishoudkundig opzicht enige verdere verbetering te verwachten zal zijn indien de Oude Maas eveneens enigermate zal worden verondiept. De verschillende aspecten hiervan zijn nog in studie.

De waterhuishouding van het noordelijke deltabekken wordt, zoals uit het voorafgaande is gebleken, in sterke mate beïnvloed door de voor de scheepvaart en vooral de zeevaart getroffen en eventueel nog te treffen voorzieningen. In verband hiermede zal nu worden nagegaan hoe de waterhuishouding en de met de scheepvaart samenhangende verziltingsproblematiek zich in de toekomst meer in het algemeen ruimtelijk tot elkaar kunnen verhouden.

Zoals in het voorafgaande is vermeld, heeft de sterk toegenomen verzilting inmiddels reeds geleid tot het besluit om de bodem van de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas plaatselijk te verhogen en waar nodig met stroombestendig materiaal vast te leggen. Het resultaat hiervan zal zijn dat het rivierenknooppunt bij Dordrecht afdoende tegen verzilting wordt beschermd en de Hollandsche IJssel bruikbaar blijft als aanvoerweg van zoet water naar midden-west-Nederland, behoudens in exceptionele gevallen van korte duur. De inlaatgelegenheden van Delfland en Schieland aan de Nieuwe Maas kunnen door deze ingrepen evenwel niet op afdoende wijze tegen verzilting worden beschermd, zodat deze gebieden zich wat de watervoorziening betreft zullen moeten heroriënteren.

Bij de gemeente Rotterdam bestaat de wens om aan de noordelijke oever van de Nieuwe Waterweg tussen kmr 1025 en 1026 een uiteindelijk tot 465 ha uit te breiden haven Rijnpoort aan te leggen, onder meer voor stukgoederenverkeer. Bij een vastgelegde bodem van de Nieuwe Waterweg zal de invloed van een dergelijke haven op het zoutgehalte op de Nieuwe en de Oude Maas binnen de marge van de meetnauwkeurigheid vallen en derhalve te verwaarlozen zijn.

Het aantakken van nieuwe havenbekkens aan de Rotterdamsche Waterweg dicht bij zee zal evenmin waterhuishoudkundige consequenties hebben. De waterhuishoudkundige consequenties van een verdere verdieping van de 'oliegeul' kunnen bij een vastgelegde bodem van de Nieuwe Waterweg zeer beperkt blijven.

Alternatieve aanvoermogelijkheden van zoet water naar midden-west-Nederland zijn in principe aanwezig, hoewel daarmee hoge kosten gemoeid zijn. Het vereiste water zou kunnen worden onttrokken aan het Amsterdam-Rijnkanaal en via een nieuw te graven kanaal, naar de Oude Rijn bij Woerden, naar midden-west-Nederland kunnen worden getransporteerd.

Wat betreft de Oude Maas zal, zoals vermeld, een verzilting van het westelijke einde van deze rivier niet altijd kunnen worden voorkomen. Voor het overige zal de Oude Maas in de toekomst weinig moeilijkheden geven, mits de diepte van de rivier niet in betekenende mate wordt vergroot. Integendeel, men kan stellen dat het waterhuishoudkundig belang gediend zou zijn met enige verondieping van deze rivier, waarvan het belang voor de binnenvaart ten opzichte van het belang voor de zeevaart steeds meer toe neemt. De verschillende aspecten hiervan zijn nog in studie.

Met het vorenstaande is ook een algemeen principe aangegeven betreffende de beperkingen, die de waterhuishouding stelt aan de toegankelijkheid van bepaalde, meer landinwaarts gelegen delen van het deltagebied voor diepgaande zeeschepen. Daarbij dient tevens te worden bedacht dat het zoutbezwaar van eventuele schutsluizen

zelfs met de modernste bestrijdingsmethoden niet geheel kan worden voorkomen en dat de bestrijding van het resterende zoutbezwaar moeilijker wordt naarmate de afmetingen en vooral de diepten van de achter de schutsluizen gelegen vaarwegen groter zijn. Deze aan de hand van nader onderzoek getoetste overwegingen hebben mede ten grondslag gelegen aan de regeringsbeslissing betreffende de mogelijk te realiseren beperkte mate van toegankelijkheid voor zeeschepen van het nabij Moerdijk geprojecteerde industriegebied.

Voor de Brielsche Maasboezem zal een uit een oogpunt van verziltingsgevaar veiliger inlaatpunt moeten worden gekozen. In dit verband is van de zijde van het Waterschap de Brielse Dijkkring het idee geopperd om een vervangende aanvoermogelijkheid van zoet water uit het Spui via de Bernisse te realiseren. Indien het Spui zich zou ontwikkelen tot een belangrijke scheepvaartweg, zou mogelijk tot een afsluiting van het Spui nabij het noordelijke einde moeten worden overgegaan, teneinde deze aanvoerweg van zoet water voor verzilting te behoeden.

Het waterwinningbedrijf op de Berenplaat zal binnen afzienbare tijd door een pijpleiding worden verbonden met de in de Biesbosch geprojecteerde spaarbekkens, hetgeen de kwaliteit van het af te leveren water ten goede zal komen.

Samenvattend kan worden gesteld dat uit een oogpunt van verziltingsgevaar een goede watervoorziening van het op het noordelijke deltabekken aangewezen gebied in principe mogelijk zal zijn vanuit de Hollandsche IJssel, de Noord, het oostelijke deel van de Oude Maas, de Kil, het Spui en het Haringvlietbekken. Wat betreft de voor de bestrijding van de overige waterverontreiniging te treffen voorzieningen zal met de waterhuishoudkundige functie van genoemde wateren terdege rekening dienen te worden gehouden.

#### 4.2 DE WATERVOORZIENING UIT HET NOORDELIJKE DELTABEKKEN

Het gebied, waarvan wordt aangenomen dat het voor zijn watervoorziening is aangewezen op het noordelijke deltabekken – dat naar het oosten toe arbitrair begrensd is gedacht door de lijn Krimpen aan de Lek – Werkendam – Geertruidenberg – staat aangegeven op figuur 2.5 [zie achterin]. Het omvat in totaal rond 285 000 ha bruto. Hiervan betreft ca. 179 000 ha het watervoorzieningsgebied van de Hollandsche IJssel, waarvoor de in paragraaf 4.1 gemaakte opmerkingen gelden. Voorts zou een groot deel van het tot het voorzieningsgebied van het zuidelijke deltabekken gerekende deel van Noord-Brabant [zie ook hoofdstuk 5] eventueel ook tot het voorzieningsgebied van het noordelijke deltabekken kunnen worden gerekend. Op de

Tabel 2.3 Peilbeheersing en wateraanvulling in mm; 206 000 ha netto

Gemiddeld jaar, D = 50%	zomerhalfjaar	ca. 84
	max. maand	ca. 45
Droog jaar, D = 95%	zomerhalfjaar	ca. 182
	max. maand	ca. 74

totale waterbehoefte van zuidwestelijk Nederland is dit evenwel niet van invloed.

In het voorzieningsgebied is water nodig voor:

- de wateraanvulling en peilbeheersing alsmede
- de waterverversing in polders en boezemgebieden en
- de watervoorziening van de bevolking en de industrie.

De wateraanvulling in polders en boezemgebieden dient om de vochttekorten als gevolg van de verdamping van open wateren en van begroeide en onbegroeide gronden aan te vullen. Voor de bepaling van deze tekorten is gebruik gemaakt van de gegevens omtrent de neerslag en de verdamping van open wateren en gewassen. Met gegevens omtrent eventuele kwel, wegzijgingsverliezen en de mogelijke benutting van de bodemvochtvoorraad, welke laatste afhankelijk is van de grondsoort en het grondgebruik, is het neerslagtekort omgerekend tot het vochttekort. De vereiste wateraanvulling en peilbeheersing bedraagt gemiddeld voor het beschouwde gebied dan als aangegeven in tabel 2.3.

Het gemiddelde jaar is daarbij gedefinieerd als een jaar met in het zomerhalfjaar een totaal neerslagtekort dat in 50% van de zich voordoende gevallen wordt onderschreden [D = 50%]. Voor het droge jaar is dit onderschrijdingspercentage 95% [D = 95%].

Bij het vorenstaande is verondersteld dat in de toekomst – met het jaar 2000 als oriëntatiepunt – voor ca. 75% van de grondoppervlakte in het beschouwde gebied met wateraanvulling moet worden gerekend, hoofdzakelijk voor landbouwkundige doeleinden. Wat betreft het gebruik van dit deel van het totale grondoppervlak is aangesloten bij te dien aanzien bestaande verwachtingen.

De waterverversing houdt in het inlaten van meer water dan met het oog op de peilbeheersing binnen een bepaald gebied nodig is en het ongeveer gelijktijdig lozen van een even grote hoeveelheid water op andere plaatsen, zodanig dat een goede doorstroming van de polder- en boezemwateren wordt verkregen. De capaciteit van de verversing wordt bepaald door de kwaliteit van het verversingswater, door de grootte van het zoutbezwaar in

het betreffende gebied en door de mate van de niet door zuivering en/of afvoer van afvalwater voldoende te bestrijden waterverontreiniging. Wat betreft de voor verversing benodigde hoeveelheid water is in het kader van deze nota alleen van belang het verversingswater, dat buiten het noordelijke deltabekken zal worden geloosd. Dit betreft in totaal een gebied van 125 000 ha, met een gemiddeld vereiste verversing van 36 mm/mnd. In dit verband kan worden opgemerkt dat de waterlozing voor verversing, zowel als de normale waterlozing voor peilbeheersing, bij aan verzilting blootstaande polder- en boezemwateren bij voorkeur dient plaats te vinden op buitenwater, dat bij de watervoorziening geen rol speelt. Bij de in het deltagebied uit te voeren aanpassings- en verbeteringsplannen wordt dit principe waar mogelijk gevolgd.

Daarenboven moet nog worden gerekend met een doorspoeling van het Hartelkanaal met 20 m<sup>3</sup>/sec, opdat de Oude Maas gevrijwaard blijft van een grote zouttoevoer vanuit dat kanaal. Voor het Haringvliet zal voorts een minimale verversingsstroom van 40 m<sup>3</sup>/sec zijn vereist. Tenslotte zal de afvoer van rivierwater langs de Nieuwe Waterweg niet mogen dalen beneden ca. 300 m<sup>3</sup>/sec, zoals in paragraaf 4.1 is uiteengezet.

Ten behoeve van de drinkwatervoorziening wordt in het noordelijke deltabekken en het voorzieningsgebied van dit bekken, naast grondwater, ook oppervlaktewater gebruikt. Het grootste bedrijf, dat in dit verband van belang is, is het waterleidingsbedrijf van de gemeente Rotterdam. De prise d'eau aan de Nieuwe Maas aan de Honingerdijk doet nog slechts als reserve dienst, sinds het waterwinning-bedrijf hier met een pijpleiding is verbonden met het nieuwe bedrijf op de Berenplaat aan de Oude Maas. Bovendien zijn plannen in voorbereiding om beide bedrijven te verbinden met de in de Biesbosch geprojecteerde spaarbekkens, die hoofdzakelijk in perioden met grote Maasafvoeren met Maaswater zullen worden gevuld. Voor Dordrecht en omgeving is eveneens een uitbreiding van het spaarbekkenoppervlak in voorbereiding die de drinkwatervoorziening in toenemende mate onafhankelijk zal maken van perioden met lage rivierafvoeren. Rekening moet worden gehouden met een toenemende behoefte aan water voor de eigen watervoorziening van de industrie. Dit betreft onder meer proceswater en ketelvoedingswater, waaraan kwalitatief hoge eisen worden gesteld. Voor koeltoeleinden kan, naast het gebruik van lucht, eventueel ook gebruik van brak of zout water worden overwogen. Is de beschikbare hoeveelheid water beperkt of het koelcircuit te kort, dan kunnen koeltorens worden ingeschakeld, zodat het koelwater meerdere malen achtereens kan worden benut; aan de waterkwaliteit wordt in dit geval echter hoge eisen gesteld. Met het oog op de toekomstige industriële waterbehoefte in het westelijke havengebied van Rotterdam is gerekend met een wateraanvoer

van 30 m<sup>3</sup>/sec naar de Brielsche Maasboezem vanuit het Spui via de Bernisse. Aangenomen is dat voor het overige de wateronttrekking aan het noordelijke deltabekken ten behoeve van de watervoorziening van de bevolking en de industrie, in perioden met kleine rivierafvoeren, een capaciteit van 10 m<sup>3</sup>/sec voorlopig niet zal overschrijden.

Tenslotte zal moeten worden gerekend op een wateraanvoer naar het zuidelijke deltabekken van minimaal rond 150 m<sup>3</sup>/sec, oplopend tot gemiddeld ongeveer 300 m<sup>3</sup>/sec bij voldoende aanvoer van opperwater, zoals in hoofdstuk 5 nader wordt uiteengezet.

De totale wateronttrekking aan het noordelijke deltabekken bedraagt in een 95% droog zomerhalfjaar dan als aangegeven in tabel 2.4.

---

#### 4.3 HET WATERVERDELINGSPROGRAMMA VOOR HET NOORDELIJKE DELTABEKKEN

Een vergelijking van de in de toekomst door de Nederrijn, de Waal en de Maas aangevoerde hoeveelheden water met de waterbehoefte in het gehele voorzieningsgebied van de beide deltabekken en de genoemde rivieren geeft tabel 2.5. De waterbehoefte van het overige verzorgingsgebied van de Maas, de Waal, de Nederrijn en de Lek zijn daarbij op overeenkomstige wijze bepaald als die van het verzorgingsgebied van het noordelijke en het zuidelijke deltabekken [zie hoofdstuk 5]. Hierbij is aangenomen, dat de wateronttrekking aan genoemde rivieren ten behoeve van de bevolking en de industrie bij de veronderstelde kleine rivierafvoeren hoofdzakelijk om kwalitatieve redenen een capaciteit van 5 m<sup>3</sup>/sec niet zal overschrijden.

Het blijkt dat de geraamde behoefte nagenoeg steeds door de rivieraanvoer wordt gedekt en dat tekorten slechts in exceptionele gevallen kunnen optreden. Indien bij stijgende opperwaterafvoer meer water naar het noordelijke deltabekken wordt gevoerd dan voor de eerder geschetste minimale behoeftendeckening nodig is, zal in de eerste plaats de voeding van het zuidelijke deltabekken op het vereiste gemiddelde peil van 300 m<sup>3</sup>/sec kunnen worden gebracht. Het laat zich aanzien dat dit bij Rijnafvoeren groter dan 1000 m<sup>3</sup>/sec kan plaatsvinden. Vervolgens zal de afvoer langs het Haringvliet, maar vooral langs de Nieuwe Waterweg kunnen worden opgevoerd. Het vorenstaande wijkt op een aantal punten af van het in de bijdrage IV-4 van het rapport van de Deltacommissie ontwikkelde waterverdelingsprogramma. Voor wat betreft de invloed op waterstanden en stromingstoestanden geeft dit laatste programma een bovenbegrenzing.

Tabel 2.4 Totale wateronttrekking aan het noordelijke deltabekken

		apr	mei	juni	juli	aug	sep
Wateraanvulling en peilbeheersing, 206 000 ha netto	m <sup>3</sup> /sec [mm]	6 [8]	24 [30]	59 [74]	34 [43]	16 [20]	5 [6]
Verversing, 125 000 ha bruto, lozende buiten het noordelijke deltabekken	m <sup>3</sup> /sec [mm]	17 [36]	17 [36]	17 [36]	17 [36]	17 [36]	17 [36]
Verdamping minus neerslag op boven- en beneden-rivieren, 25 000 ha	m <sup>3</sup> /sec [mm]	4 [38]	7 [72]	12 [120]	8 [84]	6 [57]	2 [22]
Watervoorziening bevolking en industrie	m <sup>3</sup> /sec	10	10	10	10	10	10
Extra watervoorziening industrie	m <sup>3</sup> /sec	30	30	30	30	30	30
Doorspoeling Hartelkanaal	m <sup>3</sup> /sec	20	20	20	20	20	20
Idem Haringvliet, min.	m <sup>3</sup> /sec	40	40	40	40	40	40
Afvoer Nieuwe Waterweg, min.	m <sup>3</sup> /sec	300	300	300	300	300	300
Aanvoer naar zuidelijke deltabekken, min. [zei hfdst. 5]	m <sup>3</sup> /sec	153	172	204	180	163	149
Totaal	m <sup>3</sup> /sec	580	620	692	639	602	573

Tabel 2.5 Aanvoer van water naar en waterbehoeften in zuidwestelijk Nederland [gemiddeld over de aangegeven maand]

		apr	mei	juni	juli	aug	sep
Waterbehoefte noordelijke en zuidelijke deltabekken, min.	m <sup>3</sup> /sec	580	620	692	639	602	573
Waterbehoefte overig voorzieningsgebied van Maas, Waal, Nederrijn en Lek, min.	m <sup>3</sup> /sec	26	66	144	90	49	10
Totaal = vereiste afvoer van de Maas, Waal, Nederrijn en Lek tezamen	m <sup>3</sup> /sec	606	686	836	729	651	583
Hierbij behorende afvoer van de Rijn te Lobith	m <sup>3</sup> /sec	700	792	976	846	751	675
Min. waargenomen maandgemiddelde van de Rijnafoer te Lobith	m <sup>3</sup> /sec	832	985	986	1011	815	782
Hierbij behorende min. waargenomen daggemiddelde van de Rijnafoer te Lobith	m <sup>3</sup> /sec	800	820	910	920	755	750
Jaar van voorkomen		'21	'21	'34	'49	'49	'49

## 5 De waterhuishouding van het zuidelijke deltabekken

5.1

DE VERZILTING SAMENHANGENDE MET  
DE SCHEEPVAART

De waterhuishouding van het zuidelijke deltabekken wordt in aanzienlijke mate beïnvloed door maatregelen, die zijn vereist in verband met het zoutbezwaar van schutsluizen in vaarwegen naar de Westerschelde en naar zeehavengebieden nabij de zuidelijke rand van het zuidelijke deltabekken. In verband hiermede zal in de eerste plaats worden nagegaan hoe de waterhuishouding en de met de scheepvaart samenhangende verzilting zich in de toekomst hier ruimtelijk tot elkaar kunnen verhouden.

In hoofdstuk 3 is er reeds op gewezen dat een deel van het zuidelijke deltabekken mogelijk zal worden bestemd voor zeehavenontwikkeling; het Reimerswaalplan is hiervan een voorbeeld. Indien de groei van de behoefte aan zeehavenareaal, zoals deze in de Zeehavennota is geraamd voor de periode 1960-1980, zich in de periode 1980-2000 verhoudingsgewijs in vergelijkbare mate zou voortzetten, dan kan zich in het deltagebied een grotere behoefte aan zeehaventerreinen voordoen dan waarin de tot dusverre ontwikkelde plannen voorzien. Het is dan ook mogelijk dat, ter dekking van deze behoefte, een groter beroep op het zuidelijke deltabekken zal moeten worden gedaan dan bij het thans voorliggende Reimerswaalplan is voorzien.

Hierbij moet worden gesteld dat het in principe de voorkeur verdient om wateren, die primair een waterhuishoudkundige functie hebben te vervullen, zoveel mogelijk te scheiden van de wateren met een haven- of scheepvaartfunctie. De bedoelde mate van scheiding wordt wenselijk gemaakt

door de met de laatstgenoemde functies samenhangende waterverontreiniging, zoals:

- a waterverontreiniging door massale scheepvaart: onder meer door olie,
- b door ongelukken veroorzaakte of anderszins moeilijk te voorspellen of moeilijk geheel te voorkomen waterverontreiniging van industriële herkomst of samenhangende met de scheepvaart,
- c koelwatercirculatie, die bij een relatief belangrijk aandeel in de totale waterhuishouding de biologische zelfreinigingsprocessen nadelig kan beïnvloeden,
- d verzilting veroorzaakt door het, ondanks de verziltingsbestrijding bij schutsluizen, nog resterende zoutbezwaar,
- e verzilting bij tijdelijke of partiële defecten van de middelen voor de verziltingsbestrijding bij schutsluizen, etc.

De belangen van de waterhuishouding zullen bij bepaalde situaties, die men zich in het zuidelijke deltabekken kan indenken, dan ook pleiten voor afzonderlijke bekkens voor de waterhuishouding en voor de zeehavens, waarbij de achterwaartse scheepvaartverbindingen lopen via een zo beperkt mogelijk aantal binnenvaartsluizen, die een tweede verdedigingslinie tegen de zoutpenetratie vormen. De eerste verdedigingslinie bestaat dan uit de schutsluizen, die vanuit de Westerschelde toegang tot de zeehavenbekkens geven. Beide groepen van sluizen dienen voor een adequate verziltingsbestrijding te zijn ingericht. De vraag, hoe ver men



met de daarvoor vereiste voorzieningen moet gaan, hangt af van de zich voordoende concrete situatie.

Een andere factor, die voor een scheiding tussen de zeehavens en de zoetwaterbekkens pleit, is de keuze van het havenpeil, dat bij de kostbare zeehavenprojecten in belangrijke mate zal worden beheerst door de invloed daarvan op de kosten per ha netto zeehaventerrein. Het na te streven peilregime op het overige deel van het zuidelijke deltabekken zal daarentegen door geheel andere factoren worden bepaald.

Bij het vorenstaande kan worden opgemerkt dat nieuwe sluizen in principe zódanig voor de verziltingsbestrijding kunnen worden ingericht, dat de zoutbelasting onder normale omstandigheden wordt teruggebracht tot een klein percentage van de zoutbelasting, die zou optreden zonder speciale voorzieningen. De kosten van dergelijke voorzieningen zijn evenwel niet onbetekenend, terwijl bij de verziltingsbestrijding een vrij belangrijke hoeveelheid zoet water verloren zal gaan. Verder dient te worden bedacht dat de waterhuishouding van de deltabekken bij bepaalde situaties in betekende mate door de resterende zoutbelasting zou kunnen worden beïnvloed, aangezien een klein percentage van de oorspronkelijk zeer grote zoutbelasting toch nog een niet te verwaarlozen grootte vertegenwoordigt. Met het oog hierop verdienen situaties, waarbij het zout weinig gelegenheid zal hebben zich over de deltabekken te verspreiden, de voorkeur. Bij bestaande sluizen kan het zoutbezwaar in belangrijke mate worden gereduceerd door middel van voorzieningen zoals luchtbellenschermen. Men kan zich ook situaties indenken waarbij tegen het doordringen van zout en andere voor de waterhuishouding schadelijke stoffen, vanuit het zeehavenbekken naar de zoetwaterbekkens, een extra veiligheid aanwezig is doordat het zeehavenbekken met de rest van het zuidelijke deltabekken is verbonden door middel van een tamelijk lange binnenscheepvaartweg, waarop een naar het zeehavenbekken gerichte zoetwaterstroom wordt onderhouden. In dit verband kan men bijvoorbeeld denken aan het, van het centrale deel gescheiden, oostelijke deel van de Oosterschelde met de Eendracht als de bovenbedoelde binnenscheepvaartweg. Uitgaande van een ruim kanaalprofiel zal er dan een zoetwaterstroom van 50 à 80 m<sup>3</sup>/sec vereist zijn om te voorkomen dat de invloed van een door bijzondere omstandigheden veroorzaakte verhoging van het chloride-iongehalte van 1000 mg/l bij Bergen op Zoom doordringt tot het Krammer.

Welke oplossing met betrekking tot de mate van scheiding tussen zeehaven- en zoetwaterbekken moet worden gekozen, zal in een concreet geval van diverse factoren afhangen, zoals: het zoetwaterverlies, de veiligheid van de watervoorziening, zoute kwel, hinder voor de scheepvaart, investerings- en exploitatiekosten, beheersproblemen, etc.

Verder moet worden gesteld dat het voor een goede waterhuishouding een vereiste is dat de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden in de toekomst tenminste aan één zijde zullen grenzen aan een geschikte aanvoerweg van zoet water. Wanneer men er dan bovendien nog naar streeft om bij de wateraanvoer de wateren met de grootste zoutbelasting te vermijden, betekent dit dat in ieder geval het aanvoerstelsel Volkerak-Krammer-naar enerzijds het Grevelingenbekken-en anderzijds naar het Zijpe-Mastgat-Keeten-middengedeelte van de Oosterschelde-Veerse Meer voor de zoetwateraanvoer beschikbaar zal dienen te blijven. Daarnaast zal uiteraard ook de lengte van de oevers, die met zout water worden bespoeld, zo beperkt mogelijk dienen te worden gehouden met het oog op de zoute kwel naar de aanliggende polders.

Het in het voorafgaande gestelde leidt tot de gedachte, dat nader onderzocht zou kunnen worden welke de waterhuishoudkundige consequenties zijn van een afscheiding van het Zeeuwse Meer van bepaalde delen van de Oosterschelde, zoals die gelegen ten oosten van de lijn Stavenisse-Wilhelminadorp of ten westen van de Zeelandbrug.

Wat betreft de afscheiding van bepaalde delen van de oostelijke helft van de Oosterschelde kan worden gedacht aan het meergenoemde Reimerswaalplan. Aangenomen is dat met dit plan zou kunnen worden voldaan aan een mogelijke grotere behoefte aan zeehaventerreinen in en nabij het zuidelijke deltabekken. In verband hiermee zal in het navolgende worden verondersteld, dat het westelijke deel van de Oosterschelde zal fungeren als zoetwaterbekken. Het waterhuishoudkundige veiligheidsaspect, dat in paragraaf 5.3 nader ter sprake zal komen, speelt hierbij ook een rol.

Zijdelings zij hierbij aangetekend dat wel eens de vraag is gesteld of het westelijke deel van de Oosterschelde zou kunnen worden benut als een afzonderlijk zoutwaterbekken voor een getijcentrale in de Oosterscheldedam. Studies van de Rijkswaterstaat van een aantal jaren geleden leidden tot de conclusie, dat het niet te verwachten was dat in het deltagebied elektriciteitsproductie met behulp van getijenergie op rendabele wijze mogelijk zou zijn. Nadien is de bestudering van deze problematiek opnieuw ter hand genomen door de Provinciale Zeeuwse Electriciteits-Maatschappij. Uitgaande van het feit, dat de kosten van de benodigde omvangrijke aanvullende waterbouwkundige voorzieningen geheel of voor een belangrijk deel aan een dergelijk project zouden moeten worden toegerekend, moet de conclusie van deze nieuwe studie hetzelfde luiden als die van de vroegere studies. De aanwezigheid van een zoutwaterbekken, met een in waterhuishoudkundig opzicht tamelijk ongunstig 'getijregime', zou voor de aangrenzende polders op Schouwen en Noord-Beveland bovendien minder gewenst zijn. Een belangrijk

aspect vormen voorts de consequenties van het hebben en onderhouden van stroomgeulen naar de aan sterke veranderingen onderhevige deltakust.

Het zuidelijke deltabekken zal een in belang toenemende functie vervullen als doorgangsweg voor de binnenscheepvaart tussen de havens in het Westerscheldebekken en de Rijn, alsmede tussen deze havens en die van Rotterdam en Amsterdam. Deze functie maakt een aantal binnenvaartverbindingen tussen het zuidelijke deltabekken en de Westerschelde, respectievelijk de Antwerpse havenbekkens noodzakelijk. Als zodanig kunnen in de eerste plaats worden genoemd de bestaande kanalen door Walcheren en Zuid-Beveland en de in uitvoering zijnde nieuwe Schelde-Rijnverbinding.

Wat betreft de toekomstige betekenis voor de scheepvaart van het Kanaal door Walcheren bestaan nog bepaalde onzekerheden. Het is evenwel denkbaar dat, ook indien in de toekomst een nieuwe achterwaartse binnenvaartverbinding voor het Sloegebied zou worden gerealiseerd, met het voortbestaan van het Kanaal door Walcheren als doorgaande binnenvaartweg zal moeten worden gerekend. Een voor de waterhuishouding ongunstige omstandigheid is, dat het tamelijk hoge kanaalpeil [N.A.P. + 0,90 m] niet in betekende mate verlaagd zal kunnen worden. Door verlaging van het kanaalpeil zou een verlaging van de grondwaterstand optreden, waardoor vele houten funderingen, o.a. te Middelburg, in gevaar zouden komen. Nabij het noordelijke einde van het kanaal zal zodoende ook in de toekomst nog moeten worden geschat. Met luchtbellenschermen in de sluisen te Veere en Vlissingen en het onderhouden van een naar de Westerschelde gerichte zoetwaterstroom van ten hoogste 10 m<sup>3</sup>/sec zal het verziltingsgevaar voor het Veerse Meer doeltreffend kunnen worden bestreden.

Met het voortbestaan van het Kanaal door Zuid-Beveland als doorgaande binnenvaartweg of de realisatie van een vervangende binnenvaartweg in deze omgeving moet wel worden gerekend. De realisatie van de nieuwe Schelde-Rijnverbinding beïnvloedt deze conclusie in principe niet. Het scheepvaartverkeer door het kanaal zal in de toekomst in de eerste plaats nog betrekking hebben op het vervoer van en naar de kanaalzone Gent-Terneuzen. Door nieuwe ontwikkelingen rond het Westerscheldebekken zullen nieuwe vervoersstromen zich hierbij kunnen voegen. Het bij de verziltingsbestrijding bij de binnenvaartsluisen aan het zuidelijke kanaaleinde te verwachten zoetwaterverlies kan worden gesteld op 20 à 30 m<sup>3</sup>/sec.

Het ter plaatse van het voormalige Kreekrak te verwachten zoetwaterverlies als gevolg van de verziltingsbestrijding bij de sluisen in de nieuwe Schelde-Rijnverbinding kan eveneens worden gesteld op 20 à 30 m<sup>3</sup>/sec.

Naarmate de havenbedrijvigheid in het Westerscheldebekken

zal toenemen en daarmee de binnenscheepvaart tussen dit bekken en het zuidelijke deltabekken, zal ook de vereiste schutcapaciteit van de sluisen in de bestaande en nieuwe scheepvaartverbindingen toenemen en daarmee ook het zoetwaterverlies. Daarnaast moet, zoals vermeld, dan nog met een mogelijke zeehavenontwikkeling in de Oosterschelde rekening worden gehouden, waaruit weer andere zoetwaterverliezen als gevolg van verziltingsbestrijding kunnen voortvloeien. Welk totaalbeeld met betrekking tot de zeehavens en de scheepvaartwegen nabij de zuidelijke rand van het zuidelijke deltabekken in de verre toekomst zal ontstaan, hangt van talloze factoren af. Veel studie zal nog nodig zijn om tot bepaalde keuzen te komen. Aangezien het bij het zuidelijke deltabekken gaat om een waterhuishoudkundig perspectief op lange termijn, dienen met betrekking tot de scheepvaartwegen en de schutsluisen zekerheidshalve onderstellingen te worden gedaan die ruime ontwikkelingsmogelijkheden voor het scheepvaartverkeer aannemen. Deze onderstellingen kunnen in dit stadium deels nog niet anders dan een fictief karakter hebben. Naar het zich laat aanzien zal evenwel, wanneer men de in het voorafgaande vermelde algemene beginselen ten aanzien van het zoveel mogelijk tegengaan van verzilting aanhoudt, de voor de verziltingsbestrijding bij schutsluisen nabij de zuidelijke rand van het zuidelijke deltabekken in de verre toekomst benodigde hoeveelheid zoet water een orde van grootte van 100 à 110 m<sup>3</sup>/sec niet behoeven te overschrijden.

5.2

DE WATERVOORZIENING UIT HET ZUIDELIJKE  
DELTABEKKEN

In verband met de benutting van het zuidelijke deltabekken ten behoeve van de watervoorziening van de landbouw is het van belang na te gaan welke ontwikkelingen in de landbouw in zuidwestelijk Nederland in de toekomst mogen worden verwacht. Aan recente studies van de zijde van het Ministerie van Landbouw en Visserij kan wat dit betreft het volgende worden ontleend.

De landbouw in zuidwestelijk Nederland staat reeds thans op een hoog peil. De opbrengsten liggen in kwantitatief, zowel als kwalitatief opzicht niet onbelangrijk boven het landsgemiddelde, dat op zichzelf de vergelijking met overeenkomstige waarden voor de belangrijkste landbouwgebieden elders glansrijk kan doorstaan. Voor een groot deel moet dit worden toegeschreven aan de over het algemeen goede kwaliteit van de grond en de gunstige klimatologische omstandigheden [o.m. wat betreft het optreden van nachtvorsten].

De oppervlakte grond, die voor agrarische doeleinden wordt gebruikt, is in de periode 1951-1964 in het gebied van de

Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden en westelijk Noord-Brabant in totaal iets afgenomen. De oppervlakte tuinbouwgrond is daarentegen met bijna 50% toegenomen.

In zuidwestelijk Nederland worden reeds thans gunstige omstandigheden aangetroffen voor diverse vormen van tuinbouw. Deze omstandigheden zullen in de toekomst nog gunstiger worden door de betere mogelijkheden van zoetwatervoorziening en de betere verkeersverbindingen, die een snellere afvoer van de tuinbouwproducten zullen verzekeren. Men zal dan ook moeten rekenen met een voortgezette sterke uitbreiding van de tuinbouw in zuidwestelijk Nederland.

De praktijk is dat de tuinbouw zich vestigt en uitbreidt tussen akker- en weidebouw. Anderzijds zullen onder meer het doelmatig gebruik van de voor de tuinbouw vereiste vrij kostbare infrastructuur en de regelingen op het gebied van de ruimtelijke ordening tot een bepaalde concentratie nopen. Niettemin moet er op worden gerekend dat alleen reeds met het oog op de te verwachten ontwikkeling van de tuinbouw een belangrijk percentage van de oppervlakte, die in zuidwestelijk Nederland in de toekomst nog voor agrarische doeleinden zal worden gebruikt, een beroep zal doen op aanvullende watervoorziening.

De omgrenzing van het gebied, waarvan voorlopig wordt aangenomen dat het voor zijn watervoorziening uiteindelijk zal kunnen zijn aangewezen op het zuidelijke deltabekken, is aangegeven in figuur 2.5 [zie achterin]. Het betreft hier in totaal rond 225 000 ha bruto. Hierbij zij aangetekend dat men voor een groot deel van de hiervan in westelijk Noord-Brabant gelegen oppervlakte in principe ook zou kunnen denken aan watertoevoer uit het noorden, respectievelijk uit het zuiden, in plaats van uit het westen; men blijft evenwel aan de veilige kant door wat betreft deze gronden te rekenen met wateraanvoer uit het Zeeuwse Meer. Aangenomen is dat in het jaar 2000 ca. 70% van het in principe voor zijn watervoorziening op het zuidelijke deltabekken aangewezen poldergebied ook werkelijk voor watervoorziening in aanmerking zal komen. Voor zover het de hogere gronden in westelijk Noord-Brabant betreft, is evenwel aangenomen, dat alleen dat deel voor voorziening met oppervlaktewater in aanmerking zal komen, dat reeds beschikt over een hiervoor op betrekkelijk eenvoudige wijze te gebruiken afwateringssysteem, d.w.z. de beekdalen en de dicht daarbij gelegen gronden; naar is aangenomen betreft dit ca. 60% van de netto oppervlakte cultuurgrond. Verondersteld is dat het overige deel van deze gronden, voor zover van aanvullende watervoorziening sprake is, met grondwater zal worden voorzien.

De waterbehoefte voor wateraanvulling is nu bepaald aan de hand van het berekende neerslagtekort, eventuele kwel, wegzijgingsverliezen en de mogelijke benutting van de bodemvochtvoorraad, die afhankelijk is van de grondsoort

Tabel 2.6 Wateraanvulling in mm; 130 000 ha netto

Gemiddeld jaar, D = 50%	zomerhalfjaar	ca. 80
	max. maand	ca. 42
Droog jaar, D = 95%	zomerhalfjaar	ca. 169
	max. maand	ca. 70

en het agrarisch grondgebruik. Voor het beschouwde gebied, dat voor wateraanvulling in aanmerking komt, leidt dit tot de in tabel 2.6 vermelde gemiddelde cijfers; over kleinere gebieden gerekend zijn vrij grote afwijkingen uiteraard mogelijk,

Voor bepaalde polders moet tevens worden gerekend op waterverversing. Aangenomen is dat voor de waterverversing ten hoogste 75 mm/maand zal worden gebruikt. Indien men rekent met een verschil in chloride-iongehalte van het ingelaten water en van het uitgeslagen water van ten hoogste 250 mg/l, betekent dit voor de omstandigheden in het deltagebied dat niet met waterverversing in polders behoeft te worden gerekend indien de chloride-ionbelasting gemiddeld per etmaal groter is dan ongeveer 15 kg/ha. De wateraanvoer naar eventuele tuinbouwgebieden in dergelijke zoute polders zal dienen te geschieden via een afzonderlijk aanvoersysteem. Aangenomen is dat waar middels doorspoeling het gewenste resultaat voor de tuinbouw kan worden bereikt, deze doorspoeling praktisch het gehele jaar zal dienen te geschieden. Verder is verondersteld dat de polders zo zullen zijn ingericht dat – waar maar enigszins mogelijk – het inlaten van water voor waterverversing zal geschieden aan die zijde van een polder welke is gelegen tegenover de zijde waar het water wordt geloosd.

Waar mogelijk ware het chloride-iongehalte van het polderwater – vooral in het groeiseizoen, maar overigens zo lang mogelijk – beneden 300 mg/l te houden. Niet overal en altijd zal aan deze wens kunnen worden voldaan.

De behoefte aan water uit het zuidelijke deltabekken voor de watervoorziening van de bevolking en de industrie vormt een tamelijk onzekere factor.

Recente prognoses van de waterbehoefte zijn in enkele jaren tijds achterhaald, vooral als gevolg van de zeer sterke toeneming van de industriële waterbehoefte. Het betreft hier voornamelijk proceswater, waaraan kwalitatief zeer hoge eisen worden gesteld. Gebruik van koelwater behoeft niet direct tot waterverlies te leiden. Voorts zijn de industriële koeltechnieken momenteel zodanig ontwikkeld dat in vele gevallen voor koeldoeleinden niet noodzakelijkerwijs grote hoeveelheden water van redelijke

Tabel 2.7 Totale wateronttrekking aan het zuidelijke deltabekken

		apr	mei	juni	juli	aug	sep
Wateraanvulling, 130 000 ha netto [100 000 ha polders, 30 000 ha hoge gronden]	m <sup>3</sup> /sec [mm]	3 [6]	14 [28]	35 [70]	20 [40]	9 [18]	3 [6]
Verversing, 15 000 ha bruto, lozende buiten het zuidelijke deltabekken	m <sup>3</sup> /sec [mm]	1 [17]	1 [17]	1 [17]	1 [17]	1 [17]	1 [17]
Verdamping minus neerslag op het zuidelijke deltabekken, 60 000 ha	m <sup>3</sup> /sec [mm]	9 [38]	17 [72]	28 [120]	19 [84]	13 [57]	5 [22]
Extra watervoorziening industrie	m <sup>3</sup> /sec	30	30	30	30	30	30
Verziltingsbestrijding bij schutsluizen	m <sup>3</sup> /sec	< 110	< 110	< 110	< 110	< 110	< 110
Extra doorspoeling van het zuidelijke deltabekken	m <sup>3</sup> /sec	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.
Totaal	m <sup>3</sup> /sec	153	172	204	180	163	149

tot goede kwaliteit behoeven te worden gebruikt. Verder moet worden gerekend met een sterke toeneming van de waterbehoefte voor de watervoorziening van de bevolking, die naar verwachting in zuidwestelijk Nederland aanzienlijk zal zijn. In het algemeen gesproken gaat het bij het vorenstaande om tamelijk grote hoeveelheden water van goede tot zeer goede kwaliteit.

De leveringsmogelijkheden van het zuidelijke deltabekken voor bovengenoemde doeleinden zullen evenwel beperkt zijn, met name in kwalitatief opzicht. Levering van drinkwater zal alleen mogelijk zijn met tussenschakeling van spaarbekkens. Uit een oogpunt van waterkwaliteit komen voor de aanleg van spaarbekkens ten zuiden van de Volkerakdam eigenlijk alleen tamelijk dicht bij de plaats van waterinlaat op het zuidelijke deltabekken gelegen plaatsen in aanmerking. Een ook in andere opzichten aanvaardbare plaats voor een dergelijk spaarbekken in het oostelijke deel van het Grevelingenbekken is voorshands voor dit doel gereserveerd. Met een spaarbekken ter grootte van ca. 1000 ha lijkt in de toekomst een jaarlijkse produktie van 100 à 150 miljoen m<sup>3</sup> drinkwater met een chloride-iongehalte tot 200 mg/l [uitschieters tot 250 mg/l in extreem droge jaren] mogelijk.

Daarnaast zal de produktie van de bestaande duinwater- en andere grondwaterwinningen kunnen worden opgevoerd door middel van infiltratie van water uit de deltabekkens. Om kwalitatieve en technische redenen zijn hieraan evenwel tamelijk enge grenzen gesteld. Voor het overige zal het benodigde water voor de watervoorziening van de bevolking en de industrie van

elders moeten worden aangevoerd of op industriële wijze ter plaatse moeten worden geproduceerd. Het project voor industriële zoetwaterproduktie van de Provinciale Zeeuwse Electriciteits-Maatschappij in Terneuzen toont aan dat dit laatste reeds nu perspectieven biedt.

Wat betreft de directe onttekkings aan de deltabekkens door de industrie en voor eventuele openbare industriële zoetwaterproduktie is voorshands gerekend op een onttekkings van ten hoogste 30 m<sup>3</sup>/sec, bijvoorbeeld verdeeld over 10 m<sup>3</sup>/sec uit het Veerse Meer en 20 m<sup>3</sup>/sec uit het Zeeuwse Meer.

Het vorenstaande leidt voor een 95% droog zomerhalfjaar tot de in tabel 2.7 vermelde waterbehoefte voor zover deze het zuidelijke deltabekken betreffen. De vereiste doorspoeling voor het zuidelijke deltabekken is hier, afgezien van de doorspoeling als gevolg van de verziltingsbestrijding bij schutsluizen, als een pro-memorandum post vermeld; wat dit betreft geven de vermelde waterbehoefte dus een minimum weer.

### 5.3 HET PEILREGIME EN DE WATERKWALITEITSBEHEERSING OP HET ZUIDELIJKE DELTABEKKEN

De oorspronkelijke opzet was, zoals vermeld in hoofdstuk 2, dat men door het toelaten van een zekere peilvariatie op het zuidelijke deltabekken de beschikking zou krijgen over een zekere hoeveelheid water, waarmee

besparend zou kunnen worden gewerkt wat betreft de bij de Volkerakdam in te laten hoeveelheid water, wanneer zulks bij lage Rijnafvoer wenselijk zou zijn. Tevens bestond de hoop, dat de kwaliteit van de voorraad water op het zuidelijke deltabekken beter zou zijn dan de kwaliteit van het Rijnwater bij de lage rivierafvoeren.

Voor het Veerse Meer zijn indertijd voorlopig een zomerpeil van N.A.P. en een winterpeil van N.A.P. - 0,70 m vastgesteld. Het lijkt niet gewenst en niet nodig om deze peilen in de toekomst in aanzienlijke mate te wijzigen.

Voor het Grevelingenbekken, dat een belangrijke functie zal hebben als natuur- en recreatiegebied, lijkt een zomerpeil van N.A.P. - 0,20 m het meest aantrekkelijk. De wens, om voor deze bestemmingen een relatief grote oppervlakte droogvallende gronden beschikbaar te krijgen, voert tot de keuze van een betrekkelijk laag peil. Wat betreft de keuze van het winterpeil en meer in het algemeen van het laagste peil, is het van belang, dat de mogelijkheid van doorspoeling van het Grevelingenbekken ook bij deze peilen blijft bestaan. Het Grevelingenbekken zal voor de waterlozing in eerste instantie zijn aangewezen op de spuisluis in de Brouwersdam. Het is evenwel mogelijk dat deze lozing in de verdere toekomst geheel of ten dele zal moeten worden vervangen - in verband met de kustontwikkeling voor de Brouwersdam - door een lozing via een kanaal door de hals van Goeree - het zgn.

Halskanaal - naar de mond van het Haringvliet. Met het oog op het handhaven van de mogelijkheid van een natuurlijke lozing via het Halskanaal zal het peil van het Grevelingenbekken niet lager mogen zijn dan N.A.P. - 0,20 m. Voor het Grevelingenbekken komt men zodoende tot een constant peil van N.A.P. - 0,20 m. Hiermede wordt op aanvaardbare wijze rekening gehouden met de verschillende belangen, die kunnen worden beïnvloed door het beheer van het bekken.

Voor het Zeeuwse Meer lijken, lettende op de bij het peilregime van dit bekken betrokken plaatselijke belangen, een zomerpeil van N.A.P. of iets hoger en een enigszins lager winterpeil het meest aantrekkelijk. Bij deze peilen zal te allen tijde op natuurlijke wijze in de wateraanvoer naar het Veerse Meer en het Grevelingenbekken kunnen worden voorzien. In aansluiting op het hiervoor gestelde ten aanzien van de lozingsmogelijkheden van het Grevelingenbekken kan hierbij worden aangetekend dat, voor zover de lozingsmogelijkheid van de Oosterschelde via de spuisluis in de Oosterscheldedam in de verre toekomst niet meer voldoende zou zijn, in verband met de kustontwikkeling voor deze dam, onderzocht zou kunnen worden of voor de lozing mogelijk zou kunnen worden aangesloten - via een spuikanaal door de noordwesthoek van Noord-Beveland - op het Veerse Meer en vervolgens op een lozingsmogelijkheid naar de Westerschelde via het Sloe.

Bij het vorenstaande is nog geen rekening gehouden met een eventuele opslag van water op het Zeeuwse Meer. Wat dit betreft kan het volgende worden opgemerkt. Het normale zomerpeil van het Zeeuwse Meer zal op natuurlijke wijze in geen geval hoger kunnen worden opgevoerd dan N.A.P. + 0,50 m. Een dergelijk hoog peil zal niet kunnen worden bereikt bij de hoge Rijnafvoeren, aangezien dan water zal moeten worden geloosd via de Haringvlietsluizen, waardoor de gemiddelde waterstand op het Haringvliet zal dalen. Ook bij de lage Rijnafvoeren zal dit peil niet worden bereikt. Alleen bij Rijnafvoeren tussen 1300 en 2000 m<sup>3</sup>/sec zou het genoemde peil kunnen worden ingesteld. Bij het optreden van zomerafvoeren groter dan 2000 m<sup>3</sup>/sec, na het instellen van het peil van N.A.P. + 0,50 m, zou evenwel het peil op het zuidelijke deltabekken weer dalen als gevolg van de door de lagere waterstanden op het Haringvliet gereduceerde inlaatcapaciteit bij de Volkerakdam en de voortgaande wateronttrekking aan het bekken; na het passeren van een dergelijke hoogwatergolf zou dan opnieuw tot voorraadvorming tot een peil van N.A.P. + 0,50 m moeten worden overgegaan. Eén en ander zou tot een gecompliceerd beheer en een onrustig peilregime leiden. Een normaal zomerpeil van N.A.P. of iets hoger levert wat dit betreft een aantrekkelijker beeld.

Wat betreft het laagste toelaatbare peil op het Zeeuwse Meer vormt het in het verdrag van 1963, betreffende de Schelde-Rijnverbinding, genoemde peil van N.A.P. - 1,00 m wel een grenswaarde. Bepaalde polders zullen dan reeds moeilijkheden bij het inlaten van water kunnen ondervinden. Ook voor de benutting van havens, los- en laadplaatsen e.d. en van niet al te diepe vaargebieden voor de watersport, kan een dergelijk laag peil bezwaren hebben. Wellicht is het daarom beter bij de keuze van het laagste toelaatbare peil op het Zeeuwse Meer aan te sluiten bij het winterpeil van het Veerse Meer van N.A.P. - 0,70 m en wel zodanig dat nog op natuurlijke wijze water zal kunnen worden ingelaten op het Veerse Meer.

Bij een daling van het peil van het Zeeuwse Meer beneden N.A.P. - 0,20 m zal het Grevelingenbekken niet meer kunnen worden doorgespoeld; bij aanwezigheid van het Halskanaal zou het bekken eventueel wel op peil kunnen worden gehouden door waterinlaat vanuit het Haringvliet. Het regelmatig toelaten van een niet onaanzienlijke peilvariatie op het Zeeuwse Meer zou verder betekenen dat talloze voorzieningen duurder worden dan in het geval van een normaal min of meer constant peil. Een regelmatige benutting van de waterbergingsfunctie van het Zeeuwse Meer in de zomermaanden - lage rivierafvoeren kunnen zich ook in deze maanden voordoen - zou tenslotte de waterbeheersing op de droogtegevoelige delen van het oude land en de drooggevalle gronden nadelig kunnen beïnvloeden.



De hoeveelheid water, die beschikbaar zal komen bij een peilvariatie op het Zeeuwse Meer van N.A.P. tot N.A.P. - 0,70 m, zal, afhankelijk van de grootte van het, bijvoorbeeld voor zeehavenontwikkeling, af te scheiden deel van het Zeeuwse Meer, 160 à 240 miljoen m<sup>3</sup> bedragen, d.i. verdeeld over 4 droge maanden slechts 15 à 23 m<sup>3</sup>/sec, maar verdeeld over een maand toch nog 60 à 90 m<sup>3</sup>/sec. Ten opzichte van de totale waterbehoefte en de verdampingsverliezen in een zomerhalfjaar zijn deze hoeveelheden betrekkelijk klein, terwijl onder normale omstandigheden in kwalitatief opzicht geen voordelen aan de voorraadvorming zullen zijn verbonden.

De watervoorraad op het Zeeuwse Meer moet, gelet op het voorgaande, dan ook meer worden gezien als een waardevolle veiligheidsreserve voor bijzondere omstandigheden dan als een factor, die bij het normale waterhuishoudkundige beheer regelmatig zal meespelen.

Resumerende komt men zodoende tot het in tabel 2.8 aangegeven peilregime.

De overgang van het zomerpeil naar het winterpeil en omgekeerd zal waarschijnlijk het beste kunnen plaatsvinden in augustus/september, respectievelijk maart/april.

Wat betreft het eventuele aflaten van water van het noordelijke deltabekken naar het Zeeuwse Meer, ter verlaging van hoge standen op het noordelijke deltabekken, kan het volgende worden opgemerkt. Een onderzoek is uitgevoerd waarbij is uitgegaan van een stormvloedstand te Hoek van Holland die op 1 februari 1953 is voorgekomen [N.A.P. + 3,85 m], een hoge Rijnafvoer van 9700 m<sup>3</sup>/sec, een peil van het Zeeuwse Meer van N.A.P. en een niet afgesloten Oude Maas. Daarbij is gebleken dat het verlagerend effect van het aflaten van water op het Zeeuwse Meer, via een stroomsluis in de Volkerakdam met een totale opening van 500 m<sup>2</sup>, te Dordrecht slechts 5 cm zou bedragen. Een verdubbeling van deze reeds grote afmetingen van de stroomsluis zou bij dezelfde extreme omstandigheden tot een verlaging van slechts 10 cm leiden. De verlaging van de waterstanden op het Haringvlietbekken, die overigens in vergelijking met de reeds voorgekomen waterstanden niet uitzonderlijk hoog zullen zijn, zou meer bedragen, nl. 30 resp. 60 cm. Over het geheel genomen zou het effect van het aflaten van water naar het Zeeuwse Meer, op de plaatsen waar dit van belang zou kunnen zijn, zoals bij Dordrecht, gering zijn, zodat het nauwelijks verantwoord is te achten hiervoor kostbare, extra voorzieningen te treffen.

Als één van de voornaamste indicatoren voor de waterkwaliteit van de in een zilte omgeving gelegen zoetwaterbekkens geldt het zoutgehalte van het water.

Voor een nadere oriëntatie, wat betreft de in de toekomst te

Tabel 2.8 Peilregime op de verschillende onderdelen van het zuidelijke deltabekken

Onderdeel van het zuidelijke deltabekken	Peilen in m t.o.v. N.A.P.	
	Zomerpeil	Winterpeil
Zeeuwse Meer	iets boven N.A.P. <sup>1</sup>	iets beneden N.A.P. <sup>1</sup>
Grevelingenbekken	- 0,20 <sup>1</sup>	- 0,20 <sup>1</sup>
Veerse Meer	iets beneden N.A.P. <sup>1</sup>	- 0,70

verwachten waterkwaliteit, is het zuidelijke deltabekken in een aantal vakken verdeeld en is in elk vak het te verwachten zoutgehalte berekend voor elke maand van een gemiddeld en van een droog jaar. Verder is steeds nagegaan wat het effect is van een droog jaar op een aansluitend stuk van een gemiddeld jaar. Voor de maximale inlaatcapaciteit bij de Volkerakdam is voorshands aangehouden 300 m<sup>3</sup>/sec als gemiddelde over een getij; daarbij zij opgemerkt, dat in werkelijkheid ruimere mogelijkheden voor waterinlaat aanwezig zullen zijn. In het droge jaar is de waterinlaat gedurende de maanden september t/m december beperkt gedacht tot gemiddeld 150 m<sup>3</sup>/sec. Onderzocht zijn o.a. twee tamelijk ver uiteenliggende toestanden, te weten:

A Deltaplan voltooid, geen zeehavenontwikkeling in de Oosterschelde, nog geen watervoorziening van de landbouw, de bevolking en de industrie uit het zuidelijke deltabekken,

B Deltaplan voltooid, omvangrijke zeehavenontwikkeling in het afgescheiden oostelijke deel van de Oosterschelde, watervoorziening van de landbouw, de bevolking en de industrie overeenkomstig het gestelde in paragraaf 5.2.

Als grootheden, die de te bereiken resultaten enigermate karakteriseren, zijn in figuur 2.6 de zoutgehalten weergegeven zoals die kunnen worden verwacht in een meer centraal in het zuidelijke deltabekken gelegen vak [vii] en in een tweetal tamelijk ongunstig gelegen vakken, te weten: de westelijke delen van het Grevelingenbekken [v] en de Oosterschelde [viii].

Voor het bereiken van deze resultaten is een goede verdeling van de beschikbare hoeveelheid doorspoelingswater over het zuidelijke deltabekken vereist. Het patroon van lozingen naar de Westerschelde moet worden vastgesteld, mede tegen de achtergrond van de ontwikkelingen op het gebied van de scheepvaartwegen en de zeehavens. Nu reeds kan worden gesteld dat voor de waterkwaliteits-

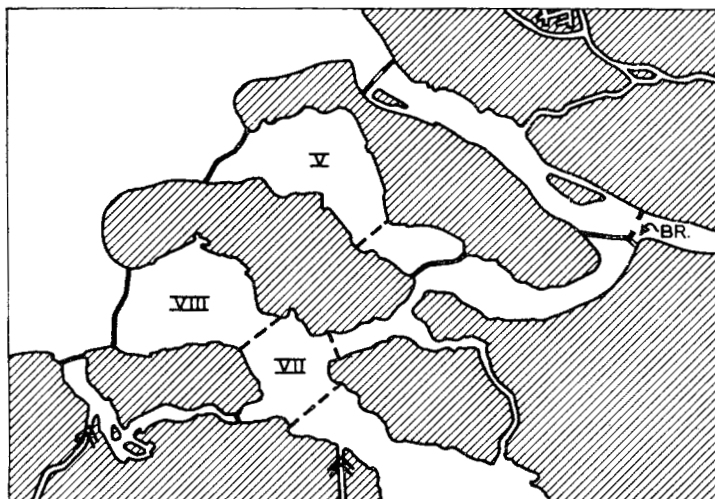
Fig. 2.6 Verloop van het gemiddelde chloride-iongehalte over enkele delen van de zuidelijke deltabekkens

Verklaring

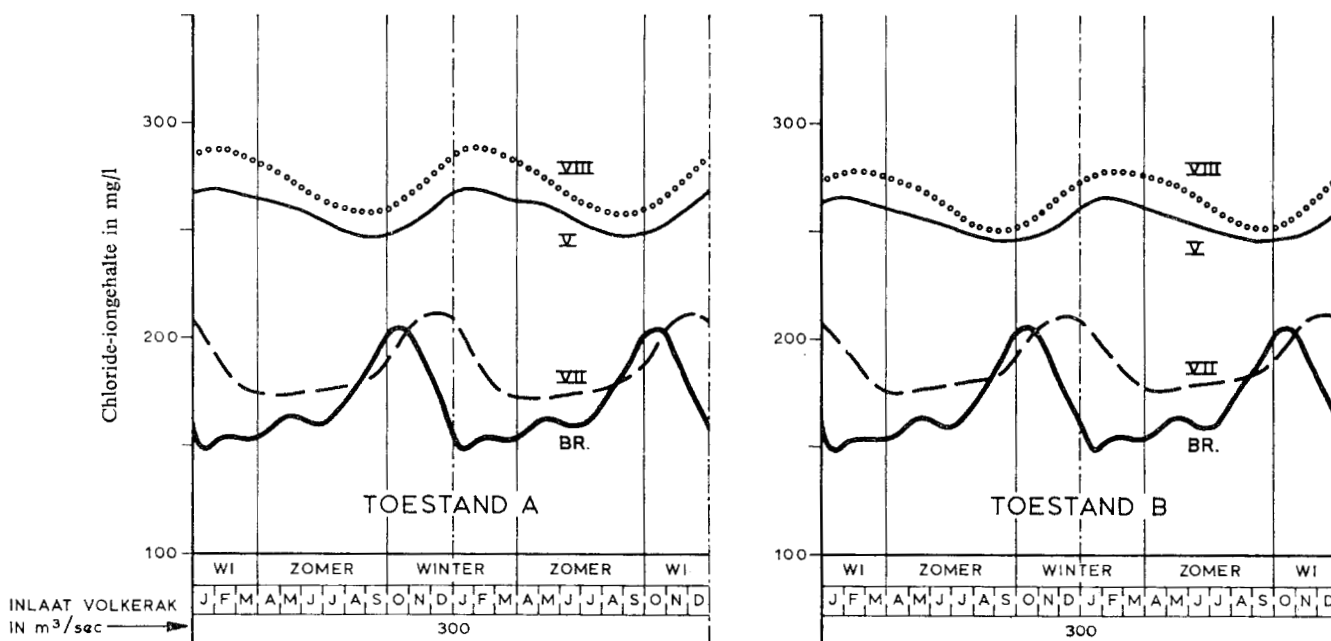
Omschrijving toestand A en B zie par. 5.3

- BR. ——— Bovenrijn [inlaat Volkerak]
- VII - - - - Vak VII [Oosterschelde midden]
- V ——— Vak V [Grevelingen west]
- VIII ..... Vak VIII [Oosterschelde west]

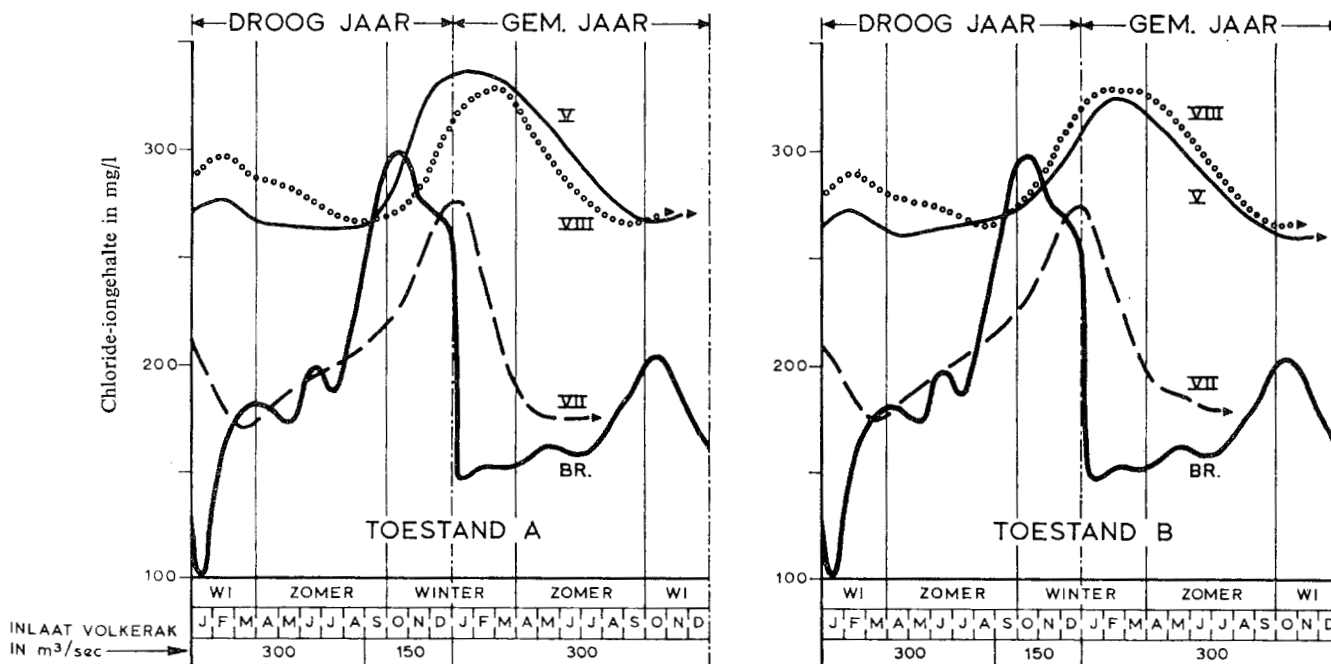
▶ Tijdstip waarna het chloride-iongehalte weer het normale gemiddelde verloop vertoont



Twee achtereenvolgende gemiddelde jaren



Droog jaar [1959] gevolgd door een gemiddeld jaar



beheersing op het Veerse Meer een nieuwe lozingsmogelijkheid van tamelijk grote capaciteit zal zijn vereist; in aanvulling op de zeer beperkte mogelijkheden, welke het Kanaal door Walcheren in dit verband kan bieden, lijkt een nieuwe waterleiding naar het Sloe hiervoor het meeste in aanmerking te komen.

De vorenbedoelde resultaten zullen bereikt kunnen worden zonder dat gebruik zal behoeven te worden gemaakt van de watervoorraad op het Zeeuwse Meer. Ook anderszins zijn de voor toestand B in een droog jaar aangenomen omstandigheden in vele opzichten extreem. Uit figuur 2.6 blijkt dat, niettegenstaande de voor de waterhuishouding van het zuidelijke deltabekken aangenomen ongunstige omstandigheden, onverminderd geldt dat het zuidelijke deltabekken een waardevol element in de regionale waterhuishouding zal vormen.

In het voorgaande is eenvoudigheidshalve verondersteld dat in de vakken, waarin het zuidelijke deltabekken onderverdeeld is gedacht, een volledige menging optreedt, zodat bijvoorbeeld geen verschillen in zoutgehalte van het water bij de bodem en het water bij de oppervlakte zijn verondersteld.

Sinds 1965 is evenwel van verschillende zijden nogal veel aandacht besteed aan de mogelijke ongunstige invloed, die in de Zeeuwse wateren aanwezige diepe geulen zullen kunnen uitoefenen op de kwaliteit van het water [de grootste diepten in het Brouwershavensche Gat en de Oosterschelde bedragen ruim 45, resp. 50 m]. De vrees bestaat daarbij, dat de diepe geulen altijd met zout water gevuld zullen blijven. Dierlijke en plantaardige organismen in de zoete bovenlagen zullen na een natuurlijk afstervingsproces naar de bodem zakken en tot ontbinding overgaan in de diepe geulen, die mogelijk met zout en zuurstofloos water zullen zijn gevuld. Hetzelfde zal kunnen gebeuren met de met het zoete rivierwater aangevoerde organische afvalstoffen van huishoudelijke en industriële oorsprong. Daarbij moet dan worden gevreesd voor mogelijke reductie van de in het zoute water aanwezige sulfaten tot het giftige zwavelwaterstof. Bij voortgaande produktie van zwavelwaterstof en bijvoorbeeld periodieke menging van het water uit de diepe geulen met het water in de bovenste lagen zal het aquatische leven in de Zeeuwse wateren worden bedreigd. Door mogelijk opdrijven van modder bij gasontwikkeling door methaangisting in het bodemslijk zullen tevens in hygiënisch en esthetisch opzicht ongewenste situaties ontstaan.

Reeds in een vroeg stadium van het onderzoek naar de toekomstige waterhuishouding van de deltawateren is de hierboven geschetste problematiek onderkend. In verband hiermee zijn enkele in Nederland voorkomende situaties met grote waterdiepte nader onderzocht.

Als voorbeeld zij vermeld dat in 1957 en 1958 een onderzoek is ingesteld naar de samenstelling van het water en

van het bodemmateriaal op een tweetal diepe punten in het Brielse Meer [reikende tot 11, resp. 13,5 m diepte]. In verschillende seizoenen zijn bemonsteringen verricht met het doel na te gaan in hoeverre nabij de bodem anaërobie zou kunnen ontstaan door een te geringe uitwisseling van zoet en brak water en of deze anaërobie zou kunnen leiden tot vissterfte en het opdrijven van modder door gasontwikkeling in het bodemslijk. Uit het onderzoek bleek, dat van enige gelaagdheid in het water geen sprake was en dat het water tot op de bodem van de geulen een hoog zuurstofgehalte had. Gevaar voor ontwikkeling van zwavelwaterstof was hier nauwelijks te verwachten. Ook uit de sinds 1950 regelmatig verrichte metingen van het zoutgehalte van het water van het Brielse Meer blijkt dat verschillen in zoutgehalte van het water bij de bodem en aan de oppervlakte praktisch niet optreden. De verklaring van de goede menging moet grotendeels worden gezocht in de invloed, die de wind heeft op de waterbeweging en de menging.

Door het Hydrobiologisch Instituut te Yerseke is anderzijds tijdens meer recent onderzoek op het Veerse Meer op enkele 11 tot 24 m diepe, tamelijk beschut gelegen punten in het oostelijke deel van het Veerse Meer wél gelaagdheid en nabij de bodem tijdelijke anaërobie waargenomen. Op andere, niet minder diepe punten in het westelijke deel van het Veerse Meer, met een ten opzichte van de overheersende windrichtingen meer open ligging, zijn deze verschijnselen evenwel niet of nauwelijks geconstateerd. Men dient daarbij te bedenken dat het Veerse Meer, met grotendeels stilstaand water met een tamelijk hoog zoutgehalte, in hydrologisch opzicht nog in een overgangstoestand verkeert, waarbij onder meer periodiek zeewater naar de diepere gedeelten toe vloeit tijdens het schutten met de Zandkreeksluis en bij het instellen van het zomerpeil. Deze overgangstoestand wijkt sterk af van de toestand, waarin de zuidelijke deltabekken na de primaire ontzilting zullen verkeren.

De invloed van de wind op de waterbeweging in het Veerse Meer is met behulp van op waarnemingen in de natuur steunende berekeningen nog nader onderzocht. Daarbij is gebleken dat, onder invloed van een langdurig doorstaande wind uit westelijke richtingen met een tamelijk frequent voorkomende sterkte, een langs de oppervlakte en de bodem circulerende stroming kan ontstaan. Onder invloed van variërende windsnelheden en windrichtingen, waarbij gedurende vrij korte perioden tamelijk hoge windsnelheden optreden, kan voorts een regelmatig van richting wisselende stroom ontstaan, die slechts langzaam uitdempt. De aldus berekende stromingen kunnen de kwaliteit van het water in diepe geulen op niet onaanzienlijke wijze beïnvloeden. Voor zover betreft de niet al te diepe geulen speelt ook de menging door de waterbeweging als gevolg van golven een rol, terwijl overigens de menging als gevolg



van diffusie op langere duur niet te verwaarlozen is. Uit het onderzoek van diepe geulen elders kan niettemin nog geen in alle opzichten definitieve beoordeling van de toekomstige toestand in de afgesloten Oosterschelde en het afgesloten Brouwershavensche Gat worden afgeleid. Wel hebben de in de Oosterschelde en het Brouwershavensche Gat voorkomende diepe geulen een zodanige ligging ten opzichte van de overheersende windrichtingen, dat op een goede menging van het water uit de diepe geulen met het water in de bovenste lagen mag worden gerekend. Bovendien beslaat het deel van de zuidelijke deltabekken beneden een vlak van N.A.P. - 20 m, resp. - 30 m, slechts 8 à 9, resp. 2 à 3% van het totale oppervlak op N.A.P.

Teneinde op alle eventualiteiten voorbereid te zijn is reeds in 1957 begonnen met het onderzoek naar de mogelijkheden voor een kunstmatige bevordering van de ontzilting van diepe putten. Daarbij is gebleken dat voor dit doel op geschikte wijze gebruik kan worden gemaakt van een transportabele compressorinstallatie, waarmee samengeperste lucht in de diepere lagen kan worden gevoerd. Voor een verdere beproeving van deze methode zijn in april 1966 door de Deltadienst, in samenwerking met het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater en het Hydrobiologisch Instituut te Yerseke, proeven genomen in het Veerse Meer. Hiervoor werd uitgekozen een tot ruim 22 m diepte reikende geul, waarin het water vrij belangrijke dichtheidsverschillen vertoonde. Hoewel de lucht slechts over een beperkte lengte nabij het diepste gedeelte van de geul werd ingevoerd, veroorzaakten de daardoor opgeroepen dichtheidsstromingen zelfs in de het verst van het centrum verwijderde delen van de geul een betrekkelijk snelle afneming van de zoutgehalten in de diepere lagen. Een tijdens de tweedaagse proef opstekende bries vergrootte het resultaat nog aanmerkelijk. De kosten van de proef waren zeer bescheiden, zodat een periodieke toepassing van deze methode op een aantal plaatsen geen probleem behoeft op te leveren. Wellicht kan deze methode speciaal van nut zijn voor de waterkwaliteitsbeheersing in enkele diepe putten direct achter de afsluitdammen, waar enige aanvoer van zout kwelwater valt te verwachten.

Het is duidelijk dat ook in meer algemene zin de kwaliteit van het water van het zuidelijke deltabekken niet geheel zal kunnen worden afgemeten aan het gemiddelde zoutgehalte. Andere verontreinigingen spelen eveneens een rol. Wat betreft deze andere verontreinigingen dient men te bedenken dat de kwaliteit van het Rijnwater van grote invloed zal zijn op de kwaliteit van het water van het zuidelijke deltabekken. Dit vestigt nogmaals de aandacht op het belang van het overleg, dat in internationaal verband plaats heeft met betrekking tot de bescherming van de Rijn tegen verontreiniging, bij welk overleg niet alleen aandacht wordt geschonken aan de belasting van de rivier met

keukenzout, doch evenzeer aan alle andere verontreinigingen van organische en anorganische aard.

Voor een bepaald aspect van de kwaliteit van het Rijnwater zij nog speciaal de aandacht gevraagd. Een niet te verwaarlozen deel van de Rijnafvoer bestaat thans reeds uit water dat een zuiveringsinstallatie is gepasseerd. Als eindprodukten van het zuiveringsproces komen opgeloste minerale stoffen vrij, onder meer stikstofverbindingen en fosfaten, die door plantaardige organismen worden gebruikt voor de opbouw van koolhydraten, vetten en eiwitten. Indien in een bekken met min of meer stilstaand water een voorgereinigd effluent of rivierwater, dat veel opgeloste stikstofverbindingen en fosfaten bevat, terechtkomt, kan de planktongroei sterk worden gestimuleerd, waarbij waterbloei kan optreden. Op waterbloei volgt vroeg of laat massaal afsterven van organismen, wat kan leiden tot zuurstoftekorten en vissterfte, met name in de diepere waterlagen. Hieraan zou door het eerder beschreven inpersen van lucht tegemoet kunnen worden gekomen. Hoewel op het IJsselmeer en het Brielse Meer, welke wateren ook grotendeels met Rijnwater worden gevoed, zich wat dit betreft tot dusverre nog geen verontrustende verschijnselen hebben voorgedaan, verdient de toenemende vruchtbaarheid van het Rijnwater toch wel bijzondere aandacht.

Lokale belasting van het zuidelijke deltabekken met afvalwater zal grotendeels kunnen worden vermeden. Het is mogelijk het industriële afvalwater in hoofdzaak buiten de zoetwaterbekken te lozen, evenals het afvalwater van grote bevolkingsconcentraties. In dit verband kan worden genoemd, het door de Commissie Afvalwatervraagstuk Westelijk Noord-Brabant in haar rapport van 1964 aanbevolen project voor afvoer van afvalwater uit westelijk Noord-Brabant per pijpleiding naar de Westerschelde.

Voor het overige zal het plaatselijke afvalwater grotendeels kunnen worden gezuiverd. De resterende belasting moet en kan zeer beperkt blijven.

De waterverontreiniging, die samenhangt met het massale binnenscheepvaartverkeer over het Zeeuwse Meer, kwam reeds eerder ter sprake. In dit verband verdient een zodanige inrichting van het Zeeuwse Meer de voorkeur, dat de door de scheepvaart benutte wateren zoveel mogelijk gescheiden zijn van het overige deel van het Zeeuwse Meer, respectievelijk dat een geconcentreerde zoetwaterstroom het doordringen van verontreinigingen naar de overige delen zoveel mogelijk belet.

Een probleem vormt het voorkomen van verontreiniging door piekbelastingen met afvalstoffen van recreatiezoekenden. Hieraan wordt momenteel de nodige aandacht besteed, doch financieel verantwoorde, doeltreffende oplossingen zijn niet altijd eenvoudig aan te geven. Voor zwemmen en baden is de bacteriologische betrouwbaarheid van het water van groot belang. Bij een nadere bepaling van de bestemming en

de inrichting van de onderdelen van het zuidelijke deltabekken, doch ook bij de inrichting en exploitatie van de recreatiecentra zal hieraan de nodige aandacht moeten worden besteed.

Hoewel de omvang van de bedreiging van de waterverontreiniging geenszins mag worden onderschat, dient men niet te vergeten dat het zuidelijke deltabekken tevens een groot zelfreinigend vermogen zal hebben, waarbij de niet te verwaarlozen duur van het verblijf van het water in het bekken een belangrijke rol zal spelen.

De waterhuishoudkundige situatie van Zeeuwsch-Vlaanderen wordt in sterke mate bepaald door de ligging van het gebied, enerzijds ten opzichte van de sterk verzilte Westerschelde en anderzijds ten opzichte van de grens tussen België en Nederland. Het Kanaal van Gent naar Terneuzen verdeelt het gebied in twee ongeveer gelijke delen. Het gebied omvat 56 000 ha cultuurgronden, waarvan 82 % in gebruik is als bouwland, 15 % als grasland en 3 % als tuinbouwgrond.

Sinds 1900 hebben verschillende industrieën zich langs het Kanaal van Gent naar Terneuzen gevestigd. Deze zijn voor hun watervoorziening ten dele aangewezen op dit kanaal. Door de sterke uitbreiding van de industrie langs het kanaal is zowel de zeevaart als de binnenvaart op het kanaal toegenomen. Dit heeft geleid tot belangrijke verbeteringswerken, waarbij het kanaal bevaarbaar is gemaakt voor schepen van ca. 60 000 ton dw. Verwacht mag worden dat vooral het oostelijke deel van Zeeuwsch-Vlaanderen in de toekomst nog een sterke industriële ontwikkeling zal ondergaan.

Op grond van de voor de Zeeuwse landbouwgronden gehanteerde normen voor de waterbehoefte zou voor de peilbeheersing in een 95 % droog zomerhalfjaar een aanzienlijke hoeveelheid water nodig zijn. Voor de dekking van deze behoefte is in het gebied zelf vrijwel geen zoet water beschikbaar, zodat produktieverliezen slechts kunnen worden beperkt door structuurverbetering van de grond en door het aanleggen van stuwen in de waterlopen waarmee bodemvochtverliezen zonodig kunnen worden beperkt. De wateraanvoer vanuit België naar de in 1952 van

de Westerschelde afgesloten Braakman is in zomerperioden niet groot genoeg voor een goede peilbeheersing en verversing van het meer. Het water in het meer is daardoor brak en derhalve ongeschikt voor de watervoorziening. De waterbehoefte van bevolking en industrie is de laatste jaren sterk gestegen en zal in de toekomst nog verder toenemen. Tabel 2.9 geeft hiervan een beeld.

De toekomstige behoefte zal sterk afhangen van de ontwikkeling van de bestaande bedrijven en van de aard van de nieuwe vestigingen. Daarnaast kunnen waterbesparende methoden invloed hebben op de waterbehoefte.

Het voor 1970 geraamde gebruik zal bij de huidige situatie als volgt kunnen worden gedekt:

waterwingebied St. Jansteen en Clinge	3,5 miljoen m <sup>3</sup> /jaar
grondwater uit Noord-Brabant	5,0 miljoen m <sup>3</sup> /jaar
oppervlaktewater uit België via spaarbekkens	8,0 miljoen m <sup>3</sup> /jaar
destillatie van oppervlaktewater	9,5 miljoen m <sup>3</sup> /jaar
oppervlaktewater uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen	11,5 miljoen m <sup>3</sup> /jaar
<hr/>	
totaal	37,5 miljoen m <sup>3</sup> /jaar

Na het gereedkomen van transportleidingen, aansluitende op de zinkers onder de Westerschelde, kan de aanvoer van grondwater uit Noord-Brabant toenemen tot 10 à 15 miljoen m<sup>3</sup>/jaar, zodat dan totaal rond 45 miljoen m<sup>3</sup>/jaar beschikbaar zal zijn.

Plannen zijn in voorbereiding om het overtollige water van verschillende polders in het westelijke deel van Noord-Brabant in spaarbekkens op te slaan. De op deze

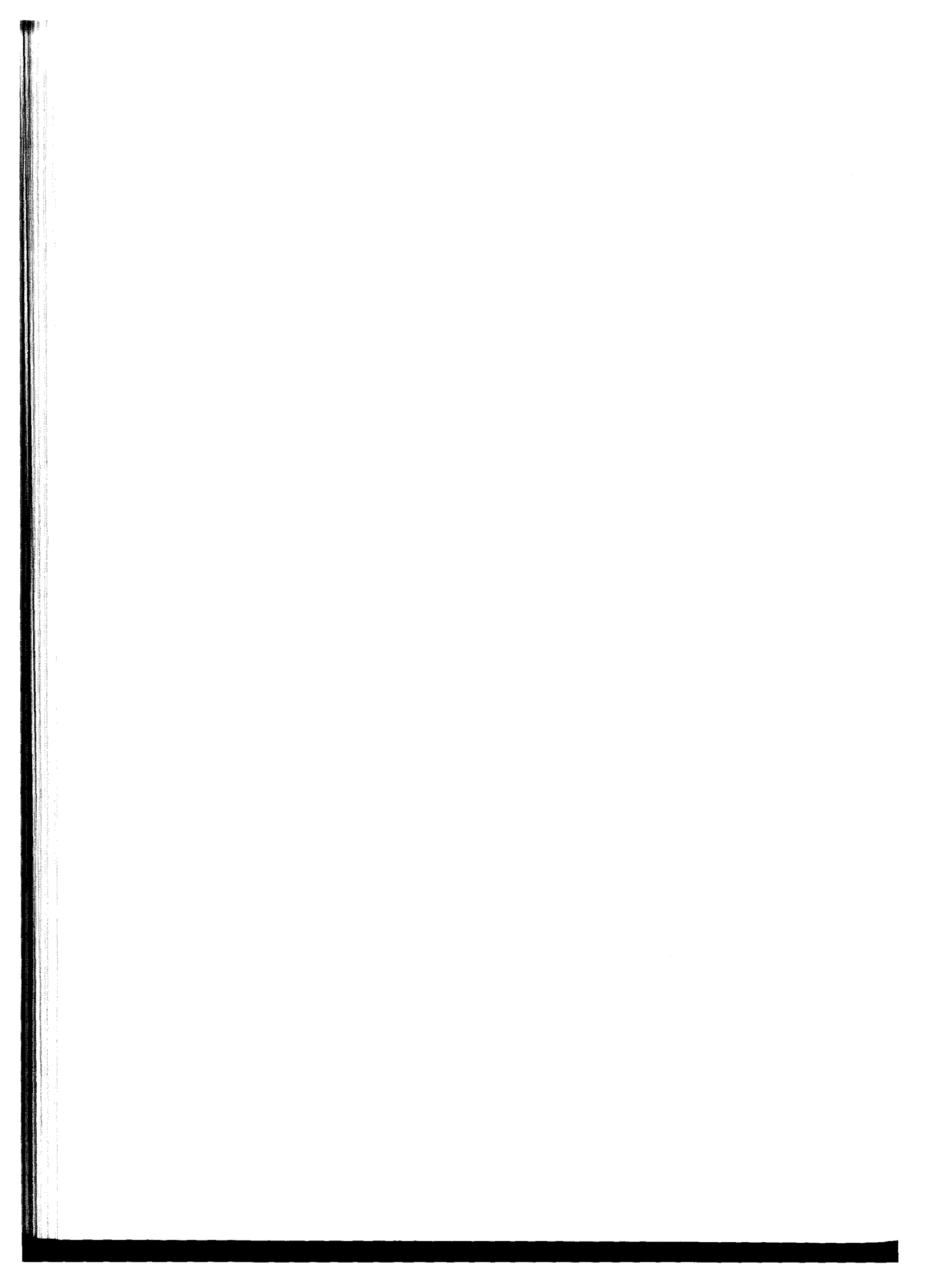
Tabel 2.9 Watergebruik van bevolking en industrie in 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/jaar

	1966	Raming 1970		Raming 1980	
		min	max	min	max
Bevolking	4,5	5	6	7	9
Industrie [aangesloten op waterleiding]	5,3	19	20,5	38	44,5
Industrie [eigen winning]	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
Totaal	21,3	35,5	38	56,5	65

wijze winbare hoeveelheid water bedraagt globaal 40 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Een deel van dit water zal echter nodig zijn voor de toekomstige watervoorziening van midden-Zeeland.

Tenslotte zou de uit België te betrekken hoeveelheid mogelijk kunnen worden opgevoerd.

# De waterhuishouding van noordwestelijk Nederland



# 1 Inleiding

In deze bijlage zullen beschouwingen worden gewijd aan de waterhuishouding van noordwestelijk Nederland. In het hoofdsysteem daarvan is de functie van het IJsselmeer van essentieel belang. Daarom hebben de volgende beschouwingen in hoofdzaak betrekking op deze functie, waarbij wordt uitgegaan van de betekenis van het IJsselmeer overeenkomstig de conceptie van het Zuiderzeeplan, waarvan het een onderdeel is. Intussen is in de loop van de jaren de betekenis van dit meer geëvolueerd en zijn in de toekomst verder gaande ontwikkelingen denkbaar.

In hoofdstuk 2 zal eerst aandacht worden geschonken aan de afwateringsbelangen, aangezien deze in belangrijke mate bepalend zijn voor de inrichting van het plan. Uit de betreffende paragraaf [2.2] blijkt tevens dat de hoge meerpeilen, die tijdens de recente hoogwaterperiodes van december 1965/januari 1966 en december 1966/januari 1967 voorkwamen, geheel in de lijn van de verwachting lagen bij de extreme meteorologische omstandigheden, die in de aangegeven periode optraden; zij zijn niet toe te schrijven aan een onvoorziene wijze van reageren van het meer op dergelijke omstandigheden. Het kort na elkaar voorkomen van deze extreme situaties moet als toevallig worden beschouwd.

De volgende paragraaf [2.3] handelt over de betekenis van het IJsselmeer voor de watervoorziening zowel uit een oogpunt van beschikbare hoeveelheden als van de kwaliteit van het water.

In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op andere mogelijke toekomstige ontwikkelingen, die consequenties kunnen hebben voor de waterhuishouding. Vooral is aandacht geschonken aan de bestrijding van de gevaren voor de watervoorziening, welke

kunnen voortvloeien uit een aanzienlijke uitbreiding van het zeehavenverkeer in het gebied van het Noordzeekanaal en elders in het noorden. Voorts wordt in dit hoofdstuk de eventuele afsluiting van de Waddenzee aan een summiere beschouwing onderworpen, uiteraard uitsluitend voor zover deze afsluiting invloed kan uitoefenen op de waterhuishoudkundige infrastructuur.

Tenslotte worden in hoofdstuk 4 de mogelijkheden op lange termijn voor de watervoorziening van de noordelijke helft van ons land besproken, mede in verband met de eventuele toekomstige problemen van de watervoorziening in de zuidelijke helft. Aangezien aan het gebruik van het IJsselmeer voor de watervoorziening specifieke gevaren zijn verbonden – langdurige onbruikbaarheid als gevolg van een door een calamiteit veroorzaakte verontreiniging – is in paragraaf 4.2.2 ruime aandacht aan dit aspect geschonken.

## 2 De waterhuishoudkundige aspecten van het Zuiderzeeplan

2.1

ALGEMEEN

De oudst bekende suggestie tot afsluiting van de Zuiderzee dateert van 1667; zij werd gedaan door Hendric Stevin die dat werk aanbeval teneinde een meer met zoet water te verkrijgen waarbinnen veel land zou kunnen worden aangewonnen. Daarna heeft het voor zover bekend tot het midden van de vorige eeuw geduurd, voordat concrete plannen met een dergelijke strekking openbaar werden gemaakt. De plannen volgden elkaar toen snel op, in omvang wisselend van indijkingen van kleine onderdelen tot volledige indijking van de Zuiderzee en de Waddenzee. Door het ontbreken van voldoende basisgegevens was het echter niet goed mogelijk de technische en financiële uitvoerbaarheid van deze plannen te beoordelen. Eerst omstreeks 1890 kwam Lely, in opdracht van de kort tevoren door particulieren opgerichte Zuiderzeevereniging, na het doen van vele waarnemingen en na het verrichten van uitgebreide studies tot een plan, dat gedocumenteerd en uitvoerbaar was.

Lely toonde in de eerste plaats aan dat het om verschillende redenen wenselijk zou zijn een plan tot nagenoeg volledige afsluiting van de Zuiderzee en de Waddenzee zodanig in te richten, dat de afsluiting van de Zuiderzee en die van de Waddenzee onafhankelijk van elkaar zouden kunnen plaatsvinden. Hij toonde aan dat daartoe in elk geval in het plan de afsluiting van de Zuiderzee volgens een over Wieringen lopend tracé moest worden opgenomen. Toen uit later bodemonderzoek bleek dat de voor landaanwinning aantrekkelijke gronden vooral in de Zuiderzee werden

aangetroffen, beperkte Lely zich in zijn verdere beschouwingen tot de problemen van de afsluiting van de Zuiderzee.

Bij een afsluiting volgens een lijn van Noord-Holland over Wieringen naar Friesland verliest de IJssel zijn vrije uitmonding in zee. Een verlenging van de IJssel tot de Waddenzee als een rivier, die uiteraard een zeker verhang moet hebben, zou leiden tot een ontoelaatbare verhoging van de waterstanden langs de bestaande IJssel. Om dat te voorkomen liet Lely de IJssel uitmonden in een groot binnenmeer achter de afsluiting, op welk meer het verval kan worden verwaarloosd. Dit binnenmeer, thans bekend onder de naam IJsselmeer, zou tevens de lozingen van alle gebieden die op de Zuiderzee afwaterden, moeten ontvangen. Het overtollige water op het meer zou door een voldoende aantal sluizen in de Afsluitdijk naar de Waddenzee worden geloosd. Voorts moest het meer een bepaalde minimum grootte verkrijgen om te grote stijgingen van het meerpeil te voorkomen als de lozing naar de Waddenzee door ongunstige wind gestremd zou zijn.

Nadat Lely had aangetoond dat afsluiting van de Zuiderzee waterhuishoudkundig mogelijk was, mits binnen de afsluiting een meer van voldoende grootte werd gehandhaafd, moest de begrenzing van dit meer worden vastgesteld. Daar de bodem van het noordelijke deel van de Zuiderzee overwegend zandig is, werd dit deel minder geschikt geacht om in te polderen, zodat het aangewezen leek daar in de eerste plaats de voor het meer nodige oppervlakte te vinden. De bodemgesteldheid is daarentegen gunstig voor agrarisch gebruik ten zuiden van Wieringen, in het zuidelijke deel van de kom van de Zuiderzee en in het



daaraan grenzende gebied ten noordoosten van Urk. De laatste twee samenhangende gebieden werden door Lely over drie door uitlopers van het meer van elkaar gescheiden polders verdeeld [zie de inzet van fig. 3.1], opdat de IJssel en het Zwarte Water vrij op het meer zouden kunnen afstromen en de scheepvaart tussen Amsterdam en het noorden niet belemmerd zou worden.

De landaanwinning volgens het plan-Lely zou eveneens kunnen worden verkregen zonder de Zuiderzee af te sluiten. Door de afsluiting kunnen echter de dijken van de nieuwe polders lager zijn en worden de bestaande dijken achter de afsluiting tweede waterkering, waardoor de veiligheid van de hierdoor beschermde gebieden toeneemt. Verder wordt de afwatering van de omgeving verbeterd en ontstaat een zoet binnenmeer waaruit Noord-Holland benoorden het IJ, Friesland en Groningen van goed water kunnen worden voorzien, hetgeen voordien onmogelijk was. Op grond van deze voordelen concludeerde Lely dat aan een ontwerp waarin afsluiting en gedeeltelijke droogmaking van de Zuiderzee waren gecombineerd, de voorkeur moest worden gegeven.

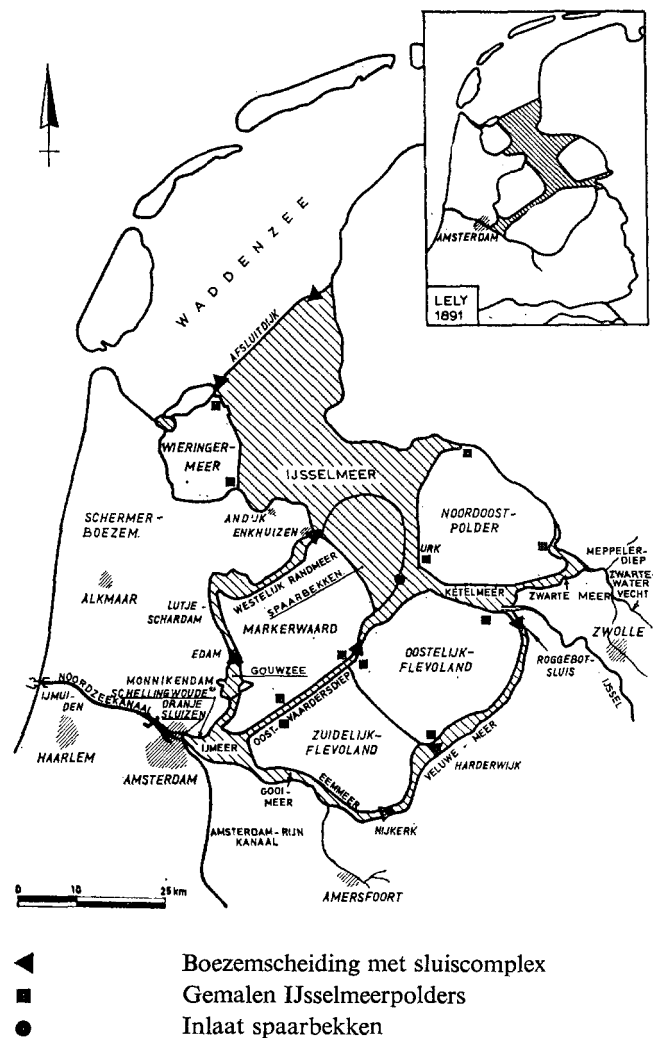
Het plan-Lely getuigt van een grootse visie, onder meer hieruit blijkend dat het in hoofdlijnen nog steeds kan worden gevolgd. Het plan, zoals het omstreeks 1960 als richtlijn voor realisering werd aangehouden, is weergegeven in figuur 3.1; het wijkt in beginsel nauwelijks af van het plan van 1891. Het grote binnenmeer – het IJsselmeer – is er nog steeds een essentieel deel van. In de volgende paragrafen zal de betekenis hiervan voor de watervoorziening van het noorden van ons land uitvoerig worden uiteengezet.

Werd in het plan-Lely uitsluitend gedacht aan het agrarisch gebruik van de drooggemaakte gronden, thans moeten deze gronden meer in het algemeen worden beschouwd als een waardevolle aanvulling van de ruimte voor wonen, werken, verkeer en recreatie in ons steeds voller wordende land. Daar de ruimteproblemen het grootst zijn in de omgeving van het zuidwestelijke deel van de vroegere Zuiderzee, blijft de inpoldering van dit deel gewenst, waardoor ook de uiteindelijke gedachte verdeling tussen land en water achter de afsluiting nu nog in grote trekken overeenstemt met die van het plan-Lely.

Uiteraard hebben nieuwe ontwikkelingen wel geleid tot wijziging van bepaalde onderdelen van het plan. De belangrijkste veranderingen zullen, voor zover zij betrekking hebben op de waterhuishouding, in het navolgende worden behandeld.

Tussen de polders en het oude land zijn wateroppervlakten op IJsselmeerniveau nodig voor velerlei doeleinden zoals scheepvaart, afwatering van de omgeving, voorkomen van grondwaterstands dalingen in het oude land, zandwinning en recreatie. Het is dus logisch deze wateroppervlakten

Fig. 3.1 Plan Lely en huidige Zuiderzeeplan [met eventueel spaarbekken]



tevens te benutten voor de waterberging. In verband hiermee worden thans ruime randmeren tussen de zuidelijke IJsselmeerpolders [Markerwaard en Flevoland] en het oude land aangelegd. Teneinde de hoge waterstanden die op het IJsselmeer bij storm kunnen voorkomen, buiten de randmeren te houden en dus de hoogte van de dijken daarlangs te beperken, worden op de overgangen van IJsselmeer naar deze meren boezemscheidingen aangebracht, voorzien van schut- en stroomsluizen. Dit is ook het geval, waar het Oostvaardersdiep – het scheepvaartkanaal tussen de Markerwaard en Flevoland – uitmondt in het IJsselmeer.

Met het oog op de peilregeling en de kwaliteitsbeheersing van het water bleek het verder noodzakelijk deze randmeren te verdelen in verschillende boezems, te weten de Veluwemeerboezem, de IJmeerboezem en de boezem van

het westelijk randmeer, met boezemscheidingen te Roggebotsluis, Nijkerk, Lelystad, Edam en Enkhuizen. De vorm van de Veluwemeerboezem is grotendeels bepaald aan de hand van geohydrologische overwegingen. Om de grondwaterstanden in de aangrenzende kuststrook van de Veluwe na de droogmaking van Flevoland op peil te houden, is hier een randmeer van wisselende, plaatselijk grote breedte aangebracht, waarop in droge zomers het peil zou moeten worden opgevoerd tot max. N.A.P. + 0,30 m. Deze zomerpeilregeling, die van de voor het IJsselmeer en de IJmeerboezem geldende regeling afwijkt, dwingt tot de aanleg van boezemscheidingen bij Roggebotsluis en Nijkerk. De bij de aanleg van Oostelijk-Flevoland aangebrachte boezemscheiding bij Harderwijk wordt voorlopig gehandhaafd. Zodra ervaringen zijn opgedaan met de peilregeling van het aan Zuidelijk-Flevoland grenzende deel van het Veluwemeer, zal worden beslist over het handhaven van deze waterkering, uiteraard rekening houdend met de belangen van de beroeps- en recreatievaart. Hoewel op het Veluwemeer, afgezien van de droge zomerperiode, thans in het algemeen dezelfde peilregeling wordt aangehouden als op het IJsselmeer, worden toch de boezemscheidingen gesloten gehouden, behalve wanneer water van het Veluwemeer naar het IJsselmeer moet worden geloosd. In het Veluwemeer kwelt namelijk water van zeer goede kwaliteit op, afkomstig van de Veluwe, waardoor het gemiddelde zoutgehalte van het Veluwemeerwater lager kan zijn dan dat van het IJsselmeerwater. Dit is niet zo belangrijk voor het Veluwemeer zelf, maar wel voor de grondwaterwinning ten behoeve van de drinkwatervoorziening, omdat dit water uiteindelijk in de ondergrond van Flevoland dringt.

Daar de ondergrond van de IJsselmeerpolders behalve langs de rand van het Veluwemeer brak grondwater bevat dat opkwelt in de polders, slaan de gemalen van deze polders water uit met een vrij hoog zoutgehalte. Zoals in paragraaf 2.3.2 zal worden uiteengezet, moet dit water zoveel mogelijk buiten het IJsselmeer worden gehouden. Het Noordzeekanaal biedt de mogelijkheid het uitslagwater van de zuidelijke polders rechtstreeks naar de Noordzee te lozen. Dit kan echter alleen wanneer het waterbezwaar van de Noordzeekanaalboezem zelf kleiner is dan de lozingscapaciteit te IJmuiden. In perioden van groot waterbezwaar is de capaciteit van de bestaande spuisluizen te IJmuiden evenwel nu reeds niet voldoende om dit overtollige water af te voeren en gezien de steeds hogere eisen, die aan de afwatering worden gesteld, wordt de situatie nog slechter. Mede daarom is besloten tot de bouw van een gemaal te IJmuiden met een capaciteit van 135 m<sup>3</sup>/sec. Door dit gemaal zal weliswaar de afwatering van de Noordzeekanaalboezem in perioden met groot waterbezwaar op bevredigende wijze worden beheerst, doch de zuidelijke

IJsselmeerpolders en de daaraan grenzende randgebieden zullen hun overtollige water in dergelijke perioden moeten lozen naar het IJsselmeer. De hieruit voortvloeiende zoutbelasting van het meer wordt niet bezwaarlijk geacht, aangezien dergelijke perioden in de wintermaanden vallen en het zoutgehalte van het uitslagwater van de IJsselmeerpolders dan aanmerkelijk is verlaagd door de grote neerslag. Verwacht wordt dat het overigens in het algemeen mogelijk zal zijn het zoutbezwaar van de zuidelijke IJsselmeerpolders naar zee af te leiden via het Noordzeekanaal.

In deze opzet is tussen het IJsselmeer en het Noordzeekanaal een tussenboezem, de IJmeerboezem, noodzakelijk, die moet zijn voorzien van ruime verbindingen naar weerszijden. Het overtollige water van het zuidelijke IJsselmeergebied komt in eerste instantie in deze IJmeerboezem om vandaar bij voorkeur onder natuurlijk verval te worden geleid of naar het Noordzeekanaal of naar het IJsselmeer. In verband met het streefpeil van het Noordzeekanaal, dat N.A.P. - 0,50 m is, wordt voor het streefpeil van het IJmeer voorlopig N.A.P. - 0,40 m aangehouden. In perioden van groot waterbezwaar moet worden gerekend op een waterafvoer van 450 m<sup>3</sup>/sec, die dan moet worden geleid naar het IJsselmeer. In dergelijke perioden bestaat echter kans op noordelijke winden, die de waterstanden aan de zuidwal van het definitieve IJsselmeer zullen verhogen en de lozing van water uit de IJmeerboezem zullen belemmeren. Deze boezem zal daarom een oppervlakte van ongeveer 130 km<sup>2</sup> moeten hebben om ontoelaatbare peiloverschrijdingen te voorkomen. Na afweging van de verschillende belangen komt men dan tot een IJmeerboezem, bestaande uit Gouwee, IJmeer, Gooi- en Eemmeer en het Oostvaardersdiep; het laatste vormt tevens de noodzakelijke verbinding met het IJsselmeer.

Opdat het overtollige water van de zuidelijke IJsselmeerpolders zo min mogelijk naar het IJsselmeer behoeft te worden afgevoerd, wordt de bemaling van deze polders geconcentreerd aan het Oostvaardersdiep. Alleen Flevoland heeft twee gemalen die in de definitieve toestand uitslaan op het IJssel- respectievelijk Veluwemeer. Hun gezamenlijke capaciteit is echter slechts 20% van de totale bemalingscapaciteit van de zuidelijke polders. Bovendien wordt met het oog op de kwaliteit van het uitgeslagen water gestreeft naar een bemalingsregeling, waarbij de laatstbedoelde gemalen eerst in werking worden gesteld wanneer de gemalen aan het Oostvaardersdiep de wateroverlast niet meer kunnen verwerken.

Het gemiddelde chloride-iongehalte van de IJmeerboezem zal naar verwachting ongeveer 500 mg/l bedragen, waardoor het voor de watervoorziening onbruikbaar is, maar nog wel geschikt is voor het doorspoelen van het Noordzeekanaal.

In het voorgaande is verondersteld dat de Noordzeekanaal- en de IJmeerboezems in principe gescheiden boezems zijn. Denkbaar is echter een oplossing waarbij deze boezems gemeen liggen. Voor de drukke scheepvaart tussen Amsterdam en het IJsselmeergebied zou dit een belangrijk voordeel betekenen, daar in dat geval de Oranjesluizen bij Schellingwoude – die bovendien anders in de toekomst door moderne sluisen moeten worden vervangen – zouden kunnen vervallen, op een noodkering na die alleen bij een dijkdoorbraak of een andere calamiteit op één van de boezems wordt gesloten. Daar tegenover staat echter het feit, dat het peil van de gemeenschappelijke boezem niet hoger mag oplopen dan omstreeks N.A.P., het hoogste toelaatbare peil op de Noordzeekanaalboezem. En aangezien in perioden van groot waterbezwaar het peil van het IJsselmeer veelal hoger zal zijn, zou het waterbezwaar van de IJmeerboezem in dergelijke perioden bij gemeen liggende boezems niet langs natuurlijke weg naar het IJsselmeer kunnen worden geloosd en zou het te IJmuiden naar zee moeten worden afgevoerd. Dit zou een aanzienlijke vergroting van de capaciteit van het bovenaangeduide gemaal te IJmuiden vereisen. Voorts zou een verzilting van het Noordzeekanaal zich bij gemeen liggende boezems gemakkelijker naar het IJmeer en het IJsselmeer kunnen verbreiden.

Op grond van de afweging van de voor- en nadelen, van gemeen liggende ten opzichte van gescheiden boezems, is de laatste oplossing gekozen, met dien verstande dat de mogelijkheid voor het gemeen leggen open wordt gehouden. Zo wordt bij het ontwerp van het gemaal te IJmuiden rekening gehouden met een eventuele aanzienlijke uitbreiding in de toekomst. Deze kan eveneens van belang zijn voor het geval het noodzakelijk mocht blijken de door de zuidelijke polders veroorzaakte zoutbelasting van het IJsselmeer nog verder te beperken.

De watervoorziening van Schermerboezem, waarvoor nu te Lutje-Schardam en Monnikendam water wordt ingenomen uit het IJsselmeer, kan volgens het huidige plan in de toekomst geschieden via het westelijke randmeer van de Markerwaard, dat bij Enkhuizen in verbinding komt te staan met het IJsselmeer. Dit meer kan worden beschouwd als een verlengstuk van het IJsselmeer en de peilregeling zal nagenoeg overeenkomstig die van het IJsselmeer kunnen zijn.

De scheiding tussen de IJmeerboezem en het westelijke randmeer is momenteel geprojecteerd even ten zuiden van Edam, waarbij de huidige inlaat van Schermerboezem te Monnikendam door een inlaat te Edam zou moeten worden vervangen. De transportcapaciteit binnen Schermerboezem achter Edam is echter gering en moeilijk te vergroten. De verlegging van de boezemscheiding naar een punt ten zuiden van Monnikendam is daarom in studie. Hierop zal nader

worden ingegaan in paragraaf 4.3, waarin de eventuele mogelijkheden van watervoorziening van zuidelijk Nederland uit het IJsselmeer in beschouwing worden genomen.

Het IJsselmeer ontvangt via de IJssel ongeveer 10% van de afvoer van de Rijn. Voorts loost het in figuur 3.2 weergegeven gebied, dat grotendeels in Nederland is gelegen, zijn overtollige water geheel of gedeeltelijk op het meer. Tenslotte levert de neerslag op het meer zelf een bijdrage tot de toevoer. Een deel van de totale toevoer verdampt op het meer. Het overblijvende deel – het waterbezwaar van het meer – moet worden geloosd naar zee, voor zover het niet aan het meer wordt onttrokken ter voorziening in de waterbehoefte van de omliggende gebieden.

In een normaal jaar bedraagt het huidige totale waterbezwaar 15 miljard m<sup>3</sup>, waarvan de Rijn via de IJssel 8,5 miljard m<sup>3</sup> levert. Het waterbezwaar in een normaal jaar is zodanig verdeeld dat in het winterhalfjaar [oktober t/m maart] het bezwaar tweemaal zo groot is als in het zomerhalfjaar [april t/m september].

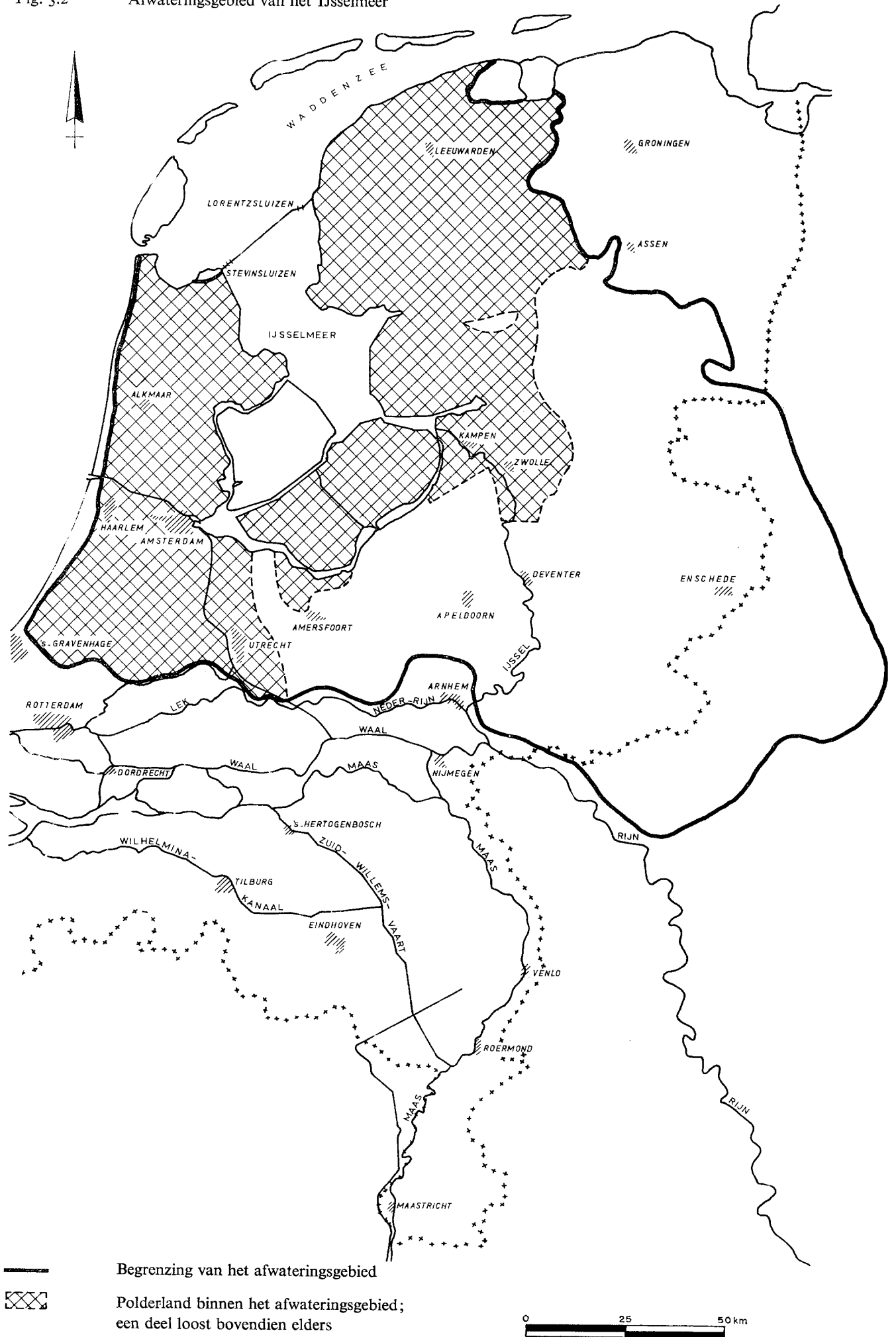
Het in figuur 3.2 weergegeven afwateringsgebied beslaat een oppervlakte van ongeveer 20 000 km<sup>2</sup>. Een deel van dit gebied loost ook elders, zodat de effectieve op het meer afwaterende oppervlakte kan worden gesteld op ongeveer 15 000 km<sup>2</sup>. Het overtollige water van dit gebied bereikt het meer langs natuurlijke weg of door bemaling, voornamelijk via de IJssel en het Zwarte Water. Een zeer groot deel van de totale toevoer komt dan ook bij Kampen en Zwartsluis op het meer.

Op deze plaats dient te worden opgemerkt, dat het onjuist zou zijn te menen, dat de waterbeheersing in het stroomgebied geheel afhankelijk zou zijn van de toestand op het IJsselmeer. Voor de laaggelegen gebieden met kunstmatige lozing bestaat er een beperkte afhankelijkheid, bestaande uit enige vermindering van de capaciteit van de gemalen en een toeneming van de bemalingskosten bij grotere opvoerhoogte. Daarentegen ligt bijna het gehele gebied met natuurlijke ontwatering zo hoog, dat het IJsselmeerpeil op de afwatering hiervan geen invloed – althans geen directe – uitoefent. De grote hoeveelheden overtollig water uit deze gebieden moeten echter op hun weg naar het meer in enkele gevallen laaggelegen gebieden met geringe bergingsmogelijkheid passeren, waardoor hier moeilijkheden kunnen ontstaan bij hoge meerstanden. De problemen rond het Meppelerdiep zijn hiervan een voorbeeld; door de bouw van een gemaal te Zwartsluis zullen zij tot oplossing worden gebracht.

Met het oog op het afwateringsbelang is het dus noodzakelijk

Fig. 3.2

Afwateringsgebied van het IJsselmeer



in de wintermaanden op het meer een zo laag mogelijk peil<sup>1</sup> te onderhouden en het waterbezwaar zo snel mogelijk via de spuisluizen in de Afsluitdijk naar zee te lozen, gebruik makend van de laagwaters in de Waddenzee. Daar in het winterhalfjaar ook de zwaarste stormen met daaraan gepaard gaande opwaaiing voorkomen, is een zo laag mogelijk peil eveneens wenselijk met het oog op de veiligheid tegen overstroming van de aangrenzende door dijken beschermde gebieden, die 1 tot 5 m beneden het gemiddelde meerniveau liggen.

Het laagste peil dat praktisch mogelijk is, gezien de laagwaters in de Waddenzee [gemiddeld laagwater Den Oever N.A.P. - 0,9 m] en gezien de eisen, die de scheepvaart op het IJsselmeer, dat in het algemeen ondiep is, stelt, is N.A.P. - 0,40 m. Dit peil wordt dan ook in het winterhalfjaar nagestreefd; het kan echter niet onder alle omstandigheden worden gehandhaafd.

Perioden met veel neerslag en grote aanvoer van de Rijn die een groot waterbezwaar veroorzaken zijn namelijk in het algemeen depressieperioden met winden in de westelijke en noordwestelijke hoek. In de Waddenzee treedt dan waterstandsverhoging op, terwijl de waterstand aan de meerkant van de Afsluitdijk wordt verlaagd door afwaaiing op het ondiepe meer. De lozingsmogelijkheden naar de Waddenzee nemen hierdoor af; soms kan zelfs in het geheel niet worden geloosd. Daar de watertoevoer naar het meer niet kan worden aangepast aan de lozingsmogelijkheid - zeker niet die van de IJssel en van de natuurlijk lozende gebieden - moet het verschil tussen toevoer en lozing tijdelijk worden geborgen op het meer, hetgeen uiteraard gepaard gaat met een stijging van het peil. Deze stijging is groter naarmate de oppervlakte van het meer en/of het doorstromingsprofiel van de spuisluizen in de Afsluitdijk kleiner worden gekozen.

Bij de aanleg van de Afsluitdijk moest worden beslist over de afmetingen van de spuisluizen. Op grond van een onderzoek naar het voorkomen van hoge peilen op het meer tijdens perioden van groot waterbezwaar werd het doorstromingsprofiel van deze sluisen vastgesteld op 1200 m<sup>2</sup> [beneden N.A.P. - 0,40 m].

Toen na de voltooiing van de bedijking van Oostelijk-Flevoland in 1956 een aanvang werd gemaakt met de dijk Enkhuisen-Lelystad van de Markerwaard, waarmee de oppervlakte van het IJsselmeer definitief zou worden vastgelegd, is het tracé van de genoemde dijk zodanig bepaald, dat in het overblijvende meer nog in totaal 30 km<sup>2</sup> aan zomerpolders en ondiepten zou kunnen worden bedijkt en dat het daarna overblijvende IJsselmeer dan nog 1200 km<sup>2</sup> groot zou zijn.

Intussen was behoefte ontstaan aan een meer gedetailleerde kennis omtrent het gedrag van het toekomstige meer onder bepaalde meteorologische omstandigheden, vooral die van zeldzame aard. Wel was uiteraard uit de waarnemingen het

gedrag van het bestaande meer bekend sinds de afsluiting in 1932, maar door de kleinere oppervlakte zullen de bergingsmogelijkheden op het toekomstige meer geringer zijn, terwijl ook het waterbezwaar en de op- en afwaaiingen zullen veranderen.

Uitgaande van de waargenomen verschijnselen is nu voor de 30-jarige periode 1932-1962 dag voor dag berekend wat op het meer gebeurt bij verschillende oppervlakten, te weten:

- a 3000 km<sup>2</sup>, met het oog op de rechtstreekse vergelijking met de waarnemingen in de langste periode sedert de afsluiting, waarin het meer een gelijkgebleven oppervlakte had, namelijk die van 1941 tot 1956;
- b 1200 km<sup>2</sup>, de meest waarschijnlijke oppervlakte en
- c 600 km<sup>2</sup> een hypothetisch kleine oppervlakte.

In alle gevallen werd het winterstreefpeil op N.A.P. - 0,40 m gesteld, terwijl de bestaande capaciteit van de spuisluizen in de Afsluitdijk is aangehouden.

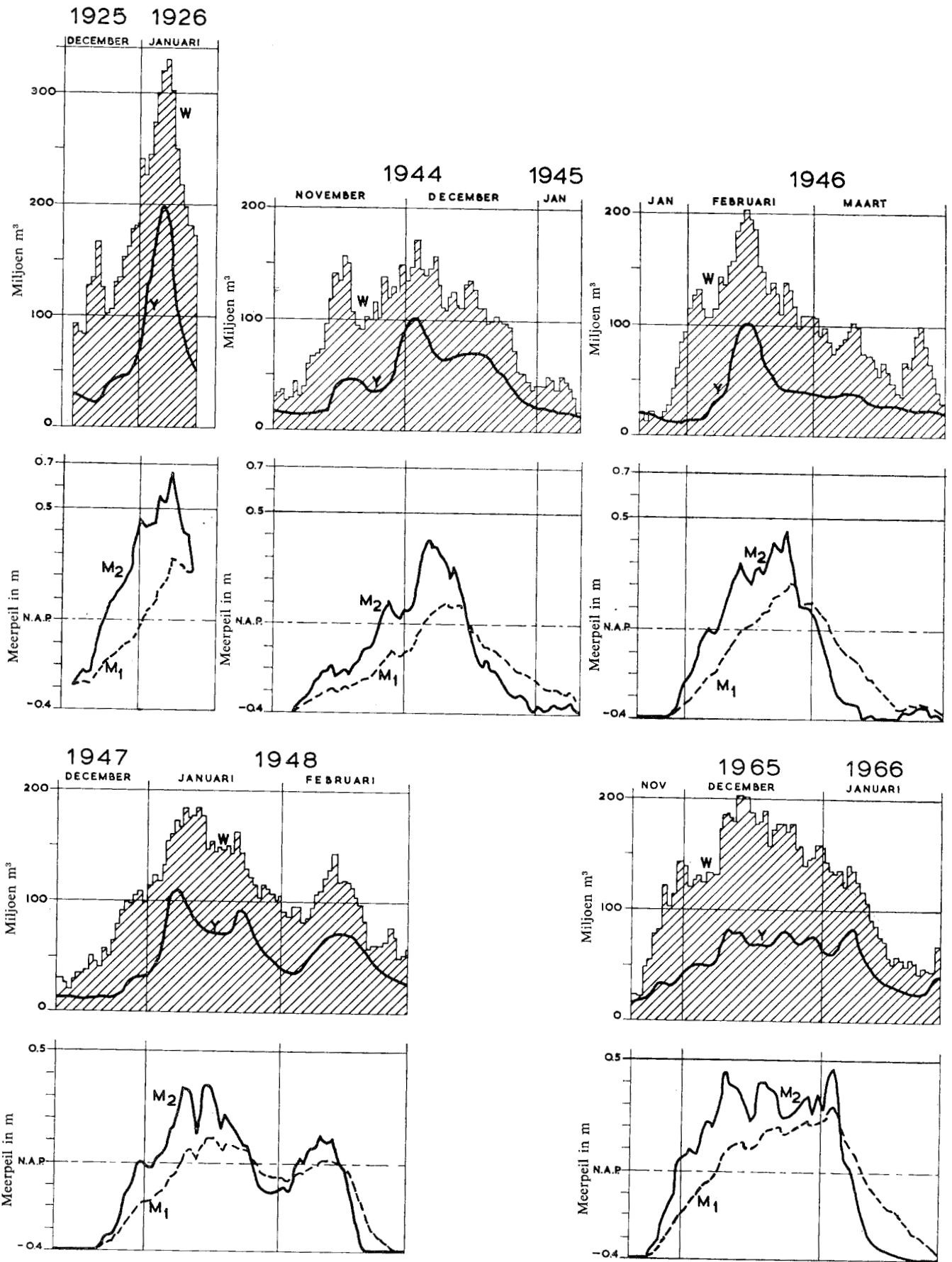
Op deze wijze is inzicht verkregen in het gedrag van het meer bij een bepaalde grootte, indien de meteorologische omstandigheden van na 1932 zich in de toekomst op dat meer zouden herhalen. Voor de beoordeling van de afwateringsmogelijkheden van de omgeving kan een 30-jarige periode als voldoende lang worden beschouwd.

Voor de perioden met het grootste waterbezwaar in het beschouwde tijdvak geeft figuur 3.3 de belangrijkste resultaten, o.a. het verloop van het peil. Tevens zijn de resultaten ingetekend voor de periode december 1925/ januari 1926, de periode met de hoogste bekende IJsselafvoer en het grootste bekende waterbezwaar. Uit figuur 3.3 blijkt de lange duur van de grote peiloverschrijdingen: in de orde van 1 à 1,5 maand. Ook blijkt dat de peiloverschrijding vrij grote waarden kan bereiken, b.v. in januari 1926 [met een geschatte gemiddelde kans van overschrijding van 1/150 per jaar] tot N.A.P. + 0,7 m, in februari 1946 en in januari 1966 tot bijna N.A.P. + 0,5 m, wat zich in januari 1967 nog eens heeft herhaald; de vermelde peilen gelden alle voor een meer van 1200 km<sup>2</sup> grootte.

De berekeningen tonen aan dat de in januari 1966 en januari 1967 waargenomen hoogste peilen van iets boven + 0,3 m konden worden verwacht bij de tijdens die hoogwaterperioden voorgekomen ongunstige meteorologische omstandigheden en de toen aanwezige grootte van het meer. Het kort na elkaar optreden van dergelijke extreme omstandigheden moet als toevallig worden beschouwd. Figuur 3.4 geeft de overschrijdingsfrequentielijn, die het nauwste aansluit bij de maximale peilen per winter, die zouden optreden indien de omstandigheden van het tijdvak 1932-1959 zich in de toekomst zouden herhalen op een meer van 1200 km<sup>2</sup> grootte. Uit figuur 3.4 kunnen met voldoende betrouwbaarheid de peilen worden afgeleid,

<sup>1</sup> Onder peil wordt verstaan de gemiddelde hoogte van de waterstanden over het gehele meer op een bepaald ogenblik. De waterstand in een bepaald punt kan van het peil afwijken door translatiegolven, slingeringen van het meer, verval en vooral door op- en afwaaiingen.

Fig. 3.3 Waterbezwaar en peil van het IJsselmeer tijdens zeer natte perioden

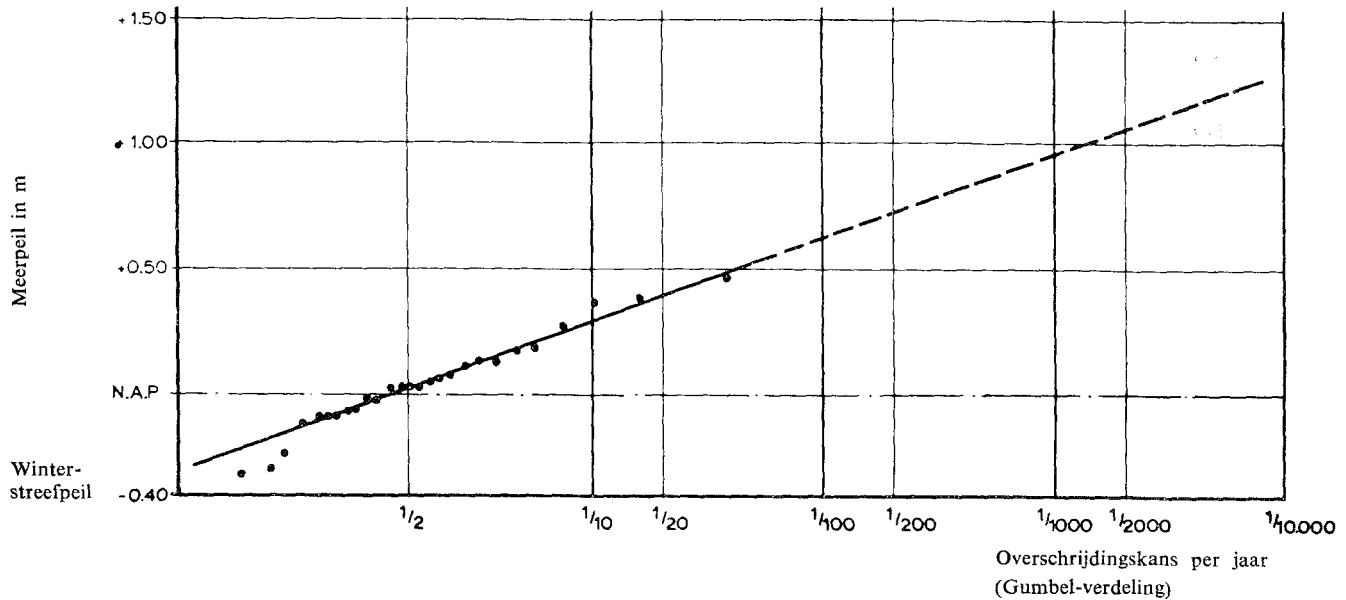


W = totaal waterbezwaar per etmaal  
 M<sub>1</sub> = meerpeil [3000 km<sup>2</sup> = opp. over 1941-1956;  
 winterstreefpeil N.A.P. - 0,40 m]

Y = afvoer IJssel per etmaal  
 M<sub>2</sub> = meerpeil [1200 km<sup>2</sup> = toekomstige opp.;  
 winterstreefpeil N.A.P. - 0,40 m].

Fig. 3.4

De verdeling van de jaarmaxima van het meerpeil in de periode 1932-1959 en een daaraan aangepaste overschrijdingsfrequentielijn, aannemende dat het toekomstige IJsselmeer [oppervlakte 1200 km<sup>2</sup>] in die periode aanwezig was



waarmee bij afwateringsproblemen rekening moet worden gehouden, daar het dan gaat om gevallen met een overschrijdingskans van 1/25 à 1/100 per jaar.

Bij het bepalen van de afmetingen van de dijken van de inpolderingen, dus met het oog op de veiligheid van de polders tegen overstroming en ook bij het nagaan van de veiligheid van de bestaande dijken van het oude land, is men echter geïnteresseerd in veel zeldzamer gevallen, namelijk die met een overschrijdingskans van 1/1000 en 1/10 000 per jaar. Een vérgaande extrapolatie van de overschrijdingsfrequentielijn wordt dan noodzakelijk. Het behoeft geen betoog dat de aldus verkregen waarden met voorzichtigheid moeten worden gehanteerd.

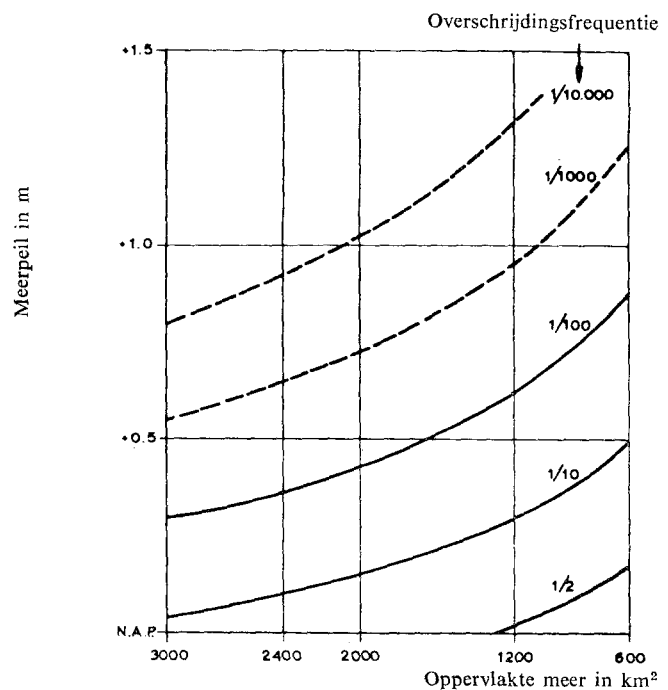
De resultaten van de uitgevoerde berekeningen zijn samengevat in figuur 3.5, die voor verschillende frequenties het verband weergeeft tussen het hoogste meerpeil en de grootte van het meer en wel voor de bestaande spuisluisen en een winterstreefpeil van N.A.P. - 0,40 m.

Uit figuur 3.5 blijkt dat, uitgaande van een meer van 1200 km<sup>2</sup> grootte, een verlaging van het hoogste meerpeil met 1 dm in de voor de afwaterings- respectievelijk de veiligheidsproblemen belangrijke frequenties kan worden bereikt door een vergroting van het meer met 400 km<sup>2</sup>, respectievelijk 250 km<sup>2</sup>.

Voor de voorgekomen ongunstigste perioden met groot waterbezwaar is echter ook berekend wat het effect van een vergroting van de capaciteit van de spuisluisen op het meerpeil zou zijn. Uit deze berekening volgt - althans voor frequenties groter dan 1/100 per jaar - dat een verlaging met

Fig. 3.5

Verband tussen het meerpeil, dat met een bepaalde frequentie wordt overschreden en de oppervlakte van het meer [winterstreefpeil N.A.P. - 0,40 m].



Toestand na indijking

Noordoostpolder Oostelijk-Flevoland Zuidelijk-Flevoland Markerwaard



1 dm eveneens kan worden bereikt door de betreffende capaciteit met 20% te vergroten. Voor de kleinere frequenties, van belang voor de veiligheid, is meestal eveneens een gunstig effect te verwachten, maar dit is niet zeker. Het effect is immers nul wanneer het zeer zeldzame geval het gevolg is van volledig gestremde lozing en deze mogelijkheid kan voorshands veiligheidshalve niet worden uitgesloten.

In het voorgaande is voornamelijk aandacht geschonken aan de invloed van de inrichting van het meer op het peil daarvan. Voor een goede beoordeling van de lozingsmogelijkheden naar het meer en van de veiligheid van de aangrenzende gebieden is het echter ook noodzakelijk de mogelijke waterstanden ter plaatse van het beschouwde lozingspunt of dijkvak in beschouwing te nemen. Deze plaatselijke waterstanden kunnen afwijken van het peil, voornamelijk als gevolg van op- en afwaaiing. Het meer wordt zodanig ingericht dat eventuele vervallen als gevolg van lozingen op het meer zo gering mogelijk zijn. Hiermede is vooral rekening gehouden bij de vaststelling van de afmetingen van het Zwarte Meer en van het Ketelmeer, daar de toevoer voornamelijk hier is geconcentreerd. Onder zeer extreme omstandigheden moet op het Zwarte Meer worden gerekend met een afvoer van 1000 m<sup>3</sup>/sec [grootste bekende afvoer van de Vecht 300 m<sup>3</sup>/sec] en op het Ketelmeer met een afvoer van 4000 m<sup>3</sup>/sec [grootste bekende IJsselafvoer te Kampen ongeveer 2000 m<sup>3</sup>/sec]. Daar de vervallen worden veroorzaakt door de lozing op het meer, zullen zij in elk geval in rekening moeten worden gebracht, ook al zijn zij niet groter dan enkele decimeters. Voor de beoordeling van de lozingsmogelijkheden naar het meer dienen ook de op- en afwaaiingen veroorzaakt door zwakke tot matige winden in beschouwing te worden genomen, daar deze langdurig uit dezelfde hoek kunnen waaien en afwijkingen tot ongeveer 0,5 m kunnen teweegbrengen. In een depressieperiode met veel waterbezwaar en dus met kans op hoge meerpeilen kunnen stormen voorkomen met veel grotere op- en afwaaiingen. De duur hiervan is in het algemeen niet langer dan enkele uren, zodat dergelijke grote afwijkingen van het meerpeil minder belangrijk zijn voor de afwatering. Bovendien wordt de kans op een combinatie van een hoog meerpeil en storm bij toenemende windsnelheid en dus bij toenemende opwaaiing, snel zo klein, dat hij uitgaat boven de afwateringsnormen en verder alleen nog van belang is met het oog op de veiligheidseisen, waarbij dit effect uiteraard volledig in rekening moet worden gebracht, zoodoorg met het effect van de door de storm opgewekte golven. Om een indruk te geven van de grootte van het stormeffect kan worden vermeld dat voor de noordwestelijke dijk van Oostelijk-Flevoland bij een noordwesterstorm met een windsnelheid van 30 m/sec [overschrijdingskans 1/1000 per jaar] opwaaiingen kunnen optreden van 2 m, gepaard gaande met golven van 2 m hoogte.

In figuur 3.6 zijn de waterstanden aangegeven welke rekening houdend met de bovenvermelde factoren op een meer van 1200 km<sup>2</sup> grootte kunnen optreden bij de bestaande capaciteit van de spuisluisen en een winterstreefpeil van N.A.P. - 0,40 m en wel met verschillende kansen. Ter vergelijking zijn voor dezelfde kansen ook de waterstanden op de open Zuiderzee weergegeven.

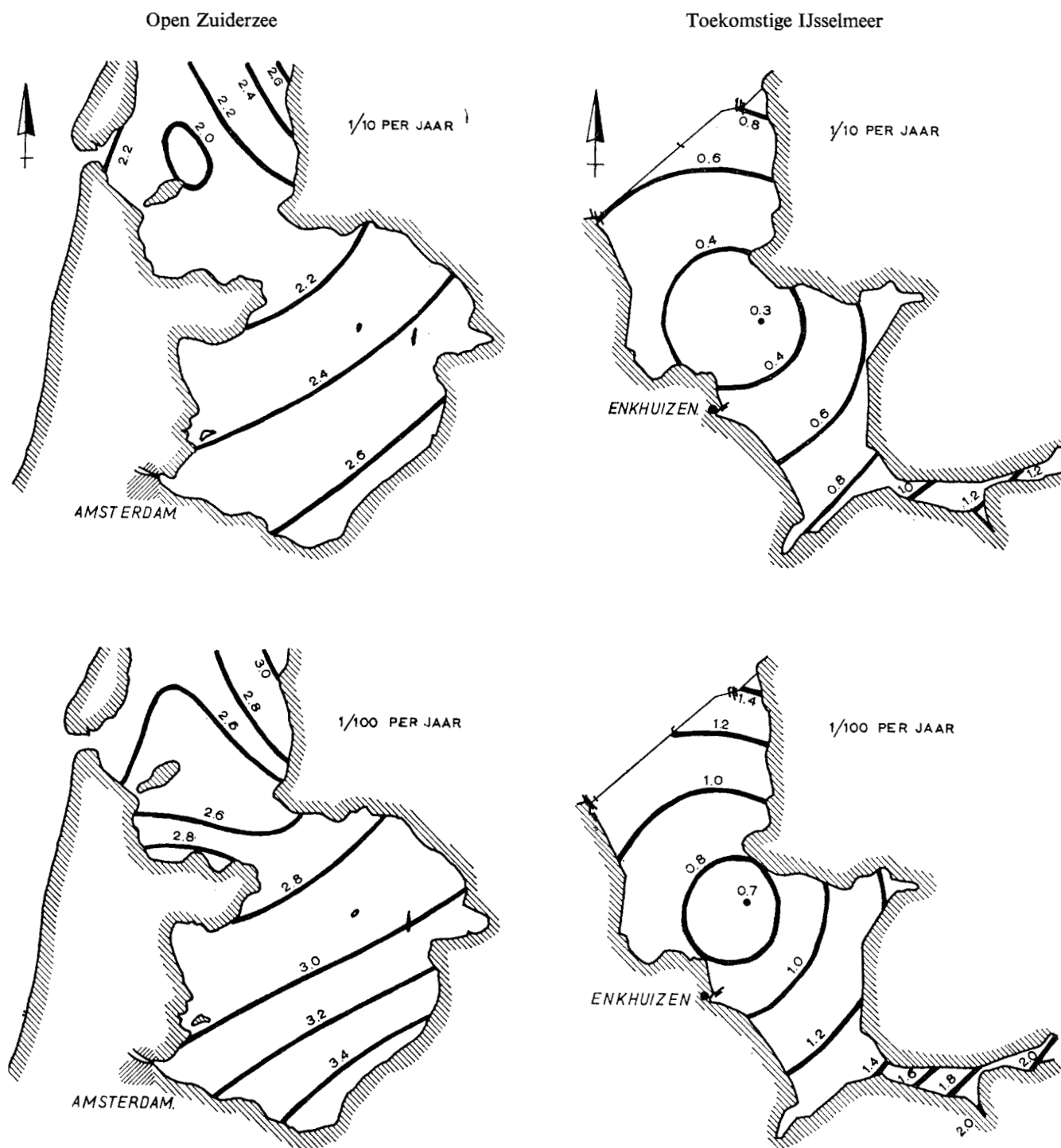
De vraag rijst nu of het onderzoek van de laatste jaren aanleiding geeft tot een andere keuze betreffende de grootte van het na de inpolderingen overblijvende IJsselmeer, de capaciteit van de spuisluisen in de Afsluitdijk en het winterstreefpeil van het meer. Om met het laatste te beginnen, het is duidelijk dat met het oog op de lozing op het meer en de veiligheid geldt: hoe lager hoe beter. Zoals reeds vermeld, is een lager meerpeil dan N.A.P. - 0,40 m niet goed mogelijk. Daar komt nog bij dat in de aangrenzende boezems zich de behoefte doet gevoelen om gedurende droge perioden in de wintermaanden water uit het meer in te laten voor verversingsdoeleinden. Ook in verband hiermede is het, gezien de peilen van deze boezems, niet gewenst een lager peil dan N.A.P. - 0,40 m na te streven. In de praktijk komt dit neer op een streefpeil tussen 0,35 en 0,40 m beneden N.A.P.

De grootte van het meer en de capaciteit van de spuisluisen hangen nauw samen. In elk geval moeten deze zodanig op elkaar zijn afgestemd dat de belangen van de afwatering en van de veiligheid niet worden geschaad door de afsluiting en de gedeeltelijke droogmaking. Eventueel zullen nog plaatselijke voorzieningen moeten worden getroffen. Deze eis vindt zijn grondslag in de Zuiderzeewet van 1918. Uit een vergelijking van hoge waterstanden met een overschrijdingsfrequentie van 1/10 respectievelijk 1/100 per jaar [fig. 3.6] blijkt dat deze in het huidige plan [meer met 1200 km<sup>2</sup> oppervlakte en met de huidige spuicapaciteit aan de Afsluitdijk] belangrijk lager zijn dan die bij open Zuiderzee; vergeleken met vroeger wordt de kans op een hoge stand meer dan 10 maal zo klein. Dit geldt eveneens voor de zeer hoge waterstanden met overschrijdingsfrequenties van 1/100 per jaar en kleiner, die voor de beoordeling van de veiligheid van de aangrenzende gebieden van belang zijn. De veiligheid van deze gebieden neemt dan ook door de uitvoering van het Zuiderzeeplan aanzienlijk toe.

Of dit ook het geval is met de afwateringsmogelijkheden van de omgeving, is niet zo eenvoudig aan te geven. Men moet dan eveneens de definitieve toestand vergelijken met open Zuiderzee en niet met de tijdelijke tussenfasen van het plan, die door hun grotere bergende oppervlakte op het meer uiteraard in het algemeen gunstiger zijn dan de uiteindelijke toestand. Maar ook dan geeft figuur 3.6 nog geen juist vergelijkingsmateriaal omdat voor de afwatering alleen de waterstanden van belang zijn als

Fig. 3.6

Waterstanden in m + N.A.P. op open Zuiderzee en toekomstige IJsselmeer [1200 km<sup>2</sup>] met overschrijdingskansen van 1/10 resp. 1/100 per jaar



geloosd moet worden, terwijl de in deze figuur aangeduide hoge standen het gevolg kunnen zijn van storm zonder waterbezwaar.

Voor gering tot matig waterbezwaar is de vergelijking nog eenvoudig. In de toekomstige toestand zal gedurende het winterhalfjaar het peil van het meer 50% van de tijd samenvallen met het winterstreefpeil van N.A.P. - 0,40 m, 85% van de tijd lager zijn dan het gemiddelde laagwater [ongeveer N.A.P. - 0,20 m] op de Zuiderzee en 95% van de tijd lager zijn dan het vroegere gemiddelde peil [ongeveer N.A.P.]. Daar ook de opwaaiingen in de toekomst op het meer met zijn beperkte afmetingen kleiner zullen zijn dan op de open Zuiderzee, geeft het toekomstige meer dus een verbetering voor de geringe en matige waterbezwaren. De lozingscapaciteit van de spuisluizen in de Afsluitdijk bedraagt 80 miljoen m<sup>3</sup> per etmaal bij een streefpeil van N.A.P. - 0,40 m en een normaal getij. Is het waterbezwaar groter dan moet het meerpeil stijgen, zelfs reeds wanneer de waterstanden bij de spuisluizen op gunstige wijze door de wind worden beïnvloed. Een lozingscapaciteit van 200 miljoen m<sup>3</sup> per etmaal, overeenkomende met een waterbezwaar dat na 1932 enkele malen is voorgekomen, wordt bij een normaal getij en geen windeffect eerst bereikt bij een meerpeil van N.A.P. + 0,2 m. Een algemene peilverhoging van de open Zuiderzee als gevolg van de watertoevoer was onbetekenend, zodat, alleen gelet op de toevoer, de toekomstige toestand voor grote waterbezwaren enkele decimeters ongunstiger kan zijn dan de vroegere toestand. Het effect van de wind op het peil mag evenwel niet buiten beschouwing worden gelaten. In de eerste plaats wordt hierdoor in het algemeen de lozingscapaciteit van het meer ongunstig beïnvloed, wat leidt tot meerpeilen van ongeveer N.A.P. + 0,5 m bij grote waterbezwaren. De opwaaiingen zullen evenwel op het meer veel kleiner zijn dan op de open Zuiderzee, toen blijkens de ervaring tijdens groot waterbezwaar eveneens langdurige perioden konden voorkomen met hoge waterstanden. In het algemeen kan dan ook worden gesteld, dat ook bij groot waterbezwaar de afwateringsbelangen niet worden geschaad, wanneer het huidige plan wordt gevolgd.

Intussen behoeft dit nog niet te betekenen, dat hiermede een optimale toestand voor de waterhuishouding wordt bereikt. Bovendien is het wel zeker dat het afwateringsbelang in de toekomst hogere eisen zal stellen dan vóór de afsluiting. Eventuele toekomstige hogere eisen zullen waarschijnlijk vooral naar voren komen ten aanzien van perioden met groot waterbezwaar, dus van die met hoge peilen op het meer. Volgens figuur 3.5 zullen bij een groter meer de hoge peilen lager zijn, maar zelfs het niet inpolderen van de Markerwaard geeft geen grotere winst dan 2 dm bij overschrijdingsfrequenties groter dan 1/100 per jaar. Deze en nog grotere winst kan eveneens worden verkregen door de capaciteit van de spuisluizen in de Afsluitdijk te

vergroten. Bovendien zijn de opwaaiingen en de golven op een groter meer in het algemeen groter, waaruit nadelen kunnen voortvloeien voor de lozingen en de veiligheid.

Dus ook gelet op eventuele toekomstige hogere afwaterings-eisen bestaat ten aanzien van de inrichting van het meer geen reden af te wijken van de genomen beslissing over de definitieve grootte van het meer. De dijk Enkhuizen-Lelystad van de Markerwaard, die dan ook overeenkomstig deze beslissing wordt uitgevoerd, kan omstreeks 1973 gereed zijn. Tot het voltooiën van de bedijking van de Markerwaard [omstreeks 1980] kan in perioden met groot waterbezwaar nog voor een groot deel gebruik worden gemaakt van de bergende oppervlakte van de toekomstige Markerwaard. De definitieve toestand voor de afwatering met een meer van 1200 km<sup>2</sup> grootte treedt dus niet eerder op dan omstreeks 1980. Het lijkt niet waarschijnlijk dat voordien zal moeten worden besloten tot een vergroting van de capaciteit van de spuisluizen in de Afsluitdijk. Ook nadien is dat nog de vraag, daar het nationaal-economisch gezien wellicht goedkoper en ook doelmatiger kan zijn om in de afwateringsgebieden zelf voorzieningen aan te brengen. Zo is thans, zoals reeds vermeld, besloten bij het Meppelerdiep over te gaan op kunstmatige ontwatering, voor zover de natuurlijke tekort schiet.

De vraag kan rijzen of het geen zin heeft naast de spuisluizen in de Afsluitdijk gemalen te plaatsen, zodat ook bij ongunstige winden meer water kan worden afgevoerd naar zee. Wil dit echter een wezenlijk effect hebben op de meerpeilen dan moet men denken aan een bemalingscapaciteit van enkele duizenden m<sup>3</sup> per seconde, hetgeen een investering van enkele honderden miljoenen guldens zou betekenen. Voorzieningen ter plaatse van de lozingspunten op het meer zijn vermoedelijk goedkoper en doelmatiger.

In het voorgaande is het voorgekomen waterbezwaar in de periode 1932-1962 als grondslag genomen in de beschouwingen over de inrichting van het meer. Afgezien van de vraag of deze periode in meteorologisch opzicht representatief is voor de toekomst, kan men zich nog afvragen of het waterbezwaar niet zal gaan veranderen door wijzigingen in of van het stroomgebied zelf. In de eerste plaats is het denkbaar dat gebieden, die nu niet of slechts ten dele op het meer lozen, dit in de toekomst wel of in grotere mate gaan doen, b.v. omdat zulks voor die gebieden goedkoper is. Nationaal-economisch gezien behoeft dit echter niet het geval te zijn, daar de uit de extra lozing voortvloeiende peilverhoging moet worden gecompenseerd door een vergroting van de spuicapaciteit in de Afsluitdijk of door andere maatregelen.

In de tweede plaats kan het toekomstige waterbezwaar veranderen door verbetering van de afwatering en de ontwatering van het stroomgebied. Weliswaar neemt hierdoor

de totale afvoer over een langere periode niet toe, maar vindt een wijziging van de verdeling over die periode plaats. Dit kan leiden tot grote pieken in de afvoerdeling. Anderzijds neemt de mogelijkheid van berging van water in de bodem toe bij verbetering van de ontwatering, zodat ook een afnemen van de maximum afvoer niet ondenkbaar is.

Tenslotte kan ook de Rijn in de toekomst een ander afvoerbeeld te zien geven. Zo worden in Zwitserland ten behoeve van de elektriciteitsvoorziening stuwmeren aangelegd die in de zomer worden gevuld en in de daaropvolgende winter worden geleidigd. Bij de Duitse reservoirs, aangelegd ten behoeve van de watervoorziening, vindt het omgekeerde plaats. Verder is het denkbaar dat door de industriële ontwikkeling het klimaat zich zodanig wijzigt, dat de berging van de winterneerslag in Zwitserland in de vorm van sneeuw en ijs wordt beïnvloed. Het uiteindelijke effect op het IJsselmeer wordt dan weer beïnvloed door de afvoerdeling van de Rijn over zijn takken die eveneens aan wijziging onderhevig is.

Het lijkt echter niet waarschijnlijk dat de aangeduide oorzaken voor toekomstige wijzigingen van het waterbezwaar in het stroomgebied in totaal een groot effect zullen hebben op de grote waterbezwaren. Het is uiteraard wel van belang de ontwikkeling ter zake nauwlettend te volgen.

Bij een beschouwing van mogelijke toekomstige wijzigingen in het waterbezwaar moet men uiteraard eveneens nagaan of het niet mogelijk is het waterbezwaar, in perioden dat dit groot is, te reduceren. Daar dit ten behoeve van het in Nederland op het meer afwaterende gebied zou zijn, moet de reductie dus worden gezocht in de toevoer afkomstig van de Rijn via de IJssel, die in dergelijke perioden ongeveer 50% van dit totale waterbezwaar levert. Dit zou evenwel leiden tot een vermeerdering van de grote afvoeren langs de andere Rijntakken, hetgeen gezien de ingrijpende consequenties hiervan vooralsnog niet aantrekkelijk lijkt.

Tenslotte moet in deze paragraaf worden opgemerkt dat er geen absoluut maximum bekend is voor de regen die de overlast veroorzaakt. Om economische redenen zal een bepaald criterium als maatstaf voor het ontwerp van een afwateringsstelsel moeten worden gekozen. Onder omstandigheden, die zeldzamer zijn dan het aangehouden criterium, zal in het betreffende gebied opnieuw wateroverlast optreden. Bij het verbeteren van afwateringsstelsels moet men zich hiervan rekenschap geven en er naar streven dat de wateroverlast dan plaatsvindt in 'noodbergingsgebieden', waar de nadelen het geringste zijn. Door planologische maatregelen zal moeten worden voorkomen, dat dergelijke gebieden in de toekomst bestemmingen krijgen in strijd met hun functie van noodberging. Door onder de betreffende omstandigheden de wateroverlast in tevoren vastgestelde gebieden te laten optreden, kan tevens de kans

worden verminderd dat terreinen onderlopen waarop schadelijke stoffen worden verwerkt of opgeslagen. Een hieruit voortvloeiende verontreiniging van het water kan grote gevaren opleveren voor de watervoorziening uit het IJsselmeer; in paragraaf 4.2.2 wordt hierop nader ingegaan.

---

## 2.3 DE WATERVOORZIENING UIT HET IJSSELMEER

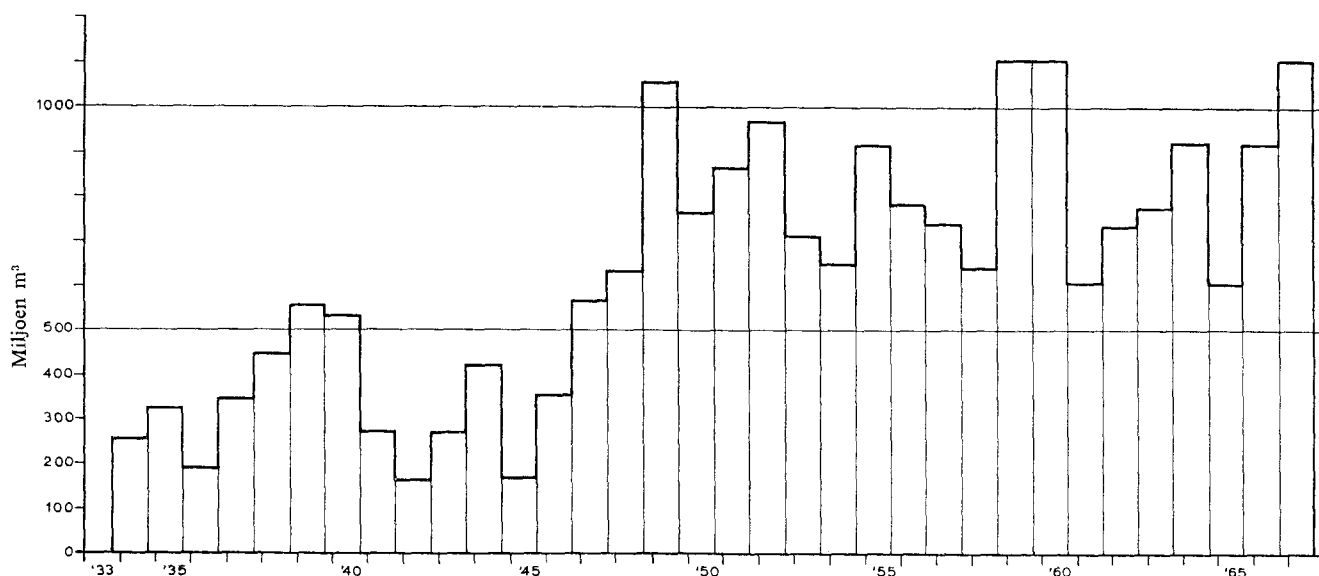
---

### 2.3.1 *Hoeveelheden*

Reeds enkele jaren na de afsluiting van de Zuiderzee was deze brakke binnensee veranderd in een meer met voor verschillende doeleinden bruikbaar zoet water. Tot voor kort werd dit water hoofdzakelijk gebruikt voor de aanvulling in droge perioden van boezem- en polderwateren in Noord-Holland, Friesland en Groningen en voor de doorspoeling van deze wateren in de strijd tegen de verzilting en de vervuiling. Het verloop van de voor deze doeleinden aan het IJsselmeer onttrokken jaarhoeveelheden is weergegeven in figuur 3.7. Hieruit blijkt een geleidelijk toenemende onttrekking, met pieken tijdens droge zomers. Tot dusver is maximaal 1,1 miljard m<sup>3</sup> per jaar onttrokken, waarvan het merendeel in de zomer en in de herfst.

Naar verwachting zal de waterbehoefte in de toekomst nog belangrijk toenemen, niet alleen voor doorspoeling [als gevolg van de hogere eisen, die van de zijde van de landbouw aan de kwaliteit van de boezem- en polderwateren worden gesteld], maar ook omdat de watervoorziening van de bevolking en de industrie steeds grotere hoeveelheden vraagt. Daarnaast moet nog rekening worden gehouden met een mogelijke verstrekking van water aan droogtegevoelige gronden.

Terwijl het verbruik van bevolking en industrie over het jaar niet veel varieert, zijn de overige aangeduide verbruiken voornamelijk geconcentreerd in de periode van april tot en met september. Het waterverbruik is dus in deze perioden het grootst en wel groter naarmate die periode droger is. Anderzijds zijn in het zomerhalfjaar de geringste toevoeren naar het meer te verwachten. Het zomerhalfjaar is dus voor de watervoorziening de kritieke periode. In het droge jaar 1959 heeft het meer nog de benodigde hoeveelheden water kunnen leveren. Is één van de eerstkomende jaren droog, dan zullen ongetwijfeld watertekorten ontstaan. Na de voltooiing van de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek in 1970 wordt echter de afvoer van de IJssel bij kleine afvoeren vergroot ten behoeve van de



scheepvaart over de IJssel en de watervoorziening van het noorden van het land. De noordelijke helft van ons land, die nu voor zijn watervoorziening is aangewezen op 10% van de afvoer van onze belangrijkste waterleverancier in droge perioden – de Rijn –, geraakt dan in gunstiger omstandigheden.

Voorts neemt de verdamping van het meer af door de verdere inpolderingen, zodat in droge perioden de beschikbare hoeveelheid op het meer toeneemt, zoals aan het eind van deze paragraaf nader wordt toegelicht.

Het in de vorige paragraaf vermelde onderzoek inzake de waterhuishouding van het IJsselmeer, uitgaande van de veronderstelling dat de meteorologische omstandigheden over het tijdvak 1932–1962 zich op dit meer met een grootte van 1200 km<sup>2</sup> zouden herhalen, heeft tevens gegevens opgeleverd omtrent het waterbezwaar over elk zomerhalfjaar in dat tijdvak. Deze waterbezwaren zijn tevens de hoeveelheden die maximaal beschikbaar zijn voor de watervoorziening. Uiteraard zijn deze hoeveelheden het kleinst in de droge jaren, zoals 1934, 1947, 1949 en 1959, wanneer de behoefte juist het grootst is. Kan dus de behoefte in deze droge jaren worden gedekt, dan geldt dit voor de gehele periode 1932–1962.

De totaal op het meer beschikbare hoeveelheid hangt dan nog af van het stuwprogramma van de stuwen in de Nederrijn en de Lek. Wordt het minimumprogramma aangehouden, d.w.z. een IJsselafvoer van 250 m<sup>3</sup>/sec – de afvoer waarbij de scheepvaart voldoende waterdiepte aantreft op de IJssel – nagestreefd, dan is in zomerhalfjaren van het aangeduide type maximaal ongeveer 3,5 miljard m<sup>3</sup> water op het IJsselmeer beschikbaar. Aangezien de

toevoer naar het meer over het zomerhalfjaar anders zal zijn verdeeld dan de wateronttrekking en de toevoer in de voorzomer groter is dan het verbruik, kan de genoemde hoeveelheid van 3,5 miljard m<sup>3</sup> water alleen volledig ter beschikking komen, indien het deel van de toevoer in de voorzomer, dat niet wordt verbruikt, tijdelijk wordt opgeslagen. Bij de grote hoeveelheden waar het hier om gaat, komt alleen het meer zelf in aanmerking als plaats voor de opslag.

Op het bestaande meer vindt in het voorjaar reeds enige voorraadvorming plaats. Daar voorraadvorming een hoger meerpeil betekent wordt hiermede met het oog op de afwaterings- en veiligheidsbelangen in het algemeen niet eerder begonnen dan omstreeks 1 april. De toevoeren zijn in april en mei nog redelijk groot, terwijl het verbruik dan nog klein is. Door de overschotten niet volledig naar zee te lozen, wordt momenteel het peil in april gebracht op N.A.P. – 0,20 m, waardoor niet alleen boven het winterpeil een schijf water ter dikte van 2 dm beschikbaar is wanneer later in de zomer het verbruik de toevoer overtreft, maar ook de onttrekking door de omgeving wordt vergemakkelijkt door het hogere peil. Een nog hoger zomerpeil wordt nu nog niet gewenst geacht in verband met de afwateringsbelangen, die ook in de zomer hun eisen stellen.

Blijft de toekomstige peilvariatie in de zomer op het IJsselmeer van 1200 km<sup>2</sup> grootte eveneens beperkt tot de huidige 2 dm, dan zal in de beschouwde droge zomerhalfjaren toch nu en dan water naar zee moeten worden geloosd, waardoor in totaal niet 3,5 miljard m<sup>3</sup> water maar ongeveer 3 miljard m<sup>3</sup> water beschikbaar komt.

Om tot de maximaal bereikbare hoeveelheid van 3,5 miljard m<sup>3</sup> te komen, zal een grotere peilvariatie moeten worden toegelaten die afhangt van de verdelingen van toevoer en verbruik over het zomerhalfjaar. Voor zover op het ogenblik kan worden overzien, zou dit bij de ongunstigste onderstellingen een stijging van het peil tot N.A.P. + 0,7 m kunnen betekenen. Dit maximum wordt dan in de loop van mei bereikt. In juni, op zijn laatst juli, wordt begonnen de voorraad aan te spreken of deze naar zee te lozen, waardoor het peil weer gaat dalen, totdat uiteindelijk omstreeks begin oktober het winterpeil zal zijn bereikt.

Nader zal nog moeten worden onderzocht in hoeverre hogere zomerpeilen dan de huidige, bezwaren kunnen opleveren voor de afwatering, de havens, de buitendijkse terreinen, e.d., welke voorzieningen zouden moeten worden getroffen om deze bezwaren op te heffen en wat het rendement van het geheel der bedoelde voorzieningen zou zijn. Voor de veiligheid van de aangrenzende gebieden behoeft niet te worden gevreesd, zolang het zomerpeil niet stijgt boven N.A.P. + 0,7 m. De dijken zijn en worden namelijk berekend op winteromstandigheden met hogere peilen en zwaardere stormen dan in de zomer verwacht mogen worden.

Als voorzieningsgebied van het IJsselmeer kan in de eerste plaats het gebied ten noorden van de lijn lopend langs het Noordzeekanaal, de Utrechtse heuvelrug en de Nederrijn naar Arnhem worden beschouwd. Uitgaande van de schatting van de totale waterbehoefte van dit gebied voor een droge zomer omstreeks 2000, zoals aangegeven in het door de Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening opgestelde rapport 'De toekomstige drinkwatervoorziening van Nederland' [Staatsdrukkerij 1967], lijkt het onwaarschijnlijk, dat het in de naaste toekomst noodzakelijk zal zijn tot grotere voorraadvorming over te gaan dan mogelijk is binnen de huidige peilregeling [N.A.P. - 0,40 m tot N.A.P. - 0,20 m]. In elk geval zal een grotere peilvariatie niet worden ingevoerd vóór het meer zijn uiteindelijke grootte zal hebben verkregen, teneinde niet genoodzaakt te worden maatregelen te treffen om de nadelige gevolgen van het hogere zomerpeil te beperken in die gebieden, die daarvan na enige tijd geen last meer zouden hebben. Het definitieve IJsselmeer kan op zijn vroegst ontstaan in 1973 bij de sluiting van de dijk Enkhuizen-Lelystad. Overigens moet de kans op een toekomstig verhoogd voorzomerpeil wel zo groot worden geacht dat daarmee ernstig rekening moet worden gehouden. Daar de behoefte in de loop der jaren geleidelijk zal stijgen, is het niet te verwachten, dat de maximaal denkbare verhoging ineens volledig moet worden ingevoerd. Een in de loop der jaren geleidelijk toenemende verhoging lijkt dan ook meer waarschijnlijk, tenzij zich plotseling een zeer grote verbruiker zou aandienen. Bij de uitvoering van werken in het IJsselmeer is het dan ook gewenst nu reeds met een toekomstige

verhoging van het voorzomerpeil rekening te houden, indien een latere aanpassing van de werken zeer moeilijk of onevenredig duur zou worden. Hierbij kan voorlopig worden uitgegaan van het reeds genoemde voorzomerpeil van max. N.A.P. + 0,7 m. Zoals reeds in het vorige hoofdstuk is vermeld, kunnen dergelijke peilen ook 's winters door natuurlijke omstandigheden voorkomen, terwijl in de winter ook nog moet worden gerekend op aanzienlijke op- en afwaaiingen. In het algemeen zal dan ook de wintersituatie maatgevend blijven, ook als hogere zomerpeilen zouden worden toegelaten.

Het zou aantrekkelijk zijn het toelaten van hoge zomerpeilen te kunnen beperken tot die zomers, waarvoor dat voor de watervoorziening noodzakelijk is. Dat zou kunnen wanneer in het voorjaar een betrouwbare verwachting zou kunnen worden gegeven voor de toevoer naar het meer en voor de waterbehoefte in de daarop volgende zomer.

Sedert enkele jaren wordt aan de Eidgenössische Technische Hochschule te Zürich in overleg met diverse belanghebbenden de mogelijkheid onderzocht om de zomerafvoer van de Rijn te Rheinfelden in het voorjaar te voorspellen met behulp van hydrologische gegevens van de voorafgaande winterperiode. De tot dusver verkregen resultaten doen verwachten, dat de voorspelling bruikbaar zal zijn. Tot de bovenbedoelde belanghebbenden bij deze voorspelling behoort ook ons land, aangezien in droge zomers de afvoer van de Rijn te Lobith voor 70% afkomstig is uit Zwitserland. De voorlopige indruk bestaat, dat dank zij de Zwitserse voorspelling niet alle jaren tot voorraadvorming op grote schaal op het IJsselmeer behoeft te worden besloten, zoals zonder die voorspelling wel noodzakelijk zou zijn. Nader onderzoek is echter gewenst mede ten aanzien van de vraag of het ook in minder droge zomers niet wenselijk is over een reservevoorraad te beschikken met het oog op het kwaliteitsbeheer van het water. Een eventuele verdere beperking van de voorraadvorming - en dus van het voorkomen van hoge zomerpeilen - is eerst mogelijk zodra een verwachting kan worden gegeven voor de zomertoevoer naar het meer, die niet alleen is gebaseerd op waarnemingen in de voorafgaande winter maar ook op een weersvoorspelling op lange termijn voor die zomer.

In het vorige hoofdstuk is het aannemelijk gemaakt, dat het huidige plan met een overblijvend IJsselmeer van 1200 km<sup>2</sup> grootte voldoende mogelijkheden biedt om aan de huidige en toekomstige afwaterings- en veiligheidseisen te voldoen. De vraag rijst of dit ook het geval is wanneer men let op het belang van de watervoorziening. Op het eerste gezicht lijkt het voor dit doel gunstig de oppervlakte van het meer te vergroten. De toevoer in het zomerhalfjaar naar het meer verandert daardoor echter niet; wel nemen de verdamping van het meer en de neerslag op het meer

evenredig met de oppervlakte toe. Daar in een droge zomer de verdamping van het meer de neerslag aanzienlijk overtreft, is in een toekomstige situatie, waarin al het water dat beschikbaar komt een bestemming heeft, in een droge zomer op een groter meer minder water beschikbaar dan op een kleiner. Weliswaar neemt de verdamping van de polderoppervlakte af bij een groter meer, maar bij de zware gronden, zoals die in de IJsselmeerpolders voorkomen, wordt de daarvoor benodigde hoeveelheid geleverd uit de bodemvochtvoorraad die is gevormd tijdens de winterneerslag, zodat deze verdamping de zomerbalans niet beïnvloedt. Ook het watervoorzieningsaspect geeft dus geen aanleiding om tot een groter meer dan 1200 km<sup>2</sup> te besluiten.

### 2.3.2 *De kwaliteit van het water*

Voor de beoordeling van de anorganische verontreinigingen is het chloride-iongehalte als maatstaf gekozen. In het vervolg is dit eenvoudigheidshalve ook wel met zoutgehalte aangeduid.

Het gemiddelde chloride-iongehalte van de Zuiderzee was 6000 mg/l. In 1937 was het bij de afsluiting aanwezige zout praktisch verdrongen door zoet water. Sindsdien hangt het zoutgehalte uitsluitend af van de zouttoevoer naar het meer. Het waterbezwaar van het meer is weliswaar voor 95% het gevolg van de neerslag op het stroomgebied, maar de ondergrond van dit gebied bevat zouten. Deze zoutvoorkomens zijn in de loop der geologische geschiedenis ontstaan door verschillende oorzaken, zoals mariene transgressies, thermische bronnen en wellicht ook chemische processen in de aardkorst. Daar de neerslag voor een deel de waterlopen bereikt via de bodem zal hierbij zout uit de ondergrond worden opgenomen. De uit dit natuurlijke proces voortvloeiende zoutbelasting van de waterlopen is in het algemeen gering. De mens heeft echter, vooral in de laatste decennia, de fossiele zoutvoorkomens op grote schaal in de hydrologische kringloop gebracht. Zo bleken in de Elzas exploitatieerbare kalizouten voor te komen, bij de winning waarvan grote hoeveelheden afvalzout ontstaan, die sinds 1932 in de Rijn worden geloosd. Het drooghouden van de mijnen in het Ruhrgebied en elders levert grote hoeveelheden zout mijnwater, dat eveneens naar de Rijn wordt afgevoerd. Daarnaast wordt de Rijn nog belast met afvalzouten van industrieën en van de bevolking. Sinds de 17e eeuw brengt de mens ook in ons land een versneling van het natuurlijke proces teweeg, vooral door de droogmakerijen. De grondwaterstromingen naar deze drooggelegde, lage gebieden doen daar brak grondwater opkwellen, wat resulteert in een zoutbelasting van het oppervlaktewater. Voor zover de aanvulling van het

grondwater plaats vindt uit de neerslag of uit open water met een laag zoutgehalte leidt dit proces op den duur tot een ontziltiging van de bodem en uiteindelijk tot een vermindering van de zoutbelasting. Als gevolg van de zeer geringe snelheden in de grondwaterstroming kunnen daarmee evenwel eeuwen gemoeid zijn, zodat elke nieuwe droogmakerij in de praktijk een toeneming van de zoutbelasting betekent. Anderzijds is de langzame aard van het proces een voordeel, daar waar de aanvulling van het grondwater plaatsvindt vanuit de zee, zoals bij de droogmakerijen in het kustgebied. Hier zal eerst na zeer lange tijd zeewater opkwellen. Het is duidelijk, dat de zoutbelasting van het open water als gevolg van de droogmakerijen belangrijk kan zijn op het IJsselmeer, dat te midden van diepe droogmakerijen ligt. Naast de belastingen met fossiele zouten uit de ondergrond ontstaan nog zoutbronnen daar waar het meer grenst aan de zee of aan een boezem met brak water. De schutsluizen in de Afsluitdijk en bij Schellingwoude [Noordzeekanaal] vormen in dit opzicht voor het IJsselmeer dergelijke bronnen.

Sommige zoutbelastingen van het meer, b.v. die veroorzaakt door de industrieën en de scheepvaart zijn vrijwel regelmatig over het jaar verdeeld; wel zullen deze de neiging hebben om in de loop der jaren toe te nemen als gevolg van de economische groei. De kwel in de droogmakerijen is ook vrijwel constant over het jaar. 's Zomers zal echter een deel van het kwelwater, met uiteraard een deel van de zouten, in de bodem worden geborgen. In de daarop volgende winter spoelt de neerslag deze zouten uit. De zoutbelasting door de droogmakerijen vertoont dus een seizoenseffect. Om overeenkomstige redenen geldt dit ook voor de zoutbelasting als gevolg van de afwatering van het gehele stroomgebied.

Op het IJsselmeer zijn dus ook seizoenschommelingen van het zoutgehalte te verwachten. Hoe groot deze in de toekomst op het definitieve meer zullen zijn, kan worden berekend met behulp van water- en zoutbalansen b.v. over opeenvolgende perioden van een maand. Verschillende posten van deze balansen, vooral van de zoutbalans, zijn moeilijk rechtstreeks te bepalen. Het onderzoek op het bestaande meer is in dit opzicht van grote waarde om de eventuele schattingen te toetsen.

De water- en zoutbalansen kunnen voor verschillende inrichtingen van het Zuiderzeeplan en voor verschillend waterhuishoudkundig beheer van de meren worden opgezet. In tabel 3.1 wordt een overzicht gegeven van het zoutbezwaar van het definitieve IJsselmeer in een gemiddeld jaar na kanalisatie van de Nederrijn en de Lek en bij een aangenomen chloride-ionbelasting van de Rijn overeenkomstig de in 1956 door Nederland in de Internationale Commissie voor de Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging ingediende desiderata [gemiddelde belasting 225 kg/sec, resp. hoogste gehalte 250 mg/l]. Dit zou leiden tot een



Tabel 3.1 Water- en zoutbezwaar IJsselmeer [1200 km<sup>2</sup>] in een gemiddeld jaar

Bron	Chloride-ionbezwaar	Waterbezwaar	Chloride-ionge-
	per jaar	per jaar	halte
	in 10 <sup>6</sup> kg	in 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	in mg/l
Rijn via de IJssel	1100	10	70
Nederlands stroomgebied, als volgt onderverdeeld:	1400	6	85
Hoge gronden en oud polderland	400		
Wieringermeer	400		
Noordoostpolder	150		
Zuidelijke IJsselmeerpolders en Noordzeekanaal	250		
Sluizen Afsluitdijk en diffusie van bodemzout	200		
<b>Totaal</b>	<b>2500</b>	<b>16</b>	<b>155</b>

gemiddeld chloride-iongehalte van het meer van 155 mg/l, waarvan 45% afkomstig is van de Rijn.

Bij de huidige zoutbelasting van de Rijn, die 50% groter is dan hierboven aangenomen, zou het gemiddelde chloride-iongehalte van het meer 35 mg/l groter zijn.

Momenteel brengen de Wieringermeer en de sluisen in de Afsluitdijk meer zout op het meer dan in de tabel is vermeld. Een deel van het van deze bronnen afkomstige zout wordt bij spuien direct naar zee afgevoerd en draagt thans niet bij tot de zoutbelasting van het meer. Wanneer echter in de toekomst meer water aan het meer wordt onttrokken voor de watervoorziening dan zal minder naar zee worden gespuid, waardoor de reductie op het bruto zoutbezwaar kleiner wordt. Daarentegen kan de zoutbelasting door de schutsluisen in de Afsluitdijk worden beperkt door het aanbrengen van bepaalde voorzieningen zoals luchtbellenschermen. Hiertoe is reeds besloten. In tabel 3.1 is zowel met een kleinere reductie van het bruto zoutbezwaar dan thans, als met de aanwezigheid van voorzieningen aan de betreffende schutsluisen rekening gehouden.

Uit tabel 3.1 blijkt duidelijk de grote zoutbelasting door de droogmakerijen in het IJsselmeer zelf. In feite is deze belasting nog groter omdat de zoutbelasting van Flevoland en de Markerwaard slechts ten dele is opgevoerd. Zoals in paragraaf 2.1 is vermeld, wordt namelijk door de wijze van inrichting van het Zuiderzeeplan gestreefd dit zout en het zout afkomstig van de schutsluisen bij Schellingwoude zoveel mogelijk via de IJmeerboezem en het Noordzeekanaal naar zee te transporteren.

In dit verband is een beschouwing op zijn plaats ten aanzien van het zoutgehalte van het meer, dat na het sluiten van de dijk Enkhuizen - Lelystad van de Markerwaard in 1973 ten zuiden van deze dijk ontstaat en dat dus de toekomstige boezems van het IJmeer en de westelijke randmeren, alsmede de nog niet bedijkte Markerwaard,

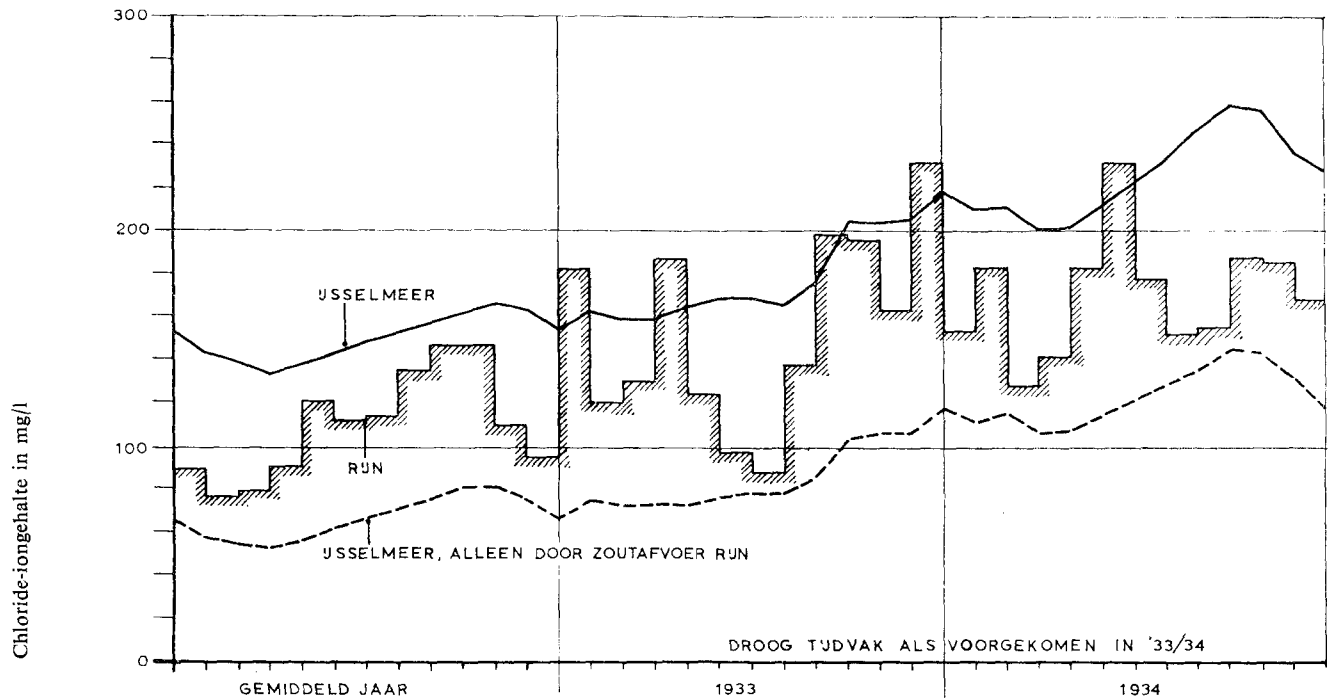
omvat. Het chloride-iongehalte van dit meer dreigt in 4 à 5 jaren geleidelijk op te lopen tot ca. 500 mg/l als gevolg van de zoutbelasting door Flevoland en de schutsluisen bij Schellingwoude. Dit zou grote bezwaren opleveren voor het inlaten van water door Schermerboezem zolang het westelijke randmeer van de Markerwaard nog niet gereed is. De stijging van het zoutgehalte kan echter binnen aanvaardbare grenzen worden gehouden door het betreffende meer in de tussenfase met grote hoeveelheden IJsselmeerwater door te spoelen naar het Noordzeekanaal. Na de voltooiing van de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek in 1970 zijn deze hoeveelheden op het meer beschikbaar. Voor de afvoer naar zee van het doorspoelwater is het wel noodzakelijk, dat omstreeks 1973 wordt beschikt over het te IJmuiden, voor de hoogwaterbemaling van de Noordzeekanaalboezem, te stichten gemaal.

In het voorgaande is voornamelijk aandacht geschonken aan het gemiddelde zoutgehalte op het IJsselmeer. Zoals reeds vermeld, zullen echter afwijkingen van het gemiddelde voorkomen: in de eerste plaats seizoenschommelingen, maar ook over langere termijn zich uitstrekkende variaties, zoals uit de water- en zoutbalansberekeningen is gebleken. Deze leerden verder dat de relatief grote inhoud van het meer t.o.v. de toevoer [inhoud in de toekomst 5,5 miljard m<sup>3</sup>, gemiddelde maantoevoer 1,3 miljard m<sup>3</sup>] nivellerend werkt op het zoutgehalte. In droge perioden neemt het gehalte slechts langzaam toe; anderzijds kan het ook geruime tijd duren voordat een hoog gehalte weer voldoende is gedaald. De gemiddelde halveringstijd op het definitieve meer belooft ongeveer 4 maanden.

Deze nivellerende werking is van belang voor de watervoorziening van zoutgevoelige cultures in gebieden, die voor hun watervoorziening op de rivieren zijn aangewezen. Zo zou het bijvoorbeeld voor het westelijke deel van het land [Aalsmeer, Westland] van voordeel kunnen zijn in die droge

Fig. 3.8

Berekend verloop van het chloride-iongehalte van het IJsselmeer en van de Rijn; oppervlakte IJsselmeer 1200 km<sup>2</sup>, winterstreefpeil N.A.P. - 0,40 m, zomerstreefpeil N.A.P. - 0,20 m, kanalisatie Nederrijn met stuwprogramma 300 m<sup>3</sup>/sec, aangenomen zoutafvoer Rijn 225 kg/sec



perioden, waarin het water van het IJsselmeer zoeter is dan dat op de rivieren, IJsselmeerwater naar deze gebieden te transporteren.

Bij de berekeningen bleken de hydrometeorologische omstandigheden in het tweejarige tijdvak 1933-1934 tot de hoogste zoutgehalten op het meer te leiden. Onder dezelfde omstandigheden als vermeld bij tabel 3.1 loopt het chloride-iongehalte op tot 260 mg/l [zie fig. 3.8], indien de periode 1933-1934 volgt op een normaal jaar. In figuur 3.8 zijn tevens aangegeven de bijbehorende maandgemiddelden van het zoutgehalte van de Rijn, zomede het verloop van het zoutgehalte van het IJsselmeer zoals dat uitsluitend door de zoutafvoer van de Rijn wordt veroorzaakt. Bij een zoutbelasting van de Rijn, die overeenkomt met de huidige, zou het zoutgehalte van de Rijn 50% hoger zijn dan in figuur 3.8 is aangegeven, terwijl dat van het IJsselmeer zou toenemen met 50% van het uitsluitend door de zoutafvoer van de Rijn op het meer veroorzaakte gehalte. In dat geval zou het chloride-iongehalte van het meer in een droge periode kunnen stijgen tot 300 mg/l. Zoals in paragraaf 4.2.1 zal worden toegelicht, zijn evenwel in het IJsselmeergebied nog mogelijkheden aanwezig om de niet door de Rijn veroorzaakte zoutbelasting van het meer te reduceren, waardoor het chloride-iongehalte van het meer met 30 à 50 mg/l kan worden verlaagd. De in figuur 3.8 weergegeven lijnen voor het IJsselmeer

hebben betrekking op het gemiddelde zoutgehalte over het meer. Plaatselijk kan het zoutgehalte afwijken van de gemiddelde waarde. In het zuiden zullen de gehalten in het algemeen iets lager zijn dan het gemiddelde. Bovendien kan het chloride-iongehalte op een bepaalde plaats van dag tot dag sterke variaties vertonen, b.v. als gevolg van het passeren van het lozingswater van een gemaal. Voor het gebruik van het water voor verversing, peilbeheersing en suppletie ten behoeve van de landbouw zal dit naar alle waarschijnlijkheid geen bezwaren opleveren. Eventuele bezwaren voor de drinkwatervoorziening kunnen worden opgevangen door het inschakelen van een bufferreservoir, waardoor het mogelijk wordt een periode met slecht water op het meer gedurende b.v. enkele weken te overbruggen. Een dergelijk reservoir is o.a. voor dit doel gebouwd bij de waterinlaat van het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland te Andijk.

De organische verontreinigingen in het meer zijn afkomstig van de Rijn en van het Nederlandse stroomgebied. Daar aangenomen mag worden dat in deze gebieden zelf in toenemende mate tot beperking van de lozing van verontreinigd water zal worden overgegaan, lijkt het waarschijnlijk dat de organische verontreiniging van het meer, mede gezien de grote zelfreinigende werking daarvan, binnen aanvaardbare grenzen kan blijven. De toenemende vrucht-

baarheid van het aangevoerde water roept evenwel problemen op, die de nodige aandacht vragen. Het Hydrobiologisch Instituut van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen is begonnen met een studie van de eutrofiëring van het IJsselmeer.

De grote inhoud en de krachtige zelfreiniging van het meer zal voorts merendeels leiden tot een gunstige bacteriologische toestand. Op de randmeren is de situatie ongunstiger.

Onderzocht wordt op welke wijze de verontreiniging van deze meren binnen aanvaardbare grenzen kan worden gehouden met het oog op het zeer intensieve recreatieve gebruik van de randmeren.

De bezwaren, die de drinkwatervoorziening ondervindt van het slib dat het IJsselmeerwater bevat, zullen naar verwachting na voltooiing van de verdere inpolderingen afnemen. Het slib is namelijk voor een groot deel afkomstig van de slibrijke bodem ter plaatse van de toekomstige polders, waar bovendien de waterdiepte betrekkelijk gering is, zodat bij harde wind het slib wordt opgewoeld door golven en stromingen in het meer.

### 3 Overige ontwikkelingen, die van invloed kunnen zijn op de waterhuishouding van het IJsselmeer

---

#### 3.1 INLEIDING

Naast de uitvoering van het Zuiderzeeplan, beschreven in het vorige hoofdstuk, kunnen zich op korte of lange termijn nog ontwikkelingen voordoen die van invloed zullen zijn op de waterhuishoudkundige toestand in de noordelijke helft van ons land, hetzij in gunstige, hetzij in ongunstige zin.

Tot de laatste categorie kan behoren een zeehavenontwikkeling op grote schaal, gezien het hieruit voortvloeiende verziltingsgevaar; paragraaf 3.2 handelt over deze aangelegenheid.

Aangezien een eventuele afsluiting van de Waddenzee een sterke ingreep in het gebied zou betekenen, verdient het aanbeveling zeer globaal de invloed hiervan op de voor de toekomst gedachte waterhuishoudkundige infrastructuur na te gaan [paragraaf 3.3].

---

#### 3.2 ZEEHAVENONTWIKKELING IN HET NOORDEN

Het belangrijkste zeehavenareaal in het noordelijke deel van het land wordt momenteel aangetroffen in het Noordzeekanaalgebied. Volgens de Zeehavennota moet er op worden gerekend, dat het areaal aldaar in de komende decennia nog aanzienlijk kan worden uitgebreid. Verder zijn volgens de betreffende nota potentiële mogelijkheden voor zeehavenontwikkeling aanwezig bij Delfzijl, Den Helder en Harlingen. Ter stimulering van de sociaal-economische ontwikkeling van de noordoostelijke provincies

heeft de regering reeds haar steun toegezegd bij de uitvoering van het Eemshavenproject bij Delfzijl.

Toenemende zeescheepvaart naar de havens vergroot het verziltingsgevaar, ook indien de zeehavens zelf buitendijks worden aangelegd. De binnenvaart tussen deze havens en het achterland zal namelijk in het algemeen ook toenemen, wat leidt tot een intensiever gebruik van de schutsluizen tussen het buiten- en het binnenwater en dus tot een groter verziltingsgevaar voor het binnenwater. Toenemende zeescheepvaart kan in principe op tweeërlei wijze invloed uitoefenen op de watervoorziening van ons land. In de eerste plaats zullen de hoeveelheden water nodig voor de bestrijding van de verzilting toenemen, ook als speciale voorzieningen aan de schutsluizen worden aangebracht, zoals luchtbellenschermen en terugspoelinrichtingen. Dit betekent dus een steeds toenemend beroep op de beschikbare hoeveelheden water. In de tweede plaats kan de infrastructuur voor de watervoorziening in gevaar komen, indien de verzilting penetreert in het transportstelsel of zelfs in de voorraadbassins. Bestaat bij penetratie in het transportstelsel nog de mogelijkheid om geëigende maatregelen te nemen, bij penetratie in de voorraadbassins ontbreekt een alternatieve oplossing. Het laatste moet dan ook onder alle omstandigheden worden voorkomen. Na bovenstaande algemene beschouwingen zal het Noordzeekanaalgebied, waar de problemen het grootst zijn, meer in detail worden behandeld. Het Noordzeekanaal wordt voornamelijk verzilt door de schutsluizen te IJmuiden. Vóór 1966 veroorzaakten deze sluisen bij een goederentransport van 15 miljoen ton per jaar een chloride-ionbelasting van 220 kg/sec, wat leidde

tot chloride-iongehalten van verscheidene duizenden milligrammen per liter. Na het aanbrengen in 1966 van luchtbellenschermen in de sluizen is de zoutbelasting gedaald tot 125 kg/sec. Door de verruiming van het Noordzeekanaal ten behoeve van de vaart met zeeschepen van 80 000 ton zal het van de sluizen afkomstige zout echter gemakkelijker landinwaarts doordringen terwijl het terugdringen met een zoete tegenstroom meer water zal vergen. Hetzelfde geldt voor het met het Noordzeekanaal in open verbinding staande Amsterdam-Rijnkanaal, na het verruimen van dat kanaal, hetgeen in de naaste toekomst zal gebeuren. Om de zoutgehalten op het Noordzeekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal na verruiming van deze kanalen en bij toenemende goederenomzet in het Noordzeekanaalgebied binnen aanvaardbare grenzen te houden, zal het dan ook nodig zijn te IJmuiden verdere maatregelen ter beperking van de zoutpenetratie te nemen.

In de bestaande situatie is dit alleen mogelijk door het binnenkomende zout zoveel mogelijk op te vangen in een diepe zoutbufferput aan de binnenkant van de sluizen en dit zout terug te voeren naar zee met het uitslagwater van het gemaal, dat in de naaste toekomst te IJmuiden zal worden gebouwd ten behoeve van de hoogwaterbemaling van de Noordzeekanaalboezem. Voor een grotere doelmatigheid van de zoutbemaling is bovendien een zoutscherm noodzakelijk. Naar verwachting kan op deze wijze een aanvaardbare situatie [chloride-iongehalte van 500 mg/l in een droge periode bij Diemen op het Amsterdam-Rijnkanaal] worden bereikt, zelfs bij een volledige bezetting van de bestaande sluizen te IJmuiden, mits het noordelijke deel van het Amsterdam-Rijnkanaal niet dieper wordt dan 5 m.

In de laatste beschouwde situatie, die omstreeks 1975 à 1980 kan optreden, zou het gemaal te IJmuiden voor de zoutbemaling gemiddeld 30 m<sup>3</sup>/sec naar zee moeten pompen, welke hoeveelheid dus moet overeenkomen met de aanvoer op het Noordzeekanaal. Rijnland en Schermerboezem brengen ieder reeds ca. 10 m<sup>3</sup>/sec op het kanaal, waarmee zij de verzilting vanuit het Noordzeekanaal naar hun boezem en de vervuiling op hun boezem bestrijden. De toevoer uit Rijnland is afkomstig van de grote rivieren en drukt dus niet op de waterbalans van het noorden. De door Schermerboezem geleverde hoeveelheid komt wel uit het IJsselmeer. De nog ontbrekende hoeveelheid kan in de beschouwde periode zonder bezwaar te Schellingwoude uit het IJsselmeer worden onttrokken, waar deze dan nog de verzilting vanuit het Noordzeekanaal naar het IJsselmeer tengevolge van de schuttingen met de Oranjesluizen helpt bestrijden.

Zodra de zuidelijke IJsselmeerpolders voltooid zijn, komt daar in droge perioden ca. 15 m<sup>3</sup>/sec kwelwater ter beschikking dat, zoals reeds is vermeld in paragraaf 2.1, vanwege zijn vrij hoge zoutgehalte bij voorkeur langs het

Noordzeekanaal moet worden afgevoerd naar zee.

Een lager chloride-iongehalte in een droge periode kan te Diemen worden verkregen door op het noordelijke deel van het Amsterdam-Rijnkanaal een noordwaarts gerichte stroom van ca. 25 m<sup>3</sup>/sec in te stellen. Deze hoeveelheid zou grotendeels rechtstreeks door de grote rivieren moeten worden geleverd, die dat in de naaste toekomst ook kunnen, aangezien de overige behoeften in het zuiden dan nog niet de in bijlage 2 [De waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland] vermelde waarden hebben bereikt. Verstrekking uit het IJsselmeer is namelijk in het huidige Zuiderzeepplan niet mogelijk, daar de IJmeerboezem, vanwege zijn vrij hoge zoutgehalte, hiervoor een barrière vormt.

Onder de geschetste omstandigheden, die omstreeks 1980 kunnen optreden, is dus de situatie in het gebied zelf naar verwachting nog aanvaardbaar, terwijl ook de bedreiging van het voorraadbassin IJsselmeer minimaal is.

Neemt de zeescheepvaart naar het Noordzeekanaalgebied echter nog verder toe, dan dreigt de situatie te verslechteren, zodat dan opnieuw passende voorzieningen moeten worden getroffen. In de veronderstelde situatie – nog verdere toeneming van de zeescheepvaart – zal vermoedelijk moeten worden overwogen de sluizen te IJmuiden, behalve de Noordersluis, te vernieuwen en een tweede grote zeesluis te bouwen, mede als reserve voor de Noordersluis, zodat bij het ontwerp van deze nieuwe sluis of sluizen rekening kan worden gehouden met de zoutbestrijding. Desondanks zullen grote hoeveelheden zoet water moeten worden aangewend om de zoutgehalten in de binnenwateren in de hand te houden.

Bij maximaal gebruik van de capaciteit van een eventueel toekomstig nieuw sluizencomplex, overeenkomend met een goederenomzet in de orde van grootte van 150 miljoen ton per jaar, is naar schatting 70 à 90 m<sup>3</sup>/sec nodig voor de verziltingsbestrijding te IJmuiden en 25 m<sup>3</sup>/sec voor het doorspoelen van het noordelijke deel van het Amsterdam-Rijnkanaal. Zoals in het voorgaande reeds is medegedeeld, ontvangt het Noordzeekanaal uit Rijnland, Schermerboezem en de zuidelijke IJsselmeerpolders ca. 35 m<sup>3</sup>/sec. Maximaal 55 m<sup>3</sup>/sec moet dus worden aangevoerd, waarvan de 25 m<sup>3</sup>/sec nodig voor het Amsterdam-Rijnkanaal bij voorkeur uit de grote rivieren. Is het laatste niet [meer] mogelijk, gezien de overige onttrekkingen aan de rivieren en de scheepvaartseisen, dan zou de hoeveelheid van 55 m<sup>3</sup>/sec uit het IJsselmeer moeten komen, waartoe voor de 25 m<sup>3</sup>/sec bestemd voor het Amsterdam-Rijnkanaal een transportweg voor goed water tussen het IJsselmeer en dit kanaal zou moeten worden aangelegd. Voor het handhaven van een in waterhuishoudkundig opzicht aanvaardbare situatie kan als uiterste consequentie worden overwogen in het noordelijke deel van het Amsterdam-Rijnkanaal voor volledige verziltingsbestrijding ingerichte schutsluizen te

bouwen waarmee alleen in droge perioden wordt geschut en die overigens open staan.

Het is uiteraard thans nog niet mogelijk te beoordelen of in de toekomst inderdaad zo ver strekkende maatregelen nodig zullen blijken en wat in dat geval de beste oplossing zal zijn. In elk geval is het echter gewenst rekening te houden met:

- a een toevoer uit de grote rivieren naar het Noordzeekanaal zolang deze niet in strijd is met andere belangen,
- b een directe toevoer van max. 55 m<sup>3</sup>/sec uit het IJsselmeer en
- c de mogelijkheid dat in de toekomst in het noordelijke deel van het Amsterdam-Rijnkanaal schutsluizen zullen moeten worden gebouwd.

In het voorgaande is aangenomen, dat de zeehavenontwikkeling in hoofdzaak zal plaatsvinden langs het Noordzeekanaal. Gezien de niet onbegrensde mogelijkheden aldaar is het echter niet ondenkbaar dat een achterwaartse uitbreiding tot in de zuidelijke IJsselmeerpolders moet worden overwogen. In het streekplan Noordzeekanaal wordt deze mogelijkheid als reserve aangehouden en wel voor schepen van 20 000 of 40 000 ton, wat zou leiden tot een scheepvaartkanaal met een diepte van ongeveer 11 of 13 m. De eerste gedachte is dan om het Oostvaardersdiep hiervoor te bestemmen met mogelijkheden voor industrie-terreinen aan weerszijden. In dat geval bestaat echter het gevaar, dat het voorraadbassin IJsselmeer door verzilting uit het Noordzeekanaalgebied wordt bedreigd. Niet alleen zal namelijk met de zeeschepen meer zout op de IJmeerboezem komen, maar dit zout zal op een diep Oostvaardersdiep gemakkelijk naar het IJsselmeer doordringen. Toepassing van het beginsel van scheiding van functies leidt tot een alternatieve oplossing, bestaande uit een afzonderlijk, diep zeescheepvaartkanaal op IJmeerniveau in de Markerwaard, welk kanaal zonder sluizen rechtstreeks in verbinding wordt gebracht met het Noordzeekanaal. De consequenties van een dergelijke oplossing, die in beginsel mogelijk lijkt, worden momenteel bestudeerd in het kader van de vormgeving en de inrichting van de Markerwaard. Als een verder uitvloeisel van de bovenvermelde gedachten-gang is besloten het Oostvaardersdiep voorlopig aan te leggen met een diepte van ca. 4 m, in verband waarmee het met het oog op de afwateringseisen een breedte van ca. 400 m zal verkrijgen.

Met redelijke zekerheid mag dus worden geconcludeerd dat de gevolgen van de verziltingsproblemen, voortvloeiende uit een toenemende zeehavenontwikkeling in het Noordzeekanaalgebied, kunnen worden opgevangen. Deze conclusie geldt eveneens voor de overige mogelijke zeehavenontwikkelingen in het noorden [Delfzijl, Den Helder, Harlingen], aangezien de problemen aldaar qua omvang

en aard zeker niet moeilijker liggen. Ook hier zal in elk geval moeten worden voorkomen dat het voorraadbassin IJsselmeer aan verzilting wordt blootgesteld. Verder zal ook hier de verziltingsbestrijding aan de zeesluizen water vergen, dat praktisch alleen uit het IJsselmeer kan worden aangevoerd. En hiermede komt het voorbehoud naar voren dat bij de bovenstaande conclusie moet worden gemaakt, namelijk dat het nodige doorspoelwater beschikbaar moet zijn. Voor het Noordzeekanaal alleen is de hoeveelheid water, die het IJsselmeer in de verre toekomst rechtstreeks moet leveren, gesteld op maximaal 55 m<sup>3</sup>/sec. Indien de voor de verziltingsbestrijding aan alle zeesluizen [inclusief die van het Noordzeekanaal] in het noorden van het land benodigde hoeveelheden IJsselmeerwater in totaal op 100 m<sup>3</sup>/sec worden gesteld, dan is naar alle waarschijnlijkheid nog een ruime veiligheidsmarge aanwezig. Hierin zijn begrepen de hoeveelheden water die ook zonder een verdere zeehavenontwikkeling nodig zouden zijn voor de verziltingsbestrijding in Noord-Holland benoorden het IJ, Friesland en Groningen, alsmede bij de sluizen van de Afsluitdijk, mits voorzieningen worden getroffen aan de sluizen, die de scheiding vormen tussen boezemwateren en brak of zout water. In paragraaf 4.3 wordt nagegaan in hoeverre de hoeveelheid van 100 m<sup>3</sup>/sec kan worden verstrekt.

### 3.3

### EVENTUELE AFSLUITING VAN DE WADDENZEE

Voorlopig zal zeker niet worden besloten tot een afsluiting van de Waddenzee op grote schaal en het is zeer wel denkbaar dat een dergelijk werk nimmer ter hand zal worden genomen. Het is hier niet de plaats om uitvoerig in te gaan op de vele facetten van het al dan niet uitvoeren van een dergelijke onderneming. Daar een eventuele afsluiting evenwel belangrijke consequenties kan hebben voor de waterhuishouding, is het in het verband van deze nota gewenst omtrent dit waterhuishoudkundig facet zeer in het algemeen enige beschouwingen te geven. Bij een afsluiting van de Waddenzee zullen zeker meren ontstaan ter plaatse van de geulen. In een droog zomerhalfjaar zal door verdamping op deze meren een waterschijf ter dikte van 0,5 m verloren gaan, terwijl de natuurlijke toevoer naar de meren in dergelijke perioden zeer klein zal zijn. Deze meren worden dus een creditpost op de waterbalans van ons land. Zou een deel van de Waddenzee worden ingepolderd ten behoeve van de landbouw, dan zouden bovendien nog grote hoeveelheden water nodig zijn om op de in het algemeen zeer lichte gronden landbouw te kunnen bedrijven. Hoeveel water de meren zelf uit voorraad kunnen leveren hangt af van het hoogste toelaatbare peil op het einde van de winter en van het laagste toelaatbare peil op het einde van de zomer.

De laatste grens wordt bepaald door de belangen van de scheepvaart, van de recreatie en van het aangrenzende droogvallende of ingepolderde land in verband met verdrogingsverschijnselen, terwijl het winterpeil met het oog op de afwatering van de omgeving naar de meren in eerste instantie zo laag mogelijk zal worden gekozen. De marge voor peilverandering in de zomer kan dan zo gering zijn dat de benodigde hoeveelheden water ter aanvulling van de door verdamping verloren gegane hoeveelheden en voor de wateraanvulling in het Waddengebied niet uit de voorraad in de meren zelf kan worden geleverd. Aangezien het niet is uitgesloten, dat in de periode waarover het nu gaat, het IJsselmeer volbelast zal zijn, blijft in dat geval voorraadvorming in de winter als enige mogelijkheid open om de waterbehoefte van het Waddengebied te dekken. Of deze voorraad kan worden gevormd uit het waterbezwaar van het eigen afwateringsgebied is de vraag, vooral in een winter met een klein waterbezwaar, gezien de geringe grootte van dat afwateringsgebied. Het is dan nog mogelijk de wintertoevoer naar het IJsselmeer te gebruiken, waarbij de voorraadvorming zou kunnen plaatshebben op het IJsselmeer of op de Waddenmeren of op beide. Voorraadvorming op het IJsselmeer in de winter levert evenwel grote bezwaren op voor de afwatering en de veiligheid van de omgeving als gevolg van de hogere winterwaterstanden. Naar alle waarschijnlijkheid komt daarom voorraadvorming, hetzij op de Waddenmeren zelf, hetzij in afzonderlijke spaarbekkens, eerder in aanmerking. Bij behoud van het huidige winterstreefpeil van N.A.P. - 0,40 m op het IJsselmeer is voorraadvorming op de Waddenmeren in de winter alleen mogelijk door IJsselmeerwater naar de Waddenmeren te pompen. Het IJsselmeer moet in dat geval een eigen mogelijkheid tot natuurlijke lozing naar de Noordzee behouden. Zou deze ontbreken dan zou de capaciteit van het gemaal tussen het IJsselmeer en de Waddenmeren moeten worden afgestemd op de extreme, zeer grote waterbezwaren van het IJsselmeer om de peilbeheersing van dit meer ook bij opgezette Waddenmeren te kunnen waarborgen; deze oplossing is niet reëel. In de voorlaatste oplossing bestaat in principe de mogelijkheid om in de winter meer water van het IJsselmeer naar de Waddenmeren te pompen dan nodig is voor de waterbehoefte van het Waddengebied zelf. Eerst dan zou afsluiting van de Waddenzee een positieve bijdrage kunnen leveren tot de oplossing van de eventuele toekomstige problemen van de watervoorziening van ons land.



## 4 De watervoorziening op lange termijn

---

### 4.1

#### INLEIDING

De voorgaande hoofdstukken, waarin het Zuiderzeeplan en de overige ontwikkelingen, die de waterhuishouding van het noorden in de toekomst kunnen beïnvloeden, zijn geschetst, vormen de achtergrond waartegen de watervoorziening op lange termijn zal worden behandeld. Daarbij is een bepaalde ontwikkeling verondersteld die in werkelijkheid uiteraard anders kan verlopen. Zo veel mogelijk zal dan ook worden aangegeven welke waterstaatkundige mogelijkheden nog aanwezig zijn om eventueel tegenvallende ontwikkelingen op te vangen. Hierbij zijn mogelijkheden als ontzilting van brak water of zeewater en aanvoer via pijpleidingen uit het buitenland buiten beschouwing gelaten, aangezien deze van weinig invloed zijn op de waterhuishoudkundige infrastructuur van ons land. Bovendien zullen dergelijke oplossingen vermoedelijk niet voordeliger zijn dan zuiver waterstaatkundige maatregelen. Weliswaar zullen deze laatste misschien hogere aanlegkosten vergen, maar de exploitatiekosten zullen stellig lager zijn. Omdat in het volgende zal blijken dat compenserende voorzieningen mogelijk zijn in het geval van ongunstige ontwikkelingen, doet het er weinig toe of deze planning op lange termijn geldt voor het jaar 2000 dan wel voor een vroeger of een later tijdstip. Uiteraard zal de planning van tijd tot tijd moeten worden herzien aan de hand van de inmiddels opgetreden ontwikkelingen. Aangezien het knelpunt voor de watervoorziening, naar het zich laat aanzien, eerder bij de kwaliteit [met het

chloride-iongehalte als indicator] dan bij de hoeveelheden zal optreden, is in het volgende eerst aandacht geschonken aan de kwaliteit van het beschikbare water, speciaal ook in verband met de specifieke gevaren, verbonden aan het gebruik van IJsselmeerwater. Vervolgens wordt in paragraaf 4.3 de waterbalans in een 95% droog zomerhalfjaar behandeld.

---

### 4.2

#### DE KWALITEIT VAN HET WATER

---

#### 4.2.1

#### *Maatregelen tot verlaging van het zoutgehalte*

In paragraaf 2.3.2 zijn gegevens verstrekt over het zoutgehalte van het toekomstige IJsselmeer onder verschillende onderstellingen, o.a. ten aanzien van de zoutbelasting van de Rijn. Tegenvallers zijn echter niet uitgesloten. Maar afgezien hiervan is het denkbaar dat lagere zoutgehalten – vooral in droge zomers – van een zodanige economische betekenis voor de landbouw en eventueel ook de industrie worden, dat in de toekomst kostbare voorzieningen tot verlaging van de zoutgehalten verantwoord worden.

Daar het zoutgehalte van het meer voor meer dan de helft veroorzaakt wordt door buiten de Rijn gelegen zoutbronnen, verdient het dan ook aanbeveling na te gaan of, naast maatregelen op internationaal niveau ter vermindering van de zoutlast van de Rijn, ook in eigen land geen verdere maat-

regelen kunnen worden genomen.

Zoals is vermeld, wordt hiermede bij de opzet van het Zuiderzeeplan reeds zoveel mogelijk rekening gehouden.

Herinnerd wordt aan de concentratie van het brakke uitslagwater van de zuidelijke polders op de IJmeerboezem en de lozing hiervan over het Noordzeekanaal.

Verdere maatregelen zullen eveneens moeten worden gezocht in het beperken van de zoutbelasting veroorzaakt door de IJsselmeerpolders. Zo heeft de Commissie Drinkwatervoorziening Westen des Lands in haar rapport van 1940 reeds gewezen op de mogelijkheid om een deel van het door de Wieringermeer uitgeslagen water rechtstreeks naar de Waddenzee af te leiden.

Daarnaast zou de zoutbelasting door het zuidelijke IJsselmeergebied nog verder kunnen worden beperkt. De beperkende factor in de afvoer langs het Noordzeekanaal wordt gevormd door de lozingscapaciteit te IJmuiden. Met de huidige capaciteit van de spuiscuizen aldaar en ook na de bouw van het gemaal moet het IJmeer in perioden met matig tot groot waterbezwaar toch nog lozen op het IJsselmeer. Door het IJmeer als bergboezem te gebruiken en het overtollige water op dit meer vast te houden, totdat de lozingsmiddelen te IJmuiden het kunnen verwerken, is de lozing naar het IJsselmeer verder te beperken.

Dit brengt echter met zich mede dat hogere waterstanden op het IJmeer meer frequent zullen voorkomen; deze oplossing zal bepaalde voorzieningen vereisen.

Een nog verder gaande mogelijkheid is het gehele waterbezwaar van het zuidelijke IJsselmeergebied via het Noordzeekanaal af te voeren. Dan zou te IJmuiden een gemaal met een capaciteit van 350 à 400 m<sup>3</sup>/sec nodig zijn in plaats van het momenteel geprojecteerde gemaal met een capaciteit van 135 m<sup>3</sup>/sec.

Ook is het in beginsel mogelijk het kwelwater van de Noordoostpolder via Flevoland en de IJmeerboezem naar het Noordzeekanaal af te leiden.

Op zijn gunstigst kan met de aangeduide maatregelen het maximale chloride-iongehalte in droge jaren met 30 à 50 mg/l worden gereduceerd.

Een bijkomend voordeel van deze maatregelen zou zijn dat de zoutbelasting op het meer gelijkmatiger wordt waardoor de plaatselijke variaties in het chloride-iongehalte zullen afnemen.

Verlaging van het zoutgehalte resulteert in een groter nuttig effect bij het doorspoelen van boezems op het oude land.

Hierdoor wordt het mogelijk hetzelfde resultaat te bereiken met geringere hoeveelheden spoelwater. Kwaliteitsverbetering van het water leidt dus tot waterbesparing.

Ten aanzien van lozing van afvalstoffen onder normale omstandigheden kan de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren een voldoende bescherming bieden tegen verontreiniging van het IJsselmeer.

Daarnaast bestaat evenwel gevaar dat onbedoeld, ten gevolge van calamiteiten, zoals averij aan tankschepen, belangrijke hoeveelheden kwalijke stoffen in het meer geraken. Deze paragraaf behandelt de laatst bedoelde risico's.

Wanneer in het vervolg van verontreiniging wordt gesproken, wordt bedoeld de toevoeging van zulke stoffen, die het water ongeschikt maken voor het gebruik in de landbouw en als drinkwater. Naast vergiften zijn dit stoffen, die, dikwijls reeds in zeer kleine concentratie, de smaak ongunstig beïnvloeden, zoals alle aardolieproducten, fenolen en aanverwante stoffen. Op tal van bedrijven, opslagplaatsen en fabrieken, gelegen aan het IJsselmeer of aan wateren, die op het meer lozen, zijn dergelijke stoffen aanwezig, terwijl zij ook over het meer worden vervoerd.

Geraakt een rivier, waaruit water wordt ingelaten, ten gevolge van een calamiteit verontreinigd, dan moeten de benedenstrooms gelegen tappunten hoogstens gedurende enkele dagen buiten bedrijf worden gesteld. Ook bij verontreiniging van een kanaal kunnen de gevolgen in het algemeen in ruimte en tijd beperkt worden. Soms zal het mogelijk zijn de verontreiniging uit het kanaal te verwijderen; in andere gevallen kunnen aflaten en/of doorspoelen een oplossing geven.

Op het IJsselmeer is de situatie veel ongunstiger. In de eerste plaats zal een verontreiniging zich in het algemeen in korte tijd over een grote oppervlakte verspreiden, waardoor een onmiddellijke verwijdering praktisch onmogelijk wordt. Alleen door verdunning, dank zij de natuurlijke aanvoer van water naar het meer, terwijl uiteraard ter zelfder tijd naar de Waddenzee wordt gespuid, kan een anorganische verontreiniging worden geëlimineerd. Gezien de verhouding tussen de aanvoer naar het meer [thans gemiddeld 15 miljard m<sup>3</sup> water per jaar] en de inhoud van het meer [thans 9, later 5,5 miljard m<sup>3</sup>] verloopt het verdunningsproces langzaam; het kan – afhankelijk van van de grootte van de verontreiniging en van de watertoevoer naar het meer – maanden en zelfs meer dan een jaar duren voordat de verontreiniging teruggebracht is tot een toelaatbare waarde. Een versnelling van het proces door een vergroting van de aanvoer is uitsluitend mogelijk door een grotere afvoer van de IJssel met behulp van de kanalisatie van de Nederrijn en de Lek. Een betekende verkorting van de verontreinigingsperiode mag hiervan niet worden verwacht en zeker niet in droge perioden. Bij organische,

respectievelijk radioactieve verontreiniging, wordt het effect van het verdunningsproces ondersteund door de zelfreinigende werking van het meer, respectievelijk het radioactief verval, maar ook dit zijn als regel langzaam verlopende processen.

Voorts moet nog worden gewezen op mogelijke nadelige secundaire effecten van een verontreiniging, namelijk wanneer de flora en de fauna in het meer in ernstige mate worden aangetast. Door de hieruit voortvloeiende vermindering van het zelfreinigend vermogen zal het meer de normale belasting met afvalstoffen niet meer kunnen opnemen, waardoor ook deze minimale belasting bezwaren kan gaan opleveren en wel gedurende lange tijd, daar het natuurlijk herstel van flora en fauna veelal langzaam verloopt.

Een verontreiniging kan ontstaan als gevolg van bedrijfsongevallen bij het transport, de opslag of de verwerking van gevaarlijke stoffen, wanneer deze daarbij of bij de bestrijding van het ongeval [b.v. bluswater bij brand] direct of indirect via het grondwater in het open water geraken. Door interne maatregelen is het, althans bij de opslag en de verwerking, in principe mogelijk de omvang van de calamiteiten te beperken, wat veelal ook reeds uit anderen hoofde geboden is. Maar ook al is de kans op een ongeval per bedrijf zeer gering, toch zal men vergaande voorzieningen moeten treffen omdat door het grote aantal bedrijven de kans op verontreiniging van het water toch beduidend kan zijn en verwacht moet worden, dat die kans in de toekomst steeds groter wordt.

Voorts moet het niet uitgesloten worden geacht, dat in de ondergrond van het IJsselmeer olie en gas voorkomen in exploiteerbare hoeveelheden. Kort geleden heeft de Minister van Economische Zaken aan diverse maatschappijen opsporingsvergunningen verleend over gebieden, zich tevens uitstrekkende over het IJsselmeer. Bij de eventuele uitvoering van boringen zullen van rijkswegen zodanige voorwaarden worden gesteld, dat, menselijkerwijze gesproken, geen kans bestaat op het geraken van ongewenste stoffen [olie, spoeling, pek, etc.] in het IJsselmeer.

Blijkt uit de exploratie dat inderdaad exploiteerbare hoeveelheden gas of olie voorkomen, dan zal een eventuele winning uiteraard met de grootst mogelijke zorg moeten worden omringd.

Naast de geschetste categorie van gevaren bestaat er echter ook een andere, namelijk wanneer het water zelf door overstroming in een bedrijf komt en de daar aanwezige gevaarlijke stoffen opneemt. En daar een hoge waterstand in ons land in het algemeen een gevolg is van een natuurgebeuren [zware regenval, opwaaiing], dat theoretisch geen bovengrens heeft, is het om economische redenen onmogelijk de afwatering zodanig in te richten, dat een bepaalde waterstand nooit wordt overschreden. Dus ook ten aanzien van de gevaren voor de waterkwaliteit, die

uit een overstroming kunnen voortvloeien, zal men zich er rekenschap van moeten geven wat er gebeurt, indien het afwateringsstelsel zwaarder belast wordt dan waarop het is berekend of indien een beschermende kade door de een of andere oorzaak doorbreekt.

Hoe deze risico's tot een aanvaardbaar minimum zullen moeten worden beperkt, is nog in onderzoek. Naast wettelijke kan men denken aan planologische maatregelen, zoals het alleen onder zekere voorwaarden toestaan van bepaalde industrieën en opslagplaatsen in bepaalde gebieden. Ook de aan het eind van paragraaf 2.2 aangeduide noodbergingsgebieden zouden in dit opzicht gunstig kunnen werken. Niet kan worden verheeld dat men niet te optimistisch mag zijn omtrent een volledige dekking van de omschreven risico's. Wellicht zal men deze tot op zekere hoogte moeten aanvaarden.

De risico's voor de drinkwatervoorziening evenwel kunnen, onafhankelijk van het bovenstaande, worden gereduceerd door een deel van het IJsselmeer afzonderlijk in te richten als spaarbekken.

---

#### 4.2.3 *Spaarbekken in het IJsselmeer*

Het in de vorige alinea bedoelde spaarbekken is voorlopig gedacht in het zuiden van het IJsselmeer, grenzend aan de Markerwaard [fig. 3.1]. Het zou een oppervlakte kunnen beslaan van 200 à 250 km<sup>2</sup>. Gedacht wordt aan voorraadvorming beneden het normale peil van het IJsselmeer met peilvariaties in het bekken van ca. 2,5 m, zodat de nuttige inhoud ca. 0,5 miljard m<sup>3</sup> zal bedragen. Uit de beschikbare gegevens blijkt, dat de meerbodem ter plaatse in het algemeen uit zand bestaat, terwijl daaronder holocene slecht doorlatende lagen voorkomen, waardoor de kwel uit en naar het bekken vermoedelijk van weinig betekenis zal zijn. De vulling van het bekken zou langs natuurlijke weg in de winter kunnen geschieden. Vindt de vulling voornamelijk plaats tijdens grote rivierafvoeren, dan zal veelal water met een chloride-iongehalte lager dan 100 mg/l kunnen worden ingelaten, mits het inlaatpunt tegenover het Ketelmeer wordt geprojecteerd en de capaciteit van de inlaatsluis de vulling binnen 1 à 2 weken mogelijk maakt. Op deze wijze worden niet alleen de risico's beperkt, maar kan ook water van betere kwaliteit worden gewonnen.

Door de aanleg van het spaarbekken zal voorts de totale in het IJsselmeergebied voor de watervoorziening in de zomer beschikbare hoeveelheid met ca. 0,5 miljard m<sup>3</sup> water toenemen, waardoor een eventuele verhoging van het zomerpeil wellicht in geringere mate noodzakelijk zal zijn of tot een later tijdstip kan worden uitgesteld.

Aan het plan kleven echter ook bezwaren. Door de aanleg

van het spaarbekken zal het IJsselmeer kleiner worden en zal het zwaartepunt van het meer naar het noorden verschuiven. Het kleinere meer zal bij matig tot groot waterbezwaar en beperkte lozing naar de Waddenzee tot een hoger peil oplopen, wat bezwaren kan opleveren voor afwateringen e.d. Onder de ongunstigste omstandigheden [zeer groot waterbezwaar] kan dit zonder moeilijkheden worden opgevangen door de berging binnen het spaarbekken weer in te schakelen. Het ingelaten water is dan toch van zeer goede kwaliteit.

Door de verschuiving van het zwaartepunt zullen bij stormen uit het noordwestkwadrant de waterstanden op de sterkst aangevallen plaatsen hoger worden. Als de veiligheid in gevaar komt, kan ook dan het spaarbekken weer worden ingeschakeld. De kans op minder goed water moet in dergelijke zeldzame gevallen, die wellicht een frequentie van ongeveer 1/1000 per jaar zullen hebben, aanvaardbaar worden geacht.

Onder minder extreme omstandigheden blijft het spaarbekken een ingreep in het regime van het meer betekenen. Volgens een voorlopige indruk is deze ingreep echter niet groot, terwijl het ook niet uitgesloten lijkt om de gevolgen van deze ingreep op te vangen door passende voorzieningen.

Het vorenbedoelde project, dat een belangrijk element kan vormen in de z.g. basisplannen voor de drinkwatervoorziening, wordt momenteel nader onderzocht.

Het bekken kan uit economische overwegingen niet eerder worden gerealiseerd dan na de droogmaking van de Markerwaard, omdat anders zeer lange en in die omstandigheden zeer kostbare afvoerkanaalen nodig zouden zijn. Genoemde droogmaking is, zoals bekend, niet voor 1980 te verwachten.

#### 4.3 WATERBALANS VOOR EEN 95% DROOG ZOMERHALFJAAR

In het volgende is voorshands aangenomen, dat het gebied ten noorden van de lijn ongeveer lopend langs het Noordzeekanaal, de Utrechtse heuvelrug en de Nederrijn naar Arnhem voor zijn watervoorziening is aangewezen op de IJssel en het IJsselmeer. In dit gebied is voor verschillende doeleinden water nodig.

a Uit bijlage 5 [De basisplannen voor de watervoorziening van bevolking en industrie] kan worden afgeleid dat de totale waterbehoefte van bevolking en industrie in 2000 kan worden gesteld op ca. 0,75 miljard m<sup>3</sup> water in het zomerhalfjaar, waarvan 0,5 miljard m<sup>3</sup> zou kunnen worden ontleend aan het grondwater. De resterende hoeveelheid van 0,25 miljard m<sup>3</sup> moet door het oppervlaktewater worden geleverd, hetzij rechtstreeks, hetzij door

tussenkomst van een spaarbekken. Daarenboven wordt zekerheidshalve gerekend op een extra waterbehoefte van 30 m<sup>3</sup>/sec van de industrie, zoals dat in bijlage 2 [De waterhuishouding van zuidwestelijk Nederland] eveneens is geschied zowel voor de industrievestigingen in het Europoortgebied als voor die aan de zuidrand van het zuidelijke deltabekken. Voorts wordt verondersteld, dat de helft hiervan zo ver kan worden gezuiverd dat deze hoeveelheid kan worden gebruikt bij de bestrijding van de verzilting, b.v. op het Noordzeekanaal indien de extra behoefte afkomstig is van industrieën nabij dit kanaal. Ten laste van de waterbalans van het oppervlaktewater moet dan 15 m<sup>3</sup>/sec worden gebracht, overeenkomend met 0,25 miljard m<sup>3</sup> over de zomer, welke hoeveelheid dus komt boven de eerder afgeleide onttrekking van 0,25 miljard m<sup>3</sup> door bevolking en industrie aan het oppervlaktewater.

b Het totale areaal netto cultuurgrond ten noorden van de lijn ongeveer lopend langs het Noordzeekanaal, de Utrechtse heuvelrug en de Nederrijn naar Arnhem beslaat ca. 12 500 km<sup>2</sup> [zonder de zuidelijke IJsselmeerpolders en eventuele Waddenspolders]. Neemt men aan dat op de duur de netto cultuurgrond in de poldergebieden geheel en die in de hoge gebieden voor ca. 60% in aanmerking komt voor watervoorziening uit het oppervlaktewater, dan zijn dit naar alle waarschijnlijkheid hoge schattingen. Dit zou dan betreffen ca. 11 000 km<sup>2</sup> van de bovenvermelde 12 500 km<sup>2</sup>. De in een 95% droog zomerhalfjaar benodigde hoeveelheid aanvullingswater voor de landbouw en voor de peilbeheersing van de open wateren in de betreffende gebieden kan in dat geval worden gesteld op tezamen ca. 1,75 miljard m<sup>3</sup>.

c In paragraaf 3.2 is de hoeveelheid water die rechtstreeks door het IJsselmeer moet worden geleverd voor de verziltingsbestrijding aan de zeeluisen van IJmuiden tot Delfzijl gesteld op maximaal 100 m<sup>3</sup>/sec, overeenkomend met 1,5 miljard m<sup>3</sup> per zomerhalfjaar. Het is mogelijk dat in de toekomst, ter verbetering van de kwaliteit van de polderwateren in de zuidelijke IJsselmeerpolders, doorspoelen met IJsselmeerwater zal moeten geschieden. Omdat dit water opnieuw kan worden gebruikt bij de bestrijding van de verzilting op het Noordzeekanaal is deze hoeveelheid niet afzonderlijk opgevoerd.

In totaal zou het IJsselmeer in een droog zomerhalfjaar in de verre toekomst moeten kunnen leveren:

bevolking en industrie	0,25 miljard m <sup>3</sup>
extra voorziening van de industrie	0,25 miljard m <sup>3</sup>
aanvulling landbouw	1,75 miljard m <sup>3</sup>
verziltingsbestrijding	1,50 miljard m <sup>3</sup>

totaal	3,75 miljard m <sup>3</sup>
--------	-----------------------------

Van de normaal voor bevolking en industrie benodigde hoeveelheid van 0,75 miljard m<sup>3</sup> komt ca. 0,5 miljard m<sup>3</sup> als gezuiverd afvalwater terug in het voorzieningsgebied, welke

laatste hoeveelheid opnieuw kan worden gebruikt voor de verziltingsbestrijding en voor peilbeheersing en wateraanvulling. De netto waterbehoefte uit het IJsselmeer kan derhalve worden gesteld op 3,25 miljard m<sup>3</sup>. Deze hoeveelheid zal in droge jaren zoals 1934, 1947, 1949 en 1959 op het toekomstige meer beschikbaar zijn, mits op het meer hogere zomerpeilen worden toegelaten dan het tegenwoordige zomerstreefpeil van N.A.P. - 0,20 m. Indien het deel van de toevoer dat in het voorjaar niet direct wordt gebruikt voor de watervoorziening, volledig wordt opgeslagen op het meer met mogelijk gebruik later in het seizoen, dan is blijkens paragraaf 2.3.1 in dergelijke jaren zelfs 3,5 miljard m<sup>3</sup> beschikbaar.

In de voorgaande alinea is aangenomen, dat de benodigde hoeveelheid van 3,25 miljard m<sup>3</sup> door het meer moet worden geleverd. Het is echter mogelijk dat inmiddels het in paragraaf 4.2.3 bedoelde spaarbekken [nuttige inhoud ca. 0,5 miljard m<sup>3</sup>] voor de voorziening van bevolking en industrie is ingericht in het IJsselmeer en wel voornamelijk met het oog op de kwaliteit van het te verstrekken water. Niet alleen zal deze beter zijn dan die van het IJsselmeewater, maar bovendien biedt dit bekken voldoende waarborg tegen verontreiniging als gevolg van calamiteiten. Daar het bekken in de winter wordt gevuld, is in de daaropvolgende zomer 0,5 miljard m<sup>3</sup> water extra beschikbaar in het IJsselmeergebied en kan worden volstaan met een levering van 2,75 miljard m<sup>3</sup> uit het meer zelf. Afhankelijk van de verdeling over de zomer van het verbruik en de toevoer is een dergelijke levering mogelijk bij een peilregeling waarbij het hoogste zomerpeil varieert tussen - 0,20 m en omstreeks N.A.P.

Combinatie van maximale voorraadvorming op het meer zelf na 1 april en van voorraadvorming in de winter op het bedoelde spaarbekken leidt tot een beschikbare hoeveelheid van 4 miljard m<sup>3</sup> in een 95% droog zomerhalfjaar.

Hoewel de bovenstaande ramingen van de waterbehoeften uitgaan boven die welke de Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening onlangs heeft opgesteld voor de toestand omstreeks 2000 ['De toekomstige drinkwatervoorziening van Nederland', Staatsdrukkerij 1967] moet het geenszins uitgesloten worden geacht dat de waterbehoefte in het noorden een nog grotere omvang zal aannemen.

Eveneens kan de wens ontstaan dat de voorziening in meer extreme droge jaren moet zijn gewaarborgd, d.w.z. bij een kleinere toevoer naar het meer in het zomerhalfjaar. In een droog jaar als 1921 zou b.v. slechts 2,7 miljard m<sup>3</sup> water beschikbaar komen in plaats van de bovenvermelde 3,5 miljard m<sup>3</sup>. Daar de ontwikkeling in het zuiden van ons land wel analoog zal verlopen, mag niet worden verwacht dat het mogelijk zal zijn om de verdeling van de aanvoer van de Rijn over zijn takken dan ten gunste van het noorden te wijzigen door meer water langs de IJssel te leiden. In droge perioden is hiervoor bovendien niet voldoende

water in de Rijn aanwezig.

Een eventuele toekomstige grotere behoefte in het noorden zou dus uit een voorraad moeten worden gedekt die vóór april wordt gevormd. In beginsel zijn daarvoor diverse oplossingen denkbaar.

In de eerste plaats zou de hoeveelheid water in het meer, die beneden het winterstreefpeil aanwezig is, ten dele kunnen worden gebruikt. Een extra levering van b.v. 1 miljard m<sup>3</sup> uit de voorraad zou in een droge zomer leiden tot een daling van het peil van het meer tot N.A.P. - 1,2 m. Voor de scheepvaart over het in het algemeen betrekkelijk ondiepe meer zouden over grote lengte geulen moeten worden gebaggerd en onderhouden. Aan de mond van de IJssel en de Vecht zouden stuwen moeten worden gebouwd, opdat het lage peil zich niet op deze rivieren voortplant. Voorts zouden uitgebreide voorzieningen moeten worden getroffen aan havens en kunstwerken rond het meer. Het behoeft verder geen betoog dat een dergelijk laag peil grote bezwaren zou opleveren voor de visserij en de recreatieve vaart op het meer.

Een volgende mogelijkheid bestaat uit het vóór april vormen van een zodanige voorraad boven het huidige winterstreefpeil van N.A.P. - 0,40 m dat het peil in de zomer niet beneden dat peil daalt. In dat geval zouden de waterstanden op het meer aan het eind van het winterseizoen, wanneer nog zware stormen en hoge afvoeren kunnen voorkomen, belangrijk worden verhoogd. Ter handhaving van de veiligheid van de omliggende lage gebieden zouden de dijken langs het meer dan ook in het algemeen moeten worden versterkt, terwijl ook aanpassingswerken aan afwateringen, havens e.d. nodig zouden zijn. Om de toestand op het meer bij opgezet winterpeil in perioden van groot waterbezwaar in de hand te kunnen houden, kan het in deze oplossing wel noodzakelijk blijken de toevoer van de IJssel te beperken met behulp van een hoogwaterstuw bij Westervoort. Voorts kan de grotere kwel in de omgeving als gevolg van de hogere meerpeilen een bezwaar opleveren.

De moeilijkheden, die in beide voorgaande oplossingen ontstaan door de grote peilvariatie bij voorraadvorming op het meer zelf, kunnen worden ondervangen door de voorraad op één of meer afzonderlijke bekkens op te slaan, hetzij in het IJsselmeer, hetzij in de Waddenzee. De laatste oplossing heeft geen enkele consequentie voor de situatie op het IJsselmeer. Bij de andere oplossing is dat uiteraard wel het geval. Worden op het IJsselmeer, naast het reeds in paragraaf 4.2.3 vermelde spaarbekken voor de drinkwatervoorziening, nog andere bekkens van het meer afgescheiden, dan komt dat neer op een verdere toepassing van het beginsel van scheiding van functies: enerzijds transportwegen voor water en scheepvaart met geringe peilvariëaties en anderzijds bekkens voor voorraadvorming met grote peilvariëaties.

Momenteel kan niet worden overzien welke oplossing in de toekomst het meest in aanmerking zal komen, afgezien nog van de zich dan wellicht voordoende, thans nog onbekende andere mogelijkheden. Het bovenstaande had dan ook uitsluitend tot doel aan te geven dat in beginsel waterstaatkundige uitwijkmogelijkheden aanwezig zijn, zij het kostbare. Gelet op de hoge kosten en ook op andere bezwaren zou het dan ook wel eens doelmatiger kunnen blijken te zijn om het totale waterverbruik terug te brengen door verdere voorzieningen en door een nog verder toenemend hergebruik van het water. Het kan b.v. voordeliger blijken om plaatselijk rechtstreeks te voorzien in de waterbehoefte van de landbouw in het westen, dus met uitschakeling van de boezemwateren. Voor de verziltingsbestrijding op deze boezems zou dan niet meer verversingswater nodig zijn dan voortvloeit uit milieuhygiënische eisen. Zo zou b.v. bij chloride-iongehalten tussen 750 en 5000 mg/l het milieu gunstig worden voor de verbreiding van de malariamuskiet.

Tot dusver is alleen ingegaan op de problemen van een eventueel watertekort in het noorden. Evenwel kan eveneens een tekort in het zuiden optreden, vooral gedurende perioden met kleine rivierafvoeren. Daar de mogelijkheden voor het opslaan van grote hoeveelheden water in het zuiden beperkt zijn, zou een eventuele voorraadvorming ten behoeve van het zuiden ten dele moeten worden gezocht in het noorden. In paragraaf 2.3.2 is er bovendien reeds op gewezen, dat het IJsselmeerwater gedurende perioden met kleine rivierafvoeren zoeter kan zijn dan het rivierwater, zodat het dan van voordeel kan zijn gebieden met zoutgevoelige cultures – Aalsmeer, Westland – tijdelijk met water vanuit het IJsselmeer in plaats van met rivierwater te voorzien. De voorraadvorming op het IJsselmeer zou met het oog op deze wateronttrekking gunstig kunnen worden beïnvloed door gedurende het voorjaar en de voorzomer water uit de Waal naar het IJsselmeer of naar het voorzieningsgebied van dit meer te transporteren zolang de afvoer van de rivieren groter is dan de waterbehoefte in het zuiden. Een levering uit de Waal kan voor het voorzieningsgebied van het meer bovendien gunstig zijn in de perioden, dat het rivierwater beter is dan het IJsselmeerwater.

Dit watertransport in beide richtingen kan uiteraard alleen geschieden indien een koppeling tussen noord en zuid wordt aangebracht. De principiële zijde van deze koppeling is uiteengezet in bijlage 1 [De waterbalans; een vergelijking van behoeften en bronnen]. Een rechtstreekse koppeling op laag niveau tussen de benedenrivieren en het IJsselmeer biedt de gunstigste oplossing. Het Amsterdam-Rijnkanaal en het westelijke randmeer van de Markerwaard kunnen hierbij in principe als transportweg dienst doen, op voorwaarde dat maatregelen worden genomen tegen het

dreigende verziltingsgevaar vanuit het Noordzeekanaal en het Oostvaardersdiep. Naast hetgeen hieromtrent in paragraaf 3.2 reeds is vermeld, zij opgemerkt dat het gebruik van het westelijke randmeer van de Markerwaard leidt tot een verlegging in zuidelijke richting van de boezemscheiding tussen dit randmeer en de IJmeerboezem die in het huidige plan bij Edam is gedacht. De consequenties hiervan voor de waterhuishouding van de IJmeerboezem worden onderzocht. Het westelijke randmeer van de Markerwaard dient in elk geval zo ruim te worden gemaakt dat een grote hoeveelheid water met gering verval kan worden getransporteerd. Voorts moet de transportweg de IJmeerboezem kruisen die, zoals vermeld, water met een vrij hoog zoutgehalte bevat. Deze kruising zal moeten worden bewerkstelligd door middel van een duiker onder de scheepvaartgeul in het IJmeer door. De verzilting van de transportweg vanuit het Noordzeekanaal via het noordelijke einde van het Amsterdam-Rijnkanaal moet worden voorkomen door een voldoende sterke tegenstroom van zoet water in de richting van het Noordzeekanaal. In het geval dat water van noord naar zuid wordt getransporteerd zal de meerdere hoeveelheid zoet water die voor de doorspoeling van het noordelijke deel van het Amsterdam-Rijnkanaal vereist is, moeten worden aangevoerd uit het IJsselmeer. Bij het transport in de omgekeerde richting zal een extra hoeveelheid rivierwater voor dit doel moeten worden aangevoerd, waarbij uiteraard voor beide richtingen geldt dat de betreffende hoeveelheid water eveneens dienst doet voor de verziltingsbestrijding op het Noordzeekanaal.

Mocht de transportweg tengevolge van het medegebruik door de scheepvaart in de nabijheid van het Noordzeekanaal, ondanks diverse maatregelen, dreigen te verzilten dan zou een afzonderlijk kanaal moeten worden aangelegd, dat de watertransportfunctie van het Amsterdam-Rijnkanaal en het westelijke randmeer geheel of gedeeltelijk overneemt. In het IJsselmeergebied is het Veluwemeer hiervoor geen alternatief vanwege de geringe transportcapaciteit van dit meer.

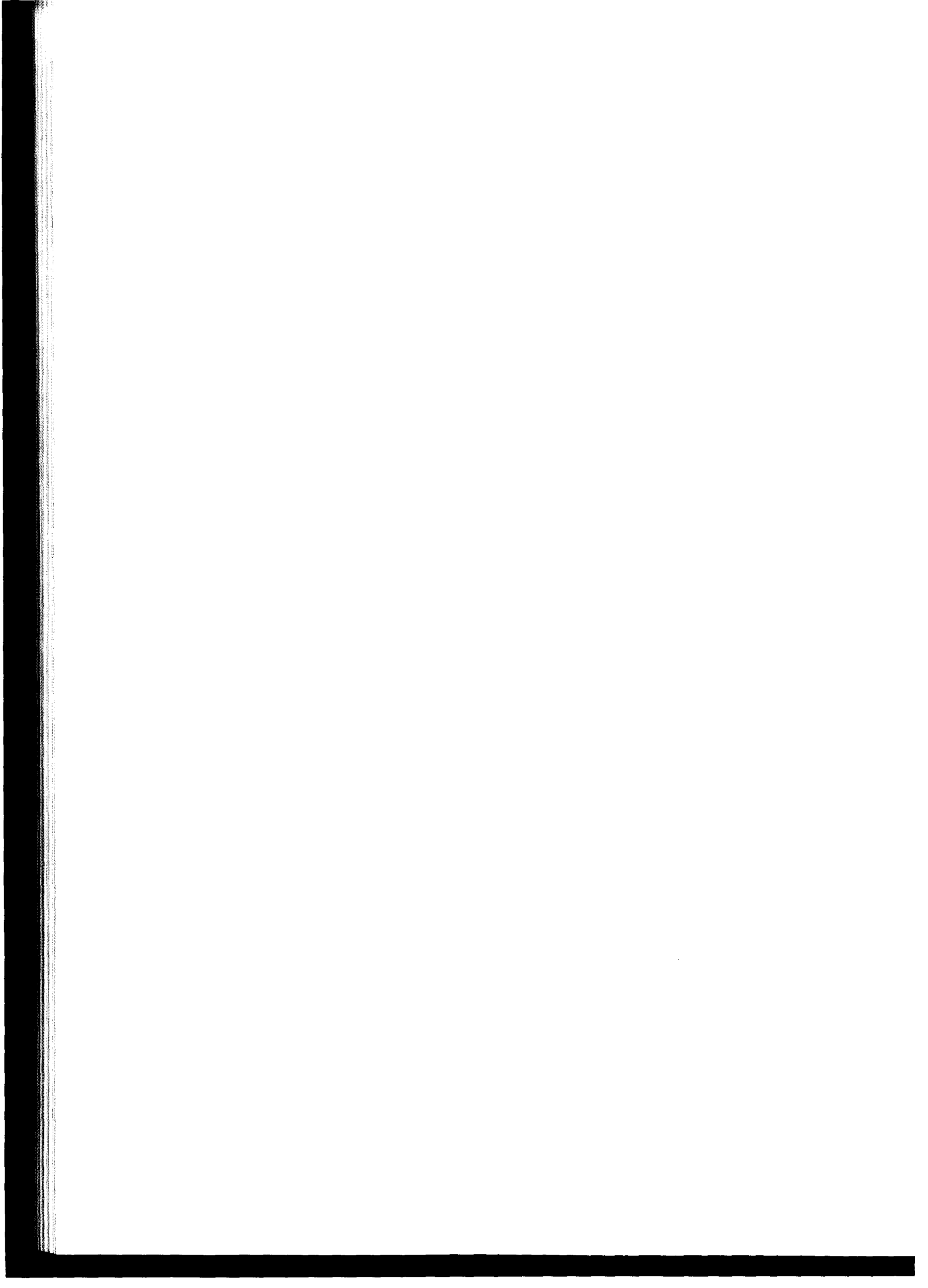
Indien in de verre toekomst zowel in het noorden als in het zuiden van het land watertekorten optreden, dan kan de bovenaangeduide koppeling eveneens een belangrijk onderdeel van de dan noodzakelijke waterhuishoudkundige infrastructuur uitmaken. Dankzij de koppeling kan immers, bij aanvoeren in het zuiden die groter zijn dan de gelijktijdig aldaar optredende behoefte, aan het overschot, dat anders ongebruikt naar zee afstroomt, geheel of gedeeltelijk een nuttige bestemming worden gegeven. Daardoor kan de wateraanvoer in het zomerhalfjaar voor een groter deel worden gebruikt, met als gevolg dat een eventuele voorraadvorming uit de winteraanvoer kan worden beperkt, hetgeen van belang is in verband met de ingrijpende consequenties die aan een dergelijke voorraad-

vorming zijn verbonden.

In het voorgaande is het denkbeeld van de bedoelde koppeling ontstaan in verband met een mogelijk toekomstig watertekort in de zomermaanden in het zuiden of over het gehele land. Maar ook voordien kan deze koppeling onder bepaalde omstandigheden van nut zijn. Het is namelijk denkbaar dat in de meer nabije toekomst een situatie optreedt, waarbij de waterbehoefte van het noorden niet zonder aanzienlijke voorraadvorming in de voorzomer kan worden gedekt uit het IJsselmeer, terwijl in het zuiden de aanvoer het verbruik overtreft. Bij aanwezigheid van de koppeling zou dan een deel van het noorden bij het zuidelijke stelsel kunnen worden gevoegd, waardoor met een geringere voorraadvorming op het IJsselmeer in de voorzomer zou kunnen worden volstaan. Hierdoor zouden de bij grote peilvariaties op het meer noodzakelijke voorzieningen geheel of ten dele achterwege kunnen blijven dan wel kunnen worden uitgesteld tot een later stadium in de ontwikkeling.



# De waterhuishouding van het hoge deel van Nederland



# 1 Inleiding

Deze bijlage behandelt de voornaamste waterhuishoudkundige problemen, die zich voordoen in het deel van Nederland, dat in hoofdzaak boven de hoogtelijn van N.A.P. + 2 m is gelegen en waarvan de bodem voornamelijk uit zand, leem of löss bestaat. Voor zover het voor de afwatering van belang is, worden ook gebieden, die beneden de genoemde hoogtelijn zijn gelegen, tot het hoge deel gerekend. Dit deel omvat het zuidoosten van Friesland, alsmede Gaasterland, het zuiden van Groningen, Drenthe, Overijssel [exclusief de Noordoostpolder], Gelderland, het oosten van Utrecht, Noord-Brabant en Limburg [fig. 4.1].

De bescherming van het land tegen het hoge buitenwater, die in zo sterke mate het beeld van het westen en noorden van Nederland bepaalt, vormt voor de hoge gronden geen probleem, met dien verstande, dat de gebieden langs de grote rivieren in zekere zin als een overgang kunnen worden beschouwd. Weliswaar moesten deze gebieden door de in de loop van de eeuwen opgeworpen dijken tegen de hoge rivierstanden worden beschermd, maar ze konden gedurende het grootste deel van het jaar op natuurlijke wijze afwateren. Zij zijn vlak, bestaan uit rivierkleigronden en zijn van ouds in polders verdeeld. De waterbehoefte van deze gronden is vrij gering, terwijl zo nodig de rivieren water voor de wateraanvulling kunnen leveren; de watervoorziening levert dus weinig problemen op. De daling van de bodem en de hogere eisen die aan de afwatering in latere tijden werden gesteld, leidden ertoe, dat sommige polders van een kunstmatige bemaling werden voorzien en dat sommige riviervertakkingen door dammen met sluizen werden afgescheiden van de hoofdrijen. In een enkel geval,

bijvoorbeeld aan de mond van de Linge, werden de afgesloten wateren van een gemaal voorzien. Een verdere verbetering van de afwatering van dergelijke gebieden behoeft geen principiële moeilijkheden op te leveren. In het vervolg blijven deze riviergebieden derhalve buiten beschouwing.

Het naar oppervlakte verreweg grootste deel van het gebied behoort tot de eigenlijke hoge gronden, die, in tegenstelling tot het westen en noorden van Nederland en ook tot de riviergebieden, een zeker reliëf vertonen. Daardoor kon van ouds in vele gevallen de afwatering langs natuurlijke waterlopen geschieden. Het bodemreliëf wordt in hoge mate bepaald door de geologische geschiedenis, die van gebied tot gebied belangrijke verschillen vertoont. Er is dus aanleiding enige opmerkingen te maken omtrent de geomorfologie van de verschillende onderdelen.

Het gebied ten noorden van de Rijn wordt gekenmerkt door zijn glaciële oorsprong; het kan worden gesplitst in twee, morfologisch duidelijk te onderscheiden delen, te weten enerzijds Drenthe, zuid-Groningen, zuidoost-Friesland en Gaasterland [fig. 4.2] en anderzijds Overijssel, Gelderland en het oosten van Utrecht [fig. 4.3]. In het gebied ten zuiden van de grote rivieren ontbreekt de noordelijke glaciële invloed; dit gedeelte is van fluviatiele oorsprong. Ook hier zijn twee morfologisch onderling verschillende gebieden te onderscheiden: Noord-Brabant en noord- en midden-Limburg [fig. 4.4] enerzijds en zuid-Limburg anderzijds [fig. 4.5]. In hoofdstuk 2 wordt de morfologie van de vier genoemde onderdelen achtereenvolgens in grote trekken besproken.

Het daarop volgende hoofdstuk behandelt de afwatering,

Fig. 4.1

Indeling van de hoge gronden



Verklaring

- 1 Drenthe, zuid-Groningen, zuidoost-Friesland en Gaasterland
- 2 Overijssel, Gelderland en oost-Utrecht
- 3 Noord-Brabant, noord- en midden-Limburg
- 4 Zuid-Limburg

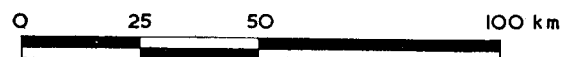


Fig. 4.2 Drenthe, zuid-Groningen, zuidoost-Friesland en Gaasterland

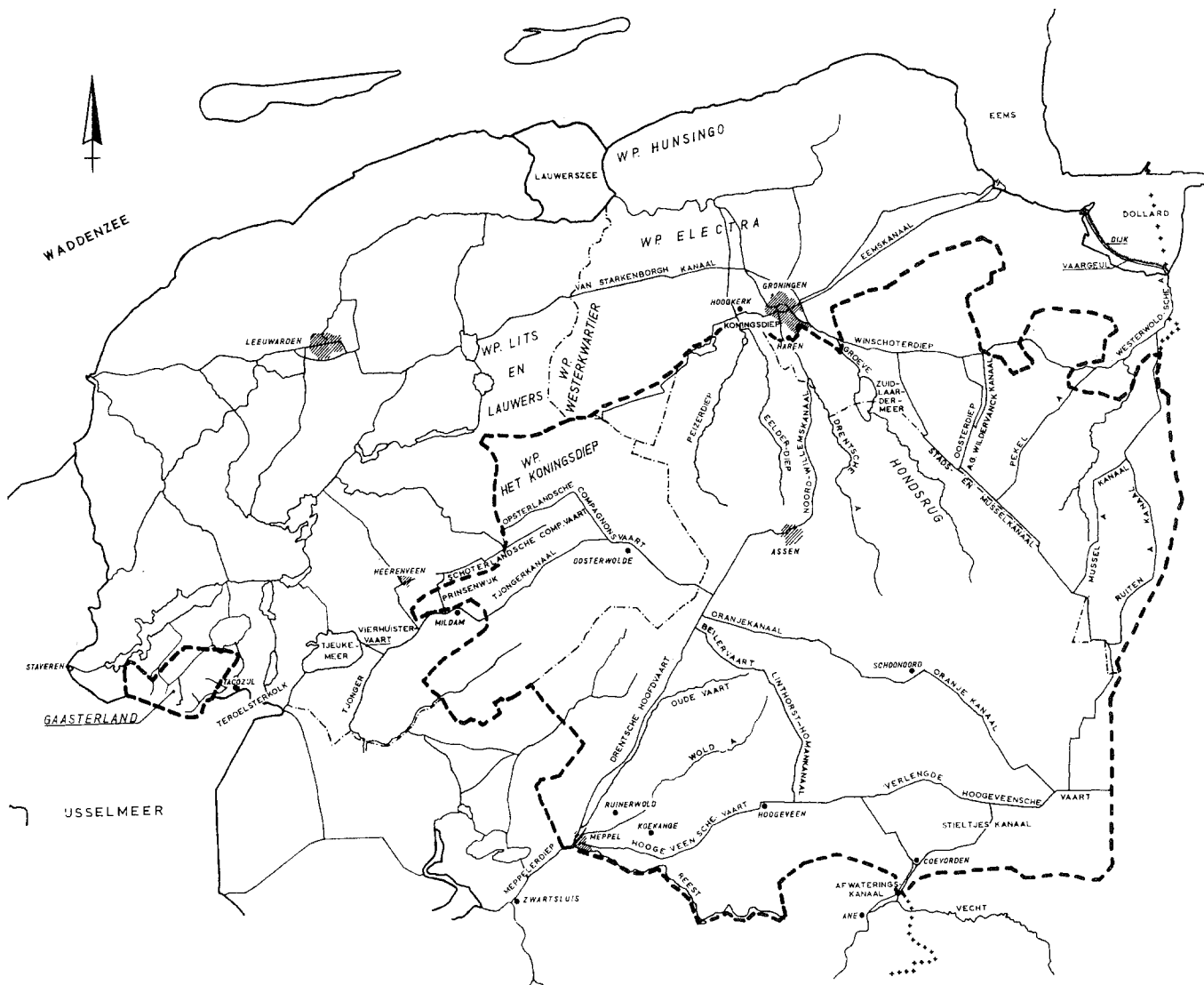


Fig. 4.3 Overijssel, Gelderland en oost-Utrecht

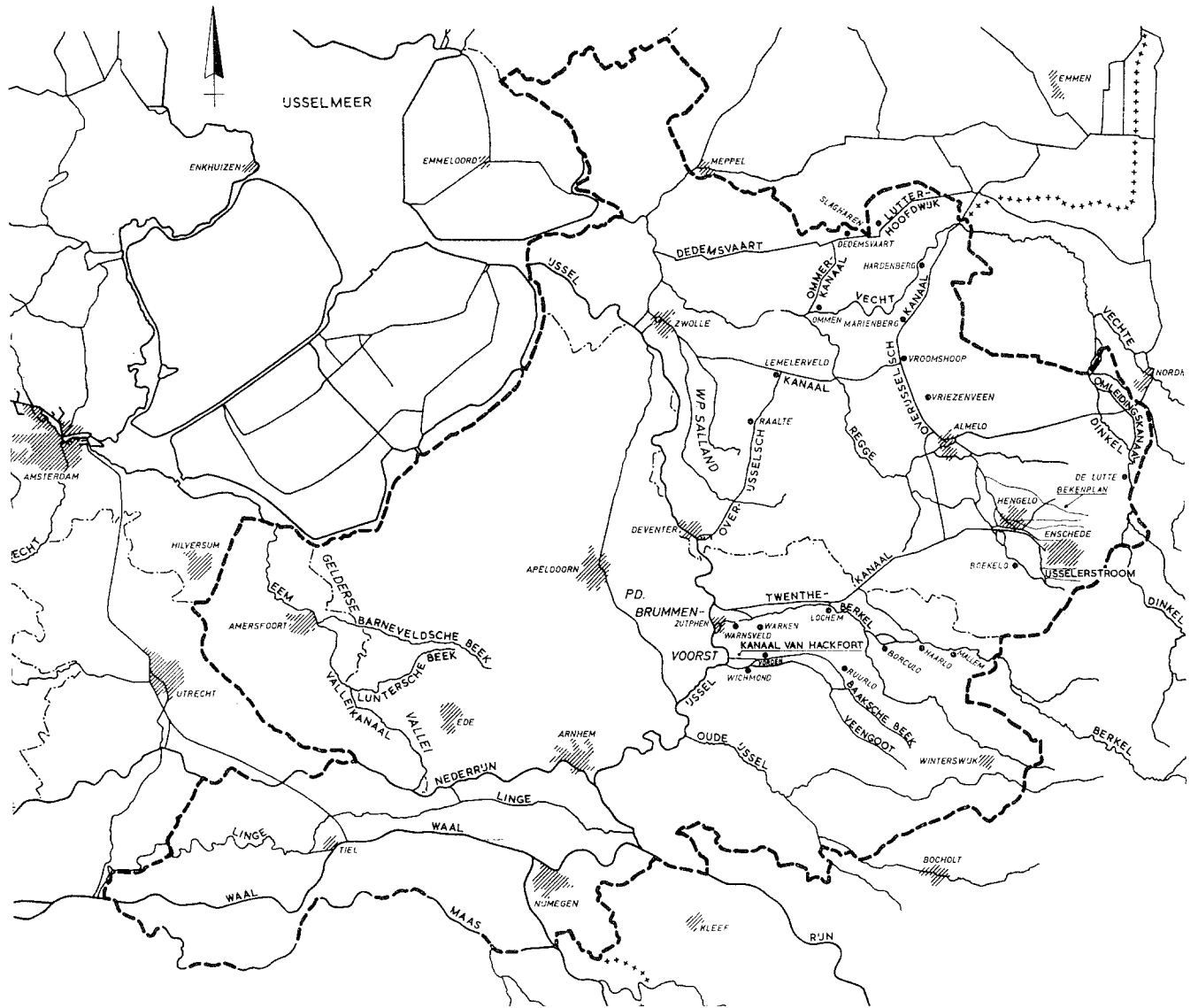
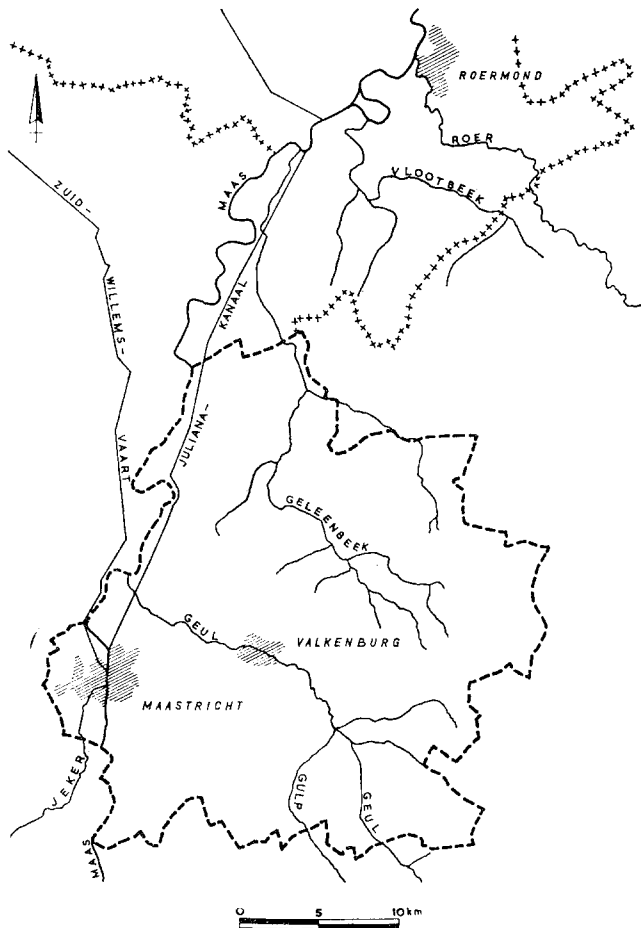






Fig. 4.5 Zuid-Limburg



bevolking en de industrie wordt verwezen naar de bijlagen I en 5.

Wat de kwaliteit van het water betreft kan nog het volgende worden opgemerkt. Het vraagstuk van de verzilting, dat voor het westen en noorden van Nederland van primair belang is, speelt in de gebieden, waarover het hier gaat, geen rol van enige betekenis. De huidige vervuiling van de oppervlaktewateren wordt veroorzaakt door de lozing van ongereinigd afvalwater. Naar het zich laat aanzien, zal deze vervuiliingsbron omstreeks het jaar 2000 voor een belangrijk deel kunnen zijn geëlimineerd.

De problemen betreffende de wateren die de Nederlands-Duitse grens overschrijden, uitgezonderd de Rijn en de Eems-Dollard, vormen punten van overleg in de Permanente Nederlands-Duitse Grenswaterencommissie en haar subcommissies. De commissie werd in 1963 ingesteld op grond van het grensverdrag tussen de beide staten. In het verdrag is bepaald, dat over alle waterstaatkundige vraagstukken, die voor de grenswateren in de nabuurstaten van belang zijn, overleg dient te worden gepleegd, teneinde deze op een voor beide partijen bevredigende wijze op te lossen.

De problemen hiermee samenhangend zijn mede een gevolg van de toenemende verstedelijking, de hogere eisen die de landbouw aan de ontwatering stelt en het hogere welvaartspeil dat het optreden van inundaties ontoelaatbaar maakt. De kans op inundaties is het grootst in de overgangengebieden tussen de hoge en de lage gronden. Aan deze gebieden zal in het navolgende speciaal aandacht worden besteed. Het zal duidelijk zijn, dat de morfologische gedaante van het terrein de afwatering in belangrijke mate bepaalt, zodat het doelmatig is ook de afwatering te bespreken voor elk van de vier reeds genoemde gebieden afzonderlijk.

Hetzelfde geldt ten aanzien van de watervoorziening. De eisen, daaraan gesteld, zijn wegens de in de nota reeds vermelde redenen aanmerkelijk gestegen, zodat zich op dit gebied verschillende problemen voordoen, die een bespreking wettigen. In deze bijlage zal voornamelijk aandacht worden geschonken aan de watervoorziening van de landbouw; voor de watervoorziening van de

## 2 De geomorfologie

---

### 2.1 DRENTHÉ, ZUID-GRONINGEN, ZUIDOOST-FRIESLAND EN GAASTERLAND

Het landschap is voor het grootste deel van het hier beschreven gebied tamelijk vlak. Stuwwallen komen niet voor. Het centrum is een plateau, waarvan de hoogte in westelijke en noordelijke richting sterk afneemt. De hoogste punten liggen in de buurt van Schoonoord op ongeveer N.A.P. + 30 m. In het oosten wordt het plateau begrensd door de Hondsrug, de enige terreinverheffing van belang. Het ontstaan van de Hondsrug kan mogelijk een tektonische oorzaak hebben.

Het in de ijstijd aangevoerde materiaal, de grondmorene, is vrijwel overal bedekt door een laag fluvioglaciaal dekzand, die kan variëren van enkele decimeters tot enkele meters dikte. In het noorden en westen duiken deze tot het Pleistoceen behorende afzettingen langzaam weg onder het holocene laagveen en de zeeklei van Groningen en Friesland. In het oosten en zuiden werden zij grotendeels bedekt door hoogveen. Dit veen werd vroeger ook in uitgestrekte gebieden in het westen aangetroffen. Verreweg het meeste hoogveen is thans door afgraving verdwenen. Slechts in het zuidoostelijke deel van Drenthe komt nog wat hoogveen voor. Waar het veen verdwenen is, is dalgrond overgebleven. In de Saale-ijstijd en het daarop volgende interglaciaal, het Eemien, erodeerde het ijs en later het smeltwater kommen in het terrein. Deze al dan niet met water gevulde kommen worden hier dobben genoemd.

De grondmorenes bestaan, evenals in de rest van het gebied van glaciale oorsprong, uit keileem of zijn meer

zandig ontwikkeld. Onder Meppel, Koekange en Ruinerwold ligt de bovenkant hiervan op ca. N.A.P. -30 m. In het algemeen ligt deze grens echter belangrijk hoger, zodat op vele plaatsen de keileem aan of zeer nabij de oppervlakte komt. In deze gebieden is de waterberging in de bodem dus beperkt, hetgeen zijn repercussies heeft op de ontwatering.

---

### 2.2 OVERIJSEL, GELDERLAND EN OOST-UTRECHT

Het landschap in dit gebied moet worden gesplitst in dat ten westen van de IJssel en dat ten oosten daarvan. In het westelijke deel komt na het IJsseldal de brede rug van de Veluwe voor. Voortgaande in westelijke richting komt men vervolgens in de Eemvallei, waarna de Utrechtse heuvelrug wordt bereikt. Het hoogste punt in dit gebied, de Zijpenberg, ligt bij De Steeg en heeft een hoogte van N.A.P. + 110 m. In het gebied ten oosten van de IJssel is de opbouw van het landschap zeer gecompliceerd. Wel kunnen ten zuiden van de Vecht een viertal heuvelruggen worden aangegeven waarin hoogten tot N.A.P. + 85 m voorkomen. De heuvels, zowel die ten westen als die ten oosten van de IJssel, werden gevormd in de Saale-ijstijd toen uitlopers van het landijs de rivierdalen binnendrongen. Gesteld kan worden dat het karakter van dit gebied, dat wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van stuwwallen, volledig afwijkt van dat wat eerder in paragraaf 2.1 is besproken. De stuwwallen bestaan uit preglaciaal zand en grind, terwijl meer naar het oosten ook oudere formaties in deze heuvels worden aangetroffen. Zij worden omgeven door fluvioglaciale

zanden. Later vond in de dalen tussen deze stuwwallen een postglaciale dalopvulling plaats, bestaande uit horizontaal gelaagde, grindvrije, fijnkorrelige zanden. Op deze zanden treft men in de beekdalen beekafzettingen aan, die bestaan uit fijn tot zeer fijn zand, zandige klei of kleilig zand. Rivierkleiafzettingen worden tenslotte aangetroffen in de dalen van de grote rivieren, bijvoorbeeld in dat van de IJssel.

De veenvorming in het huidige tijdvak van de geologische geschiedenis, het Holoceen, was in dit gebied van weinig betekenis; slechts in noord-Overijssel, in de omgeving van Vriezenveen, worden c.q. werden grote oppervlakten veen aangetroffen.

Het in de ijstijd aangevoerde materiaal, de grondmorene, bestaat of uit keileem of uit min of meer zandig materiaal. Deze keileemlagen komen in het IJsseldal voor op een diepte van ca. N.A.P. - 80 m. Naar het oosten toe komen ze dikwijls zeer nabij of aan de oppervlakte. Dit laatste is van invloed op de afwatering van het gebied.

---

2.3

NOORD-BRABANT, NOORD- EN MIDDEN-LIMBURG

Het in Noord-Brabant en noord- en midden-Limburg gelegen gebied is vrij vlak. In het zuiden worden hoogten bereikt tot boven N.A.P. + 40 m. Naar het noorden en westen komt het maaiveld steeds lager te liggen.

Bodembewegingen en wel speciaal de horst- en senk-vormingen zijn van veel belang geweest bij de opbouw van de ondergrond van dit gebied.

Het landschap daarentegen heeft in hoge mate de invloed van de Maas ondervonden. Trouwens de gehele geologische ontwikkelingsgeschiedenis van dit gebied hangt nauw samen met de geschiedenis van deze rivier.

Meestal kon worden aangetoond dat het hoogveen, voornamelijk in de verschillende Pelen, ontstaan is in oude Maaslopen. De dikte van dit veen was gemiddeld 3 m, behalve in de eigenlijke Peel, gelegen tussen de Grootte Peel en de Astensche Peel [Helenaveen], waar de dikten tot 7 m opliepen. Het meeste veen is echter door afgraving verdwenen.

Kenmerkend voor het Noordbrabantse landschap zijn de vele vennen. Voor het grootste deel zijn dit resten van oude Maasbeddingen, van zijrivieren van de Maas of van delta-armen. Ze zijn meestal gelegen op de gronden, die werden afgezet aan het eind van het Saaleglaciaal, hoewel er ook voorkomen op de gronden, die zijn ontstaan aan het eind van het Pleistoceen en wel gedurende het Eemien en het Weichselglaciaal. De tegenwoordige vorm is te danken aan winderosie. Met name in het Weichselglaciaal, alsmede in de

daaropvolgende postglaciale periode, lag de grondwaterspiegel veel lager dan thans. In deze periode zijn dan ook zandverstuivingen ontstaan, evenals vennen, die door de wind werden gevormd door het uitblazen van oude ondiepe rivierdalen. Als gevolg van deze ontstaanswijze treft men ze vaak aan in stuifvelden en worden ze niet zelden vergezeld door duinen.

De invloed van de Maas op het landschap manifesteert zich ook bij de beken in dit gebied. Deze volgen namelijk voor het merendeel oude Maasbeddingen. Oorspronkelijk hadden deze beken een groot verval en tengevolge daarvan een grote eroderende kracht. Later verminderde dit verval in sommige beken tengevolge van bodembewegingen, waardoor de vorming van moerasveen een aanvang kon nemen.

Oude rivierbeddingen zijn, behalve op de hiervoor beschreven wijze, ook nog aan de oeversranden te herkennen. Deze komen op zeer veel plaatsen in het oosten voor. Een mooi voorbeeld is die bij Venlo.

Klei treft men weinig aan. Slechts in het lage westen ligt de gewone jonge zeeklei, terwijl in het noorden en oosten oudere en jongere rivierklei worden gevonden. Verder vindt men langs de beken de beekafzettingen, die meestal bestaan uit humeuze zanden met maar weinig klei. In verhouding is maar een klein deel van het gebied door Holoceen bedekt. Aan de oppervlakte komen hoofdzakelijk oudpleistocene gronden voor, alsmede gronden die gevormd werden in het begin van het Saaleglaciaal. Deze gronden werden afgezet door de Maas en de Rijn, terwijl in het westelijke en oostelijke gedeelte Maasafzettingen worden gevonden, die werden gevormd aan het eind van het Saaleglaciaal, respectievelijk aan het eind van het Pleistoceen.

De gronden, die in het begin van het Saaleglaciaal zijn ontstaan, hebben in het westen van het centrale deel van dit gebied een grote verbreiding en komen tevens in een NNW-ZO gerichte strook ten oosten en ten noorden van Helmond aan de oppervlakte. Zij bevatten vrij grove zanden en grindlagen.

De gronden, ontstaan aan het einde van deze ijstijd, komen in het centrale deel van dit gebied over een groot deel aan de oppervlakte of zijn slechts met dunne veenlagen of beekafzettingen bedekt. Zij bestaan uit fijne tot middelkorrelige zanden, waarin zelden grindbankjes voorkomen.

De gronden tenslotte, die aan het einde van het Pleistoceen werden afgezet, komen aan de oppervlakte o.a. in een vrij brede strook langs de Maas in het oosten en over een breed gebied in het midden. Zij bestaan uit fijne gelaagde zanden, die in het noorden vrij van grind zijn, terwijl in het zuiden er grindbankjes in worden aangetroffen.

De laatste twee besproken gronden bestaan uit materiaal, dat door de Maas werd aangevoerd.

Het zuidlimburgse landschap dankt zijn ontstaan aan de fluviatiele geologische invloeden, alsmede aan de bodembeweging of tektoniek. In het Boven-Carboon was de tektonische kracht, in de vorm van een plooiende kracht, noordwaarts gericht, waar zich het Brabantse massief bevond. Dit bood een belangrijke weerstand en gaf weinig mee met de nieuwe plooiingen. Hierdoor werd het Carboon ten noorden van dit massief o.a. in Noord-Brabant en noord-Limburg, tegen de bergvormende bewegingen beschermd en vond daar geen plooiing plaats. Wel werd in oostelijk zuid-Limburg de plooiingsinvloed nog in hevige mate ondervonden. In tegenstelling tot de rest van Nederland komen hier hoogten van N.A.P. + 100 m en meer op vele plaatsen voor. In het meest zuidoostelijke punt bevindt zich het hoogste punt van Nederland met een hoogte van N.A.P. + 322 m.

Hoewel zuid-Limburg tot het overgangsgebied behoort tussen Eifel en Ardennen enerzijds en de Benedenrijnse Laagvlakte anderzijds, is het echter geen laag berglandschap, doch vrijwel overal een plateauland, waarin de riviersedimentatie en -erosie een aantal terrassen hebben doen ontstaan. Dit landschap is voor 90% bedekt met löss. De dikte van dit dek varieert van enkele decimeters tot meer dan 15 m. Tengevolge van deze bedekking is de topografie van het onderliggende terrein in meer of mindere mate gemaskeerd. Toch blijkt vrijwel overal duidelijk het terrassenkarakter. De terrassen zijn door de Maas gevormd.

Voor de afwatering van zuid-Limburg is de lössbedekking van bijzonder belang. Löss is namelijk een aan de oppervlakte voorkomende, losse grondsoort, uiterst fijn van korrel, luchtig opgebouwd en daardoor gemakkelijk oxydeerbaar. Lössafzettingen kunnen bijzonder poreus zijn. Poriënvolumina van ca. 65% komen voor. Het gevolg hiervan is, dat het regenwater er gemakkelijk in weg kan zakken. Door de grote inwendige wrijving heeft deze grondsoort het vermogen om in steile wanden te blijven staan.

## 3 De afwatering

### 3.1 DRENTHE, ZUID-GRONINGEN, ZUIDOOST-FRIESLAND EN GAASTERLAND

Reeds eerder werd in paragraaf 2.1 uiteengezet, dat het centrale deel van Drenthe bestaat uit een plateau van waaruit het terrein naar het zuiden, westen en noorden afhelt. De sterkste hellingen treden op in noordelijke en westelijke richting en het is om deze reden dat ook de afwatering in hoofdzaak geschiedt naar het noorden en het westen. Deze afwatering is van oudsher gebrekkig geweest. In de laatste tijd is echter veel werk verzet om hierin verbetering te brengen.

Het grootste deel van de hoofdleidingen in de Drentse stroomgebieden is thans onder handen genomen, waarbij wat de normen voor de afvoer betreft, is gerekend met recente inzichten ter zake. De detailontwatering laat echter nog veel te wensen over.

De gebieden gelegen ten oosten van de Hondsrug zullen profiteren van het Dollardplan. De door ontvening versnelde waterafvoer van deze oost-Drentse gebieden, welke hun overtollige water via het Stads- en Musselkanaal plegen af te voeren door de Westerwoldse kanalen en het Oosterdiep, wordt intussen nog bemoeilijkt door de beperkte afvoercapaciteit van deze kanalen. Een plan tot verbetering van deze afwateringssituatie is bij de betrokken provincies in studie, waarbij wordt gedacht aan de inschakeling van het mogelijk in zuidoostelijke richting door te trekken A. G. Wildervanckkanaal. Zoals reeds werd vermeld, vindt de afwatering plaats vanaf het centraal plateau naar het noorden, het westen en het zuiden. Het van de hoge gronden

afkomende water moet dan zijn weg zoeken door lager gelegen gebieden. Het is op de overgang van hoge naar lage gronden, dat regelmatig wateroverlast optreedt. De meest bekende knelpunten zijn de gebieden om Meppel, Coevorden, Hoogkerk en Haren.

Om het probleem van de wateroverlast op deze vier punten te kunnen oplossen worden of zijn reeds plannen opgesteld. Enkele van deze plannen zijn inmiddels in uitvoering genomen.

Voor het gebied rond Meppel zijn of worden de volgende maatregelen genomen.

a De Oude Vaart werd afgeleid naar de Drentsche Hoofdvaart. In verband met deze omlegging was het noodzakelijk dit kanaal ter plaatse te verbreden.

b De Hooegeveensche Vaart wordt over het gedeelte Hooegeveen-Meppel verruimd, terwijl het kanaal om de bebouwde kommen van Hooegeveen en Meppel zal worden heen gevoerd. De Hooegeveensche Vaart wordt daarbij hoofdafwatering. Het plan hiertoe is op het ogenblik in uitvoering.

c Na de realisatie van het onder b genoemde plan zal nog de Wold A naar het zuiden worden afgeleid.

d De Reest kan in de toekomst worden ontlast door een tweetal afleidingen.

e Het Meppelerdiep tenslotte zal in geval van gestremde lozing in de nabije toekomst worden bemalen. Hiertoe zal te Zwartsluis een gemaal worden gebouwd met een maximum capaciteit van 100 m<sup>3</sup>/sec bij een opvoerhoogte van ca. 1 m.

Om de wateroverlast rond Coevorden in de toekomst te kunnen voorkomen, is een plan opgesteld voor de

verruiming van het Stieltjeskanaal. Voorts zal een plan tot verbetering van de afwatering langs het Afwateringskanaal van Coevorden naar de Vecht binnenkort tot uitvoering komen. Voorlopig blijft daarbij, als instromingspunt in de Vecht, Ane gehandhaafd. De mogelijkheid bestaat echter, dat dit punt later zal worden verplaatst naar een punt verder benedenstrooms.

De afwatering van het Peizer- en Eelderdiep in het gebied rond Hoogkerk wordt in belangrijke mate bepaald door de waterstanden in het Waterschap Electra. Deze standen zullen na de afsluiting van de Lauwerszee dalen. Een knelpunt blijft dan nog het in Gronings gebied gelegen Koningsdiep, waarvoor een plan tot verruiming wordt opgemaakt.

Een ander knelpunt wordt gevormd door de Drentsche A en het Noord-Willemskanaal bij Haren [Gr.]. Tot verbetering van deze situatie is reeds enig werk uitgevoerd.

Tenslotte zal in het Groningse gebied te zijner tijd de afwatering van het Zuidlaardermeer naar het Winschoterdiep moeten worden verbeterd. Een plan tot verruiming van het Drentsche Diep [de Groeve] dient daarvoor te worden opgemaakt, zodanig dat het aansluit op de waterafvoermogelijkheden van het Eemskanaal die thans in studie zijn.

Bij de afwatering van de hoge gronden in Friesland zijn twee gebieden te onderscheiden. Dit zijn het zuidoostelijke deel van de provincie en Gaasterland. Het laatste gebied ontwatert naar alle richtingen. Grote moeilijkheden doen zich daarbij niet voor. Waar nodig wordt hier de waterhuishouding, tegelijk met de in uitvoering zijnde ruilverkaveling, verbeterd.

In het zuidoostelijke gebied is de situatie moeilijker. De afwatering geschiedt hier via natuurlijke stroompjes, die meestal gekanaliseerd zijn en via de in dit gebied voorkomende veenvaarten. De afvoer wordt in tijden van wateroverlast dikwijls belemmerd door te hoge standen op de boezempanden beneden de benedenste sluis of stuw. Hierdoor treden ook boven de sluizen inundaties op. Om hierin verbetering te brengen is en wordt de uitwateringscapaciteit van Frieslands boezem uitgebreid. Tevens werden, c.q. worden de afvoerleidingen in dit gebied verruimd. De verbeteringsplannen zijn gebaseerd op de huidige inzichten in het afvoergebeuren en op de daaruit voortvloeiende afvoernormen. Het knelpunt in de afwatering van dit gebied wordt gevonden bij de afwatering van het centrale deel die geschiedt langs de Opsterlandsche Compagnonsvaart, de Schoterlandsche Compagnonsvaart en het Tjongerkanaal. Om hierin verbetering te brengen, is op het ogenblik het probleem van de afvoer uit de afwateringsgebieden van het Tjongerkanaal en de Opsterlandsche Compagnonsvaart in studie. Verwacht wordt dat het verbeteringsplan voor deze gebieden in hoofdlijnen binnen afzienbare tijd gereed zal komen. Wat de Schoterlandsche Compagnonsvaart betreft,

deze werd in 1966, in plaats van door Heerenveen, omgeleid langs de Prinsenvijk naar het boezempand van de Tjonger nabij Mildam. Voor dit zogenaamde Prinsenvijkplan zijn de Tjonger beneden Mildam en de Vierhuistervaart tot het Tjeukemeer aanzienlijk verruimd.

---

### 3.2

### OVERUSSEL, GELDERLAND EN OOST-UTRECHT

Ook in dit gebied trad en treedt in natte tijden plaatselijk nog steeds wateroverlast op. Bekend zijn o.a. de overstromingen in de stroomgebieden van de Vecht, het Ommerkanaal, de Dinkel, de Sallandsche Weteringen, de Regge, de Berkel, de Barneveldsche Beek en de Luntersche Beek. Om hierin verandering te brengen, zijn in de laatste jaren vele verbeteringsplannen opgesteld, waarvan verschillende reeds geheel of gedeeltelijk zijn uitgevoerd.

Zo werd de Vecht van de grens af tot aan Mariëberg bedijkt. In hoeverre benedenstrooms van Mariëberg nog bedijking nodig is, wordt thans onderzocht. Met de verruiming van de traversen door Hardenberg en Ommen is inmiddels een begin gemaakt.

Om de afwatering van het stroomgebied van het Ommerkanaal te verbeteren, waarvan de hoofdafvoerwegen zijn: de Lutterhoofdwijk, de Dedemsvaart boven sluis 5 en het Ommerkanaal, is dit laatste kanaal verruimd en zal oostelijk van Dedemsvaart een nieuw afwateringskanaal worden gegraven.

Om de wateroverlast in het stroomgebied van de Dinkel op te heffen is o.a. benedenstrooms van De Lutte een omleidingskanaal gegraven. Hierdoor werd het mogelijk de rivier ter plaatse, uit landschappelijke en recreatieve overwegingen, ongerept te houden. Hoewel de wateroverlast benedenstrooms van het afleidingswerk nu tot het verleden behoort zullen nog aanvullende maatregelen moeten worden getroffen ter verbetering van de ontwatering van een beperkt gebied bovenstrooms van dit kunstwerk.

De problemen in het stroomgebied van de Regge zijn deels van geheel andere aard. Ten gevolge van de grote uitbreiding van het stedelijke gebied binnen de grenzen van het Waterschap – reeds wordt gesproken van de bandstad Twenthe – zal er steeds sneller en steeds meer water moeten worden afgevoerd. Wanneer hiervoor geen geëigende maatregelen worden genomen, zal dit aanleiding geven tot vergroting van de wateroverlast. Om aan de regelmatig optredende wateroverlast in de bebouwde kom van Hengelo een einde te maken, werd het bekenplan Hengelo opgesteld. Met dit plan is een gecombineerde oplossing gevonden voor de afvoer van de gemeente Enschede en die van de waterlopen ten oosten van Hengelo. Om te voorkomen dat de afmetingen van de waterlopen zouden

moeten worden afgestemd op de grote stedelijke afvoeren, wordt hierbij gebruik gemaakt van bergingsvijvers. Verwacht wordt dat eind 1968 het plan voor het grootste deel gerealiseerd zal zijn.

Evenals in het stroomgebied van de Dinkel bestaan in het stroomgebied van de Regge gebieden, die uit landschappelijke overwegingen ongerept moeten blijven, zoals het gebied rond Boekelo. Om hier wateroverlast te voorkomen, wordt een koppelleiding gegraven, de Usselerstroom, die het water van de beken ten zuiden van Enschede, alsmede het regenwater van zuid-Enschede naar het Twenthekanaal zal voeren. Tenslotte wordt, omdat de totaal via het Twenthekanaal af te voeren hoeveelheid water dicht het toegestane maximum is genaderd, naar andere lozingsmogelijkheden gezocht. Op het ogenblik zijn daarom plannen in studie om de lozingscapaciteit naar de Vecht te vergroten.

Ook in het stroomgebied van de Berkel worden grote werken uitgevoerd om tot een verbetering van de afwatering te komen. Zo werd bij Lochem een aflatwerk naar het Twenthekanaal gebouwd, terwijl de verruiming van de Berkel tussen Lochem en Haarlo gereed kwam. Omdat de traverse door Borculo niet verruimd kon worden werd een 3 km lange omleiding om Borculo gegraven. Op het ogenblik is het gedeelte van de Berkel tussen Haarlo en de grens in uitvoering. In dit gedeelte zal o.a. een reductiereservoir worden aangelegd.

In het stroomgebied van de Baaksche Beek wordt de rivier van die naam tussen Wichmond en Ruurlo niet verbeterd uit landschappelijke overwegingen. Om wateroverlast in dit gebied tegen te gaan wordt de Baaksche Beek bovenstrooms van Ruurlo afgeleid naar de Veengoot. Deze leiding wordt dan hoofdafwatering. In plaats van bij Vorden uit te monden in de Baaksche Beek zal de Veengoot worden verlegd en aansluiten op het Kanaal van Hackfort.

Al deze plannen zijn afgestemd op de huidige inzichten in het afvoergebeuren, alsmede op de daaruit voortvloeiende afvoernormen. In tegenstelling tot vroeger gehanteerde normen, die bijvoorbeeld van de hoogste voorgekomen afvoer uitgingen, worden de maatgevende afvoeren thans gekoppeld aan beschouwingen omtrent de frequentie. Afvoeren met geringe frequentie, die hoger zijn dan de op deze wijze vastgestelde maatgevende afvoeren, kunnen door geëigende maatregelen, zoals het inschakelen van reductiereservoirs, in de hand worden gehouden. Deze maatregel is o.a. toegepast bij de Berkel, de Regge en de Sallandsche Weteringen.

In tegenstelling tot eerder uitgevoerde verbeteringen, waarbij uitsluitend aandacht aan de beek werd geschonken, wordt thans, met inschakeling van de in dit gebied aanwezige kanalen, een nieuw afwateringsstelsel gecreëerd. Zoals hiervoor reeds bleek zijn o.a. de Berkel en de bovenloop van de Regge op het Twenthekanaal afgeleid, terwijl in het

stroomgebied van de Sallandsche Weteringen grote delen, ten oosten van de lijn Deventer-Lemelerveld, zullen worden gebracht op het Overijsselsch Kanaal Raalte-Deventer, respectievelijk op het Overijsselsch Kanaal Zwolle-Vroomshoop. De kanalen moeten ten behoeve van hun nieuwe functie, de afwatering, worden verruimd. Hiermede is inmiddels ook reeds een begin gemaakt.

Om tot een betere afwatering van de Gelderse Vallei te komen, worden op het ogenblik studies uitgevoerd. Deze studies hebben betrekking op de stroomgebieden van het Valleikanaal en de Eem. Verwacht mag worden, dat deze studies binnen niet al te lange tijd zullen resulteren in een concreet plan; na de uitvoering hiervan zal ook in dit gebied de wateroverlast, althans wat betreft die veroorzaakt door de hoofdafwatering, tot het verleden behoren. Tenslotte moet nog worden gewezen op de toestand in het stroomgebied van de Linge. Bijzondere technische problemen doen zich hierbij niet voor, doch een moeilijkheid vormt het gescheiden beheersysteem, dat men in dit gebied aantreft, waarbij de hoofdontwatering in beheer en onderhoud is bij het Waterschap van de Linge en de detailontwatering wordt verzorgd door de verschillende polderdistricten. Inmiddels is echter door de belanghebbenden een studiegroep ingesteld om een oplossing voor dit probleem te vinden.

---

### 3.3

### NOORD-BRABANT, NOORD- EN MIDDEN-LIMBURG

Ook in dit gebied traden in het verleden regelmatig belangrijke inundaties op. Bekend is o.a. de wateroverlast in de stroomgebieden van de Boven-Mark, de Mark en Dintel, de Aa of Weerij, de Dommel en de Aa. De verbetering van de stroomgebieden van de Boven-Mark en de Aa of Weerij waarvan de plannen reeds enige jaren gereed lagen, heeft moeten wachten op het grotendeels gereedkomen van de verbeteringswerken in het stroomgebied van de Mark en de Dintel. Intussen zijn de verbeteringswerkzaamheden in beide gebieden op gang gekomen en deels reeds voltooid.

Om de wateroverlast in het stroomgebied van de Aa op te heffen werden reeds in de dertiger jaren de hoofdleidingen verbeterd.

Thans worden verschillende zijleidingen, zoals de Groote Wetering, de Leigraaf en de Astensche Aa, onder handen genomen. Voor de waterafvoer uit het stroomgebied wordt een bescheiden gebruik gemaakt van de Zuid-Willemsvaart.

Ook in het stroomgebied van de Dommel zijn verbeteringswerken in uitvoering. Reeds verbeterd zijn de Essche Stroom, de Voorste Stroom en de Dommel benedenstrooms van Halder. In de loop van de volgende jaren zal de verbetering

van de afwatering van dit gebied worden voortgezet.

Van de verdere verbeteringsplannen kunnen nog worden genoemd, die voor de Zandley, de Donge en de Graafsche Raam. Het plan voor de Zandley is grotendeels uitgevoerd, dat voor het hoge deel van het stroomgebied van de Donge en dat voor de Graafsche Raam zullen binnen afzienbare tijd in uitvoering komen.

Aangenomen mag dus worden dat binnenkort een beperking van de wateroverlast in de provincie Noord-Brabant kan worden verkregen.

Ook in noord- en midden-Limburg komen nog gebieden voor waar regelmatig wateroverlast optreedt. De voornaamsten van deze gebieden zijn gelegen in het zuidoostelijke deel van het Waterschap Midden-Limburg, waarin o.a. de stroomgebieden voorkomen van de Leukerbeek, de Tungalroysche Beek, de Haelensche Beek, de Bevelandsche Beek, alsmede in de stroomgebieden van de Roer en de Vlootbeek. De verbetering van de afvoer in deze stroomgebieden is in voorbereiding dan wel in uitvoering.

In het gebied van noord-Limburg ten oosten van de Maas laat de afwatering tot nog toe te wensen over. Voor een groot deel van dit gebied, vallend onder de ruilverkaveling Bergen, is echter een waterbeheersingsplan opgesteld. Om tot een algehele verbetering van de waterhuishoudkundige toestand in dit gebied te geraken is thans bij Gedeputeerde Staten van Limburg een voorstel in behandeling om het gehele gebied, dat tot op heden buiten waterschapsverband is gelegen, in één waterschap onder te brengen. Verwacht mag worden, dat daarna de afwateringsproblemen met kracht zullen kunnen worden aangepakt.

---

#### 3.4

#### ZUID-LIMBURG

In zuid-Limburg komt wateroverlast hoofdzakelijk voor in het zuidelijke deel, o.a. in het stroomgebied van de Geul en in dat van de Jeker. De kwetsbare punten in dit gebied zijn de steden Maastricht en Valkenburg. De wateroverlast wordt voornamelijk veroorzaakt door de in genoemde rivieren aanwezige molens. De inundaties zijn echter meestal van korte duur en vinden in de diep ingesneden dalen slechts over een gering oppervlak plaats. Ze zijn intussen ontoelaatbaar voor de hiervoor genoemde woongebieden. In verband met de toeristische waarde van de beide beken zal de verbetering slechts plaatselijk mogen zijn. Om tot een oplossing te komen, worden, wanneer de gelegenheid zich voordoet, de molenrechten afgekocht. Hierdoor wordt het mogelijk de bediening van de molenstuwen beter in de hand te houden. Voorts worden aanvullende verbeteringsplannen opgesteld, waarbij o.a. wordt gedacht aan de inrichting van reductiereservoirs.



## 4 De watervoorziening

### 4.1 DRENTHÉ, ZUID-GRONINGEN, ZUIDOOST-FRIESLAND EN GAASTERLAND

Bij de verbetering van de afwatering wordt ook rekening gehouden met de landbouwkundige eisen ten aanzien van de watervoorziening. In de verbeteringsplannen zijn daarom voldoende landbouwstuwen opgenomen teneinde het water vast te kunnen houden. Naast het ophouden van water neemt ook de wateraanvoer een steeds belangrijker plaats in. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de wateraanvoersystemen, die reeds voor de peilbeheersing ten behoeve van de scheepvaart aanwezig zijn. Voor de provincie Drenthe wordt vanuit het IJsselmeer water via het Meppelerdiep, de Drentsche Hoofdvaart, de Beilervaart en het Linthorst-Homankanaal, naar de Verlengde Hoogeveensche Vaart gebracht, waarna via het Oranjekanaal het circuit wordt gesloten. In dit circuit bestaat op vele plaatsen gelegenheid om water te onttrekken. Op deze wijze kunnen nu bepaalde delen van de provincie van water worden voorzien. Daarbij is het uiteraard zaak dat dit water onderweg geen ernstige vervuiling ondergaat. Op dit punt laat de toestand evenwel nog veel te wensen over. In verband hiermede zijn er thans plannen in voorbereiding voor een gezamenlijke afvoer van het afvalwater van de grote organische vervuilers, o.a. aardappelmeeffabrieken, die voornamelijk in het oosten van het gebied zijn gelegen, via een persleiding naar de Eems. Ook de hoge gronden in Friesland en Groningen zijn, evenals die in Drenthe, voor hun watervoorziening aangewezen op het IJsselmeer. Hiertoe wordt via de

inlaatsluizen aan de Teroelsterkolk te Tacozijl en via de kokers van het J. L. Hooglandgemaal te Staveren water ingelaten op Frieslands boezem. Om de hoge gronden in Friesland van water te voorzien zal water vanuit de boezem moeten worden opgemalen. Reeds zijn hiertoe in de Waterschappen Lits en Lauwers, het Koningsdiep en voorts in de Opsterlandsche Compagnonsvaart [tot Oosterwolde] en het Tjongerkanaal opmalingsinstallaties aanwezig. Vooral de beide laatstgenoemde zullen moeten worden uitgebreid om de te verwachten waterbehoefte te kunnen dekken.

Groningen wordt van water voorzien via de Friese kanalen. Het water komt de provincie binnen door het Van Starckenborghkanaal. Vanuit dit kanaal wordt water opgepompt voor het op peil houden van de waterstand in de wateren van zuidelijk Westerkwartier. Een groot deel van het uit Friesland aangevoerde water wordt bij de stad Groningen doorgepompt in oostelijke richting, voornamelijk ten behoeve van de scheepvaart, doch ook voor industrie en tuinbouw, alsmede voor de doorspoeling tegen vervuiling. In verband met de grotere toekomstige behoefte aan goed water in droge perioden, mede ter compensatie van de hoeveelheden afvalwater die via de persleiding naar de Eems worden afgevoerd, dient te worden uitgezien naar een ruimere aanvoerweg, waarbij de gedachten uitgaan naar het A. G. Wildervanckkanaal.

Ook in dit gebied mag verwacht worden, dat in de toekomst de wateraanvoer, met name ten behoeve van de landbouw, zal toenemen.

Onder de huidige omstandigheden is de belangstelling voor kunstmatige watervoorziening nog niet groot.

De schade, die de landbouw van verdroging ondervindt, is namelijk niet van dien aard, dat deze het op grote schaal aanleggen van wateraanvoersystemen rechtvaardigt. Waar zulks echter zonder al te grote kosten mogelijk is, zullen deze werken zeker worden uitgevoerd.

Zo is o.a. in het Waterschap van de Berkel een infiltratieleiding gegraven van Warken naar Warnsveld. Ook bestaat op het ogenblik reeds de mogelijkheid om de lage delen van het Polderdistrict Brummen-Voorst van water uit de IJssel te voorzien. In de provincie Overijssel worden voorts verschillende gebieden van water voorzien vanuit de Twenthekanalen.

Het is echter op dit moment moeilijk te voorzien hoe de economische en technische omstandigheden voor de landbouw in 1980 of 2000 zullen zijn. Het zijn juist deze omstandigheden, die bepalen of men extra voorzieningen zal willen treffen, die nodig zijn om in een droge periode in de waterbehoefte van het gewas te voorzien door middel van berekening of infiltratie. Om deze redenen kan een prognose niet meer dan zeer globaal zijn. Voor de hoeveelheid water, die voor de landbouw omstreeks 2000 nodig kan zijn, zij verwezen naar bijlage 1.

Voor wat betreft de watervoorziening van de landbouw op de hoge gronden in Nederland doen zich in dit gebied de grootste problemen voor.

Er komt hier, voornamelijk op de zandgronden, een groot percentage aan verdrogende en droogtegevoelige gronden voor.

Voor deze hoge gronden is het in de eerste plaats de vraag of de watervoorziening van de gewassen door middel van berekening of infiltratie zal plaats hebben.

Voor infiltratie zijn niet alleen sloten en veelal ook drains nodig, maar ook zal een groot deel van deze gronden ten behoeve van de infiltratie geëgaliseerd dienen te worden. Wegens de hoge kosten van de genoemde maatregelen zal voor de hogere delen van deze gronden aan berekening de voorkeur moeten worden gegeven. Bovendien bleek, dat het voor de hooggelegen landbouwgronden voordeliger is om grondwater op te pompen dan om het benodigde water

via een speciale leiding aan te voeren. In verband met het hoge ijzergehalte van het grondwater, dat van invloed is op de kwaliteit van tuinbouwprodukten, kan het evenwel voor tuinbouwbedrijven op de hooggelegen gronden aantrekkelijker zijn om water met een leiding aan te voeren.

Bij grote grondwateronttrekking dreigt echter het gevaar van grondwaterstands dalingen in de zomer, die speciaal in de beekdalen en de relatief laag gelegen gronden aanleiding kunnen geven tot oogstdepressies. Daling van de zomergrondwaterstand in beekdalen en relatief laaggelegen gronden is overigens ook reeds te verwachten of reeds tot stand gekomen als gevolg van de verbetering van de afwatering en de ontwatering in de winter en als gevolg van de onttrekking van drinkwater. Om ten behoeve van de gewassen een redelijke zomergrondwaterstand te kunnen handhaven, is derhalve aanvoer van water noodzakelijk.

Als waterleverancier kan in de eerste plaats worden gedacht aan de Maas. Deze rivier voert evenwel in droge perioden te weinig water aan om alle behoeften te kunnen dekken. Daarenboven valt nog weinig te zeggen over de toekomstige ontwikkeling van de verdeling van de afvoer over het jaar en van de grootte van de Maasafvoeren aan onze landsgrens. Enerzijds zullen deze gedurende droge perioden worden bepaald door de ontwikkeling van de waterbehoefte in het Belgische deel en in mindere mate in het Franse deel van het stroomgebied, anderzijds door de eventuele maatregelen, die buiten onze landsgrenzen in het kader van de waterbeheersing zullen worden genomen. Maatregelen zoals bijvoorbeeld de aanleg van stuwmeren in de zijrivieren van de Maas, waardoor een verbetering in de verdeling van de afvoer over het jaar kan worden bereikt, of de afleiding van Maaswater naar de aanliggende stroomgebieden van de Seine, de Moezel of de Schelde, hetgeen tot vermindering van de afvoer kan leiden.

Als een mogelijkheid om op langere termijn, onafhankelijk van eventueel in het buitenland te nemen maatregelen, voldoende water voor de landbouw ter beschikking te krijgen, kan worden gedacht aan het oppompen van water uit de deltawateren langs de verschillende stuwen in de Maas of het oppompen van water uit deze wateren in het in het betrokken gebied gelegen kanalenstelsel. Deze technisch mogelijke oplossing zal echter ook rendabel moeten zijn.

Bij Panheel bevindt zich thans een proefopstelling voor het oppompen van water uit de Maas naar de hoge gronden van oost-Brabant en het aangrenzende Limburgse gebied. Het ligt in de bedoeling hier te geraken tot een definitieve voorziening, welke grotere hoeveelheden water naar de bewuste gebieden kan voeren, uiteraard voor zover de grootte van de afvoer van de Maas dit mogelijk maakt.

Voor het gebied van noord- en midden-Limburg ten oosten van de Maas is het in verband met de hoogteligging van deze gronden praktisch uitgesloten water van elders aan te voeren. Door opstuwung van de waterlopen kan met behulp van beregening vanuit deze leidingen enig soelaas worden verkregen.

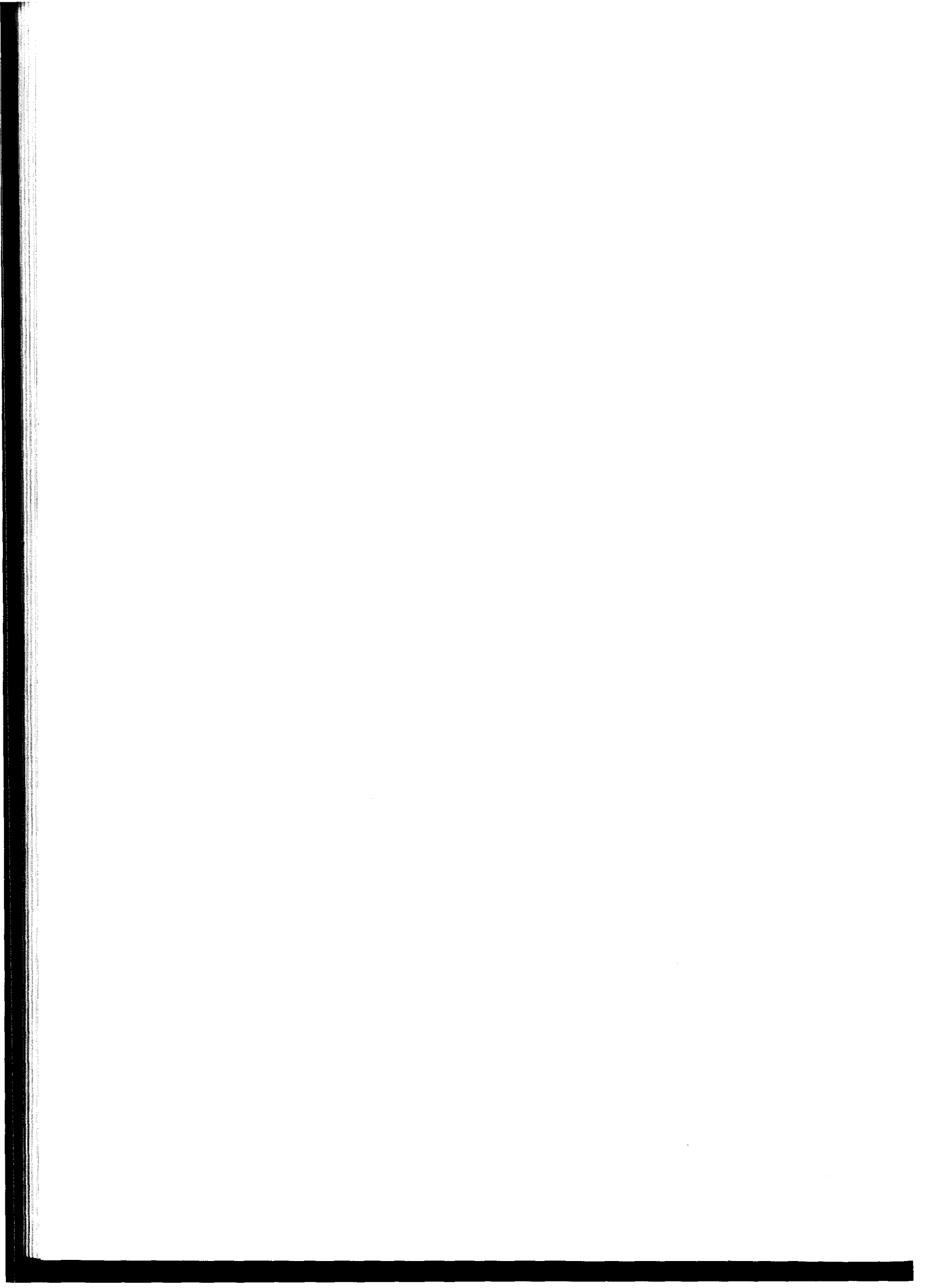
---

4.4

ZUID-LIMBURG

In dit gebied speelt in hoofdzaak de watervoorziening ten behoeve van bevolking en industrie een rol. Hiervoor zij verwezen naar bijlage 1 en 5. De watervoorziening ten behoeve van de landbouw is hieraan geheel ondergeschikt.

# De basisplannen voor de watervoorziening van bevolking en industrie



# 1 Inleiding

Door de groei van onze bevolking en de steeds toenemende industriële activiteiten stijgt de behoefte aan drink- en bedrijfswater snel. Het ter plaatse beschikbare water is veelal niet voldoende om hierin op den duur te voorzien. Daarom zullen in de toekomst in toenemende mate nieuwe bronnen moeten worden aangesproken, vooral van oppervlaktewater. Het onlangs verschenen rapport van de Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening getiteld 'De toekomstige drinkwatervoorziening van Nederland' geeft een eerste benadering van dit vraagstuk. Inmiddels heeft de Minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid aan het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening opdracht gegeven tot het opstellen van basisplannen voor de watervoorziening van bevolking en industrie tot het jaar 2000. Aan de voorbereiding hiervan wordt thans gewerkt. De grondslagen van deze plannen worden gevormd door:

- a behoeftenramingen voor bevolking en industrie gedifferentieerd naar economisch-geografische gebieden en
- b evaluatie van de bronnen.

In de basisplannen zullen voor de onderscheidene voorzieningsgebieden bronnen worden aangewezen en gereserveerd. Het is namelijk de bedoeling, dat door een wettelijke regeling de weg wordt geëffend voor het realiseren van werken passend in de basisplannen en dat ontwikkelingen die daarmee strijdig zijn, worden voorkomen. Bij de opstelling van de basisplannen wordt door nauw overleg met de Rijkswaterstaat verzekerd dat de beoogde onttrekkingen passen in het waterhuishoudkundig bestel van ons land.

## 2 Waterbehoeften

### 2.1 HUIDIGE TOESTAND

Het waterverbruik is voortdurend toegenomen, in het bijzonder na de tweede wereldoorlog. In 1947 bedroeg de gezamenlijke waterlevering door de waterleidingbedrijven nog geen 300 miljoen m<sup>3</sup>, in 1956 werd 400 miljoen m<sup>3</sup> overschreden, in 1966 werd reeds bijna 700 miljoen m<sup>3</sup> water geleverd. Behalve door de toeneming van het aantal waterverbruikers is de waterbehoefte eveneens gestegen door de toeneming van het waterverbruik per hoofd van de bevolking.

Met de toeneming van de bevolking ging toeneming van de werkgelegenheid gepaard. In dit opzicht is voor het waterverbruik in het bijzonder de uitbreiding van de industrie van belang. Een aanzienlijk aantal industrieën wint zelf het nodige water. Hoewel de hoeveelheid zelf gewonnen water niet nauwkeurig bekend is, kan zij aan de hand van de door het Centraal Bureau voor de Statistiek gehouden enquêtes

worden geschat. Deze enquêtes worden eenmaal per vijf jaar gehouden. Het laatst bekende cijfer is dat voor 1962.

De totale verbruiken in 1962 – exclusief koelwater – zijn samengevat in tabel 5.1.

### 2.2 TOEKOMST

Omtrent de ontwikkeling van het verbruik heeft de Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening in haar onlangs verschenen rapport 'De toekomstige drinkwatervoorziening van Nederland' de in tabel 5.2 vermelde ramingen opgesteld.

Bij deze raming is er van uitgegaan dat de bevolking van Nederland zal toenemen tot circa 14,4 miljoen zielen in 1980 en circa 19 miljoen zielen in 2000. Uitgaande van een bevolkingsverbruik van gemiddeld 91 liter per hoofd per dag

Tabel 5.1 Waterverbruik in 1962

Herkomst	Soort gebruik	Miljoen m <sup>3</sup>	Liters per hoofd per dag
Waterleidingbedrijven	Huishoudelijk	399	91
Waterleidingbedrijven	Industrieel	160	36,5
Eigen winning	Industrieel	630	144
		559	180,5
		790	

Tabel 5.2 Raming toekomstig waterverbruik

Jaar	Landsdeel	Waterverbruik in 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /jaar		
		Bevolking	Industrie	Totaal
1980	Noorden	60	210	270
	Oosten	115	410	525
	Westen	300	515	815
	Zuidwesten	15	15	30
	Zuiden	110	450	560
	Totaal	600	1600	2200
2000	Noorden	110	370	480
	Oosten	215	720	935
	Westen	450	750	1200
	Zuidwesten	25	30	55
	Zuiden	250	830	1080
	Totaal	1050	2700	3750

in 1962 werd het hoofdelijk verbruik in 1980 gesteld op gemiddeld 115 en in 2000 op gemiddeld 150 liter per hoofd per dag. Bij het schatten van het toekomstige industriële waterverbruik is er van uitgegaan, dat evenals in het verleden, er een verband tussen produktie en waterverbruik zal blijven bestaan. Naast de toeneming van de produktie zullen echter ook de hogere kosten van waterwinning en van de zuivering van afvalwater bij het industriële waterverbruik een rol gaan spelen. Deze kostenstijgingen zullen er waarschijnlijk toe leiden, dat de industrie meer dan tot dusver er toe zal overgaan hetzelfde water meermalen te gebruiken, b.v. door procesverbetering en het regenereren van reeds gebruikt water.

De jongste bevolkingsprognose van het Centraal Bureau voor de Statistiek komt uit op 17,9 miljoen zielen in het jaar 2000, dus lager dan het hiervoor geciteerde aantal van 19 miljoen. Daar staat tegenover dat de waterverbruiken per hoofd van de bevolking vermoedelijk hoger zullen zijn dan de Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening verwachtte. Voorshands is er nog geen aanleiding de cijfers voor de totale waterbehoefte van ons land te herzien. Bij de verwachte sterke industrialisatie in het zuidwesten bijvoorbeeld zullen de toekomstige waterbehoeften daar vele malen hoger liggen dan in de tabel. In het kader van de basisplannen zijn nieuwe en meer gedetailleerde ramingen in voorbereiding.

Slechts een deel van het waterverbruik zal verdwijnen door verdamping of rechtstreekse lozing op zee. Naar schatting zal in het jaar 2000 bijna de helft van het water na gebruik als gereinigd afvalwater weer aan de waterhuishouding

ter beschikking komen.

Aan de voor bevolking en industrie benodigde hoeveelheden water worden ook zekere kwaliteitseisen gesteld. Voor drinkwater gelden de kwaliteitseisen die bij of krachtens de Waterleidingwet worden gesteld. Daarnaast bestaan de kwalitatieve aanbevelingen van de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland [VEWIN] die verder gaan. Om aan de eisen c.q. de aanbevelingen voor drinkwater te kunnen voldoen moet het ruwe water van een zodanige samenstelling zijn dat de bereiding van drinkwater daaruit technisch mogelijk en economisch verantwoord is. Het chloride-iongehalte van het water neemt hierbij een belangrijke en bijzondere plaats in, omdat deze component door zuivering niet afbreekbaar is, tenzij tot ontzouting wordt overgegaan, hetgeen voor Nederlandse omstandigheden thans nog niet op economisch verantwoorde wijze mogelijk is.

De kwaliteitseisen voor industriewater zijn zeer gevarieerd al naar gelang de aard der industrieën. Door bepaalde industrieën worden strengere kwaliteitseisen gesteld dan die welke voor drinkwater gelden. Naast eisen ten aanzien van de maximale concentratie van bepaalde componenten bestaat veelal de eis van een zo constant mogelijke samenstelling.



## 3 Waterwinning

### 3.1 HUIDIGE TOESTAND

Ter dekking van de waterbehoeften van bevolking en industrie staan grondwater en oppervlaktewater ter beschikking. Grondwater verdient de voorkeur uit kwalitatieve en hygiënische overwegingen, maar helaas is dit niet overal in voldoende mate beschikbaar.

In het westen en het zuidwesten des lands waar de behoeften groot zijn en slechts weinig grondwater beschikbaar is, worden reeds aanzienlijke hoeveelheden oppervlaktewater gebruikt. In Zeeuwsch-Vlaanderen, waar de beschikbare hoeveelheid grondwater uiterst gering is en de industriële waterbehoefte groot, wordt reeds geruime tijd uit België afkomstig oppervlaktewater gebruikt, dat in spaarbekkens wordt opgeslagen. De watervoorziening van Rotterdam berust van oudsher op oppervlaktewater, gewonnen uit de Nieuwe Maas. Sinds kort is het bedrijf aan de Berenplaat in de Oude Maas in produktie en de plannen voor winning van Maaswater met opslag in spaarbekkens in de Biesbosch zullen waarschijnlijk over enkele jaren gerealiseerd zijn. Ook Dordrecht wint rivierwater. Sinds kort wordt te Andijk drinkwater bereid uit IJsselmeerwater. Sedert vele jaren wordt door de waterleidingbedrijven van Den Haag en Amsterdam en het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland Rijnwater betrokken dat na kunstmatige infiltratie in de duinen als grondwater wordt teruggewonnen.

### 3.2 TOEKOMST

De toekomstige waterwinning wordt thans bestudeerd in het kader van de basisplannen.

De hoeveelheid grondwater die jaarlijks gewonnen kan worden zonder andere belangen als landbouw, natuurbescherming en recreatie ernstig te schaden, werd door de Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening geraamd op circa 1500 miljoen m<sup>3</sup> jaarlijks. De verdeling van deze hoeveelheid over de landsdelen wordt gegeven in tabel 5.3.

Inmiddels zijn en worden door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening studies verricht om deze hoeveelheid nader geografisch te differentiëren. Hoewel voor een juiste raming tot in onderdelen van de provincies nog veel daadwerkelijk onderzoek verricht zal moeten worden, bestaan er thans geen redenen om het totaal van 1500 miljoen m<sup>3</sup> per jaar te wijzigen.

Tabel 5.3 Beschikbaar grondwater

Landsdeel	in 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /jaar
Noorden	400
Oosten	600
Westen	200
Zuidwesten	5
Zuiden	300
Totaal	ca. 1500

In de toekomst zal in toenemende mate oppervlaktewater gewonnen moeten worden. Als bronnen komen in de eerste plaats in aanmerking de Rijn met zijn vertakkingen, met inbegrip van het IJsselmeer, en de Maas. Daarnaast kunnen enkele kleinere stromen worden benut voor regionale watervoorziening van gebieden die ver van de grote rivieren zijn gelegen. Met de noodzakelijke opslag ter overbrugging van de zomerperiode kan tevens het belang van de afwatering in het natte jaargetijde worden gediend. Het overtollige water van poldergebieden kan, waar dit van geschikte kwaliteit is, via opslag in spaarbekkens eveneens een bijdrage tot de drink- en industriewatervoorziening leveren. Uiteraard gaat het in de beide laatste gevallen slechts om beperkte hoeveelheden, die relatief duur zullen zijn. Grotere oplossingen gebaseerd op de grote rivieren kunnen per eenheid van jaarproduktie voordeliger gerealiseerd worden, maar vereisen veelal transport over langere afstanden.

Hoewel de basisplannen thans nog in studie zijn en het beeld dus nog verre van volledig is, zal in het hiernavolgende een overzicht worden gegeven van enige mogelijke oplossingen.

Afgezien van enkele kleinere bronnen van regionale betekenis is de Rijn met zijn vertakkingen de aangewezen bron voor de watervoorziening van het noorden, het oosten en het westen van ons land. De kwaliteit van het Rijnwater is evenwel van dien aard dat continue onttrekking niet wel mogelijk is. Ter overbrugging van de perioden van geringe afvoer en derhalve slechte kwaliteit is voorraadvorming noodzakelijk. De in betere tijden aangelegde voorraden kunnen aangesproken worden in tijden van slechte kwaliteit van het rivierwater, maar ook door menging van rivierwater met dat uit de aangelegde voorraad kan een aanvaardbaar produkt worden verkregen. Tenslotte treedt ook door de zelfreinigende werking tijdens de opslag kwaliteitsverbetering van het water op.

De voorraden kunnen worden gevormd in open reservoirs of in de bodem. Bij voorraadvorming in open reservoirs gaan de gedachten onmiddellijk uit naar het IJsselmeer. Door de grote inhoud daarvan treedt een belangrijke afvlakking van de kwaliteitsfluctuaties van het Rijnwater op. De zelfreinigende werking is ook uitermate groot. Daar tegenover staat dat de onvermijdelijke eigen zoutbelasting van het IJsselmeer een extra bijdrage tot het chloride-iongehalte levert. Deze verhoging kan vooral in de nabijheid van de gemalen van de IJsselmeerpolders tijdelijk groot zijn. Door een gedeelte van het meer af te zonderen kan 's winters tijdens hoge IJsselafvoeren en/of grote neerslag op het meer en zijn omgeving een voorraad worden aangelegd. Behoudens in droge winters of bij bijzondere incidentele verontreiniging van het water in het IJsselmeer zal het in te nemen water van goede kwaliteit zijn. Door in het te vormen bekken 's zomers

peilverlaging toe te passen behoeft de watervoorziening van bevolking en industrie dan niet ten laste van de waterbalans van het IJsselmeer te komen.

Naarmate een groter aandeel van de watervoorziening in het noorden, het oosten en het westen van ons land uit het IJsselmeer gedekt moet worden, wordt ook het element van veiligstelling tegen vergiftiging van het water t.g.v. calamiteiten, zoals scheepsrampen, een steeds sterker argument voor de aanleg van één of enkele spaarbekkens in het IJsselmeer. Deze veiligheid is pas volledig, als de zekerheid bestaat dat, ook in geval dat zulk een calamiteit samenvalt met een periode van groot waterbezwaar, de inlaat niet voortgezet behoeft te worden terwille van een verlichting van het waterbezwaar. Dit punt zal nader onder het oog moeten worden gezien. De keuze van plaats en inrichting van één of meer spaarbekkens in het IJsselmeer moet nog worden bepaald. Deze is mede afhankelijk van de geografische bestemming van het water, die weer wordt bepaald door de waterbehoefte en de overige bronnen. Een ligging tegenover de noordoostelijke dijk van de Markerwaard heeft het voordeel dat de inlaat als het ware tegenover de IJssel gesitueerd kan worden.

Voor het oosten van ons land is een spaarbekken gelegen in het IJsselmeer ver verwijderd. De vraag zal onder het oog moeten worden gezien of voor de aanvulling op de regionale voorzieningen uit kleinere waterlopen een spaarbekken aan de IJssel zou kunnen dienen ofwel de winning van oevergrondwater langs de IJssel.

Voorraadvorming in de bodem wordt reeds op grote schaal toegepast in de duinen, waar de waterleidingbedrijven van Den Haag, Amsterdam en Noord-Holland rivierwater uit de Lek tot infiltratie brengen. Door de stroming van het water door de bodem treedt kwaliteitsverbetering en menging op. Bovendien kan, bij al te slechte kwaliteit van het rivierwater, tijdelijk op de voorraad worden ingeteerd. Deze voorraad omvat zowel het ondiepe als het diepe duinwater. Het is daarom noodzakelijk het beschikbare duinareaal zoveel mogelijk te benutten voor deze wijze van waterwinning. De produktiecapaciteit van het gehele duingebied is nog in studie; deze wordt in hoge mate bepaald door de kwaliteit van het beschikbare ruwe water i.c. het water van de Rijn.

Voorraadvorming in de Veluwe vormt thans een punt van studie. Door de diepe ligging van de grondwaterspiegel in de hogere delen van de Veluwe is een groot bergend vermogen aanwezig ter overbrugging van perioden, waarin geen rivierwater kan of mag worden onttrokken. Uiteraard is een zeer zorgvuldige exploitatie vereist teneinde schadelijke beïnvloeding van de randgebieden te voorkomen. De produktiecapaciteit van de met Rijnwater te infiltreren Veluwe hangt af van de nader te onderzoeken geohydrologische gesteldheid en van de duur van de te overbruggen perioden.

De Maas is de belangrijkste bron van oppervlaktewater voor het zuiden van ons land en een deel van het westen. De in de Biesbosch geprojecteerde spaarbekkens zijn zodanig ontworpen dat de produktiecapaciteit zo groot mogelijk is. Deze produktiecapaciteit is inmiddels becijferd op 500 miljoen m<sup>3</sup> per jaar, zodat hieruit tot in verre toekomst naast Rotterdam ook andere steden in het westen en delen van Noord-Brabant kunnen worden voorzien. Voor het oosten van Noord-Brabant en het noorden van Limburg kunnen wellicht de waterbehoeften worden gedekt door langs de Maasoever oevergrondwater te winnen. Voor zuid-Limburg met haar bevolkingsconcentratie en de komende omschakeling van mijnbouw naar industrie komt naast de winning van enig oevergrondwater een geconcentreerde winning van oppervlaktewater in aanmerking. Daar het Maasdebiet 's zomers uiterst gering is en de kwaliteit dienovereenkomstig slecht, is ook hier voorraadvorming vereist. De daarvoor vereiste oppervlakte is aanwezig in de vorm van één of meer grindgaten. Thans wordt bestudeerd welke produktiecapaciteit hier gerealiseerd kan worden. Deze is afhankelijk van het regime van de Maas en van de wijze van inrichting, exploitatie en bestemming van het grindgat. De inrichting en exploitatie zullen ten nauwste samenhangen met de geohydrologische gesteldheid ter plaatse.

Bij de bestudering van het regime van de Maas wordt zo goed mogelijk rekening gehouden met de Belgische plannen. Indien, overeenkomstig de plannen, stuwmeren in het Belgische stroomgebied worden aangelegd, zal het gevolg daarvan zijn, dat de winterafvoeren van de Maas in Nederland in de toekomst geringer zullen zijn dan thans. Het in de stuwmeren achter te houden water zal 's zomers via het Albertkanaal worden afgeleid tot buiten het stroomgebied van de Maas. Het behoeft geen betoog, dat de bepaling van de capaciteit en van de wijze van exploitatie van in Nederland aan de Maas te bouwen spaarbekkens ten nauwste samenhangt met de ontwikkelingen bovenstrooms.

Voor het zuidwesten van ons land mag niet gerekend worden op directe onttrekking aan het Zeeuwse Meer. Dit meer wordt gevoed met water van de Rijn en de Maas. Als gevolg van de eigen zoutbelasting van het meer zullen de chloride-iongehalten van het water zodanig hoog oplopen dat het niet in aanmerking komt voor de bereiding van drink- en bedrijfswater. Door het aanleggen van voorraden in het noordelijke deel van het Zeeuwse Meer gedurende de winterperiode, waarin doorspoeling met rivierwater van goede kwaliteit mogelijk is, kan ook hier een oplossing worden gevonden. Reeds is een gedeelte van het Grevelingenbekken hiertoe gereserveerd. Hier kan een produktiecapaciteit van circa 100 miljoen m<sup>3</sup> per jaar worden gerealiseerd. De mogelijkheid om, al of niet in combinatie met de aanleg van het Schelde-Rijnkanaal, nog een spaarbekken voor het zuidwesten te bouwen, wordt nader bestudeerd.

Spaarbekkens die via het Zeeuwse Meer gevoed moeten worden, kunnen pas in produktie komen na initiële ontzilting van het Zeeuwse Meer, dat is enkele jaren na de afsluiting van de Oosterschelde in 1978. Voordien moeten de tekorten in het zuidwesten op andere wijze worden aangevuld, hetzij door wateraanvoer uit de Biesbosch, hetzij door winning en opslag van oppervlaktewater in westelijk Noord-Brabant. Reeds eerder werd aangestipt dat behalve de beide grote bronnen de Rijn en de Maas met het IJsselmeer en de deltawateren ook kleinere stromen of beken of overtollig water uit poldergebieden van betekenis kunnen zijn voor de regionale watervoorziening. De benutting van dit water is slechts mogelijk met inschakeling van spaarbekkens. De hiervoor genoemde winning en opslag van oppervlaktewater in westelijk Noord-Brabant is er een voorbeeld van. Een dergelijke oplossing wordt ook bestudeerd in het stroomgebied van de Regge. Daarmee kan zowel de afwatering als de watervoorziening van Twenthe gediend worden.

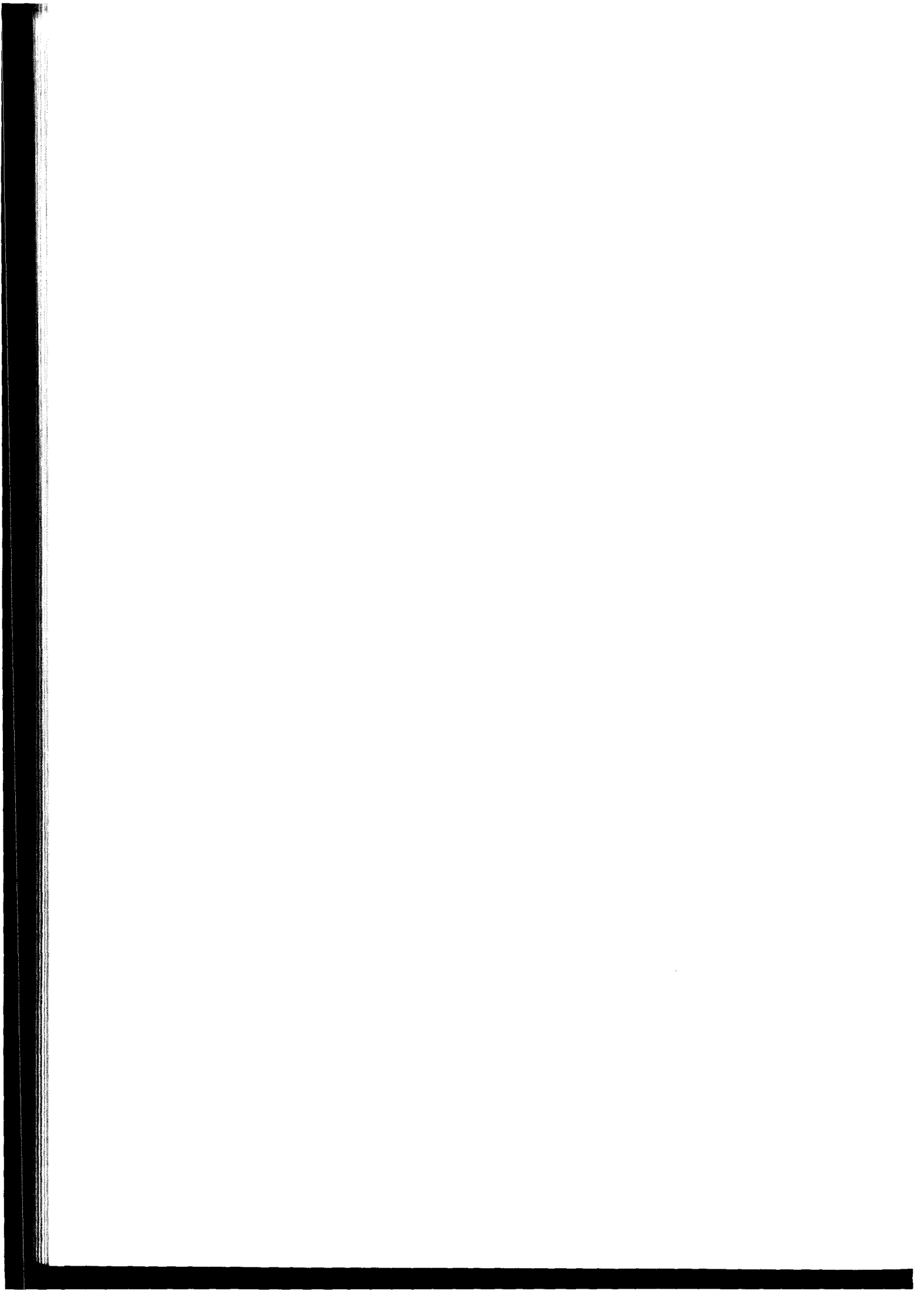
Naast de conventionele bronnen voor de waterwinning valt ook te denken aan de mogelijkheid van ontzouting. Er zijn drie methoden die met name de aandacht verdienen t.w. flashverdamping, elektrolyse en omgekeerde osmose. De toepassingsmogelijkheden van elk van deze methoden, met inbegrip van de vereiste mate van vóór- en nabehandeling van het water, wordt thans onderzocht voor ruw water dat hiervoor in Nederland in aanmerking komt. De methode van de omgekeerde osmose verkeert nog slechts in de fase van laboratoriumonderzoek.

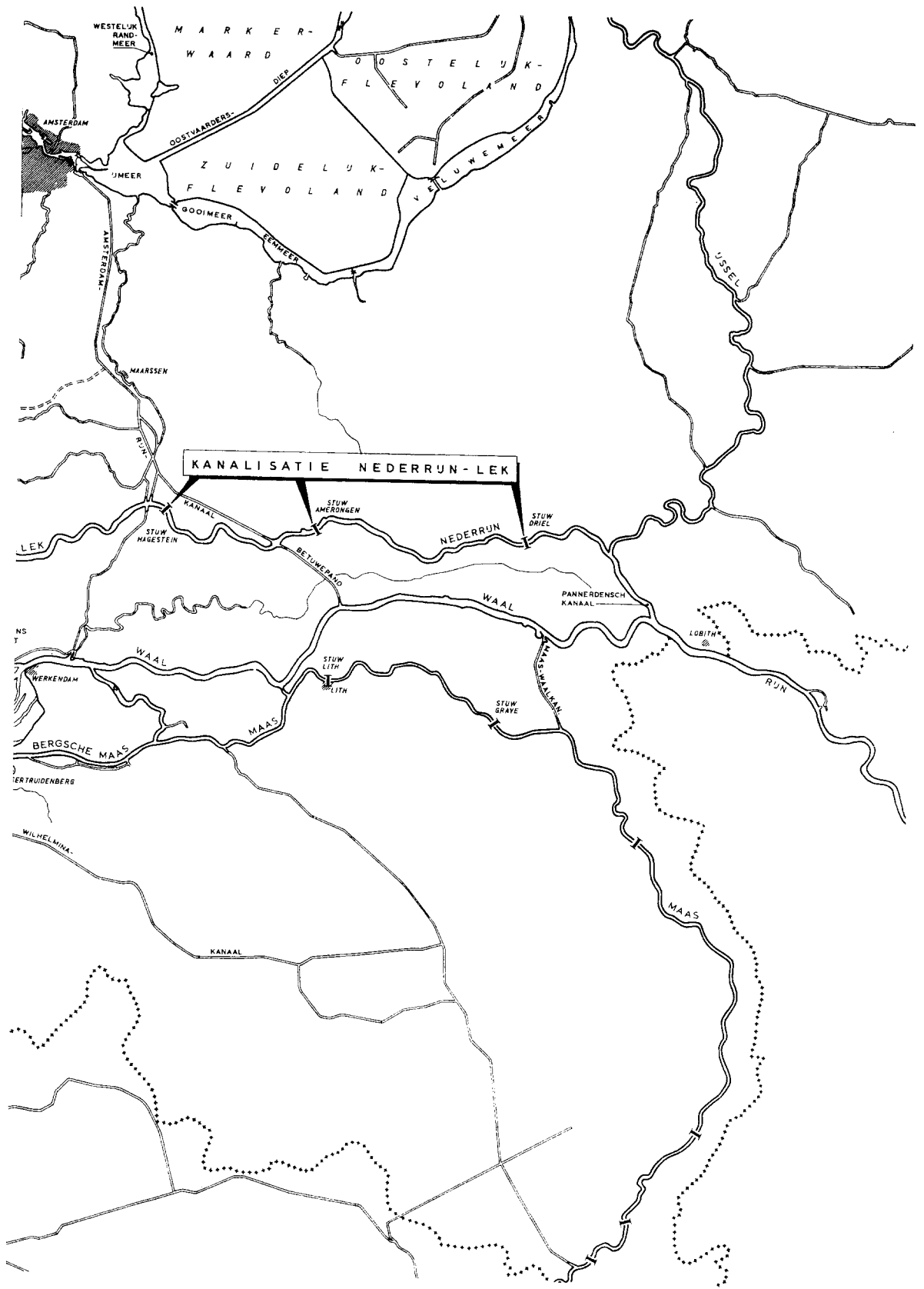
Inmiddels is een flashverdampingsinstallatie in aanbouw bij Terneuzen. De bereiding van zoet water ten behoeve van de industrie is hier gekoppeld aan de opwekking van elektrische energie. Ten behoeve van de waterlevering aan enkele industrieën op het eiland Rozenburg, die hoge eisen stellen aan de waterkwaliteit, zal eveneens een flashverdampingsinstallatie worden gebouwd. De jaarproduktie van beide installaties zal slechts gering zijn in verhouding tot het totaal van de benodigde aanvulling. Voor de Waddeneilanden komt ontzouting wellicht spoedig in aanmerking.

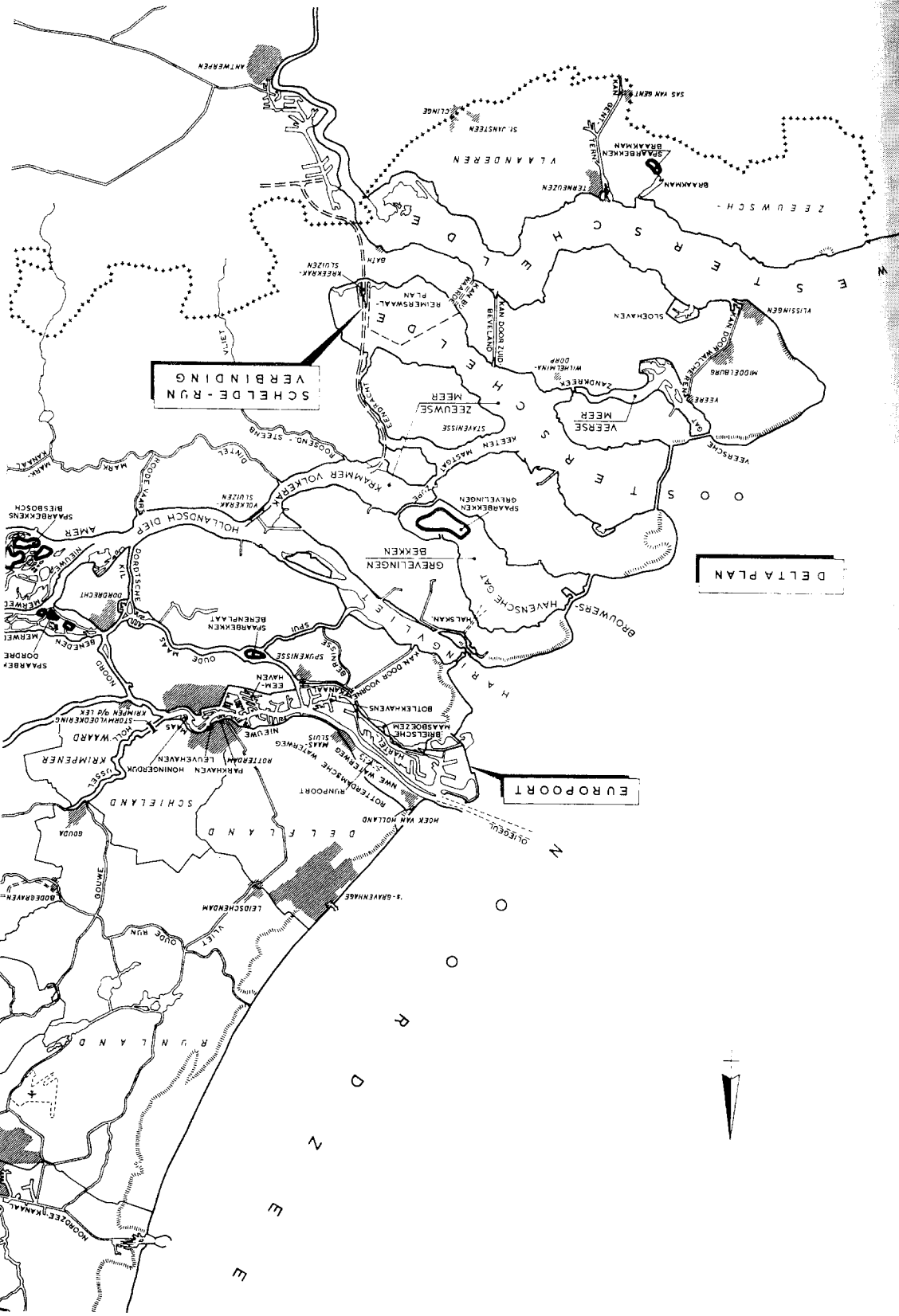
Naar de huidige stand der ontzoutingstechniek kan in de basisplannen geen grote rol aan de ontzouting worden toebedeeld ter dekking van de waterbehoeften. Indien in de komende jaren één der ontzoutingstechnieken tot een economisch aanvaardbare oplossing voor ontzouting van grote hoeveelheden water zou kunnen worden ontwikkeld, dan zouden daarmee nieuwe bronnen zijn geïntroduceerd voor het westen en noorden van ons land. Het water van de dan bestaande conventionele waterwinningen ten behoeve van het zuidwesten, het westen en het noorden van ons land kan dan geheel of gedeeltelijk beschikbaar komen voor dekking van waterbehoeften meer landinwaarts.

## 4 Besluit

Hoewel de voorbereiding van de basisplannen voor de watervoorziening van bevolking en industrie nog in volle gang is, kan thans reeds gesteld worden dat op grote schaal tot het gebruik van oppervlaktewater en daarmee samenhangend tot voorraadvorming zal moeten worden overgegaan. De grootte en de lokatie van deze voorraden worden thans bestudeerd. De aanleg van de daarvoor nodige werken zal zeker grote investeringen vergen. De omvang van de nodige werken is in hoge mate afhankelijk van de kwaliteit van het beschikbare rivierwater. In het bijzonder geldt dit voor de Rijn. Dit beklemtoont de noodzaak van reinhouding van de rivieren, waarbij internationaal overleg niet kan worden gemist.







Overzichtskart

Fig. 2.1

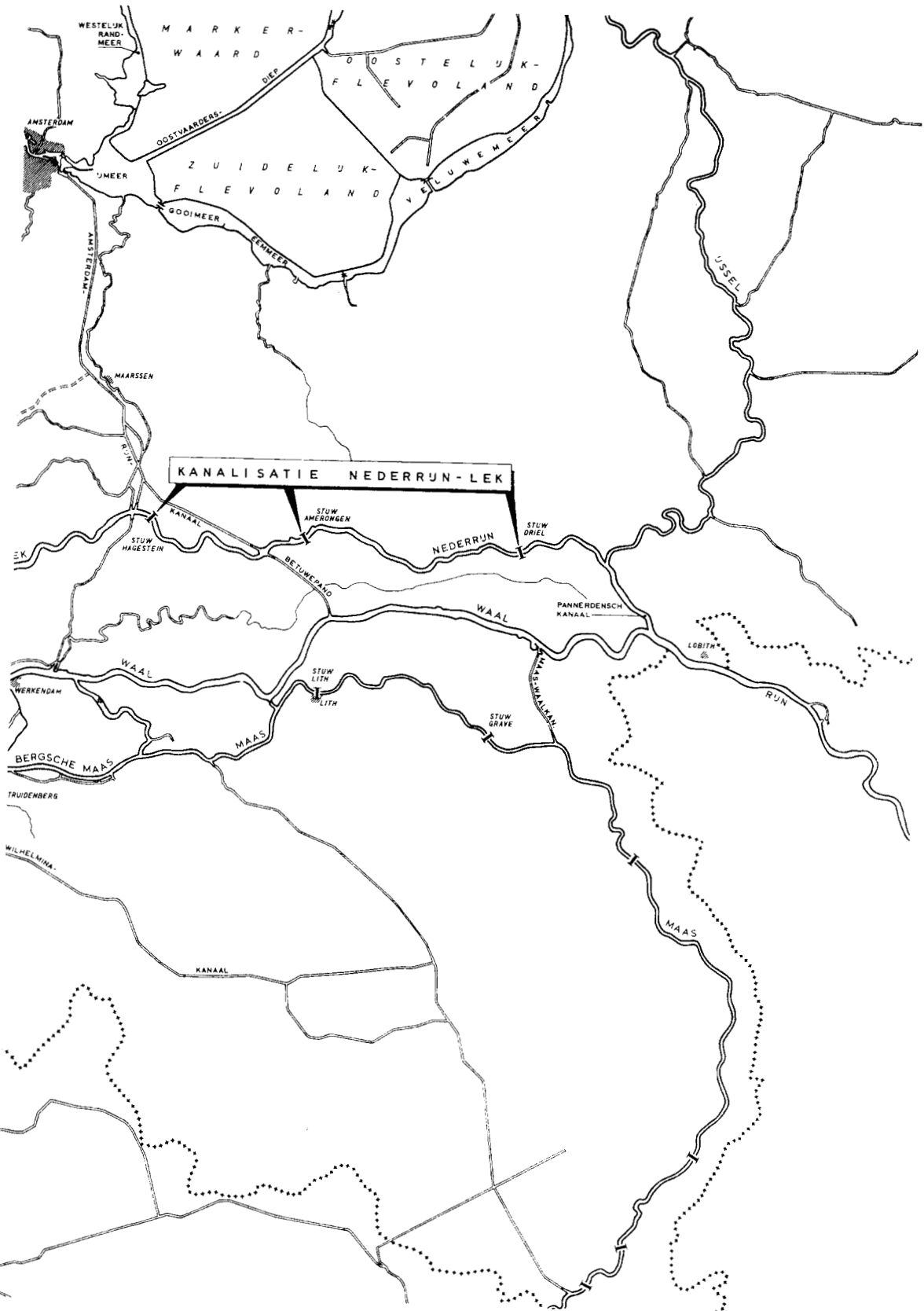
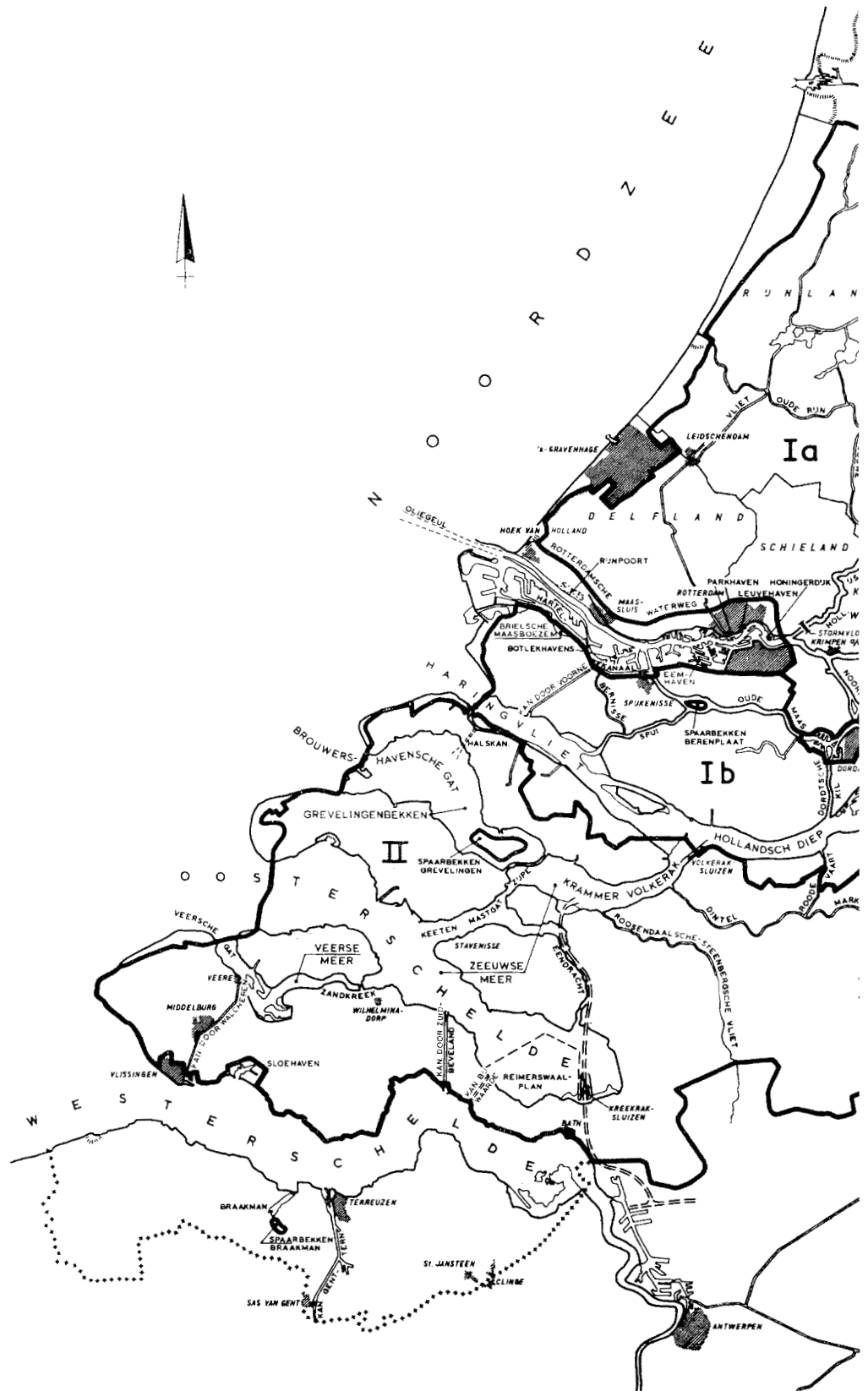




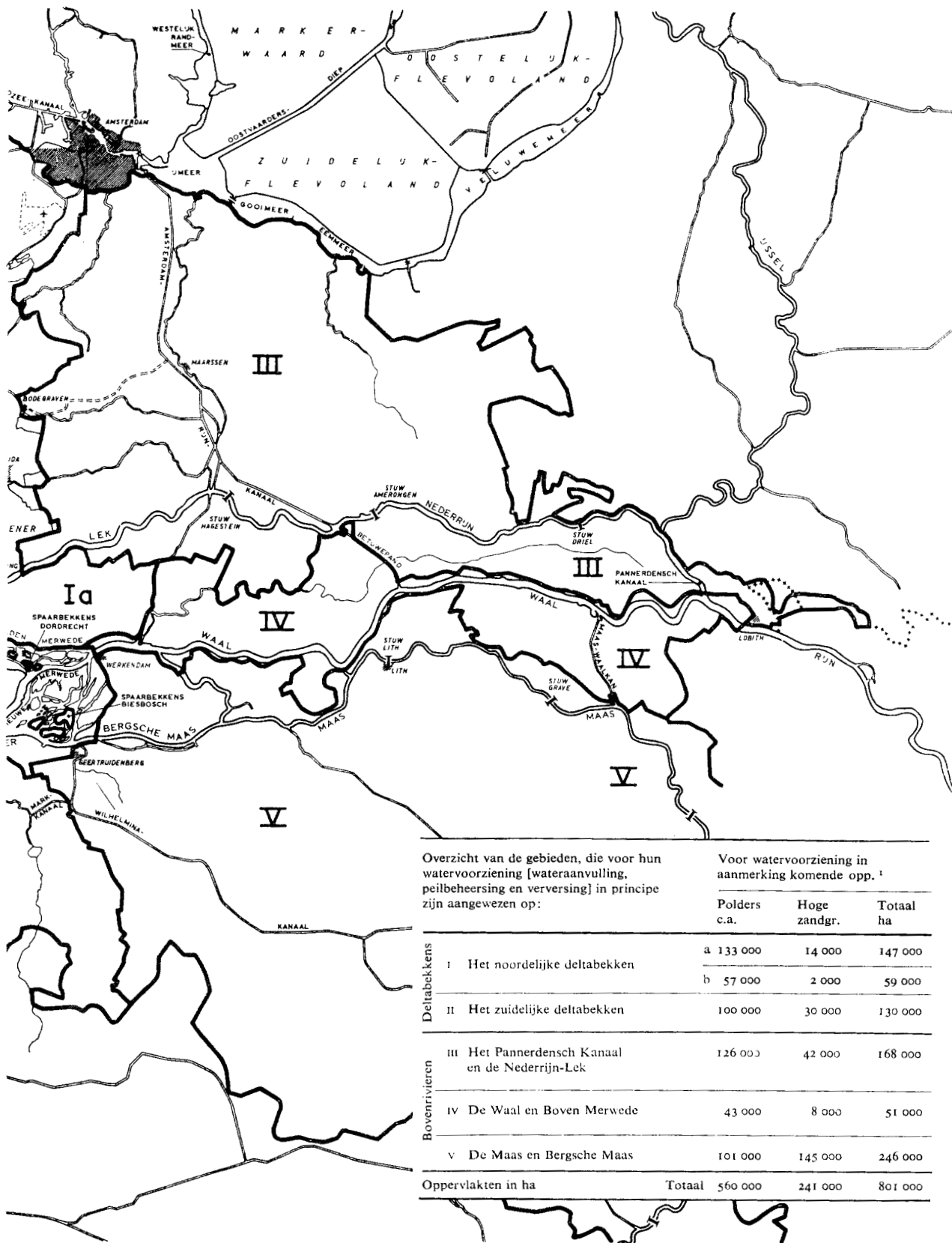
Fig 2.5 Indeling van de gebieden



Verklaring

I

Stuw



Overzicht van de gebieden, die voor hun watervoorziening [wateraanvulling, peilbeheersing en verversing] in principe zijn aangewezen op:

		Voor watervoorziening in aanmerking komende opp. <sup>1</sup>			
		Polders c.a.	Hoge zandgr.	Totaal ha	
Deltabekkens	I Het noordelijke deltabekken	a 133 000	14 000	147 000	
	b 57 000	2 000	59 000		
II	Het zuidelijke deltabekken	100 000	30 000	130 000	
Bovenrivieren	III Het Pannerdensch Kanaal en de Nederrijn-Lek	126 000	42 000	168 000	
	IV De Waal en Boven Merwede	43 000	8 000	51 000	
	V De Maas en Bergsche Maas	101 000	145 000	246 000	
Oppervlakten in ha		Totaal	560 000	241 000	801 000

voor de polders c.a. [oude en jonge klei-, veen- en rivierkleigebieden] is ervoor 70 tot 80% van de bruto grondoppervlakte aangehouden en voor de hoge zandgronden ca. 35% m.u.v. de Utrechtse Veluwe en het Gooi [tot ca. 39 000 ha] daarvoor 20% is aangehouden.

