Nederlandse organisatie
voor toegepast
natuurwetenschappelijk
onderzoek

SCMO

Studie- en Informatiecentrum
TNO voor Milieu-onderzoek

Postbus 186
2600 AD Delft
Schoemakerstraat 97
2628 VK Delft

Telex 38071 zptno nl
Telefoon 015 - 69 68 85

TNO-rapport

GEBIEDSVREEMD WATER IN NEDERLAND

juni 1989

Een verkenning van de problematiek van gebiedsvreemd water en de ruimtelijke oplossingsmogelijkheden.

SCMO-rapport R 89/42
CML-Mededelingen 52
Onderzoek uitgevoerd door SCMO/CML/RPD in opdracht van de RPD.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeksopdrachten TNO', dan wel de betreffende terzake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© TNO

Auteurs:
H. Duel (SCMO-TNO)
J.L. Fiselier (CML)
F. Klijn (CML)
C. Kwakernaak (RPD / SCMO-TNO)

Adressen:
Studiecentrum voor Milieuonderzoek (SCMO-TNO)
Postbus 186
2600 AD DELFT
015 - 696900

Centrum voor Milieukunde (CML)
Postbus 9518
2300 RA LEIDEN
071 - 277486

Rijksplanologische Dienst (RPD)
Postbus 90618
2509 LP DEN HAAG
070 - 264201

TNO

VOORWOORD

Met het verschijnen van het beleidsvoornemen van de Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening op 17 maart 1988 zijn op een aantal terreinen nieuwe accenten gezet in het ruimtelijk beleid. In de Vierde Nota krijgen bijvoorbeeld de onderwerpen ruimtelijke kwaliteit en de samenhang tussen ruimte, water en milieu meer aandacht dan ooit in de nationale ruimtelijke planning het geval is geweest.
Een concreet beleidsvoornemen waar beide onderwerpen in tot uiting komen is het voornemen om de toevoer van gebiedsvreemd water met vervuilende invloeden te beperken en om schoon, gebiedseigen water langer vast te houden.
Met de verlening van de opdracht voor deze studie door de Rijksplanologische Dienst aan het SCMO-TNO en het Centrum voor Milieukunde is een eerste stap gezet op de weg tot realisering van dit beleidsvoornemen. Met het verschijnen van dit rapport is de tweede stap gezet. In het onderzoek stond de vraag centraal wat de effecten zijn van de toevoer van gebiedsvreemd water in de verschillende delen van Nederland en welke maatregelen negatieve effecten kunnen voorkomen of beperken.
Het onderzoek is begeleid door een breed samengestelde begeleidingscommissie met vertegenwoordigers van zowel verschillende sectoren als verschillende bestuurslagen. Naar de mening van de begeleidingscommissie is met dit rapport aan de opdracht voldaan en is een genuanceerd overzicht gegeven van de problematiek omtrent de toevoer van gebiedsvreemd water in verschillende gebiedstypen.
Dit neemt niet weg dat bij een zo complex onderwerp als het onderhavige op een aantal onderdelen nog verder gestudeerd zal moeten worden. Vooral ten aanzien van de kwantitatieve uitwerking van effecten en ten aanzien van de bijdrage van regionale bronnen aan de vervuiling van het oppervlaktewater is nog aanvullende studie nodig.
Uit het rapport blijkt dat voor de ruimtelijke ordening een belangrijke taak is weggelegd. Het zal nog veel creativiteit vragen om dit in instrumentele zin goed uit te werken. Overigens is ook de vraag of aanvulling of aanpassing van instrumentarium in bredere zin nodig is nog niet uitgewerkt.
Ondanks de beperkingen biedt het rapport meer dan voldoende waardevolle suggesties om betrokken te worden bij de voorbereiding van plannen op regionaal niveau.

Het onderzoek is begeleid door een commissie bestaande uit de volgende personen:

Drs. A.F. van de Klundert (voorzitter)	RPD, later VROM/DGM
Drs. H. van der Hammen	Prov. Waterstaat N-Holland
Ir. B. Lammers	Landinrichtingsdienst
Drs. F. Helmich	Prov. N-Brabant, Dienst WMV
Drs. F.A.M. Claessen	DBW/RIZA
Ir. J.J. de Graeff	Unie van Waterschappen
Ir. J. Teeuw	RPD
Dr. C. Kwakernaak (tot 1.4.1989)	RPD (daarna SCMO-TNO)
Ing. J.W.A. van Veen (na 1.4.1989)	RPD

Drs. A.F. van de Klundert

DANKWOORD

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van veel informatie die werd verstrekt door vertegenwoordigers van een aantal beleids- en beheersdiensten en onderzoeksinstellingen. Naast de leden van de begeleidingscommissie, die in het voorwoord zijn genoemd, waren dat, in willekeurige volgorde, medewerkers van de volgende instellingen.

* Provinciale Planologische Dienst Groningen;
* Provinciale Waterstaatsdienst Groningen;
* Provinciale Planologische Dienst Zeeland;
* Provinciale Waterstaatsdienst Zeeland;
* Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard;
* Zuiveringsschap Hollandse Waarden en Eilanden;
* Waterschap Regge en Dinkel;
* Dienst Waterstaat, Milieu en Vervoer Provincie Noord-Brabant
* Dienst Ruimtelijke Ordening, Natuur en Landschap en Volkshuisvesting Provincie Noord-Brabant;
* Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant;
* Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.

De onderzoekers zijn de medewerkers van bovengenoemde instellingen (alsmede van instellingen die ten onrechte in deze reeks ontbreken) zeer erkentelijk voor de geleverde informatie en bijdragen aan de gedachtenontwikkeling.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD

DANKWOORD

SAMENVATTING

1. INLEIDING 4
1.1. Achtergrond 4
1.2. Ruimtelijke ordening en waterbeheer 5
1.3. Doelstellingen en onderzoeksvragen 6
1.4. Werkwijze 8
1.5. Opzet 8

2. AARD, OMVANG EN EFFEKTEN VAN DE AANVOER VAN GEBIEDSVREEMD WATER 10
2.1. Inleiding 10
2.2. De aanvoer van gebiedsvreemd water 10
2.2.1. Doel van wateraanvoer 10
2.2.2. Huidige aanvoer 10
2.2.3. Wateraanvoerplannen 11
2.3. De effekten van wateraanvoer op de waterkwaliteit 15
2.3.1. Inleiding 15
2.3.2. Veranderingen in het nutriëntengehalte en organische stofgehalte 16
2.3.3. Veranderingen in het chloridegehalte 18
2.3.4. Verandering in de ionensamenstelling 19
2.3.5. Verandering in de gehalten aan micro-verontreinigingen 20
2.3.6. Fysische veranderingen 21
2.4. De effekten van wateraanvoer op flora en fauna 21
2.4.1. Veranderingen in de trofiegraad 21
2.4.2. Veranderingen in chloridegehalte 21
2.4.3. Veranderingen in macro-ionensamenstelling 23
2.4.4. Veranderingen in het gehalte aan micro-verontreinigingen 23
2.4.5. Veranderingen in de fysische kenmerken 24
2.4.6. Lange termijn effekten 24
2.4.7. Kriteria voor beoordeling van effekten van verRijning op ecosystemen 25
2.5. Effekten van verRijning op maatschappelijke funkties 26
2.5.1. Inleiding 26
2.5.2. Wateraanvoer in relatie tot normen en richtlijnen voor funkties 26
2.6. Beoordelingskader ten aanzien van de waterkwaliteit 28
2.6.1. Gebiedsindeling naar ecosysteemkenmerken 28
2.6.2. De natuurlijke uitgangssituaties 28
2.6.3. De aktuele situatie 30

3. PROBLEEMANALYSE EN GENEREREN VAN OPLOSSINGEN 32
3.1. Inleiding 32
3.2. Methode voor gebiedsgerichte probleemanalyse en planbeoordeling 32
3.3. Het genereren van alternatieve oplossingen 33
3.3.1. Oplossingsprincipes 33
3.3.2. Voorkeursvolgorde van alternatieve oplossingen 35
3.4. Soorten instrumenten 35

3.5. Alternatieven voor wateraanvoer 38
3.5.1. Vermindering van de watervraag 38
3.5.2. Vergroting van het aanbod aan gebiedseigen water 39
3.5.3. Mitigerende maatregelen 40
3.5.4. Compenserende maatregelen 41

4. VOORBEELDGEBIEDEN: SAMENVATTING EN VERGELIJKING 42
4.1. Inleiding 42
4.2. De voorbeeldgebieden: argumentatie voor de keuze 42
4.3. Samenvatting voorbeeldgebieden 43
4.3.1. Noordoost-Groningen 44
4.3.2. Schouwen-Duiveland 45
4.3.3. De Krimpenerwaard 48
4.3.4. Twente 50
4.3.5. Oost-Brabant 52
4.4. Vergelijking 55
4.4.1. De gebiedseigenschappen en waterhuishoudkundige problemen 55
4.4.2. De aanvoerplannen 56
4.4.3. Gevolgen van aanvoer en beoordeling 57
4.4.4. Alternatieven 61
4.4.5. Ruimtelijke extrapolatie 64

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 68
5.1. Conclusies 68
5.2. Beleidsaanbevelingen 76
5.3. Onderzoeksaanbevelingen 79

LITERATUUR 81

BIJLAGE I : BASISKWALITEIT EN FUNKTIEGERICHTE WATERKWALITEITS-DOELSTELLINGEN 84

BIJLAGE II : REGIONALE WATERKWALITEIT VAN VERSCHILLENDE WATERTYPEN 92

BIJLAGE III : NOORDOOST-GRONINGEN 113

BIJLAGE IV : SCHOUWEN-DUIVELAND 128

BIJLAGE V : KRIMPENERWAARD 148

BIJLAGE VI : TWENTE 171

BIJLAGE VII : OOST-BRABANT 190

SAMENVATTING

In vervolg op de Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening (deel a: beleidsvoornemen) is onderzoek gedaan naar de ruimtelijke aspekten van de inlaat van gebiedsvreemd water in Nederland. De problematiek is in dit rapport aangeduid als de 'verRijning' van Nederland, waarbij wordt gezinspeeld op de sterk toegenomen verspreiding van Rijnwater over Nederland. Naast water uit de Rijn wordt in het zuidelijk deel van Nederland Maaswater ingelaten.
Aanvoer van gebiedsvreemd water dient vooral om een aantal problemen voor de landbouw op te lossen:
* verziltingsbestrijding in gebieden met brak grondwater;
* peilhandhaving in veenweidegebieden ter voorkoming van bodemdaling;
* aanvulling van het grond- en oppervlaktewater t.b.v. beregening en infiltratie in zandgebieden.

Wateraanvoer kan leiden tot een aantal verstoringen van de ecologische gesteldheid van oppervlaktewater, zoals:
* eutrofiëring
* verontreiniging met milieuvreemde stoffen
* verzoeting of verzilting
* nivellering van karakteristieke waterkwaliteiten
* verandering in de stroming (snelheid, richting).

Deze studie richt zich primair op het vinden van mogelijke oplossingen voor de problemen die ontstaan door wateraanvoer. Speciale aandacht wordt daarbij geschonken aan de mogelijkheden om door middel van het ruimtelijk ordeningsbeleid te komen tot een strukturele aanpak van de waterbehoefte en het watergebruik.
Een analyse van oplossingsmogelijkheden kan evenwel slechts zinvol worden uitgevoerd, wanneer eerst een analyse van de mogelijke effekten van gebiedsvreemd water is uitgevoerd. In deze studie is de analyse van de ecologische en, meer zijdelings, economische aspekten van gebiedsvreemd water uitgevoerd op basis van reeds beschikbare gegevens.

Het onderzoek naar de effekten van wateraanvoer en naar mogelijke alternatieven voor het gebruik van gebiedsvreemd water is uitgevoerd in een drietal gebiedstypen in Nederland. Dit is gedaan om een aantal redenen.
In de eerste plaats wordt de aard en de ernst van de effekten van gebiedsvreemd water primair bepaald door het verschil in samenstelling van het gebiedseigen en het gebiedsvreemde water. Omdat de samenstelling van het gebiedseigen water sterk wordt beïnvloed door de plaatselijke milieuomstandigheden is een onderscheid naar gebiedstypen zinvol.
De toepassing van gebiedsvreemd water is gekoppeld aan geologische eenheden. Bestrijding van verzilting, bodemdaling en verdroging is gelieerd aan respektievelijk zeeklei-, laagveen- en zandgebieden.

Op grond van deze overwegingen zijn in dit onderzoek enkele wateraanvoerplannen nader bestudeerd:
* Noord-Groningen en Schouwen-Duiveland (zeekleigebieden);
* de Krimpenerwaard (veenweidegebied);
* Twente en oostelijk Noord-Brabant (zandgebieden).

Per studiegebied is allereerst nagegaan of er sprake is van een ecologisch probleem ten gevolge van wateraanvoer, en zo ja, welke alternatieven voor wateraanvoer mogelijk zijn. Hiervoor is een stapsgewijs analyseschema gebruikt (FIGUUR 3.1 en 3.2), dat goed toepasbaar bleek in alle regiostudies.

Uitgangspunt bij de keuze van alternatieven voor aanvoer van gebiedsvreemd water was, dat voorkómen beter is dan genezen. Met een dergelijke aanpak worden vooral duurzame oplossingen gezocht, waarbij ook rekening wordt gehouden met de strategische aspekten van zowel wateraanvoer als alternatieven daarvoor. Een strategisch aspekt van wateraanvoer is onder meer, dat realisering van een wateraanvoerplan in veel gevallen zal leiden tot een niet herstelbare verandering van de ecologische eigenschappen van het oppervlaktewatersysteem in het aanvoergebied. Deze onomkeerbaarheid kan in ecologisch opzicht gelden (zoals bijvoorbeeld door inlaat van voedselrijk water in een oligotroof milieu) alsook in economisch opzicht (door de hoogte van gedane investeringen in stuwen en gemalen).
Eén alternatieve en meer duurzame oplossing voor wateraanvoer kan bestaan uit een betere inpassing van gebruiksfunkties in het landschap, waarbij meer ingespeeld wordt op de beschikbaarheid van water en de hydrologische processen, die zorgen voor verspreiding van stoffen. De aandacht richt zich hierbij primair op de mogelijkheden om de vraag naar en de behoefte aan water te verminderen. Deze mogelijkheden liggen op het terrein van de ruimtelijke ordening, zoals herschikking van gebiedsfunkties en zonering. Via herinrichting kan dit beleid verder vorm worden gegeven. Ook financieel-economische maatregelen in het kader van het milieu- en landbouwbeleid, zoals het stimuleren van een andere gewaskeuze of het ontmoedigen van beregening, kunnen toegepast worden om het gebruik te beperken.
Een tweede pakket van maatregelen kan worden ingezet, wanneer de waterbehoefte onvoldoende kan worden teruggebracht. Deze maatregelen hebben tot doel om het aanbod van het gebiedseigen water te vergroten dan wel beter te benutten. Daartoe wordt een aantal mogelijkheden geschetst om te komen tot retentie (conservering) van grond- en oppervlaktewater.
Wanneer wateraanvoer de enige of minst schadelijke oplossing blijkt te zijn voor de behoefte aan zoet water, kunnen ongewenste effekten worden beperkt door mitigerende maatregelen. Aan de orde komen onder andere de inzetbaarheid van helofytenfilters ter vermindering van de voedselrijkdom, de toepassing van slibvangbekkens om de verspreiding van toxische stoffen over het aanvoergebied te voorkomen, en de mogelijkheid van hydrologische isolatie om kwetsbare watersystemen te beschermen tegen de invloed van het gebiedsvreemde water.

De resultaten van de analyses in de vijf geselekteerde gebieden zijn geëxtrapoleerd naar andere delen van Nederland. Deze ruimtelijke extrapolatie is gebaseerd op overeenkomsten in gebiedseigenschappen. Hierbij is gebruik gemaakt van de indeling van Nederland in zogenaamde ecodistrikten.

Het rapport eindigt met een uitgebreide samenvatting van de conclusies uit dit onderzoek, die leiden tot een reeks aanbevelingen voor beleid en onderzoek. De conclusies worden hier in hoofdpunten samengevat. Voor de nadere onderbouwing en de reeks aanbevelingen wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van het rapport.

Conclusies.

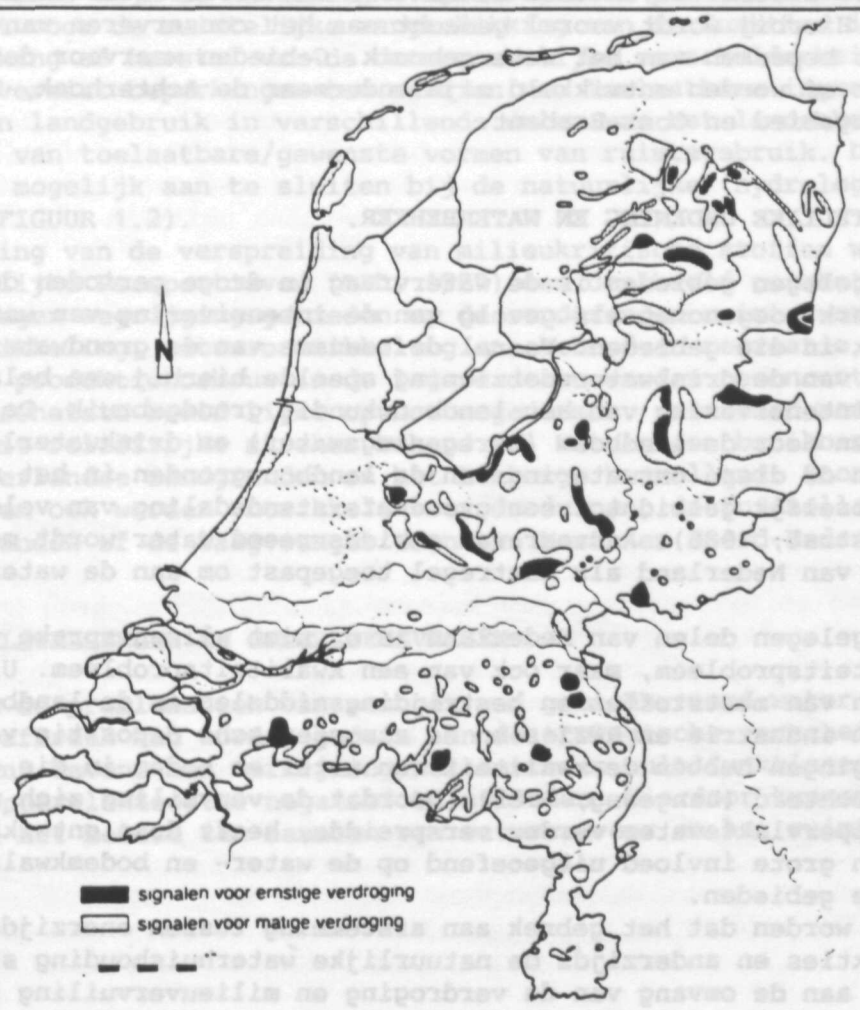
1. De gevolgen van wateraanvoer naar ecologische en economische voor- en nadelen zijn sterk afhankelijk van de uitgangssituatie.
2. Soms treden de belangrijkste effekten van wateraanvoer op buiten het aanvoergebied.
3. Door realisering van wateraanvoerplannen kunnen meer duurzame oplossingen worden gefrusteerd.

4. Door beperking van de waterbehoefte kan gebiedsvreemd water overbodig worden.
5. Door conservering kan in veel gevallen een beter gebruik van gebiedseigen water worden gemaakt.
6. Indien wateraanvoer noodzakelijk is, kunnen mitigerende maatregelen leiden tot beperking van ongewenste effekten.
7. Ruimtelijke zonering biedt perspektieven voor een duurzame oplossing.

1. INLEIDING.

1.1. ACHTERGROND.

Dit rapport handelt over de problematiek van gebiedsvreemd water in Nederland. Deze problematiek wordt in dit rapport aangeduid met het begrip 'verRijning'. In grote delen van het landelijk gebied vindt reeds aanvoer van gebiedsvreemd water plaats. Het gaat hierbij voornamelijk om water afkomstig uit de Rijn en door de Rijn gevoede bekkens. In Zuid-Nederland wordt Maaswater ingelaten.
De verRijning van Nederland vloeit voor een belangrijk deel voort uit wens om verdroging en in kustgebieden eveneens verzilting te bestrijden door de aanvoer van rivierwater. Verdroging wordt vooral door de landbouw reeds enkele jaren als milieuprobleem onderkend. De schade die de natuur in ons land door verdroging ondervindt is recent geïnventariseerd door Braat et al. (1987) en het projektteam Verdroging (1989). Ernstige verdroging treedt vooral op in de hoger gelegen gebieden, zoals de zandgronden, duinen, hoogvenen en het Limburgse heuvelland (FIGUUR 1.1).



FIGUUR 1.1. Signalen voor matige en ernstige verdroging in Nederland: afname van vochtgradiënten en verstoring van de natuurlijke waterhuishouding (uit: Langeweg, 1989).

In de PAWN-studie van Rijkswaterstaat (1985) wordt de aanvoer van gebiedsvreemd water als belangrijkste mitigerende maatregel tegen droogteschade voorgesteld. In navolging van dit rijkswaterstaatbeleid worden door verscheidene waterbeheerders plannen uitgewerkt voor de realisering of uitbreiding van gebiedsvreemd water.
Vanuit natuur- en milieuoogpunt is de aanvoer van gebiedsvreemd water niet altijd gewenst, zoals ondermeer blijkt uit een advies van de Natuurbeschermingsraad (1987). De aanvoer van gebiedsvreemd water kan een bedreiging vormen voor natuurwaarden die gebonden zijn aan specifieke watertypen. Vooral aquatische systemen kunnen nadelige gevolgen ondervinden van wateraanvoer. Door de aanvoer van rivierwater kan de specifieke ionensamenstelling van het gebiedseigen water wijzigingen ondergaan, waardoor levensgemeenschappen die gebonden zijn aan specifieke watertypen sterk achteruitgaan of zelfs verdwijnen. Ook de met het rivierwater aangevoerde micro-verontreinigingen vormen een bedreiging voor de aanwezige soorten van de aquatische systemen. Behalve de natuur kunnen ook andere funkties nadelen ondervinden van wateraanvoer, zoals waterwinning en recreatie.
Als gevolg van de nadelen die de natuur en andere watergebruiksfunkties van gebiedsvreemd water kunnen ondervinden worden voor verschillende regio's reeds diverse alternatieven voor de aanvoer van rivierwater bedacht en uitgewerkt. Hierbij wordt vooral gedacht aan het conserveren van gebiedseigen water en het beperken van het watergebruik. Gebieden waarvoor dergelijke plannen zijn of worden ontwikkeld zijn ondermeer de Achterhoek, Twente, het Vechtplassengebied en Oost-Brabant.

1.2. RUIMTELIJKE ORDENING EN WATERBEHEER.

In de hoog gelegen gebieden is de watervraag in droge perioden de laatste decennia sterk toegenomen als gevolg van de intensivering van water- en grondgebruik in die gebieden. Vooral de toename van de grondwateronttrekking ten behoeve van de drinkwatervoorziening speelde hierbij een belangrijke rol, alsmede de intensivering van het landbouwkundig grondgebruik. De grondwateronttrekkingen door de landbouw (beregeningswater) en drinkwaterleidingbedrijven en de diepe ontwatering van de landbouwgronden in het voorjaar hebben plaatselijk geleid tot een grondwaterstandsdaling van vele decimeters. (Rijkswaterstaat, 1985). Aanvoer van gebiedsvreemd water wordt momenteel in grote delen van Nederland als maatregel toegepast om aan de watervraag te voldoen.
In de hoog gelegen delen van Nederland is er niet alleen sprake van een waterkwantiteitsprobleem, maar ook van een kwaliteitsprobleem. Uit- en afspoelingen van meststoffen en bestrijdingsmiddelen in de landbouwgebieden, lozingen van industrie en RWZI's en de atmosferische depositie van verontreinigingen hebben de kwaliteit van water en bodem in die gebieden sterk verslechterd (Langeweg, 1989). Doordat de vervuiling zich via het grond- en oppervlaktewater verder verspreidde, heeft deze ontwikkeling eveneens een grote invloed uitgeoefend op de water- en bodemkwaliteit in aangrenzende gebieden.
Gesteld kan worden dat het gebrek aan afstemming tussen enerzijds ruimtegebruiksfunkties en anderzijds de natuurlijke waterhuishouding sterk heeft bijgedragen aan de omvang van de verdroging en milieuvervuiling in Nederland. In dit kader bestaat de voorkeur voor het achterwege laten van aanvoer van gebiedsvreemd water naar de hoog gelegen gebieden.
In de 4^{e} Nota over de Ruimtelijke Ordening (VROM, 1988) vormt het duurzaam gebruik van grond- en oppervlaktewater voor meerdere funkties een belangrijk uitgangspunt voor het ruimtelijke beleid in de komende decennia. In het kader

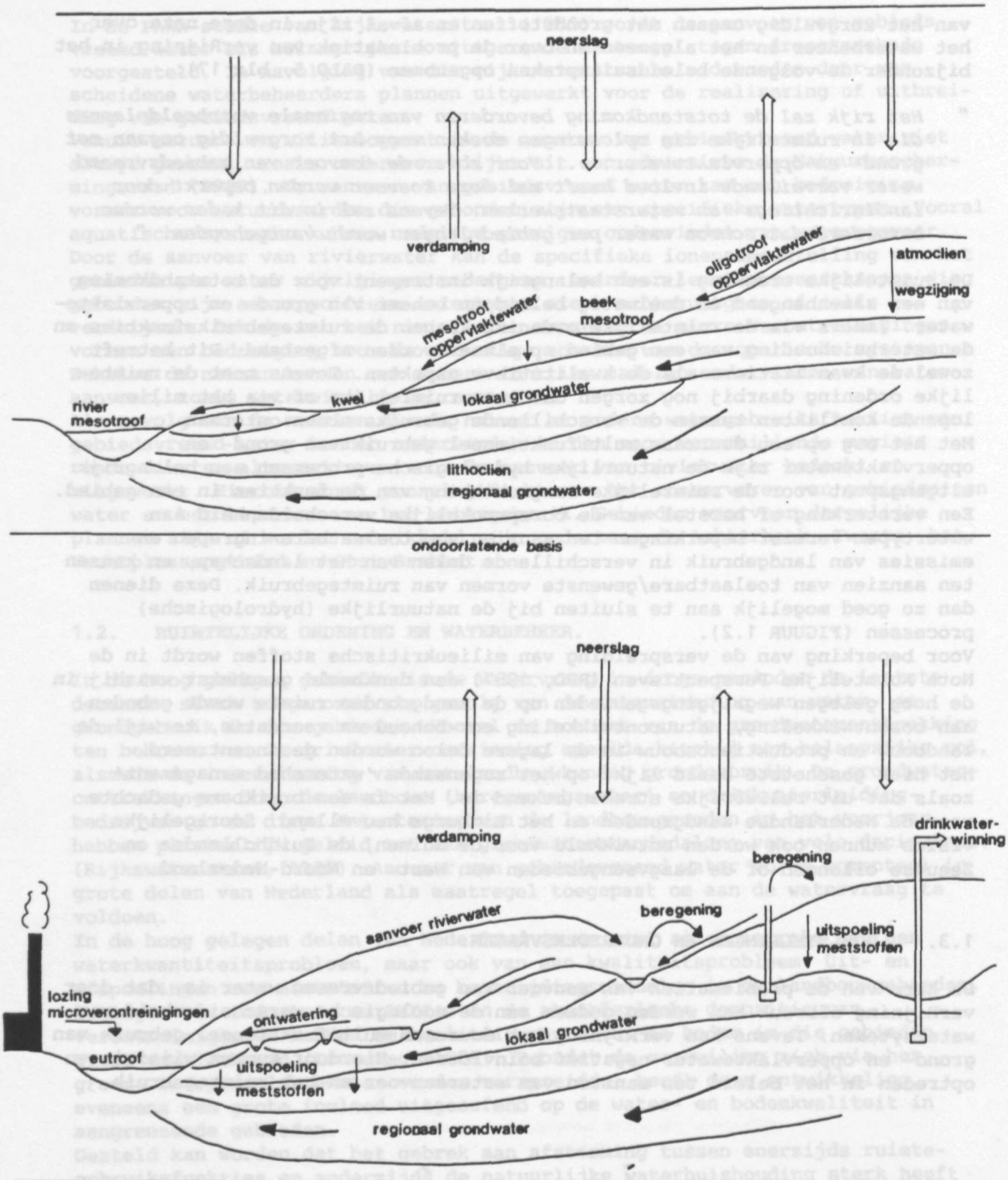
van het zorgvuldig omgaan met grondstoffen en afval zijn in deze nota over het waterbeheer in het algemeen en over de problematiek van verRijning in het bijzonder de volgende beleidsuitspraken opgenomen (DALO 5, blz 17):

" *Het rijk zal de totstandkoming bevorderen van regionale voorbeeldplannen die in ruimtelijke zin oplossingen zoeken voor het zorgvuldig omgaan met grond- en oppervlaktewater.....Voor zover de toevoer van gebiedsvreemd water vervuilende invloed heeft zal deze toevoer worden beperkt door landinrichtings- en waterstaatswerken. Tevens zal in dit kader worden bevorderd dat schoon water per gebied langer wordt vastgehouden.* "

De ruimtelijke ordening is een belangrijk instrument voor de totstandkoming van een samenhangend en doelmatig beleid en beheer van grond- en oppervlaktewater. Immers via de ruimtelijke ordening kunnen de ruimtegebruiksfunkties en de waterhuishouding van een gebied op elkaar worden afgestemd. Dit betreft zowel de kwantitatieve als de kwalitatieve aspekten. Tevens moet de ruimtelijke ordening daarbij nog zorgen dat geen ruimtelijke of via het milieu lopende konflikten tussen de verschillende gebruiksvormen ontstaan.
Met het oog op een duurzaam multifunktioneel gebruik van grond- en oppervlaktewater zijn de natuurlijke hydrologische processen een belangrijk uitgangspunt voor de ruimtelijke rangschikking van de funkties in een gebied. Een versterking of herstel van de oorspronkelijke verscheidenheid aan watertypen vereist beperkingen ten aanzien van toelaatbare ingrepen en emissies van landgebruik in verschillende delen van het landschap, en keuzen ten aanzien van toelaatbare/gewenste vormen van ruimtegebruik. Deze dienen dan zo goed mogelijk aan te sluiten bij de natuurlijke (hydrologische) processen (FIGUUR 1.2).
Voor beperking van de verspreiding van milieukritische stoffen wordt in de Nota Ruimtelijke Perspectieven (RPD, 1987) een denkbeeld geschetst waarbij in de hoog gelegen wegzijgingsgebieden op de zandgronden ruimte wordt geboden aan bosontwikkeling, natuurontwikkeling en -behoud en recreatie, terwijl de landbouw en produktiebosbouw in de lagere delen worden geconcentreerd.
Het hier geschetste beeld lijkt op het zogenaamde 'watershed management' zoals dat uit reliëfrijke streken bekend is. Het is een bruikbare gedachte voor de Nederlandse zandgronden en het Limburgs heuvelland. Soortgelijke visies kunnen ook worden ontwikkeld voor de duinen, de Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden of de laagveengebieden van West- en Noord-Nederland.

1.3. DOELSTELLINGEN EN ONDERZOEKSVRAGEN.

De kern van de problematiek van aanvoer van gebiedsvreemd water is, dat door verRijning afbreuk kan worden gedaan aan de ecologische verscheidenheid van watersytemen. Tevens kan verRijning het duurzaam multifunktioneel gebruik van grond- en oppervlaktewater negatief beïnvloeden. Hierdoor kunnen wijzigingen optreden in het beleid ten aanzien van wateraanvoer en het ruimtegebruik.



FIGUUR 1.2. Een schematische voorstelling van een natuurlijke hydrologische situatie en de veranderingen in de hydrologie als gevolg van aktiviteiten van de mens.

Het doel van dit onderzoek is drieledig:

1. Het verkrijgen van een gedifferentieerd beeld van de aard en omvang van de problematiek van gebiedsvreemd water voor verschillende gebiedstypen in Nederland.
   Hiertoe behoort het inventariseren van zowel de bestaande situatie als van bestaande plannen ter verdere verspreiding van gebiedsvreemd water.
2. Het beschrijven van de effekten van de toevoer van gebiedsvreemd water op gebruiksfunkties en natuurwaarden.
3. Het aangeven van mogelijke alternatieven voor de aanvoer van gebiedsvreemd water, de ruimteclaims die hiermee gemoeid zijn en de beperkingen die aan het ruimtegebruik moeten worden gesteld. In het geval inlaat van gebiedsvreemd water zal plaats vinden, wordt aangegeven welke mitigerende en compenserende maatregelen mogelijk zijn.

De beschrijvingen van de oplossingsrichtingen zijn in dit rapport vooral gericht op de ruimtelijke aspekten. Deze aspekten behoren immers tot het beleidsveld van de opdrachtgever: de Rijksplanologische Dienst.
Het Ministerie van Verkeer & Waterstaat zal in de derde Nota Waterhuishouding (in voorbereiding) aandacht besteden aan de toevoer van gebiedsvreemd water binnen het totale waterhuishoudingsbeleid. Daarbij zal bij de oplossingsrichtingen de nadruk liggen op technische maatregelen.

Alvorens vanuit de ruimtelijke ordening een visie op de problematiek van de verRijning kan worden ontwikkeld is het noodzakelijk een overzicht te verkrijgen van de omvang van het probleem in verschillende delen van Nederland, de mogelijke alternatieven voor de aanvoer van gebiedsvreemd water en de ruimtelijke aspekten daarvan. Hieruit vloeien de volgende onderzoeksvragen voort:

* Welke kwalitatieve en kwantitatieve effekten van de verspreiding van gebiedsvreemd water over Nederland kunnen worden onderscheiden?
* Welke alternatieve oplossingsmogelijkheden zijn perspektiefrijk op basis van hydrologische en bodemkundige kenmerken van het gebied?

1.4. WERKWIJZE.

Voor het verkrijgen van een globaal landelijk beeld van de aanvoer van gebiedsvreemd water wordt gebruik gemaakt van gegevens van de PAWN-studie van Rijkswaterstaat (1985) en van gegevens van diverse waterbeheerders. Bovendien wordt aangegeven voor welke doeleinden wateraanvoer kan plaats vinden. Voor de inventarisatie van bestaande aanvoerplannen wordt gebruik gemaakt van informatie van Rijkswaterstaat, provincies en waterschappen.
De mogelijke veranderingen in de fysische en chemische gesteldheid van het grond- en oppervlaktewater die door de inlaat van gebiedsvreemd water kunnen optreden worden geanalyseerd. Ook wordt aandacht besteed aan de gevolgen hiervan voor de natuurwaarden en watergebruiksfunkties.
Voor een beoordeling van de effekten van gebiedsvreemd water wordt vervolgens een toetsingskader geformuleerd, die gebaseerd is op de natuurlijke eigenschappen van het regionale grond- en oppervlaktewater.

Om op nationaal niveau een gedifferentieerd beeld van de problematiek te verkrijgen vindt voor een aantal studiegebieden een uitvoerige analyse plaats. Hiertoe hebben ook vraaggesprekken met waterbeheerders plaats gevonden. De resultaten van de analyse zijn vervolgens voorgelegd aan de waterbeheerders.

De analyse van de studiegebieden vindt volgens een gestandaardiseerde aanpak plaats:

* algemene beschrijving, waarin ondermeer de geohydrologische situatie, bodemgebruik en natuurwaarden van aquatische systemen;
* de waterhuishouding, analyse van de knelpunten in het waterbeheer;
* beschrijving van bestaande wateraanvoer en/of wateraanvoerplannen;
* beschrijving van de effekten en beoordeling van wateraanvoer;
* mogelijke oplossingsrichtingen.

Aan de hand van de verkregen resultaten uit de studiegebieden wordt getracht aan te geven voor welke regio's de aanvoer van gebiedsvreemd water grote veranderingen in de ecologische kwaliteit en/of milieukwaliteit zal hebben. Bovendien wordt getracht aan te geven voor welke regio's perspektiefrijke alternatieven voor handen zijn waarbij de bijbehorende ruimteclaims en gebruiksbeperkingen eveneens aan bod komen.

1.5. OPZET.

Na dit inleidend hoofdstuk volgt een hoofdstuk waarin een landelijk beeld wordt geschetst van de verRijning. In hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten en bouwstenen weergegeven voor het ontwikkelen van alternatieven voor de aanvoer van gebiedsvreemd water. Hoofdstuk 4 geeft een samenvatting van de regiostudies weer en zal voor verschillende landschapstypen de gevolgen van de toevoer van gebiedsvreemd water weer geven. Bovendien vindt een nadere uitwerking van de mogelijke oplossingsrichtingen plaats. In hoofdstuk 5 worden de resultaten uit de regiostudies vertaald in conclusies die relevant zijn voor het ontwikkelen van een ruimtelijk beeld met betrekking tot gebiedsvreemd water.
In bijlage I zijn de verschillende waterkwaliteits-normen of -richtlijnen voor verschillende funkties weergegeven.
Bijlage II geeft van de diverse watertypen een overzicht van de waarden die fysische en chemische waterkwaliteitsparameters momenteel hebben, uitgewerkt voor verschillende gebieden. In de overige bijlagen zijn de regiostudies opgenomen.

2. AARD, OMVANG EN EFFEKTEN VAN DE AANVOER VAN GEBIEDSVREEMD WATER.

2.1. INLEIDING.

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de aanvoer van gebiedsvreemd water en de effekten daarvan op ecosystemen en maatschapelijke funkties. De verschillende doeleinden van aanvoer van gebiedsvreemd water worden beschreven in paragraaf 2.2, evenals de huidige omvang van de plannen voor realisering of uitbreiding van de wateraanvoer. De mogelijke veranderingen in de fysische en chemische gesteldheid van de watersystemen als gevolg van aanvoer van gebiedsvreemd water komen in paragraaf 2.3 aan bod. In paragraaf 2.4 volgt een analyse van de effekten van de veranderingen in de waterkwaliteit op flora en fauna en in paragraaf 2.5 op maatschappelijke funkties. Een toetsingskader voor een beoordeling van de wateraanvoer wordt bechreven in paragraaf 2.6.

2.2. DE AANVOER VAN GEBIEDSVREEMD WATER.

2.2.1. Doel van wateraanvoer.

De aanvoer van gebiedsvreemd water kan voor verschillende doeleinden plaatsvinden, namelijk ten behoeve van:
- voorkomen van droogteschade in de landbouw;
- voorkomen van zoutschade in de landbouw;
- aanvullen van watervoorraden voor drink- en industriewatervoorziening;
- peilbeheer in natuurgebieden die nadelige gevolgen (kunnen) ondervinden van verdroging;
- peilhandhaving ter voorkoming van maaivelddaling;
- peilhandhaving in droge perioden ter voorkoming van schade aan gebouwen en civieltechnische werken (wegen, bruggen en taluds van watergangen);
- peilhandhaving van wateren met een scheepvaartfunktie;
- peilhandhaving van wateren met een recreatiefunktie;
- doorspoelen van waterlopen die door een grote belasting in het gebied geëutrofiëerd, verzilt of vervuild zijn.

Bij de uitwerking van de studiegebieden zal nader worden ingegaan op de regiospecifieke doelstellingen van de wateraanvoer.

2.2.2. Huidige aanvoer.

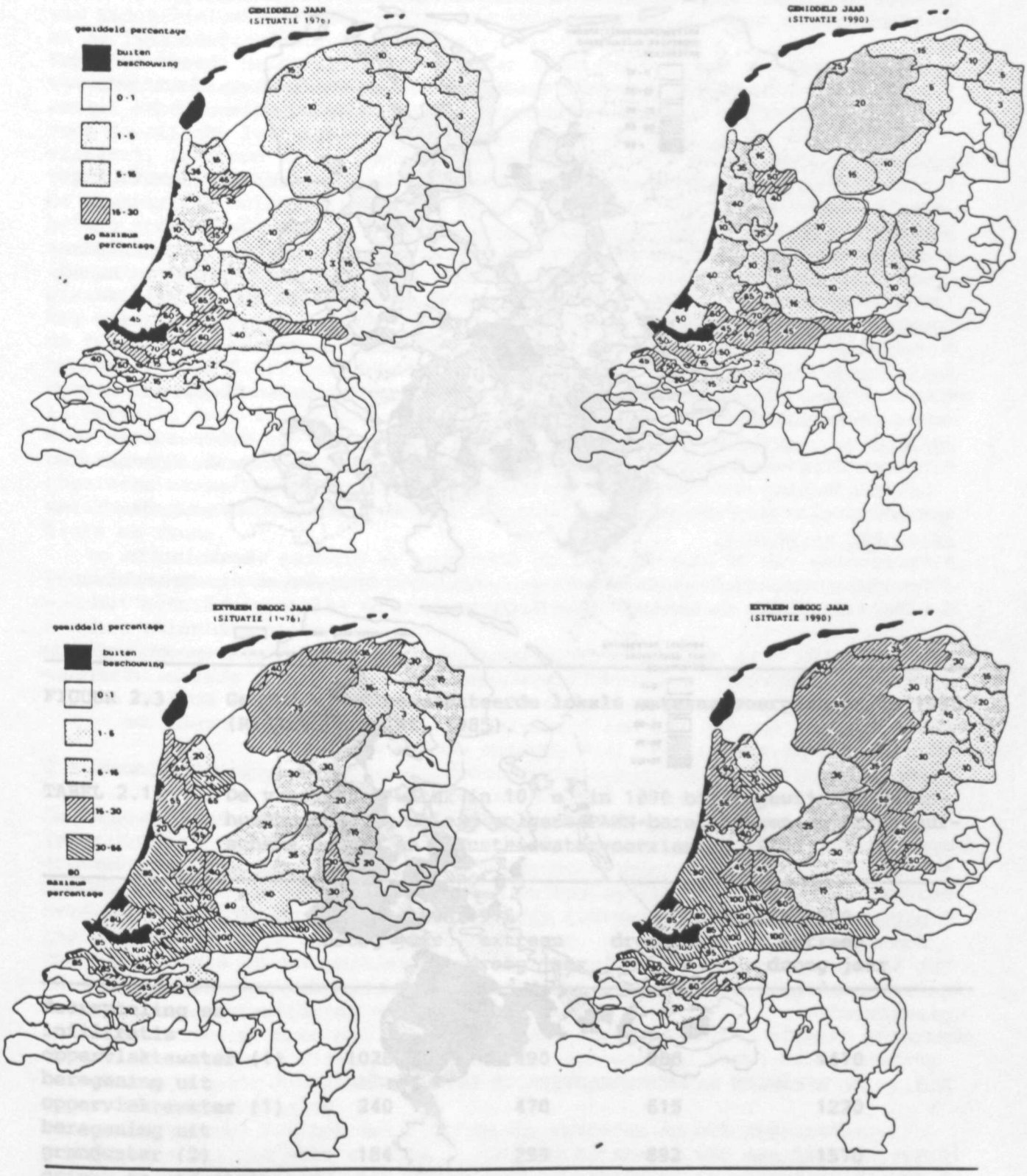
Wateraanvoer vindt momenteel vooral plaats in het lage deel van Nederland (FIGUUR 2.1). De inlaat van water vindt daar rechtstreeks vanuit de rivier plaats of via de boezemwateren die door middel van inlaatwerken in verbinding staan met het rivierwater. De inlaat vindt in het algemeen onder vrij verval plaats, omdat het polderpeil in veel gevallen beneden het rivierpeil of waterpeil van de boezems ligt. Wateraanvoer vindt in het lage deel van ons land vooral plaats voor verziltingsbestrijding, doorspoeling en peilbeheersing. Het lage deel van Nederland staat reeds vele eeuwen onder invloed van rivierwater, met uitzondering van de veengebieden die oorspronkelijk afwaterden op de grote rivieren. Door ontginning, afgraving en ontwatering is het maaiveld sterk gedaald, waardoor de veengebieden beneden het gemiddeld

rivierpeil zijn komen te liggen. De maaivelddaling in de veenweidegebieden is een ontwikkeling die nog steeds voortduurt. De snelheid waarmee dit geschiedt, wordt in belangrijke mate bepaald door het polderpeil. De hogere gronden, zoals de Pleistocene zandgebieden, de duinen en de echte hoogveengebieden, zijn van nature vrij afwaterende gebieden. Aanvoer van rivierwater naar deze gebieden via beken, kanalen en vaarten kan slechts plaatsvinden met behulp van waterstaatkundige werken. De kanalenstelsels in het zandgebied zijn reeds in de 18e en 19e eeuw aangelegd. In eerste instantie waren de kanalen en vaarten bedoeld voor vervoer van goederen en personen, alsook voor een betere ontwatering van de natte gronden. Door de aanleg van sluizen, stuwen en gemalen werd waterpeilbeheersing voor de scheepvaart mogelijk. Bovendien werd het mogelijk grote gebieden via tertiaire watergangen in droge perioden van water te voorzien.

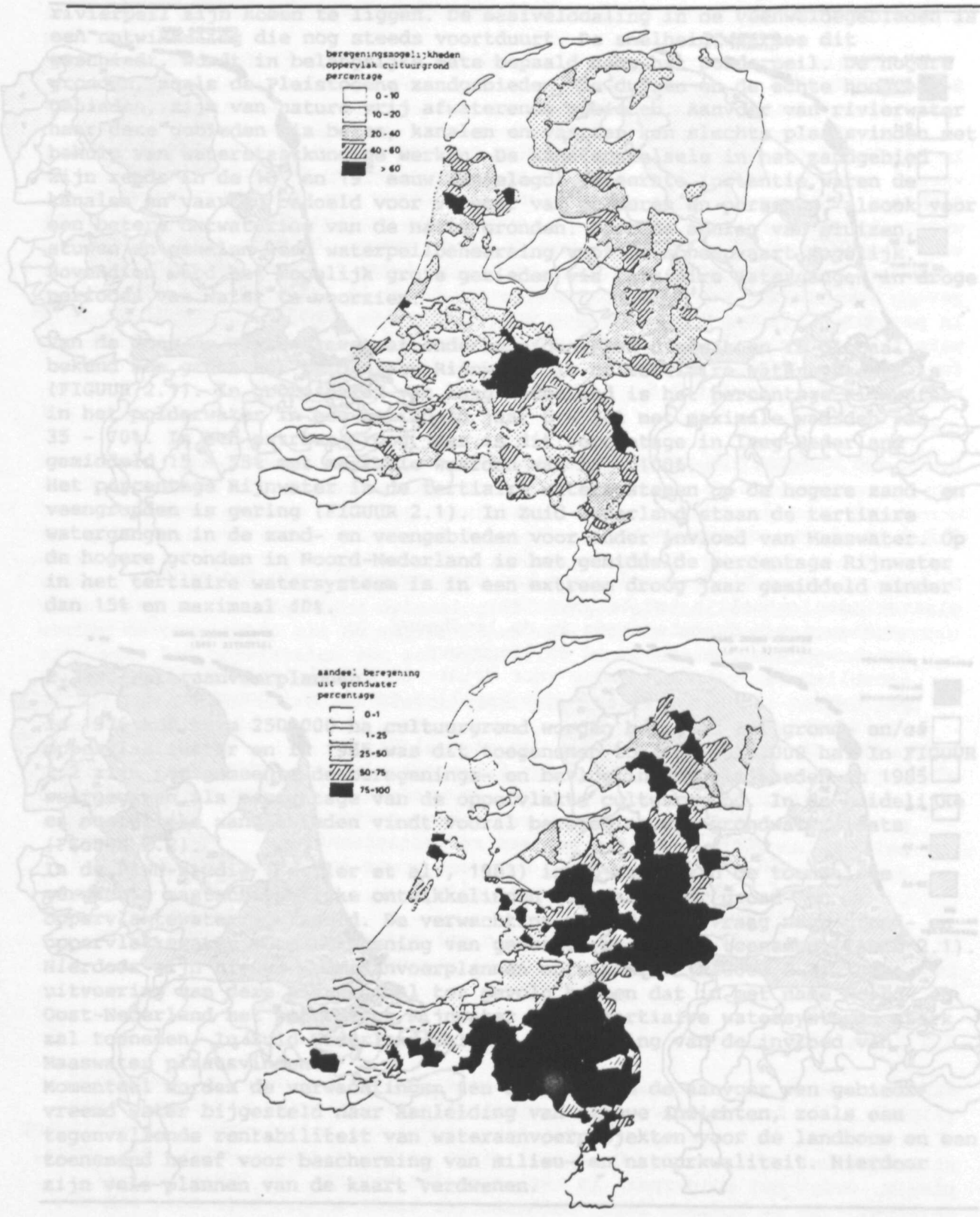
Van de door de Rijkswaterstaat onderscheiden PAWN-distrikten is globaal bekend hoe groot het percentage Rijnwater in de tertiaire watersystemen is (FIGUUR 2.1). In grote delen van laag-Nederland is het percentage Rijnwater in het polderwater in een gemiddeld jaar 5 - 30% met maximale waarden van 35 - 70%. In een extreem droog jaar is dit percentage in laag-Nederland gemiddeld 15 - 55% met maximale waarden van 55 - 100%.
Het percentage Rijnwater in de tertiaire watersystemen op de hogere zand- en veengronden is gering (FIGUUR 2.1). In Zuid-Nederland staan de tertiaire watergangen in de zand- en veengebieden voor onder invloed van Maaswater. Op de hogere gronden in Noord-Nederland is het gemiddelde percentage Rijnwater in het tertiaire watersysteem is in een extreem droog jaar gemiddeld minder dan 15% en maximaal 40%.

2.2.3. Wateraanvoerplannen.

In 1976 kon ruim 250.000 ha cultuurgrond worden beregend met grond- en/of oppervlaktewater en in 1985 was dit toegenomen tot ruim 350.000 ha. In FIGUUR 2.2 zijn per gemeente de beregenings- en bevloeiingsmogelijkheden in 1985 weergegeven als percentage van de oppervlakte cultuurgrond. In de zuidelijke en oostelijke zandgebieden vindt vooral beregening uit grondwaterplaats (FIGUUR 2.2).
In de PAWN-studie (Goeller et al., 1983) is op basis van de toenmalige verwachte maatschappelijke ontwikkelingen de vraag naar grond- en oppervlaktewater voorspeld. De verwachting was, dat de vraag naar grond- en oppervlaktewater voor beregening van gewassen sterk zou toenemen (TABEL 2.1). Hierdoor zijn nieuwe wateraanvoerplannen ontwikkeld. (FIGUUR 2.3). De uitvoering van deze plannen zal tot gevolg hebben dat in met name Noord- en Oost-Nederland het percentage Rijnwater in de tertiaire watersystemen sterk zal toenemen. In Zuid-Nederland zal een uitbreiding van de invloed van Maaswater plaatsvinden.
Momenteel worden de verwachtingen ten aanzien van de aanvoer van gebiedsvreemd water bijgesteld naar aanleiding van nieuwe inzichten, zoals een tegenvallende rentabiliteit van wateraanvoerprojekten voor de landbouw en een toenemend besef voor bescherming van milieu- en natuurkwaliteit. Hierdoor zijn vele plannen van de kaart verdwenen.



FIGUUR 2.1. Het percentage Rijnwater in het tertiaire watersysteem in een gemiddeld jaar en in een extreem droog jaar, in de situatie 1976 (links) en in 1990 (rechts) bij een uitvoering van het beleid volgens de tweede Nota over de Waterhuishouding (Rijkswaterstaat, 1985).



FIGUUR 2.2. De beregenings- en bevloeiingsmogelijkheden in 1985 per gemeente als percentage van de oppervlakte cultuurgrond (boven) en de huidige situatie met betrekking tot beregening uit grondwater (onder). Bron: Reinds (1985), gewijzigd.



FIGUUR 2.3. Gebieden met geselekteerde lokale wateraanvoerplannen in 1985 (Rijkswaterstaat, 1985).

TABEL 2.1. De vraag naar water in 10^6 m^3 in 1990 bij ongewijzigd waterhuishoudkundig beleid volgens PAWN-berekeningen en Structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening 1980.

	situatie 1976		situatie 1990	
	droog jaar	extreem droog jaar	droog jaar	extreem droog jaar
doorspoeling en infiltratie oppervlaktewater (1)	1028	1490	988	1470
beregening uit oppervlaktewater (1)	240	470	615	1220
beregening uit grondwater (2)	184	259	892	1570
drink- en industriewaterwinning grondwater (2)	1117	1117	1382	1382

(1) Natuurbeschermingsraad (1987); (2) Rijkswaterstaat (1985).

In 1988 waren de volgende grote wateraanvoerplannen in uitvoering of nog in de planfase:

Noord-Holland:
* uitbreiding van de aanvoer naar de kop van Noord-Holland en Wieringen;
* uitbreiding van de aanvoer langs het Amsterdam-Rijnkanaal en rond Ouderkerk.

Zuid-Holland:
* uitbreiding van de aanvoer naar de Krimpenerwaard en aanvoer naar de kop van Goeree.

Zeeland en westelijk deel van Noord-Brabant:
* aanvoer naar de kleigebieden van Tholen, St. Philipsland en de Brabantse wal; plannen voor Schouwen-Duiveland zijn in de ijskast gezet en voor het oostelijk deel van Zuid-Beveland zijn de plannen geschrapt.

Overig deel van Noord-Brabant:
* uitbreiding van aanvoer via het Brabantse kanalenstelsel.

Gelderland:
* uitbreiding van de aanvoer in het uiterste oosten van de Tielerwaard, bij het aantappunt van de Linge.

Salland en Twente:
* uitbreiding van de capaciteit van bestaande aanvoer en nieuwe aanvoer in het zandgebied ten westen van de Haarler- en Holterberg;
* aanvoer naar de bovenloop van beken in Twente vanuit het Twentekanaal.

Groningen en Drente:
* vergroting van de aanvoer naar de Groningse en Drentse veenkoloniën en benedenstrooms gelegen kleipolders vanuit het IJsselmeer via Friesland.
* uitbreiding van de aanvoer naar Midden-Drente.

Voor de derde Nota over de Waterhuishouding, die in 1990 zal verschijnen, is door Rijkswaterstaat een inventarisatie gemaakt van de nog aktuele wateraanvoerplannen. Bij uitvoering van deze plannen kan in het jaar 2000 in die gebieden meer dan 10% van het oppervlak van water worden voorzien. De wateraanvoerplannen kunnen in 4 groepen worden verdeeld:
* realisering van de aanvoer naar gebieden bij autonoom beleid(Zuidoost-Groningen, Midden-Drente, Salland en Oost-Veluwe);
* uitbreiding van de aanvoer bij autonoom beleid (Zuidwest- en Oost-Drente, oostelijk deel van Noord-Brabant);
* realisering van de aanvoer naar gebieden bij alternatief beleid (Schouwen-Duiveland, Tholen, St.Philipsland en noordoostelijk deel van Noord-Brabant);
* uitbreiding van de aanvoer bij alternatief beleid (oostelijk deel van Noord-Brabant).

Het is niet uitgesloten dat lopende de voorbereiding van de derde Nota over de Waterhuishouding een nog bijstelling van de wateraanvoergebieden zal plaatsvinden.

2.3. DE EFFEKTEN VAN WATERAANVOER OP DE WATERKWALITEIT.

2.3.1. Inleiding.

Het gebiedsvreemd water, dat wordt ingelaten in grote delen van het landelijk gebied, is voor een deel afkomstig uit de Rijn en Maas of door deze rivieren gevoede bekkens. Het water van de grote rivieren is in ernstige mate verontreinigd met vermestende stoffen (fosfaat, nitraat, ammonium), chloride, zware metalen, gechloreerde koolwaterstoffen en andere organische micro-

verontreinigingen (TABEL 2.2). Deze verontreinigingen zijn vooral afkomstig van industrielozingen, effluenten van zuiveringsinstallaties en rioolstelsels en de landbouwgronden.
Vanaf de tweede helft van de zeventiger jaren is voor een groot aantal waterkwaliteitsparameters een duidelijke verbetering opgetreden. Van een aantal stoffen zijn de gehalten echter nog zo hoog, dat de basiskwaliteit voor aquatische levensgemeenschappen en menselijk gebruik (drinkwater, visserij, landbouw en recreatie) niet wordt gehaald. Dit betreft ondermeer de PAK's, PCB's, fenolen, totaal-fosfaat en chloride (TABEL 2.2).
De toekomstige ontwikkelingen van de kwaliteit van het rivierwater zijn van belang voor de voorspelling van de effekten. In het Rijnaktieplan wordt een aantal maatregelen genoemd die moeten leiden tot een daling van de lozingen van prioritaire stoffen in het gehele stroomgebied van de Rijn met 50%.
Afhankelijk van de fysische en chemische kenmerken van de watersystemen in het wateraanvoergebied kan de inlaat van gebiedsvreemd water veranderingen in de fysische en chemische gesteldheid van het oppervlaktewater tot gevolg hebben (FIGUUR 2.4). Deze veranderingen betekenen niet dat immer een verslechtering van de waterkwaliteit zal optreden. In gebieden waar het water is vervuild door lokale (interne) bronnen en/of atmosferische depositie kan door wateraanvoer een verbetering van de waterkwaliteit worden bewerkstelligd. Voor een deel kunnen de veranderingen in de fysische en chemische kenmerken van het oppervlaktewater doorwerken tot in het grondwater. Al deze veranderingen kunnen op hun beurt weer invloed uitoefenen op flora en fauna.

Door de aanvoer van gebiedsvreemd water kunnen veranderingen optreden in:
- het nutriëntengehalte en organische stofgehalte
- het chloridegehalte
- de ionensamenstelling
- de belasting met zware metalen en organische micro-verontreinigingen.
- de fysisch eigenschappen.

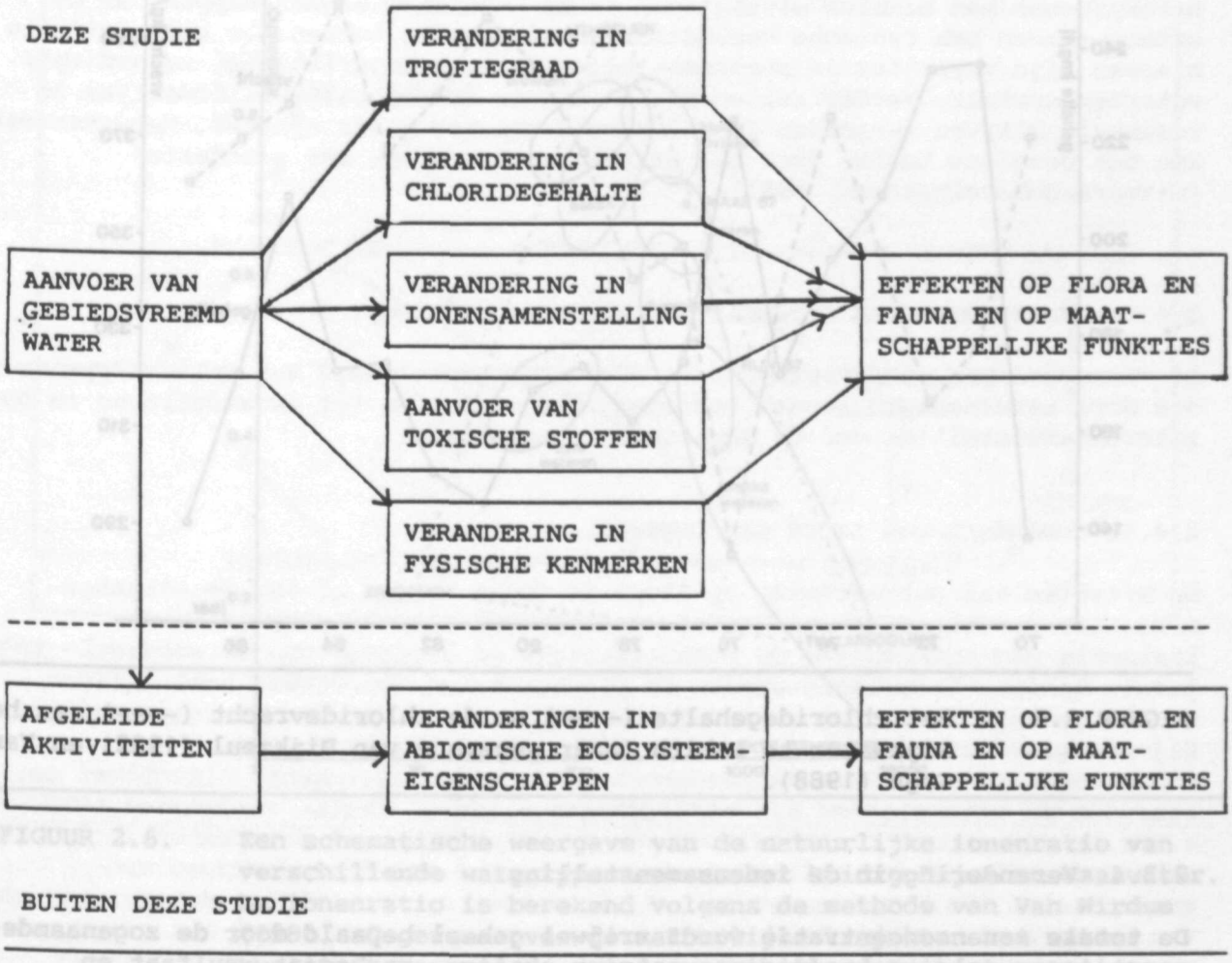
2.3.2. Veranderingen in het nutriëntengehalte en organische stofgehalte.

Door de aanvoer van gebiedsvreemd water kan het aanbod aan voedingsstoffen (nutriënten) toenemen (eutrofiëring) of afnemen (oligotrofiëring). De toename in het gehalte aan voedingsstoffen door wateraanvoer zal vooral optreden in voedingsstoffenarme watersystemen. Dit zijn watersystemen die overwegend worden gevoed door neerslagwater of schoon kwelwater en die niet of in geringe mate door de landbouw zijn beïnvloed.

In veengebieden kan volgens Bloemendaal & Roelofs (1988) de aanvoer van hard water interne eutrofiëring veroorzaken (zie 2.3.4).
In voedselrijke wateren kan het gehalte aan voedingsstoffen afnemen gedurende de inlaat- of doorspoelingsperiode. In ondiepe wateren vormt de nalevering van fosfaat vanuit de waterbodem een belangrijk knelpunt bij de eutrofiëringsbestrijding.
Door wateraanvoer kan ook een verandering optreden in het organische stofgehalte van het watersysteem. Indien er sprake is van een toename, wordt dit saprobiëring genoemd. Als gevolg van saprobiëring en eutrofiëring kan de afbraak van dood organisch materiaal sterk toenemen, hetgeen gepaard gaat met een hoog zuurstofverbruik. Het gevolg is een sterke daling van het zuurstofgehalte en in het uiterste geval kan zuurstofloosheid optreden. Deze omstandigheden leiden tot een verdere verslechtering van de waterkwaliteit als gevolg van de vorming van H_2S, NH_3 en NO_2.

TABEL 2.2 De waterkwaliteit van de Rijn te Lobith en de Maas te Eijsden in 1986, alsmede de basiskwaliteitsnormen (gemiddelde of absolute waarden). De waterkwaliteitsparameters die niet voldoen aan de basiskwaliteitsnormen zijn *cursief* weergegeven. De gemiddelde waarden van de parameters zijn berekend naar gegevens van DBW/RIZA (1986/87).

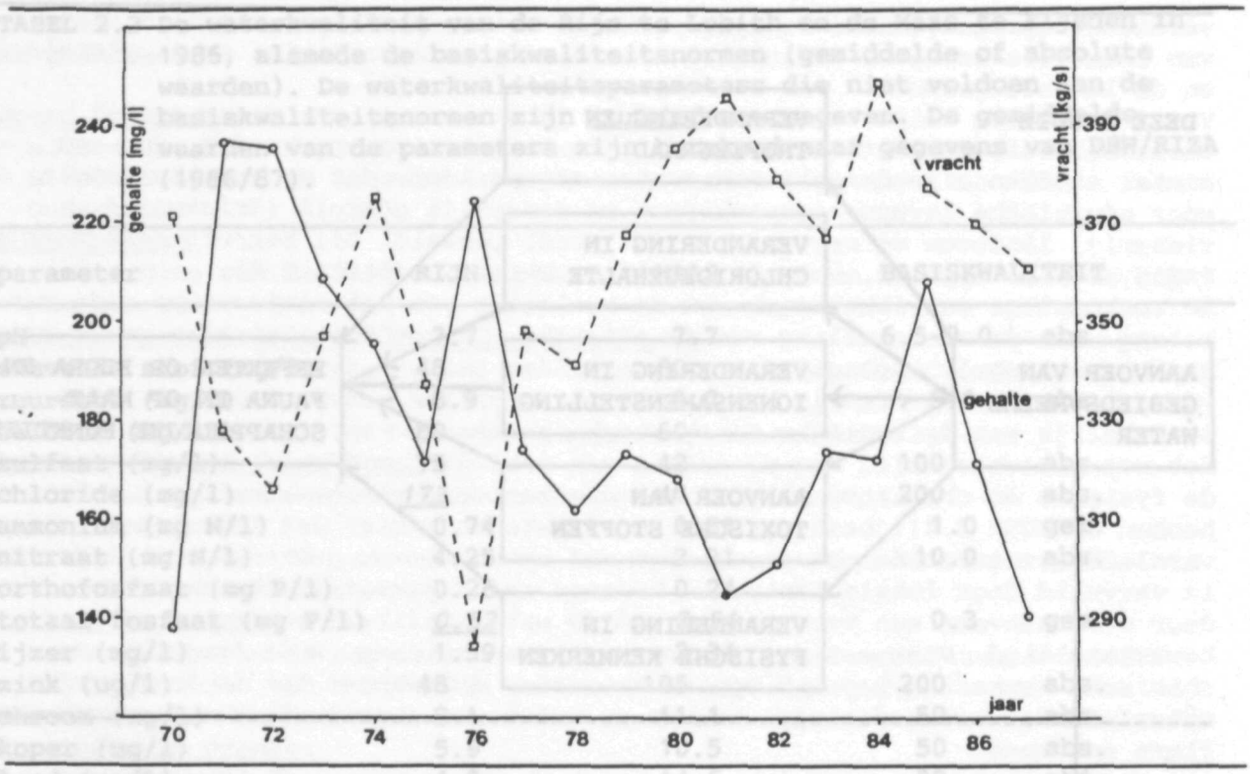
parameter	RIJN	MAAS	BASISKWALITEIT	
pH	7.7	7.7	6.5-9.0	abs.
zwevende stof (mg/l)	48	60		
zuurstof (mg/l)	8.9	9.2	> 5.0	abs.
calcium (mg/l)	80	60		
sulfaat (mg/l)	75	42	100	abs.
chloride (mg/l)	*173*	47	200	abs.
ammonium (mg N/l)	0.74	0.51	1.0	gem.
nitraat (mg N/l)	4.25	2.91	10.0	abs.
orthofosfaat (mg P/l)	0.28	0.24		
totaal fosfaat (mg P/l)	*0.52*	*0.54*	0.3	gem.
ijzer (mg/l)	1.59	2.34		
zink (ug/l)	48	105	200	abs.
chroom (ug/l)	8.1	11.1	50	abs.
koper (ug/l)	5.9	10.5	50	abs.
lood (ug/l)	4.8	14.6	50	abs.
nikkel (ug/l)	4.7	8.1	50	abs.
cadmium (ug/l)	0.13	0.61	2.5	abs.
kwik (ug/l)	0.08	0.09	0.5	abs.
arseen (ug/l)	2.2	3.3	50	abs.
olie (mg/kg)	0.02	*0.09*	0.20	abs.
fenolindex (ug)	*8.4*	?	10	abs.
individuele organo-chloorpesticiden (ug/l)	0.029	0.019	0.05	abs.
HCB (ug/l)	0.002	0.001	0.05	abs.
a-HCH (ug/l)	0.002	0.001	0.05	abs.
c-HCH (ug/l)	0.015	0.029	0.05	abs.
pentachloorfenol (ug/l)	<0.01	<0.01	0.05	abs.
PAK's (ug/l)	*0.184*	*0.206*	0.200	abs.
PCB's (ug/l)	*0.010*	*0.008*	0.010	abs.
cholinesteraserem. (ug/l)	0.6	0.7	1.0	abs.



FIGUUR 2.4. De mogelijke veranderingen in de waterkwaliteit als gevolg van aanvoer van gebiedsvreemd water.

2.3.3. Veranderingen in het chloridegehalte.

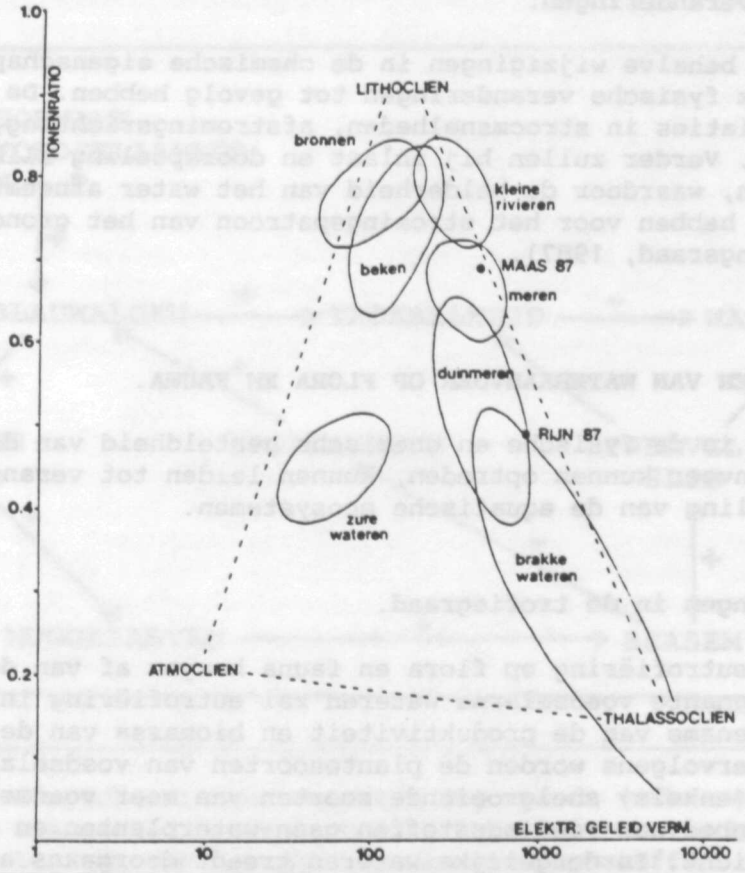
In gebieden met brak water zal de aanvoer van rivierwater kunnen leiden tot een verlaging van het chloridegehalte (verzoeting). In zoetwatergebieden kan de aanvoer van rivierwater leiden tot verzilting, vanwege het relatief hoge chloridegehalte van het rivierwater. Het gemiddelde chloridegehalte van de Rijn varieert de laatste jaren van 140-208 mg/l (FIGUUR 2.5). In het najaar van 1985 werd voor het eerst bij Lobith een chloridegehalte van meer dan 400 mg/l gemeten, ondanks het feit dat de ministers van de Rijnoeverstaten reeds in 1972 een streefwaarde van maximaal 200 mg/l hebben vastgesteld.



FIGUUR 2.5. Het chloridegehalte (——) en de chloridevracht (----) van het Rijnwater te Lobith (naar gegevens van Dijkzeul (1982) en Van Gogh (1988).

2.3.4. Verandering in de ionensamenstelling.

De totale ionenconcentratie wordt vrijwel geheel bepaald door de zogenaamde macro-ionen calcium, magnesium, natrium, kalium, carbonaat, sulfaat en chloride. De verhoudingen tussen deze macro-ionen kunnen per watertype sterk verschillen. Door aanvoer van gebiedsvreemd water treedt een verandering op in de specifieke ionensamenstelling van het oppervlaktewater. Hierdoor treedt nivellering op: de macro-ionensamenstelling van wateren van het grondwater-, regenwater- of zeewatertype verandert in die van het rivierwatertype (FIGUUR 2.6).
In zure, zwak gebufferde wateren kan de aanvoer van gebiedsvreemd water leiden tot een toename van de hardheid en zuurgraad van het water. In veengebieden kan volgens Bloemendaal & Roelofs (1988) waterverharding interne eutrofiëring veroorzaken. De stijging van het bicarbonaatgehalte als gevolg van aanvoer van gebiedsvreemd water zal leiden tot een verlaging van de zuurgraad, waardoor een versnelde afbraak van de veenbodem zal plaatsvinden. Bij de afbraak van het organisch materiaal komt tevens een grote hoeveelheid voedingsstoffen vrij. Ook het sulfaatgehalte van het water speelt bij de interne eutrofiëring door wateraanvoer een belangrijke rol. Als gevolg van de afbraakprocessen daalt het zuurstofgehalte sterk. Onder deze omstandigheden wordt het sulfaat gereduceerd, en reageert vervolgens met ijzerfosfaat, waarbij fosfaat in het oppervlaktewater beschikbaar komt.



FIGUUR 2.6. Een schematische weergave van de natuurlijke ionenratio van verschillende watertypen en van het huidig Rijn- en Maaswater. De ionenratio is berekend volgens de methode van Van Wirdum (1980). Gegevens over de natuurlijke trajekten van waterkwaliteitsparameters van de verschillende watertypen zijn afkomstig uit rapporten van CUWVO (1988) en Torenbeek (1988).

2.3.5. Verandering in de gehalten aan micro-verontreinigingen.

Het water is van de grote rivieren verontreinigd met zware metalen, organische verbindingen en radio-aktieve stoffen. De organische micro-verontreinigingen en zware metalen zijn voor een belangrijk deel aan slibdeeltjes gebonden. Op plaatsen waar dergelijke slibdeeltjes bezinken raakt de waterbodem verontreinigd. Door veranderingen in fysische en chemische omstandigheden kunnen de aan het bodemslib gebonden micro-verontreinigingen vrijkomen en naar het grondwater en/of oppervlaktewater diffunderen.
Bij de inlaat van rivierwater zal de belasting met micro-verontreinigingen in het oppervlaktewater toenemen. Op plaatsen waar het rivierslib bezinkt zal verontreiniging van waterbodems optreden. In géval van doorspoeling krijgen de slibdeeltjes minder snel kans te bezinken, waardoor de verontreinigingen over grote afstand in het aanvoergebied verplaatst worden.

2.3.6. Fysische veranderingen.

Wateraanvoer kan behalve wijzigingen in de chemische eigenschappen van de watersystemen ook fysische veranderingen tot gevolg hebben. De belangrijkste hiervan zijn variaties in stroomsnelheden, afstromingsrichting, waterdiepte, watertemperatuur. Verder zullen bij inlaat en doorspoeling slibdeeltjes in suspensie blijven, waardoor de helderheid van het water afneemt. Wateraanvoer kan ook gevolgen hebben voor het stromingspatroon van het grondwater (Natuurbeschermingsraad, 1987).

2.4. DE EFFEKTEN VAN WATERAANVOER OP FLORA EN FAUNA.

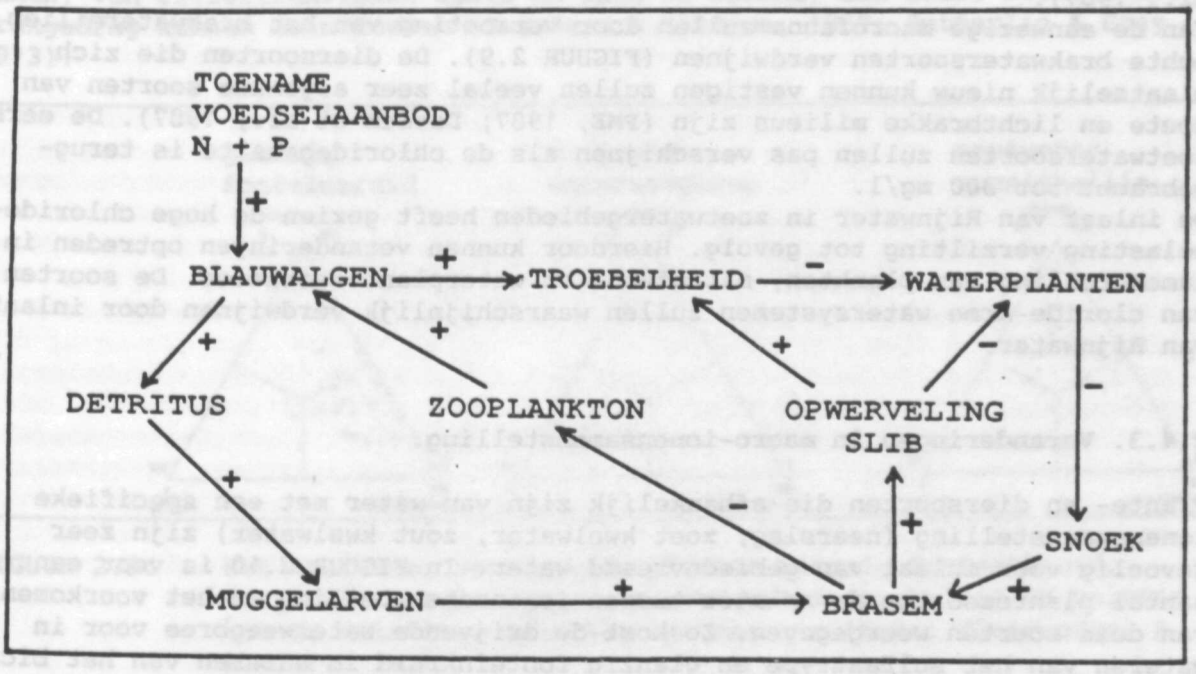
De veranderingen in de fysische en chemische gesteldheid van de watersystemen die door wateraanvoer kunnen optreden, kunnen leiden tot veranderingen in de soortensamenstelling van de aquatische ecosystemen.

2.4.1. Veranderingen in de trofiegraad.

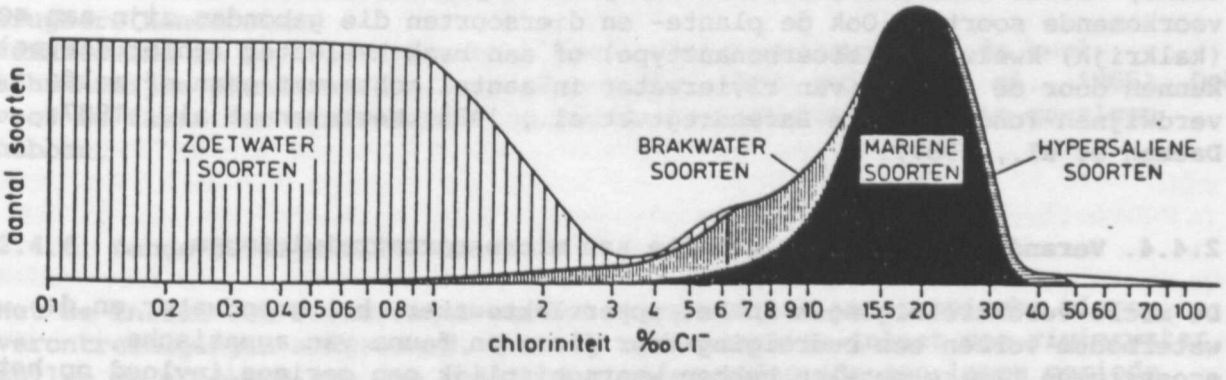
De effekten van eutrofiëring op flora en fauna hangen af van de uitgangssituatie. In stagnante voedselarme wateren zal eutrofiëring in eerste instantie een toename van de produktiviteit en biomassa van de vegetatie tot gevolg hebben. Vervolgens worden de plantesoorten van voedselarme milieus verdrongen door (enkele) snelgroeiende soorten van meer voedselrijke milieus. Bij een groot aanbod aan voedingsstoffen gaan waterplanten en algen concurreren om licht. In dergelijke wateren treedt doorgaans algenbloei op, waardoor de waterplanten met ondergedoken bladeren veelal verdwijnen (FIGUUR 2.7). Ook de soortensamenstelling van de waterfauna zal door eutrofiëring veranderen. Zo is de snoekstand sterk gekoppeld aan het voorkomen van waterplanten (Van Viersen et al., 1985; Hosper et al., 1985). Het verdwijnen van de waterplanten heeft een achteruitgang van de snoekstand tot gevolg gehad, waardoor de brasemstand sterk is toegenomen. De brasems houden de vertroebeling van het eutrofe water in stand, waardoor de terugkeer van waterplanten en hiermee ook de snoek wordt bemoeilijkt. In eutrofe, ondiepe, stilstaande wateren is er in het algemeen sprake van dominantie van blauwalgen en brasems.
De sterke daling van het zuurstofgehalte die in eutrofe en saprotrofe wateren kan optreden, kan voor diersoorten van zuurstofrijke wateren sterfte tot gevolg hebben. Daarentegen zullen de organismen die leven van de afbraak van het organisch materiaal en aangepast zijn aan dergelijke milieucondities in aantal toenemen.

2.4.2. Veranderingen in chloridegehalte.

Brakwatersystemen worden in het algemeen gekenmerkt door een specifieke soortenopbouw en een relatief lage soortenrijkdom in vergelijking met zoete wateren (Daemen et al., 1987). Door verzoeting van brakke wateren zal de soortenrijkdom toenemen, maar de soorten die zich dan vestigen, zullen in ons land veelal algemene soorten zijn.
De veranderingen die in de soortensamenstelling van de waterplantvegetaties zullen optreden, zijn afhankelijk van de mate waarin kwel van zout water optreedt. Bij afwezigheid van zoute kwel zal door de aanvoer van zoet water ook de waterbodem verzoeten, waardoor zowel drijvende als wortelende



FIGUUR 2.7. Een schematische voorstelling van de verbraseming van stagnante, ondiepe voedselrijke wateren als gevolg van een toename van het gehalte aan voedingsstoffen.



FIGUUR 2.8. De invloed van het chloridegehalte op de samenstelling van de macrofauna (Uit: Daemen et al., 1987).

zoetwaterplanten zich kunnen vestigen. Waar de waterbodem echter door zoute kwel brak blijft, zal de vestiging van in de waterbodem wortelende zoetwaterplanten verhinderd worden. Bij een permanente verzoeting kunnen wel drijvende zoetwaterplanten zich vestigen. Het aantal brak- en zoutwaterplanten zal door de aanvoer van zoetwater verminderen, ondanks het optreden van zoute/brakke kwel (PME, 1987; Daemen et al., 1987). Het tijdelijk doorspoelen met zoet water zal in wateren met zoute kwel leiden tot grote milieu-fluktuaties

waardoor slechts enkele zeer tolerante soorten zullen overblijven (Daemen et al., 1987).
Van de aanwezige macrofauna zullen door verzoeting van het brakwatermilieu de echte brakwatersoorten verdwijnen (FIGUUR 2.9). De diersoorten die zich plaatselijk nieuw kunnen vestigen zullen veelal zeer algemene soorten van zoete en lichtbrakke milieus zijn (PME, 1987; Daemen et al., 1987). De eerste zoetwatersoorten zullen pas verschijnen als de chloridegehalte is teruggebracht tot 300 mg/l.
De inlaat van Rijnwater in zoetwatergebieden heeft gezien de hoge chloridebelasting verzilting tot gevolg. Hierdoor kunnen veranderingen optreden in de samenstelling van plankton, macrofauna en waterplantvegetaties. De soorten van cloride-arme watersystemen zullen waarschijnlijk verdwijnen door inlaat van Rijnwater.

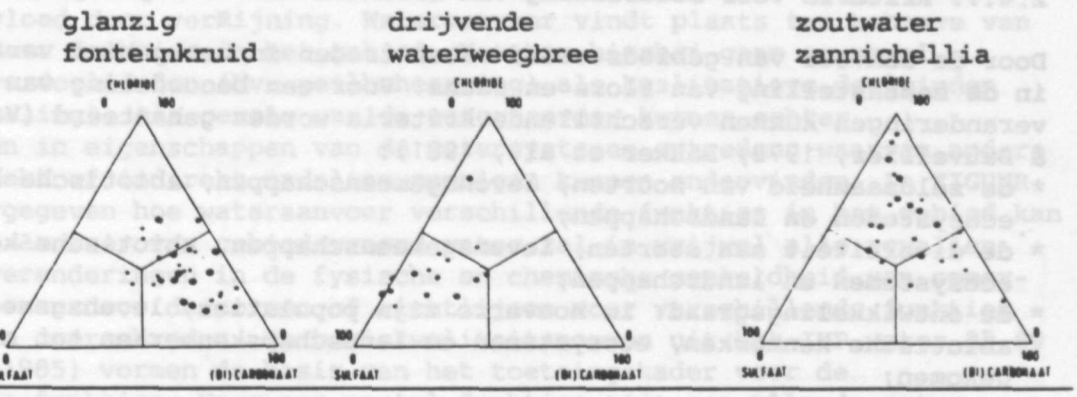
2.4.3. Veranderingen in macro-ionensamenstelling.

Plante- en diersoorten die afhankelijk zijn van water met een specifieke ionensamenstelling (neerslag, zoet kwelwater, zout kwelwater) zijn zeer gevoelig voor inlaat van gebiedsvreemd water. In FIGUUR 2.10 is voor een aantal plantesoorten de relatie tussen ionensamenstelling en het voorkomen van deze soorten weergegeven. Zo komt de drijvende waterweegbree voor in wateren van het sulfaattype en glanzig fonteinkruid in wateren van het bicarbonaattype. Veranderingen in de ionensamenstelling leiden tot het verdwijnen van dergelijke soorten. Wateren van het sulfaattype staan onder relatief grote invloed van regenwater en zijn hierdoor voedselarm tot matig voedselrijk, zwak gebufferd en (zwak) zuur. Dergelijke watertypen komen vooral op de zandgronden voor en worden gekenmerkt door hun specifieke soortensamenstelling (De Lyon & Roelofs, 1986; Torenbeek et al., 1987; CUWVO, 1988; Van Katwijk & Roelofs, 1988). Aanvoer van rivierwater heeft tot gevolg, dat de waterkwaliteit van dit watertype sterk verandert, waardoor de karakeristieke, veelal zeldzame soorten verdwijnen en plaats maken voor algemeen voorkomende soorten. Ook de plante- en diersoorten die gebonden zijn aan zoet (kalkrijk) kwelwater (bicarbonaattype) of aan brak kwelwater (chloridetype) kunnen door de aanvoer van rivierwater in aantal achteruit gaan of zelfs verdwijnen (onder andere Barendregt et al., 1986; Meuleman et al., 1987; Daemen et al., 1987).

2.4.4. Veranderingen in het gehalte aan micro-verontreinigingen.

De micro-verontreinigingen in het oppervlaktewater, het grondwater en de waterbodem vormen een bedreiging voor flora en fauna van aquatische ecosystemen. Zware metalen hebben waarschijnlijk een geringe invloed op het voorkomen van waterplanten, dit in tegenstelling tot een aantal organische micro-verontreinigingen (Bloemendaal & Roelofs, 1988).
De fauna kan nadelige gevolgen ondervinden van de verontreiniging van het watersysteem. Bekend is ondermeer het voorkomen van kopafwijkingen bij muggelarven in watersystemen met een sterk vervuilde waterbodem. De verontreiniging van de waterbodem heeft niet alleen gevolgen voor de organismen die in of op de waterbodem leven, maar via predator-prooi relaties ook voor diersoorten van hogere trofische niveaus. Voor organismen die in de top van de voedselpyramide van aquatische systemen staan, zoals de aalscholver en otter, vormen vooral de gechloreerde koolwaterstoffen een ernstige bedreiging voor het voortbestaan van die soorten in verontreinigde gebieden (Broekhuizen & De Ruiter-Dijkman, 1988; Duel et al., 1988).

Micro-verontreinigingen kunnen ook veranderingen in gedragspatroon veroorzaken. Van riviertrekvissen zoals de zalm is bekend, dat zware metalen het trekgedrag kunnen beïnvloeden (Saunders & Sprague, 1967; Sutterlin & Gray, 1973).



FIGUUR 2.9. Het voorkomen van de waterplanten glanzig fonteinkruid, drijvende waterweegbree en zoutwaterzannichellia in relatie tot de relatieve gehalten aan anionen (bron: Bloemendaal & Roelofs, 1988).

2.4.5. Veranderingen in de fysische kenmerken.

Door waterinlaat kunnen macrofaunasoorten met de stroming worden meegevoerd (drift) en waterplanten die niet tegen stroming zijn bestand kunnen zich niet handhaven (Torenbeek, 1988). Stuwing van beken om het ingelaten water vast te houden heeft voor rheofiele (stroomminnende) diersoorten negatieve gevolgen. Voor trekkende vissoorten vormen de stuwen een moeilijke zo niet onoverbrugbare hindernis.
Verandering in de kwelintensiteit heeft grote gevolgen voor de kwelafhankelijke plantesoorten (o.a. Grootjans, 1985; Beltman et al., 1988). Ook voor de fauna kan een verandering van de kwelintensiteit grote gevolgen hebben.

2.4.6. Lange termijn effekten.

Met de inlaat van rivierwater worden zware metalen en organische microverontreinigingen aangevoerd. Ook bij een eenmalige inlaat van rivierwater zullen de effekten van die toxische stoffen gedurende een lange periode merkbaar zijn, vanwege persistentie van deze stoffen in het milieu.
Inlaat van voedselrijk rivierwater in voedselarme wateren (oligotrofe milieus) heeft eutrofiëring tot gevolg. De weg van voedselrijke naar voedselarme milieus is evenwel mogelijk, maar is veelal een kostbare en/of zeer lange weg. Bij de bestrijding van de eutrofiëring vormt de nalevering van fosfaat uit de waterbodem een belangrijk knelpunt. Dit geldt eveneens voor de sanering van verschillende vervuilingsbronnen.
Via infiltratie kan het aangevoerde oppervlaktewater het grondwater bereiken, waardoor het grondwater tot op grote diepte verontreinigd kan raken. Door het opwellen van dergelijk grondwater in kwelgebieden kunnen de specifieke levensgemeenschappen die afhankelijk zijn van schoon kwelwater ernstig worden bedreigd. De ecologische effekten van verRijning blijven dus niet alleen

beperkt tot de inlaatgebieden, maar kunnen na verloop van tijd ook elders optreden. Dit is afhankelijk van de ruimtelijke relaties via grond- en oppervlaktewater, zoals de effekten die kunnen optreden bij het uitslaan van het gebiedsvreemde water op wateren die buiten het aanvoergebied liggen.

2.4.7. Kriteria voor beoordeling van effekten van verRijning op ecosystemen.

Door de aanvoer van gebiedsvreemd water treden in het gebied veranderingen op in de samenstelling van flora en fauna. Voor een beoordeling van deze veranderingen kunnen verschillende kriteria worden gehanteerd (Van der Maarel & Dauvellier, 1978; Bakker et al., 1981):

* de zeldzaamheid van soorten, levensgemeenschappen, abiotische kenmerken, ecosystemen en landschappen;
* de diversiteit aan soorten, levensgemeenschappen, abiotische kenmerken, ecosystemen en landschappen;
* de ontwikkelingsgraad: in hoeverre zijn populaties, levensgemeenschappen, abiotische kenmerken, ecosystemen en landschapskenmerken tot ontwikkeling gekomen;
* de struktuurdifferentiatie;
* de natuurlijkheid (oorspronkelijkheid) van ecosysteemontwikkeling, stoffen- en energiehuishouding;
* de ongereptheid, compleetheid of volledigheid;
* de houdbaarheid (stabiliteit/persistentie);
* de onvervangbaarheid van biotische en abiotische ecosysteemeigenschappen.

Zeldzaamheid en diversiteit zijn kriteria met betrekking tot de patroonkenmerken van een gebied. Begrippen als minimumareaal en natuurlijke isolatie kunnen in de definiëring van het zeldzaamheid- en diversiteitskriterium worden verwerkt. De ontwikkelingsgraad en struktuurdifferentiatie zijn kriteria die betrekking hebben op een ongestoorde ontwikkeling (proceskenmerken). De overige kriteria hebben betrekking op proces- en patroonkenmerken onder invloed van menselijke aktiviteiten. Vele van de bovengenoemde kriteria hangen met elkaar samen. In Van der Maarel & Dauvellier (1978) wordt hierop uitgebreid ingegaan.

Voor een kwantificering van natuur- en landschapswaarden is een groot aantal kriteria beschikbaar. Hiermee kan op verschillende wijze worden omgegaan, hetgeen kan leiden tot verschillende uitkomsten. De uitkomst is afhankelijk van:
(a) de kriteria die in het beoordelingskader zijn opgenomen en
(b) de waarde die aan de kriteria wordt toegekend (rangorde).
Op welke wijze met de kriteria kan worden omgegaan, wordt aan de hand van een voorbeeld toegelicht: brakke wateren worden gekenmerkt door een lage soortenrijkdom (geringe diversiteit) in vergelijking met zoete wateren, maar door hun specifieke soortenopbouw vertegenwoordigen brakke wateren een zekere kenmerkendheid in ons land. Doordat het areaal aan brakke wateren in ons land is afgenomen door het doorspoelen met zoet water is de natuurwaarde van brakke wateren toegenomen (zeldzaamheid). Vanuit oogpunt van het natuurbehoud wordt daarom gepleit om brakke wateren niet te verzoeten. In deze situatie is het diversiteitskriterium ondergeschikt gemaakt aan andere kriteria.
In dit rapport hebben de kriteria natuurlijkheid en kenmerkendheid een hogere waardering dan het diversiteitskriterium.

2.5. EFFEKTEN VAN VERRIJNING OP MAATSCHAPPELIJKE FUNKTIES.

2.5.1. Inleiding.

In een gebied kunnen de waterafhankelijke funkties op verschillende wijze worden beïnvloed door verRijning. Wateraanvoer vindt plaats ten behoeve van een of meerdere funkties in het gebied. Het kan hierbij gaan om zowel kwantitatieve doeleinden (bv. peilbeheersing) als kwalitatieve doeleinden (bv. doorspoeling). Als gevolg van de wateraanvoer kunnen echter veranderingen in eigenschappen van de watersystemen optreden, waarvan andere funkties direkt of indirekt nadelige gevolgen kunnen ondervinden. In FIGUUR 2.10 is weergegeven hoe wateraanvoer verschillende funkties in het gebied kan beïnvloeden. Aanvoer van gebiedsvreemd water zal in vrijwel alle gevallen leiden tot veranderingen in de fysische en chemische gesteldheid van oppervlaktewater, waardoor de normen of richtlijnen voor verschillende funkties kunnen worden overschreden. De basiskwaliteitsnormen uit het IMP-water 85-89 (V&W & VROM 1985) vormen de basis van het toetsingskader voor de verschillende funkties. Voor een aantal funkties zijn aanvullende waterkwaliteitseisen geformuleerd. Een overzicht hiervan is opgenomen in BIJLAGE I.

2.5.2. Wateraanvoer in relatie tot normen en richtlijnen voor funkties.

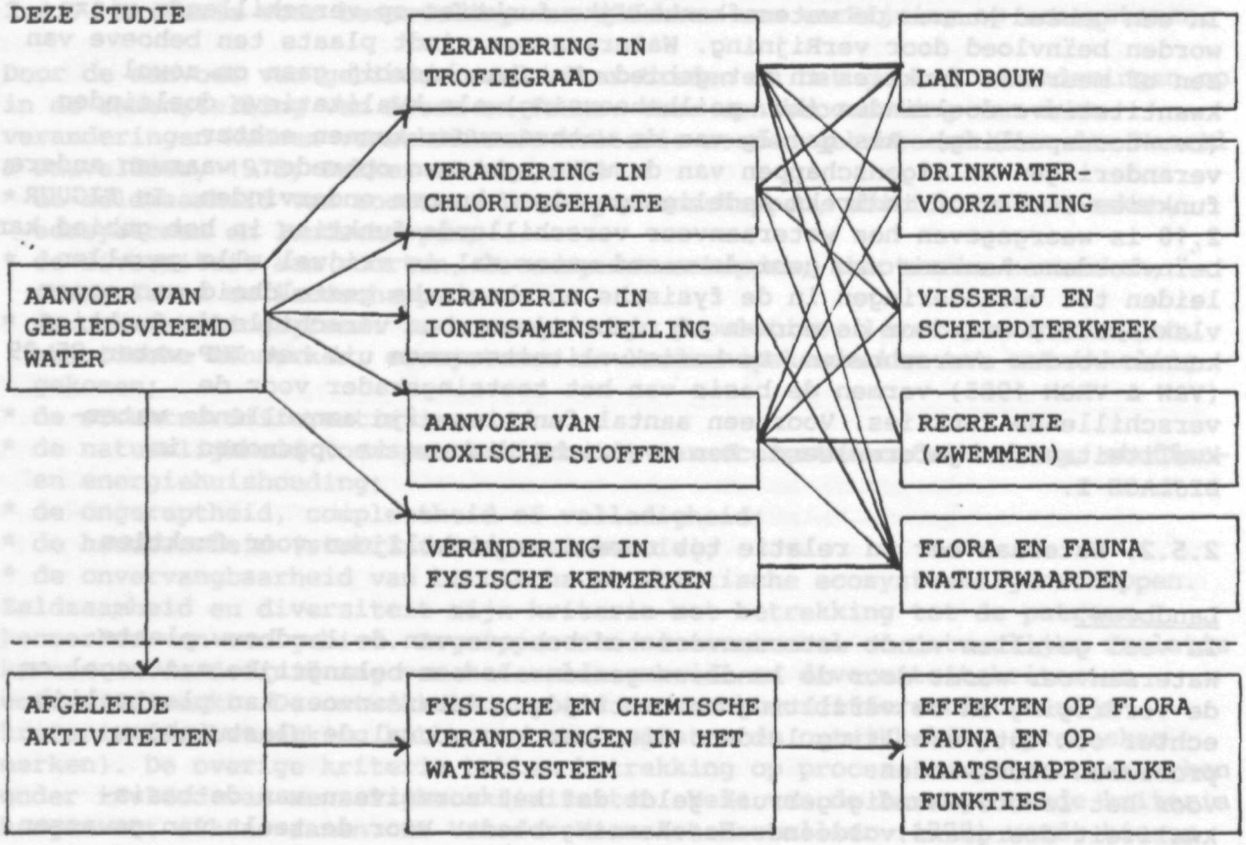
Landbouw.

In veel gevallen vindt wateraanvoer ten behoeve van de landbouw plaats. Wateraanvoer wordt door de landbouw gezien als een belangrijke maatregel om de verdroging en de verzilting te bestrijden. Wateraanvoer kan plaatselijk echter ook tot verzilting leiden. Hierdoor kan vooral de glastuinbouw problemen ondervinden.
Voor het landbouwkundig gebruik geldt dat het normniveau van de basiskwaliteit doorgaans voldoende bescherming biedt. Voor de teelt van gewassen zijn alleen ten aanzien van het chloridegehalte aanvullende eisen geformuleerd. Tot de groep van minst chloridegevoelige akkerbouwgewassen behoren de granen en suikerbieten, terwijl spinazie, spruitkool, boerenkool, rode bieten en witlof relatief chloride-resistente tuinbouwgewassen zijn. Voor veedrenking zijn aanvullende eisen geformuleerd voor wateren die worden gekenmerkt door het massaal voorkomen van blauwalgen en kroos. De zuurstofloosheid die in dergelijke wateren kan optreden, kan vorming van toxische stoffen als H_2S, NH_3 en NO_2 tot gevolg hebben.
Zware metalen en organische micro-verontreinigingen worden door landbouw- en tuinbouwgewassen opgenomen en kunnen de groei nadelig beïnvloeden. De opname van micro-verontreinigingen door landbouwgewassen vormt tevens een bedreiging voor de volksgezondheid. Het normniveau van de basiskwaliteit ten aanzien van micro-verontreinigingen in het oppervlaktewater wordt geacht voor landbouwkundig gebruik voldoende bescherming te bieden, zodat voor deze stoffen geen aanvullende eisen zijn geformuleerd.

Drinkwatervoorziening.

Door aanvoer van gebiedsvreemd water kan de kwaliteit van het oppervlaktewater en het grondwater zodanig veranderen, dat niet meer wordt voldaan aan de waterkwaliteitseisen voor drinkwaterwinning. Voor het gebruik van oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater zijn de kwaliteitseisen wettelijk vastgelegd in het Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewater van 3 november 1983. In het Waterleidingbesluit 1984 zijn de kwaliteitseisen ten aanzien van de inname van oppervlaktewater voor de

produktie van drinkwater vastgelegd. Hierbij worden 3 waterkwaliteitsklassen onderscheiden, alsmede de daarbij van toepassing zijnde zuiveringstechnieken om het water geschikt te maken voor drinkwatervoorziening.



FIGUUR 2.10. De invloed van fysische en chemische veranderingen in het watersyteem door de aanvoer van gebiedsvreemd water op natuur en maatschappelijke funkties en waarden.

Visserij en schelpdierkweek.

Wateraanvoer kan voor de visserij een aantal voordelen hebben wanneer deze gericht is op eutrofiëringsbestrijding en peilbeheersing. Nadelen van wateraanvoer zijn de verzoeting van brak water milieus en de aanvoer van microverontreinigingen.

Het toetsingskader voor wateren met een visserijfunktie is de EG-richtlijn en de basiskwaliteitsnormen. Hierbij is een onderscheid gemaakt in water voor zalmachtigen en karperachtigen. De parameters die strenger of aanvullend zijn ten opzichte van de normen van de basiskwaliteit zijn ondermeer de watertemperatuur, zuurstof, zwevende stof, totaal-fosfaat, ammonium, koper en fenol. Verder is in EG-verband een richtlijn opgesteld inzake de vereiste kwaliteit van zoute en brakke wateren die een funktie vervullen voor schelpdierkweek. Deze richtlijn is nog weinig operationeel omdat voor de meeste parameters nog geen getalsnormen beschikbaar zijn. Voor een beoordeling van de wateren richt de aandacht zich vooral op het zoutgehalte en de aanwezigheid van microverontreinigingen in het sediment en in de organismen.

Recreatie.
In recreatiegebieden kan wateraanvoer plaats vinden voor peilbeheersing en doorspoeling. Belangrijke aanvullende eisen die aan de waterkwaliteit worden gesteld in verband met zwemwaterfunktie betreffen vooral gehalten aan bakteriën en virussen, doorzicht, zuurstofgehalte en fenolen.

Overige funkties.
Wateraanvoer kan ook plaatsvinden voor industrieel gebruik (voornamelijk koel- en spoelwater), peilbeheersing ten behoeve van scheepvaart en peilbeheersing voor bescherming van infrastructuur en bebouwing zoals in veenweidegebieden. Nadelen van wateraanvoer zijn voor deze funkties minimaal.

2.6. BEOORDELINGSKADER TEN AANZIEN VAN DE WATERKWALITEIT.

2.6.1. Gebiedsindeling naar ecosysteemkenmerken.

De effekten van verRijning op ecosystemen en funkties kunnen per gebied sterk verschillen. Voor een beoordelingskader ten aanzien van de waterkwaliteit is een differentiatie naar verschillende gebiedstypen noodzakelijk.
De uitgangssituatie van het beoordelingskader zijn de waarden die de verschillende fysische en chemische parameters onder natuurlijke omstandigheden kunnen aannemen in de verschillende wateren in de verschillende gebieden. Hiervoor is het nodig te kunnen beschikken over een gebiedsindeling op basis van natuurlijke eigenschappen van ecosystemen, met name van de aquatische ecosystemen en de grondwatergebonden ecosystemen. Voor een dergelijke ecosysteemindeling is in deze studie aangesloten bij de indeling in ecodistrikten van CML/RIVM (Klijn, 1988). Deze indeling is gebaseerd op abiotische en biotische ecosysteemkenmerken. De beschrijving van de eenheden is weergegeven in BIJLAGE 1.
Aan de hand van analyses van de studiegebieden kan met behulp van de beschrijvingen van de oorspronkelijke en aktuele fysische en chemische gesteldheid van de watertypen in de ecodistrikten een beeld worden gevormd van de effekten van verRijning in de verschillende landschapstypen.

2.6.2. De natuurlijke uitgangssituaties.

Een gebiedsgerichte uitwerking van de natuurlijke uitgangssituatie van de watertypen heeft nog niet plaatsgevonden. Daarom is voor de beschrijving van de natuurlijke uitgangssituatie van de verschillende watertypen gebruik gemaakt van het recent verschenen rapporten van Torenbeek (1988) en van de CUWVO (1988). In deze rapporten is in een aantal gevallen reeds een eerste aanzet gegeven voor een gebiedsgerichte uitwerking van de referentiewaarden van de verschillende watertypen.
De volgende watertypen worden hier onderscheiden:
* bronnen en bovenloopjes
* beken
* kleine rivieren
* kleine ondiepe zoete stagnante wateren (sloten en overige zeer ondiepe wateren)
* diepere zoete stagnante wateren (meren, plassen, kanalen, wijken)
* zure stagnante wateren (vennen, heideplassen)
* duinmeren
* brakke wateren

Deze indeling is vooral gekozen omdat deze watertypen van nature verschillen in een aantal essentiële ecologische eigenschappen. Deze eigenschappen zijn stroming, chloridegehalte en bufferend vermogen (samenhangend met de zuurgraad).
Door Torenbeek (1988) en de CUWVO (1988) is van een aantal fysische en chemische parameters van verschillende watertypen een schatting gemaakt van de natuurlijke waarden. De in dit rapport genoemde referentiewaarden van bovengenoemde watertypen zijn een bewerking van deze gegevens, omdat er tussen beide rapporten verschillen bestaan in de indeling in watertypen en in de hoogte van de referentiewaarden.
De volgende fysische en chemische parameters komen aan bod:

Zuurgraad (pH).
Voor de meeste zoetwatertypen ligt de pH-waarde in het trajekt 6-8. De natuurlijke pH-waarde van watertypen die vrijwel uitsluitend door regenwater worden gevoed ligt in het trajekt van 4-6. Brakke wateren hebben een natuurlijke pH-waarde van 8-9.

Elektrisch geleidingsvermogen (EGV).
Deze parameter geeft een indicatie van het totaal aantal ionen in het water. Bronnen, bovenlopen en zure stagnante wateren hebben een laag EGV, terwijl brakke wateren een hoog EGV hebben.

Zuurstofgehalte (O_2).
De gemiddelde zuurstofgehalten liggen in bijna alle watertypen in het trajekt 8 - 11 mg/l. Dit komt overeen met de verzadigingswaarden voor opgelost zuurstof bij watertemperatuur van 10-25°C (CUWVO, 1988). Dergelijke waarden zijn te verwachten in situaties waarin de zuurstofproduktie en zuurstof-consumptie door organismen in het water gering zijn ten opzichte van het fysische zuurstofuitwisselingsproces tussen water en atmosfeer.

Chloridegehalte (Cl^-).
Veel zoetwatertypen hebben een natuurlijk chloridegehalte van minder dan 40 mg/l. Meren en plassen hebben een natuurlijk chloridegehalte van 20-80 mg/l. Door natte en droge depositie kan het chloridegehalte in duinmeren oplopen tot 200 mg/l. Watertypen die onder invloed staan van zoute kwel of zout oppervlaktewater hebben een natuurlijk chloridegehalte van meer dan 100 mg/l.

Calciumgehalte (Ca^{2+}).
Door de invloed van de bodemsamenstelling bestaan er grote verschillen in natuurlijk calciumgehalte. Het natuurlijke calciumgehalte van watertypen die onder invloed staan van kalkrijk grondwater kan meer dan 100 mg/l bedragen. Rivieren, meren en plassen hebben een natuurlijk calciumgehalte van 30-80 mg/l. Zure stagnante wateren hebben een calciumgehalte van minder dan 10 mg/l en brakke wateren van meer dan 100 mg/l.

Sulfaatgehalte (SO_4^{2-}).
Het natuurlijk sulfaatgehalte van veel zoetwatertypen bedraagt minder dan 40 mg/l, terwijl brakke wateren van nature een veel hoger sulfaatgehalte (50-200 mg/l) hebben.

Fosfaatgehalte (PO_4^{3-}).
Door CUWVO (1988) wordt het natuurlijk fosfaatgehalte weergegeven als jaarmaximum orthofosfaat (o-P) en door Torenbeek (1988) als gemiddelde totaal-fosfaatgehalte (t-P). Het natuurlijk orthofosfaatgehalte ligt in veel

watertypen beneden de 0.1 mg/l. Alleen rivieren (0.1-0.2 mg P/l) en brakke wateren (>0.2 mg P/l) hebben een hoger orthofosfaatgehalte.
Het gemiddeld natuurlijk niveau van de fosfaatgehalten in grondwater in zand- en veengebieden bedraagt 0.1-0.2 mg P/l en in kleigebieden 0.5-0.6 mg P/l.

Nitraat (NO_3^-) en totaal N-gehalte (t-N).
Het nitraatgehalte is evenals het orthofosfaatgehalte weergegeven als jaarmaximum. In alle watertypen ligt het jaarmaximum van het nitraatgehalte beneden 1 mg N/l.

De referentiewaarden van bovengenoemde fysische en chemische kenmerken van de verschillende watertypen zijn in TABEL 2.3 weergegeven.

2.6.3. De aktuele situatie.

Uit diverse publikaties is door Torenbeek (1988) een overzicht samengesteld van de recent gemeten waarden van de bovengenoemde parameters in verschillende watertypen en gebieden (BIJLAGE II). Dit overzicht geeft een beeld van de huidige toestand in de verschillende deelgebieden onder invloed van aktuele en/of vroegere belasting, terwijl er ook de specifieke gebiedseigenschappen, zoals de bodemsamenstelling, in doorklinken. Het door Torenbeek gegeven overzicht is hier bewerkt voor de gebiedsindeling in ecodistrikten, die in deze studie wordt gebruikt.

Per gebied is niet voor alle watertypen de huidige waterkwaliteit aangegeven, omdat niet alle watertypen in alle gebieden voorkomen. Soms ontbreekt ook informatie over bepaalde watertypen. Bovendien is de informatie over de kwaliteit van watertypen veelal slechts voor een gering aantal parameters bekend. Uit een vergelijking tussen de referentiewaarden en de aktuele situatie kan een aantal globale conclusies worden getrokken.
1. In vrijwel alle gebiedstypen zijn voor alle watertypen de waarden van het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) en het chloridegehalte aanzienlijk hoger zijn dan de referentiewaarden. Dit duidt op een nivellering van het gebiedsspecifieke karakter van het oppervlaktewater, zoals dat tot uiting komt in de ionensamenstelling. Deze nivellering wordt veroorzaakt door lokale lozingen en/of inlaat van rivierwater. De verschillen tussen gemeten en referentiewaarden zijn het grootst in de zandgebieden.
2. De gemeten fosfaat- en nitraatconcentraties zijn in vrijwel alle landschapstypen en watertypen veel hoger dan de referentiewaarden voor deze parameters. Hieraan zijn vooral lokale lozingen van RWZI's en de landbouw debet. Ook kan eutrofiëring optreden als gevolg van inlaat van gebiedsvreemd water.
3. De pH-waarden in zure stagnante wateren liggen in het algemeen lager dan de referentiewaarden voor deze watertypen. Dit heeft te maken met effekten van zure depositie (lagere pH-waarden). In enkele gevallen liggen de pH-waarden hoger hetgeen veroorzaakt wordt door de toevoer van oppervlaktewater met hogere pH-waarden. Met waterinlaat hangt ook de geconstateerde verhoging van de calciumconcentraties in een aantal van nature zure oppervlaktewateren samen.
4. Door lozingen en/of door uitspoeling van landbouwgronden heeft een aantal watertypen een sulfaatgehalte dat veel hoger is dan de referentiewaarde. Een andere verontreinigingsbron zijn de raffinaderijen en elektriciteitscentrales, die door SO_2-emmissies in de lucht zorgen voor een grote hoeveelheid sulfaat in het oppervlaktewater.

TABEL 2.3 Een schatting van de natuurlijke referentiewaarden van verschillende watertypen.

PARAMETER	BRONNEN EN BOVENLOOPJES	BEKEN	KLEINE RIVIEREN
pH	6.0-8.0*	6.0-8.0	6.5-8.0
EGV (uS/cm)	50-100**	100-200#	200-400#
zuurstof (%)	80-110***	80-110	80-110
zuurstof (mg/l)	8-11	8-11	8-11
chloride (mg/l)	<40**	10-40#	10-50#
sulfaat (mg/l)	<40	<40	<40
calcium (mg/l)	10-100##	10-100###	30-80
o-P (mg P/l)	<0.1	<0.1	0.1-0.2
t-P (mg/l)	<0.05	<0.1	<0.1
nitraat (mg N/l)	<1	<1	<1
t-N (mg/l)	<1	1-2	1-2

PARAMETER	KLEINE ONDIEPE ZOETE WATEREN	GROTE ZOETE STAGNANTE WATEREN	ZURE STAGNANTE WATEREN
pH	6.0-8.0	7.5-8.5	4.0-6.0
EGV (uS/cm)	200-400	200-400	30-100
zuurstof (%)	80-110	80-110	80-110
zuurstof (mg/l)	8-11	8-11	8-11
chloride (mg/l)	20-100@	20-100@	<20
sulfaat (mg/l)	<40@	<40@	<40
calcium (mg/l)	30-80	30-80	<10
o-P (mg P/l)	<0.1	<0.1	<0.1
t-P (mg/l)	<0.1	<0.1	<0.05
nitraat (mg N/l)	<1	<1	<1
t-N (mg/l)	1-2	1-2	<0.5

PARAMETER	DUINMEREN	BRAKKE WATEREN
pH	7.0-8.0	8.0-9.0
EGV (uS/cm)	100-600	300-10000
zuurstof (%)	80-110	80-110
zuurstof (mg/l)	8-11	8-11
chloride (mg/l)	40-200	100-10000
sulfaat (mg/l)	<40	50-200
calcium (mg/l)	<60	50-150
o-P (mg P/l)	<0.1	>0.2
t-P (mg/l)	<0.05	0.1-0.5
nitraat (mg N/l)	<1	<1
t-N (mg/l)	<0.5	1-2

* in veengebieden vanaf pH=4
** bij zoute kwel: zie Cl^--waarden van brakke wateren
*** dicht bij uittreden lager
\# toename stroomafwaarts
in Zuid-Limburg hoger (25-200
in Zuid-Limburg >100
@ in kustprovincies hoger

3. PROBLEEMANALYSE EN GENEREREN VAN OPLOSSINGEN.

3.1. INLEIDING.

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de probleemanalyse en de keuze van mogelijke oplossingen voor problemen rond de aanvoer van gebiedsvreemd water in dit onderzoek is verlopen. Een systematische aanpak is vanwege het grote aantal mogelijke oplossingsrichtingen en bouwstenen gewenst. Daartoe zijn beoordelingskriteria en oplossingsprincipes opgesteld.
Verder wordt in dit hoofdstuk een overzicht gegeven van de mogelijke maatregelen per oplossingsrichting. Hierbij is niet gestreefd naar volledigheid; in de opsomming komen naast reeds bestaande ook mogelijke nieuwe maatregelen aan bod. Voor een bespreking in meer detail wordt verwezen naar de regiobeschrijvingen in de bijlagen.

3.2. METHODE VOOR GEBIEDSGERICHTE PROBLEEMANALYSE EN PLANBEOORDELING.

Teneinde de verschillende gebieden met elkaar te kunnen vergelijken is gekozen voor een gestandaardiseerde aanpak. De probleemanalyse start met een beschrijving van de uitgangssituatie, de door het beleid geformuleerde uitgangspunten en op stapel staande plannen (FIGUUR 3.1.). Als beoordelingskader van de huidige en de te verwachten kwaliteit van het oppervlaktewater worden de referentiewaarden uit Torenbeek (1988) en de CUWVO (1988) gebruikt (zie hoofdstuk 2). Er zijn vier verschillende toekomstige ontwikkelingen te onderscheiden, waarbij de aanvoer van gebiedsvreemd water respektievelijk wordt geïntroduceerd, vergroot, teruggebracht of gelijk gehouden. Blijken de bestaande of te verwachten ontwikkelingen niet overeen te komen met de gewenste toestand, dan wordt bezien of alternatieven kunnen worden gevonden.

PROBLEEMANALYSE

Stap 1. Analyse uitgangssituatie (oorspronkelijke toestand).

Stap 2. Formuleren van gebiedsgerichte normatieve uitgangspunten op basis van bestaand beleid (gewenste toestand).

Stap 3. Probleemanalyse bestaande situatie en aktuele plannen (introduktie, vergroting, vermindering of gelijkblijvend).

Stap 4. Is er sprake van een probleem? (Confrontatie bestaande en/of dreigende toestand met gewenste toestand).

Zo ja, dan stap 5 (en eventueel verder) voor het formuleren van oplossingsmogelijkheden.

FIGUUR 3.1. Schema van de probleemanalyse.

3.3. HET GENEREREN VAN ALTERNATIEVE OPLOSSINGEN.

3.3.1. Oplossingsprincipes.

Het formuleren van oplossingsmogelijkheden geschiedt op basis van een aantal algemene principiële uitgangspunten. In deze studie is uitgegaan van de volgende principes:

a. Voorkómen is beter dan genezen; in tweede instantie liever oorzaken wegnemen dan effekten bestrijden.
b. Er wordt bij het formuleren van oplossingen rekening gehouden met ecologische eigenschappen van een gebied en de gebruiksfunkties van dit gebied (integrale benadering).
c. Er gestreefd naar duurzame (lange termijn) oplossingen.
d. Er wordt ingespeeld op ruimtelijke differentiatie en temporele variatie.
e. Er wordt naar gestreefd oplossingen te laten aansluiten bij bestaande beleidsuitgangpunten. Er wordt echter ook gekeken naar mogelijkheden voor en wenselijkheid van afwijkend beleid en nieuw instrumentarium.

Op deze principiële uitgangspunten zal hier kort worden ingegaan.

Voorkómen is beter dan genezen: oorzaken wegnemen in plaats van effekten bestrijden.

Dit uitgangspunt leidt voor het probleem van de verRijning tot de volgende voorkeursvolgorde:

1. Vermindering van de watervraag.
Aanvoer van gebiedsvreemd water dient veelal om verdroging of verzilting tegen te gaan die worden veroorzaakt door relatief intensief watergebruik. De sterk toegenomen waterbehoefte is het gevolg van onder meer een toegenomen bevolking en toename van het oppervlak droogtegevoelige gewassen. Het terugdringen van de waterbehoefte en het watergebruik is een strukturele oplossing die zowel droogte- of zoutschade voorkomt als de noodzaak tot inlaat van gebiedsvreemd water.

2. Alternatieve beschikbaarstelling.
Als de watervraag niet of onvoldoende kan worden teruggebracht, dan kan worden gezocht naar alternatieve bronnen. Gedacht kan worden aan water-retentie (conservering) van gebiedseigen water.

3. Mitigeren van ongewenste effekten.
Indien er geen alternatieven voor de aanvoer van gebiedsvreemd water zijn, dan kan gezocht worden naar maatregelen om de ongewenste effekten te verminderen, zoals voorzuivering van het water of het gebruik van andere aanvoerwegen die minder ernstige milieu-effekten met zich meebrengen.

4. Compenseren van ongewenste effekten.
Het compenseren van effekten die noch te voorkomen noch te mitigeren zijn, is een laatste middel om de aanvoer van gebiedsvreemd water acceptabel te maken.

Integrale oplossingen.

Het zoeken van integrale oplossingen in de sfeer van watergebruik ligt geheel in de lijn van de nota 'Omgaan met Water' (Rijkswaterstaat, 1985a). Uitgangspunten hierbij zijn:

1 Oplossingen moeten aansluiten op de (eco)hydrologische samenhang van watersystemen. Dit vergt een analyse op het niveau van tenminste gehele stroomgebieden.

2 Oplossingen moeten rekening houden met de economische aspekten van het watergebruik. In dit kader past onder meer een volledige kosten-baten-analyse van de aanvoerplannen.

Met deze uitgangspunten wordt voorkomen dat oplossingen tot problemen voor andere funkties leiden of buiten het aanvoergebied tot problemen leiden.

Duurzame oplossingen.

Behalve integraal in de bovengenoemde zin dient de oplossing duurzaam te zijn. Dit heeft betrekking op het voortduren van zowel het beoogde effekt alsook de daarvoor noodzakelijke aktiviteit. De oplossing dient bij voorkeur ook geen nieuwe problemen te genereren. Het scheppen van betere waterbeschikbaarheid mag derhalve niet leiden tot een grotere strukturele waterbehoefte. Dit vereist dat bij de gekozen oplossing rekening moet worden gehouden met schommelingen in het wateraanbod, veranderingen in de grootte van de waterbehoefte, en veranderingen in de aard van de waterbehoefte.

Met veranderende wensen ten aanzien van de aard van de waterbehoefte en het watergebruik wordt eigenlijk nooit rekening gehouden. Toch is het een reële eis. Als beeknormalisatie niet in beton maar in makkelijk "sloopbare" materialen zou worden uitgevoerd (bijvoorbeeld rijshoutbeschoeiing), dan is beekherstel makkelijker en goedkoper uit te voeren. Vanuit deze optiek is er een voorkeur voor "zachte" beheerstechnische oplossingen in plaats van "harde" irreversibele cultuurtechnische ingrepen.

Inspelen op variatie in ruimte en tijd.

1. <u>Regionale uitgangspunten en doelstellingen</u>.
Oplossingen dienen ruimtelijk gedifferentieerd te zijn, omdat gebieden verschillen in bodemkundige en hydrologische eigenschappen. Hierdoor hebben ze een verschillende gevoeligheid voor maatschappelijke aktiviteiten. Ook de waarde van gebieden kan door dergelijke verschillen variëren. Binnen de landelijke doelstellingen dienen gebiedsgerichte uitgangspunten en doelstellingen te worden geformuleerd.

2. <u>In de tijd variabele (flexibele) oplossingen</u>.
Een maatregel zoals het tijdelijk beperken van de grondwaterwinning kan bijvoorbeeld jaarlijks worden aangepast aan het beschikbare neerslagoverschot teneinde de voorraden te bewaken.

Kritische oriëntatie op beleid.

Elke vorm van planning begint met de formulering van normatieve uitgangspunten. Voor een deel zijn deze geëxpliciteerd in overheidsnota's en beleidsstukken. In deze studie wordt ook gekeken naar nieuwe en andere uitgangspunten en instrumenten.

1. Huidig gebiedsgericht beleid en instrumentarium.
Relevant in dit kader zijn vooral gebiedsaanwijzing (onder andere natuur- en waterwingebieden) en gebiedsgerichte (water)kwaliteitsnormen. Met betrekking tot het Rijksbeleid zijn vooral van belang de uitspraken in de 4e Nota Ruimtelijke Ordening, het Nationaal Natuurbeleidsplan (NBP), het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP), de 3e Nota Waterhuishouding, de Relatienota, de Indicatieve Meerjaren Programma's (IMP's) Milieu, Water, Lucht en Bodem, de Structuurschema's Natuur- en Landschapsbehoud (SNLB), Landinrichting en Drink- en Industriewatervoorziening en diverse wetten en regelingen (waaronder de Bergboerenregeling, de Grondwaterwet, de Wet op de Bodembescherming).

2. Ontwikkeling nieuwe uitgangspunten en instrumenten.
Ideeën voor mogelijk nieuw instrumenterium of alternatief gebruik van bestaand instrumentarium komen slechts zijdelings aan de orde bij de casestudies (BIJLAGEN III t/m VII).

3.3.2. Voorkeursvolgorde van alternatieve oplossingen.

De bovengenoemde uitgangspunten resulteren in de voorkeursvolgorde bij het zoeken van alternatieven zoals weergegeven in FIGUUR 3.2.

De oplossingen zijn in deze benadering allereerst gericht op het wegnemen van de oorzaken in plaats van op effektbestrijding, waarbij het accent ligt op beheerstechnische en planologische oplossingen in plaats van cultuurtechnische maatregelen. In deze studie wordt speciale aandacht besteed aan het instrumentarium van de ruimtelijke ordening.

3.4. SOORTEN INSTRUMENTEN.

Alvorens een verdere uitwerking te geven aan de mogelijke oplossingsrichtingen volgens de aangegeven prioriteitsvolgorde, worden hier eerst enkele groepen beleidsinstrumenten en hun mogelijke inzet per oplossingsrichting besproken.

De volgende groepen instrumenten staan ter beschikking:
- juridisch-planologisch (bestemming): normen en quotering, gebiedsaanwijzing en zonering van onderstaande instrumenten,
- cultuurtechnisch (inrichting): fysieke ingrepen en daarmee samenhangend beheer, zoals het graven van sloten, aanleggen van stuwen e.d.,
- financieel-economisch: sturing van inrichting en beheer door heffingen, subsidies en vergoedingen.

OPLOSSINGEN

Stap 5. Kan de waterbehoefte of het watergebruik worden teruggebracht?
nee)
onvoldoende) ----› Stap 6
voldoende
volledig beheerstechnisch / planologisch
gedeeltelijk cultuurtechnisch

Stap 6. Kan ander water beschikbaar komen?
nee)
onvoldoende) ----› Stap 7
voldoende
volledig beheerstechnisch / planologisch
gedeeltelijk cultuurtechnisch

Stap 7. Zijn de ongewenste effekten te mitigeren?
nee)
onvoldoende) ----› Stap 8
voldoende
volledig beheerstechnisch / planologisch
gedeeltelijk cultuurtechnisch

Stap 8. Zijn de ongewenste effecten te compenseren?
nee)
onvoldoende) ----› Stap 9
voldoende
volledig beheerstechnisch / planologisch
gedeeltelijk cultuurtechnisch

Stap 9. Moeten de uitgangspunten en doelstellingen worden herzien?
Zo ja, dan terug naar stap 2.

FIGUUR 3.2. Procedure bij het zoeken naar oplossingsalternatieven.

Educatie en voorlichting vormen een vierde groep instrumenten waarmee ideeën een maatschappelijke voedingsbodem krijgen. Hieraan zal in dit rapport verder geen aandacht worden geschonken.

Binnen de hier genoemde drie hoofdgroepen van instrumenten kunnen afzonderlijke maatregelen worden onderscheiden. De mogelijke bijdrage van de maatregelen kan verschillen per oplossingsrichting. In TABEL 3.1. is een overzicht gegeven van de maatregelen die in elk van de vier onderscheiden oplossingsrichtingen essentieel en additioneel kunnen zijn. In de praktijk zullen maatregelen slechts in de vorm van gecombineerde pakketten effektief zijn.

In de uitwerking van de voorbeeldgebieden zal geput worden uit de maatregelen, zoals genoemd in TABEL 3.1. Uit de genoemde maatregelen blijkt het belang van de ruimtelijke ordening in het zoneren van waterbehoeftige en waterbeïnvloedende funkties en aktiviteiten.

TABEL 3.1. Overzicht van accenten op maatregelen binnen verschillende oplossingsrichtingen; groot accent = ▬, klein accent = ▪

MAATREGELEN	OPLOSSINGSRICHTINGEN			
	VERMINDEREN GEBRUIK	ANDERE BRON	MITI-GEREN	COMPEN-SEREN
Juridisch-planologisch				
- beperking door normen, quotering en verbodsbepalingen	▬			
- aanwijzing waterwingebied, bodem beschermingsgebied e.d.	▬		▪	
- aanwijzing relatienotagebied, natuurgebied, bufferzones		▪	▪	▬
- zonering waterwinning en water-behoeftige functies en cultuur-technische ingrepen	▬		▬	
Cultuurtechnisch				
- vergroten doorvoer en aanvoer		▬	▪	
- verminderen drainage en vergroten drainage weerstand t.b.v. water-retentie		▬		
- spaarbekkens en verbreding van watergangen		▬	▪	▪
- stuwen e.d. ten behoeve van peil-beheer		▬	▪	▪
- aanleg hydrologische bufferzones en dijken t.b.v. de isolatie van kwetsbare gebieden	▬		▬	▪
- waterzuivering(smoerassen)			▬	▪
- natuurtechnische milieubouw			▬	▬
Financieel/economisch				
- beperkend door heffingen water-winning	▬			
- stimulerend door subsidies voor hergebruik, aanpassing gewas-keuze, ontwikkeling lichtere landbouwwerktuigen en natuur-vriendelijke landbouwmethoden	▬	▪		
- compenserend door vergoeding van droogteschade, beheers-vergoedingen voor waterschade, toepassing Relatienota	▬			▬

3.5. ALTERNATIEVEN VOOR WATERAANVOER.

3.5.1. Verminderen van de watervraag.

Maatregelen binnen deze oplossingsrichting zijn gericht op het verminderen van de waterbehoefte en het terugbrengen van het watergebruik. De mogelijkheden worden hier per watergebruikersgroep aangeduid.

Landbouw:

a. Vermindering waterbehoefte.
- bevorderen gebruik minder droogte- en zoutgevoelige gewassen door middel van gewassubsidie en geen subsidiëring wateraanvoer
- beperken drainage en ontwateringswerken door heffingen e.d.;
- zonering waterbehoeftige landbouw en bovengenoemde maatregelen;

b. Vermindering watergebruik.
- heffingen en quotering grondwaterwinning waardoor beregening minder aantrekkelijk wordt;
- heffingen en quotering van oppervlaktewaterwinning vooral tijdens droge jaren en in verRijningsgevoelige gebieden, voorzover dat niet leidt tot toename grondwaterwinning;
- subsidiëring van efficiëntere vormen van beregening, bevordering indirect door heffing en quotering waterwinning en verbieden van inefficiënte beregening met onvoldoende redement;
- subsidiëring van lichtere landbouwwerk- en voertuigen, waardoor waterretentie beter mogelijk wordt;
- zonering bij de toepassing van bovengenoemde maatregelen bijvoorbeeld binnen relatienotagebieden.

Drinkwaterwinning:

a. Vermindering waterbehoefte.
- zonering en reallocatie drinkwaterbehoeftige funkties;
- omschakeling naar andere wintechnieken.

b. Vermindering watergebruik.
- verhoging drinkwaterprijs;
- verbod, quotering of heffingen op het gebruik van drinkwater voor laag kwalitatief gebruik;
- heffing en quotering grondwaterwinning;
- zonering bij de toepassing van bovenstaande maatregelen, gebiedsgericht en in de vorm van waterwingebieden/watergebruiksgebieden.

Industrie:

a. Vermindering waterbehoefte.
- stimuleren produktieprocessen met lage behoefte aan (kwalitatief goed) water;
- hergebruik van water bevorderen;
- zonering waterbehoeftige industrie;

b. Vermindering watergebruik.
- heffingen en quotering grond- en oppervlaktewaterwinning;
- bevorderen van hergebruik van water en eigen opslag;
- zonering van bovenstaande maatregelen.

Intersectoraal:
- prioritering gebruik per sektor; eerste prioriteit voor kwetsbare funkties (natuur);
- zonering waterbehoeftige funkties op basis van aard en omvang van de wateronttrekking.

De haalbaarheid en effektiviteit van heffingen en quotering van grondwaterwinning door landbouw, industrie en drinkwaterwinning en de prioritering per sektor en type grondwaterwinning zijn globaal verkend in de PAWN-studie (Goeller et al., 1983). De toepassing van een aantal oplossingsmaatregelen is moeilijk controleerbaar en is daarom onaantrekkelijk. Het beperken van beregening tot één periode is bijvoorbeeld beter controleerbaar dan het koppelen aan een quotering. Relevant lijken vooral de quotering van grondwaterwinning voor de landbouw en de drinkwatervoorziening, quotering van oppervlaktewaterwinning voor de landbouw en een ruimtelijke prioritering van grondwatergebruik naar verschillende sektoren.

3.5.2. Vergroting van het aanbod aan gebiedseigen water.

Hierbij gaat het om het zoeken naar alternatieve beschikbaarheid van water bij overigens gelijkblijvend watergebruik. Er is hierbij een voorkeur voor retentie van grondwater boven conservering van oppervlaktewater. Op neerslag anticiperend peilbeheer heeft verder de voorkeur boven verdergaande cultuurtechnische aanpassingen. Men kan denken aan de volgende maatregelen.

Grondwaterretentie door aangepast peilbeheer.
Uitvoering is mogelijk door minder diepe ontwatering en het handhaven van hogere waterpeilen. Hiervoor zullen beheersaanpassingen nodig zijn en eventueel zelfs funktieveranderingen. De effektiviteit van deze maatregel is waarschijnlijk gering. Zonering kan bijvoorbeeld plaats vinden binnen relatienotagebieden.

Oppervlaktewaterretentie door aangepast peilbeheer.
Door het peilbeheer te richten op maximale retentie in het late voorjaar komt meer gebiedseigen water beschikbaar voor gebruik in de zomer. Ook de effektiviteit van deze maatregel is zeer gering. Zonering kan bijvoorbeeld binnen waterschappen en poldereenheden.

Grondwaterretentie door funktieverandering.
In bepaalde gebieden kan landbouw worden vervangen door natuur of bosbouw, waarbij hogere waterpeilen ontstaan. Zonering kan bijvoorbeeld plaats vinden binnen streek- en bestemmingsplannen.

Grondwaterretentie door cultuurtechnische aanpassingen.
De aanleg van stuwen kan weliswaar effektief zijn als conserveringsmaatregel, maar kan leiden tot beperking van de mogelijkheden voor migratie van diersoorten.
Door het verkleinen van de drainagedichtheid én het vergroten van de drainageweerstand (zoals het weer laten meanderen van beken) zullen zich hogere grondwaterpeilen instellen. Zonering kan bijvoorbeeld binnen relatienotagebieden.

Oppervlaktewaterretentie door cultuurtechnische aanpassingen.
Mogelijkheden liggen in de aanleg van spaarbekkens en tijdelijke berging in inundatiegebieden ten behoeve van drinkwaterwinning, industrie en landbouw.

Vergroting grondwaterhoeveelheden door infiltratie.
Infiltratie naar het grondwater is mogelijk vanuit de watergangen. Ook wordt diepte-infiltratie toegepast, met name ten behoeve van de drinkwaterwinning.

Bij deze maatregelen is soms financiële compensatie nodig. Wat betreft de schade aan de landbouw door toegenomen wateroverlast als gevolg van waterretentie kan men denken aan:
(1) beheersvergoedingen (relatienota en bergboerenregeling);
(2) gewogen waterschapsbelasting afhankelijk van de overlast;
(3) fondsvorming ten behoeve van uitkering bij waterschade;
(4) een vergoeding voor waterretentie.

3.5.3. Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen worden ingedeeld naar type effekt en naar relevante sektoren. De mitigerende maatregelen zijn in deze studie slechts gericht op de negatieve effekten van de aanvoer van gebiedsvreemd water.

Wijziging van aanvoerwegen.
Door verlenging en omlegging van de aanvoerwegen in het primaire of secundaire stelsel kan indringing plaatsvindt en daarmee een vermindering van de negatieve effekten. Ook kan verlenging van de weg die het water moet doorlopen in het tertiaire systeem de biologische zelfreiniging verhogen.

Vermindering van verontreinigingseffekten.
Problemen voor natuur en bosbouw, zoals vervuiling door micro-verontreinigingen en eutrofiëring kunnen worden beperkt door de aanleg van:
- zuiveringsmoerassen;
- slibvangbekkens;
- vergroten van de zelfreiniging;
- gedeeltelijke of volledige hydrologische isolatie;
- vergroten van de doorstroming.

Het opwellen van vlakbij geïnfiltreerd gebiedsvreemd grondwater kan nauwelijks worden voorkomen. Rijnwater kan soms worden ingezet ter beperking van eutrofiëring door stroomsnelheden te vergroten en door vermindering van de nutriëntenconcentraties daar waar sprake is van hoge lokale belasting.

Problemen voor de landbouw ten gevolge van op het land gebrachte verontreinigingen kunnen worden verminderd door:
- gebruik van grondwater, maar dit leidt weer tot verdroging;
- de teelt van gewassen die relatief ongevoelig zijn voor verontreiniging;
- de zuivering van lokale lozingen;
- inschakeling van zuiveringsmoerassen.

Problemen voor de drinkwaterwinning kunnen ten dele worden opgelost door gebruik te maken van spaarbekkens voor oppervlaktewaterwinning of door toepassing van diepte-infiltratie in zandgebieden.

Waterkwaliteitsproblemen kunnen in de industriële sektor eventueel worden opgevangen met behulp van een zuiveringsinstallatie.

Voor de recreatie is vooral een gering doorzicht door vervuild water een probleem. Door het vergroten van de doorstroming kan dit ten dele worden opgelost.

Voorkómen van nivellering van watertypen.
In sommige soorten gebieden kan gebiedsvreemd water ongewenste effekten veroorzaken, doordat water met een afwijkende ionensamenstelling wordt geïntroduceerd. Hierdoor kunnen soorten die kenmerkend zijn voor een bepaald watertype verdwijnen. De enige remedie is het vasthouden van gebiedseigen water, eventueel ten koste van grotere schommelingen in waterpeil tijdens perioden van droogte.

Voorkómen van isolatie.
Veel wateraanvoerplannen zijn van invloed op de migratiemogelijkheden van waterorganismen en soms ook landorganismen. Vooral soorten met een groot territorium zijn kwetsbaar. Isolatie kan soms worden opgeheven door het aanbrengen van speciale voorzieningen, zoals casdades, laag uitgesneden taluds met opstapjes en trapjes.

3.5.4. Compenserende maatregelen.

Het gaat bij compensatie voor verloren gegane natuurwaarden om het scheppen van voorwaarden voor het ontstaan van gelijksoortige of andersoortige natuurwaarden op dezelfde of een andere plaats. Dit heeft meestal de vorm van natuurtechnische milieubouw, maar kan ook de aanwijzing van een nieuw natuurgebied betreffen. In deze studie wordt aan dit type maatregelen weinig aandacht geschonken.

4. VOORBEELDGEBIEDEN: SAMENVATTING EN VERGELIJKING

4.1. INLEIDING

Voor een aantal gebieden is een nadere analyse uitgevoerd om enige diepgang aan de studie te kunnen geven en generalisaties beter te kunnen onderbouwen. In dit hoofdstuk zal allereerst worden ingegaan op de keuze van de voorbeeldgebieden. Vervolgens zal een samenvatting van de analyses van wateraanvoer(plannen) en oplossingsrichtingen worden gegeven. Een uitgebreide beschrijving van de voorbeeldgebieden is opgenomen in de BIJLAGEN III t/m VII. In de daarop volgende paragraaf zal op de overeenkomsten en verschillen tussen de gebieden worden ingegaan. Tenslotte wordt aangegeven in hoeverre op basis van deze uitkomsten iets gezegd kan worden over de situatie in de rest van Nederland.

4.2. DE VOORBEELDGEBIEDEN: ARGUMENTATIE VOOR DE KEUZE

Voor de keuze van proefgebieden zijn de volgende eisen geformuleerd:

- Er moet sprake zijn van wateraanvoer of aktuele plannen de aanvoer van gebiedsvreemd water te realiseren of te vergroten.
- De gebieden moeten representatief zijn voor grotere delen van Nederland met een vergelijkbare fysiografische en ecologische gesteldheid, bij voorkeur ook ten aanzien van het ruimtegebruik.
- Er moeten voldoende gebieden worden gekozen om een voor Nederland redelijk dekkend en gedifferentieerd beeld te krijgen van de problematiek van wateraanvoer en de oplossingsmogelijkheden.
- De gebieden moeten voldoende groot zijn om voor de ruimtelijke ordening op rijksniveau relevante onderzoeksresultaten op te kunnen leveren.

Op grond van deze principiële en praktische argumenten zijn de volgende vijf proefgebieden geselekteerd:

1 Noordoost-Groningen als zoet tot licht brak zeekleigebied, met op geringe diepte brak grondwater. Het is een akkerbouwgebied, waarvoor onlangs een zoetwateraanvoerplan is goedgekeurd. Het water wordt vanuit het IJsselmeer via diverse kanalen door Friesland getransporteerd ter bestrijding van de verzilting. Het gebied kan worden beschouwd als representatief voor een groot deel van de Noordnederlandse zeekleigebieden, voorzover deze hoofdzakelijk intensief agrarisch worden gebruikt.

2 Schouwen-Duiveland als een brak zeekleigebied. Dit voorbeeldgebied is als eiland tussen zoute oppervlaktewateren representatief voor de Zuidwestnederlandse zeekleigebieden. Het is grotendeels in gebruik als akkerbouwgebied, maar heeft tevens belangrijke natuurwaarden die samenhangen met het zoutgehalte van het grond- en oppervlaktewater. Voor de landbouw is het brakke karakter van de oppervlaktewateren in combinatie met het klimatologisch droge karakter van Zeeland een beperkende produktiefaktor. Om die reden zijn door het waterschap plannen tot zoetwateraanvoer vanuit het Zoommeer (grotendeels Rijnwater) ontwikkeld. De omliggende zoute wateren, de Oosterschelde en de Grevelingen, hebben een nationaal hooggewaardeerde natuur/recreatie/visserijfunktie.

3 De Krimpenerwaard als veenweidegebied. De Krimpenerwaard is representatief voor het waarden-veengebied, dat immers vanouds door rivieren is beïnvloed, en in mindere mate voor de overige Nederlandse veenweidegebieden. In de Krimpenerwaard wordt in de zomer rivierwater van de Lek en de Hollandse IJssel ingelaten teneinde het polderwater op peil te houden en bodemdaling te voorkomen. De waterkwaliteit is in grote delen van het jaar slecht en plaatselijk zeer slecht, met name door hoge concentraties eutrofiërende stoffen. Er zijn plannen tot een intensieve doorspoeling van de waard met rivierwater om dit probleem te verminderen. Tevens bestaan er plannen tot herinrichting.

4 Twente als zandgebied met bekensysteem. Het gebied is representatief voor een deel van de matig reliëfrijke Nederlandse zandgronden met ondiepe watervoerende pakketten, ook ten aanzien van het landgebruik (veehouderij en maïsteelt). In het gebied is sprake van periodieke wateroverlast en droogteschade aan de landbouw in de zomer. Er zijn plannen voor verdergaande ontwatering en verbeterde afwatering in het gebied, alsook voor de aanvoer van gebiedsvreemd (IJssel)water vanuit het Twentekanaal.

5 Oost-Brabant als voorbeeld van een laag, reliëfarm dekzandgebied met beekdalen. In dit gebied bestaan plannen om de aanvoer van gebiedsvreemd (Maas)water onder vrij verval vanuit de Brabantse kanalen te vergroten. Het gebied is representatief voor het intensief agrarisch gebruikte deel van de lagere zandgronden, waarbinnen kleine enclaves met belangrijke natuurwaarden bestaan. In het grootste deel van dit gebied komen diepe watervoerende pakketten voor, in tegenstelling tot Twente, waar de geohydrologische basis zeer dicht onder het oppervlak wordt gevonden.

Een voorbeeldgebied in het rivierkleigebied is niet in beschouwing genomen, enerzijds om het aantal voorbeeldgebieden beperkt te houden en anderzijds omdat voor dit gebied rivierwater feitelijk niet gebiedsvreemd is. Daarbij moet worden aangetekend dat de kwaliteit van het rivierwater voor wat betreft een aantal stoffen, in het bijzonder toxische, de laatste decennia echter wel sterk afwijkt van die in de oorspronkelijke situatie. Sedert de zeventiger jaren kan op dit punt echter van een duidelijke verbetering worden gesproken. De overige eigenschappen van het rivierwater verschillen minder sterk dan van de oorspronkelijke.

4.3. SAMENVATTING VOORBEELDGEBIEDEN

Voor de samenvatting van de voorbeeldgebieden wordt hier vooral op de gebiedsspecifieke aspekten ingegaan. In de volgende paragraaf komen dan de overeenkomsten en verschillen aan de orde, voorzover van toepassing op de beoordeling van de wateraanvoer(plannen) en de mogelijke alternatieven hiervoor.

De voorbeeldgebieden komen in dezelfde volgorde aan bod als ze in de bijlagen zijn opgenomen; dat wil zeggen dat wordt begonnen met de kleigebieden, vervolgens het laagveengebied van de Krimpenerwaard en tenslotte de zandgebieden:

Noordoost-Groningen
Schouwen-Duiveland
Krimpenerwaard
Twente
Oost-Brabant

4.3.1. Noordoost-Groningen.

Uitgangssituatie.
Het voorbeeldgebied Noordoost-Groningen is een zeekleigebied. De grondsoort is zavel tot zware klei. Tot aan de grens met het Pleistocene zandgebied in het zuiden (het Drents plateau) is het grondwater op geringe diepte brak. Het gebied is vrijwel volledig in gebruik als akkerbouw- en weidebouwgebied. Inventarisaties wijzen op geringe watergebonden natuurwaarden, gekoppeld aan de watergangen en in permanente graslanden. Aaneengesloten gebieden met hoofdfunktie natuur zijn er nauwelijks met uitzondering van het Schildmeer en het Reitdiep, alsook enkele kleinere wateren in het zuiden van Hunsingo.
In het grootste deel van Noordoost-Groningen vindt reeds gedurende een aantal jaren aanvoer van beperkte hoeveelheden water plaats vanuit het dichte kanalennet in Zuid- en Midden-Groningen. Deze aanvoer heeft als doel het zoutgehalte in de watergangen te verlagen opdat het water bruikbaar wordt voor het beregenen van pootaardappelen; voor de overige in dit gebied verbouwde gewassen is beregening niet rendabel. De landbouw staat onder een sterke economische druk als gevolg van de geringe vrijheden in het bouwplan die de bodemgesteldheid toestaat.

Van oorsprong kent het gebied geen relatie met water van de grote rivieren. De chemische watersamenstelling wordt in dit gebied hoofdzakelijk bepaald door de zeeklei en de zwakke brakke kwel vanuit het ondiepe grondwater. Hierdoor is er sprake van eutrofe, licht brakke condities in de watergangen. In brakke kwelgebieden is onder natuurlijke omstandigheden vrijwel steeds het nitraatgehalte de beperkende faktor voor algenbloei en/of explosieve waterplantengroei. In de delen waar geen wateraanvoer plaatsvindt is dit inderdaad het geval. In de huidige inlaatgebieden worden echter verhoogde nitraat- en ammoniumgehalten aangetroffen, echter in combinatie met lagere fosfaatgehalten als gevolg van de doorspoeling.

Aanvoerplannen.
Er zijn vergevorderde plannen om de wateraanvoer naar Groningen te vergroten van ongeveer 16 m^3/s nu tot maximaal 24 m^3/s. Een gedeelte van dit water is voor het studiegebied bestemd. De wateraanvoer is daarbij gericht op verziltingsbestrijding en het mogelijk maken van beregening vanuit het oppervlaktewater, waarbij wordt gesteld dat alleen hierdoor de gewaskeuze zodanig kan worden verruimd dat op lange termijn een duurzame agrarische ontwikkeling zou kunnen plaatsvinden. Daarbij geldt dat relatief rendabel wateraanvoer kan plaatsvinden via bestaande waterwegen, alhoewel hiervoor wel een overheidsubsidie van 6 miljoen ten behoeve van de basisinvesteringen voorwaarde is.
De kwaliteit van het aanvoerwater wordt sterk beïnvloed door de lange verblijftijden die voortvloeien uit de lange aanvoerweg vanuit het IJsselmeer. Er is sprake van een doordruksysteem, waarbij Fries boezemwater met de bijbehorende verontreinigingen naar Groningen worden gestuurd en Friesland met meer IJsselmeerwater te maken krijgt. Scenarioberekeningen wijzen op een toename van het percentage IJsselmeerwater in het Groningse aanvoergebied van 17 % tot 20 % in zeer droge jaren bij vergroting van de aanvoer. Het inlaatwater voor Groningen heeft lagere P-gehalten dan het gebiedseigen water, maar noch het doordrukwater noch het IJsselmeerwatef halen de basiskwaliteitsnorm. De N-gehalten in het aangevoerde water zijn beduidend hoger dan die van het gebiedseigen water. Van verontreinigingen met toxische stoffen is weinig bekend. Deze zijn grotendeels afkomstig van atmosferische depositie, RWZI's en industrieën langs de aanvoerweg en de landbouw in het gebied zelf.

Gevolgen van aanvoer.
De huidige aanvoer en een uitbreiding daarvan hebben als belangrijkste gevolgen een daling van het zoutgehalte in de watergangen, een daling van het P-gehalte en een stijging van het N-gehalte. Dit leidt tot een afname aan typische brakwatersoorten, terwijl waterplanten van zoet milieu zich in gebieden met brakke kwel toch niet zullen kunnen vestigen vanwege het zoutgehalte in de waterbodem. Op langere termijn is de sanering van interne bronnen van verontreiniging een belangrijke variabele.
Bij het inlaatpunt in Friesland zal een zeer geringe stijging van de aanvoer van verontreinigd slib (in het bijzonder organische microverontreinigingen) kunnen plaatsvinden. Het IJsselmeerwater bevat hier namelijk slechst zeer geringe gehalten zwevend slib. Eveneens zal de verspreiding van lokale verontreinigingen kunnen toenemen door meer omvattende waterbewegingen.

De gevolgen van de huidige waterinlaat alsook van uitbreidingen hebben voor Noordoost-Groningen zelf relatief weinig effekt. Plaatselijk kunnen wel veranderingen in de voedselrijkdom optreden. De mogelijke extra belasting van de Friese boezem dient bij de beoordeling uitdrukkelijk te worden betrokken, zelfs tegen de achtergrond van de redelijke tot goede waterkwaliteit van het IJsselmeer. De investering in gemalen en aanpassingen aan watergangen zal misschien een intensief gebruik van dit technische systeem tot ver in de 21^{e} eeuw noodzakelijk maken, wanneer misschien alle interne verontreiningingsbronnen al vergaand gesaneerd zullen zijn.

Oplossingsrichtingen.
Extra wateraanvoer kan worden voorkomen door de wens van beregening te laten varen. Recent onderzoek van het Ministerie van Landbouw en Visserij wijst uit dat alleen pootaardappelen en soms suikerbieten in dit gebied op rendabele wijze beregend kunnen worden; voor de overige veelvuldig in Groningen aangetroffen teelten is dit niet of nauwelijks mogelijk.
Alternatieve waterbeschikbaarstelling door retentie is in dit zeekleigebeid vrijwel onmogelijk. De slechte doorlatendheid van de bodem legt op dit punt grote beperkingen op, terwijl ernstige vochttekorten niet vaak optreden zodat er geen echte noodzaak is tot aanbodvergroting. Wel kan door peilverhoging de zoute kwel enigszins worden beperkt.
Als mitigerende maatregel, indien toch aanvoervergroting zal plaatsvinden, komt binnen het gebied feitelijk alleen een (tijdelijke) hydrologische isolatie van het Schildmeer in aanmerking. Dit is echter moeilijk te realiseren. Tevens dienen de noodzaak en mogelijkheden van voorzuivering van het inlaatwater in Friesland onderzocht te worden.
Compensatie van verloren gaande natuurwaarden is in dit gebied niet aan de orde.

4.3.2. Schouwen-Duiveland.

Uitgangssituatie.
Schouwen-Duiveland kent van nature slechts een zeer geringe relatie met water van de grote rivieren, alhoewel de ligging in een estuariumgebied een dergelijk relatie wel zou doen vermoeden. De invloed van de zee is echter overheersend, mede omdat door de lage ligging van het grootste deel van het eiland er een sterke brakke tot zoute kwelstroom is. De duinstrook wordt buiten het onderzoek gehouden, vanwege de afwijkende fysiografische en ecologische omstandigheden, met onder meer een omvangrijke zoetwaterbel onder het duinmassief.

Het grootste deel van het eiland bestaat uit mariene klei en fijnzandige afzettingen. Akkerbouw in de relatief zoete centrale delen en weidebouw in de brakke randzone zijn de belangrijkste landgebruiksvormen. Langs de dijken komen aaneengesloten natuurgebieden voor, met name de inlagen en karrevelden. Deze zijn vooral als hoogwatervluchtplaats en voor broedvogels belangrijk, maar hebben ook floristische en vegetatiekundige waarden. Tevens zijn er verspreid over het eiland kleinere natuurenclaves in de vorm van kreken en kreekgraslanden.
De omringende open zoute wateren, de Grevelingen en de Oosterschelde, hebben zeer hoge natuur- en visserijwaarden, in het bijzonder voor de schelpdierkweek.

Schouwen-Duiveland heeft een chloridetype bodem- en grondwater en een eveneens sterk door brakke en zoute kwel beïnvloed oppervlaktewatertype. Alleen in en langs de duinen komt het regenwatertype voor. Langs de duinrand vindt zoete diepe kwel plaats vanuit het duinmassief. Door de brakke kwel is het water op het grootste deel van het eiland gewoonlijk rijk aan fosfaat en overige stoffen die voor de plantengroei van belang zijn. Dit impliceert dat vegetatieontwikkeling en algenbloei vrijwel volledig door de stikstofhuishouding worden bepaald.
De winterse neerslagoverschotten worden uitgeslagen op de Grevelingen en de Oosterschelde. 's Zomers treden vochttekorten en verzilting in het maaiveld op, omdat er dan een groot verdampingsoverschot is en het eiland hydrologisch geisoleerd is met betrekking tot zoet water.
Het oppervlaktewater bereikt in de zomer zeer hoge chloridegehalten. Ook het fosfaatgehalte is hierdoor hoog, zodat nitraatbelasting vanuit de landbouw geregeld tot algenbloei aanleiding geeft.

Aanvoerplannen.
Er vindt naar de polders op Schouwen-Duiveland nog in het geheel geen wateraanvoer plaats, maar wel zijn er plannen de verzilting te bestrijden om zo de mogelijkheid tot beregening te bieden. Deze plannen vloeien voort uit toezeggingen in het kader van de discussie "Grevelingen zoet of zout?". De landbouw op Schouwen-Duiveland zou door een zoute Grevelingen achtergesteld worden ten opzichte van het overige Zuidwest-Nederlandse zeekleigebied bij gebrek aan voldoende kwalitatief hoogwaardig oppervlaktewater voor beregening.
De rentabiliteit van de aanvoerplannen is voor Schouwen-Duiveland een discussiepunt. De aanvoer is hier verhoudingsgewijs duur, omdat via een pijpleiding vanuit het Zoommeer geforceerd water naar het gebied moet worden gepompt. De investering voor de pijpleiding bedraagt ongeveer 16 miljoen gulden. De kosten van aanpassingswerken worden geschat op 20 miljoen en tenslotte wordt rekening gehouden met 1,5 miljoen onderhoudskosten per jaar. Een deel van de investering zou door overheidssubsidie worden gedekt en het resterende deel zou via een verhoging van het geschot met ongeveer ƒ 130,-/ha door het waterschap op de landbouwers moeten worden verhaald. Door de huidige landbouwoverschotten en landbouwkundige ontwikkelingen worden opnieuw berekeningen uitgevoerd naar de verwachte netto-baten voor de landbouw. De eerdere uitkomsten van berekeningen naar de netto-baten in een normaal droog jaar en in een zeer droog jaar (resp. ƒ 55,=/ha en ƒ 240,=/ha) worden momenteel als te optimistisch beschouwd.

Gevolgen van aanvoer.
De aanvoer van Zoommeerwater zal leiden tot een sterke nivellering van zoutgehalten op Schouwen-Duiveland. Grote delen van het eiland zullen zoeter worden, terwijl de chloride-arme kwelzones langs de duinrand met een sterk

toegenomen chloridebelasting te maken kunnen krijgen. De zeer brakke kwelzones langs de randen van het eiland zullen buiten het aanvoerplan worden gehouden, omdat anders te snelle verzilting van het aangevoerde oppervlaktewater zal optreden. De waardevolle kreekresten zullen echter wel met de aanvoer te maken krijgen en aan waarde inboeten.
De verzoeting in de polders en verzilting van de duinvoet zullen een achteruitgang van karakteristieke plante- en diersoorten tot gevolg hebben. In het algemeen kan echter gesteld worden dat in het monofunktionele landbouwgebied de achteruitgang aan waarden van gering belang is. De trofiegraad van het polderwater zal nauwelijks veranderen, hoewel er een verschuiving kan optreden naar minder fosfaat en meer nitraat. Schommelingen in chloridegehalte en trofiegraad door variaties in het doorspoelregime zijn funest voor de aquatische gemeenschappen.
De belangrijkste gevaren van wateraanvoer voor flora en fauna zijn gelegen in de resulterende extra uitslag van polderwater op de omringende wateren ter grootte van in totaal ruim 3 m^3/sec gedurende de aanvoer. De Grevelingen (ongeveer 1/3) en Oosterschelde (ongeveer 2/3) zullen zwaarder belast worden met zoet water, dat, en daar gaat het om, een forse last aan eutrofierende stoffen en mogelijk resten van bestrijdingsmiddelen bevat. In het bijzonder de Grevelingen met z'n geringe waterverversing en unieke natuurwaarden, is zeer kwetsbaar op dit punt. Met betrekking tot eutrofiëring bevindt dit zoute meer zich vlakbij een omslagpunt; indien het ongewoon heldere water met een plotselinge algenbloei te maken zou krijgen zou het doorzicht zeer sterk afnemen en een nieuw stabiel, maar volstrekt ongewenst, evenwicht ontstaan.
De aanvoer van bestrijdingsmiddelen, vooral de slecht afbreekbare alsook zware metalen zal tot ophoping kunnen leiden. Ook de funkties voor recreatie en schelpdierkweek lopen hierdoor gevaar.

Oplossingsrichtingen.
In de sfeer van vermindering van de watervraag kan slechts worden gedacht aan veranderingen van het bouwplan of, meer ingrijpend, volledige funktieherziening van (grote) delen van het eiland. In het bijzonder natuurontwikkeling of bosbouw in combinatie met natuurontwikkeling en/of recreatie bieden dan perspektieven. Veranderingen in het bouwplan zullen enerzijds tot een terugkeer naar tradionelere gewassen kunnen leiden (grasland en granen in plaats van de huidige granen respektievelijk hakvruchten), hoewel dit landbouweconomisch gezien moeilijk zonder financiële hulpmiddelen zal kunnen. Anderzijds kan ook gedacht worden aan juist zeer gespecialiseerde teelten van zoutresistente gewassen in de vollegrond. Met een goede marketing zouden zeekraal, zeeaster en lamsoor misschien een kans maken.
Vergroting van het wateraanbod kan op verschillende manieren. Door het brakke karakter van het oppervlakte- en grondwater blijven de gebruiksmogelijkheden echter beperkt. Opslag in retentiebekkens heeft slechts zin als het daarna op verantwoorde en betaalbare wijze naar de gewassen kan worden geleid. De slecht doorlatende bodems beperken echter de mogelijkheden van watergift via draininfiltratie, terwijl beregening door het zoutgehalte beperkt wordt. Dit maakt dat de retentiemogelijkheden op praktische gronden beperkt zullen moeten blijven tot een optimalisering van het peilbeheer in de richting van retentie van neerslagwater voor de droge zomerperiode.
Bij realisering van wateraanvoer moet het inlaátwater aan een strenge kwaliteitscontrole worden onderworpen. Voorzuivering als mitigerende maatregel moet daarbij niet uitgesloten worden geacht, met name ten aanzien van organische micro-verontreinigingen en niet afbreekbare zware metalen die zich op het eiland zullen kunnen opstapelen. Voor het uitslagwater geldt in nog sterkere mate dat zuivering noodzakelijk is. Zowel vermestende stoffen als bestrijdingsmiddelen moeten dan afdoende worden verwijderd.

Compensatie van verloren gegane natuurwaarden (kreken en kreekgraslanden) kan plaatsvinden door langs de duinvoet en langs de zuidkant van het eiland natuurgebieden aaneen te laten groeien door aankoop of andere veiligstelling van de nog ontbrekende schakels.

4.3.3. De Krimpenerwaard.

Uitgangssituatie.
De Krimpenerwaard, als voorbeeld van een veengebied, is vanouds beïnvloed door rivierwater. De genese van dergelijke laagveengebeiden is van oorsprong gekoppeld aan hoge grondwaterstanden en frequente inundaties met rivierwater. Pas in een later stadium is het veen boven de oppervlaktewaterspiegel uitgegroeid, waarna een eigen waterhuishouding is ontstaan. Die eigen waterhuishouding werd gekenmerkt door dominantie van neerslagwater (soms met een bijdrage van kwel) in de waterbalans en een radiale afwatering vanuit de veenkussens.
De watertypen in dergelijke veengebieden zijn als in concentrische zones gelegen. Langs de buitenrand overheerst de rivierinvloed, terwijl in het centrum water van regenwaterachtige soort domineert. Er is zo sprake van een duidelijke gradiënt.

De Krimpenerwaard wordt inmiddels al sedert ongeveer 1200 gebruikt als weidebouwgebied. Dit gebruik is gepaard gegaan met bedijking en successievelijk steeds verdergaande ontwatering. De bodem is daarbij meegedaald door klink en oxydatie van het veen. Het voortdurend gebruik als weidegebied en de verdergaande intensivering van de veehouderij hebben een forse eutrofiëring teweeg gebracht. Er is zowel sprake van aanvoer van nutriënten via mest als van interne eutrofiëring door oxydatie van het veen.

Aanvoer(plannen) en gevolgen.
In de Krimpenerwaard wordt al zeer lang rivierwater ingelaten om het polderpeil te kunnen handhaven in de droge zomerperiode. De ingelaten hoeveelheid is direkt afkomstig uit de rivier zonder tussenkomst van kanalenstelsels of andere boezemwateren. Dit inlaatwater bevat lagere gehalten nitraat en fosfaat dan het polderwater en is rijker aan calcium en chloride. Door de hardheid van het water kan volgens Bloemendaal & Roelofs (1988) extra interne eutrofiëring optreden. Tevens zorgt de inlaat voor de aanvoer van systeemvreemde toxische stoffen. Daardoor is vlak bij de inlaatpunten de waterbodemkwaliteit slecht en behoeft feitelijk sanering. De waterkwaliteit van de Rijn wordt de laatste jaren op dit punt duidelijk beter.
In de zomermaanden treedt een sterke groei van kroos en kroosvaren op als gevolg van de hoge interne belasting met fosfaat en nitraat. Eén van de mogelijkheden de eutrofiëring te bestrijden is het aktief doorspoelen met Lekwater. Dit betekent een vergroting van de inlaat van rivierwater. Als gevolg hiervan zal een verdere verontreiniging van de waterbodems tot op grotere afstand van de rivier optreden en mogelijk een versnelde interne eutrofiëring.

De huidige wateraanvoer is weliswaar ongewenst, maar ook vrijwel onvermijdelijk. Dit vloeit voort uit het landbouwkundig gebruik van dit veenweidegebied. De hiervoor noodzakelijke ontwatering van diepe veengebieden zal altijd een zekere bodemdaling met zich meebrengen door klink. De mate van klink is afhankelijk van de diepte van ontwatering, omdat daardoor de doorluchting en

dus de oxydatie van het veen wordt beïnvloed. Momenteel varieert de bodemdaling in de meeste veenweidegebieden tussen 0.3 en 1.0 cm/jaar.
Een dergelijke klink betekent, dat landbouwkundig gebruik van dergelijke veengebieden nooit op volledig duurzame wijze kan plaatsvinden, tenzij men toestaat dat het veen op den duur volledig verdwijnt (de Krimpenerwaard zal dan plaatselijk 6 m dieper liggen dan nu). Een dergelijke bodemdaling gaat echter gepaard met hoge kosten doordat infrastruktuur steeds moet worden aangepast, de bemaling en waterkering steeds duurder wordt en dergelijke. Tevens zullen nog aanwezige natuurwaarden onherstelbaar worden geschaad, omdat ook in natuurgebieden verdroging met de daaruit voortvloeiende eutrofiëring zal optreden.

Oplossingsrichtingen.
Gezien de negatieve gevolgen van waterinlaat in de Krimpenerwaard is het zinvol naar andere oplossingen te zoeken.
Een vermindering van de watervraag is in dit gebied niet aan de orde omdat de daling van het waterpeil in de zomer veroorzaakt wordt door een natuurlijk en onvermijdelijk verdampingsproces. Wel kan het aanbod van gebiedseigen water plaatselijk worden vergroot, zodat gedeelten van de waard gevrijwaard kunnen blijven van aanvoer. Daartoe moet een beroep gedaan worden op andere aanvoerposten uit de waterbalans, in casu kwel en neerslagwater. Langs de zuidoostkant van de Krimpenerwaard is een kwelstroom vanaf de Lek aanwezig, die waarschijnlijk voldoende sterk is om in een deel van de waard het slootpeil te kunnen handhaven. Een dergelijke zone kan daarmee vrij blijven van wateraanvoer.
In het noordwestelijk deel van de waard vindt inzijging plaats onder invloed van de naastgelegen droogmakerijen Alexanderpolder en Zuidpolder. Deze inzijging maakt dat daar altijd wateraanvoer nodig zal zijn.
In het centrale deel van de waard is er ongeveer een evenwicht tussen de kwel en de wegzijging. In dat gedeelte zijn tevens de meeste natuurwaarden aanwezig, omdat de landgebruiksintensiteit daar geringer is. Hier is het in principe mogelijk regenwater in voldoende hoeveelheden op te slaan om een afdoende hoog peil in de zomer te kunnen handhaven. Daartoe moet echter wel een funktieverandering plaatsvinden omdat voor intensieve veehouderij inundatie in het winterhalfjaar niet acceptabel is. In dit centrale deel is dan vooral ruimte voor natuurontwikkeling, eventueel in combinatie met recreatie. Ook een zeer extensief landbouwkundig of bosbouwkundig gebruik is nog mogelijk. Dit deel van de waard moet voor de gewenste ontwikkeling liefst hydrologisch geheel worden geïsoleerd; (hoog)veenontwikkeling behoort dan tot de mogelijkheden ('re-peating area').
Mitigerende maatregelen zullen nodig zijn bij het inlaatpunt, waar toch, zij het nu voor slechts een deel van de waard, nog rivierwater zal moeten worden ingelaten. Deze dienen vooral gericht te zijn op het zuiveren van het water ten aanzien van zware metalen en organische micro-verontreinigingen. De eerste kunnen door hun sterke binding aan slibdeeltjes relatief makkelijk worden verwijderd door een slibvang: een mechanische wijze van filteren. Organische micro-verontreinigingen zijn moeilijker te verwijderen. De eutrofiërende stoffen, fosfaat en nitraat, kunnen eventueel met behulp van helofytenfilters worden aangepakt, die eveneens slib kunnen invangen. Voor het voor peilbeheer in te laten water zouden deze een oppervlak van tenminste 300 - 350 ha moeten hebben. Er moet nog worden aangetekend, dat de kwaliteit van het inlaatwater steeds beter wordt en mogelijk op lange termijn probleemloos kan worden toegelaten.

Samenvattend kunnen voor de Krimpenerwaard in het bijzonder, maar waarschijnlijk ook veenweidegebieden in het algemeen, de volgende twee stellingen worden genoemd die grote beleidskeuzen impliceren:

- Duurzame ontwikkeling en rationele veehouderij gaan niet samen: er moet worden gekozen voor natuurontwikkeling en duurzaamheid, of landbouw met verweven natuur en tegelijkertijd interen op de (veen)voorraden. Door ruimtelijke differentiatie met verschillende peilgebieden en hydrologische isolatie is een combinatie van beide bestemmingen binnen een waard of polder ook mogelijk, hetgeen op lange termijn wel tot extra peilverschillen in het maaiveld zal leiden.
- Om klink tot een minimum te beperken is een peilbeheer noodzakelijk, dat voorziet in een hoge grondwaterstand in de droge zomer: bij continuering van landbouwkundig gebruik zal dit welhaast niet kunnen zonder de aanvoer van 'vreemd' water, tenzij er een sterke kwelstroom is; bij natuurontwikkeling kan door 's winters te inunderen waarschijnlijk voldoende worden opgeslagen om de zomer door te komen, mits het hydrologisch te isoleren gebied voldoende groot is en niet te langgerekt van vorm om verliezen door inzijging te beperken.

4.3.4. Twente.

Uitgangssituatie.

Het Twentse studiegebied omvat het beheersgebied van waterschap Regge en Dinkel. Het is een reliëfrijk zandgebied met stuwwallen en beekdalen. De ondergrond is reeds op geringe diepte slecht doorlatend door keileemafzettingen en opgestuwde mariene kleien. Hierdoor kan slechts weinig grondwater in de ondergrond worden opgeslagen. Een relatief groot deel van het gebied is bebouwd of anderszins verhard. Het geringe waterbergend vermogen van de bodem leidt tot een snelle afvoer van neerslag en frequente overstromingen.
Het buitengebied is kleinschalig van karakter. De landbouw beslaat 60 % van het totale oppervlak. Vooral weidebouw en maisteelt zijn veel voorkomende gebruiksvormen.
Aan water gebonden natuur komt vooral voor langs beken in de vorm van beekbegeleidende bossen, alsook in kwelzones in de vorm van blauwgraslanden, natte graslanden, broekbossen en opgaande loofbossen van matig voedselrijke milieus met de bijbehorende fauna.

Geohydrologisch gezien is het gebied uiterst complex. Het beslaat inzijgingsgebieden op de stuwwallen, kwelzones langs de voet hiervan en bovenlopen en middenlopen van beken in de lagere delen. Het watervoerend pakket is zeer gering van omvang door de aanwezigheid van ondoorlatende afzettingen.
Het grootste deel van het gebied watert af via de Regge, die uitmondt in de Overijsselse Vecht. De stuwwal van Enschede vormt een waterscheiding; het gebied ten oosten hiervan watert af op de Dinkel, die vervolgens in Duitsland eveneens in de Vecht uitkomt.
De natuurlijke waterhuishouding is op drie manieren ernstig verstoord. Ten eerste is het bekenpatroon doorsneden door een aantal kanalen. Ten tweede zijn de drainagedichtheid en de afvoercapaciteit van de meeste watergangen sterk vergroot om wateroverlast te verminderen en overstromingen te beperken, en ten derde wordt ten behoeve van de drinkwaterproduktie vanuit de stuwwallen een grote hoeveelheid grondwater gewonnen.
De waterkwaliteit van veel watergangen is slecht tot zeer slecht. Oorzaken hiervoor zijn vooral de interne lozingen van effluent door RWZI's en (voormalige) industrieën, terwijl ook de landbouw een belangrijke rol speelt, in het bijzonder voor wat betreft de nutriëntenbelasting.

Aanvoer(plannen).
Vanuit het Twentekanaal wordt momenteel een geringe hoeveelheid water ingelaten in de Regge. Deze inlaat beoogt de lage waterstanden in de watergangen tegen te gaan, die voortkomen uit de diepe ontwatering van de landbouwgronden en de beregening vanuit het oppervlaktewater. Het momenteel door gebiedsvreemd water beïnvloede oppervlak is gering.
Er zijn plannen om wateraanvoer naar Salland en Drente te realiseren via de Twentekanalen. Daarbij wordt het water door Twente geleid, zodat het vrij gemakkelijk is een deel daarvan af te tappen voor 'eigen gebruik'. Het water zal tot naar schatting 300 m vanaf de watergangen beschikbaar zijn (bij beregening), zodat 20.000 ha worden bediend. Nog 2500 ha extra kunnen met eenmaal opmalen van water worden voorzien.
Het waterschap kan het water onder vrij verval inlaten vanuit het Twentekanaal, waarbij het rijk de kostprijs van opmaling bij Eefde-IJssel doorberekent. De kosten bedragen momenteel ongeveer ƒ10,- á ƒ20,-/1000 m^3. De capaciteit van het gemaal bij Eefde zal daartoe worden vergroot. Het water mag door de landbouw vrij gebruikt worden tot een bepaalde maximum onttrekking, omdat doorvoer naar Drente moet worden gegarandeerd.

Gevolgen van aanvoer.
Vanwege de huidige slechte kwaliteit van het water in vrijwel alle watergangen waarin water zal worden ingelaten, zal wateraanvoer veelal geen verslechtering van de waterkwaliteit tot gevolg hebben, omdat zowel de trofiegraad als het gehalte aan micro-verontreinigingen in het inlaatwater lager is dan van de betreffende watergangen. De vanuit natuurbehoudsoogpunt waardevolle en potentieel waardevolle beekdalen worden grotendeels buiten het aanvoersysteem gehouden. De kwaliteit van het inlaatwater is echter wel slechter dan waterkwaliteit van beken en andere watergangen die niet door effluent of mestuitspoeling worden belast. Dat impliceert dat bij een sanering van de interne bronnen de kwaliteit van het beekwater wel nadelig zou kunnen worden beïnvloed door waterinlaat. Waterinlaat frustreert in dat geval een duurzame kwaliteitsverbetering, ook ten aanzien van de ionensamenstelling die afwijkt van de natuurlijke, omdat eenmaal gedane investeringen en een aan het grotere wateraanbod aangepast gebruik moeilijk zijn terug te dringen (wet van de remmende voorsprong). Oppompen van water naar hogere panden wordt afgewezen vanwege de daaruit voortvloeiende effekten.
Met betrekking tot de noodzaak van wateraanvoer moet nog worden gerefereerd aan de geconstateerde aktuele knelpunten. Er is in Twente immers sprake van wateroverlast in de beekdalen en watertekorten in de waterwingebieden op en langs de stuwwallen. De wateraanvoer betreft nu juist de beekdalen, waar het vanuit landbouwkundig oogpunt het minst nodig is, maar wel technisch gemakkelijk te realiseren, omdat de verspreiding onder vrij verval kan plaatsvinden. In feite hebben we in Twente te maken met problemen in de waterhuishouding die voortkomen uit een slechte afstemming van gebruik (overexploitatie) in de verkeerde delen van het gebied. Daarom wordt hieronder ingegaan op een duurzamer oplossing voor de waterhuishoudkundige problematiek van Twente.

Oplossingsrichtingen.
Allereerst kan gedacht worden aan, plaatselijke, terugdringing van de waterbehoefte. Momenteel wordt het grondwater vooral in de inzijgingsgebieden gewonnen. Dit leidt tot een afname van de voeding van bronnen en bronbeken, terwijl op grote schaal de kwelzones in waarde achteruitgaan. Deze grondwaterwinning zou sterk moeten worden teruggedrongen om de beken weer een natuurlijk peil- en stromingsregime te kunnen geven. Waterwinning in de nattere delen van Twente, dat wil zeggen de laaggelegen delen, voorzover daar

ook een voldoende omvangrijk watervoerend pakket aanwezig is, ligt daarna voor de hand, maar ook een overschakeling op oppervlaktewater moet niet worden uitgesloten. Binnen Twente zou in ieder geval naar een forse vermindering van de winning van natuurlijk grondwater moeten worden gestreefd, waarbij ook diepte-infiltratie een rol zou kunnen spelen. Momenteel wordt volgens het waterschap Regge en Dinkel op en langs de stuwwallen veel meer water onttrokken dan onder natuurlijke omstandigheden zou infiltreren; dat betekent dat de verhouding tussen oppervlakkige afstroming en inzijging volledig scheef getrokken wordt. In feite wordt minder water via het bekensysteem afgevoerd dan zonder waterwinning het geval zou zijn, waardoor verdroging van beken en landerijen optreedt.
Waterretentie kan plaatsvinden in bekkens of, bij voorkeur, in de bodem. In beide gevallen is de fysiografische opbouw van Twente een complexe faktor. Enerzijds leiden het reliëf en de doorlatende zandgronden tot snelle ondergrondse afstroming, anderzijds biedt de aanwezigheid van slecht doorlatende keileem- en beekafzettingen in combinatie met de langgerekte beekdalmorfologie de mogelijkheid om ruimtelijk gedifferentieerd tot wateropslag en piekafvlakking te komen. Daartoe moeten dan wel enkele ingrijpende funktieveranderingen plaatsvinden, waarbij twee lijnen kunnen worden gevolgd. Ten eerste zou men kunnnen denken aan het integraal veiligstellen van aaneengesloten beekdalen voor natuurontwikkeling en waterbeheersing, ten tweede aan een ruimtelijke zonering volgens de hoogtelijnen, waarbij de inzijgingsgebieden worden beschermd, terwijl in beide gevallen in andere delen de landbouw extra ontwikkelingsruimte krijgt, c.q. de huidige ruimte behoudt (afgezien van beperkingen op grond van milieuhygiënische aspekten). Retentie in de bodem kan moeilijk gerealiseerd worden door alleen peilaanpassingen met behulp van stuwen: het water stroomt dan door de bodem rond de stuwen. Door een gelijktijdige aanpassing van het drainagenetwerk door sloten en detailontwatering op te heffen, kan echter wel een struckturele retentie teweeg worden gebracht, waarschijnlijk gepaard gaande met tijdelijke inundaties. In dat geval kunnen de stuwen misschien ook vervangen worden door een herstelde meandering. Meanderende beken hebben een zodanig grotere lengte en een aan het debiet aangepaste natte doorsnede dat de afstroming wordt vertraagd, zeker als een constantere 'base-flow' kan worden gegarandeerd door alle water via de bodem naar de beken te laten stromen in plaats van via detailontwatering.
Mitigerende maatregelen met betrekking tot het in te laten water betreffen voorzuivering bij het inlaatpunt. Te verwijderen stoffen zijn fosfaat en organische micro-verontreinigingen, terwijl om aan de natuurlijke gebiedseigen waterkwaliteit te voldoen, dat wil zeggen na sanering van interne bronnen, tevens ontharding zou moeten plaatsvinden.
Verder mitigerende en compenserende maatregelen hangen samen met de voorgestelde aanpassingen van het waterbeheer in dit gebied. Deze hebben betrekking op drinkwaterwinning, landbouw, bosbouw, stedelijke afvoer e.d., waardoor ze buiten dit onderzoek vallen.

4.3.5. Oost-Brabant.

Uitgangssituatie.
Het studiegebied Oost-Brabant beslaat de zandgronden van het gedeelte van de provincie Noord-Brabant ten oosten van de lijn Tilburg - Den Bosch. Het omvat de stroomgebieden van de riviertjes de Dommel en de Aa, die uitmonden in de Maas.
In het gebied komt veel intensieve veehouderij voor, hetgeen heeft geleid tot grote veranderingen in de waterkwaliteit in dit gebied. De riviertjes en

beken zijn ten behoeve van de ontwatering van de landbouwgronden grotendeels genormaliseerd, terwijl door overmatige bemesting veel oppervlaktewateren en ook het grondwater sterk zijn geëutrofieerd. Hierdoor zijn veel natuurwaarden, die karakteristiek zijn voor beek- en kwelsystemen op de Pleistocene zandgronden, verdwenen. Bovendien zijn water en waterbodem van de Dommel ernstig verontreinigd met zware metalen, hetgeen hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door langdurige lozingen door de zinkindustrie in België en Nederland.
Het studiegebied kan worden onderscheiden in twee geologische eenheden, die van verschillende betekenis zijn voor de watervoorziening. De Centrale Slenk, gelegen ten westen van de lijn Uden - Deurne, kent een aantal watervoerende pakketten, die gebruikt worden voor de waterwinning. De oostelijk daarvan gelegen Peelhorst en Slenk van Venlo bestaat uit slechts één dun watervoerend pakket.

Wateraanvoer en gevolgen.
Wateraanvoer vindt thans reeds plaats in een gedeelte van het studiegebied. Ruim 30.000 ha landbouwgrond in het waterschap de Aa wordt voorzien van Maaswater, dat bij Maastricht wordt onttrokken aan de Maas en via een kanalenstelsel in België en Nederland wordt aangevoerd. Tot voor kort bestonden er plannen om het wateraanvoergebied in Oost-Brabant uit te breiden met ongeveer 100.000 ha. Na een eerste analyse van de bedrijfseconomische kosten en baten van wateraanvoer wordt momenteel nog ongeveer 38.000 ha cultuurgrond in beschouwing genomen als mogelijk wateraanvoergebied. Het betreft vooral de lager gelegen vlakkere delen van het studiegebied.

In grote delen van Oost-Brabant is sprake van een hoge interne belasting van het oppervlaktewater door overbemesting, riooloverstorten en effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties en door industriële lozingen. Door aanvoer van Maaswater zal daardoor relatief weinig veranderen aan de uitgangssituatie voor aquatische levensgemeenschappen in dit gebied. Door het gebiedsvreemde water zal slechts in een klein aantal chemische eigenschappen van het gebiedseigen water een verandering optreden. Het betreft vooral het chloridegehalte en de totale ionensamenstelling (uitgedrukt in het elektrisch geleidingsvermogen). Bovendien bestaat er, gezien de chemische samenstelling van het water en de waterbodem in de aanvoerkanalen, het risico dat met het inlaatwater organische en anorganische micro-verontreinigingen in de aanvoergebieden verspreid worden.
Het aanvoerwater leidt, blijkens onderzoek in de Astense Aa, niet tot verhoging van de eutrofiëring van het oppervlaktewater dat door de hoge interne belasting met meststoffen al zeer voedselrijk is. Gedeelten van beeklopen, die thans nog buiten de direkte invloedssfeer van de landbouw zijn gebleven, zullen daarentegen door het aanvoerwater wel duidelijk worden beïnvloed. Dit zal leiden tot een verdere afname van natuurwaarden in dit gebied.

Oplossingsrichtingen.
De wateraanvoerplannen zijn ontwikkeld om de droogteschade in de landbouw te voorkomen. Alternatieven voor watervoorziening dienen dan ook primair gezocht te worden in een mogelijke vermindering van de vraag naar (grond)water. Daartoe dienen zich mogelijkheden aan bij de winning voor drink- en industriewatervoorziening en voor de landbouw.
De drinkwatervoorziening voor deze regio zal gezien de geringe dichtheid van het beekstelsel nooit geheel kunnen worden betrokken uit het regionale (gebiedseigen) oppervlaktewater. Bovendien is door de huidige slechte waterkwaliteit van de watergangen dit water ongeschikt voor de drinkwater-

voorziening. Pas na een grondige sanering van emissiebronnen en waterbodems zal regionaal oppervlaktewater voor een gedeelte van de drinkwaterwinning kunnen worden benut.
Wel biedt op korte termijn het gebruik van Maaswater perspektieven. Hierbij wordt gedacht aan infiltratieprojekten, oevergrondwaterwinning en gebruik van de overcapaciteit van de spaarbekkens in de Biesbosch.
Gebruik van grondwater voor industriële doeleinden dient alleen plaats te vinden, indien hoge eisen gesteld worden aan de kwaliteit van het water. Veel besparing is mogelijk door hergebruik en overschakeling op oppervlaktewater, met name bij gebruik voor koeling. Door de provincie is hiertoe reeds aktief beleid ontwikkeld.
Besparing op gebruik van grondwater voor beregening in de landbouw werkt direkt door in vermindering van de verdrogingsproblematiek. Het gaat bij onttrekking voor beregening immers om gebruik van het bovenste grondwater, dat door de plantegroei benut wordt. Uit recente berekeningen is gebleken dat beregening in Oost-Brabant niet rendabel is. Alleen wanneer geen rekening behoeft te worden gehouden met investeringskosten, omdat de investeringen reeds gepleegd zijn, is beregening uit bedrijfseconomisch opzicht rendabel. Daarbij dient beseft te worden, dat door grondwateronttrekking voor beregening extra verdrogingsschade optreedt in aangrenzende niet beregende percelen.
Wateraanvoer ten behoeve van infiltratie van slootwater naar het grondwater blijkt uit het onderzoek in Noord-Brabant wel rendabel te kunnen zijn. Het gaat hier om water dat onder vrij verval in de watergangen kan worden ingelaten.
Bij deze eerste berekeningen is overigens nog geen rekening gehouden met een verwachte daling van de prijzen voor landbouwprodukten. Ook de kosten, die gemaakt moeten worden om de aanvoercapaciteit van het kanalenstelsel te vergroten, zijn in de berekeningen nog niet verdisconteerd. In een volgende fase van het onderzoek in oostelijk Brabant zal de invloed van een gewijzigd prijspeil en van de investeringskosten voor wateraanvoer bij de kosten/baten analyse worden betrokken.
De conclusie is, dat er zowel bedrijfseconomische als milieukundig/ecologische redenen zijn om het gebruik van grondwater voor beregening in dit zandgebied te ontmoedigen.

Waterconservering kan in dit zandgebied leiden tot een substantiële toename van de watervoorraad. De meeste mogelijkheden biedt vergroting van de waterretentie in de bodem door de ontwateringsdiepte van de landbouwgronden in het voorjaar te verminderen. Vooral in de vlakkere delen van de zandgronden biedt een dergelijke grondwaterconservering goede mogelijkheden. De landbouwkundige nadelen hiervan voor de bewerkbaarheid en de produktie in het voorjaar moeten daarbij worden afwogen tegen een vermindering van de waterbehoefte c.q. verdrogingsschade in de zomerperiode.
Door optimalisering van het stuwpeilbeheer kan enig positief effekt op de gewasopbrengst worden bereikt. Daar staat echter tegenover dat stuwen nadelig zijn voor het natuurlijk beekmilieu. Ook kan waterconservering in de beken worden vergroot door herstel van de meandering en van het natuurlijke beekprofiel.
Waterretentie in spaarbekkens is gezien de kosten en de huidige waterkwaliteit op dit moment geen zinvolle oplossing.
Diverse mitigerende maatregelen zijn mogelijk om ongewenste effekten van gebiedsvreemd water te beperken. Waterkwaliteitsverbetering kan worden verwacht bij de inzet van helofytenfilters bij inlaatpunten, langs beeklopen en bij rioolwaterzuiveringsinstallaties. Kwetsbare beeklopen kunnen via

beken zijn ten behoeve van de ontwatering van de landbouwgronden grotendeels genormaliseerd, terwijl door overmatige bemesting veel oppervlaktewateren en ook het grondwater sterk zijn geëutrofieerd. Hierdoor zijn veel natuurwaarden, die karakteristiek zijn voor beek- en kwelsystemen op de Pleistocene zandgronden, verdwenen. Bovendien zijn water en waterbodem van de Dommel ernstig verontreinigd met zware metalen, hetgeen hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door langdurige lozingen door de zinkindustrie in België en Nederland.
Het studiegebied kan worden onderscheiden in twee geologische eenheden, die van verschillende betekenis zijn voor de watervoorziening. De Centrale Slenk, gelegen ten westen van de lijn Uden - Deurne, kent een aantal watervoerende pakketten, die gebruikt worden voor de waterwinning. De oostelijk daarvan gelegen Peelhorst en Slenk van Venlo bestaat uit slechts één dun watervoerend pakket.

Wateraanvoer en gevolgen.
Wateraanvoer vindt thans reeds plaats in een gedeelte van het studiegebied. Ruim 30.000 ha landbouwgrond in het waterschap de Aa wordt voorzien van Maaswater, dat bij Maastricht wordt onttrokken aan de Maas en via een kanalenstelsel in België en Nederland wordt aangevoerd. Tot voor kort bestonden er plannen om het wateraanvoergebied in Oost-Brabant uit te breiden met ongeveer 100.000 ha. Na een eerste analyse van de bedrijfseconomische kosten en baten van wateraanvoer wordt momenteel nog ongeveer 38.000 ha cultuurgrond in beschouwing genomen als mogelijk wateraanvoergebied. Het betreft vooral de lager gelegen vlakkere delen van het studiegebied.

In grote delen van Oost-Brabant is sprake van een hoge interne belasting van het oppervlaktewater door overbemesting, riooloverstorten en effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties en door industriële lozingen. Door aanvoer van Maaswater zal daardoor relatief weinig veranderen aan de uitgangssituatie voor aquatische levensgemeenschappen in dit gebied. Door het gebiedsvreemde water zal slechts in een klein aantal chemische eigenschappen van het gebiedseigen water een verandering optreden. Het betreft vooral het chloridegehalte en de totale ionensamenstelling (uitgedrukt in het elektrisch geleidingsvermogen). Bovendien bestaat er, gezien de chemische samenstelling van het water en de waterbodem in de aanvoerkanalen, het risico dat met het inlaatwater organische en anorganische micro-verontreinigingen in de aanvoergebieden verspreid worden.
Het aanvoerwater leidt, blijkens onderzoek in de Astense Aa, niet tot verhoging van de eutrofiëring van het oppervlaktewater dat door de hoge interne belasting met meststoffen al zeer voedselrijk is. Gedeelten van beeklopen, die thans nog buiten de direkte invloedssfeer van de landbouw zijn gebleven, zullen daarentegen door het aanvoerwater wel duidelijk worden beïnvloed. Dit zal leiden tot een verdere afname van natuurwaarden in dit gebied.

Oplossingsrichtingen.
De wateraanvoerplannen zijn ontwikkeld om de droogteschade in de landbouw te voorkomen. Alternatieven voor watervoorziening dienen dan ook primair gezocht te worden in een mogelijke vermindering van de vraag naar (grond)water. Daartoe dienen zich mogelijkheden aan bij de winning voor drink- en industriewatervoorziening en voor de landbouw.
De drinkwatervoorziening voor deze regio zal gezien de geringe dichtheid van het beekstelsel nooit geheel kunnen worden betrokken uit het regionale (gebiedseigen) oppervlaktewater. Bovendien is door de huidige slechte waterkwaliteit van de watergangen dit water ongeschikt voor de drinkwater-

voorziening. Pas na een grondige sanering van emissiebronnen en waterbodems zal regionaal oppervlaktewater voor een gedeelte van de drinkwaterwinning kunnen worden benut.
Wel biedt op korte termijn het gebruik van Maaswater perspektieven. Hierbij wordt gedacht aan infiltratieprojekten, oevergrondwaterwinning en gebruik van de overcapaciteit van de spaarbekkens in de Biesbosch.
Gebruik van grondwater voor industriële doeleinden dient alleen plaats te vinden, indien hoge eisen gesteld worden aan de kwaliteit van het water. Veel besparing is mogelijk door hergebruik en overschakeling op oppervlaktewater, met name bij gebruik voor koeling. Door de provincie is hiertoe reeds aktief beleid ontwikkeld.
Besparing op gebruik van grondwater voor beregening in de landbouw werkt direkt door in vermindering van de verdrogingsproblematiek. Het gaat bij onttrekking voor beregening immers om gebruik van het bovenste grondwater, dat door de plantegroei benut wordt. Uit recente berekeningen is gebleken dat beregening in Oost-Brabant niet rendabel is. Alleen wanneer geen rekening behoeft te worden gehouden met investeringskosten, omdat de investeringen reeds gepleegd zijn, is beregening uit bedrijfseconomisch opzicht rendabel. Daarbij dient beseft te worden, dat door grondwateronttrekking voor beregening extra verdrogingsschade optreedt in aangrenzende niet beregende percelen.
Wateraanvoer ten behoeve van infiltratie van slootwater naar het grondwater blijkt uit het onderzoek in Noord-Brabant wel rendabel te kunnen zijn. Het gaat hier om water dat onder vrij verval in de watergangen kan worden ingelaten.
Bij deze eerste berekeningen is overigens nog geen rekening gehouden met een verwachte daling van de prijzen voor landbouwprodukten. Ook de kosten, die gemaakt moeten worden om de aanvoercapaciteit van het kanalenstelsel te vergroten, zijn in de berekeningen nog niet verdisconteerd. In een volgende fase van het onderzoek in oostelijk Brabant zal de invloed van een gewijzigd prijspeil en van de investeringskosten voor wateraanvoer bij de kosten/baten analyse worden betrokken.
De conclusie is, dat er zowel bedrijfseconomische als milieukundig/ecologische redenen zijn om het gebruik van grondwater voor beregening in dit zandgebied te ontmoedigen.

Waterconservering kan in dit zandgebied leiden tot een substantiële toename van de watervoorraad. De meeste mogelijkheden biedt vergroting van de waterretentie in de bodem door de ontwateringsdiepte van de landbouwgronden in het voorjaar te verminderen. Vooral in de vlakkere delen van de zandgronden biedt een dergelijke grondwaterconservering goede mogelijkheden. De landbouwkundige nadelen hiervan voor de bewerkbaarheid en de produktie in het voorjaar moeten daarbij worden afwogen tegen een vermindering van de waterbehoefte c.q. verdrogingsschade in de zomerperiode.
Door optimalisering van het stuwpeilbeheer kan enig positief effekt op de gewasopbrengst worden bereikt. Daar staat echter tegenover dat stuwen nadelig zijn voor het natuurlijk beekmilieu. Ook kan waterconservering in de beken worden vergroot door herstel van de meandering en van het natuurlijke beekprofiel.
Waterretentie in spaarbekkens is gezien de kosten en de huidige waterkwaliteit op dit moment geen zinvolle oplossing.
Diverse mitigerende maatregelen zijn mogelijk om ongewenste effekten van gebiedsvreemd water te beperken. Waterkwaliteitsverbetering kan worden verwacht bij de inzet van helofytenfilters bij inlaatpunten, langs beeklopen en bij rioolwaterzuiveringsinstallaties. Kwetsbare beeklopen kunnen via

bufferzones of met stuwen worden gevrijwaard van verontreiniging via grond- en oppervlaktewater.

Een ruimtelijke herverdeling van funkties kan leiden tot een strukturele aanpak van het probleem van watertekorten en verontreiniging van het grond- en oppervlaktewater in totale stroomgebieden.
In de hogere delen van het zandgebied dienen extensieve gebruiksfunkties, zoals bosbouw en recreatie, te worden gelokaliseerd. Aan de landbouw dienen daar duidelijke beperkingen te worden gesteld, zowel wat betreft de watervoorziening als wat betreft de vervuiling van bodem en water. Natuurontwikkeling kan worden geconcentreerd langs beeklopen die in nog redelijk natuurlijke staat verkeren. Ook dienen kwelmilieus met uittredend diep grondwater gereserveerd te worden voor natuurfunkties.
In de lager gelegen delen kunnen gebruiksfunkties worden geconcentreerd die een intensief gebruik van water vereisen. Hierbij wordt gedacht aan rationele landbouw, maar ook de openbare watervoorziening kan geleidelijk verschuiven naar de benedenstrooms gelegen delen.

4.4. VERGELIJKING.

Uit de voorgaande samenvattingen van de analyses van de proefgebieden blijkt dat er toch duidelijk regiospecifieke aspekten aan de verRijningsproblematiek kleven die algemene uitspraken bemoeilijken. Deze regiospecificiteit is een gevolg van verschillen in ecologische condities, verschillende funkties en (natuur)waarden van de gebieden, maar ook uit de afstand en positie met betrekking tot de waterbron en naastgelegen gebieden.
In deze paragraaf wordt echter expliciet op de overeenkomsten en verschillen ingegaan, opdat toch algemene uitspraken kunnen worden gedaan.

Teneinde de vergelijking tussen de gebieden iets te vergemakkelijken zijn de overeenkomsten en verschillen in tabellen samengevat. In TABEL 4.1. wordt een overzicht gegeven van de gebiedseigenschappen en aanvoerplannen in de voorbeeldgebieden. De gevolgen van de wateraanvoer op de fysische en chemische eigenschappen van de watersystemen staan in TABEL 4.2., terwijl TABEL 4.3. een overzicht geeft van de alternatieven.

4.4.1. De gebiedseigenschappen en waterhuishoudkundige problemen.

Er zijn belangrijke overeenkomsten in de oorspronkelijke eigenschappen van de kleigebieden (Groningen en Schouwen-Duiveland), alsook in de zandgebieden (Oost-Brabant en Twente). Deze hebben betrekking op de bodemopbouw, de geohydrologie en de grond- en oppervlaktewatereigenschappen. In alle gebieden is de oorspronkelijke waterkwaliteit ernstig veranderd, met name door eutrofiëring. De zoetwatergebieden kennen bovendien een verhoging van het chloridegehalte door interne bronnen of wateraanvoer, terwijl ook de waterbodemkwaliteit in de meeste gebieden slecht is als gevolg van interne belastingen. In feite verkeren alle proefgebieden in een aangetaste staat, die samenhangt met het huidig bodemgebruik (landbouw), interne lozingen van RWZI's en industrieën en een achtergronddepositie vanuit de lucht.

Met betrekking tot de problemen bestaat er een overeenkomst tussen de kleigebieden, die beide te kampen hebben met verhoogde chloridegehalten, waardoor de landbouwkundige mogelijkheden worden beperkt. In de zandgebieden is verdroging een probleem, hoewel dit in Twente van veel geringere betekenis is

als in Oost-Brabant, waar werkelijk grootschalige verdroging optreedt. Dit is voornamelijk een gevolg van de intensievere grondwateronttrekkingen in Oost-Brabant en de afwijkende geohydrologische opbouw. In Twente is sprake van een plaatselijk slecht doorlatende ondergrond en bijgevolg wateroverlast ten tijde van hevige regenval. In Oost-Brabant zijn de watervoerende pakketten dikker. Daar kan een tijdelijk neerslagoverschot gemakkelijk worden opgevangen door de bergingscapaciteit in de bodem.

4.4.2. De aanvoerplannen.

De reden voor aanvoer is in de klei- en zandgebieden in eerste instantie het verruimen van de landbouwkundige mogelijkheden door een betere waterhuishouding te realiseren in combinatie met de beschikbaarstelling van relatief hoogwaardig landbouwwater. Daardoor is de gewaskeuze minder beperkt door de fysische en chemische randvoorwaarden van het oorspronkelijke milieu. In de kleigebieden betekent deze doelstelling vooral de bestrijding van de verzilting door capillaire opstijging en kwel, terwijl in de zandgebieden vooral de absolute watertekorten worden aangevuld. In het veengebied is het voorkomen van maaivelddaling de reden voor de huidige inlaat. Uitbreiding van de inlaat wordt overwogen om de waterkwaliteit tijdelijk te verbeteren. Dit is onder meer van belang voor de bruikbaarheid van het polderwater voor veedrenking.

De wijze van aanvoer is gelijk voor de zandgebieden en het Gronings kleigebied. Deze gebieden kunnen van water worden voorzien via de bestaande kanalenstelsels. Dit betekent dat hier met een beperkte verruiming van de capaciteit van de gemalen voldoende water kan worden aangevoerd, zonder dat enorme investeringen behoeven te worden gepleegd. In het geval van Groningen moet overigens nog wel een extra gemaal worden gebouwd om voldoende aanvoer te kunnen waarborgen.
De rentabiliteit van de plannen die voornamelijk op bestaande infrastruktuur berusten wordt in het algemeen afgeschilderd als, gematigd, positief, waarbij de milieugevolgen echter niet altijd zijn meeberekend. Indien alle milieugevolgen, ook die op een lange termijn, wel in de kosten-baten analyse zouden worden betrokken, ontstaat twijfel over de rentabiliteit.
Voor Schouwen-Duiveland zou de aanvoer via een pijpleiding geforceerd over een afstand van enkele kilometers moeten plaatsvinden. Tevens moet een grotere hoeveelheid overtollig water worden uitgeslagen en moet het watergangenstelsel in de polders worden aangepast aan de veranderende stroomrichtingen en snelheden. Dit hele aanvoerplan kan slechts rendabel voor landbouw en waterschap worden uitgevoerd bij een forse overheidsbijdrage. Zelfs met subsidie in de orde van 15 miljoen gulden van de ministeries van Landbouw & Visserij en Verkeer & Waterstaat bestaat er twijfel over de landbouweconomische rentabiliteit, omdat de verhoogde waterschapslasten van ongeveer ƒ130,-/ha vermoedelijk niet, en zeker niet voor alle ingelanden, tegenover een gelijke of hogere opbrengstvermeerdering staan.
In de Krimpenerwaard is de aanvoer van meer gebiedsvreemd water uiterst goedkoop, omdat dit onder vrij verval kan geschieden, rechtstreeks vanuit de rivier. Extra kosten zijn echter wel gemoeid mét de noodzakelijk extra uitslag van polderwater na doorspoeling; dit betekent verhoogde beheerskosten.

4.4.3. Gevolgen van aanvoer en beoordeling.

Bij de effektbepaling en -beoordeling is uitgegaan van drie groepen effekten: effekten binnen het gebied, effekten op de aanvoerroute en effekten na gebruik. Voor alle drie is een fijnere onderverdeling gemaakt op basis van de soorten effekten: verontreiniging, verzoeting e.d. (zie hoofdstuk 2). Tenslotte is er nog gekeken naar strategische aspekten die met de aanvoerplannen samenhangen.

Bij een beschouwing van TABEL 4.2 blijkt dat de meeste effekten ten opzichte van de referentietoestand binnen de aanvoergebieden optreden in het veengebied en de beide zandgebieden. De effekten op de aanvoerroute zijn het ernstigst in het geval van Groningen, hetgeen voortvloeit uit de lange aanvoerweg. De effekten 'na gebruik' zijn het ernstigst in het geval Schouwen-Duiveland. Dit laatste is met name een gevolg van de onomkeerbaarheid van de effekten die in de Grevelingen zullen kunnen optreden door eutrofiëring en de extra aanvoer van bestrijdingsmiddelen vanuit de landbouwpolders.
Tenslotte kleven er aan alle plannen strategische aspekten, die te maken hebben met het feit dat eenmaal gedane investeringen niet gemakkelijk meer kunnen worden teruggedraaid. Hierdoor wordt sanering van interne bronnen minder acuut, terwijl tevens het bijbehorende potentiële herstel van de 'natuurlijke' waterhuishouding uitblijft doordat een eenmaal ingestelde beheersmaatregel om economische redenen niet gemakkelijk meer wordt teruggedraaid. Dit strategische, en daarmee tevens sterk principiële aspekt van wateraanvoer speelt de kleinste rol in het geval van de Krimpenerwaard, omdat deze van nature al sterk met rivierwater is verbonden en er weinig investeringen nodig zijn voor een uitbreiding van de wateraanvoer. Wel moet het slotennetwerk mogelijk enigszins worden aangepast en kan het onderhoud toenemen.

In Groningen en Schouwen-Duiveland is de belangrijkste interne veranderingen in de waterkwaliteit van wateraanvoer de verzoeting. Dit is tevens het doel van de aanvoer, zodat alleen de tegengestelde belangen van natuurbehoud en -ontwikkeling enerzijds en de landbouw anderzijds hier een rol spelen. Door ruimtelijke scheiding van deze functies na te streven kan deze onverenigbaarheid beperkt van omvang blijven. De verzoeting is bovendien omkeerbaar vanwege de kwel van brak/zout grondwater.
Op Schouwen is er bovendien nog sprake van verontreiniging vanuit de landbouwgebieden en plaatselijke verzilting in nu zoete kwelgebieden langs de duinvoet bij.
In de zandgebieden en het veenweidegebied van de Krimpenerwaard zijn vooral eutrofiëring en veranderingen in de chemische samenstelling van het water belangrijke effekten. De toenemende kans op de verspreiding van verontreinigingen is ook hier echter een van de grootste gevaren, vanwege de onomkeerbaarheid van dat soort effekten. De eutrofiëring is in principe wel reversibel, zij het dat hier een zeer lange tijd overeen gaat. Dit is daarom ook een zeer ongewenst effekt.

TABEL 4.1. Vergelijking van gebiedskenmerken en aanvoerplannen.

	Groningen	Schouwen	Krimpen	Twente	Brabant
Oorspronkelijke gebiedskenmerken					
Bodem	klei	klei	veen	zand	zand
Doorlaatbaarheid ondergrond	slecht	slecht	slecht	matig/ goed	goed
Geohydrologie	zwakke kwel	kwel	kwel en inzijging	inzijging en kwel	inzijging
Chloridegehalte grondwater	licht brak	zout/ brak	zoet	zoet	zoet
Chloridegehalte oppervlaktewater	licht brak	zeer brak	zoet	zoet	zoet
Trofiegraad	eutroof	eutroof	mesotroof	mesotroof	oligotroof
Huidige waterkwaliteit					
Chloridegehalte	licht	brak	zoet	zoet	zoet
oppervlaktewater	brak		verhoogd	verhoogd	verhoogd
Trofiegraad	eutroof	eutroof	eutroof	eutroof	eutroof
oppervlaktewater				mesotroof	mesotroof
Waterbodem	?	OMV (1)	fosfaat OMV (1)	lindaan kwik	zware metalen
Problemen	zilt	zilt	klink trofie	overlast verdroging	verdroging
Aanvoer					
Reeds aanvoer	+	-	+	lokaal	lokaal
Plannen	toename aanvoer	nieuw	toename aanvoer	groter gebied	groter gebied
Bron indirekt	Rijn	Rijn/Maas	Rijn	Rijn	Maas
Bron direkt	IJssel-meer	Zoommeer	Lek	IJssel	kanalen
Wijze van aanvoer	kanalen, opmalen	pijpleiding pompen	vrij verval	kanalen, opmalen	kanalen vrij verval
Afstand bron	> 50 km	10 km	0 km	ca.30 km	> 50 km
Doel	tegen zout	tegen zout	peil-beheer	doorvoer infiltratie	infiltratie
	beregenen	beregenen	doorspoelen	beregenen	beregenen

(1) OMV = organische micro-verontreinigingen

Met betrekking tot de veranderingen is de fysische en chemische eigenschappen van de watersystemen in en naast de aanvoerroute kan gewezen worden op de doordrukeffekten (propstroom) die behoren bij een lange aanvoerweg. Met name in het geval Groningen geldt dat Fries boezemwater richting Groningen wordt geperst, met alle daarin aanwezige verontreinigingen van lokale oorsprong. Het water van IJsselmeerkwaliteit daarentegen zal zich over grotere delen van Friesland verspreiden.
Voor de zandgebieden van Twente en Oost-Brabant geldt dat de kanalen, waarlangs aanvoer plaatsvindt, een grotere belasting aan micro-verontreinigingen te verwerken krijgen.
Effekten op de aanvoerroute treden niet op bij de Krimpenerwaard, omdat direkt vanuit de rivier wordt ingelaten, of bij Schouwen-Duiveland, waar de hoeveelheid in te laten water uiterst gering is ten opzichte van de totale hoeveelheid water in het Zoommeer. Dit Zoommeer kan echter wel integraal als aanvoerroute worden beschouwd, hoewel in feite alleen de pijpleiding als zodanig fungeert; het Zoommeer wordt reeds aktief doorgespoeld van noord (Rijn) naar zuid (Westerschelde) om de kwaliteit enigszins te kunnen beïnvloeden.

Effekten na gebruik van het water zijn minder belangrijk in gebieden waar het water wordt 'opgebruikt', zoals in de zandgebieden de bedoeling is omdat het water daar voornamelijk een absoluut tekort moet lenigen, maar des te meer in de gebieden die aktief worden doorgespoeld.
Bij de Krimpenerwaard is mogelijk de extra belasting van de Hollandse IJssel met eutrofiërende stoffen van enig belang, omdat deze zo dicht bij de monding van de grote rivieren een bijdrage kan leveren aan de stikstofbelasting van de Noordzee.
In de zandgebieden zijn het vooral de extra verspreiding van toxische stoffen en in mindere mate de verspreiding van eutrofiërende stoffen die nadelig zijn voor benedenstrooms gelegen gebieden. Omdat de ontvangende wateren en benedenstrooms gelegen gebieden echter 'doorstroomgebieden' zijn, is het effekt van eutrofiëring in principe reversibel, ook al zal dit slechts op zeer lange termijn zijn.
In het geval van Schouwen-Duiveland ligt de zaak echter ingewikkelder, omdat daar de ecologisch zeer kwetsbare (gevoelig èn waardevol) Grevelingen wordt belast; dit is een relatief geïsoleerd zout watersysteem dat slechts in geringe mate wordt ververst. Vooral als er sprake is van accumulerende, slecht afbreekbare stoffen zoals resten van bestrijdingsmiddelen, kunnen de effekten hier onherroepelijk zijn.
Strategische aspekten die aan wateraanvoer kleven zijn zeer principieel en bovendien geldig voor alle wateraanvoerplannen. Naarmate de te plegen investeringen groter zijn wordt het strategisch aspekt belangrijker. Investeringen van vele miljoenen guldens zullen niet snel ongebruikt gelaten worden, ook niet als de feitelijke noodzaak van gebruik ter discussie staat, of op grond van de neveneffekten zelfs ongewenst wordt. Bij neveneffekten kan men in dit verband denken aan een aan de nieuwe situatie aangepaste vorm van landbouw met hogere eisen. Dit impliceert dat vooral de technisch moeilijke en dure aanvoerplannen een 'irreversibel' karakter kennen. Dat wil zeggen: Schouwen-Duiveland in het bijzonder en Noordoost-Groningen, Twente en Oost-Brabant in iets mindere mate. Voor de Krimpenerwaard is dit het minst het geval.

TABEL 4.2. Het optreden (presentie) van effekten van de huidige aanvoer en aanvoerplannen, gedifferentieerd naar plaats van optreden, soort effekt, duur van optreden (lang: effekt ijlt na, langer dan een jaar; kort: geen naijling van betekenis) en reversibiliteit van het effect (gemakkelijk resp. moeilijk terug te draaien), en gerelateerd aan de referentiewaarden voor de gebieden.

	Groningen	Schouwen	Krimpen	Twente	Brabant
Effekten binnen aanvoergebied					
Verzoeting	revers	revers	0	0	0
Verzilting	0	revers	0	0	0
Overige ionen	0	0	lang	lang	lang
Eutrofiëring	0	0	lang	lang	lang
Interne eutrof.	0	0	kort	0	0
Verontreiniging	0	irrevers	irrevers	irrevers	irrevers
Stroombeïnvloeding	0	kort	kort	kort	kort
Effekten in/naast aanvoerroute					
Verzoeting	0	0	0	0	0
Verzilting	revers	0	0	0	0
Overige ionen	lang	0	0	lang	lang
Eutrofiëring	+	0	0	+	+
Verontreiniging	irrevers	0	0	irrevers	irrevers
Stroombeïnvloeding	+	0	0	+	+
Effekten na 'gebruik'					
Verzoeting	0	+	0	0	0
Verzilting	0	0	0	+	+
Eutrofiëring	0	irrevers	revers	revers	revers
Verontreiniging	+	irrevers	0	irrevers	irrevers
Strategische aspekten (herstel frustrerend)	++	++	+	++	++

Een tweede strategisch aspekt vloeit voort uit de verminderde noodzaak interne bronnen te saneren, die momenteel tot (bijvoorbeeld) waterkwaliteitsproblemen aanleiding geven. Dit argument geldt juist heel sterk voor de Krimpenerwaard, maar ook voor de zandgebieden van Twente en Brabant, waar de landbouw tot ontoelaatbare fosfaat-, ammonium- en nitraatproblemen leidt en bovendien relatief grote hoeveelheden bestrijdingsmiddelen in het water terecht komen.

Samenvattend kan het volgende worden gesteld:

- Alle plannen hebben negatieve gevolgen ten opzichte van de referentie-situatie, die zodanig zijn dat grote reserves met betrekking tot de gewenstheid terecht zijn. Ten opzichte van de huidige situatie kan echter soms van een tijdelijke verbetering van de waterkwaliteit sprake zijn.
- De wateraanvoerplannen naar Schouwen kunnen de ernstigste effekten na gebruik hebben, vooral voor de Grevelingen.
- De aanvoer naar Groningen is weinig problematisch, omdat de aanvoerweg bijzonder lang is en het IJsselmeerwater een redelijke kwaliteit heeft die qua natuurlijke ionensamenstelling niet al te zeer afwijkt van die in de Friese boezem of de Groningse wateren.
- De aanvoer naar de Krimpenerwaard is vanuit het oogpunt van het tegengaan van maaivelddaling in beperkte mate gewenst.
- De aanvoer naar de zandgronden betreft in beide gevallen een uitbreiding van bestaande aanvoer. De kwaliteit van de wateren zal hierdoor tijdelijk kunnen verbeteren, terwijl tevens slechts een deel van het gebied door de aanvoer wordt beïnvloed.

4.4.4. Alternatieven.

Voor de uiteindelijke besluitvorming rond wateraanvoerplannen is het van belang naast de te verwachten effekten ook de mogelijke alternatieven te kennen. Slechts met kennis van beide aspekten kan een goede afweging worden gemaakt. Deze afweging wordt in dit rapport nergens gemaakt, omdat dat een gebiedsspecifieke planvorming zou betekenen die een diepergaande analyse vereist, maar wel worden denkrichtingen aangegeven om tot een ruimtelijk gedifferentieerde oplossing te komen teneinde de potenties van de ruimtelijke ordening met betrekking tot deze problematiek aan te geven. Deze denk-richtingen per gebied(stype) worden in hoofdstuk 5 uitgewerkt.
In dit hoofdstuk wordt alleen ingegaan op de mogelijke alternatieven voor wateraanvoer. In TABEL 4.3 is aangegeven welke soorten alternatieven per gebied(stype) perspektiefrijk zouden kunnen zijn in die zin dat ze een substantiële bijdrage zouden kunnen leveren aan een oplossing van de problemen. Daarbij moet worden aangetekend dat tot nu toe slechts van een globale inventarisatie en semi-kwantitatieve evaluatie van alternatieven sprake is geweest; een meer kwantitatieve evaluatie van de alternatieven is echter zeer gewenst.

<u>Watervraag beperken.</u>
Veranderingen in het watergebruik door vraagbeperking zijn in alle gebieden opportuun als het gaat om landbouwberegening. Uit de meest recente kosten-baten analyses van het ministerie voor Landbouw en Visserij met betrekking tot irrigatie van landbouwgewassen blijkt dat slechts voor enkele gewassen beregening rendabel is, zoals voor pootaardappelen en bieten.
In de Krimpenerwaard kan de noodzaak tot een zo sterk gereguleerd peil als momenteel wordt gehandhaafd, ter discussie worden gesteld, omdat de geringe doorlatendheid van de veenbodem er oorzaak van is dat in de percelen de grondwaterstand ten tijde van forse verdamping toch nog sterk kan dalen.

TABEL 4.3. Perspektiefrijke alternatieven voor wateraanvoer en de potentiële rol van mitigerende en compenserende maatregelen. (0: geringe; +: enige; ++: goede; +++: zeer goede perspectieven).

	Groningen	Schouwen	Krimpen	Twente	Brabant
Alternatieven					
Vraagbeperking	+	++	+	+++	+++
Retentie	0	0	+++	++	++
Mitigeren	+	+++	+	++	++
Compenseren	0	0	0	0	0

Er ontstaat dan een steil verhang in het grondwaterprofiel van de watergangen naar het centrum van de percelen. Door de hierbij optredende gedifferentieerde klink kunnen de percelen in het uiterste geval zelfs 'holtrekken', waarbij de niet geklonken randen hoger staan dan het perceel zelf. Mogelijk is een ruimtelijk gelijkmatiger, zij het in totaal misschien iets snellere klink te prefereren boven een toenemende kans op inundatie van 'hol getrokken' percelen.
In Twente kan de vraag vanuit de waterwinning naar natuurlijk grondwater fors worden ingekrompen, waarbij dan wel andere drinkwaterbronnen moeten worden gevonden. Men kan daarbij denken aan diepte-infiltratie, een relatief gesloten puttenring met oppervlakte-infiltratie of oever- dan wel oppervlaktewaterwinning. Dergelijk alternatieven kunnen zowel binnen het studiegebied, als daarbuiten worden gerealiseerd. Hiervoor is een heroriëntatie van de totale sektor van de waterwinning in Oost- of geheel Nederland gewenst.
Een heroriëntatie op grondwateronttrekkingen kan ook in Oost-Brabant een aanzienlijk bijdrage aan oplossing van de verdrogingsproblematiek leveren, zij het dat daar vooral onttrekkingen ten behoeve van de landbouw belangrijk zijn en drink- en industriewaterwinning een relatief geringere rol spelen. Het beleid van de provincie Noord-Brabant speelt hier reeds op in door de grondwateronttrekkingen door de landbouw geleidelijk te laten uitsterven, vanuit de wetenschap dat vervanging van installaties bedrijfseconomisch niet rendabel is.

Samengevat betekent het bovenstaande dat op de zandgronden vooral gestreefd zou moeten worden naar een vermindering van alle vormen van grondwateronttrekking. In de kleigebieden zou de noodzaak van ontzilting ten behoeve van beregening nog eens uiterst kritisch moeten bezien, waardoor wateraanvoer misschien helemaal niet zo gewenst meer zou kunnen blijken. En in het veenweidegebied zou tenslotte een aangepast peilbeheer op landbouwkundige en ecologische aanvaardbaarheid moeten worden bezien.

Waterretentie.
Op het punt van waterretentiemogelijkheden bestaan grote verschillen tussen de gebiedstypen. In de kleigebeiden met invloed van brak grondwater is ten eerste de waterkwaliteit van vast te houden water niet zodanig beter dat de gebruiksmogelijkheden voor de landbouw toenemen; voor beregening is het water te zilt, waarmee slechts ondergrondse toevoer via drains opportuun wordt. Ten tweede levert de geringe doorlatendheid van de bodem problemen op doordat bij retentie in de bodem de infiltratie dermate wordt belemmerd dat ten tijde van

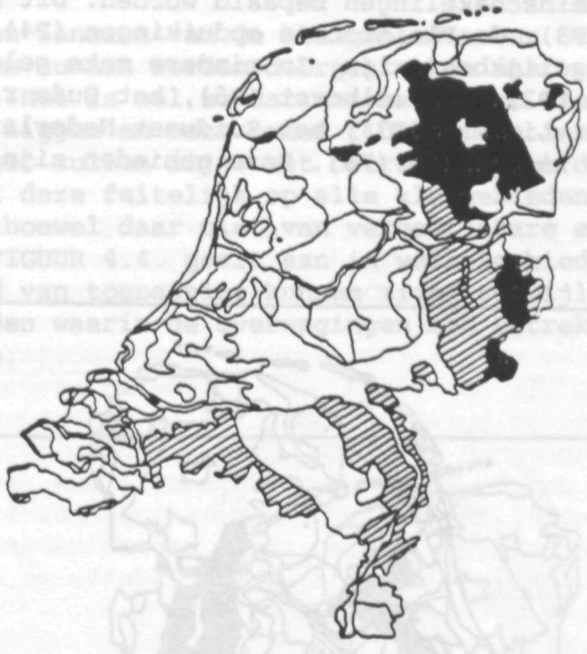
hevige neerslag tijdelijke plasdras-situaties kunnen ontstaan, terwijl anderzijds infiltratie via drains onvoldoende landbouwkundige baten oplevert. Samengevat betekent dit dat waterretentie in de kleigebieden vooralsnog een weinig perspektief biedend alternatief is.
In het veenweidegebeid van de Krimpenerwaard kan waterretentie goed plaatsvinden in die gedeelten van de waard waar geen sterke inzijging plaatsvindt. Daarbij is het echter onvermijdelijk dat voor een afdoende retentiecapaciteit gedeeltelijke en/of tijdelijke inundaties worden toegestaan. Dat is moeilijk te combineren met relatief intensief landbouwkundig gebruik, zodat funktieverandering met al of niet ruimtelijke differentiatie noodzakelijk is.
In de zandgebieden is het mogelijk water van redelijke kwaliteit in de bodem te conserveren. Problemen ontstaan hier door de goed doorlatende ondergrond, waardoor grote verliezen kunnen optreden. De geologische opbouw van Twente biedt in dit opzicht betere perspectieven dan die in Brabant, omdat relatief uitgestrekte ondoorlatende lagen aanwezig zijn.
In principe is het in de zandgebieden mogelijk water langer vast te houden door manipulatie van het grondwaterpeil, maar dat vereist wel een vermindering van de drainagedichtheid; deze is ongeveer 10 maal zo dicht als een eeuw geleden. Een dergelijke ondergrondse opslag kan worden gerealiseerd door stuwen op te zetten of beken weer te laten meanderen en het beekprofiel in overeenstemming te laten komen met de natuurlijke afvoeren. Hierdoor kunnen wel tijdelijke inundaties ontstaan, maar die kunnen ruimtelijk beperkt blijven tot de beekdalen en zo een bijdrage leveren aan het herstel van de natuur- en landschapswaarden in de beekdalen. Waterretentie aan het oppervlak, bijvoorbeeld in overstromingsvlakten of spaarbekkens, is relatief duur, omdat hiervoor vaak technische werken noodzakelijk zijn en het water soms moet worden opgepompt. Daar staat tegenover dat het beïnvloede oppervlak geringer kan zijn. Alleen met behulp van een gebiedsspecifieke kosten-baten analyse kan een goede afweging tussen beide methoden worden gemaakt. Daarbij spelen de prijs van landbouwgronden en de baten die voortvloeien uit de multifunktionaliteit van herstelde beekdalen en andere natte gronden een rol.

Samenvattend kan gesproken worden van goede mogelijkheden voor retentie in de zandgebieden en het veengebied, waarbij in beide gevallen sprake is van een ontwikkeling in de richting van de oorspronkelijke waterhuishoudkundige situatie. In beide typen gebieden zijn daarbij wel grootschalige funktieveranderingen noodzakelijk, zodat er een grote rol is weggelegd voor het ruimtelijke ordeningsinstrumentarium. In de kleigebieden zijn de retentiemogelijkheden uiterst beperkt.

Mitigerende maatregelen.
Mitigerende maatregelen om de effekten van wateraanvoer zo klein mogelijk te houden kunnen in alle gebieden worden toegepast. In geen enkel geval kan echter volledig worden voorkomen dat ongewenste effekten zullen optreden.
In de zandgebieden zou mitigering vooral gericht moeten zijn op de trofiegraad, de ionensamenstelling en het gehalte microverontreinigingen van het inlaatwater. Combinaties van slibvangen en helofytenfilters kunnen daarbij worden ingezet. Hiervoor zijn echter grote oppervlakken nodig.
In het veenweidegebied dient het inlaatwater vóóral te worden ontdaan van zwevend slib met de bijbehorende verontreinigingen. De trofiegraad van het water en de hardheid vormen slechts een probleem voor kwetsbare natuurgebieden, die ruimtelijk van de aanvoer dienen te worden geïsoleerd. Een combinatie van ruimtelijke ordeningsmaatregelen met technische en biologische zuivering kan hier voor het gebied als geheel een flinke verbetering

betekenen. De effekten kunnen op deze wijze ruimtelijk onder controle worden gehouden.
In de kleigebieden is het vooral zaak binnen het gebied tot een goede hydrologische isolatie van waardevolle natuurgebieden te komen. Dit betreft vooral de brakke gedeelten. Verder is het van cruciaal belang dat op Schouwen-Duiveland het uitslagwater afdoende wordt gezuiverd ter bescherming van de Oosterschelde en de Grevelingen. In het geval van Groningen dient de kwaliteit van water en waterbodem op de aanvoerroute door Friesland onder controle te worden gehouden.

Samengevat kan er door een inzet van gecombineerde natuurtechnische en ruimtelijke ordeningsmaatregelen een forse mitigering van effekten worden gerealiseerd, die echter nooit volledig kan zijn.



FIGUUR 4.1. Ruimtelijke extrapolatie van de uitkomsten van de analyse van Twente naar vergelijkbare andere gebieden (zwart) en naar gebieden waarvoor de bevindingen in mindere mate gelden (gearceerd).

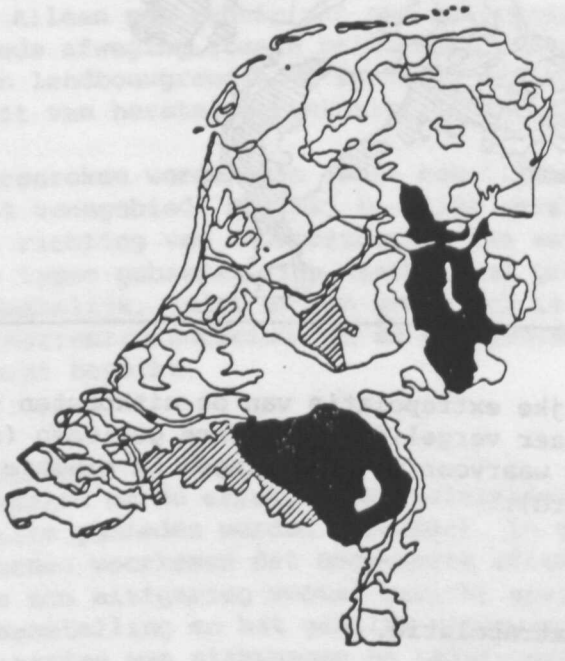
4.4.5. Ruimtelijke extrapolatie.

Uit de gebiedsgerichte benadering is gebleken dat alle gebieden zeer specifieke problemen kennen. Daardoor wordt extrapolatie van de uitkomsten naar andere gebieden in Nederland bemoeilijkt. Enige overeenkomst in effekten van wateraanvoer en relevante alternatieven kan echter wel verwacht worden tussen gebieden met een ecologisch overeenkomstig karakter. Dat wil zeggen dat geologische, geohydrologische, bodemkundige, landgebruiks-, en vegetatiekundige aspekten enige overeenkomst moeten vertonen.

De ecodistriktenkaart (Klijn, 1988), zoals die in hoofdstuk 2 is geïntroduceerd als geografische basis met betrekking tot effekten op watersystemen en integrale gebieden, zal hier dan ook als basis voor een tentatieve extrapolatie worden gebruikt. De ecodistrikten zijn immers juist onderscheiden naar deze kenmerken en zijn bijgevolg relatief homogeen als het gaat om hydrologische en hydrobiologische systeemkenmerken. De volgorde van nummering van de ecodistrikten is daarbij zodanig gekozen dat sterk gelijkende ecodistrikten opeenvolgend zijn. Hiermee is bij de extrapolaties rekening gehouden.

De extrapolatie heeft plaatsgevonden op basis van een 'best professional judgement' van de onderzoekers, waaronder de auteur van de ecodistrictenkaart.

De bevindingen uit het voorbeeldgebied Twente kunnen relevant geacht worden voor al die zandgebieden die relatief reliëfrijk zijn, bekenstelsels van enige omvang kennen en geohydrologisch sterk door een slechtdoorlatende ondergrond of (kei)leeminschakelingen bepaald worden. Dit betekent dat het Fries-Drents Plateau (P3), de Pleistocene opduikingen (P4) en het Plateau van de Achterhoek (P5) vergelijkbaar zijn. In mindere mate geldt dit ook voor de geïsoleerde stuwwallen (P2), de Peelhorst (P6), het Oude rivierterrassenlandschap van Noordoost-Limburg (P7), het Zuidwest Nederlands zandgebied (P8) en het Oost-Nederlands zandgebied (P9). Deze gebieden zijn aangegeven in FIGUUR 4.1.



FIGUUR 4.2. Ruimtelijke extrapolatie van de uitkomsten van de analyse van Oost-Brabant naar vergelijkbare andere gebieden (zwart) en naar gebieden waarvoor de bevindingen in mindere mate gelden (gearceerd).

De bevindingen aangaande Oost-Brabant kunnen worden geëxtrapoleerd naar het Centrale Slenkgebied (P14), de Peelhorst (P6) en het Oost Nederlands dekzandgebied (P9). In mindere mate kunnen uitkomsten gelden voor de rest van het Brabants zandgebied (P8) en de Gelderse Vallei (P10). FIGUUR 4.2. geeft deze gebieden weer.

De resultaten van de analyse van de Krimpenerwaard gelden voor het veenweidegebied (H5), waarbij de geldigheid vooral betrekking heeft op dat gedeelte van het veenweidegebied dat reeds langer onder fluviatiele invloeden staat. Het veenweidegebied van Noord-Holland en de randveengebieden van Overijssel, Friesland en Groningen zijn iets afwijkend, omdat deze van oorsprong andersoortig water ontvangen, namelijk kwel vanaf de zandgronden en geen rivierwater vanuit het buitenland. Daarom is binnen het ecodistrikt H5 nog een nadere differentiatie aangebracht. FIGUUR 4.3. geeft aan voor welk gebieden de bevindingen uit de Krimpenerwaard-studie als vergelijkingsmateriaal kunnen dienen.

De overwegingen ten aanzien van de kleigebieden van Schouwen-Duiveland en Noordoost-Groningen kunnen worden doorgetrokken naar alle kleigebieden van mariene oorsprong. Het is wel zo dat naarmate deze kleigebieden ouder zijn, verder van zee af liggen en meer onder fluviatiele invloed staan, de effekten van aanvoer geringer zullen zijn. Met betrekking tot de alternatieven kan gesteld worden dat deze feitelijk op alle kleigebieden slaan, dus ook op het rivierengebied, alhoewel daar niet van vergelijkbare effekten van aanvoer sprake zal zijn. FIGUUR 4.4. geeft aan in welke gebieden de overwegingen voor Schouwen-Duiveland van toepassing kunnen zijn, terwijl FIGUUR 4.5. betrekking heeft op de gebieden waarin de overwegingen met betrekking tot Groningen valide kunnen zijn.



FIGUUR 4.3. Ruimtelijke extrapolatie van de uitkomsten van de analyse van Krimpenerwaard naar vergelijkbare andere gebieden (zwart) en naar gebieden waarvoor de bevindingen in mindere mate gelden (gearceerd).



FIGUUR 4.4. Ruimtelijke extrapolatie van de uitkomsten van de analyse van Schouwen-Duiveland naar vergelijkbare andere gebieden (zwart) en naar gebieden waarvoor de bevindingen in mindere mate gelden (gearceerd).



FIGUUR 4.5. Ruimtelijke extrapolatie van de uitkomsten van de analyse van Groningen naar vergelijkbare andere gebieden (zwart) en naar gebieden waarvoor de bevindingen in mindere mate gelden (gearceerd).

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.

5.1. CONCLUSIES.

De behoefte aan aanvoer van gebiedsvreemd water komt voor een belangrijk deel voort uit een regelmatig optredend tekort aan voor de landbouw bruikbaar water gedurende de zomerperiode. Door de oplossing van dit waterkwantiteits-probleem kunnen problemen met de waterkwaliteit worden gecreëerd. De reden hiervoor is dat het aangevoerde water thans veelal van een slechte kwaliteit is. Hierin kan verandering optreden, wanneer door sanering van lozingen de waterkwaliteit van de grote rivieren zal verbeteren. Het welslagen van het Rijn Actie Programma is daarvoor een belangrijke voorwaarde.
De aard en omvang van de problemen is evenwel niet eenduidig voor heel Nederland. In intensieve landbouwgebieden is het gebiedseigen water ten gevolge van interne belasting vaak slechter van kwaliteit dan het ingelaten gebiedsvreemde water. Dit betekent dan ook dat niet een algemeen geldend advies kan worden gegeven over het te voeren beleid met betrekking tot wateraanvoer. Een gedifferentieerde aanpak van het wateraanvoerbeleid is noodzakelijk, waarbij voor iedere situatie de ecologische en economische voor- en nadelen zullen moeten worden afgewogen.

Een consistente gebiedsspecifieke benadering van het wateraanvoerbeleid vraagt om een planmatige aanpak, waarin de problematiek van wateraanvoer wordt geanalyseerd en waarin gezocht wordt naar eventuele alternatieven voor aanvoer van gebiedsvreemd water in de betreffende regio. In deze studie is een stapsgewijze procedure voor probleemanalyse en voor beoordeling van oplossingsalternatieven ontworpen (zie hoofdstuk 3). Deze stapsgewijze benadering is toegepast in de vijf voorbeeldstudies (zie hoofdstuk 4 en de bijlagen). De daarbij opgedane ervaringen met de stapsgewijze aanpak wijzen erop dat deze aanpak een algemene toepassing verdient bij het ontwikkelen en beoordelen van wateraanvoerplannen in de verschillende gebiedstypen in Nederland. Overigens is in een groot aantal gevallen een nadere kwantificering van de effektiviteit van mogelijke oplossingsalternatieven nog noodzakelijk.

De ervaringen met de methode van probleemanalyse en selektie van mogelijke alternatieve oplossingen voor aanvoer van gebiedsvreemd water leiden in grote lijnen tot de volgende hoofdconclusies.

1. *De gevolgen van wateraanvoer naar ecologische en economische voor- en nadelen zijn sterk afhankelijk van de uitgangssituatie.*

Als wateraanvoer dient voor de verziltingsbestrijding in gebieden met brak grondwater op geringe diepte, dan is het aangevoerde zoete water een belangrijke produktiefaktor voor de landbouw in dergelijke gebieden. Het betreft hier vooral cultuurgronden in het zeekleigebied. In deze landbouw-gebieden met hoofdzakelijk akkerbouw is aanvoer van zoet water in het algemeen rendabel, mits geen hoge investeringskosten aan infrastruktuur behoeven te worden gemaakt. Door intensief agrarisch gebruik is hier veelal sprake van slechts geringe natuurwaarden. De interne belasting met nutriënten is in het algemeen zo hoog, dat daardoor aanvoer van gebiedsvreemd water hier in de meeste gevallen tot een tijdelijke verlaging van het nutriëntengehalte in het oppervlaktewater leidt. Wel dient hier, zoals in alle aanvoer-

projekten, rekening te worden gehouden met een mogelijke introduktie of toename van toxische stoffen, en ook met ecologische effekten, die kunnen optreden in de aanvoerroute of bij het uitslaan van het water uit het aanvoergebied. Hierop wordt later nog ingegaan.

In veenweidegebieden dient aanvoer van rivierwater primair voor peilhandhaving gedurende de zomermaanden. Indien geen compensatie van het zomertekort zou plaats vinden, zou de toch al optredende bodemdaling in deze gebieden door klink en oxidatie nog versterkt worden. Bij de inlaat van het rivierwater gaat het hier meestal om relatief geringe hoeveelheden.
Ook voor deze landbouwpolders kan gesteld worden dat waterinlaat veelal geen grote invloed zal hebben op de voedselrijkdom van de wateren, omdat er dikwijls sprake is van een hoge interne belasting door de landbouw. Het nutriëntengehalte zal door wateraanvoer vaak eerder verminderen dan toenemen. Met het oog daarop wordt het rivierwater in sommige veenweidepolders speciaal ingelaten om zeer voedselrijke poldersloten door te spoelen. Door de stroming tijdens het doorspoelen zal de aanwezigheid van kroos en kroosvaren verminderen. Een meer strukturele oplossing van het eutrofiëringsprobleem is evenwel een vermindering van de belasting vanuit de landbouw en de bebouwing en een sanering van de waterbodems.
In het proefgebied Krimpenerwaard werd duidelijk, dat de inlaat van water uit de nabijgelegen rivier de Lek heeft geleid tot ernstige verontreiniging van de watergangen met diverse toxische stoffen, met name in de waterbodems nabij de inlaatpunten. Kwaliteitsverbetering van het Rijnwater is derhalve van grote betekenis voor de milieukwaliteit van de Krimpenerwaard.

In zandgebieden wordt soms gebruik gemaakt van gebiedsvreemd water om watertekorten in de zomer op te heffen. Het water wordt op twee manieren benut: voor aanvulling en opstuwing van afstromend grondwater via infiltratie vanuit de watergangen, en voor beregening.
Aanvoer van gebiedsvreemd water naar de zandgronden is in een groot aantal gevallen zowel uit economisch als uit ecologisch opzicht ongewenst. Uit recente berekeningen voor de situatie in oostelijk Noord-Brabant is gebleken dat wateraanvoer voor beregening van grasland en maïsakkers in het algemeen niet rendabel is. Hiermee werden de bevindingen uit soortgelijk onderzoek in de Gelderse zandgebieden bevestigd. Op bedrijfsniveau zijn de investeringskosten (vooral voor beregeningsinstallaties) gemiddeld hoger dan de verkregen meeropbrengsten. Bovendien heeft beregening door onttrekking uit grondwater tot gevolg, dat in de naastgelegen niet beregende percelen extra verdroging zal optreden.
Wateraanvoer als aanvulling van de grondwatervoorraad is uitsluitend rendabel, wanneer geen of slechts geringe investeringen behoeven te worden gedaan. Bij de rentabiliteitsberekeningen is overigens nog geen rekening gehouden met de te verwachten prijsdalingen van landbouwprodukten, zodat de economische perspektieven voor wateraanvoer in deze gebieden somber zijn.
Ook de milieukwaliteit en de natuurwaarden kunnen bij wateraanvoer in de zandgebieden negatief beïnvloed worden. In beken, waar nog sprake is van een enigszins natuurlijke chemische watersamenstelling en ongestoorde afstroming zal door aanvoer van gebiedsvreemd water een verandering in de ionensamenstelling optreden. De nog aanwezige karakteristieke levensgemeenschappen in deze beken zullen hierdoor verdwijnen.
Overigens is in de zandgebieden nog maar op enkele plaatsen sprake van min of meer natuurlijke milieucondities in beekdalsystemen. Een groot aantal zandgebieden is reeds zwaar belast door diffuse verontreiniging uit de intensieve veehouderij en door emissies uit industrieën, effluenten van rioolwaterzuiveringsinstallaties en riooloverstorten. Zo zijn in oostelijk

Noord-Brabant door een hoge interne belasting de watergangen en het grondwater ernstig vervuild, waardoor de natuur in en langs veel beken sterk aangetast is. Wateraanvoer zal in deze gebieden weliswaar lokaal kunnen leiden tot een zekere daling van de concentratie voedingsstoffen, maar zal tevens kunnen leiden tot verspreiding van toxische stoffen via het oppervlaktewater naar de bodem en het grondwater in de aanvoergebieden.

2. *Soms treden de belangrijkste effekten van wateraanvoer op buiten het aanvoergebied.*

Bij de beoordeling van wateraanvoerplannen dient terdege rekening te worden gehouden met mogelijke externe effekten.
Uit deze studie kwam naar voren dat wateraanvoer naar landbouwgebieden kan leiden tot belangrijke ecologische gevolgen voor gebieden die stroomopwaarts of -afwaarts van het aanvoergebied zijn gelegen. Wanneer voedselrijk en anderszins verontreinigd aanvoerwater vanuit het landbouwgebied via het oppervlaktewater of grondwater terecht komt in een kwetsbaar ecosysteem, dient de beoordeling van de wateraanvoer mede gebaseerd te zijn op de gevolgen, die zullen optreden buiten het aanvoergebied. Zo spelen de te verwachten effekten van extra water, dat vanuit Schouwen-Duiveland uitgeslagen zou moeten worden op het Grevelingenmeer en de Oosterschelde, een belangrijke rol bij de beoordeling van de wateraanvoerplannen naar dit eiland.
Ook dient bij de afweging te worden gelet op eventuele effekten, die in de aanvoerroute kunnen optreden. Bij een lange aanvoerroute zal de chemische samenstelling van het ingelaten water nauwelijks doorwerken tot in het aanvoergebied zelf, maar zal de verandering in waterkwaliteit optreden in de transportroute tussen het inlaatpunt en het aanvoergebied. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de aanvoer van IJsselmeerwater via de Friese boezemwateren naar Groningen.
Bij induceren of versterken van de waterstroming door realisering of uitbeiding van waterinlaat, zal met deze beweging de op het water geloosde vervuiling zich naar andere lokaties verplaatsen. Dit leidt tot nivellering in de waterkwaliteit over lange trajekten.

3. *Door realisering van wateraanvoerplannen kunnen meer duurzame oplossingen worden gefrustreerd.*

Via ruimtelijke ordening en milieubeleid wordt gewerkt aan een verbetering van de milieukwaliteit in relatie tot het ruimtegebruik. Door sanering van diverse verontreinigingsbronnen zal de milieubelasting in thans nog zwaar belaste gebieden aanzienlijk kunnen worden verminderd. Als gevolg daarvan zal ook de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater op termijn verbeteren.
Het doorspoelen van vervuilde watersystemen met gebiedsvreemd water is een vorm van symptoombestrijding, waardoor de noodzaak tot sanering zal verminderen. Het gebiedsgerichte milieubeleid kan hierdoor worden gefrustreerd. Deze meer strategische overweging betekent, dat bij de beoordeling van wateraanvoerplannen niet alleen gelet dient te worden op huidige effekten van wateraanvoer, maar ook op de mogelijke remmende werking op de realisering van toekomstig beleid.

4. *Door beperking van de waterbehoefte kan gebiedsvreemd water overbodig worden.*

Het probleem van de verdroging van de zandgronden dient primair bij de bron te worden aangepakt door vermindering van het waterverbruik. Gezien de problemen met verdroging van grondwater-afhankelijke natuurgebieden in de zandgebieden ligt hier de prioriteit bij de beperking van het gebruik van grondwater. Mogelijkheden liggen vooral in beperking van de beregening van landbouwgronden en vermindering van het verbruik van grondwater voor industriële doeleinden zoals koeling en spoeling. Deze maatregelen kunnen via provinciaal beleid worden gestimuleerd of zelfs dwingend worden opgelegd. Daarbij is het van belang dat er goede alternatieven zijn voor deze vormen van grondwatergebruik. Zo kan door de teelt van minder droogtegevoelige gewassen de waterbehoefte verminderen, of kan toediening van extra ruwvoer in de veehouderij de plaats innemen van extra grasopbrengst door beregening van grasland. Gebleken is dat in de zandgebieden de kosten van toediening van extra ruwvoer vrijwel altijd lager zijn dan de beregeningskosten. Hierbij dient evenwel te worden aangetekend, dat toediening van extra ruwvoer weliswaar zal leiden tot daling van de behoefte aan beregening, maar dat daardoor een ander probleem wordt veroorzaakt, namelijk een toename van de hoeveelheid voedingsstoffen in de bodem.
Alternatieven voor gebruik van grondwater als koelwater zijn overschakeling op gebruik van oppervlaktewater of op luchtkoeling.
In principe bestaan er ook mogelijkheden om door verandering in de drinkwaterwinning het grondwatergebruik te verminderen. Dan zal een overschakeling moeten plaats vinden van grondwater naar oppervlaktewater als primaire bron voor drinkwater in het zandgebied. Een probleem is dat thans door de verontreinigingen uit de landbouw, industrie en RWZI's vrijwel nergens garanties zijn te geven dat uit het regionale oppervlaktewater goed drinkwater is te produceren. Wanneer de belasting van het oppervlaktewater echter zal kunnen worden teruggebracht, is een geleidelijke overschakeling van grond- naar oppervlaktewater in de zandgebieden wellicht wel reëel.

Veel moeilijker is een beperking van de vraag naar zoet water in zeekleigebieden. Alleen overschakeling naar minder zoutgevoelige gewassen of naar een andere gebruiksfunktie zoals bosbouw, recreatie en/of natuurontwikkeling vermindert de behoefte aan zoet water. Overigens zijn de problemen met wateraanvoer in deze gebieden ook minder urgent dan de zandgebieden.

In veenweidegebieden is de behoefte aan extra water in de zomer nauwelijks te beïnvloeden, omdat deze vrijwel volledig door het natuurlijke proces van verdamping wordt bepaald. Alleen door een ander peilbeher in de winter en het voorjaar kan het verdampingsverlies worden gecompenseerd zonder waterinlaat. Een extensivering in landgebruik is hierbij noodzakelijk.

5. *Door conservering kan in veel gevallen een beter gebruik van gebiedseigen water worden gemaakt.*

a. conservering in de bodem
Water dat in een gebied binnenkomt via neerslag of grondwater kan in veel gevallen beter benut worden dan thans het geval is. In tijden van wateroverschot wordt veel water ongebruikt afgevoerd. Dit houdt vooral verband met de landbouwkundig gewenste ontwateringsdiepte, die gebruik en bewerking in het voorjaar mogelijk moet maken. De ontwateringsdiepte kan geregeld worden via stuwpeilbeheer.

Verhoging van de ontwateringsdiepte leidt tot een grotere voorraad grondwater. Hierdoor wordt weliswaar een opbrengstvermindering in het voorjaar veroorzaakt, maar daar staat een verminderd droogterisico in de zomerperiode tegenover. Nader onderzoek zal inzicht moeten bieden op de bedrijfseconomische aspekten van deze maatregel.
Waterconservering in de bodem biedt vooral perspektieven in de zandgebieden. In kleigebieden is door de dichte bodemstruktuur het voordeel van het opzetten van het slootpeil aanzienlijk minder. Het opzetten van het waterpeil in zeekleigebieden die boven zeeniveau liggen, zoals het geval is met een deel van Noord-Groningen, kan leiden tot de vorming van een zoetwaterlens, die de invloed van het zoute grondwater kan onderdrukken. Hierdoor daalt de behoefte aan wateraanvoer voor de bestrijding van de verzilting in deze gebieden.
In veenweidegebieden leidt grondwaterconservering bijna onvermijdelijk tot een funktieverandering, omdat de ontwateringsdiepte meestal al zeer gering is. Waterretentie in de bodem zal hier snel leiden tot inundatie, hetgeen onaanvaardbaar is voor de landbouw. Een conserveringsgebied wordt daardoor vooral geschikt voor natuurontwikkeling, eventueel in combinatie met extensieve landbouw en/of recreatie. Hier is dus hydrologische isolatie van conserveringsgebieden binnen een veenweidepolder het alternatief.

b. conservering van oppervlaktewater
Opslag van oppervlaktewater biedt minder perspektieven dan opslag van water in de bodem. De kosten die verbonden zijn aan wateropslag in retentiebekkens, wegen in het algemeen niet op tegen de landbouwkundige baten. In zeekleigebieden vindt bovendien in dergelijke bekkens menging plaats van zoet regenwater met brak oppervlaktewater. Op kleine schaal kunnen retentiebekkens nuttig zijn, bijvoorbeeld voor suppletie van zomertekorten in nabij gelegen natuurterreinen. Voor opslag van oppervlaktewater kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van nabij gelegen recreatieplassen. Bij conservering van oppervlaktewater moet altijd gerekend worden op belangrijke verliezen door verdamping.

6. *Indien wateraanvoer noodzakelijk is, kunnen mitigerende maatregelen leiden tot beperking van ongewenste effekten.*

Ongewenste effekten kunnen dikwijls worden beperkt door bepaalde voorzieningen te treffen, zoals:
* hydrologische isolatie, b.v. via stuwpeilbeheer of hydrologische bufferzones; isolatie kan worden gerealiseerd met verhoging van het oppervlaktewaterpeil of door tegenhouden van aanvoerwater;
* opvang van toxische stoffen in bezinkingsputten;
* zuivering van voedselrijk water met behulp van helofytenfilters.

Dergelijke mitigerende maatregelen kunnen dienen om effekten van wateraanvoer binnen de aanvoergebieden te beperken (de interne effekten), maar ook om effekten buiten het aanvoergebied (externe effekten) te vermijden of te verminderen. Zo is het bij wateraanvoer naar Schouwen-Duiveland noodzakelijk om externe effekten naar het brakke kwelgebied langs de kust te vermijden door middel van hydrologische isolatie, en om te zorgen voor waterkwaliteitsverbetering bij het uitslaan van het water naar het Grevelingenmeer en de Oosterschelde. Daarentegen spelen bij de beoordeling van wateraanvoer naar de Krimpenerwaard vooral interne effekten een rol, zoals de toevoer van toxische stoffen via het aangevoerde Lekwater, waarvoor een slibvang gewenst is.
Bij de toepassing van helofytenfilters voor het onttrekken van nutriënten aan het oppervlaktewater moet worden bedacht, dat het hier gaat om zuiverings-

systemen, die een relatief groot oppervlak vereisen voor de gewenste kwaliteitsverandering.

7. *Ruimtelijke zonering biedt perspektieven voor een duurzame oplossing.*

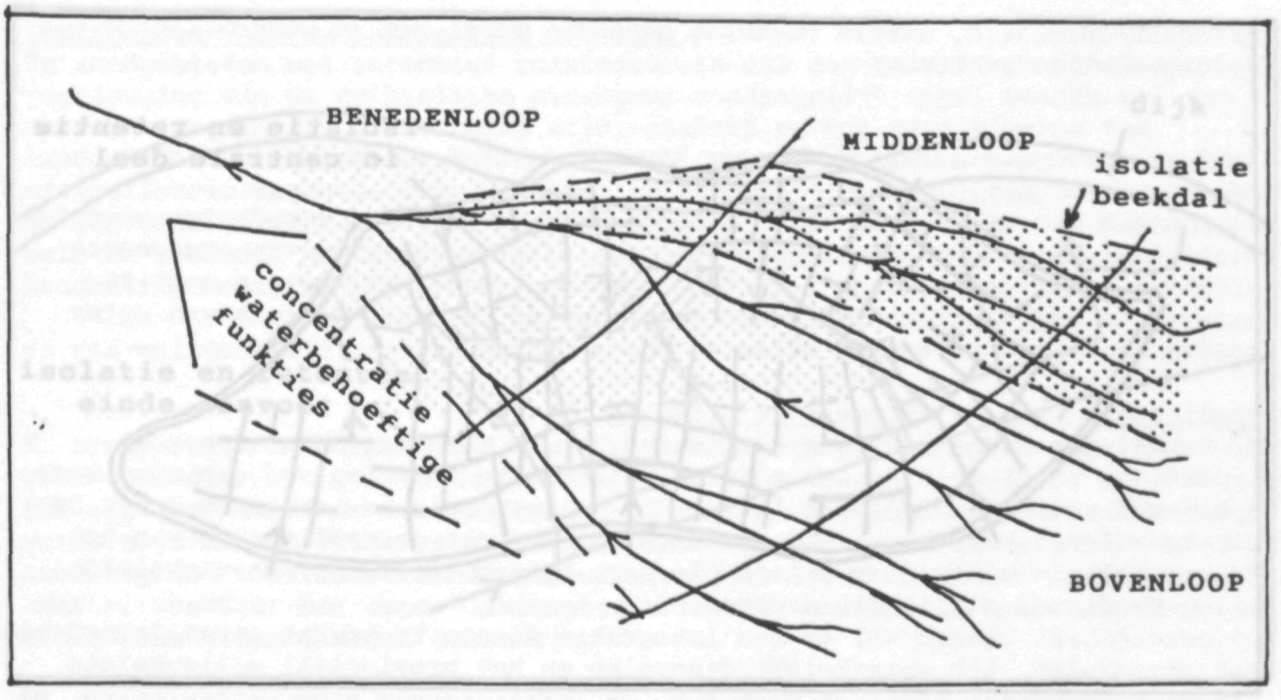
Bij de ruimtelijke bestemming van gebruiksfunkties dient te worden ingespeeld op ruimtelijke relaties via het oppervlaktewater en grondwater. Via zonering kan invloed worden uitgeoefend op de watervraag in droogtegevoelige gebieden, en kunnen ongewenste effekten binnen aanvaardbare grenzen worden gehouden. Inzicht in hydrologische processen en patronen is hiervoor noodzakelijk.

In de zandgebieden zal het probleem van de verdroging verminderen, wanneer de meer extensieve en minder water vragende vormen van landgebruik worden gelokaliseerd in de bovenstrooms gelegen delen. Bovendien zal daardoor de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater niet reeds bij de bron worden aangetast, waardoor de natuurlijke overgang van voedselarm naar voedselrijk beekwater hersteld kan worden. In de stroomafwaarts gelegen drogere delen van een stroomgebied kunnen intensievere vormen van landgebruik worden geconcentreerd. Eventuele wateraanvoer dient te worden beperkt tot de benedenstrooms gelegen landbouwgebieden. Gebieden met opwellend diep grondwater herbergen aktueel of potentieel belangrijke natuurwaarden; dergelijke gebieden dienen door hun afhankelijkheid van schoon grondwater, buiten de invloedssfeer te blijven van het gebiedsvreemde water.

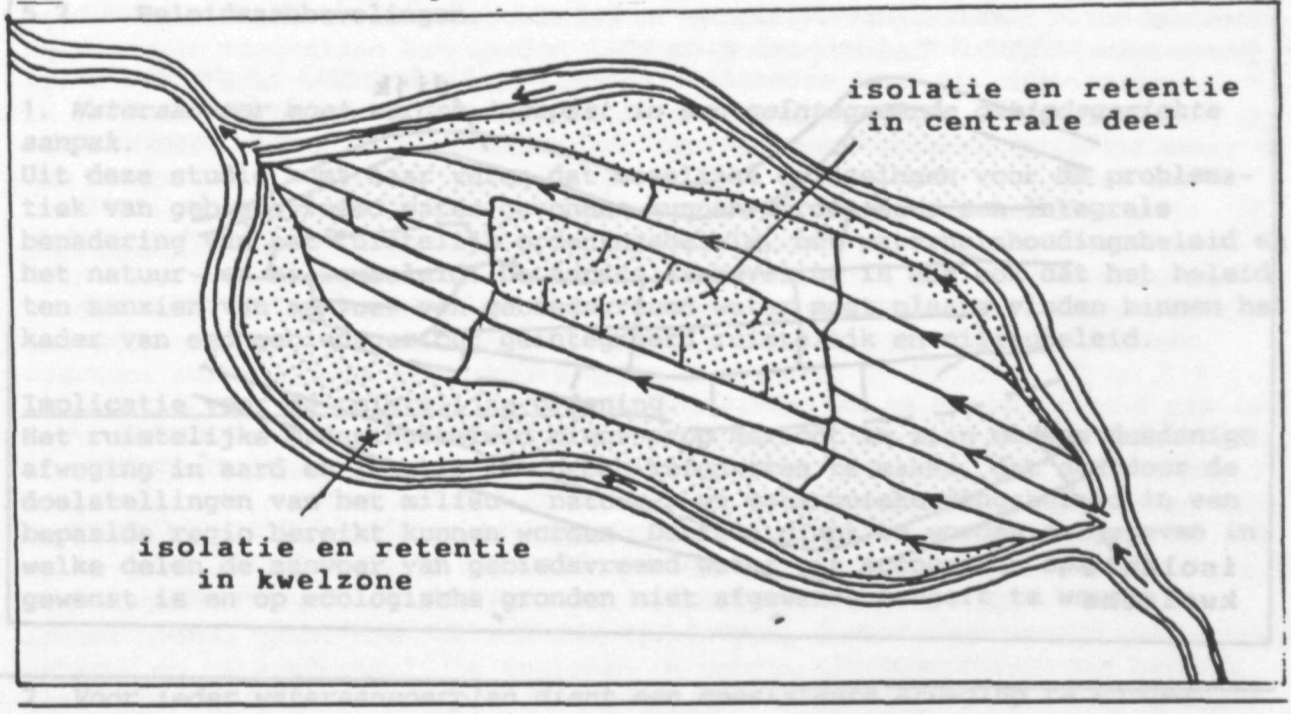
Naast deze zonering van hoog (extensief) naar laag (intensief) is een zoneringsbeleid mogelijk, gericht op het veiligstellen van gehele nog schone beekstelsels. Dit beleid biedt vooral perspektieven, indien extensivering van het landgebruik in de bovenstroomse gebieden op korte termijn niet realiseerbaar is, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van rioolwaterzuiveringsinstallaties of bebouwingsconcentraties. Deze tweede optie doet zich bijvoorbeeld voor bij parallel lopende vuile en schone watergangen in Twente en de Achterhoek. In dergelijke situaties dienen de schone beeklopen buiten eventuele aanvoerplannen te blijven.
In FIGUUR 5.1 is geschetst hoe een combinatie van beide typen zonering in een ruimtelijk beeld voor de Pleistocene zandgebieden eruit zou kunnen zien.

Binnen veenweidegebieden kan eveneens op basis van de stroming van het grondwater een zonering in meer intensieve en meer extensieve vormen van landgebruik worden aangebracht. Hier is natuurontwikkeling vooral kansrijk in kwelgebieden en hydrologisch geïsoleerde delen. Hydrologische isolatie is slechts mogelijk in delen waarin geen sterke inzijging optreedt.
In FIGUUR 5.2 is weergegeven welke zonering past in een veenweidegebied zoals bijvoorbeeld de Krimpenerwaard met kwel vanuit de aangrenzende rivieren.
FIGUUR 5.3 biedt een oplossingsschets voor een ander type veenweidelandschap.

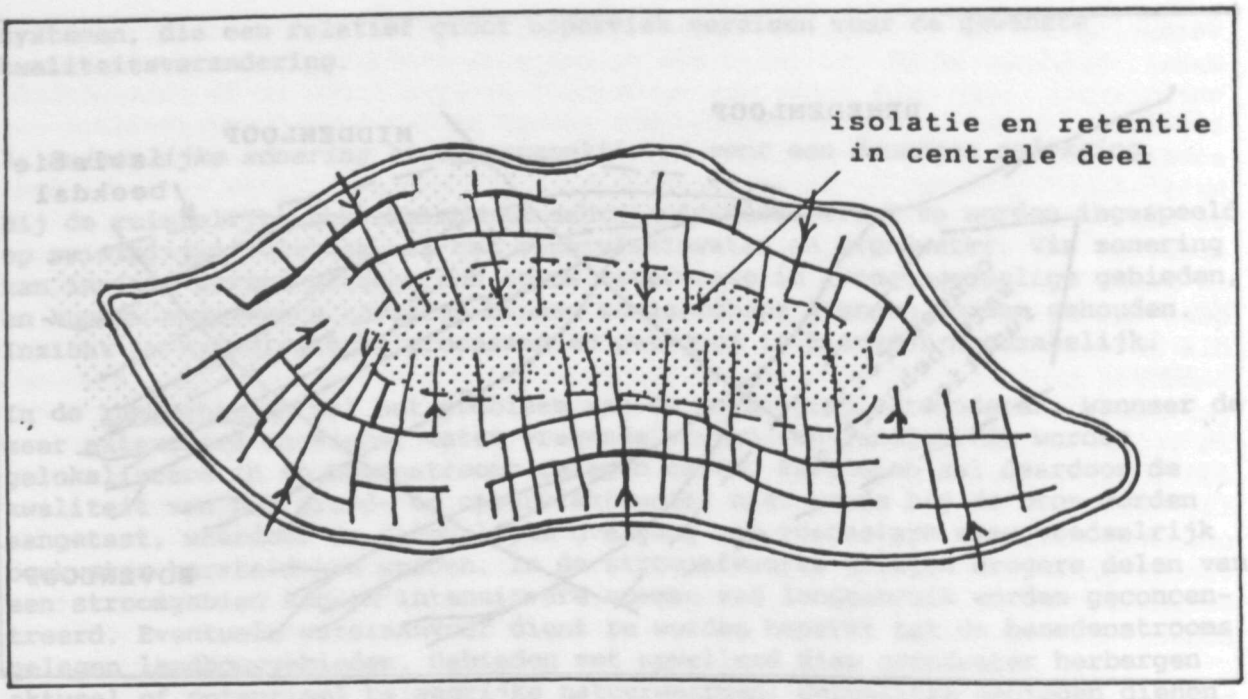
In zeekleigebieden kan gekozen worden voor hydrologische isolatie, indien gebieden onder invloed staan van permanente kwelstromen. Een voorbeeld vormt het brakke randgebied van Schouwen-Duiveland (FIGUUR 5.4). Ook op de grens van zand en klei, zoals bij de duinvoet op Schouwen-Duiveland, is scheiding van aanvoerwater en de zoete kwelstroom uit de duinen van groot belang. Hydrologische isolatie is eveneens wenselijk voor delen van het waterstelsel die ver weg zijn gelegen van de inlaatpunten. Deze situatie doet zich ondermeer voor in Noord-Groningen (FIGUUR 5.5).



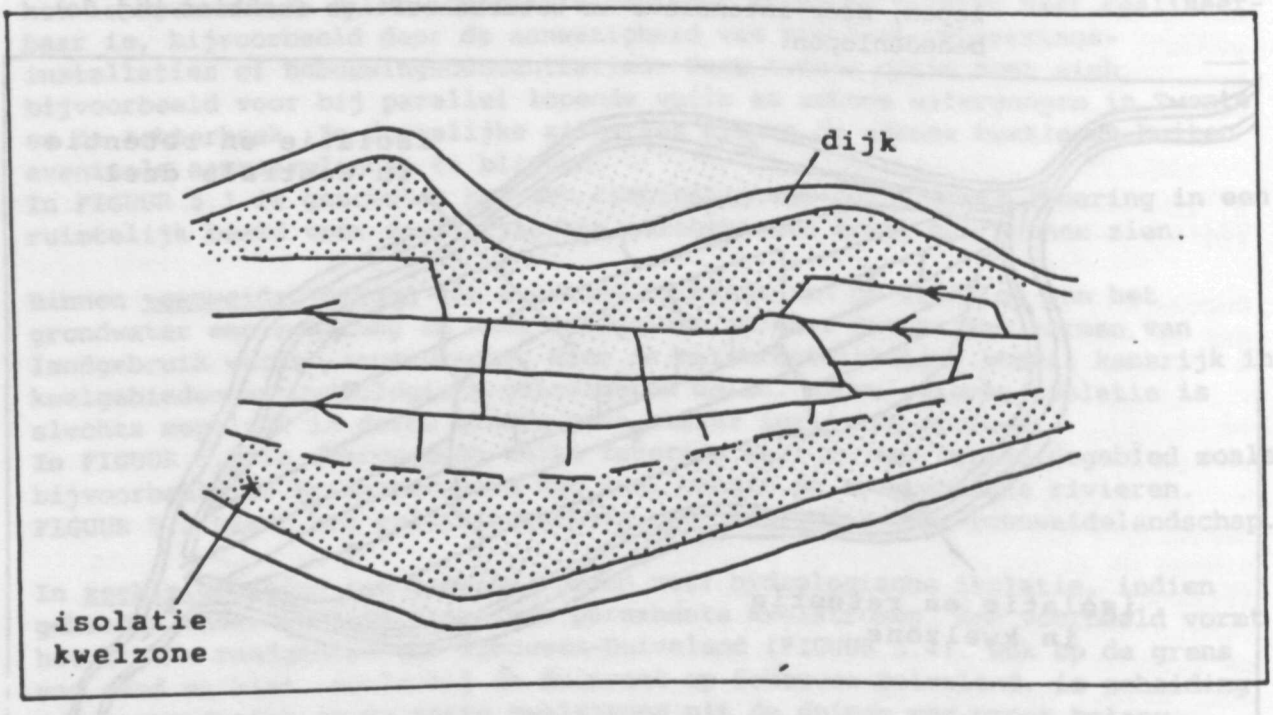
FIGUUR 5.1. Ruimtelijke schets zandgebied: 2 zoneringsmogelijkheden.
a. Evenwijdig aan de beeklopen: isolatie van waardevolle beekdalen.
b. Loodrecht op de beeklopen: extensieve funkties bij de boven lopen, meer intensieve en waterbehoeftige funkties bij de benedenlopen.



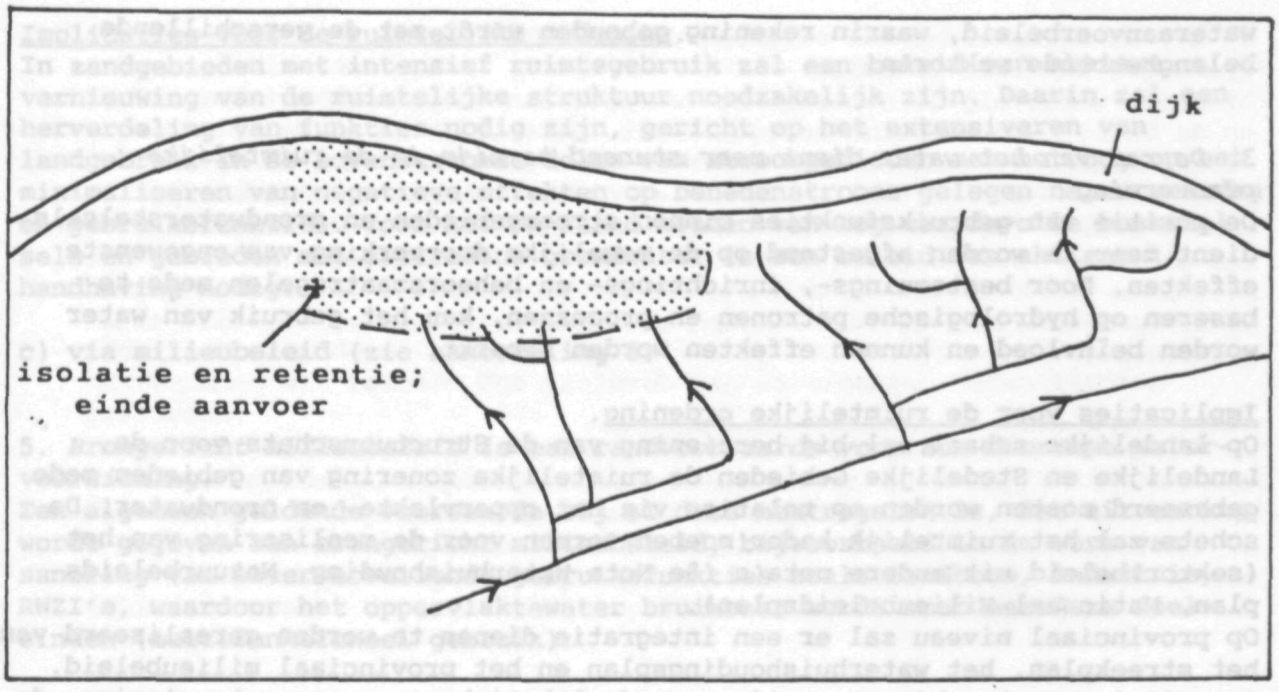
FIGUUR 5.2. Ruimtelijke schets veenweidegebied (referentie Krimpenerwaard). Zonering volgens kwelpatroon en doorstroompatroon: isolatie en retentie van water aan de randen en in het centrale deel.



FIGUUR 5.3. Ruimtelijke schets veenweidegebied (referentie Bodegraven). Zonering volgens het aanvoerpatroon (inlaatpunten langs de randen): isolatie en retentie van water in het centrale deel.



FIGUUR 5.4. Ruimtelijke schets zeekleigebied (referentie Schouwen-Duiveland). Zonering volgens het kwelpatroon en het aanvoerpatroon: isolatie van de kwelgebieden.



FIGUUR 5.5. Ruimtelijke schets zeekleigebied (referentie Noordgronings wierdenlandschap). Zonering volgens het aanvoerpatroon: isolatie en retentie aan het eind van het aanvoerstelsel.

5.2. Beleidsaanbevelingen.

1. *Wateraanvoer moet worden ingepast in een geïntegreerde gebiedsgerichte aanpak.*
Uit deze studie komt naar voren dat mogelijke oplossingen voor de problematiek van gebiedsvreemd water gevonden kunnen worden door een integrale benadering van het ruimtelijk ordeningsbeleid, het waterhuishoudingsbeleid en het natuur- en milieubeleid. De eerste aanbeveling is dan ook dat het beleid ten aanzien van aanvoer van gebiedsvreemd water moet plaats vinden binnen het kader van een gebiedsgericht geïntegreerd ruimtelijk en milieubeleid.

Implicatie voor de ruimtelijke ordening.
Het ruimtelijke ordeningsbeleid dient erop gericht te zijn om een dusdanige afweging in aard en lokatie van gebruiksfunkties te maken, dat daardoor de doelstellingen van het milieu-, natuur-, en waterhuishoudingsbeleid in een bepaalde regio bereikt kunnen worden. Daarbij dient te worden aangegeven in welke delen de aanvoer van gebiedsvreemd water uit economisch opzicht gewenst is en op ecologische gronden niet afgewezen behoeft te worden.

2. *Voor ieder wateraanvoerplan dient een consistente afweging te worden gemaakt van de noodzaak, de effekten en de mogelijke alternatieven.*
De stapsgewijze analyse van problemen door aanvoer van gebiedsvreemd water en van mogelijke oplossingsalternatieven, die in deze studie is uitgetest voor een vijftal gebieden, is een geschikt middel om te komen tot een verantwoord

wateraanvoerbeleid, waarin rekening gehouden wordt met de verschillende belanghebbende sektoren.

3. *De rol van het water dient meer sturend te zijn in de ruimtelijke planvorming.*
De positie van gebruiksfunkties binnen stroomgebieden en grondwaterstelsels dient meer te worden afgestemd op de mogelijke doorwerking van ongewenste effekten. Door bestemmings-, inrichtings- en beheersmaatregelen mede te baseren op hydrologische patronen en processen, kan het gebruik van water worden beïnvloed en kunnen effekten worden beperkt.

Implicaties voor de ruimtelijke ordening.
Op landelijke schaal zal bij herziening van de Structuurschets voor de Landelijke en Stedelijke Gebieden de ruimtelijke zonering van gebieden mede gebaseerd moeten worden op relaties via het oppervlakte- en grondwater. De schets zal het ruimtelijk kader moeten vormen voor de realisering van het (sektor)beleid uit andere nota's (3e Nota Waterhuishouding, Natuurbeleidsplan, Nationaal Milieubeleidsplan).
Op provinciaal niveau zal er een integratie dienen te worden gerealiseerd van het streekplan, het waterhuishoudingsplan en het provinciaal milieubeleid. Aangrijpingspunten hiervoor zijn o.a. de lokatiekeuzen voor waterwinning, de bestemming van andere watervragende funkties en de ligging van natuurgebieden en Relatienotagebieden.

4. *In zandgebieden zo veel mogelijk de aanvoer van gebiedsvreemd water afremmen door gebiedseigen water te conserveren voor duurzaam gebruik.*

a) via ruimtelijke zonering
Hierbij wordt gedacht aan wijziging in het ruimtelijk beleid zoals weergegeven in FIGUUR 5.1. Dit komt neer op:
* concentreren van meer extensieve vormen van landgebruik in de bovenstroomse delen van een stroomgebied met het oog op vermindering van onttrekking en verontreiniging van het grondwater en van de bovenlopen van beken;
* concentreren van de belangrijkste watervragende functies in de lager gelegen delen van stroomgebieden, waarbij kansrijke kwelgebieden worden ontzien;
* hydrologische isolatie van waardevolle beekstelsels ten opzichte van vervuilde en/of gekanaliseerde beken.

b) via herinrichting en waterhuishoudingsbeleid
Landinrichting en waterhuishouding bieden mogelijkheden om maatregelen te treffen, die zullen leiden tot vergroting van de watervoorraad of vermindering van de vraag naar water. Gedacht wordt hierbij aan:
* vergroting van het waterbergend vermogen, bijvoorbeeld door verhoging van de ontwateringsdiepte, profielverkleining en bevordering van meandering van de beken, optimalisering van het stuwpeilbeheer;
* ontmoedigingsbeleid c.q. verbod van gebruik van grondwater voor beregening van landbouwgrond;
* omschakelen van grondwater naar oppervlaktewater als grondstof voor industriewater en drinkwater.

Implicaties voor de ruimtelijke ordening.
In zandgebieden met intensief ruimtegebruik zal een beleid van aktieve vernieuwing van de ruimtelijke struktuur noodzakelijk zijn. Daarin zal een herverdeling van funkties nodig zijn, gericht op het extensiveren van landgebruik in de bovenstroomse delen van stroomgebieden met het oog op het minimaliseren van negatieve effekten op benedenstrooms gelegen natuurwaarden en gebruiksfunkties. Voor het in stand houden van nog waardevolle beekstelsels en gebieden met uittredend grondwater is een beleid van aktieve handhaving nodig.

c) via **milieubeleid** (zie aanbeveling 5)

5. *Brongericht milieubeleid is een randvoorwaarde voor een duurzame watervoorziening.*
Een algemeen geldende voorwaarde bij al deze maatregelen is, dat uitvoering wordt gegeven aan brongericht milieubeleid, bijvoorbeeld in de vorm van sanering van watervervuilende gebruiksfunkties zoals landbouw, industrie, RWZI's, waardoor het oppervlaktewater bruikbaar wordt voor meerdere doeleinden (multifunktioneel gebruik).

6. *In veenweidegebieden meer differentiatie aanbrengen in ruimtegebruik in relatie tot waterbeheer.*
Het bedrijven van landbouw in veenweidegebieden leidt tot inzakking van de veenbodem door klink en oxidatie. Per definitie kan landbouwkundig gebruik in dit landschapstype niet niet leiden tot een duurzame en stabiele evenwichtssituatie.
Een combinatie van landbouw en natuur biedt hier perspektieven voor handhaving en ontwikkeling van natuurwaarden. De natuurfunkties dienen vooral te worden ontwikkeld in de kwelgebieden en hydrologisch gemakkelijk te isoleren delen, waar toegestaan kan worden dat het grondwaterpeil in de winter op of zelfs boven maaiveldhoogte kan komen.
In de delen met landbouw als hoofdfunktie is een peilbeheer nodig gericht op een minimale daling van het oppervlak. Aanvoer van rivierwater in de zomer is dan noodzakelijk voor peilhandhaving.

Implicaties voor de ruimtelijke ordening.
Voor vele veenweidegebieden zal een differentiatie in het ruimtegebruik noodzakelijk zijn, waarbij onderscheid wordt aangebracht in landbouwgebieden met wateraanvoer, en waterconserveringsgebieden (zonder wateraanvoer), waarvoor in hoofdzaak een natuurfunktie geldt (zie de FIGUREN 5.2 en 5.3).

7. *Bij wateraanvoer dient ook gelet te worden op het voorkómen van externe effekten.*
De beoordeling van mogelijke externe effekten dient mede gebaseerd te worden op de waarden, funkties en bestemmingen van de beïnvloede gebieden buiten het aanvoergebied. In de ruimtelijke planvorming op nationaal, provinciaal en lokaal niveau dient dan ook een ecologisch goed onderbouwde bestemming aan de wateren en waterafhankelijke gebieden te worden toegekend. Daartoe kan een landelijk vastgelegde hoofdstruktuur, die rekening houdt met de bescherming van aanwezige kwaliteiten van watersystemen, gebruikt worden om lokale en regionale plannen te toetsen.

8. *Bij de beoordeling van wateraanvoerplannen dient de duurzaamheid van de oplossing centraal te staan.*
Dikwijls wordt bij de beoordeling van wateraanvoerplannen uitsluitend gelet op de bedrijfseconomische rentabiliteit. Belangrijk is of de oplossing van de waterbehoefte via aanvoer van gebiedsvreemd water niet zal leiden tot nieuwe problemen of tot frustratie van milieu- en natuurbeleid. Wateraanvoer kan immers leiden tot grote investeringskosten en milieu-effekten, waardoor in die gevallen voor lange tijd een situatie wordt vastgelegd.
Bovendien dient vooraf rekening te worden gehouden met eventuele kosten van saneringsoperaties van waterbodems, die door wateraanvoer vervuild zijn geworden.

Implicaties voor de ruimtelijke ordening.
Een lange termijn visie op de ruimtelijke inrichting van Nederland dient terdege in te spelen op te verwachten ontwikkelingen in de regionale milieukwaliteit. Een dergelijke visie zal een belangrijke rol moeten spelen bij de beoordeling van de wenselijkheid van maatregelen zoals wateraanvoer, die gericht zijn op het op korte termijn oplossen van een deelprobleem (in casu de waterbehoefte).

9. *Bij de beoordeling van wateraanvoerplannen dienen milieukosten volledig te worden meegewogen.*
Door wateraanvoer kunnen ongewenste milieu-effekten worden geïntroduceerd, die eventueel kunnen worden vermeden of verminderd met mitigerende maatregelen. De daaraan verbonden kosten, bijvoorbeeld van opvang en verwerking van verontreinigd slib uit het aanvoerwater, dienen volledig te worden betrokken in de kosten/baten analyses van wateraanvoerplannen.
Ook zal vooraf gelet dienen te worden op eventueel noodzakelijke sanering van waterbodems ten gevolge van inlaat van vervuild gebiedsvreemd water.

5.3. ONDERZOEKSAANBEVELINGEN.

Op grond van deze studie kunnen enkele aanbevelingen voor nader onderzoek worden geformuleerd. De aanbevelingen hebben betrekking op het nader onderbouwen en kwantificeren van de effekten van wateraanvoer en van de effektiviteit van de voorgestelde oplossingsmaatregelen.

* Experimenteel en modelmatig onderzoek naar de ecologische schade door wateraanvoer, waarbij abiotische veranderingen en biotische effekten in diverse gebieden worden aangetoond.

* Onderzoek naar de consequenties van vormen van ruimtelijke zonering voor de waterhuishouding.

* Onderzoek naar de bedrijfseconomische en regionaal economische gevolgen van de voorgestelde ruimtelijke herinrichting en zonering voor de verschillende gebiedstypen.

* Onderzoek naar de bedrijfeconomische effekten van waterconservering in de bodem: kwantificering van de verwachte opbrengstvermindering in het voorjaar in relatie tot de verminderde droogteschade c.q. bevloeiingsbehoefte in de zomer.

* Onderzoek naar de mogelijkheden voor verdere omschakeling van grondwater naar oppervlaktewater als grondstof voor de openbare watervoorziening in Pleistocene zandgebieden.

* Onderzoek naar de herkomst van de verontreiniging van het oppervlaktewater in de verschillende delen van Nederland, met speciale aandacht voor de bijdrage vanuit atmosferische depositie. Op basis hiervan dienen de prioriteiten voor sanering van emissiebronnen te worden vastgesteld, teneinde de natuur- en milieudoelstellingen te kunnen bereiken.

* Onderzoek naar de effektiviteit van verschillende typen hydrologische bufferzones wat betreft het isoleren van watergangen tegen externe invloeden.

* Onderzoek naar de kwantitatieve betekenis van een andere gewaskeuze voor de waterbehoefte in landbouwgebieden.

* Onderzoek naar het mogelijke volume van zoetwaterlenzen in zeekleigebieden en naar de mogelijke toepasbaarheid als waterconserveringsmaatregel .

* Onderzoek naar de mogelijke bijdrage van het wettelijk instrumentarium aan de realisering van gewenste ruimtelijke zoneringen. Gedacht kan worden o.a. aan de Relatienota, de Bergboerenregeling en de Wet Bodembescherming.

* Vergelijkend economisch onderzoek naar de lange termijn effekten van wateraanvoer voor de landelijke en regionaal economische situatie. Hierbij dient nadrukkelijk aandacht te worden besteed aan het aspekt 'milieukosten', bijvoorbeeld de kosten, die verbonden zijn aan sanering van waterbodems, kosten verbonden aan hydrologische isolatie van natuurgebieden, reinigingskosten voor de drinkwatervoorziening, etc.

* Onderzoek naar de mogelijkheden van multifunktioneel gebruik van spaarbekkens en inundatiegebieden.

LITERATUUR.

As, D.P., R. Cleef, J.M.H. Demon, M. de Maaré, C. Reijinga, P. van Rooy, 1988.
Integraal waterbeheersplan Bornsebeek (Twente). Studierapport UBM 1988/2. Universitaire Beroepsopleiding Milieukunde & Centrum voor Milieukunde.

Bakker, T.W.M., J.A. Klijn, F.J. van Zadelhoff, 1981.
Nederlandse kustduinen. Landschapsecologie. Pudoc, Wageningen.

Barendregt, A., M.J. Wassen, J.T. de Smidt, E. Lippe, 1986.
Ingreep-effectvoorspelling voor waterbeheer. Landschap 3: 40 - 55.

Beltman, B., H. Duel, M. van der Bie, E. Otten, G. Rauwenhorst, 1988.
Ecohydrologie in polders: het Noorderpark. Landschap 5 (3): 152 - 169.

Bloemendaal, F.H.J.L., J.G.M. Roelofs, 1988.
Waterplanten en waterkwaliteit. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.

Braat, L.C., A. van Amstel, E. Nieuwhof, J. Runhaar & J.B. Vos, 1987.
Verdroging in Nederland. Probleemverkenning. Publicatiereeks milieubeheer, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Broekhuizen, S., E.M. de Ruiter-Dijkman, 1988.
Otters met PCB's: de zeehondjes van het zoete water? Lutra 31: 68 - 78.

CUWVO, 1988.
Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren. Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. Werkgroep V-1.

Daemen, E.A.M.J., B.P.M. Krebs, J.W. Rijstenbil, 1987.
Inventarisatie van de ecologische gevolgen van zoetwateraanvoer voor het watergangenstelsel op Schouwen-Duiveland. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke.

DBW/RIZA, 1986/87.
Kwaliteitsonderzoek in de rijkswateren. Verslag van de resultaten over het eerste, tweede, derde en vierde kwartaal 1986. Rijkswaterstaat en Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

Duel, H., R. During, J.B.M. Thissen, 1988.
Ecologisch profiel van enkele plante- en diersoorten van binnenwateren. Studie- en Informatiecentrum TNO voor Milieu-onderzoek, Delft.

Dijkzeul, A., 1982.
De waterkwaliteit van de Rijn in Nederland in de periode 1970-1981. Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater.

Goeller B.F. et al., 1983
Policy Analysis of Water Management for the Netherlands. Summary report. The Rand Corporation, Santa Monica, V.S.

Gogh, W. van, 1988.
Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in 1987. Dienst Binnenwateren/RIZA, Rijkswaterstaat, Lelystad.

Grootjans, A.P., 1985.
Changes of groundwater regime in wet meadows. Dissertatie. Rijksuniversiteit Groningen.

Hosper, S.H., M-L. Meijer, E. Jagtman, 1987.
Aktief biologisch beheer, nieuwe mogelijkheden bij het herstel van meren en plassen. H_2O 20 (12): 274 - 279.

Katwijk, M.M. van, J.G.M. Roelofs, 1988.
Vegetaties van waterplanten in relatie tot het milieu. Aquatische Oecologie Katholieke Univeristeit Nijmegen.

Klijn, F., 1988.
Milieubeheergebieden. CML mededelingen 37, Centrum voor Milieukunde Rijksuniversiteit Leiden.

Langeweg, F. (eindredaktie), 1989.
Zorgen voor morgen. Nationale milieuverkenning 1985-2010. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne. Samson H.D. Tjeenk Willink, Alphen aan de Rijn.

Lyon, M.J.H. de, J.G.M. Roelofs, 1986.
Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Katholieke Universiteit van Nijmegen.

Maarel, E. van der, P.L. Dauvellier, 1978.
Naar een globaal ecologisch model voor de ruimtelijke ontwikkelingen van Nederland. Studierapport 9 Rijks Planologische Dienst, Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, Den Haag.

Marquenie, J.M., P. Roele, G. Hoornsman, 1986.
Onderzoek naar de effekten van contaminanten op duikeenden. Maatschappelijke Technologie TNO, Delft.

Meuleman, A.F.M., R.P. de Ridder, B. Beltman, J.T.A. Verhoeven, 1987.
Balansstudies en het beheer van trilvenen in het Utrechtse veenweidegebied. Landschap 4: 123 - 135.

Natuurbeschermingsraad, 1987.
Gebiedsvreemd water. Advies over de ecologische effecten van de aanvoer van rivierwater. Utrecht.

PME, 1987.
Effecten van zoetwateraanvoer op het milieu van Schouwen-Duiveland. Projectgroep Milieu-effecten (PME). Stuurgroep Zoetwatervoorziening Schouwen-Duiveland.

Projektteam Verdroging, 1989.
Verdroging van natuur en landschap in Nederland. Instituut voor Milieuvraagstukken Vrije Universiteit Amsterdam, Dienst Grondwaterverkenning TNO, Rijksinstituut voor Natuurbeheer en Centrum voor Milieukunde Leiden.

Reinds, G.H., 1986.
Beregenings- en bevloeiingsmogelijkheden in 1985. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Nota 1727, Wageningen.

RPD, 1987.
Ruimtelijke perspectieven. Rijksplanologische Dienst.

Rijkswaterstaat, 1985.
De Waterhuishouding van Nederland. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Rijkswaterstaat, 1985a,
Omgaan met water. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Saunders, R.L., J.B. Sprague, 1967.
Effects of copper-zinc mining pollution on a spawning migration of Atlantic salmon. Water Research 1: 419 - 432.

Sutterlin, A.M., R. Gray, 1973.
Chemical basis for homing of Atlantic salmon (Salmo salar) to a hatchery. Journal of Fishery Research Board Canada 30: 985 - 989.

Torenbeek, R., 1988.
Hydrobiologie en waterhuishouding. Een beleidsvoorbereidende studie. Rijksinstituut voor Natuurbeheer.

Torenbeek, R., P.F.M. Verdonschot, L.W.G. Higler, 1987.
Biologische gevolgen van vergroting van waterinlaat in de provincie Drenthe. Rijksinstituut voo Natuurbeheer. RIN-rapport 87/20.

Viersen, W. van, M.J.M. Hootsmans, J.E. Vermaat, 1985.
Waterplanten: bondgenoten bij het waterkwaliteitsbeheer? Een visie op de toekomst van het beheer van waterplantvegetaties. H_2O 18 (6): 122 - 126.

VROM, 1988.
Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening. Deel d: regeringsbeslissing. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.

VW, VROM, 1985.
Indicatief Meerjaren Programma Water 1985-1989. Minsterie van Verkeer & Waterstaat (V&W) en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Den Haag.

Wirdum, G. van, 1980.
Eenvoudige beschrijving van de waterkwaliteitsverandering gedurende de hydrologische kringloop ten behoeve van de natuurbescherming. In: Hooghart, J.C.: Waterkwaliteit in grondwaterstromingstelsels. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO. Rapporten en Nota's 5: 118 - 158.

BASISKWALITEIT EN FUNKTIEGERICHTE WATERKWALITEITSDOELSTELLINGEN

BIJLAGE I

BASISKWALITEIT EN FUNKTIEGERICHTE WATERKWALITEITSDOELSTELLINGEN.

1. INLEIDING.

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van de getalswaarden van de basiskwaliteit en aanvullende kwaliteitsdoelstellingen voor beregening van landbouwgewassen, drinkwaterproduktie, zwemwater, water voor zalm- en karperachtigen.

2. NORMEN MET BETREKKING TOT DE BASISKWALITEIT.

De doelstelling van de basiskwaliteit is in het IMP-Water 85-89 (VW & VROM, 1985) omschreven als een zodanige waterkwaliteit van het oppervlaktewater, dat het ter plaatse en elders:

a. geen overlast (met name stank) voor de omgeving veroorzaakt en er niet vervuild uitziet;
b. levenskansen biedt voor aquatische levensgemeenschappen waarvan ook hogere organismen, zoals diverse vissoorten, deel uit kunnen maken en tevens ecologische belangen buiten het water (bij voorbeeld vogels en zoogdieren die waterdieren consumeren) beschermt;
c. mogelijkheden biedt voor bepaalde vormen van menselijk gebruik van het oppervlaktewater waarvoor geen specifieke waterkwaliteitsdoelstellingen gelden.

In bovenstaande omschrijving van de doelstelling wordt met oppervlaktewater bedoeld het samenhangend geheel van water, bodem, oevers en het hierbij bijhorende planten- en dierenleven. De basiskwaliteit richt zich op de toestand van het gehele aquatische ecosysteem. De getalswaarden (TABEL I.1) hebben op dit moment weliswaar uitsluitend betrekking op de waterfase, maar komen tot stand vanuit een samenhangende visie op het totale aquatische milieu.

3. FUNKTIEGERICHTE WATERKWALITEITSDOELSTELLINGEN.

Funktiegerichte waterkwaliteitsdoelstellingen zijn doelstellingen gericht op de specifieke bescherming van bepaalde vormen van gebruik van het oppervlaktewater, namelijk

a. landbouwwater
b. oppervlaktewater voor drinkwaterproduktie
c. zwemwater
d. water voor zalmachtigen en voor karperachtigen
e. schelpdierwater.

3.1. KWALITEITSDOELSTELLING VOOR LANDBOUWWATER.

Voor gebruik als landbouwwater bestaat geen wettelijk vastgelegde waterkwaliteitsdoelstelling. In het IMP-Water 85-89 wordt een indicatieve invulling van de waterkwaliteitsdoelstelling gegeven, waarbij het rapport van de CUWVO (1984) over overwegingen en aanbevelingen met betrekking tot de kwalititeisdoelstellingen voor oppervlaktewater met een landbouwkundige funktie richtinggevend is geweest.

TABEL I.1. Samenvatting van de basiskwaliteitsdoelstellingen voor zoete en brakke binnenwateren (VW & VROM, 1985).

Groep 1	
– kleur, geur, schuim, vast afval, troebeling etc.	het water dient niet zichtbaar of ruikbaar verontreinigd te zijn
– zuurgraad	6,5 ≤ pH ≤ 9,0
– temperatuur	≤ 25°C
– zuurstof	≥ 5 mg/l
– doorzicht (gemiddelde getalswaarde voor eutrofieringsgevoelige wateren, april t/m september)	≥ 0,5 m
– algenbiomassa (gemiddelde getalswaarde april t/m september)	≤ 100 µg/l (als chlorofyl-a)
– totaal-fosfaat (gemiddelde getalswaarde voor eutrofierings-gevoelige wateren, april t/m september	≤ 0,15 mg/l (als P)
– ammoniak	≤ 20 µg/l (als N)
Groep 2	
– chloride	≤ 200 mg/l
– sulfaat	≤ 100 mg/l (als SO_4)
– nitraat + nitriet	≤ 10 mg/l (als N)
Groep 3, zware metalen	
– cadmium (totaal)	≤ 2,5 µg/l
– kwik (totaal)	≤ 0,5 µg/l
– koper (totaal)	≤ 50 µg/l
– lood (totaal)	≤ 50 µg/l
– zink (totaal)	≤ 200 µg/l
– chroom (totaal)	≤ 50 µg/l
– nikkel (totaal)	≤ 50 µg/l
– arseen (totaal)	≤ 50 µg/l
Groep 3, organische microverontreinigingen	
Somparameters	
– monocyclische aromatische koolwaterstoffen	mediaan som ≤ 2 µg/l, mediaan afzonderlijke stoffen ≤ 1 µg/l
– polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)	mediaan som ≤ 100 ng/l
– organochloor-pesticiden	mediaan som ≤ 20 ng/l, mediaan afzonderlijke stoffen ≤ 10 ng/l
– gechloreerde bifenylen (PCB's)	mediaan som ≤ 7 ng/l
– gechloreerde aromatische amines	mediaan som ≤ 1 µg/l, mediaan afzonderlijke stoffen ≤ 0,5 µg/l
– gechloreerde fenolen	mediaan afzonderlijke stoffen ≤ 50 ng/l
Groepsparameters	
– vluchtige organohalogeen-verbindingen (VOX)	mediaan ≤ 5 µg/l (als chloor)
– extraheerbare organohalogeen-verbindingen (EOX)	mediaan ≤ 5 µg/l (als chloor)
– absorbeerbare organohalogeen-verbindingen (AOX)	mediaan ≤ 40 µg/l (als chloor)
– anionische detergenten	mediaan ≤ 100 µg/l (als laurylsulfaat)
– non-ionische en kationische detergenten	mediaan ≤ 100 µg/l (als nonylfenol 10 EO)
– met waterdamp vluchtige fenolen	mediaan ≤ 5 µg/l (als fenol)
– cholinesteraseremming	mediaan ≤ 0,5 µg/l (als para-oxon)
Groep 3, overig	
– thermotolerante bacteriën van de coli-groep	mediaan MPN ≤ 20/ml
– totaal α-activiteit (gemiddelde (gemiddelde norm)	≤ 0,1 Bq/l (2,7 pCi/l)
– rest β-activiteit (gemiddelde norm)	≤ 1 Bq/l (27 pCi/l)
– tritium-activiteit (gemiddelde norm)	≤ 200 Bq/l (5400 pCi/l)

In oppervlaktewateren waarin voor de eutrofiëringsparameters aan de waarden voor de basiskwaliteit wordt voldaan, mag het niet uitgesloten worden geacht, dat onder bepaalde omstandigheden drijflagen van blauwalgen en kroos ontstaan. Voor veedrenking is dit in verband met door blauwalgen geproduceerde toxinen ongewenst. Daarnaast kan onder een dichte laag kroos of algen zuurstofloosheid optreden, hetgeen kan leiden tot voor veedrenking eveneens zeer ongewenste H_2S-vorming. Indien een oppervlaktewater voor veedrenking van belang is, zal getracht moeten worden drijflagen van blauwalgen en kroos zo goed mogelijk te voorkomen.
De wensen vanuit de landbouw ten aanzien van het zoutgehalte van het oppervlaktewater kunnen nogal verschillend zijn. In grote lijnen worden wat het zoutgehalte betreft vier niveaus van waterkwaliteit onderscheiden (TABEL I,2).

TABEL I.2. Indeling in waterkwaliteitsklassen van beregeningswater volgens IMP-water 85-89 (V&W & VROM, 1985).

Klasse	chloridegehalte (mg/l)	beregeningswater voor:
1	<50	substraatteelt en gevoelige gewassen in de glastuinbouw
2	<250	minder gevoelige gewassen in de glastuinbouw en gevoelige gewassen in de vollegrondstuinbouw
3	<500	minder gevoelige gewassen in de vollegronds-tuinbouw en gevoelige akkerbouwgewassen
4	<1000	weidebouw en minder gevoelige akkerbouwgewassen

3.2. KWALITEITSDOELSTELLING VOOR DRINKWATER.

In het Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewater van 3 november 1983 is de kwaliteitsdoelstelling oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater wettelijk vastgelegd (zie TABEL I.3a). In het Waterleiding-besluit 1984 zijn de kwaliteitseisen ten aanzien van de inname van oppervlaktewater voor de produktie van drinkwater vastgelegd (zie TABEL I.3b), waarbij drie waterkwaliteitsklassen zijn onderscheiden. De per klasse toe te passen behandelingsmethode is eveneens in het Waterleidingsbesluit 1984 vastgelegd. Als juridische verplichting geldt nu, dat het waterleiding-bedrijf het water niet mag innemen voor de produktie van drinkwater als het water niet wordt gezuiverd met een zuiveringssysteem, dat minstens voldoet aan de daarvoor in globale zin geformuleerde wettelijke eisen.

TABEL I.3a. Kwaliteitsdoelstelling oppervlaktewater voor de produktie van drinkwater. OCP = organochloorpestiden, PAK's = polycyclische aromatische koolwaterstoffen, EOC = extraheerbaar organisch gebonden chloor, VOC = vluchtig organisch chloor.

parameter	waarde
zuurgraad (pH)	6.5-9.0
kleurintensiteit (mg/l)	50
zwevende stof (mg/l)	50
temperatuur (°C)	25
elektr. geleidingsvermogen (mS/m)	100
geurverdunningsfaktor bij 20°C	16
chloride (mg/l)	200
sulfaat (mg/l)	100
fluoride (mg/l)	1
natrium (mg/l)	120
ammonium (mg N/l)	1.2
organisch N (mg N/l)	2.5
nitraat (mg/l)	50
fosfaat (mg P/l)	0.2
zuurstof opgelost (mg/l)	75
chem. zuurstofgebruik (mg/l)	30
biochem. zuurstofgebruik (mg/l)	7
chlorofyl-a (mg/l)	0.1
ijzer (mg/l)	0.5
mangaan (mg/l)	0.5
zink (mg/l)	0.2
boor (mg/l)	1
koper (ug/l)	50
chroom (ug/l)	50
lood (ug/l)	30
arseen (ug/l)	20
cadmium (ug/l)	1.5
kwik (ug/l)	0.3
seleen (ug/l)	10
barium (ug/l)	200
beryllium (ug/l)	1
cyanide (ug/l)	50
oppervlakte-aktieve stoffen (ug/l) (reaktie met methylblauw)	200
met waterdamp vluchtige fenolen (ug/l)	5
minerale olie (ug/l)	200
OCP (ug/l)	0.1
OCP-indiv. (ug/l)	0.05
cholinesteraseremmers (ug/l)	1.0
EOC (ug/l)	10
VOC (ug/l)	20
PAK's (ug/l)	0.2
thermotolerante bakteriën van de coligroep (aantal per 100 ml)	20
faecale streptococcen (aantal per 100 ml)	10
salmonellae (aantal per 100 ml)	1

TABEL I.3b. Kwaliteitseisen ten aanzien van inname van oppervlaktewater voor de produktie van drinkwater volgens het Waterleidingbesluit 1984. RW = richtwaarde, MTC = maximaal toelaatbare concentratie, OCP = organochloorpesticiden, PAK's = polycyclische aromatische koolwaterstoffen.

parameter	klasse 1 RW	klasse 1 MTC	klasse 2 RW	klasse 2 MTC	klasse 3 RW	klasse 3 MTC
zuurgraad (pH)	7.0-8.5	-	6.5-9.0	-	6.5-9.0	-
kleurintensiteit (mg/l)	-	20	50	100	-	200
zwevende stof (mg/l)	25	-	-	50	-	-
temperatuur (°C)	-	25	25	25	-	25
elektr. geleidingsvermogen (mS/m)	100	-	100	-	100	-
geurverdunningsfaktor bij 20°C	3	-	16	-	20	-
chloride (mg/l)	150	-	200	-	200	-
sulfaat (mg/l)	-	100	100	250	-	250
fluoride (mg/l)	-	1.0	1.0	-	1.0	-
natrium (mg/l)	90	-	120	-	120	-
ammonium (mg N/l)	-	0.2	1.2	1.2	-	3.0
nitraat (mg/l)	-	25	50	50	-	50
organisch N (mg N/l)	1.0	-	2.5	-	3.0	-
fosfaat (mg P/l)	0.2	-	0.2	-	0.2	-
zuurstof opgelost (mg/l)	>6	-	>5	-	>4	-
chemische zuurstofverbruik (mg/l)	-	-	30	-	40	-
biochemische zuurstofverbruik (mg/l)	3	-	6	-	7	-
ijzer (mg/l)	-	0.3	0.5	2.0	0.5	-
mangaan (ug/l)	50	-	500	-	500	-
zink (mg/l)	-	0.2	0.2	1.0	-	3.0
koper (ug/l)	-	50	50	-	50	-
chroom (ug/l)	-	20	50	50	-	50
lood (ug/l)	-	30	30	50	-	50
arseen (ug/l)	-	20	20	50	-	50
cadmium (ug/l)	-	1.5	1.5	3.0	-	5.0
kwik (ug/l)	-	0.3	0.3	1.0	-	1.0
boor (ug/l)	1000	-	1000	-	1000	-
seleen (ug/l)	-	10	10	10	-	10
barium (ug/l)	-	100	200	1000	-	1000
cyanide (ug/l)	-	50	-	50	-	50
oppervlakte-aktieve stoffen (reaktie met methylblauw) (ug/l)	200	-	200	-	500	-
met waterdamp vluchtige fenolen (ug/l)	-	1	-	5	10	10
minerale olie (ug/l)	-	50	200	200	-	1000
OCP-totaal (ug/l)	-	0.05	0.1	0.5	-	0.5
OCP-indiv. (ug/l)	-	-	0.05	-	-	-
cholinestraseremmers (ug/l)	-	0.5	1.0	2.0	-	5.0
PAK's (ug/l)	-	0.2	0.2	0.2	-	1.0
bakteriën van de coligroep (aantal per 100 ml)	20	-	-	-	-	-
thermotolerante bakteriën van de coligroep (aantal per 100 ml)	20	-	2000	-	20000	-
faecale streptococcen (aantal per 100 ml)	10	-	1000	-	10000	-

TABEL I.4. Imperatieve waarden (I) en streefwaarden (G) voor wateren die geschikt zijn voor het leven en de consumptie van vis. Alleen die parameters zijn opgenomen die strenger of aanvullend zijn ten opzichte van de normen van de basiskwaliteit.

parameter	eenheid	basis-	karperachtigen		zalmachtigen	
		kwaliteit	I-waarden	G-waarden	I-waarden	G-waarden
temperatuur	°C	25	T-natuurlijk +3 28 10 (1)		T-natuurlijk +1,5 21,5 10 (1)	
zuurstof	mg/l O_2	5	50% 7	50% 8 100% 5	50% 9	50% 9 100% 7
zwevende stof 20	mg/l	-		25		25 3
B.Z.V. 5	mg/l O_2	5				
totaal P	mg/l P	0.2/0.3		indicatieve waarde van 0.13		
nitriet	mg/l N	-		0.01		0.003
ammonium	mg/l N	gem. 1.0	0.8	0.03	0.8	0.16
vrij ammoniak	mg/l N	0.02		0.004		0.004
totaal resi-dueel chloor	mg/l Cl	-	0.005	opgelost	0.005	opgelost
koper	mg/l Cu	tot.Cu 0.05		0.04		0.04
fenol of oliesmaak			mag niet aan-wezig zijn		mag niet aan-wezig zijn	

3.3. KWALITEITSDOELSTELLING WATER VOOR ZALMACHTIGEN, KARPERACHTIGEN EN SCHELPDIEREN.

In het Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewater van 3 november 1983 is een kwaliteitsdoelstelling oppervlaktewater voor zalmachtigen en voor karperachtigen opgenomen (TABEL I.4). De genoemde richtlijn onderscheidt voor de kwaliteitsparameters waarvoor aanvullende normen zijn opgesteld, zogenaamde I-waarden (imperatieve waarden waaraan tenminste moet worden voldaan) en G-waarden (streefwaarden).
In EG-verband is een richtlijn opgesteld inzake de vereiste kwaliteit van zoute of brakke wateren die een funktie vervullen voor schelpdierkweek. Deze richtlijn is nog weinig operationeel, omdat voor de meeste parameters nog

geen getalsmatige normen beschikbaar zijn. De kwaliteitsdoelstelling schelpdierwater is eveneens in het Besluit kwaliteitdoelstellingen en metingen oppervlaktewater van 3 november 1983 vastgelegd.

3.4. KWALITEITSDOELSTELLING ZWEMWATER.

In het Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewater van 3 november 1983 zijn aanvullende normen voor wateren met zwemwaterfunktie wettelijk vastgelegd (TABEL I.5).

TABEL I.5. Richtlijnen voor de kwaliteit van zwemwater.

parameter	norm
zuurgraad	6.5 - 9.0
doorzicht (m)	> 1.0
kleur	een niet anders door natuurlijke omstandigheden veroorzaakte kleur
geur	afwezigheid van rottingsgeuren of andere geuren die algemeen als hinderlijk worden ervaren, in het bijzonder de geur van fenolen
schuim	een niet anders dan door natuurlijke omstandigheden veroorzaakte hoeveelheid schuim
olie	geen zichtbare hoeveelheid olie op het wateroppervlak
vuil	afwezigheid in en op het water en op de bodem van afvalstoffen en dode organische materie in aanmerkelijke hoeveelheid
thermotolerante bakteriën van de coli-groep en faecale streptococcen (aantal/ml)	< derde mediaan-waarde van de uitkomsten van het onderzoek
salmonellae	niet aantoonbaar in 100 ml
entero-virussen	niet aantoonbaar in 1 l
fenolen (ug/l)	10
minerale olie (ug/l)	200
oppervlakte-aktieve stoffen die reageren met methylblauw (ug/l)	200
zuurstof (mg/l)	5
organochloor- en fosfor-pesticiden, zware metalen en cyaniden	indien verslechtering van de water-kwaliteit wordt vermoed ten aanzien van deze parameters, dan dient terzake onderzoek plaats te vinden.

4. LITERATUUR.

CUWVO, 1984.
Overwegingen en aanbevelingen met betrekking tot kwaliteitsdoelstellingen voor het oppervlaktewater met een landbouwkundige functie. Coördinatie-commissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, werkgroep V.

VW & VROM, 1985.
Indicatief Meerjaren Programma Water 1985 - 1989. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (VW) en Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Den Haag.

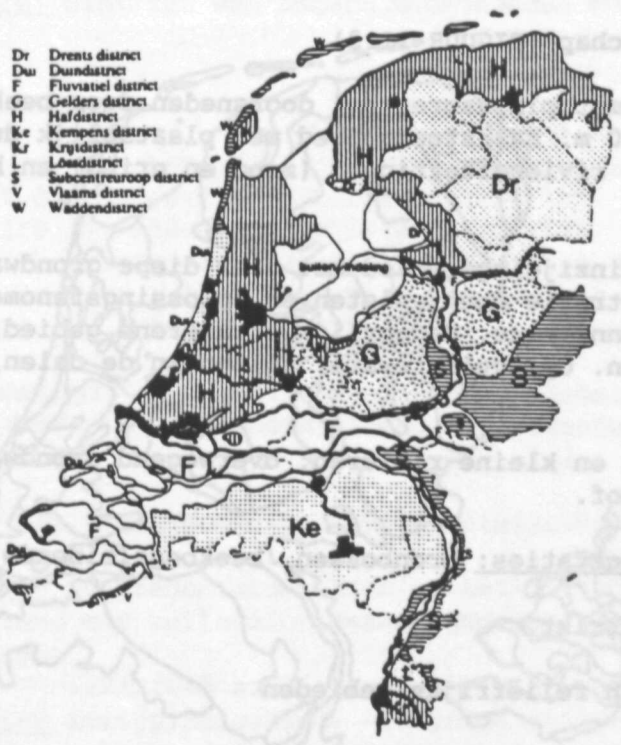
REGIONALE WATERKWALITEIT VAN VERSCHILLENDE WATERTYPEN

BIJLAGE II

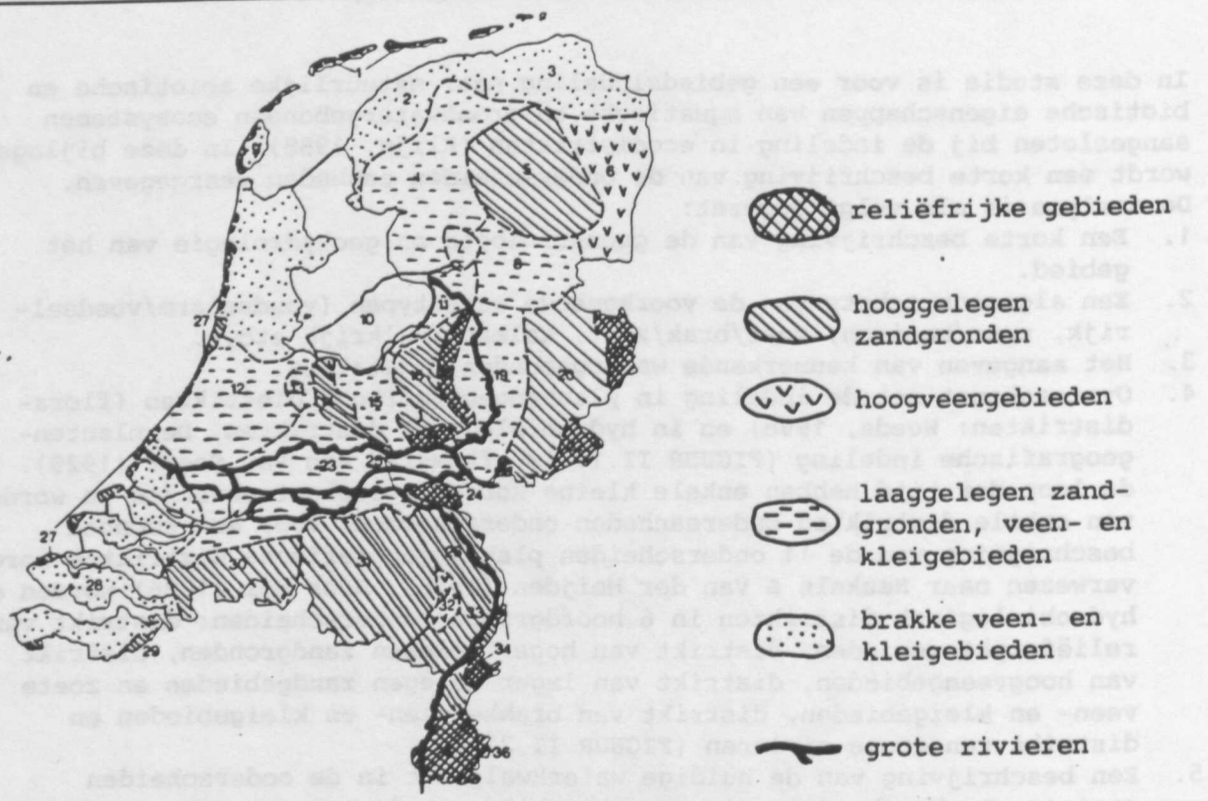
REGIONALE WATERKWALITEIT VAN VERSCHILLENDE WATERTYPEN.

In deze studie is voor een gebiedsindeling naar natuurlijke abiotische en biotische eigenschappen van aquatische en grondwatergebonden ecosystemen aangesloten bij de indeling in ecodistrikten (Klijn, 1988). In deze bijlage wordt een korte beschrijving van de onderscheiden eenheden weergegeven.
De analyse is als volgt opgezet:

1. Een korte beschrijving van de geomorfologie en geohydrologie van het gebied.
2. Een algemene schets van de voorkomende watertypen (voedselarm/voedselrijk, zuur/basisch, zoet/brak/zout, kalkarm/kalkrijk etc.).
3. Het aangeven van kenmerkende watergebonden vegetaties.
4. Overeenkomst met de indeling in plantengeografische distrikten (floradistrikten: Weeda, 1998) en in hydrobiologisch distrikten. De plantengeografische indeling (FIGUUR II.1) is afkomstig van Van Soest (1929). In de loop der tijd hebben enkele kleine korrekties plaatsgevonden en worden van enkele distrikten ondereenheden onderscheiden. Voor een recente beschrijving van de 11 onderscheiden plantengeografische distrikten wordt verwezen naar Heukels & Van der Meijden (1983). Door Mol (1986) worden de hydrobiologisch distrikten in 6 hoofdgroepen onderscheiden: distrikt van reliëfrijke gebieden, distrikt van hoger gelegen zandgronden, distrikt van hoogveengebieden, distrikt van lager gelegen zandgebieden en zoete veen- en kleigebieden, distrikt van brakke veen- en kleigebieden en distrikt van grote rivieren (FIGUUR II.2).
5. Een beschrijving van de huidige waterkwaliteit in de onderscheiden regio's. De beschrijving is een bewerking van de gegevens van Torenbeek (1988).



FIGUUR II.1. Plantengeografische distrikten.



FIGUUR II.2. Indeling in hydrobiologische distrikten (Mol, 1986).

ECODISTRIKT L1: Krijtlandschap (FIGUUR II.3).

Geomorfologie: heuvelland met plateauresten, doorsneden door beekdalen; reliefrijk, hoogte 40 - 300 m. Kalksteengebied met plaatselijk dunne bedekking van löss. Lokaal rivierafzettingen (zand en grind) en beekafzettingen.

Geohydrologie: overwegend inzijgingsgebied met zeer diepe grondwaterstanden (tientallen meters). Infiltratie door spleten en oplossingsfenomenen in de kalksteen. Plaatselijk bronniveaus. Natuurlijk afwaterend gebied; beken volgens dendritisch patroon. Oppervlaktewater alleen in de dalen, vrijwel geen stagnante wateren.

Watertypen: bronnen, beken en kleine rivieren: overwegend grondwatertype, kalkrijk, basisch, mesotroof.

Typerende watergebonden vegetaties: bronbossen, beekbegeleidende begroeiing.

Plantengeografie: krijtdistrikt

Hydrobiologie: distrikt van reliëfrijke gebieden

Huidige toestand: zie L2

ECODISTRIKT L2: Lössgebied (FIGUUR II.3).

Geomofologie: heuvelland met rivierterrassen, reliëfrijk, hoogte 40 - 150 m. Lössdek (op grind) op lemig fijn zand op vast gesteente. Veel geologische breuken.

Geohydrologie: Overwegend inzijgings- en doorstroomgebied. Veelal diepe tot zeer diepe grondwaterstanden. In vergelijking met het krijtlandschap weinig bronnen. Natuurlijk afwaterend gebied; beken volgens longitudinaal patroon, door breuken bepaald. Oppervlaktewater alleen in beekdalen.

Watertypen: bronnen en beken: overwegend grondwatertype, kalkhoudend en kalkrijk, basisch, meso- tot eutroof.

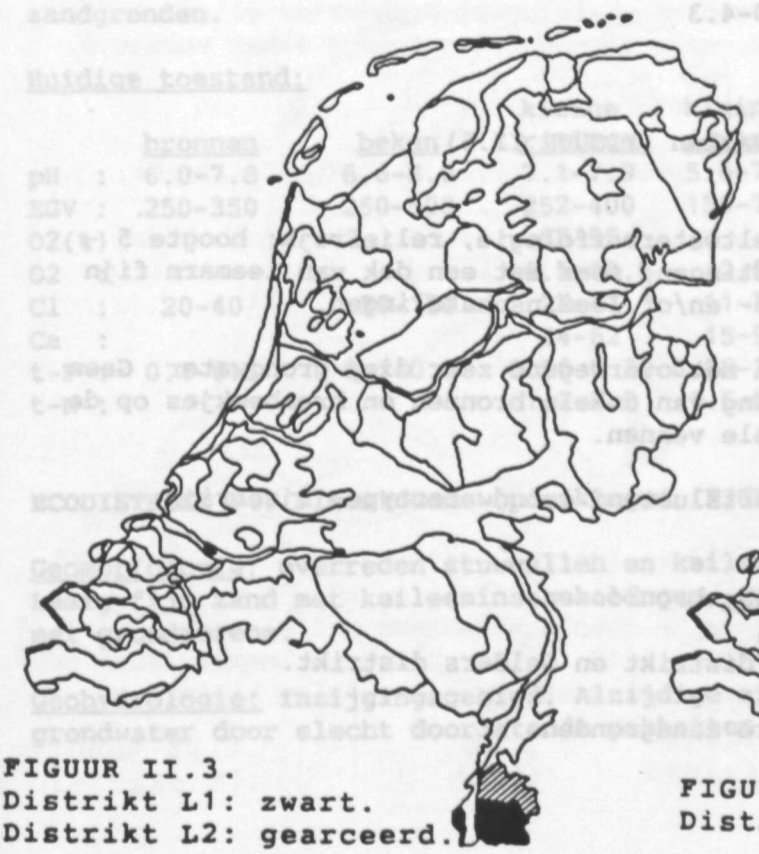
Typerende watergebonden vegetaties: beekbegeleidende begroeiing.

Plantengeografie: lössdistrikt (fragmentarisch: krijtdistrikt en sub-centreuroop distrikt).

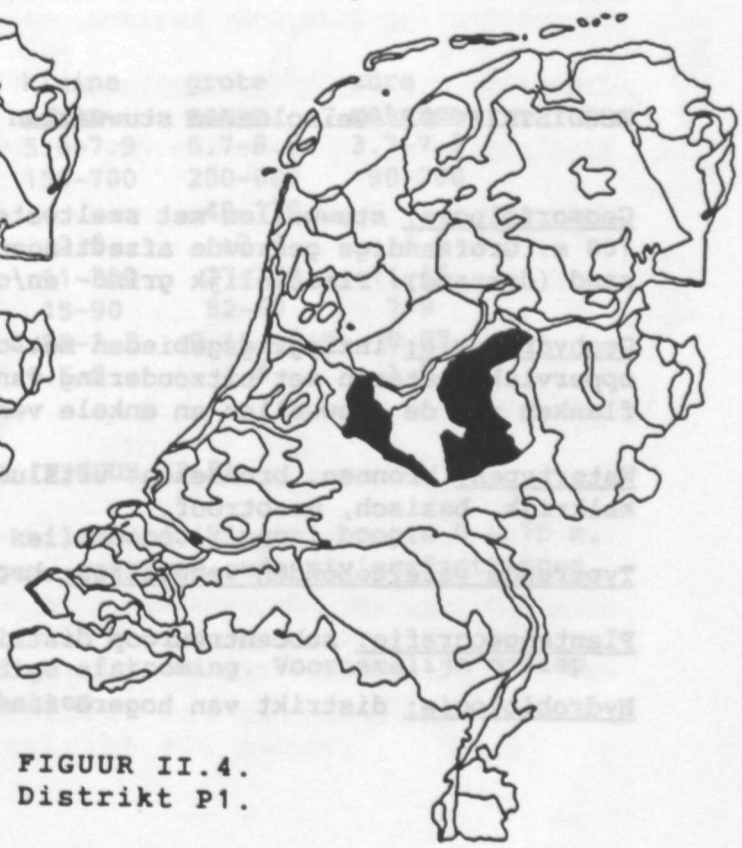
Hydrobiologie: distrikt van reliëfrijke gebieden.

Huidige toestand: krijtlandschap (L1) en lössgebied (L2)

	bronnen
pH	5.8-8.2
EGV	180-740
02(%)	0-140
02	0-19
Cl	3-130
Ca	25-200



FIGUUR II.3.
Distrikt L1: zwart.
Distrikt L2: gearceerd.



FIGUUR II.4.
Distrikt P1.

ECODISTRIKT P1: Midden-Nederlands stuwwallencomplex (FIGUUR II.4).

Geomorfologie: gebieden van stuwwallen en glaciale afzettingen, stuifzandgebieden: hooggelegen, 5 - 100 m. Leemarme fijn- en grofzandige gestuwde afzettingen, al dan niet met dek- en stuifzand.

Geohydrologie: inzijgingsgebied met vrijwel uitsluitend diep grondwater. Lokaal ondiep stromingsstelsel rond Hierdensche Beek. Natuurlijk afwaterend gebied; radiaal patroon.

Watertypen: vennen, sprengenbeken. Vennen: regenwatertype, zuur, kalkarm, voedselarm. Sprengen: grondwatertype, ijzerrijk, matig kalkrijk, basisch tot zwakzuur, mesotroof.

Typerende watergebonden vegetaties: vochtige heide, kwel- en beekbegeleidende begroeiing.

Plantengeografie: Gelders distrikt

Hydrobiologie: distrikt van reliëfrijke gebieden en distrikt van hogere zandgronden.

Huidige toestand:

	bronnen	beken	zure wateren
pH :	6.5-7.5	6.5-7.5	3.5-6.9
EGV :	141-690	138-620	7-41
O2 :			2.5-12
Cl :			7-41
Ca :			0.04-38
t-P :			<1.6
t-N :			1.0-4.3

ECODISTRIKT P2: Geïsoleerde stuwwallen (FIGUUR II.5).

Geomorfologie: stuwwallen met smeltwatermorfologie, reliefrijk; hoogte 5 - 100 m. Grofzandige gestuwde afzettingen, soms met een dek van leemarm fijn zand (dekzand). Plaatselijk grind- en/of leeminschakelingen.

Geohydrologie: inzijgingsgebieden met overwegend zeer diep grondwater. Geen oppervlaktewateren met uitzondering van enkele bronnen en bronbeekjes op de flanken van de stuwwallen en enkele vennen.

Watertypen: bronnen, bronbeken: uitsluitend grondwatertype, ijzerrijk, kalkrijk, basisch, mesotroof.

Typerende watergebonden vegetaties: bronbossen.

Plantengeografie: subcentreuroop distrikt en Gelders distrikt.

Hydrobiologie: distrikt van hogere zandgronden.

Huidige toestand:

	bronnen	zure wateren
pH	6.4-8.0	3.7-5.2
EGV	170-520	
O2(%)	60-90	
O2	7-12	
Cl	20-75	

ECODISTRIKT P3: Geïsoleerd keileemplateau (FIGUUR II.6).

Geomorfologie: grondmoreneplateau met overreden stuwwallen. Dekzandrelief en beekdalen; hoogte 0 - 30 m. Lemig fijn zand en fijn zand met potklei- en keileemlagen. Dekzandbedekking en beekafzettingen.

Geohydrologie: inzijgings- en doorstroomgebied (complex van fijnmazige inzijging, isolatie en kwel). Scheiding ondiep en diep grondwater door slecht doorlatende lagen. Natuurlijke afstroming; afvoer oppervlaktewater via radiaal bekenpatroon.

Watertypen: beken: hoofdzakelijk door kwel gevoed, grondwatertype, kalkrijk, ijzerrijk, oligo- tot mesotroof; vennen: regenwatertype, kalkarm, gedeeltelijk verzuurd, oligotroof.

Typerende watergebonden vegetaties: vochtige heiden, blauwgraslanden in kwelgebieden, beekbegeleidende bossen.

Plantengeografie: Drents distrikt.

Hydrobiologie: distrikt van hogere zandgronden en distrikt van laaggelegen zandgronden.

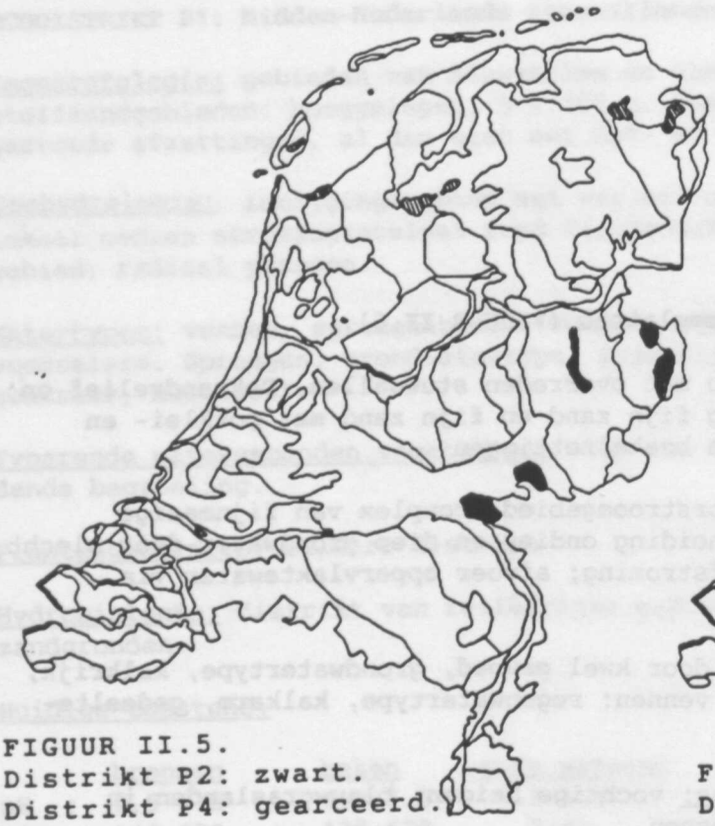
Huidige toestand:

	bronnen	beken	kleine rivieren	kleine meren	grote meren	zure wateren
pH	6.0-7.8	6.6-8.0	7.1-7.9	5.6-7.9	6.7-8.6	3.7-7.2
EGV	250-350	250-500	252-400	150-700	200-680	90-200
O2(%)			65-95		40-120	
O2			6.5-10.8	>2.6	>3.8	>4.8
Cl	20-40	20-150	27-41	11-300	27-300	11-46
Ca			44-62	15-90	52-60	7-9
t-P	0.1-0.3	0.1-0.6	0.06-0.24	0.08-1.2	<0.15-<3.0	0.07
t-N			1.2-8.2	1.5-8	4.8	1.9

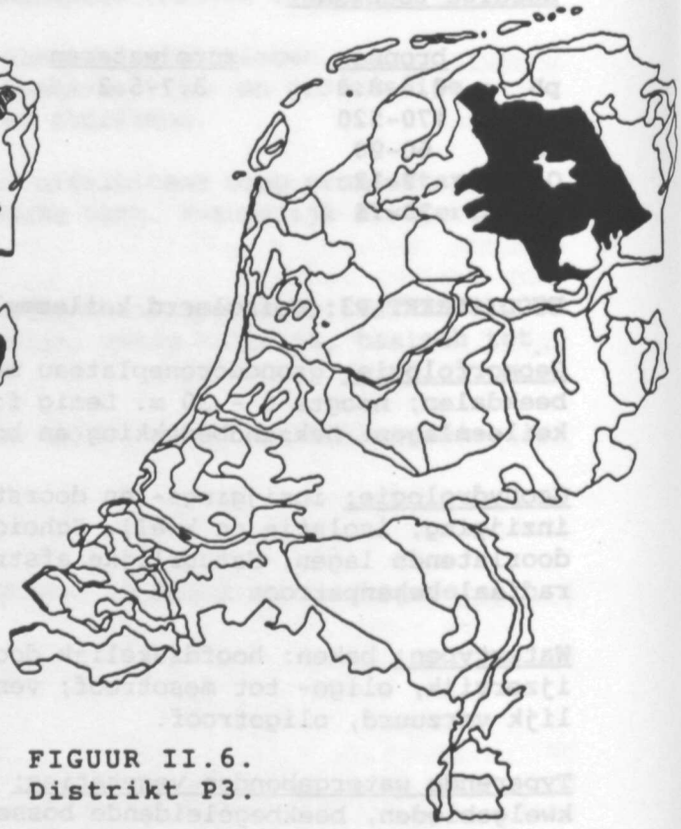
ECODISTRIKT P4: Pleistocene opduikingen (FIGUUR II.5)

Geomorfologie: overreden stuwwallen en keileemopduikingen; hoogte 0 - 15 m. Lemig fijn zand met keileeminschakelingen, gestuwde oude rivierafzettingen met grondmorene.

Geohydrologie: inzijgingsgebied. Alzijdige afstroming. Voornamelijk ondiep grondwater door slecht doorlatende pakketten.



FIGUUR II.5.
Distrikt P2: zwart.
Distrikt P4: gearceerd.



FIGUUR II.6.
Distrikt P3.

Watertypen: geen oppervlaktewateren van betekenis. Grondwater oligotroof, oorspronkelijk kalkrijk, basisch, maar tegenwoordig steeds vaker verzuurd.

Typerende watergebonden vegetaties: ?

Plantengeografie: kenmerken van het Drents distrikt en het hafdistrikt.

Hydrobiologie: kenmerken van verschillende hydrobiologische distrikten.

Huidige toestand:

	beken
Cl	: 50-300
t-P	:0.15->3.0

ECODISTRIKT P5: Overige keileemgebieden (FIGUUR II.7).

Geomorfologie: grondmorenewelvingen en complexe bekkens met kleinere overreden stuwwallen. Beekdalen. Hoogte 10 - 85 m. Lemig en leemarm fijn zand met keileeminschakelingen, vaak met vast gesteente (Tertiaire kleien) op geringe diepte.

Geohydrologie: herkomst- en doorstroomgebied (fijnmazig complex van infiltratie, isolatie en kwel). Voornamelijk ondiep grondwater, geen diep watervoerend pakket als gevolg van ondiepe ligging van vast gesteente en impermeabele afzettingen. Natuurlijke afstroming van oppervlaktewater via beken: parallel en dendritisch patroon.

Watertypen: veel beken, vaak door bronnen (kwel) gevoed, grondwatertype, kalkrijk, basisch, mesotroof.

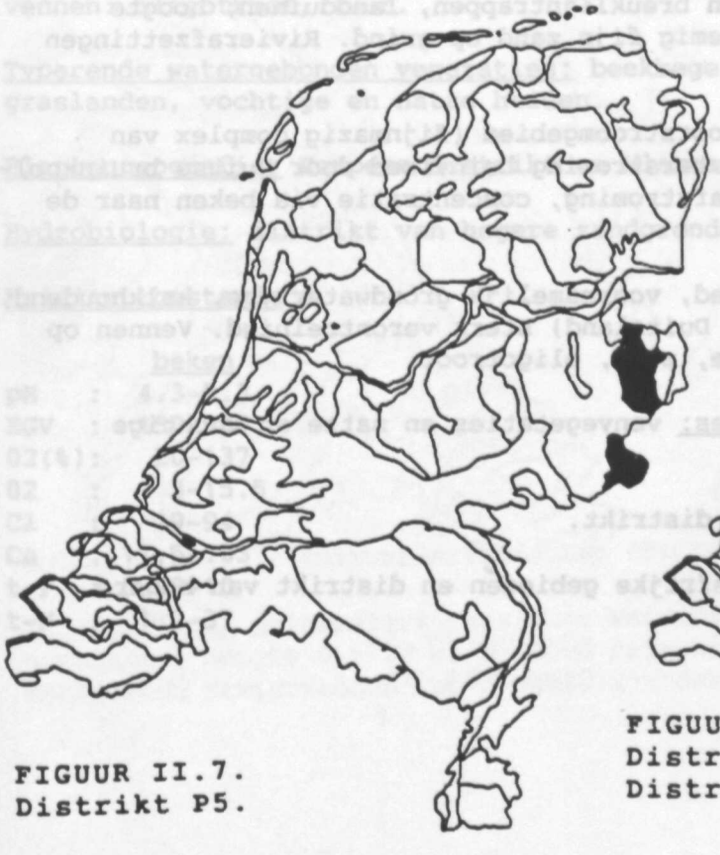
Typerende watergebonden vegetaties: bronbossen in kwelzones en blauwgraslanden langs de beken; beekbegeleidende vegetaties.

Plantengeografie: subcentreuroop distrikt.

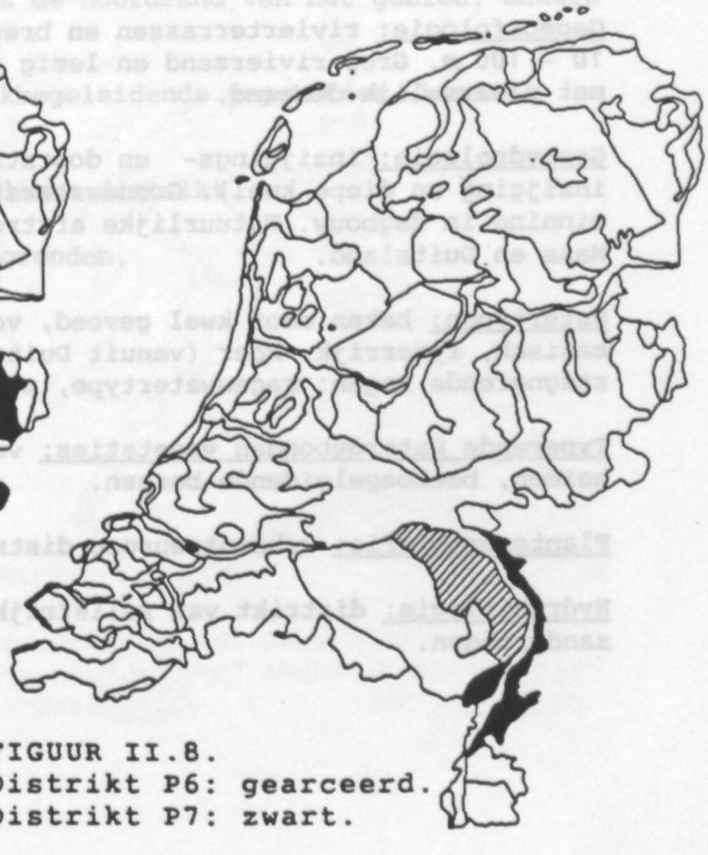
Hydrobiologie: distrikt van reliëfrijke gebieden en distrikt van hogere zandgronden.

Huidige toestand:

	bronnen	beken	kleine rivieren	ondiepe meren	zure wateren
pH	6.8-7.8	5.1	8.0	6.8-7.8	3.4-5.7
EGV	160-380	230-1260	743	200-800	43-212
O2(%)	25-90	15-110		40-140	
O2	2.5-116	3.5-12		4.5-1.4	9.5-11.5
Cl	15-50	7.5-200	52	23-100	0.1-15
Ca	19-37	15-116	79	50-110	0.4-6.5
t-P	0.01-0.03	0.05-9.0	1.68	0.06-5	0.02-0.22
t-N		1->20		2-15	



FIGUUR II.7.
Distrikt P5.



FIGUUR II.8.
Distrikt P6: gearceerd.
Distrikt P7: zwart.

ECODISTRIKT P6: Horsten (FIGUUR II.8).

Geomorfologie: geologische horst met enkele stuifzandgebieden: hoogte 10 - 40 m. Grof zand en grindafzettingen van Rijn en Maas, plaatselijk met een dun dek van fijn zand (dekzand).

Geohydrologie: inzijgingsgebied, langs de randen een complex van inzijging en kwel. Daar veel beginnende beken. Natuurlijke afwatering via beken, overwegend naar het oosten, naar de Maas. Aan de andere kant stagnatie van grondwater tegen het breukvlak: de wijstgronden.

Watertypen: door grondwater gevoede beken en enkele restanten van veenstroompjes, overwegend grondwatertype (mesotroof, basisch) maar ook voedselarm, zuur vanuit de veengebieden. In wijstgebieden grondwatertype: hoge grondwaterstanden. Vrijwel geen stagnante wateren.

Typerende watergebonden vegetaties: beekbegeleidende vegetaties, kwelvegetaties (blauwgraslanden) op de wijstgronden.

Plantengeografie: Kempensdistrikt

Hydrobiologie: distrikt van reliëfrijke gebieden en distrikt van hogere zandgronden.

Huidige toestand: zie P7.

ECODISTRIKT P7: Oude rivierterrassenlandschap (FIGUUR II.8).

Geomorfologie: rivierterrassen en breuklijntrappen, landduinen; hoogte 10 - 100 m. Grof rivierzand en lemig fijn zand op grind. Rivierafzettingen met plaatselijk dekzand.

Geohydrologie: inzijgings- en doorstroomgebied (fijnmazig complex van inzijging en diepe kwel). Grondwaterstroming beinvloed door Duitse bruinkoolwinning in dagbouw. Natuurlijke afstroming, concentratie via beken naar de Maas en Duitsland.

Watertypen: beken door kwel gevoed, voornamelijk grondwatertype, kalkhoudend, basisch, ijzerrijk. Roer (vanuit Duitsland) sterk verontreinigd. Vennen op stagnerende lagen: regenwatertype, zuur, oligotroof.

Typerende watergebonden vegetaties: venvegetaties en natte en vochtige heiden, beekbegeleidende bossen.

Plantengeografie: subcentreuroop distrikt.

Hydrobiologie: distrikt van reliëfrijke gebieden en distrikt van hogere zandgronden.

Huidige toestand:

	bronnen	beken	kleine rivieren	zure wateren
pH :	6-8	5.4-8.2	6.3-7.7	3.7-8.1
EGV :	260-800	100-985	418-985	70-148
O2(%)		37-154	52-88	76
O2 :	2.5-11.0			>6.6
Cl :	20-70	8-40	55-204	10-24
Ca :				1.4-6.4
t-P :	0.04-1.5	0-8.5	0.38-4.0	0.31-0.84
t-N :	5.1	0.9-38	0.8-9.6	

ECODISTRIKT P8: Zuidwest-Nederlands zandgebied (FIGUUR II.9).

Geomorfologie: flauw golvende riviervlakte met dekzandmorfologie, stuifduinen en ondiepe beekdalen; hoogte 0 - 30 m. Lemig fijn zand en grof zand, alsook klei van Rijn en lokale rivieren. Plaatselijk dun dekzanddek en stuifzand-complexen.

Geohydrologie: herkomst- en doorstroomgebied (complex van inzijging, isolatie en kwel). Voornamelijk ondiepe grondwaterstromen boven slecht doorlatende basis. Natuurlijke afstroming. Concentratie via dendritisch bekenpatroon, versneld door dicht slotennet. Afwatering naar het noorden via Marke en Dintel.

Watertypen: beken, matig voedselrijk, gedeeltelijk door grondwater gevoed. Van oligotroof (regenwatertype) tot mesotroof, zwak zuur en sporadisch basisch (grondwatertype). Kwelzone langs de noordrand van het gebied. Enkele vennen: oligotroof, zuur.

Typerende watergebonden vegetaties: beekbegeleidende vegetaties, blauwgraslanden, vochtige en natte heiden.

Plantengeografie: Kempens distrikt en Vlaams distrikt.

Hydrobiologie: distrikt van hogere zandgronden.

Huidige toestand:

	beken
pH :	4.3-9.3
EGV :	150-800
O2(%):	20-137
O2 :	3-15.5
Cl :	19-94
Ca :	11.5-103
t-P :	0.03-10
t-N :	1.2-37

ECODISTRIKT P9: Oost-Nederlands zandgebied (FIGUUR II.10).

Geomorfologie: flauwgolvende dekzandmorfologie met beekdaldoorsnijding in parallel patroon; hoogte 0 - 20 m. Leemarm fijn zand (dekzand) op grof zand (verspoelde rivierafzettingen). Beekafzettingen met lemig zand.

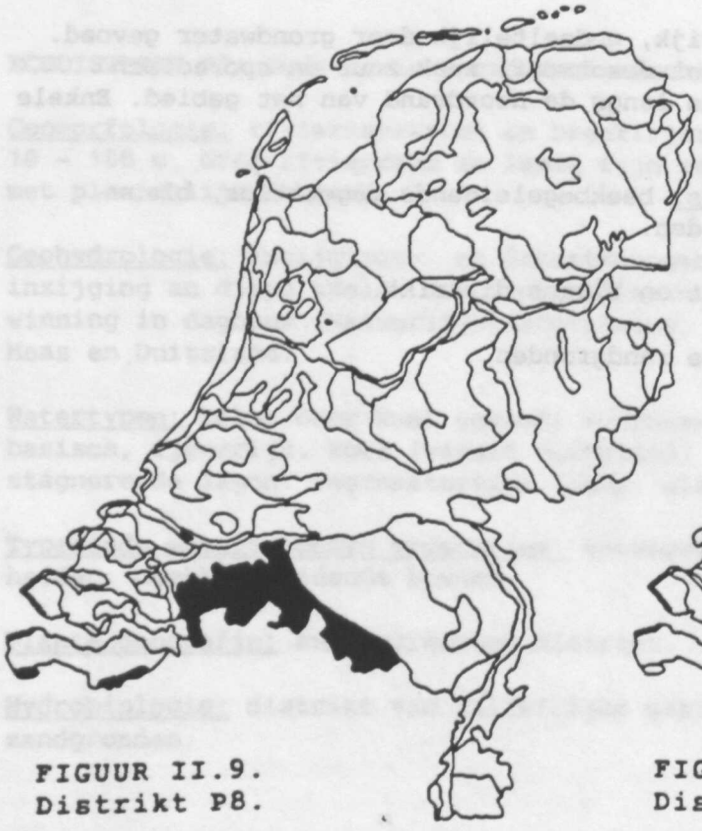
Geohydrologie: inzijgings- doorstroomgebied (complex van inzijging, isolatie en kwel). Kwel langs beken. Nauwelijks afdekking van watervoerend pakket, waardoor overheersing van inzijging. Kwelzone langs de noordrand van het gebied. Natuurlijke afstroming via parallel bekenpatroon. Diepe sloten met stuwen.

Watertypen: beken, matig voedselrijk, gedeeltelijk door grondwater gevoed, zwak zuur en sporadisch basisch. Enkele vennen: oligotroof, zuur.

Typerende watergebonden vegetaties: beekbegeleidende vegetaties, blauwgraslanden, vochtige en natte heiden.

Plantengeografie: elementen van Gelders distrikt, Drents distrikt (zuid) en subcentreuroop distrikt.

Hydrobiologie: elementen van distrikt van hogere zandgronden en van distrikt van lager gelegen zandgebieden.



FIGUUR II.9.
Distrikt P8.



FIGUUR II.10.
Distrikt P9.

Huidige toestand:

	bronnen	beken	kleine rivieren	kleine meren
pH :	6-8-7.6	6.1-8.9	7.7-8.1	6.8-7.8
EGV :	160-378	225-1260	700-900	200-800
O2(%)	20-137	20-150	50-110	40-140
O2 :		2-15	5-10	4.5-14.0
Cl :	14-50	7.5-80	52-80	23-100
Ca :	11.5-103	15-110	79	50-110
t-P :	0.01-0.03	0.03-9	0.4-1.68	0.6-5
t-N :		1-20		2-150

ECODISTRIKT P10: Glaciaal bekken (FIGUUR II.11).

Geomorfologie: glaciaal tongbekken, opgevuld; dekzandmorfologie en beekdalen; hoogte 0 -20 m. Lemig (en leemarm) fijn zand. Dekzand en verspoelde rivierzanden.

Geohydrologie: doorstroomgebied: fijnmazige afwisseling van inzijging en ondiepe kwel. Kwelzones langs de stuwwallen. Bovenregionaal: inzijgingsgebied voor het IJsselmeerpoldergebied. Natuurlijke afstroming van oppervlaktewater via dendritisch bekenpatroon.

Watertypen: beken, oorspronkelijk matig voedselrijk, gedeeltelijk door grondwater gevoed; tegenwoordig sterk geëutrofieerd.

Typerende watergebonden vegetaties: beekbegeleidende vegetaties.

Plantengeografie: Gelders distrikt.

Hydrobiologie: distrikt van laaggelegen zandgebieden.

Huidige toestand:

	beken	ondiepe meren
pH :	6.5-9.2	6.5-10
EGV :	360-829	180-3200
O2(%):	70-180	
O2 :	6.6-16.0	4.5-21.5
Cl :	43-181	12-300
Ca :	39-95	19-130
t-P :	0.3-4.8	<0.05-10
t-N :	2.5-30.8	1.1-6

ECODISTRIKT P11: Puinwaaierlandschap (FIGUUR II.11).

Geomorfologie: puinwaaiers vanaf het Veluwemassief met dekzandmorfologie en beekdalen; hoogte 0 - 20 m. Leemarm fijn zand op grof lemig en leemarm zand. Verspoelde rivierzanden met plaatselijk dekzand.

Geohydrologie: kwelgebied voor diep grondwater vanaf de Veluwe, vervolgens doorstroom naar de IJsselvallei. Natuurlijke afstroming via parallel bekenstelsel (sprengen en bronbeken) en via sloten en kanalen.

Watertypen: beken met water van grondwatertype, mesotroof, kalkrijk, basisch, en ijzerrijk. Kwelgebieden basisch, ijzerrijk.

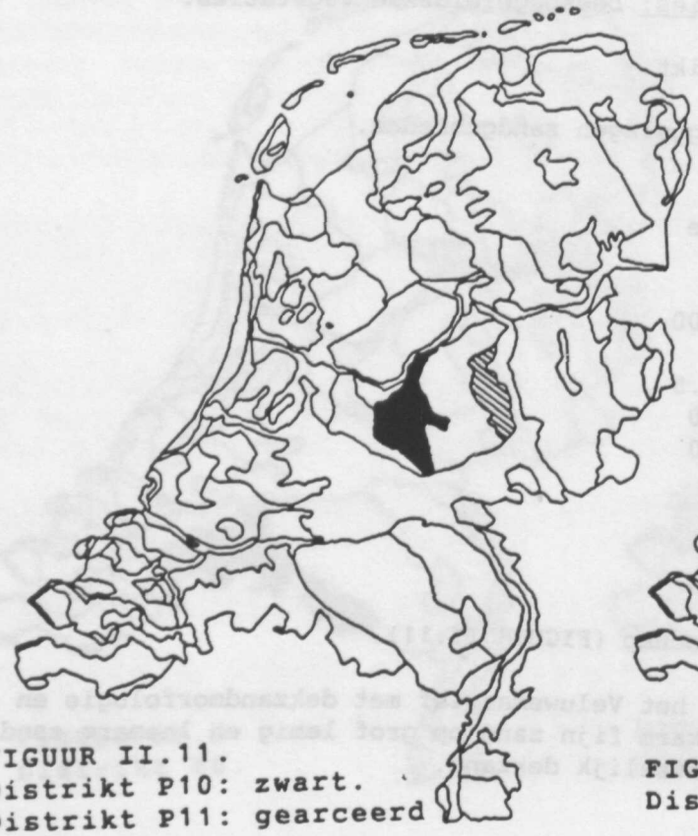
Typerende watergebonden vegetaties: kwelvegetaties (graslanden) en beekbegeleidende begroeiing; broekbossen.

Plantengeografie: subcentreuroop distrikt (fragm. Gelders distrikt).

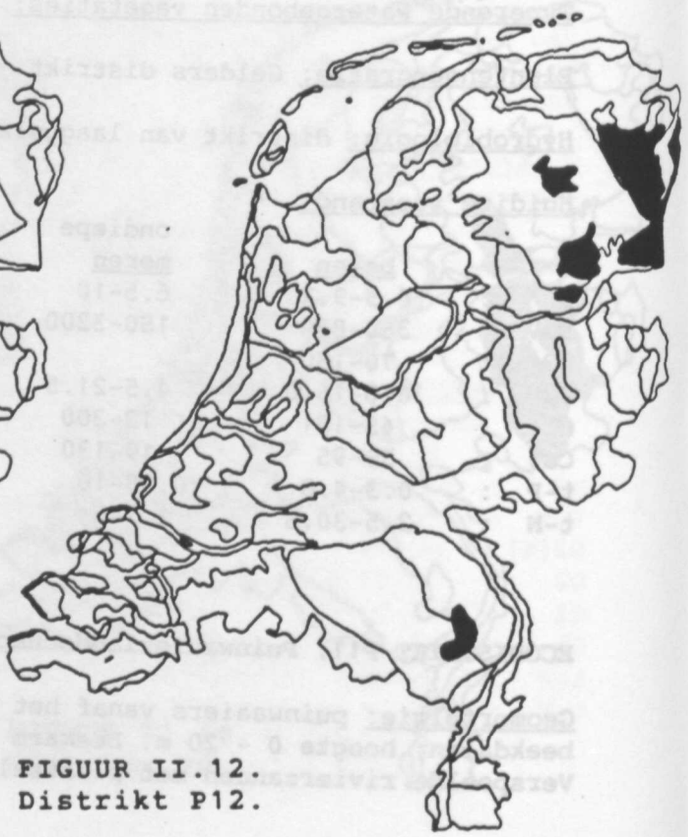
Hydrobiologie: distrikt van reliëfrijke gebieden.

Huidige toestand:

	beken
pH	4.8-10.4
EGV	50-700
O2(%)	17-144
O2	0-13.1
Cl	14-108
Ca	4.2-15
t-P	<0.01-47
t-N	1.0-10.7



FIGUUR II.11.
Distrikt P10: zwart.
Distrikt P11: gearceerd



FIGUUR II.12.
Distrikt P12.

ECODISTRIKT P12: Hoogveen(ontginnings)landschap (FIGUUR II.12).

Geomorfologie: hoogveenbulten en vlakten op dekzandvlakte; hoogte 0 - 20 m. Hoogveen op leemarm en soms lemig zand (dekzand en verspoelde rivierzanden). Plaatselijk gedeeltelijk afgegraven.

Geohydrologie: geïsoleerd/ herkomstgebied. Alleen regenwatervoeding: ombrotroof. Natuurlijke afstroming. In ontgonnen gebieden geforceerd door kanalen en wijken en gereguleerd door stuwen.

Watertypen: hoogveenplassen, ombrotroof (regenwatertype), zuur. Kanalen en wijken oorspronkelijk voedselarm, zuur, maar nu vaak geëutrofieerd.

Typerende watergebonden vegetaties: hoogveenvegetaties, natte heiden.

Plantengeografie: Drents en Kempens distrikt.

Hydrobiologie: distrikt van hoogveengebieden.

Huidige toestand:

	ondiepe zoete stagnante wateren	grote meren	zure wateren
pH :			3.3-8.1
EGV :			78-500
02(%):			0-101
02 :			0.4-10.8
Cl :	<30-150	30-300	6.2-80
Ca :			1.5-7.3
t-P :	<0.15-0.6	0.3->3.0	0.12-0.85

ECODISTRIKT P13: Beekdalcomplexen (FIGUUR II.13).

Geomorfologie: beekdalmorfologie met landduinen; hoogte 0 - 20 m. Beekafzettingen: lemig en leemarm fijn zand; plaatselijk stuifzand.

Geohydrologie: inkomst- en doorstroomgebied (kwel). Concentratie. Natuurlijke afstroming. Beken gereguleerd door stuwen.

Watertypen: beken, kleine rivieren, sloten en kanalen: matig voedselrijk tot voedselrijk, gedeeltelijk door grondwater gevoed.

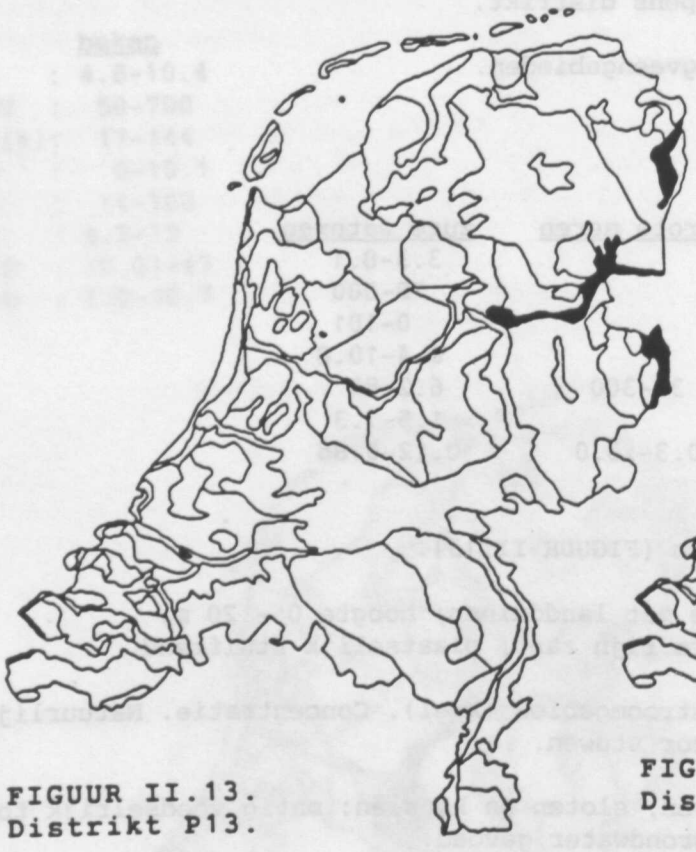
Typerende watergebonden vegetaties: beekbegeleidende vegetaties, broekbossen.

Plantengeografie: elementen van Subcentreuroop, Gelders en Drents distrikt.

Hydrobiologie: elementen van reliëfrijk distrikt, distrikt van hogere zandgronden en distrikt van hoogveengebieden.

Huidige toestand:

	bronnen	beken	sloten, kanalen	grote meren	zure wateren
pH :	4.6-7.6	6.1-8.3	6.8-8.3		3.7-7.3
EGV :	178-378	190-790	200-700		31-155
O2(%):		49-109	18-110		
O2 :	4.9-11.6	3.3-11.6	2-11		5.8-10.3
Cl :	24-50	23-136	17-150	30-300	4.2-18
Ca :	19-48	26-85			1.0-13
t-P :		0.09-2.5	0.10-2.0	0.15-3.0	0.05-0.49
t-N :		1.2-13			



FIGUUR II.13.
Distrikt P13.



FIGUUR II.14.
Distrikt P14.

ECODISTRIKT P14: Centrale Slenkgebied (FIGUUR II.14).

Geomorfologie: beekdalen in flauw golvende dekzandmorfologie, stuifzandcomplexen; hoogte 0 - 40 m. Lemig fijn zand (dekzand), soms op grof rivierzand. Beekafzettingen en stuifzanden.

Geohydrologie: doorstroomgebied (fijnmazig patroon van inzijging, isolatie en kwel). Natuurlijke afstroming. Concentratie door dendritisch bekenpatroon (Beerze en Dommel). Sloten met stuwen.

Watertypen: vennen oligotroof, zuur; vaak sterk verzuurd. Beken gedeeltelijk door kwel gevoed, van oligotroof in bovenlopen tot sterk geëutrofieerd in benedenlopen; middenloop soms van grondwatertype: lithoclien.

Typerende watergebonden vegetaties: natte en vochtige heiden, venvegetaties. Beekbegeleidende vegetaties, blauwgraslanden en broekbossen.

Plantengeografie: Kempens distrikt.

Hydrobiologie: distrikt van hogere zandgronden.

Huidige toestand:

	bronnen	beken	zure wateren
pH :	4.5-8.0	6.0-7.3	3.1-9.8
EGV :	195-880	320-800	32-285
O2(%)		50-103	38-140
O2 :	2-11		3.7-13
Cl :	8.70	43-128	2.3-37
Ca :			1-27
t-P :	0.1-2.9	0.02-3.1	<0.95
t-N :		1.3-12	

ECODISTRIKT D1: Kalkrijke duinen (FIGUUR II.15).

Geomorfologie: kustduinen met valleien en strandvlakten; hoogte 0 - 50 m. Kalkrijk duin- en strandzand.

Geohydrologie: inzijgingsgebied. Waterscheiding met zoetwaterbel drijvend op zout grondwater op grotere diepte. Natuurlijke afstroming: spreiding.

Watertypen: voedselarme, kalkrijke (basische) duinmeren. Eutrofe infiltratieplassen (gebiedsvreemd water). Bronnen en bronbeekjes (rellen): kalkrijk, ijzerarm, gedeeltelijk grondwatertype.

Typerende watergebonden vegetaties: natte en vochtige duinvalleivegetaties van voedselarm milieu, binnenduinrandbossen van kwelgebieden

Plantengeografie: duindistrikt.

Hydrobiologie: distrikt van hogere zandgronden.

Huidige toestand: geen gegevens.

ECODISTRIKT D2: Kalkarme duinen (FIGUUR II.15).

Geomorfologie: kustduinen met valleien en strandvlakten; hoogte 0 - 50 m. Kalkarme duin- en strandzanden. Fijn zand.

Geohydrologie: inzijgingsgebied. Waterscheiding met zoetwaterbel op dieper zout grondwater.

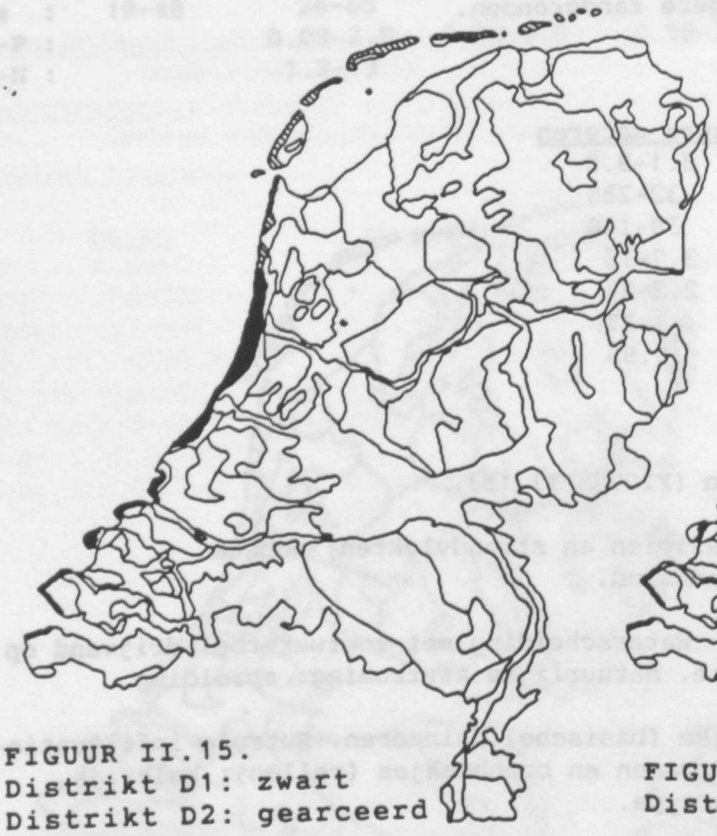
Watertypen: zwakzure, voedselarme duinmeren.

Typerende watergebonden vegetaties: vegetaties van natte en vochtige kalkarme duinvalleien.

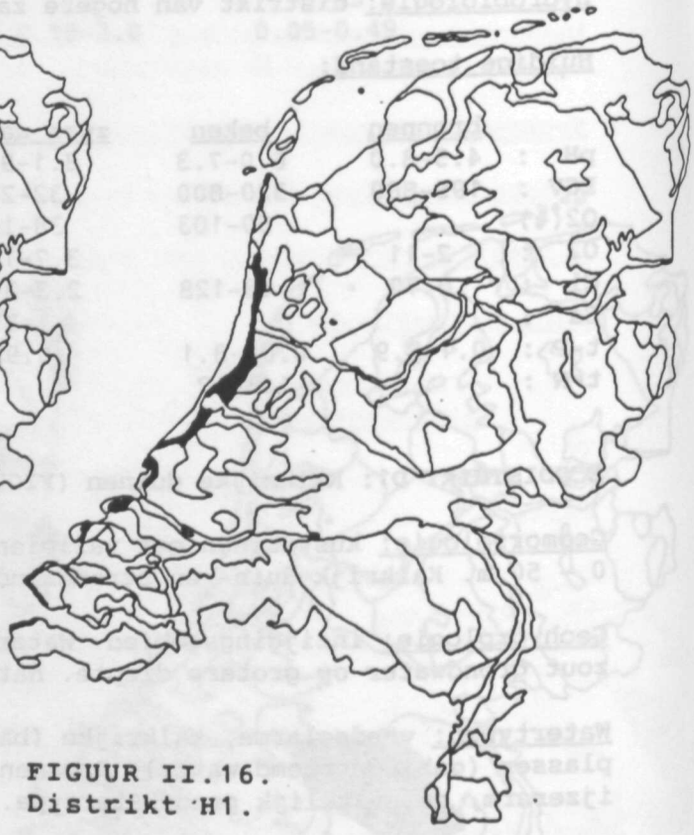
Plantengeografie: Waddendistrikt.

Hydrobiologie: distrikt van hogere zandgronden.

Huidige toestand: geen gegevens.



FIGUUR II.15.
Distrikt D1: zwart
Distrikt D2: gearceerd



FIGUUR II.16.
Distrikt H1.

ECODISTRIKT H1: Strandwallengebied (FIGUUR II.16).

Geomorfologie: strandwallen en -vlakten; hoogte 0 - 3 m. Geul- en standzand, soms met veen. Kalkrijke duin- en strandwalafzettingen.

Geohydrologie: inkomst- en doorstroomgebied (kwel). Zoet grondwater uit de duinen afstromend over zoute onderlaag, en enige stagnatie van neerslag-overschotten.

Watertypen: sloten en vaarten: zwakzuur, matig voedselrijk tot voedselrijk.

Typerende watergebonden vegetaties: broekbossen.

Plantengeografie: duindistrikt.

Hydrobiologie: distrikt van laaggelegen zandgebieden.

Huidige toestand: geen gegevens.

ECODISTRIKT H2: Rivierengebied (FIGUUR II.17).

Geomorfologie: riviermorfologie: oeverwallen en kommen, uiterwaarden; tichelgaten en zand- en grindgaten. Hoogte 0 - 50 m (bij Maastricht). Lichte en zware klei, soms op grof zand en grind. Rivierafzettingen van Rijn, Maas en IJssel.

Geohydrologie: inkomst- en doorstroomgebied (kwel), hoofdzakelijk echter onder invloed van oppervlaktewater. Diepe grondwaterstroom door oerstroomdalen onder het huidige rivierengebied. Gereguleerde afstroming en bemaling van polders. Grote fluktuaties van de waterstand in uiterwaarden. Van nature rivierwaterinvloed.

Watertypen: rivieren, kanalen, vaarten en sloten: basisch, kalkrijk, matig voedselrijke tot voedselrijke wateren, zoet.

Typerende watergebonden vegetaties: water- en oevervegetaties van voedselrijke wateren, grienden, ooibossen, broekbossen in tichelgaten. Natte kruidenrijke graslanden.

Plantengeografie: kenmerken van fluviatiel distrikt en hafdistrikt.

Hydrobiologie: kenmerken van distrikt van grote rivieren en van distrikt van zoete veen- en kleigebieden.

Huidige toestand:

	kleine stagnante wateren	grote stagnante wateren
pH :	7.0-8.5	7.5-9.0
EGV :	220-1250	185-900
O2(%):	0-200	21-200
O2 :		3.1-18
Cl :	12-195	10-540
Ca :		17-100
t-P :	0.05-1.3	0.04-1.5
t-N :		0.5-8.7

ECODISTRIKT H3: Jonge indijkingen (FIGUUR II.18).

Geomorfologie: getij-afzettingsvlakte, vlakland met kreekruggen; hoogte -1 tot +2 m. Kalkrijke zeezand-, zavel- en kleiafzettingen.

Geohydrologie: geïsoleerd (inkomst-doorstroom) gebied. Zout grondwater op geringe diepte. Gereguleerde afwatering. Aanvoer vanuit het nationale systeem.

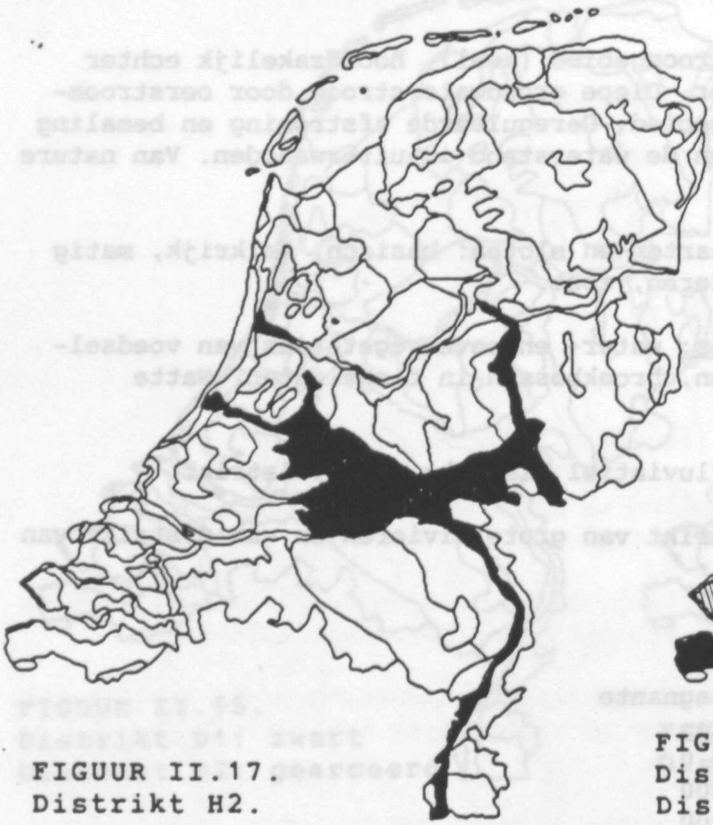
Watertypen: sloten en vaarten voedselrijk, veelal (licht) brak.

Typerende watergebonden vegetaties: graslanden van brakke gebieden (inlagen), water- en oevervegetaties langs sloten van voedselrijk, brak milieu.

Plantengeografie: fluviatiel distrikt en hafdistrikt.

Hydrobiologie: distrikt van brakke klei- en veengebieden.

Huidige toestand: zie H4.



FIGUUR II.17.
Distrikt H2.



FIGUUR II.18.
Distrikt H3: zwart.
Distrikt H4: gearceerd.

ECODISTRIKT H4: Zeeklei- inversielandschap (FIGUUR II.18).

Geomorfologie: getij-afzetingsvlakte met kreekruggen; hoogte -2 tot +1 m. Klei op (lemig) fijn zand. Enigszins ontkalkte zavel- en zeekleigronden.

Geohydrologie: inkomst- en doorstroomgebied (kwel), maar hoofdzakelijk geisoleerd (weinig verticale waterbeweging). Zout grondwater op enige diepte. Gereguleerde afwatering door poldergemalen. Aanvoer vanuit nationaal systeem.

Watertypen: voedselrijk tot matig voedselrijk, soms lichtbrak.

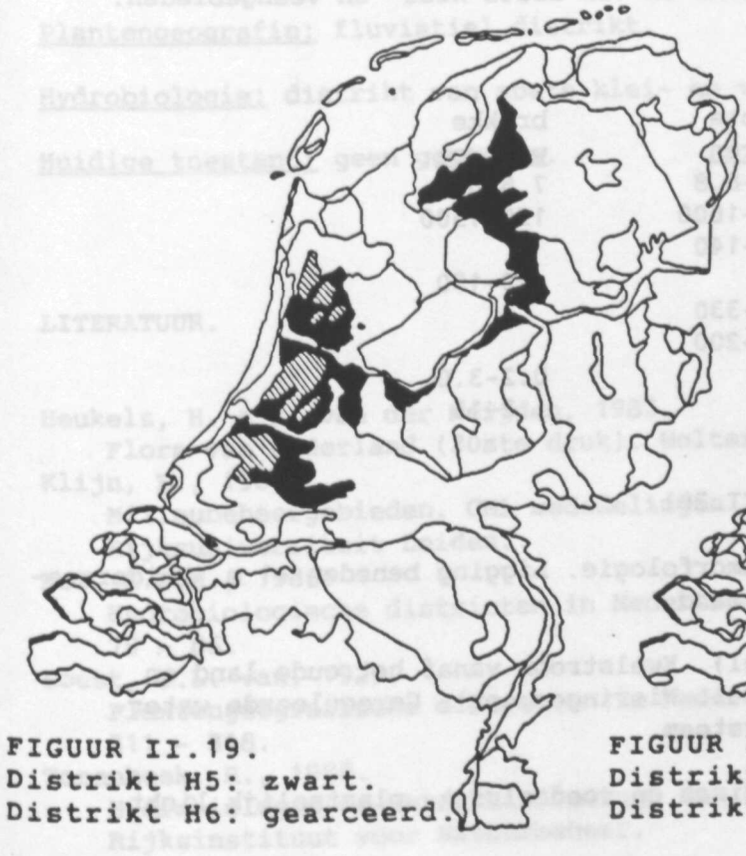
Typerende watergebonden vegetaties: water- en oeverbegroeiingen van voedselrijke milieus.

Plantengeografie: hafdistrikt en fluviatieldistrikt.

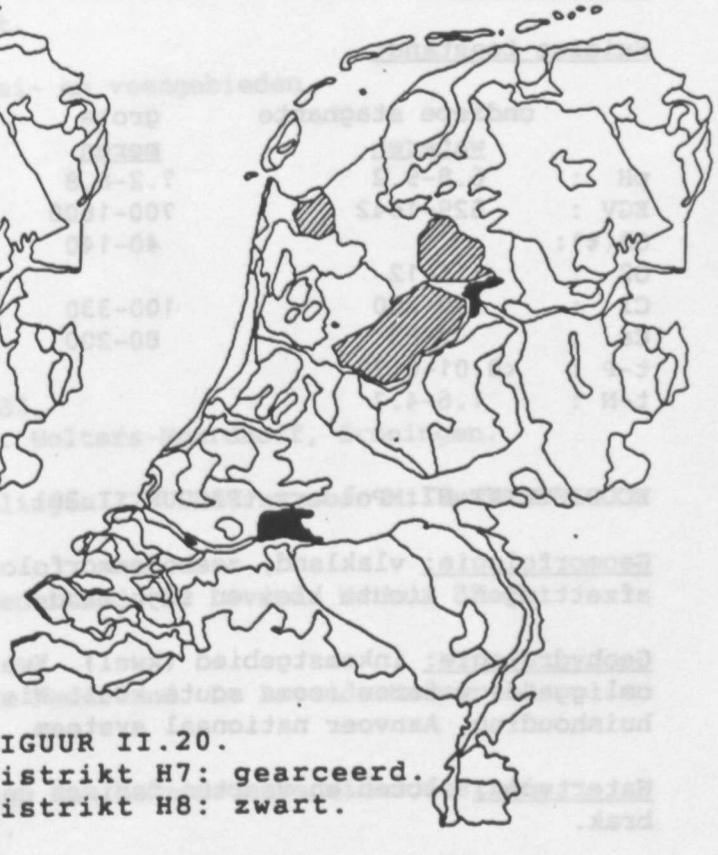
Hydrobiologie: distrikt van brakke klei- en veengebieden.

Huidige toestand:

	brakke wateren
pH	7.0-8.8
EGV	560-6350
O2(%)	0-200
O2	>3-25
Cl	8-15.000
Ca	68-544
t-P	0.04-6.7
t-N	1.6-8.1



FIGUUR II.19.
Distrikt H5: zwart.
Distrikt H6: gearceerd.



FIGUUR II.20.
Distrikt H7: gearceerd.
Distrikt H8: zwart.

ECODISTRIKT H5: Laagveengebied (FIGUUR II.19).

Geomorfologie: vlakland: veenvlakte met ontveningsplassen (petgaten-complexen), bovenlanden. Voor een groot deel door klink verlaagd; hoogte -2 tot +1 m. Veen, soms met een dun kleidek, op lemig fijn zand of klei.

ECODISTRIKT H6: Droogmakerijen (FIGUUR II.19).

Geomorfologie: vlakland, droogmakerijen van natuurlijke en antropogene meren: oude getijafzettingsvlakten; hoogte: beneden -2 m. Klei op fijn zand: oude zeekleiafzettingen. Soms veenrestanten.

Geohydrologie: inkomstgebied (kwel). Zout grondwater vaak ondiep, vaak belangrijke bijdrage van diepe kwel, in veel gevallen ook zoute/ brakke kwel. Gereguleerde waterhuishouding. Aanvoer vanuit nationaal systeem.

Watertypen: sloten en vaarten: basisch, voedselrijk, vaak enigszins brak

Typerende watergebonden vegetaties: enkele smalle rietkragen en overige slootvegetatie van voedselrijk milieu.

Plantengeografie: hafdistrikt.

Hydrobiologie: distrikten van brakke en van zoete klei- en veengebieden.

Huidige toestand:

	ondiepe stagnante wateren	grote meren	brakke wateren
pH :	6.8-9.2	7.2-8.8	7.5-8.5
EGV :	529-1042	700-1600	150-1500
O2(%):		40-140	
O2 :	1.5-12		20-150
Cl :	39-200	100-330	
Ca :	2-83	80-200	
t-P :	<0.01-0.77		0.2-3.0
t-N :	1.6-4.7		2-15

ECODISTRIKT H7: Polders (FIGUUR II.20).

Geomorfologie: vlakland, zeebodemmorfologie. Ligging beneden -1 m. Zuiderzee-afzettingen: lichte klei en fijn zand.

Geohydrologie: inkomstgebied (kwel). Kwelstroom vanaf het oude land en omliggende wateren (soms zoute kwel: Wieringermeer). Gereguleerde water-huishouding. Aanvoer nationaal systeem.

Watertypen: sloten en vaarten basisch en voedselrijk, plaatselijk licht brak.

Typerende watergebonden vegetaties: rietkragen langs sloten en vaarten, rietmoerassen en wilgebossen (Oostvaardersplassen), natte en vochtige verschralende graslanden langs Randmeren.

Plantengeografie: buiten indeling.

Hydrobiologie: distrikt van brakke en van zoete klei- en veengebieden.

Huidige toestand: geen gegevens.

ECODISTRIKT H8: Deltagebieden (FIGUUR II.20).

Geomorfologie: delta-morfologie: slikken, kreken en kreekruggen, oeverwallen; hoogte: 0 - 3 m. Kleiafzettingen, baggerslib en veen. Rivierafzettingen.

Geohydrologie: inkomst- en doorstroomgebied: zeer geringe verticale grondwaterbewegingen, onbelangrijk door overheersing oppervlaktewater. In feite als geïsoleerd te beschouwen. Natuurlijk/ halfgereguleerd. Stromend en stilstaand water van rivier, kreken en geulen, oude lopen. Afhankelijk van rivierregime: waterstandsfluctuaties. Van nature onderdeel van het nationaal watersysteem.

Watertypen: voedselrijk, kalkrijk, slibrijk zoet tot licht brak water: gering doorzicht, overwegend zwak stromend.

Typerende watergebonden vegetaties: moeras- em rietland, vloedbossen en vochtige graslanden.

Plantengeografie: fluviatiel distrikt.

Hydrobiologie: distrikt van zoete klei- en veengebieden.

Huidige toestand: geen gegevens.

LITERATUUR.

Heukels, H. & R. van der Meijden, 1983.
Flora van Nederland (20ste druk). Wolters-Noordhoff, Groningen.
Klijn, F., 1988.
Milieubeheergebieden. CML mededelingen 37. Centrum voor Milieukunde Rijksuniversiteit Leiden.
Mol, A.W.M., 1986.
Hydrobiologische districten in Nederland. De Levende Natuur 87 (3): 79 - 86.
Soest, J.L. van, 1929.
Plantengeografische districten in Nederland. De Levende Natuur 33: 311 - 318.
Torenbeek, R., 1988.
Hydrobiologie en waterhuishouding. Een beleidvoorbereidende studie. Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
Weeda, E.J., 1988.
Over het fluviatiel district: enige voorlopige notities. Natura 85 (4): 82 - 88.

NOORDOOST-GRONINGEN

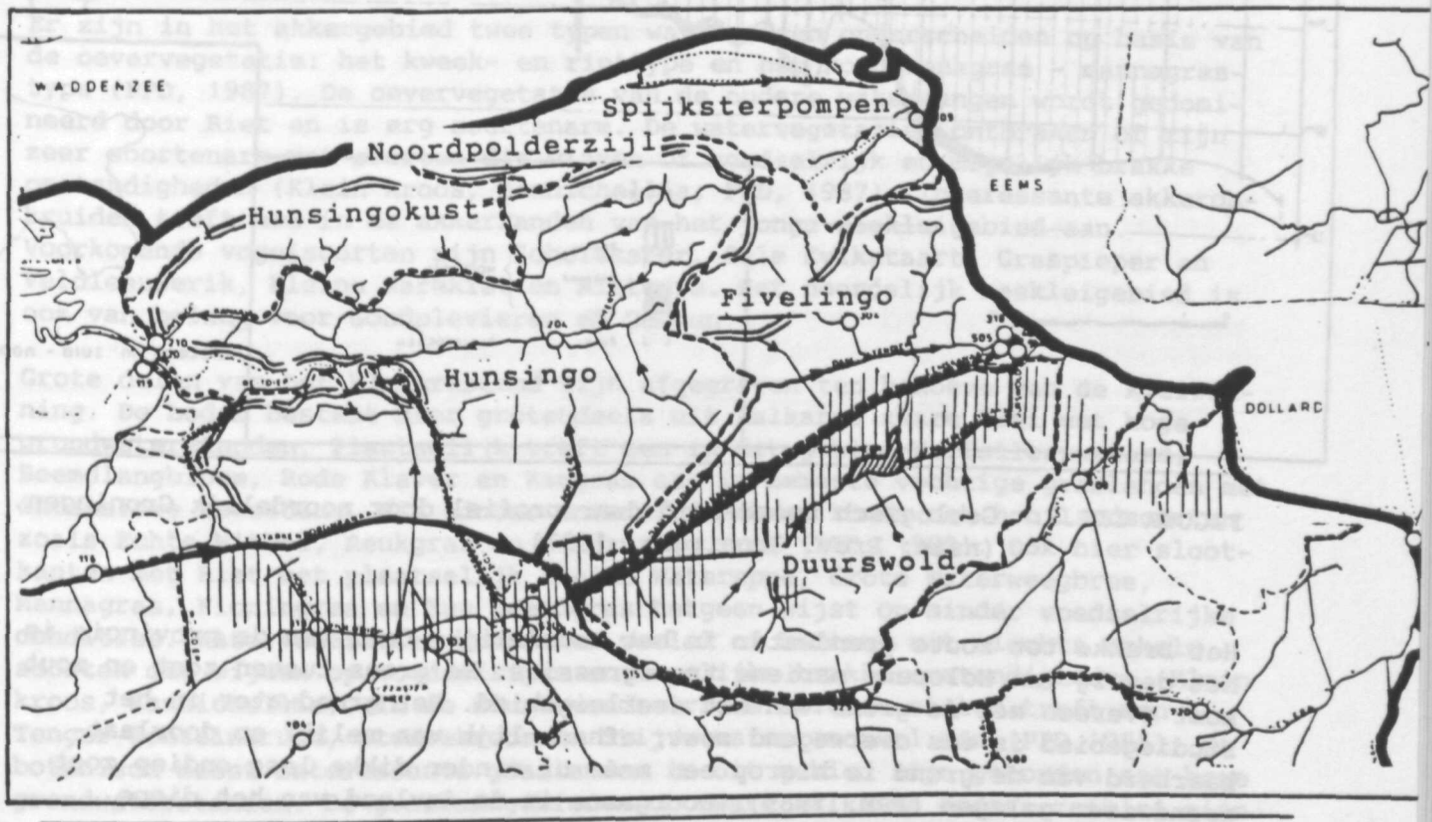
BIJLAGE III

NOORDOOST-GRONINGEN

1. GEBIEDSBESCHRIJVING.

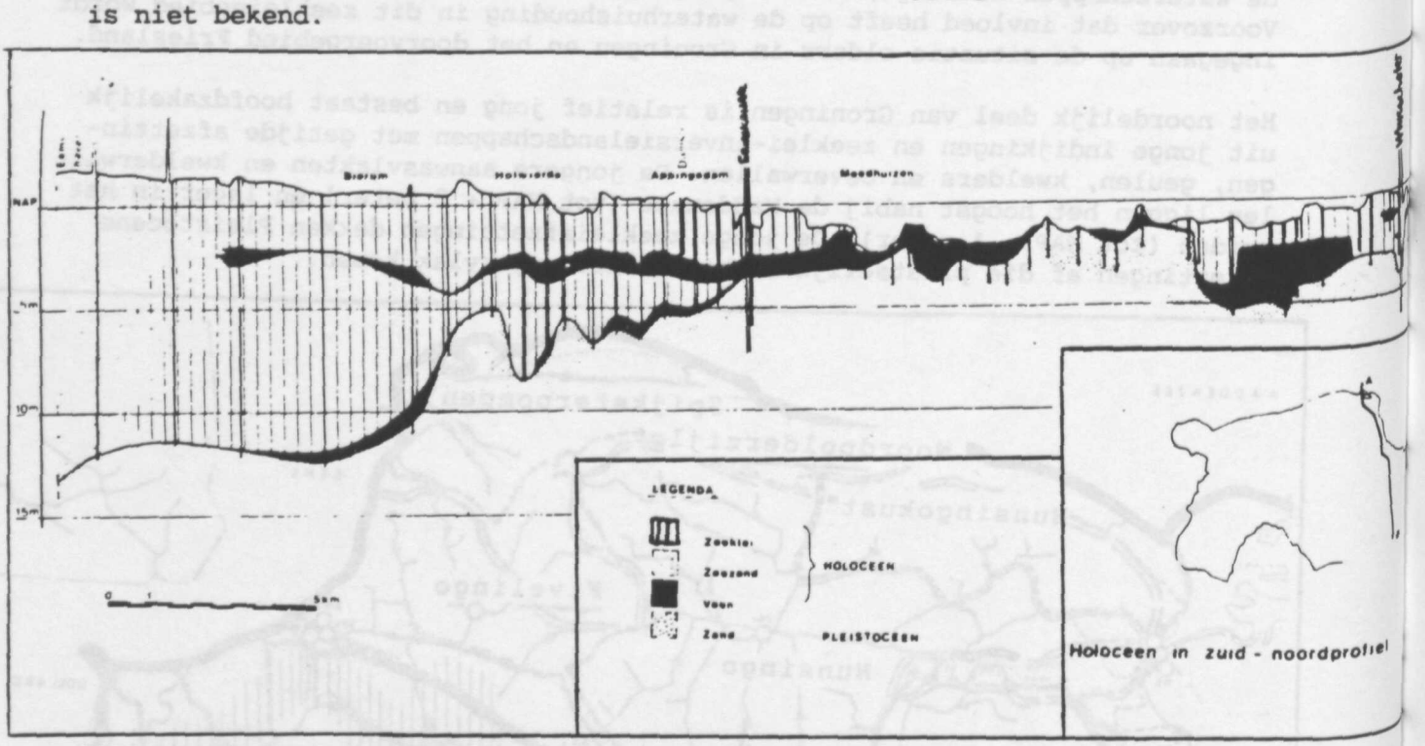
Deze regiobeschrijving richt zich op het noord-Groningen zeekleigebied binnen de waterschappen Hunzingo, Fivelingo, Eemskanaalboezem en Duurswold. Voorzover dat invloed heeft op de waterhuishouding in dit zeekleigebied wordt ingegaan op de situatie elders in Groningen en het doorvoergebied Friesland.

Het noordelijk deel van Groningen is relatief jong en bestaat hoofdzakelijk uit jonge indijkingen en zeeklei-inversielandschappen met getijde afzettingen, geulen, kwelders en oeverwallen. De jongere aanwasvlakten en kwelderwallen liggen het hoogst nabij de Waddenzee (tot NAP + 2 meter) en lager in het zuiden (tot NAP - 1 meter). De jonge zeekleiafzettingen dekken Pleistocene afzettingen af die plaatselijk dicht aan het oppervlak komen.



FIGUUR III.1 . De belangrijkste afwateringseenheden en aanvoerwegen in het noordelijke zeekleidistrict van Groningen. De grens tussen zout en zoet grondwater is door middel van een arcering aangegeven en de grens tussen het jongere zeeboezem- en aanwassenlandschap en het oudere kwelderlandschap met een dubbele getrokken lijn (naar Prov. Groningen, 1985; 1987).

De bodem bestaat hoofdzakelijk uit zavel met plaatselijk zware klei in de noordelijke distrikten met soms op minder dan 60 cm diepte zeer slecht doorlatende lagen (potklei). Het gedeelte van het waterschap Fivelingo dat tegen het Eemskanaal is gelegen bestaat grotendeels uit zware klei met veelal storende lagen in de ondergrond. Het waterschap Duurswold bestaat daarentegen grotendeels uit klei op veen en veenkoloniale zandgronden. De stroming van het diepe grondwater is zuidelijk gericht en treft een noordwaarts gerichte grondwaterstroom gestuwd vanuit het Drents massief. Op dit kontaktvlak treedt zoute en zoete kwel op naast inzijging; de exakte ligging van de kwelzones is niet bekend.



FIGUUR III.2. Geologisch noord-zuid dwarsprofiel door noordelijk Groningen. (naar: Prov. Groningen, 1987).

Het brakke tot zoute grondwater in het noordelijke deel van de provincie is het gevolg van Holocene mariene transgressies. De grens tussen zoet en zout komt overeen met de grens van het zeekleigebied. Het grondwater in het studiegebied is dus overwegend zout; afhankelijk van reliëf en doorlaatbaarheid van de grond is hierop een meer of minder dikke laag ondiep zoet grondwater gelegen (PPD, 1985). Doorgaans is de invloed van het diepe grondwater op de samenstelling van het oppervlaktewater gering.

Land en watergebruik.

Het gebied is onderverdeeld in een vijftal waterbeheerseenheden: Hunsingokust, Hunsingo, Noordpolderzijl, Spijksterpompen, Fivelingo en Duurswold. Deze beschikken met uitzondering van Spijksterpompen al over een wateraanvoermogelijkheid. Een circa vijf kilometer brede strook langs de Waddenzee wordt gekenmerkt door lage grondwaterstanden in de zomer en hoge in de winter. De weidegebied Woltersum-Biersum-Delfzijl wordt daarentegen gekenmerkt door hoge grondwaterstanden in zomer en winter. De strook langs de kust in het waterschap Duurswold kent hoge grondwaterstanden in het natte

seizoen en zeer lage in het droge. De inkomenssituatie in deze regio is over het algemeen slecht (PPD, 1985). Er zijn veel landinrichtingsprojecten in uitvoering ondermeer gericht op de verbetering van de afwatering en ontwatering. De inkomenssituatie in het wierdengebied is redelijk met uitzondering van het al eerder genoemde weidegebied waar de waterafvoer en ontwatering matig genoemd kan worden.

Op beperkte schaal vindt beregening plaats van pootaardappelen vanuit het oppervlaktewater. Bij Bedum en Appingedam wordt brak grondwater gewonnen voor industriële doeleinden.

Natuurwaarden.

Over de natuurwaarden in het noordelijk zeekleigebied is maar weinig bekend. We moeten ons baseren op enkele provinciale inventarisaties (PPD, 1985; 1987). In het kader van de streekplanherziening zijn 14 steekproefblokken van circa 100 ha geinventariseerd en een 3000 ha groot graslandgebied ten noorden van Appingedam en Delfzijl. Dit graslandgebied en de akkerbouwgebieden in het noorden verschillen sterk van elkaar.

Er zijn in het **akkergebied** twee typen watergangen onderscheiden op basis van de oevervegetatie: het kweek- en riettype en het roodzwenkgras - mannagrastype (PPD, 1987). De oevervegetatie van de oudere watergangen wordt gedomineerd door Riet en is erg soortenarm. De watervegetaties ontbreken of zijn zeer soortenarm met soorten die wijzen of voedselrijk en mogelijk brakke omstandigheden (Klein kroos, Zannichellia; PPD, 1987). Interessante akkeronkruiden treft men in de akkerranden van het jonge zeekleigebied aan. Voorkomende vogelsoorten zijn Scholekster, Gele Kwikstaart, Graspieper en Veldleeuwerik, Kleine Karekiet en Rietgors. Het noordelijk zeekleigebied is ook van belang voor Goudplevieren en Ganzen.

Grote delen van het **kleigrasland** zijn afgegraven ten behoeve van de kleiwinning. De bodem bestaat hier grotendeels uit kalkarme zware klei met hoge grondwaterstanden. Plaatselijk treft men in dit gebied Herfstleeuwetand, Beemdlangbloem, Rode Klaver en Kamgras aan in bemeste vochtige graslanden met intensieve beweiding. Bij minder intensief beheer komen ook hooilandsoorten zoals Echte Witbol, Reukgras en Veldzuring voor (PPD, 1985). Ook hier slootkanten met Riet met plaatselijk Kleine Watereppe, Grote Waterweegbree, Mannagras, Fioringras en Ruw beemdgras hetgeen wijst op minder voedselrijke condities. Watervegetaties ontbreken veelal of bestaan uit slechts enkele soorten die wijzen op voedselrijke en mogelijke brakke omstandigheden (Klein kroos, Zannichellia). In de minst voedselrijke heldere sloten treft men Tenger fonteinkruid, Sterrekroos en Stijve waterranonkel aan (PPD,1985). De botanisch meest interessante graslanden in dit gebied zijn gebonden aan hoge grondwaterstanden. De graslandgebieden op zware kalkarme oudere zeeklei zijn van belang voor weidevogels, zoals Tureluur, Kievit, Grutto, Zomertaling, Slobeend (Boekema et al., 1983; PPD, 1985).

Het Schildmeer in het waterschap Duurswold en het Reitdiep zijn in het noordelijk zeekleigebied een specifiek ecologische funktie toegedacht tesamen met enkele kleine wateren in het zuiden van Hunsingo. De oeverlanden van het Schildmeer zijn soortenrijke riet- en zeggevegetaties met plaatselijk ontwikkelingen naar veenmosrietland. De oeverlanden zijn van belang als broedgebied voor vogels (Fuut, Roerdomp, Bruine Kiekendief). De waterkwaliteit (op basis van chlorophyl, O2, totaal P en N) is in het Schildmeer doorgaans goed.

2. WATERBALANS.

2.1. HUIDIGE WATERAANVOER EN -AFVOER.

In de winter is in alle gebieden sprake van een neerslagoverschot dat naar zee wordt afgevoerd. In de zomer is er daarentegen sprake van een neerslagtekort, waarbij capillaire opstijging van zout ondiep grondwater plaatsvindt. Hierdoor treedt verzilting op en stijgt het zoutgehalte van het oppervlaktewater tot meer dan 2000 mg Cl/l op plaatsen zonder wateraanvoer, zoals het distrikt Spijkersterpompen. Ook komt zout binnen via lek- en schutverliezen. Sedert het vergroten van de doorspoeling is het Eemswater aanmerkelijk minder zout is geworden (PPD, 1985).
De distrikten Fivelingo en Duurswold ontvangen water uit het Winschoterdiep; Hunsingo krijgt water uit het Starkenborgkanaal. In de zomer wordt water aangevoerd voor het tegengaan van de verzilting.

2.2. HUIDIGE EN OORSPRONKELIJKE WATERKWALITEIT.

Grondwaterkwaliteit.
In vele noordelijke zeekleipolders treft men ondiep grondwater aan met zoutgehalten van meer dan 2000 mg Cl/l en orthofosfaatgehalten van meer dan 3.0 mg/l. In het zuidoosten van Duurswold treft men zoet grondwater.

TABEL III.1 Chloride- en nitraatgehalten op basis van het grondwaterplan provincie (PPD, 1987), fosfaatgehalten op basis van ICW 1978).

	ondiepe watervoerend pakket			diepe watervoerend pakket		
	chloride (mg/l)	nitraat (mg/l)	fosfaat	chloride (mg/l)	nitraat (mg/l)	fosfaat
Hunsingokust						
Hunsingo						
Noorderpolder	>1000	<0,1-5,5		>1000	<0,1-5,5	0,5->3,3
Spijksterpompen						
Fivelingo	>1000			>1000		0,16-0,5
Duurswold	50-300			50-1000		<0,16->3,3

Volgens een ICW-studie bedraagt het orthofosfaatgehalte van het diepe grondwater veelal meer dan 3,3 mg P/l in het noordelijke deel van het gebied terwijl binnen Duurswold ook lagere gehalten voorkomen.

Huidige waterkwaliteit boezemwateren.
In de zomer wordt de waterkwaliteit bepaald door eutrofe zoute kwel en waterinlaat. Deze kwel komt met name voor in de diep ontwaterde gebieden waarbij het waterpeil onder gemiddeld zeeniveau is gelegen bij een maaiveldhoogte tussen NAP +1 à +2 m. Het water waarmee wordt doorgespoeld is armer

aan chloride en ortho- en totaalfosfaat en is iets rijker aan ammonium en nitraat (zie onder). De samenstelling van het oppervlaktewater vertoont daarom verschillende patronen in zomer en winter.

In het winterhalfjaar komen chloridegehalten voor boven de 150 mg Cl/l met nabij de kust meer dan 1000 mg Cl/l. In de zomer stijgen deze gehalten tot boven de 500 mg Cl/l nabij de kust en bij geringe wateraanvoer vanwege zoute kwel tot boven de 2000 mg Cl/l. In distrikt Spijkersterpompen bedraagt het chloridegehalte tussen de 500 en 2000 mg/l in de winter tot meer dan 2000 mg Cl/l in de zomer. De hoogste chloridegehalten in Fivelingo worden gemeten in de in noordelijke richting doodlopende maren; tot 500-1000 mg Cl/l. De chloridegehalten zijn veel lager in waterschap Duurswold; hier bedraagt het gemiddeld chloridegehalte in de winter in vele gevallen minder dan 200 mg Cl/l (Schildmeer veelal lager dan 150 mg Cl/l), in de zomer oplopend tot 150-300 mg Cl/l. Het Eemskanaal bereikte vroeger gehalten van 500-1000 mg Cl/l ter hoogte van Ruischerbrug in de zomer. Door een intensieve doorspoeling is dit teruggebracht tot minder dan 100 mg Cl/l.

De orthofosfaatgehalten bedragen 's winters tussen de 0,10 en meer dan 1,00 mg P/liter (ICW, 1978). De hoogste gehalten worden aangetroffen in Spijksterpompen en de perifeer gelegen delen van Fivelingo en Hunsingo. De gehalten in Duurswold bedragen 0,03-0,10 mg P/l voor het Schildmeer tot 0,10-0,25 mg P/l voor toe- en afvoerende wateren. In de zomer (periode '74-'76) treft men in het grootste deel van het gebied orthofosfaatgehalten aan van meer dan 1.00 mg/liter. Het Boterdiep en Reitdiep hebben met 0,10-0,25 mg P /l de laagste gehalten. Het waterschap Duurswold heeft orthofosfaatgehlalten die meestal beneden de 0,25 mg P/l liggen. Het totaal P-gehalte bedraagt in de zomer (periode '74-'76) doorgaans meer dan 1,2-3,0 mg/l in Spijksterpompen, Fivelingo en Hunsingo in de afgelegen delen. Om het Schildmeer komen tegenwoordig gehalten van minder dan 0,1 mg P/l voor. De totale P-belasting die via kwel in het oppervlakte water is gekomen, wordt geschat op 200 ton voor het waterschap Hunsingo in 1981, en 30 ton P in Fivelingo. Dit komt overeen met respectievelijk 50% en 80% van de totale P-belasting. In Duurswold is 30% afkomstig van effluent van de RWZI Slochteren en 23 % van ongezuiverde lozingen.
De ammoniumgehalten variëren tussen de 1 en 10 mg N/l in de winter en 0,3 tot 10 mg N/l in de zomer (ICW, 1978). De laagste gehalten treft men aan waar sprake is van aanvoer van gebiedsvreemd water. De winterse nitraatgehalten liggen in dezelfde orde van grootte. In de zomer zijn de nitraatgehalten in het distrikt Spijksterspompen het laagst (<0,3 mg N/l). Het nitraatgehalte neemt in de zomer onder invloed van wateraanvoer waarschijnlijk iets toe. De organisch stikstofgehalten zijn het hoogst in de zomer in Spijksterpompen (4,0-5,5 mg N/l) en lager in Hunsingo en Duurswold (resp. 3,0-4,0 en 1,5-3,0 mg N/l). In wateren zonder waterinlaat is meestal nitraat beperkend voor de algengroei. De chlorophylgehalten bedragen in Duurswold minder dan 25 mg/m3 en in de overige delen tussen de 25 en meer dan 200 mg/m3 (PPD, 1987).

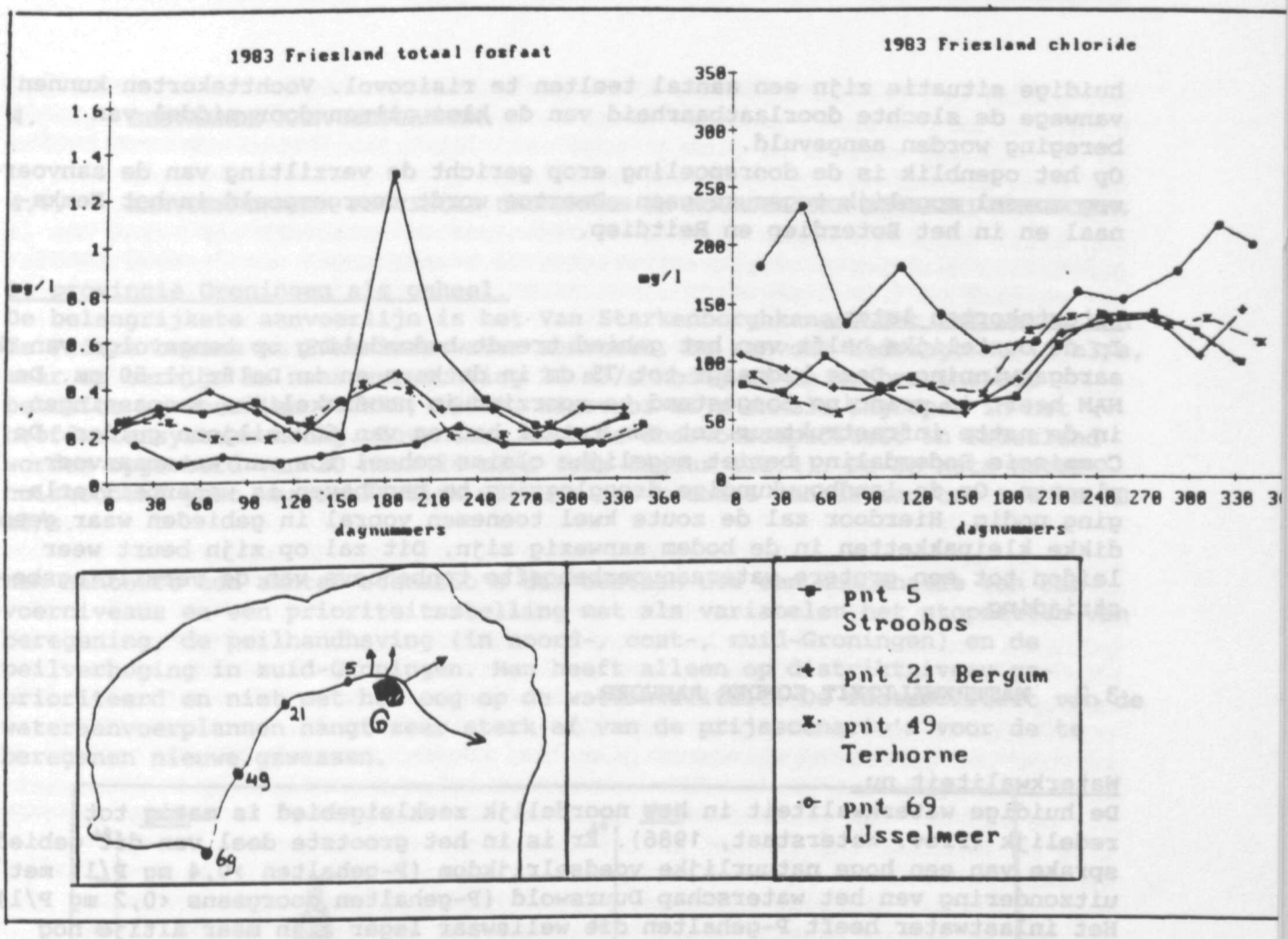
TABEL III.2 Gemiddelde samenstelling van het oppervlaktewater in de waterschappen Hunsingo, Fivelingo, Eemskanaalboezem en Duurswold (naar gegevens van Prov. waterstaat, 1986). Duurswold sterk vertoont wisselende belastingen.

	tot.P (mg/l)	chlorophyl (mg/l)	choride (mg/l)
Hunsingo			
Hunsingokust	>0,40	50-100	>500
Hunzingo	>0,40	25->200	200-500
Noordpolderzijl	>0,40	---	>500
Spijksterpompen	>0,40	25-200	>500
Fivelingo			
Fivelingo	>0,40	25-200	200->500
Duurswold			
Duurswold-noord	0,10-	<25	100-200
Duurswold-zuid	0,20	<25-50	200-500
Eemskanaal-noord	>0,40	25-50	>500
-zuid	>0,40	50-100	50-100

Huidige waterkwaliteit poldersloten.
De bovenstaande meetresultaten zijn afkomstig van de grotere boezemwateren. Er zijn geen gegevens over de kwaliteit van het slootwater in de polder. Naar verwachting is hier de invloed van gebiedsvreemd water kleiner en die van zoute kwel groter, waarmee de waterkwaliteit kan gelijken op die van de doodlopende maren in de distrikten Hunsingo en Fivelingo. Er moet rekening worden gehouden met hoge fosfaatgehalten (> 3,0 mg/l) en chlorideconcentraties (> 500-1000 mg Cl/l).

Huidige kwaliteit van het gebiedsvreemde water.
Zodra de aanvoer van water begint wordt eerst water uit het Van Starkenborgkanaal, vervolgens water uit de Friese boezem en tenslotte IJsselmeerwater aangevoerd. Dit laatste water is onderweg sterk beïnvloed en vermengd met boezemwater en bereikt in gemiddelde jaren pas in augustus Friesland. FIGUUR III.3 geeft een beeld van de seizoensvariatie in het aanvoertrajekt.

Oorspronkelijke waterkwaliteit.
Zonder tussenkomst van wateraanvoer en bemesting vanuit de percelen zal in het gehele noordelijke zeekleigebied een situatie kunnen hebben geheerst die overeenkomt met die van huidige situaties zonder wateraanvoer. Dit houdt dus in dat in de zomer hoge tot zeer hoge chloor- en orthofosfaatgehalten voorkomen in Spijksterpompen, Fivelingo en Hunsingo. Duurswold heeft waarschijnlijk minder sterk onder invloed van zoute kwel gestaan zodat hier in de oorspronkelijke toestand (voor aanleg Eemskanaal) waarschijnlijk sprake is geweest van mesotroof zoet tot brak water. Wellicht dat na de aanleg van het Eemskanaal Duurswold en daarmee ook het Schildmeer sterker beïnvloed is geweest door zomerse zoutindringing. Voordat ten behoeve van de landbouw werd gedraineerd was waarschijnlijk de invloed van zoute kwel veel geringer.



FIGUUR III.3. De seizoensmatige variatie in totaal-fosfaat- en chloride-gehalten op het aanvoertrajekt Lemmer-Stroobos (DBW, 1988).

2.3. OVERIGE ASPECTEN VAN DE WATERHUISHOUDING

De belangrijkste watergang in waterschap Fivelingo is het Damsterdiep. Deze kan op eenvoudige wijze worden doorgespoeld in tegenstelling tot de naar de kust toe doodlopende maren. In het waterkwaliteitsplan (Provincie Groningen, 1987) wordt dan ook de overweging geopperd doorspoeling over de grenzen van de waterschappen heen te realiseren. In Duurswold heeft men maar weinig doorspoeling nodig om de verzilting van het Afwateringskanaal tegen te gaan.

3. HUIDIGE EN TE VERWACHTEN KNELPUNTEN IN HET WATERBEHEER.

3.1 WATERTEKORTEN ZONDER AANVOER.

Watertekorten nu.

De chloridegehalten in de meeste distrikten laten geen beregening met grondwater toe van zoutgevoelige teelten. Tegengaan van verzilting en aanvoer van gebiedsvreemd water worden vooral noodzakelijk als men zou willen overgaan op de teelt van zout- en droogtegevoelige pootaardappelen. In de

huidige situatie zijn een aantal teelten te risicovol. Vochttekorten kunnen vanwege de slechte doorlaatbaarheid van de klei alleen door middel van bereging worden aangevuld.
Op het ogenblik is de doorspoeling erop gericht de verzilting van de aanvoerweg zoveel mogelijk tegen te gaan. Daartoe wordt doorgespoeld in het Eemkanaal en in het Boterdiep en Reitdiep.

Watertekorten later.
In de oostelijke helft van het gebied treedt bodemdaling op tengevolge van de aardgaswinning. Deze bedraagt tot 75 cm in de kern en in Delfzijl 50 cm. De NAM heeft in principe toegestemd te voorzien in noodzakelijke aanpassingen in de natte infrastruktuur tot een totaal bedrag van 600 miljoen gulden. De Commissie Bodemdaling beziet mogelijke claims geheel los van wateraanvoerplannen. Om de landbouwkundige drooglegging te handhaven is waterpeilverlaging nodig. Hierdoor zal de zoute kwel toenemen vooral in gebieden waar geen dikke kleipakketten in de bodem aanwezig zijn. Dit zal op zijn beurt weer leiden tot een grotere wateraanvoerbehoefte tenbehoeve van de verziltingsbestrijding.

3.2. WATERKWALITEIT ZONDER AANVOER.

Waterkwaliteit nu.
De huidige waterkwaliteit in het noordelijk zeekleigebied is matig tot redelijk (Prov. Waterstaat, 1986). Er is in het grootste deel van dit gebied sprake van een hoge natuurlijke voedselrijkdom (P-gehalten >0,4 mg P/l) met uitzondering van het waterschap Duurswold (P-gehalten doorgaans <0,2 mg P/l). Het inlaatwater heeft P-gehalten die weliswaar lager zijn maar altijd nog boven de basiskwaliteitsnorm uitsteken (0,4-0,5 mg P/l). In het Eemskanaal en plaatselijk in Fivelingo komen hoge gehalten aan cadmium voor, welke het gevolg zouden kunnen zijn van bestrijdingsmiddelen. Over organische microverontreinigingen is niets bekend. Op dit moment vormt het effluent van de RWZI-Slochteren een probleem voor de waterkwaliteit in Duurswold. Ook elders, o.a. in Fivelingo is de invloed van effluentlozingen merkbaar.

Waterkwaliteit later.
De kwaliteit van het aanvoerwater zal in de toekomst waarschijnlijk onder invloed van het toepassen van het Meststoffenbesluit minder zwaar door de landbouw worden belast. Tegelijkertijd zullen ook op de aanvoer lozende RWZI's worden uitgebreid en gesaneerd, waaronder die in Ulrum, Uithuizen en Uithuizermeeden (Hunsingo), Bierum (Fivelingo), Slochteren (Duurswold). Naar verwachting zal behalve in Duurswold het fosfaatgehalte van het gebiedseigen water niet zakken tot beneden de basiskwaliteitsnorm. Het fosfaatgehalte van het aanvoerwater blijft daarentegen ongewis; dit blijft waarschijnlijk boven de basiskwaliteitsnorm en vormt daarmee een mogelijke beperking in het ontwikkelen van natuurpotenties in Duurswold en mogelijk ook in het zuidelijk deel van Hunsingo.

De kwaliteit van het drainagewater zal kunnen veranderen tengevolge van teeltwisseling naar pootaardappelen, hetgeen gepaard zal gaan met een intensiever gebruik van bestrijdingsmiddelen. Dit heeft mogelijk ook consequenties voor de waterkwaliteit.

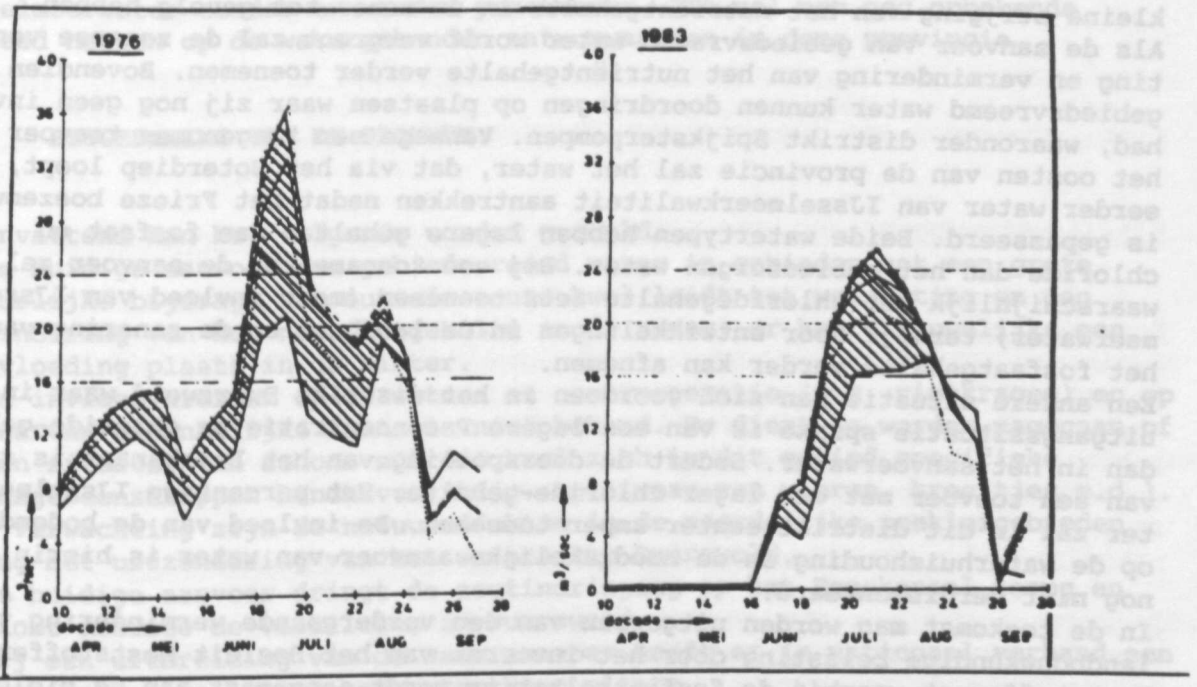
4. BESTAANDE AANVOERPLANNEN.

4.1. AANVOERPLANNEN PROVINCIE GRONINGEN EN NOORDELIJKE ZEEKLEIDISTRIKTEN.

De provincie Groningen als geheel.

De belangrijkste aanvoerlijn is het Van Starkenborghkanaal dat het water van de Frieze boezem en IJsselmeerwater aanvoert. De aanvoer bedraagt nu 16 m3/s, maar op termijn is naar verwachting 24 m3/s nodig om in de provinciale behoefte te voorzien (TCWPG, 1986). Hiervoor zijn enkele ingrepen in het hoofdwatersysteem nodig. Bovendien moet de doorvoercapaciteit in Friesland worden opgevoerd van 20 naar 24 m3/s (zie figuur III.4). De 3e Nota Waterhuishouding gaat waarschijnlijk uit van een toename van de aanvoer tot ca 20 m3/s.

Men hanteert een aantal scenario's die bestaan uit een kombinatie van aanvoerniveaus en een prioriteitsstelling met als variabelen het stopzetten van beregening, de peilhandhaving (in noord-, oost-, zuid-Groningen) en de peilverhoging in zuid-Groningen. Men heeft alleen op distriktniveau geprioriteerd en niet met het oog op de waterkwaliteit. De rentabiliteit van de wateraanvoerplannen hangt zeer sterk af van de prijsscenario's voor de te beregenen nieuwe gewassen.



FIGUUR III.4. De maandelijkse aanvoerbehoefte voor geheel Groningen voor de huidige situatie en bij volledige doorvoering van de wateraanvoerplannen ("variant D") in een droog (1976) en gemiddeld (1983) jaar (naar TCWPG, 1986).

Aanvoerplannen voor de noordelijke zeekleidistrikten.

In het noordelijke zeekleigebied is de verziltingsbestrijding een belangrijke reden voor wateraanvoer met het oog op de mogelijkheid tot uitbreiding van

het areaal aan pootaardappelen. In de distrikten Hunsingokust, Noorderpolder, Fivelingo en Duurswold wordt al water aangevoerd, maar de hoeveelheden worden in de toekomst volgens de plannen opgevoerd. Distrikt Spijksterpompen heeft nog geen aanvoermogelijkheid maar hiervoor zijn studies voorzien. In het kader van het onderzoek van de Technische Commissie Watervoorziening Groningen staat Spijksterpompen slechts te boek voor wateraanvoer als wordt omgeschakeld naar pootaardappelen. Volgens de berekeningen van de TCWG neemt het percentage IJsselmeerwater in distrikt Duurswold nauwelijks toe (van 17 naar 20% in zeer droge jaren).
Het waterschap Hunsingo is van plan enkele stuwen te plaatsen ten einde in de zomer een hoger waterpeil te handhaven.

4.2. NATUUREFFEKTEN HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE SITUATIE.

Effekten op de waterkwaliteit in de huidige en toekomstige situatie.
De aanvoer van het gebiedsvreemd water leidt in de zomer tot verzoeting en een daling van het nutriëntgehalte. De grootste wijzigingen doen zich voor in gebieden die nu een waterinlaatmogelijkheid hebben. De huidige wateraanvoer heeft geleid tot een blijvende verlaging van het chloridegehalte in Duurswold vanwege een terugdringing van de lek- en schutverliezen tot ver voorbij het inlaatpunt op het Eemskanaal. Mogelijk zal in het zuiden van Hunsingo de aanvoer van gebiedsvreemd water (m.n. dat afkomstig van de Frieze boezem) een kleine stijging van het nutriëntgehalte in de zomer tot gevolg hebben.
Als de aanvoer van gebiedsvreemd water wordt vergroot zal de zomerse verzoeting en vermindering van het nutriëntgehalte verder toenemen. Bovendien zal gebiedsvreemd water kunnen doordringen op plaatsen waar zij nog geen invloed had, waaronder distrikt Spijksterpompen. Vanwege een toegenomen toevoer naar het oosten van de provincie zal het water, dat via het Boterdiep loopt, eerder water van IJsselmeerkwaliteit aantrekken nadat het Frieze boezemwater is gepasseerd. Beide watertypen hebben lagere gehalten aan fosfaat en chloride dan het gebiedseigen water. Bij een toename van de aanvoer zal waarschijnlijk het chloridegehalte iets toenemen (meer invloed van IJsselmeerwater) terwijl door ontwikkelingen in de landbouw en de sanering van RWZI het fosfaatgehalte verder kan afnemen.
Een andere situatie kan zich voordoen in het distrikt Duurswold waar in de uitgangssituatie sprake is van een lagere P-concentratie en chloride-gehalte dan in het aanvoerwater. Sedert de doorspoeling van het Eemskanaal is sprake van een toevoer met een lager chloride-gehalte. Het percentage IJsselmeerwater zal in dit distrikt echter amper toenemen. De invloed van de bodemdaling op de waterhuishouding en de noodzakelijke aanvoer van water is hierin echter nog niet verdisconteerd.
In de toekomst mag worden uitgegaan van een verdergaande vermindering van de landbouwkundige belasting door het invoeren van het Besluit Meststoffen en de Meststoffenwet waarbij de fosfaatbelasting wordt aangepast aan de biologische verwerkingscapaciteit van de grond. In gebieden waar geen sprake is van een geringe eutrofe zoute kwelstroom zal dit tot een verbetering van de waterkwaliteit leiden. De aanvoer van voedselrijker aanvoerwater blijft dan toch de waterkwaliteit bepalen.

Natuureffekten in de huidige situatie en toekomstige situatie.
De verzoeting zal leiden tot het verdwijnen van brakwatersoorten. Waar sprake is van zoute kwel zal de waterbodem niet verzoeten waardoor zoetwater-

planten zich niet zullen kunnen vestigen. Wel wordt een toename van riet- en kroosgroei verwacht.
Enkele soorten weidevogels, zoals de Slobeend en Zomertaling, die foerageren op waterorganismen kunnen gevoelig zijn voor veranderingen in de watersamenstelling (via het voedsel). Soorten zoals Fuut, Kuifeend en Dodaars vertonen al een lage reproduktie wellicht tengevolge van verontreinigen met PCB's. Veranderingen in de rietkragen zullen gevolgen hebben voor het broedvogelbestand. Mogelijk dat ook zoutwaterindicatoren (Zannichellia) kunnen verdwijnen. Een mede vanwege de bodemdaling te verwachten toegenomen wateraanvoer zal in Duurswolde daarentegen leiden tot een geringe toename van het nutriëntgehalte en verdere afname van het chloridegehalte. Dit zal kunnen leiden tot een toename van algemene soorten.
De wateraanvoer zal een intensivering van de landbouw tot gevolg kunnen hebben met een groter gebruik van bestrijdingsmiddelen en een grotere behoefte aan drainage. Een verdergaande drainage zal de hoeveelheid zoute kwel doen toenemen. Beide mogelijk in het verschiet liggende ontwikkelingen worden uit oogpunt van bestaande natuurwaarden negatief beoordeeld.

Waterkwaliteit langs de aanvoerweg.
Tengevolge van een geringe toename van de aanvoer zal bij het inlaatpunt in Friesland een iets grotere hoeveelheid aan slib gebonden zware metalen kunnen neerslaan in de hoofdleidingen. Het slibgehalte in het Noordelijke IJsselmeerwater is gering. In Friesland zelf zal vanwege de grotere doorvoer het IJsselmeerwater eerder en verder penetreren. Dit zal een nog onbekende invloed hebben op de watergebonden natuurwaarden in deze provincie.

4.3. BEOORDELING VAN DE PLANNEN.

Samenvattend kan het volgende worden gesteld.
1. De huidige aanvoer van gebiedsvreemd water in gebieden met een grote natuurlijke bijdrage van eutrofe zoute kwel leidt tot verzoeting en een vermindering van het nutriëntgehalte in de zomer; er heeft nauwelijks een beïnvloeding plaats in de winter.
2. De invloed hiervan op de water- en oevervegetatie (m.n. rietkragen) en op de daarvan afhankelijke fauna is niet bekend. Er dient te worden nagegaan of in een situatie van schone eutrofe kwel zich in dit gebied specifieke levensgemeenschappen handhaven (bijv. op niveau van wieren, kreeftjes e.d.). Naar verwachting zijn de natuureffekten in de noordelijke zeekleigebieden gering met uitzondering van het waterschap Duurswold.
3. De huidige aanvoer dringt de zoutindringing op het Eemskanaal terug en voorkomt daarmee de verzilting in Duurswold.
4. Bij een uitbreiding van de wateraanvoer heeft er in nationaal verband een verdergaande nivellering van watertypen plaats.
5. Het vergroten van de doorvoer is relatief gering en heeft volgens de huidige plannen waarschijnlijk geen grote invloed op de waterkwaliteit in Duurswold. Ingeval echter de doorstroom vanwege de bodemdaling toeneemt zal dit wel duidelijke gevolgen voor onder meer het Schildmeer kunnen hebben.
6. Mogelijk is een geringe invloed te verwachten van een toegenomen aanvoer voor Oost-Groningen doordat IJsselmeerwater eerder het inlaatpunt bereikt.
7. In gebieden met een lage natuurlijke P-belasting (bijvoorbeeld daar waar sprake is van wegzijging en/of dunne zoetwaterlenzen) zal door de aanvoer van gebiedsvreemd water de potentie van natuurherstel na invoeren van het Mest-

stoffen besluit afnemen. Dergelijke gebieden zijn buiten Duurswold waarschijnlijk ook aanwezig in het zuidelijk deel van Hunsingo.
8. De wateraanvoer heeft een geringe invloed op de waterkwaliteit op de Frieze boezem; de ernst hiervan is moeilijk te beoordelen.

Men kan concluderen dat de aanvoer van gebiedsvreemd water in het noordelijk zeekleigebied algemeen gesproken weinig problematisch is, maar dat in Duurswold en plaatselijk binnen Hunsingo een ongewenste situatie kan ontstaan omdat de nagestreefde natuurontwikkelingspotenties niet kunnen worden gehaald. Een toename van verontreigingen nabij het inlaatpunt op de Frieze boezem is ook ongewenst. We zullen dan ook bezien of er alternatieven zijn te ontwikkelen volgens het volgende schema:

probleemanalyse		mogelijke oplossingen
-doorvoer Friese boezem	-toename verontreinigingen mogelijk problematisch	-beperking watervraag op regionaal niveau
-waterschap Duurswold	-inperking ecologische potenties problematisch	-beperking watervraag en mitigatie op waterschapsniveau
-overige zeeklei-waterschappen	-verzoeting waarschijnlijk niet problematisch	-mogelijk mitigatie op lokaal niveau

5. GENEREREN VAN ALTERNATIEVE OPLOSSINGEN.

5.1. BEINVLOEDING VAN DE WATERVRAAG.

Zonering in teeltkeuze.
De vraag naar oppervlaktewater sterk bepaald door de voorgestelde teeltwisselingen. Gekozen kan worden voor een vermindering van de watervraag in bepaalde voor verzoeting gevoelige gebieden, zodat daarheen geen aanvoer van gebiedsvreemd water nodig is. Hierbij wordt gedacht aan de hydrologisch geïsoleerdde uiteinden van watergangen en delen van Duurswold en het gebied rond het Schildmeer.

Prioritering en zonering oppervlaktewaterwinning.
Door het beperken van de mogelijkheden voor winning van oppervlaktewater kan indirekt de teeltkeuze en daarmee de waterbehoefte worden beïnvloed. Als men bij voorbaat weet dat met name in droge zomers de beschikbare hoeveelheid water beperkt zal zijn, zal men waarschijnlijk niet tot de aanschaf van bijvoorbeeld beregeningsapparatuur overgaan.

5.2. WATERRETENTIE EN ANDERE AANVOERWEGEN.

Grondwaterretentie door aangepast peilbeheer op inrichtingsniveau.
Een groot deel van het noordelijke zeekleigebied ligt een tot twee meter boven NAP. Het opzetten van het waterpeil en vasthouden van water kan op termijn leiden tot het wegdrukken van zout ondiep grondwater in zandige en zavelige gronden. Op het moment bestaat de indruk dat vaak de diepe ontwatering (tot beneden NAP) verantwoordelijk is voor de zoute kwel. Het zoete grondwater dient niet voor beregenen maar voor het voorkómen van capillaire opstijging van brak ondiep grondwater, waardoor minder water nodig is voor de verziltingsbestrijding.
Het opzetten van waterpeilen vergt bedrijfsaanpassingen, zoals extensivering van de landbouw (minder grondbewerking in vroege voorjaar, omzetten naar gras) bijvoorbeeld in Relatienotagebieden. Eventueel kunnen mogelijkheden voor natuurontwikkeling ontstaan.

Oppervlaktewaterretentie door aangepast peilbeheer op inrichtingsniveau.
In de TCWPG-studie wordt de voorraadvorming in meren en kanalen irrelevant geacht. Bovendien moet men op vele plaatsen rekening houden met zoute kwel. Het Schildmeer kan slechts tegen zeer hoge kosten van de boezem worden losgekoppeld met dit doel, terwijl gunstige effekten niet zeker zijn. De waterconservering in het voorjaar leidt tot een afname van de totale aanvoer maar niet van de piekbehoefte, omdat het op deze wijze geconserveerde water meestal vlak voor de piekbehoefte al is verbruikt.

Grondwaterretentie door cultuurtechnische aanpassingen op inrichtingsniveau.
De ontwatering van de zeekleigronden is vaak al problematisch. De sloten kunnen misschien wel ondieper en breder worden gemaakt, waardoor ze minder zoute kwel aantrekken.

Oppervlaktewaterretentie door cultuurtechnische maatregelen op provinciaal niveau.
Beperking van de aanvoerbehoefte van de provincie is in principe mogelijk met spaarbekkens met een inhoud van ca 15 miljoen m3, waarmee een waterstroom van tenminste 2 à 5 m^3/s gedurende een maand mogelijk is. Deze dienen in de winterperiode te worden gevuld met het neerslagoverschot. De meerkosten bedragen ten opzichte van het vergroten van de wateraanvoer via de voedingsweg ca 3,4 gulden/m^3, dus 50 miljoen totaal. De TCWPG ziet hierin dan ook geen oplossing voor het kwantitatieve probleem.

Oppervlaktewaterretentie door cultuurtechnische maatregelen op inrichtingsniveau.
In gebieden die slechts tegen hoge kosten kunnen worden ontsloten, en natuurgebieden die aangewezen zijn op gebiedseigen water, kunnen kleinere spaarbekkens een reële optie zijn.
Plaatsen met een slecht doorlatende kleiondergrond zonder zoute kwel bieden wellicht mogelijkheden voor kleine spaarbekkens, die mogelijk ook van betekenis kunnen zijn voor watervogels.

5.3. MITIGERENDE MAATREGELEN OP INRICHTINGSNIVEAU.

Andere aanvoerwegen.
Het toevoeren van water via een omweg naar het Schildmeer lijkt niet mogelijk en effektief. Op perceelsniveau kan worden gedacht aan slootomlegging in gebieden met mesotroof water, waardoor gebiedseigen water de geïsoleerde delen blijft voorzien.

Prioriteitstelling toevoer met oog op waterkwaliteit.
De samenstelling van het aanvoerwater verschilt in de tijd. Met een prioriteitstelling kan bijvoorbeeld het voedselarmere water laat worden doorgegeven naar het Schildmeer.

Loskoppelen en isoleren.
Het loskoppelen van het Schildmeer van de boezem is slechts tegen zeer hoge kosten te realiseren, bovendien zijn de effekten van een verminderde doorstroming moeilijk in te schatten.

Waterzuivering met verdergaande defosfatering.
Het saneren van de RWZI van Slochteren zal een gunstige invloed hebben op de waterkwaliteit in Duurswold. Wellicht kunnen stromingsmoerassen hierbij een beperkte rol kunnen spelen.

5.4. COMPENSERENDE MAATREGELEN.

In geval van waterconservering kan worden gedacht aan financiële compensatie in de vorm van beheersvergoedingen binnen Relatienotagebieden.

6. CONCLUSIES.

De effekten van de aanvoer van gebiedsvreemd water zijn in het noordelijk zeekleigebied waarschijnlijk gering, afgezien van de situatie in Duurswold en delen van Hunsingo. Een grotere belasting met zware metalen en microverontreinigingen nabij het inlaatpunt Lemmer zou een probleem kunnen vormen. Deze extra belasting is echter waarschijnlijk zeer gering.
De mogelijkheden voor het beperken van de watervraag of het vergroten van de waterretentie op provinciaal niveau zijn gezien de hoge kosten zeer beperkt. Op inrichtingsniveau kunnen alternatieve oplossingen wellicht gezocht worden in het zoneren van teelten naar waterbehoefte en in waterretentie door opgezette waterpeilen in kombinatie met bedrijfsaanpassingen. Kwetsbare gebieden kunnen beperkt worden geïsoleerd of gebufferd.

LITERATUUR

Boekema E.J. et al., 1983.
Vogels van de provincie Groningen.

DBW, 1988.
Effecten inlaat IJsselmeerwater op de chemische samenstelling van het oppervlaktewater in Friesland en Groningen. DBW/RIZA, Lelystad.

ICW, 1978.
Fysisch-chemische samenstelling oppervlaktewater en grondwater in het noorden des lands. Regionale studies 13. Instituut voor Cultuurtechiek en Waterhuishouding, Wageningen.

Landinrichtingsdienst, 1987.
Herinrichting deelgebied Oude Veenkoloniën. Evaluatie van het ontwerp-plan.

Landinrichtingsdienst, 1988.
Herinrichting deelgebied Oldambt. Evaluatie van het voorontwerpplan.

Landinrichtingsdienst, 1988.
Ruilverkaveling Sauwerd. Evaluatie van het ontwerpplan.

Natuurbeschermingsraad, 1987
Gebiedsvreemd water. Advies over de ecologische effecten van de aanvoer van rivierwater.

Provincie Groningen, 1985.
Streekplan Provincie Groningen.

Provincie Groningen, 1987.
Waterkwaliteitsplan Provincie Groningen.

Provinciale Waterstaat Groningen, 1986.
De waterkwaliteit in Groningen, periode 1983-1985.

Provinciale Waterstaat Groningen, 1987.
Kleine spaarbekkens in Westerwolde.

Provinciale Planologische Dienst Groningen, 1985.
Vegetatie en (avi)fauna van het streekplangebied Appingedam-Delfzijl.

Provinciale Planologische Dienst Groningen, 1987.
Vaarwegen in Groningen.

Provinciale Planologische Dienst Groningen, 1987.
Vegetatie en broedvogels van akkerbouwgebieden op kleigrond.

Technische Commissie Watervoorziening Provincie Groningen, 1986.
De watervoorziening van de provincie Groningen.

SCHOUWEN-DUIVELAND

BIJLAGE IV

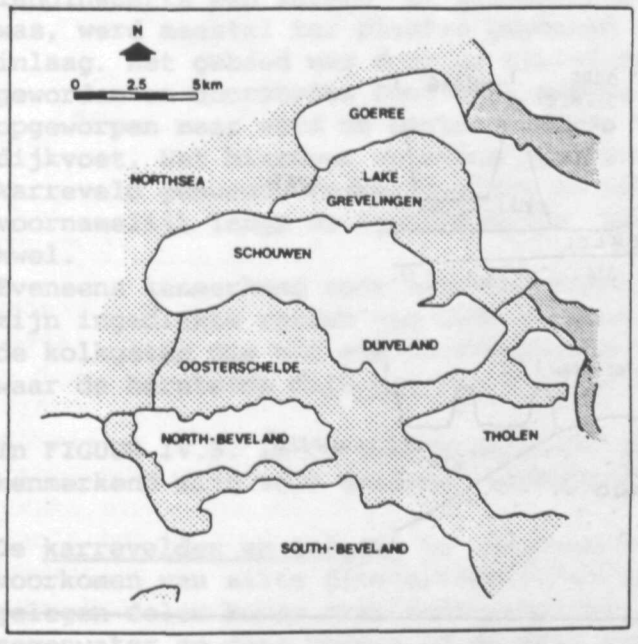


SCHOUWEN-DUIVELAND.

1. GEBIEDSBESCHRIJVING.

Als voorbeeld van een brak zeekleigebied, zoals in Zuidwest-Nederland veelvuldig voorkomt, is Schouwen-Duiveland gekozen. Dit eiland is representatief voor de situatie in grote delen van Zeeland. Tevens is er een discussie rond de aanvoer van gebiedsvreemd water gaande, opnieuw aangezwengeld na het besluit van de Minister van Verkeer & Waterstaat de Grevelingen zout te laten.

Schouwen-Duiveland is één van de voormalige Zeeuwse eilanden. Het beslaat een oppervlak van ruim 24.000 ha, exclusief de buitendijkse gronden. Het eiland wordt geheel begrensd door zoute wateren, namelijk het Grevelingenmeer in het noorden, de Oosterschelde in het oosten en zuiden en de Noordzee in het westen (FIGUUR IV.1.).



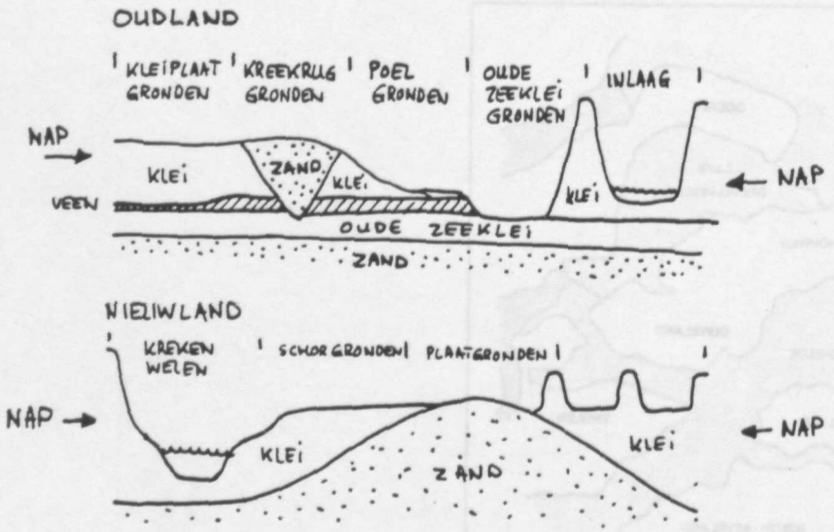
FIGUUR IV.1. Ligging van het studiegebied.

De ondergrond van Schouwen-Duiveland bestaat uit een afwisseling van watervoerende pakketten (zandlagen) en scheidende lagen (kleiafzettingen). De kop van Schouwen-Duiveland bestaat uit jong duinzand afgezet op oude duinen en andere Holocene afzettingen. In de polders wordt de watervoerende zandondergrond veelal afgedekt door klei- en veenlagen.

Na de laatste ijstijd werden door de toenemende invloed van de zee kleilagen afgezet op de Pleistocene dekzandlaag. Door de vorming van schoorwallen voor de kust ontstond een hafkust. In dit rustige milieu trad veenvorming (Hollandveen) op, mede door de stijgende zeespiegel. Aan deze veenvorming kwam een einde toen enige eeuwen voor onze jaartelling het gebied door de zee werd overspoeld en opgedeeld werd in een aantal veeneilanden. Hierna ontstonden slikken, schorren en krekenstelsels, gedeeltelijk tussen en gedeeltelijk op

de veeneilanden. Het gebied kent een zeer diverse geomorfologische opbouw met landschapsvormen die typerend zijn voor een estuariene kust.

Het huidige Schouwen-Duiveland bestond tot in de 14e eeuw uit de eilanden Scouden, Bommenee, Dreischier en Duvelant. Het eiland Scouden werd van de overige eilanden gescheiden door de stroomgeul de Goude. In de 14e eeuw werden de eerste dijken in het gebied aangelegd om zich tegen overstromingen te beschermen. In de oudste polders is een veenlaag in de ondergrond aanwezig behalve ter plaatse van de kreekruggronden. Deze zijn door inversie hoger komen te liggen dan de omringende poelgronden (FIGUUR IV.2.). Op enkele plaatsen is het veen ten behoeve van zoutwinning afgegraven (moernering), zoals in de Prunjepolder.
In de loop der tijd werden steeds meer aan- en opwassen aan de bestaande polders toegevoegd, waardoor de eilanden aan elkaar zijn gegroeid. De bodems van de jongere indijkingen bestaan uit nieuwlandgronden: schorgronden, plaatgronden en kreekbeddinggronden (FIGUUR IV.2.).



FIGUUR IV.2. Schematische weergave van de oudland- en nieuwland-gronden.

Door de lage ligging van het poldergebied ten opzichte van de omringende zoute wateren treedt sterke zoute en brakke kwel op. Onder vrijwel het gehele poldergebied is slechts een zeer dunne regenwaterlens op het brakke grondwater aanwezig.
Onder het duingebied daarentegen bevindt zich een aanzienlijke zoetwaterbel. Langs de binnenduinrand komt plaatselijk zoete kwel voor.

Ruim 14.500 ha van Schouwen-Duiveland is momenteel in gebruik als landbouwgrond, overwegend voor de akkerbouw (TABEL 1). Verder heeft 15% van het binnendijkse gebied de bestemming natuurgebied.

TABEL IV.1. Oppervlakte agrarische cultuurgrond in ha (Prov. Zeeland, 1978; Waterschap Schouwen-Duiveland, 1988).

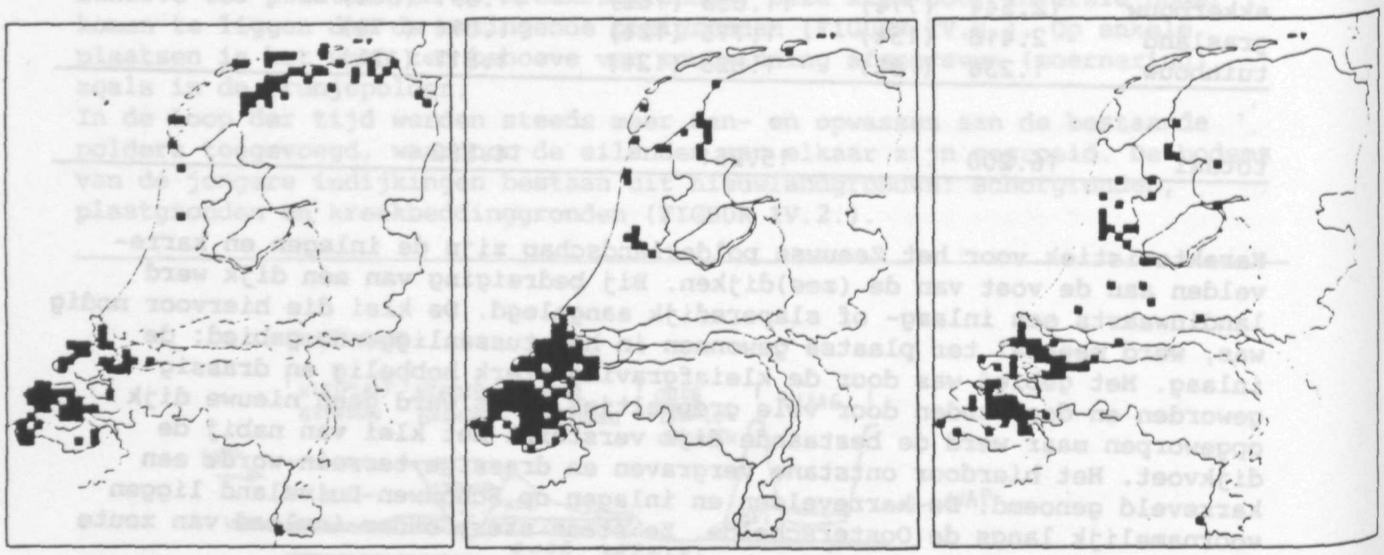
	1964		1976		1980	
akkerbouw	12.544	(77%)	11.653	(76%)	11.691	(80%)
grasland	2.418	(15%)	1.775	(12%)	1.074	(7%)
tuinbouw	1.238	(8%)	1.823	(12%)	1.817	(13%)
totaal	16.200		15.251		14.582	

Karakteristiek voor het Zeeuwse polderlandschap zijn de inlagen en karrevelden aan de voet van de (zee)dijken. Bij bedreiging van een dijk werd landinwaarts een inlaag- of slapersdijk aangelegd. De klei die hiervoor nodig was, werd meestal ter plaatse gewonnen in het tussenliggende gebied: de inlaag. Het gebied was door de kleiafgraving sterk hobbelig en drassig geworden en doorsneden door vele greppeltjes. Soms werd geen nieuwe dijk opgeworpen maar werd de bestaande dijk versterkt met klei van nabij de dijkvoet. Het hierdoor ontstane vergraven en drassige terrein wordt een karreveld genoemd. De karrevelden en inlagen op Schouwen-Duiveland liggen voornamelijk langs de Oosterschelde. Ze staan sterk onder invloed van zoute kwel.
Eveneens kenmerkend voor Zuidwest-Nederland zijn de kreken en welen. Kreken zijn ingedijkte resten van oude getijdestromen of dijkdoorbraken. Welen zijn de kolkgaten die bij een dijkdoorbraak zijn ontstaan: het zijn ronde plassen waar de herstelde dijk met een boog omheen gelegd is.

In FIGUUR IV.3. is de verbreiding van enkele plantesoorten weergegeven die kenmerkend zijn voor Zuidwest-Nederland.

De karrevelden en inlagen op Schouwen-Duiveland worden gekenmerkt door het voorkomen van zilte pioniervegetaties en gesloten zoutvegetaties. Op de hoger gelegen delen komen graslandvegetaties van een zoet milieu voor, doordat regenwater op deze hogere delen meer invloed heeft (infiltratie regenwater). De karrevelden en inlagen vormen een belangrijk broedgebied voor kust-, weide- en watervogels. Voorts zijn ze een belangrijk rust- en foerageergebied voor overwinterende/doortrekkende steltlopers, eenden en ganzen. Voor steltlopers afkomstig van de Oosterschelde hebben de karrevelden en inlagen een funktie als hoogwatervluchtplaats.
Ook de laaggelegen natte kreekgraslanden hebben voor veel vogelsoorten een functie als broed-, rust- en/of foerageergebied. Zo behoren de kreekgraslanden tot de biotopen waarin de tureluur talrijk aanwezig is en in de wintermaanden foerageren daar ondermeer ganzen, wulpen en smienten.
In de drassige restanten van kreken, maar ook op plaatsen met sterke zoute kwel komen zilte moerasvegetaties voor met soorten als zeebies, riet, heemst en selderij.
Het voorkomen van waterplanten in de kreekrestanten en poldersloten wordt in belangrijke mate bepaald door het chloridegehalte en de voedselrijkdom. Ruppiavegetaties worden aangetroffen in brakke tot zoute wateren en vegetaties met zannichellia en schedefonteinkruid in de brakke wateren. In de zeer

voedselrijke zoete tot zwak brakke wateren kunnen kroosvegetaties voorkomen en in de minder voedselrijke zoete tot zwak brakke wateren fonteinkruidvegetaties. In veel poldersloten komen waterplanten slechts sporadisch voor. Plaatselijk treedt er algenbloei in de watergangen op (Daemen et al., 1987). Kenmerkende diersoorten die in de brakke wateren worden aangetroffen zijn ondermeer brakwatergarnalen, aasgarnalen, brakwatervlokreeften en driedoornige stekelbaars.



FIGUUR IV.3. Verbreiding van Ongedoornd hoornblad (Ceratophyllum submersum; links), Selderij (Apium graveolens; midden) en Heemst (Althaea officinalis; rechts).
Bronnen: Van Haperen, 1983; Mooij, 1986.

2. DE WATERHUISHOUDING.

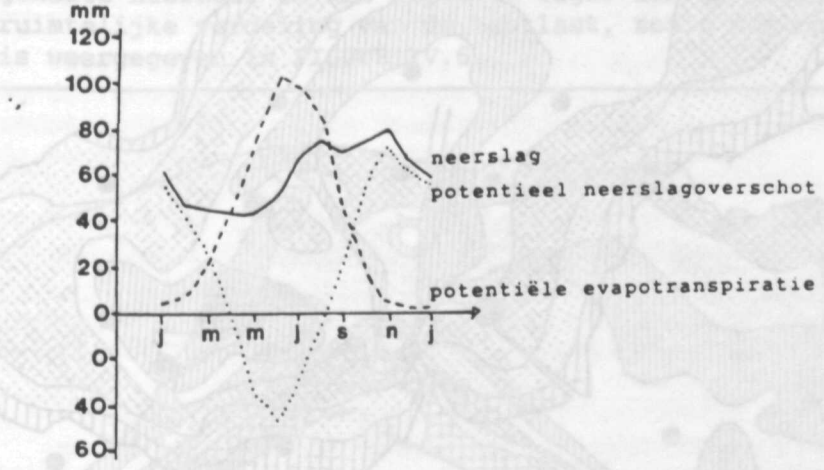
2.1. INLEIDING.

Het oppervlaktewaterbeheer op Schouwen-Duiveland is in handen van het waterschap Schouwen-Duiveland, dat zowel het kwantiteits- als het kwaliteitsbeheer onder zijn hoede heeft. Hiertoe is het gebied verdeeld in 6 bemalingseenheden die weer verdeeld zijn in meerdere peilgebieden. Het grondwaterbeheer is een taak van de provincie.

2.2. DE WATERBALANS.

In FIGUUR IV.4. zijn de langjarig gemiddelden van de neerslag, verdamping en neerslagoverschot op Schouwen-Duiveland weergegeven (op basis van gegevens van 5 KNMI-stations op Schouwen-Duiveland). De potentiële evapotranspiratie is berekend op basis van de open waterverdamping (KNMI-station Hoek van Holland) en gewasfaktoren.

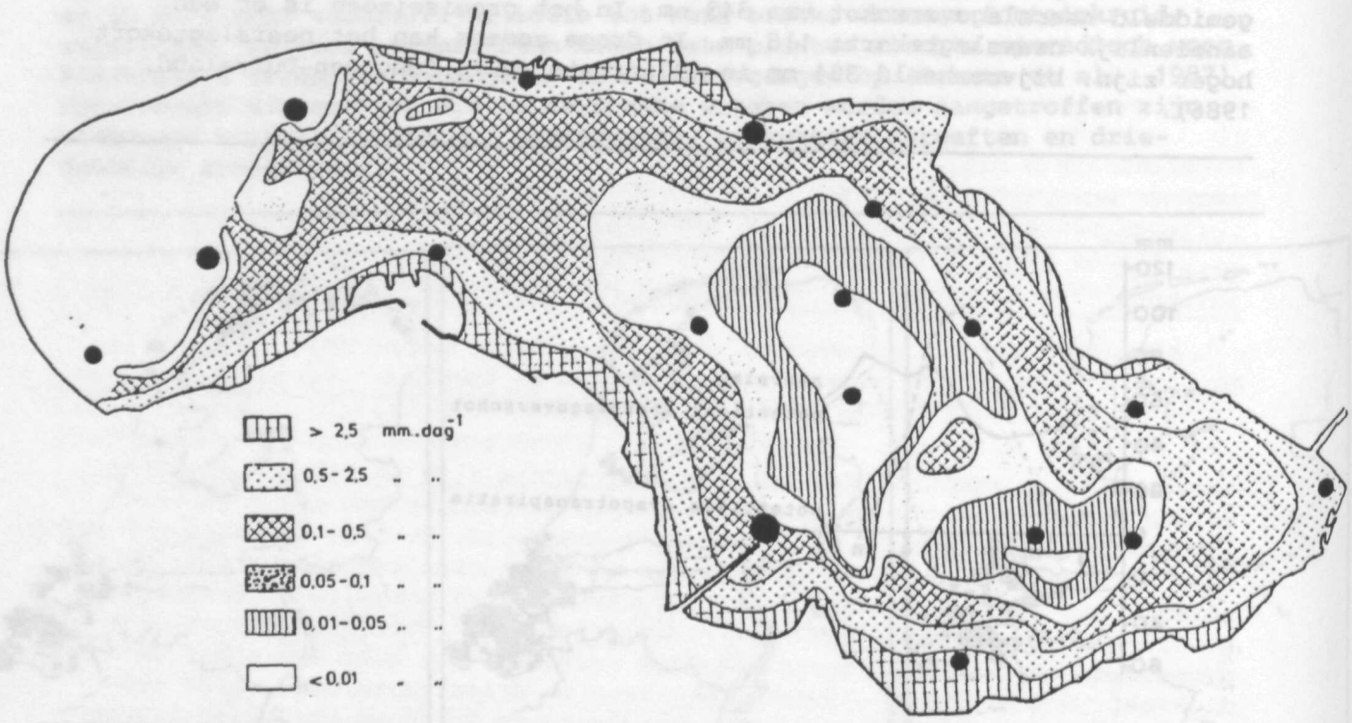
In de winterperiode (september tot en met maart) is er sprake van een gemiddeld neerslagoverschot van 343 mm. In het groeiseizoen is er een aanzienlijk neerslagtekort: 116 mm. In droge zomers kan het neerslagtekort hoger zijn: bijvoorbeeld 304 mm in 1976 (Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986).



FIGUUR IV.4. De langjarig gemiddelden (1951-1980) van neerslag, verdamping en neerslagoverschot op Schouwen-Duiveland.
Bron: Waterschap Schouwen-Duiveland (1986).

Op Schouwen-Duiveland treedt veel kwel op vanuit de omringende wateren (FIGUUR IV.5.), vanwege de relatief lage ligging van de polders. Het gaat hierbij om zoute kwel. Deze treedt vooral op binnen een ongeveer 1 km brede strook achter de waterkering, maar ook in de rest van het poldergebied is er sprake van enige zoute kwel. Langs de binnenduinrand kan zoet water opwellen vanuit het duingebied.
Wegzijging komt voor in het duingebied en in enkele relatief hoog gelegen kreekruggronden in het poldergebied, zoals bij Schuddebeurs.

De wateroverschotten van Schouwen-Duiveland worden uitgeslagen op de Oosterschelde en het Grevelingenmeer: gemiddeld 53.1 resp. 32.8 miljoen m^3 per jaar (Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986). Dit gebeurt vooral in het winterhalfjaar (TABEL IV.2.). De drooglegging in landbouwgebieden bedraagt meer dan 1.0 meter. Het winterpeil ligt gewoonlijk 20 cm lager dan het zomerpeil.
Aanvoer van zoet water vindt momenteel niet plaats. Wel bestaan er plannen om water uit het Zoommeer aan te voeren (zie paragraaf 4.2.).
In het duingebied wordt ten behoeve van de drinkwatervoorziening jaarlijks ongeveer 2.5 miljoen m^3 water onttrokken. De toegestane ontttrekking van natuurlijk grondwater bedraagt 1.1 miljoen m^3, terwijl de resterende 1.4 miljoen m^3 in de duinen wordt geïnfiltreerd. Dit gebiedsvreemde water is afkomstig van het Haringvliet en wordt met een pijpleiding aangevoerd.



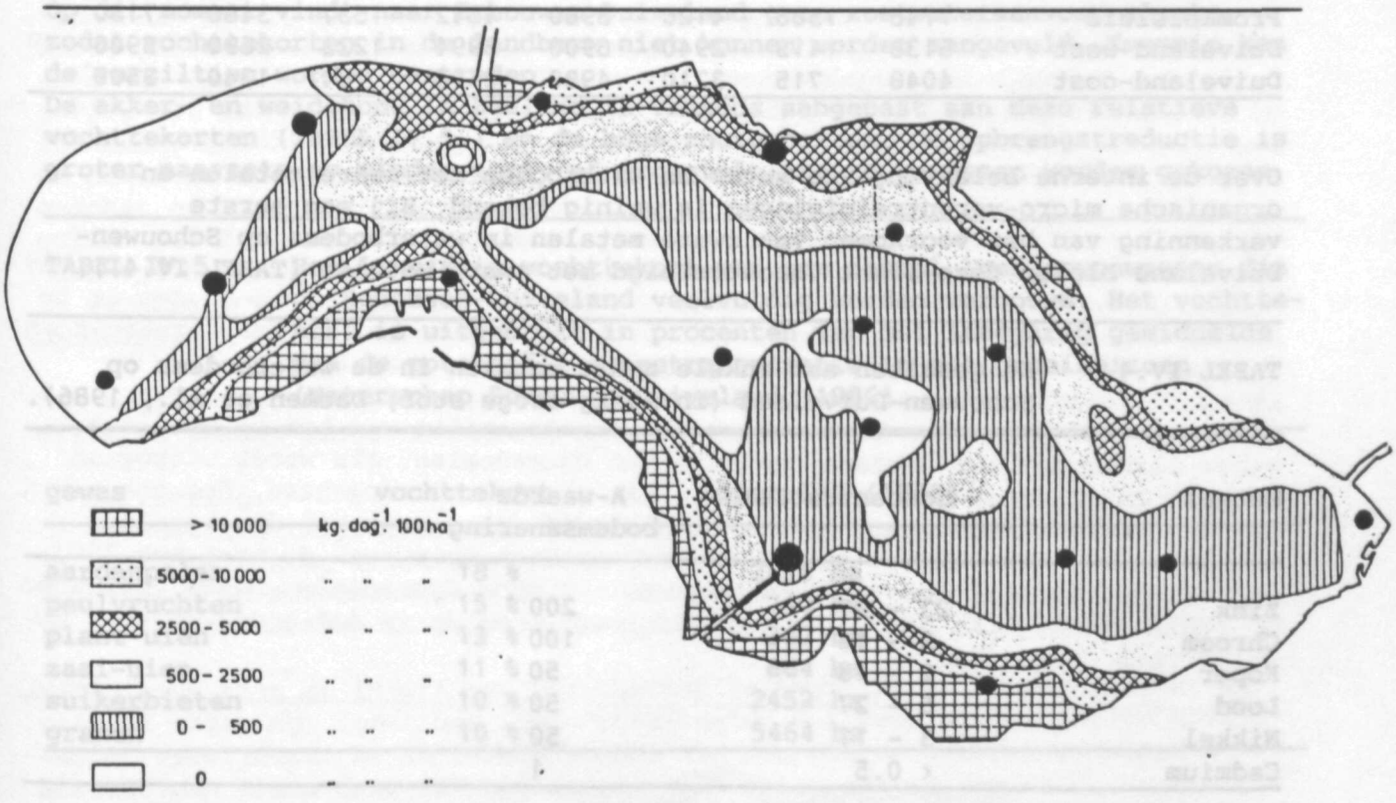
FIGUUR IV.5. Ruimtelijke verdeling van het jaargemiddelde van de kwel (bron: PGZZ, 1983).

TABEL IV.2. De gemiddelde hoeveelheden uitgeslagen polderwater per gemaal in miljoen m^3 in de periode 1980 - 1986 (Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986).

gemaal	zomer halfjaar	winter halfjaar	totaal	uitslaggebied
Duiveland	5.7	17.7	23.4	Oosterschelde
't Sas	2.0	3.3	5.3	Oosterschelde
't Sas (spuiwater)			1.8	Oosterschelde
Zuidhoek	0.7	1.4	2.1	Oosterschelde
Prommelsluis	4.2	16.2	20.5	Oosterschelde
Den Osse	9.6	17.7	27.3	Grevelingen
Dreischor	1.1	4.4	5.5	Grevelingen
TOTAAL	23.3	59.7	85.9	

2.3. WATERKWALITEIT.

In het poldergebied is het chloridegehalte in het oppervlaktewater veelal meer dan 1000 mg/l. Dit wordt veroorzaakt door het optreden van zoute kwel met chloridegehalten van 10.000 - 16.000 mg/l (Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986, 1988).
De chloridegehalten in het oppervlaktewater zijn onderhevig aan fluktuaties door de verschillende bijdrage van neerslag. In de winter is het chloridegehalte hierdoor in het algemeen lager dan in de zomer (TABEL IV.3.). De ruimtelijke verdeling van de zoutlast, zoals die optreedt in een droge zomer is weergegeven in FIGUUR IV.6.



FIGUUR IV.6. Ruimtelijke verdeling van de chloridelast bij normale polderpeilen (april-mei 1976).
Bron: PGZZ (1983).

Het opwellende grondwater is behalve zout ook rijk aan fosfaat en ammonium: 2.3 mg P/l en 12 mg N/l (Daemen et al., 1986). Berhalve de toevoer via kwel komen voedingstoffen in het oppervlaktewater terecht vanuit de landbouwgronden en in mindere mate vanuit rioolwaterzuiveringsinstallaties, omdat die meestal op buitenwater lozen. Het drainwater heeft een gemiddeld fosfaatgehalte van 0.075 mg P/l en het stikstofgehalte bedraagt 11 mg N/l. De uiteindelijke concentraties die in het oppervlaktewater worden gemeten zijn gemiddeld 1 mg N/l en 1 mg P/l. Met betrekking tot N geldt dat dit lager is dan op grond van de input verwacht zou worden als gevolg van denitrificatie, verdunning door neerslagwater en opname door algen en waterplanten (Daemen et al., 1986). De verhouding tussen beide macronutriënten wijst erop dat niet P maar veeleer N beperkend is voor algengroei.

TABEL IV.3. De chloridegehalten van het oppervlaktewater bij de gemalen Den Osse, Prommelsluis en Duiveland (Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986).

Monsterpunt	Chloridegehalte in mg/l							
	zomerhalfjaar				winterhaljaar			
	gem	sd	min	max	gem	sd	min	max
Den Osse	7180	2370	2860	10300	6028	2818	4280	10900
Prommelsluis	7745	1566	4120	8980	4842	1537	3480	7150
Duiveland-west	5138	1415	2940	6900	3994	1223	2690	5900
Duiveland-oost	4048	715	3210	4980	2402	794	1340	3500

Over de interne belasting van water en waterbodem met zware metalen en organische micro-verontreinigingen is weinig bekend. Bij een eerste verkenning van het voorkomen van zware metalen in waterbodems op Schouwen-Duiveland bleken deze licht verontreinigd met zware metalen (TABEL IV.4.).

TABEL IV.4. De gehalten aan enkele zware metalen in de waterbodems op Schouwen-Duiveland (in mg/kg droge stof; Daemen et al., 1986).

Metaal	Concentraties	A-waarde bodemsanering
Zink	23 - 87	200
Chroom	5 - 16	100
Koper	2 - 18	50
Lood	5 - 27	50
Nikkel	3 - 11	50
Cadmium	< 0.5	1

3. KNELPUNTEN IN HET WATERBEHEER.

Er zijn drie aspekten van het waterbeheer op Schouwen-Duiveland die door sommige gebruikers/ belangengroepen als probleem worden ervaren. Dit zijn:

- het gebrek aan water van voldoende kwaliteit voor beregening in de landbouw;
- de matige tot slechte kwaliteit van het oppervlaktewater in de watergangen van het poldergebied;
- de achteruitgang van de natte en vochtige duinvalleien in het Schouwse duingebied.

Op dit laatste knelpunt zal hier niet worden ingegaan, omdat dit feitelijk buiten de reikwijdte van dit onderzoek valt. Voor deze problematiek wordt verwezen naar Bakker et al.(1981) en Provincie Zeeland (1988: deelplan Schouwse duinen).

3.1. ZOETWATERTEKORTEN VOOR DE LANDBOUW.

Er is op Schouwen-Duiveland in het groeiseizoen een tekort aan kwalitatief goed water voor landbouw- en tuinbouwgewassen. Het oppervlaktewater is door het hoge chloridegehalte ongeschikt voor beregening. Ook het grondwater is brak of zout.
Naast schade door vochttekorten treedt vooral in droge zomers ook zoutschade op door capillaire opstijging. Alleen in het middengebied van Schouwen-Duiveland is een kleine zoet-watervoorraad aanwezig (Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986).

Op dit moment vindt naar Schouwen-Duiveland geen zoetwateraanvoer plaats, zodat vochttekorten in de landbouw niet kunnen worden aangevuld. Evenmin kan de verzilting worden bestreden.
De akker- en weidebouw in Zeeland is vanouds aangepast aan deze relatieve vochttekorten (TABEL IV.5.) en de hoge zoutgehalten. De opbrengstreductie is groter naarmate er minder zout- of droogtetolerante gewassen worden gekozen.

TABEL IV.5. Het langjarig vochttekort van een aantal landbouwgewassen die op Schouwen-Duiveland veelvuldig worden verbouwd. Het vochttekort is uitgedrukt in procenten van het langjarig gemiddelde van de potentiële evapotranspiratie in het groeiseizoen (Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986).

gewas	vochttekort	oppervlak (1980)
aardappelen	18 %	2890 ha
peulvruchten	15 %	740 ha
plant-uien	13 %	362 ha
zaai-uien	11 %	664 ha
suikerbieten	10 %	2452 ha
granen	10 %	5464 ha

3.2. KWALITEITSPROBLEMEN OPPERVLAKTEWATER.

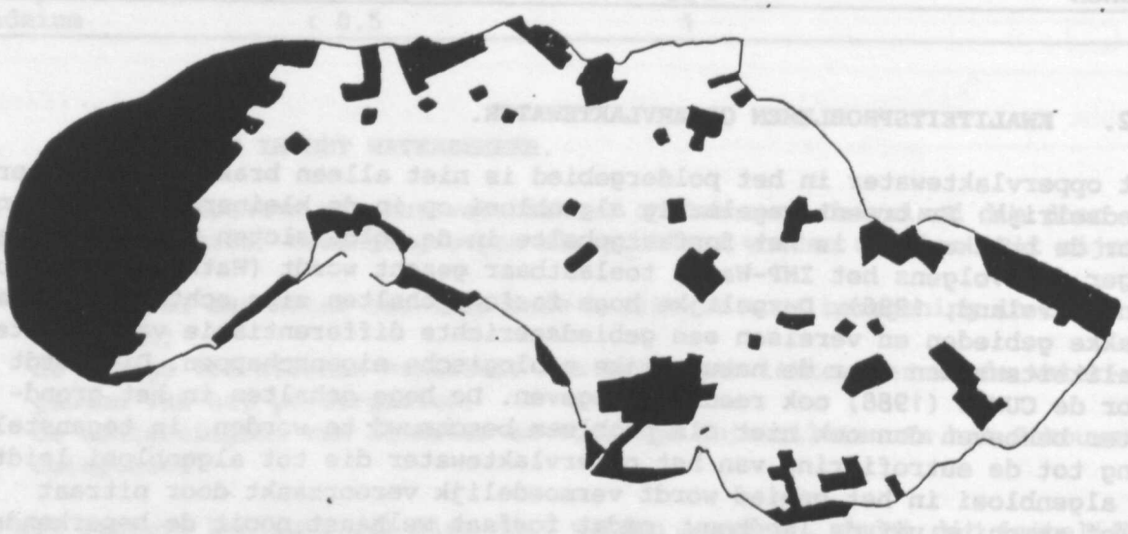
Het oppervlaktewater in het poldergebied is niet alleen brak maar ook zeer voedselrijk. Er treedt regelmatig algenbloei op in de kleinere watergangen. Door de brakke kwel is het fosfaatgehalte in de poldersloten van nature veel hoger dan volgens het IMP-Water toelaatbaar geacht wordt (Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986). Dergelijke hoge fosfaatgehalten zijn echter eigen aan brakke gebieden en vereisen een gebiedsgerichte differentiatie van de waterkwaliteitsnormen naar de natuurlijke ecologische eigenschappen. Dit wordt door de CUWVO (1988) ook reeds aangegeven. De hoge gehalten in het grondwater behoeven dan ook niet als probleem beschouwd te worden, in tegenstelling tot de eutrofiëring van het oppervlaktewater die tot algenbloei leidt.
De algenbloei in het gebied wordt vermoedelijk veroorzaakt door nitraat en/of ammonium uit de landbouw, omdat fosfaat welhaast nooit de beperkende faktor zal zijn.
De bestrijding van algenbloei kan waarschijnlijk alleen door sanering van interne bronnen worden gerealiseerd.

4. WATERAANVOER.

Voor de landbouw zijn plannen ontwikkeld, respektievelijk in ontwikkeling, om water uit het Zoommeer aan te voeren naar Schouwen-Duiveland, Tholen en St. Philips-land. Voor de andere voormalige eilanden is op grond van negatief uitvallende landbouwkundige kosten-batenanalyses van de aanvoerplannen afgezien.

Wateraanvoerplannen zijn ontwikkeld om een hogere opbrengst van de nu geteelde gewassen en verdergaande intensivering van het bouwplan te kunnen realiseren (WLZ, 1987). Voor Schouwen-Duiveland zijn deze plannen uitgewerkt in het kader van de discussie 'Grevelingen zoet-zout ?', omdat een zoete Grevelingen de landbouwkundige mogelijkheden op Schouwen-Duiveland zou hebben vergroot. Nu de Grevelingen zout zal blijven volgens de regeringsbeslissing uit 1987 kan zoet water slechts vanuit het Zoommeer worden betrokken. Hiervoor is een pijpleiding nodig.

Voorlopig komt op Schouwen-Duiveland een gebied met een oppervlak van ongeveer 13.100 ha voor zoetwatervoorziening in aanmerking (FIGUUR IV.7). Daarbij worden de brakke randen van het eiland buiten het aanvoerplan gehouden om te snelle verzilting van het aangevoerde water te voorkomen. Bij de berekeningen is uitgegaan van een maximaal te beregenen oppervlak van 6000 ha.
De hoeveelheid aan te voeren water is afhankelijk van de aan te leggen chloridenorm. Strengere eisen aan het chloridegehalte van het beregeningswater leiden tot een grotere behoefte aan doorspoelen. Als wordt uitgegaan van een chloridenorm van 1000 mg/l in het gehele aanvoergebied, dus ook aan het eind van de leidingen, is een hoeveelheid water voor het doorspoelen nodig ter grootte van het neerslagtekort. Verscherping van de norm tot 700 mg/l levert globaal een verdubbeling van het voor doorspoelen benodigde water op (PGZZ, 1983; WLZ, 1987). De aanvoerbehoefte wordt in dat geval geschat op 5.0 m^3/sec (WLZ, 1987).



FIGUUR IV.7. Potentieel wateraanvoergebied. Met zwart zijn de gebieden aangegeven die buiten de invloed van wateraanvoer blijven.

Vooralsnog blijft de zoetwateraanvoer in de plannen beperkt tot het groeiseizoen. Volledige 'jaar-rond' verziltingsbestrijding wordt te kostbaar geacht (Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986).

De PGZZ (1983) heeft een landbouwkundige kosten-baten analyse uitgevoerd. De investeringskosten voor de pijpleiding zijn bij een economisch geoptimaliseerd plan 15,75 miljoen gulden. Het Rijk en de provincie hebben toegezegd de aanleg van de pijpleiding voor dat bedrag te financieren.
Vervolgens zijn echter aanpassingswerken noodzakelijk aan watergangen en civieltechnische werken, die ten laste komen van het waterschap. De kosten hiervan worden geraamd op 20 miljoen gulden en de jaarlijkse exploitatiekosten op 1,5 miljoen gulden. Daarbij zijn de kosten voor de isolatie van zilte gebieden die nodig is om te snelle verzilting van het aangevoerde water te voorkomen, al wel meeberekend. Voor de ingelanden heeft dit tot gevolg dat de waterschapslasten met 130 gulden per ha per jaar zullen toenemen: een verdubbeling van de huidige waterschapslasten.
De netto-baten van de land- en tuinbouw worden voor een normaal droog jaar geschat op 55 gulden per ha en voor een zeer droog jaar op ongeveer 240 gulden per ha (Smit, 1987). Gezien de huidige landbouwoverschotten en de toekomstige landbouwkundige ontwikkelingen worden de geschatte netto-baten door de werkgroep Integraal Waterbeheer (in voorber.) als waarschijnlijk te optimistisch beschouwd.

Met betrekking tot de milieu-effekten van de wateraanvoer kunnen de volgende effekten worden onderscheiden in het gebied:

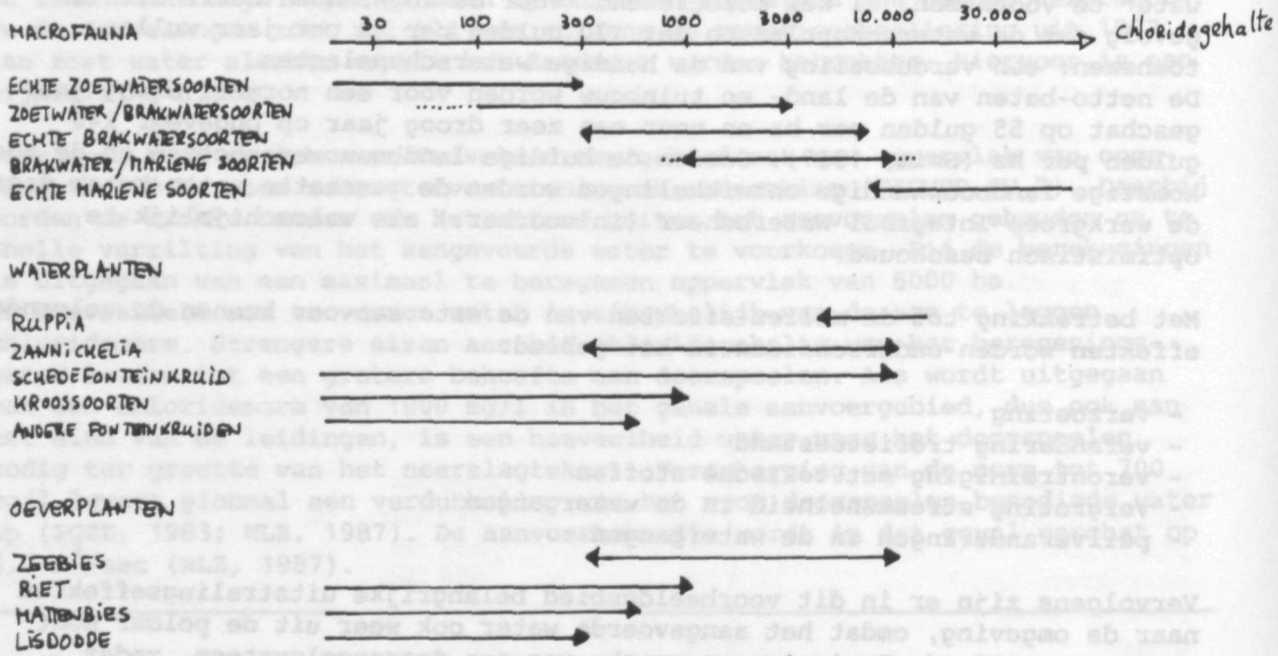
- verzoeting
- verandering trofietoestand
- verontreiniging met toxische stoffen
- vergroting stroomsnelheid in de watergangen
- peilveranderingen in de watergangen

Vervolgens zijn er in dit voorbeeldgebied belangrijke uitstralingseffekten naar de omgeving, omdat het aangevoerde water ook weer uit de polder moet worden verwijderd. Er is immers sprake van een doorspoelsysteem, zodat slechts een klein deel van het aangevoerde water zal verdampen.
Achtereenvolgens zal op deze effekten worden ingegaan.

Het chloridegehalte van het oppervlaktewater zal bij doorspoeling in de meeste waterlopen volgens het Waterschap Schouwen-Duiveland (1986) van de huidige plaatselijk 4.000 - 12.000 mg/l worden teruggebracht tot 350 - 1000 mg/l. Door deze verlaging van het chloridegehalte zullen specifieke brakwaterlevensgemeenschappen verdwijnen en plaats maken voor zoetwatergemeenschappen (FIGUUR IV.8). De vestiging van wortelende zoetwaterplanten hangt daarbij af van de mate waarin ook de bodem verzoet. Langs de duinvoet, waar nu zoete kwel voor juist zeer lage zoutgehalten zorgt, zal bij doorspoeling juist een toename van het zoutgehalte optreden. Het doorspoelen zorgt aldus voor een nivellering van watertypen van verschillend zoutgehalte.
Het periodiek doorspoelen met zoet water zal in wateren met zoute kwel leiden tot grote milieu-fluktuaties waardoor alleen enkele zeer tolerante plantesoorten zullen overblijven, zoals schedefonteinkruid (PME, 1987; Daemen et al., 1987). Als 's winters niet wordt doorgespoeld, omdat de noodzaak voor de landbouw dan ontbreekt, kan een omkering van de jaarlijkse zoutgehaltecyclus optreden. De hoogste zoutgehalten komen dan 's winters voor in plaats van in de zomer.

Echte brakwater-diersoorten zullen door de verzoeting verdwijnen. Doordat het chloridegehalte echter ook bij het doorspoelen hoger dan 300 mg/l zal zijn, zullen echte zoetwatersoorten geen kans hebben, ook niet meer langs de duinvoet, tenzij deze buiten het aanvoerplan wordt gehouden.

Door de huidige hoge belasting met fosfaat door brakke kwel zal het doorspoelen een verlaging van het P-gehalte tot gevolg hebben. Het N-gehalte van het inlaatwater is hoger dan dat van het polderwater (TABEL IV.6.). Onbekend is hoe groot de bijdrage van interne N-bronnen is aan de totale N-belasting van het polderwater. Het is mogelijk dat de extra stikstofbelasting door wateraanvoer tot extra algenbloei zal leiden.



FIGUUR IV.8. Relatie tussen het voorkomen van macrofauna, waterplanten en oeverplanten met het chloridegehalte (mg/l) van het oppervlaktewater.

Met de inlaat van het zoete water uit het Zoommeer worden ook zware metalen en organische micro-verontreinigingen aangevoerd. Het gehalte aan zware metalen zal waarschijnlijk laag zijn, omdat het water reeds een lang verblijf in Hollands Diep en Zoommeer heeft gekend. Daarbij is het meeste slib gesedimenteerd, waar de zware metalen aan zijn geadsorbeerd. De kwaliteit van het aanvoerwater zal daardoor voor deze stoffen vermoedelijk ruim aan de basiskwaliteitsnormen voldoen (TABEL IV.6.). Overigens is aanvoer van zware metalen wel een onomkeerbaar proces, omdat deze stoffen niet afbreekbaar zijn.
Vele organische micro-verontreinigingen, met name PCB's, worden slechts gedeeltelijk aan het slib gebonden, zodat deze nog wel in hoge gehalten in het Zoommeerwater aanwezig kunnen zijn. Deze stoffen zijn in principe wel afbreekbaar, zij het vaak op zeer lange termijn en niet onder alle milieucon-

dities. Of de basiskwaliteit voor deze stoffen zal worden gehaald is nog onbekend, maar wordt betwijfeld (Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986).

In de huidige situatie is in de zomermaanden sprake van nagenoeg stilstaand water. Bij zoetwateraanvoer zal de stroomsnelheid toenemen tot maximaal 0,3 m/s, de stroomsnelheid waarop het systeem is gedimensioneerd. De verblijftijd van het water in het poldersysteem zal daardoor afnemen tot ongeveer 2 dagen. Dit heeft consequenties voor de vestigingsmogelijkheden van wortelende waterplanten, terwijl ook diersoorten van stilstaand water hierdoor in hun bestaan worden bedreigd. Periodieke doorspoeling zal ook met betrekking tot deze milieufaktor aanleiding geven tot grote fluktuaties.

TABEL IV.6. De verwachte kwaliteit van het inlaatwater (Zoommeer) en de huidige kwaliteit van het polderwater.

		Inlaatwater	Polderwater
Chloride	(mg CL/l)	< 300	van < 300 tot >> 700
Totaal-N	(mg N/l)	4.25	1.0
Fosfaat	(mg P/l)	0.20	1.0
Cadmium	(ug/l)	0.2 - 0.4	
Koper	(ug/l)	2.5 - 5.5	
Kwik	(ug/l)	0.07 - 0.12	
Lood	(ug/l)	1.5 - 4.0	
Zink	(ug/l)	15 - 45	
PCB	(ug/l)	0.03 - 0.10	

De externe effekten van zoetwateraanvoer en -doorspoeling zijn in het geval van Schouwen-Duiveland groot. Dit is een gevolg van het feit dat zoet water wordt uitgeslagen op de zoute Oosterschelde en Grevelingen. Bij een 50 % rendement van de wateraanvoer in de zomermaanden ter leniging van watertekorten zal bij een aanvoer van 5,0 m^3/s de hoeveelheid extra uitgeslagen water ongeveer 40 miljoen m^3 bedragen. Dit betekent dat de hoeveelheid uitgeslagen polderwater bijna zal verdubbelen.
Wat de invloed zal zijn van de extra last met relatief zoet, voedselrijk water op de Oosterschelde en de Grevelingen is moeilijk aan te geven. Wel kan worden verwacht dat een effektieve doorspoeling zal leiden tot een forse belasting van deze wateren met stikstof, gedeeltelijk afkomstig uit het aanvoerwater en gedeeltelijk uit interne vervuilingsbronnen. Vooral de glasheldere Grevelingen is zeer gevoelig voor algenbloei (De Vries et al., 1988). Het zoute karakter maakt dat fosfaat in ieder geval niet beperkend zal zijn, zodat iedere extra belasting met stikstof moet worden voorkomen.
Een andere vorm van extra verontreiniging die zeker zal optreden vloeit voort uit het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de landbouw. Bij een effectieve doorspoeling zullen deze voor een belangrijk deel met het uitgeslagen water worden meegevoerd. Iedere belasting met bestrijdingsmiddelen van afgesloten wateren met grote natuur- en recreatieve waarden, zoals de Grevelingen, zal tot ernstige schade leiden.

Vanwege de vraagtekens ten aanzien van de landbouwkundige baten en de daaruit voortvloeiende verdeeldheid onder de landbouwers in het gebied alsook vanwege

de onzekerheid met betrekking tot de waterkwaliteit in de tweede helft van de aanvoerlijn, heeft het Waterschap Schouwen-Duiveland in november 1987 besloten de wateraanvoerplannen voorlopig in de ijskast te zetten.

Voor de drinkwatervoorziening van Zeeland bestaan er reeds aanvoerlijnen. In de duinen vindt infiltratie van oppervlaktewater uit het Haringvliet plaats. Daarnaast wordt het spaarbekken Braakman in Zeeuws-Vlaanderen aangevuld met water uit de Biesbosch-spaarbekkens. Op deze aanvoer ten behoeve van de drinkwatervoorziening wordt verder niet meer ingegaan.

5. OPLOSSINGSRICHTINGEN.

5.1. VERMINDERING VAN DE WATERVRAAG.

Op de duinwaterwinning zal hier niet worden ingegaan, omdat sprake is van een volstrekt ander en relatief geïsoleerd watersysteem. Dat betekent dat ook voor wat betreft de oplossingsrichtingen alleen wordt gekeken naar het poldergebied van Schouwen.

In de poldergebieden is niet zozeer sprake van een grote aktuele watervraag in de zin van absolute waterkwantiteit. Er is voldoende water voorhanden. Het brakke karakter legt echter beperkingen op aan het gebruik in de landbouw. Er is sprake van een tekort aan water, dat geschikt is voor beregening.
Op een dergelijk kwalitatief watertekort kan in het kader van beinvloeding van de watervraag als volgt worden ingespeeld: verandering van landgebruik in de richting van minder eisende teelten. Watergebruikers die kwantitatieve en kwalitatieve eisen stellen, zullen hun water van elders moeten betrekken.

Dit betekent dat de landbouw zich meer zal moeten richten op weidebouw en teelt van minder droogte- en zoutgevoelige gewassen, zoals granen.
De tendens in Zeeland is echter om steeds meer eisende teelten te kiezen, vanwege de vermeende betere economische vooruitzichten daarvoor.
Een mogelijkheid om de watervraag van de landbouw te verminderen zou kunnen liggen in het financieel stimuleren van de teelt van minder droogte- en zoutgevoelige gewassen.
In gebieden met een grote zoutlast kan de overschakeling naar grasland worden gestimuleerd, hetgeen een terugkeer naar de oorspronkelijke landbouwsituatie betekent. Het gaat hierbij om de poldergebieden grenzend aan de Oosterschelde en het Grevelingenmeer.
Omvorming van grote gedeelten van het open poldergebied van Zeeland naar opgaand loofbos zal leiden tot een geheel andere landschapsstruktuur. Wel moet bedracht worden dat Zeeland van oorsprong rijker aan bossen in geweest dan tegenwoordig. Er kan zowel aan produktiebos worden gedacht als aan meer op natuurontwikkeling en recreatie gerichte bostypen. Het meerjarenplan Bosbouw biedt hiervoor aanknopingspunten.
De keuze van houtsoort zal voor sommige gebieden beper. worden door zoutinwaai en kwel, maar in het algemeen zijn er zeker goede potenties voor hoogproduktieve houtsoorten, zoals populier en es. Dit zijn zo ongeveer de enige soorten die rendabel kunnen worden verbouwd. De verdampingskarakteristiek van dergelijke loofbossen wijkt niet zo sterk af van die van akkerland en grasland dat verdroging moet worden gevreesd, in tegenstelling tot naaldbos dat een zeer hoge verdamping kent.

Veranderingen in de teeltkeuze kunnen vooral gestimuleerd worden door financiële, dat wil zeggen marktconforme instrumenten. Het is dan noodzakelijk dat het landbouwbeleid voor een dergelijk brak gebied wordt aangepast, waarbij medefinanciering vanuit andere sektoren niet behoeft te worden vermeden. Er is immers sprake van hogere, algemene belangen van natuur- en milieubescherming. Voor omvorming tot produktie- en recreatiebos kan misschien van bosbouwstimuleringsfondsen gebruik worden gemaakt (Ministerie van Landbouw en Visserij, 1985).

Als sturend mechanisme op het vlak van de ruimtelijke ordening kan worden gedacht aan het aanwijzen van gebieden met bijzondere natuurwaarden als Relatienotagebieden (zie ook compenserende maatregelen).

5.2. WATERRETENTIE EN ANDERE WATERBRONNEN.

Het watertekort in de zomer is mede gevolg van het volledig uitslaan van de neerslagoverschotten in de winter. Opslag van deze overschotten tot het droge seizoen zou in principe kunnen worden nagestreefd. Een belangrijk probleem daarbij wordt gevormd door het zoutgehalte. Op het moment dat de neerslag het oppervlaktewater heeft bereikt, is het zoutgehalte al zodanig toegenomen dat het water voor beregening ongeschikt is geworden. Voor dat doel is alleen aan te voeren water te gebruiken en dan nog alleen bij forse doorspoeling.
Opslag van het neerslagoverschot nadat dit de watergangen heeft bereikt kan dan ook slechts voor een beperkt aantal doelen worden aangewend.

Er kunnen drie retentiemogelijkheden worden onderscheiden: in de bodem, in speciale bassins of in daarvoor bestemde polders. Alvorens hierop in te gaan zal echter worden bezien of waterretentie hoe dan ook wel een zinvolle bijdrage kan leveren aan het kwalitatieve watertekort in Zeeland.

In het algemeen is de textuur van de bodems in de Zeeuwse polders dermate zwaar, dat de doorlatendheid gering is. Dit maakt het enerzijds noodzakelijk in het natte jaargetijde een laag slootpeil in te stellen, gecombineerd met een dicht drainagenetwerk in de percelen om voldoende doorluchting te kunnen garanderen. Anderzijds heeft dit als consequentie dat wateraanvoer naar gewassen door infiltratie via de drains (opzetten slootpeilen tot boven de drains) nauwelijks effekt heeft. Noch de verzadigde infiltratie in de percelen, noch de capillaire opstijging in de onverzadigde zone is voldoende om bij de hoge verdamping in Zeeland de gewassen afdoende van water te voorzien. Hierdoor zijn zowel hogere slootpeilen in de winter als infiltratie van laagwaardig oppervlaktewater via drains in de zomer ongewenst vanuit landbouwkundig oogpunt. Omdat de waterkwaliteit, zoals hierboven reeds geconstateerd, vrijwel nergens voldoet aan de eisen voor beregening, is waterretentie ten behoeve van de landbouw in de bodem vermoedelijk niet opportuun.

Mogelijk kan plaatselijk wel enige opslag in de bodem gerealiseerd worden. Dit kan dan alleen in gebieden met goed doorlatende bodems of in diepere watervoerende lagen met mogelijkheden tot uitbreiding van een reeds aanwezige zoetwatervoorraad. Zo kan misschien de reeds bestaande zoetwaterlens nabij Schuddebeurs worden uitgebreid.

Op plaatsen met relatief zoet oppervlaktewater kan overwogen worden dit op te slaan in kleine bassins. Dit is te overwegen in een smalle zone langs de

duinen, waar zoet water vanuit het duinmassief het brakke polderwater verdringt. Dit zal echter in veel gevallen kunnen leiden tot een daling van het waterpeil in de duinen, doordat het grondwaterniveau als het ware wordt aangetapt. Deze mogelijkheid moet dan ook met grote reserves worden bezien. Het volledig vasthouden van reeds uittredend kwelwater langs de gehele duinvoet dat nu ook wordt afgevoerd, verdient wel overweging. Dit zal daar echter gepaard gaan met een vernatting van de gronden, hetgeen implicaties heeft voor het landgebruik ter plaatse. Deze optie, vertraging van de grondwaterstroom vanuit het duingebied, biedt wel goede potenties voor natuurontwikkeling langs de duinvoet, alsook voor regeneratie van natte duinvalleien door geleidelijke verhoging van het grondwaterpeil in het gehele duingebied.

5.3. MITIGERENDE MAATREGELEN.

Mitigerende maatregelen worden relevant als toch voor wateraanvoer zou worden gekozen. Om de negatieve effekten van deze aanvoer zo klein mogelijk te houden zijn twee soorten maatregelen aan de orde. Ten eerste is dat een ruimtelijke scheiding van funkties en hydrologische isolatie van kwetsbare gebieden, ten tweede zuivering van het water en aanpassing aan de kwaliteit van het gebiedseigen water bij inlaatpunten. Op beide zal hier worden ingegaan, waarbij wordt aangetekend dat alleen een gecombineerde inzet tot een goed resultaat kan leiden.

Maatregelen in de sfeer van ruimtelijke scheiding van gebieden met verschillend watertype zijn vooral gericht op het tegengaan van verzoeting van brakke gebieden. Met betrekking tot eutrofiëring zijn er namelijk weinig problemen te verwachten, omdat de fosfaat- en stikstof-gehalten van het inlaatwater waarschijnlijk lager zijn dan die van het polderwater (zie paragraaf 3.2.). Waardevolle binnendijkse brakke gebieden dienen buiten het wateraanvoersysteem te blijven, om het brakke karakter van deze gebieden niet aan te tasten en tegelijkertijd het zoutgehalte van het water in de watergangen niet zodanig te verhogen dat het voor de landbouw verderop langs de leidingen onbruikbaar wordt. In veel gevallen kunnen dergelijke gebieden door eenvoudige cultuurtechnische maatregelen (bv. stuwen) buiten het aanvoersysteem worden gehouden. In het geval watergangen in deze gebieden tot het hoofdwatergangenstelsel behoren, zal loskoppeling en isolatie van het hoofdsysteem moeten plaats vinden: dit betekent een eigen waterhuishouding. Aanleg van alternatieve aanvoerlijnen of omleidingskanalen is dan noodzakelijk. Dit is onder meer het geval voor de Guil. Dit heeft vanzelfsprekend consequenties voor de kosten van het aanvoerplan.

Zuivering van gebiedsvreemd water dient in het geval van Schouwen op twee plaatsen overwogen te worden. Ten eerste is dat vanzelfsprekend bij het inlaatpunt, omdat daar vreemde stoffen in het systeem worden gebracht. Vervolgens moet echter ook bij het uitslaan van de extra hoeveelheden water uit de polder rekening gehouden worden met effekten. Het polderwater is immers weer gebiedsvreemd voor de ontvangende wateren, in casu de Grevelingen (zout stagnant meer) en de Oosterschelde (zout getijdewater).
Bij het inlaatpunt kan zuivering gericht zijn op het tegengaan van de aanvoer van milieuvreemde stoffen: organische micro-verontreinigingen en zware metalen. Vermoedelijk is het gehalte zware metalen in het Zoommeerwater veel lager dan dat in het Rijnwater, omdat er een zekere natuurlijke zuivering plaatsvindt gedurende de lange verblijftijd in Hollands Diep en Volkerak. Deze zuivering bestaat alleen uit het bezinken van slib, waaraan de zware

metalen voor het grootste deel zijn gebonden. Dit betekent dat de zware metalengehalten van het in te laten water vermoedelijk laag zijn, in ieder geval lager dan die in de polder zelf. Daar staat tegenover dat zware metalen altijd accumuleren, hetgeen impliceert dat iedere aanvoer ook leidt tot een vergroting van de aanwezige hoeveelheid in de polder (onderwaterbodem). Organische micro-verontreinigingen hechten zich minder sterk aan slibdeeltjes, zodat verspreiding over veel grotere afstanden kan plaatsvinden. De zuivering van het Rijnwater in Hollands Diep en Volkerak is dan ook veel minder efficiënt. Bovendien komen door het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de landbouw organische micro-verontreinigingen in het oppervlaktewater terecht.
Het zuiveren van het inlaatwater zal voornamelijk gericht moeten zijn op het verwijderen van deze stoffen. Dat kan feitelijk alleen door een helofytenfilter als mechanisch filter te gebruiken. Opname door de planten is verwaarloosbaar, maar er kunnen wel zware metalen rond plantewortels worden geconcentreerd doordat zich daar een redoxpotentiaalverschil ontwikkelt. Er treedt oxidatie op met de vorming van 'roest-huiden', waarbij ook de zware metalen worden vastgelegd.
Alvorens meer over de gewenste inzet van helofytenfilters te kunnen zeggen is het noodzakelijk de kwaliteit van het Zoommeerwater met betrekking tot deze milieuvreemde stoffen te kennen. Dit is gezien de korte levensduur van het Zoommeer nog gedeeltelijk een open vraag.
Het gebruik van helofytenfilters voor vermindering van P-gehalte in het oppervlaktewater wordt voor kwelgebieden met brakke en meestal tevens fosfaatrijke kwel weinig zinvol geacht.

Waterzuivering bij het uitlaatpunt is een vrij unieke mitigerende maatregel die voortkomt uit de plaatselijke situatie: een intensief landbouwgebied, ingesloten door natuur- en recreatiegebieden met totaal ander karakter. Waar in het landbouwgebied zoet water gewenst wordt, ontlenen het Grevelingenmeer en de Oosterschelde hun unieke waarden nu juist aan een volledig zout en relatief schoon watertype.
Het water dat vanuit de polders op deze wateren wordt geloosd betekent altijd een belasting met zoet oppervlaktewater, dat in het algemeen sterk is verrijkt met nitraat en/of ammonium en tevens resten van bestrijdingsmiddelen kan bevatten. De aanvoer van stikstof in zoute wateren kan tot algenbloei leiden. De aanvoer van milieuvreemde stofen, in het bijzonder bestrijdingsmiddelen, naar natuurgebieden moet altijd met grote reserve worden bezien. Doordat bij uitvoering van een wateraanvoerplan de belasting van de omliggende wateren met polderwater zal verveelvoudigen (afhankelijk van het gekozen doorspoelsysteem), zullen ook de belastingen met stikstof en bestrijdingsmiddelen verveelvoudigen. Bovendien kunnen door doorspoeling zelfs reeds in de waterbodem opgeslagen verontreinigingen vrijkomen.
Gesteld kan worden dat zuivering van uitgeslagen polderwater waarschijnlijk een veel belangrijker maatregel is dan zuivering van in te laten Zoommeerwater. Dit is een logisch gevolg van de grote interne belasting in de meeste landbouwpolders. Pas als deze volledig gesaneerd zou worden. zou direkte uitslag toelaatbaar worden. Hoe groot, gezien de huidige interne belasting, een zuivering van uitslagwater zou moeten worden en welke vorm deze zou moeten hebben is hier niet aan te geven. Dit hangt mede af van het gekozen doorspoelscenario. Tevens zijn er verscheidene technische problemen met betrekking tot de zuivering van bestrijdingsmiddelen. Met behulp van helofytenfilters kunnen deze zeker niet worden verwijderd. Helofytenfilters kunnen wel worden ingezet voor het reduceren van stikstofgehalten in het uitslagwater.

5.4. COMPENSERENDE MAATREGELEN.

Compenserende maatregelen kunnen van toepassing worden verklaard als van een duidelijk verlies aan waarden in (sommige delen van) een gebied sprake is. Voor Schouwen zou als compenserende maatregel gedacht kunnen worden aan het integraal tot natuurreservaats- of Relatienotagebied verklaren van de gehele brakke kwelstrook langs de zuidkant van het eiland, alsook van enkele kreekrestanten aan de noordzijde, ter compensatie van het verloren gaan van kleine geisoleerde waardevolle brakke terreintjes in het centrale deel van het eiland.

6. CONCLUSIES.

Voor Schouwen geldt dat de aanvoer van gebiedsvreemd water naar de monofunktionele landbouwgebieden voor het eiland zelf vermoedelijk niet veel schade aan de natuurwaarden zal berokkenen, mits een afdoende hydrologische isolatie van waardevolle brakke kwelgebieden langs de randen van het eiland zal kunnen worden gerealiseerd. Anders ligt dit echter voor de ontvangende wateren, waarop polderwater wordt uitgeslagen.

De waterkwaliteit in het aanvoergebied zal wel sterk nivelleren, waardoor op sommige plaatsen van een verzoeting sprake zal zijn, op andere echter van een verzilting. Dit laatste zal vooral optreden in die gebieden die nu nog onder relatief sterke invloed van de duinen staan.
Tevens bestaat de kans dat er, nog onbekende, hoeveelheden zware metalen en organische micro-verontreinigingen naar het gebied worden aangevoerd. Vermoedelijk zijn deze miniem in vergelijking met de interne belasting door landbouwkundig gebruik, maar nader onderzoek naar dit aspekt is noodzakelijk. Met betrekking tot de trofiegraad zal aanvoer van Zoommeerwater eerder tot een verbetering dan tot verslechtering van de waterkwaliteit in de polder leiden, één en ander echter afhankelijk van het gekozen doorspoelregime.

De te realiseren doorspoeling van de polder om verzilting tegen te gaan zal leiden tot een sterke belasting van de omliggende zoute wateren met zoet water en hoge gehalten verontreinigingen. Dit moet als onacceptabel worden beschouwd, indien geen afdoende verwijdering van stikstofcomponenten en bestrijdingsmiddelen kan worden gegarandeerd.

De landbouw vindt zoetwateraanvoer gewenst ter voorkoming van verdroging en verzilting. Noodzakelijk is het echter alleen om te kunnen beregenen. De economische noodzaak hiertoe staat nog ter discussie. Met een aangepast bouwplan, zoals tot nu toe heeft gefunktioneerd, kan vermoedelijk toch op rendabele wijze landbouw worden bedreven. Door het bouwplan verder aan te passen aan de brakke omstandigheden of af te stemmen op grotere wateroverlast kan op de beperkingen die de waterhuishouding oplegt, worden ingespeeld. Daarbij dient dan wel naar financiële compensatie van geleden schade onderzoek te worden gedaan. Ook kan, als vorm van aanpassing aan de waterhuishouding, verandering van gebruiksfunkties worden overwogen. Daarbij zijn vooral natuur, recreatie en bosbouw potentiële gebruiksfunkties.
Waterretentie kan vermoedelijk geen bijdrage van betekenis leveren aan de watervoorziening in de landbouwgebieden, omdat de bodemgesteldheid en de grondwaterhuishouding hieraan beperkingen opleggen.

Indien zoetwateraanvoer zal plaats vinden dienen aan het inlaatwater eisen te worden gesteld ten aanzien van van de gehalten aan zware metalen en organische micro-verontreiningen. Gebieden met hoge natuurwaarden die samenhangen met het brakke karakter dienen in ieder geval buiten het aanvoergebied te worden gehouden. Dergelijke gebieden kunnen worden aangewezen als beheers- dan wel reservaatsgebieden (Relatienota).
De extra uitslag van polderwater en de waarschijnlijk slechte kwaliteit daarvan maken een zuivering van het uitslagwater noodzakelijk voor in ieder geval de Grevelingen. Ook uitslag naar de Oosterschelde moet echter met reserve worden bezien.
De wenselijkheid van aanvoer vanuit landbouweconomisch perspektief wordt door noodzakelijke preventieve maatregelen nog meer twijfelachtig.

LITERATUUR

Bakker, T.W.M., J.A. Klijn, F.J. van Zadelhoff, 1981.
Nederlandse kustduinen. Landschapsecologie. Pudoc, Wageningen

CUWVO, 1988.
Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren. Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, werkgroep V-1.

Daemen, E.,A.M.J. & B.P.M. Krebs, J.W. Rijstenbil, 1987.
Inventarisatie van de ecologische gevolgen van zoetwateraanvoer voor het watergangenstelsel op Schouwen-Duiveland. Rapporten en verslagen nr 3, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke.

Haperen, A.A.M. van, 1983.
De vegetatie van Midden-Zeeland. Provinciale Planologische Dienst voor Zeeland, Middelburg.

Mooij, R.M., 1986.
De vegetatie van Zeeuws-Vlaanderen. Provinciale Planologische Dienst voor Zeeland, Middelburg.

Ministerie voor Landbouw & Visserij, 1985.
Meerjarenplan Bosbouw.

PME, 1987.
Effekten van de zoetwateraanvoer op het milieu van Schouwen-Duiveland. Projektgroep Milieu-effecten (PME). Stuurgroep zoetwatervoorziening Schouwen-Duiveland.

PGZZ, 1983.
Keuze zout of zoet Grevelingenmeer, een beleidsanalyse. Projektnota Grevelingen zout/zoet, milieu-effectrapport. Rijkswaterstaat, projektgroep Grevelingen zout/zoet (PGZZ).

Provincie Zeeland, 1978.
Streekplan Schouwen-Duiveland. Herziening 1978. Middelburg.

Provincie Zeeland, 1988.
Grondwater. Inspraakbrochure voor voorontwerp-grondwaterbeleidsplan en grondwaterdeelplan Schouwse duinen. Middelburg.

Smit, W.F.G., 1987.
Zoetwatervoorziening op Schouwen-Duiveland. Waterschapsbelangen 72 (16): 539 - 540.

SOVON, 1987.
Atlas van de Nederlandse vogels. Samenwerkende Organisatie Vogelonderzoek Nederland, Arnhem.

Vries, I. de, W. van Raaphorst, N. Dankers, 1988.
Extra voedingsstoffen in zee: gevolgen, voordelen, nadelen. Landschap 5 (1988) nr. 4: 270 - 285.

Waterschap Schouwen-Duiveland, 1986.
Ontwerp-waterkwantiteitsbeheersplan 1987 - 1995. Plan inzake de waterhuishouding. Zierikzee.

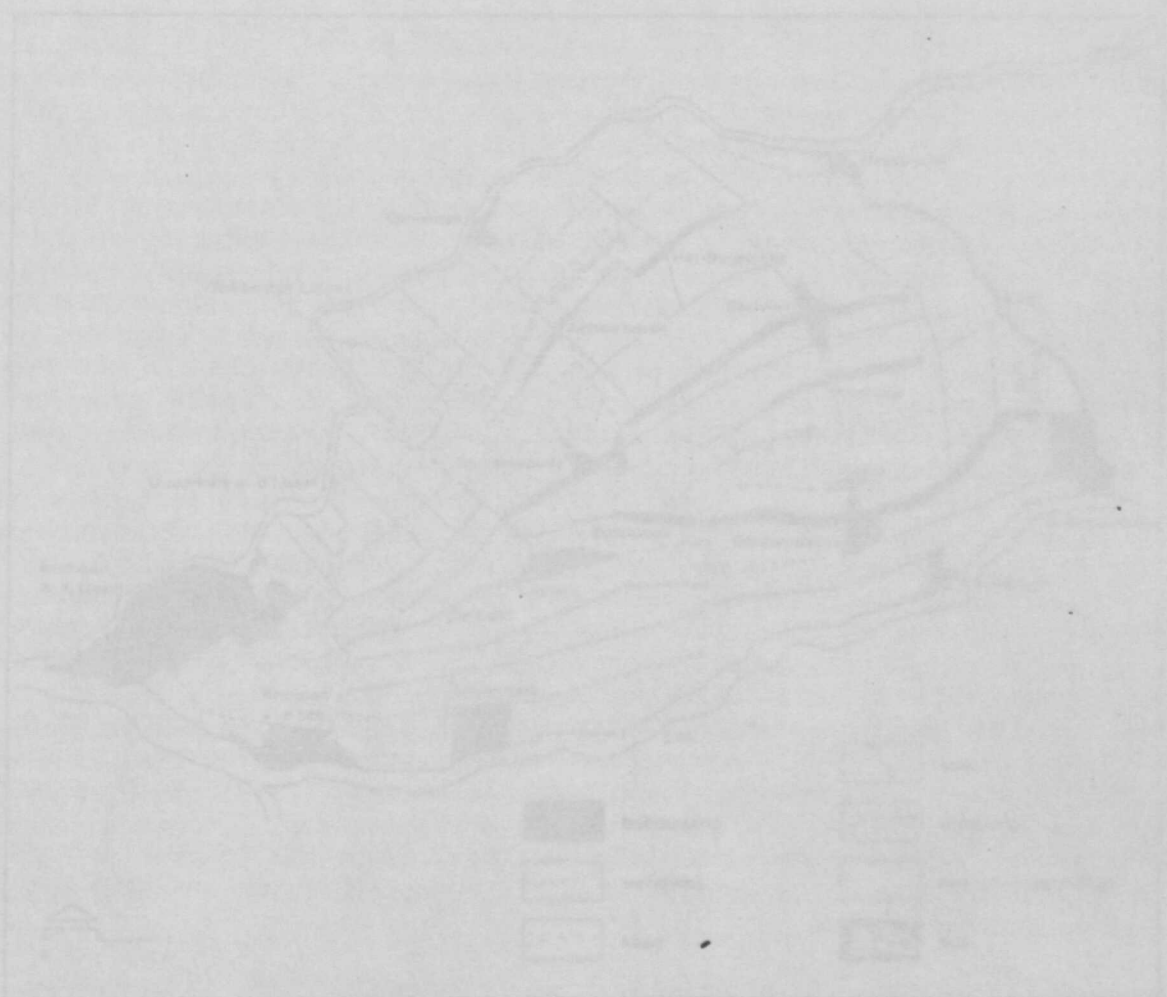
Waterschap Schouwen-Duiveland, 1988.
Ontwerp-waterkwaliteitsbeheersplan 1987 - 1992. Zierikzee.

Werkgroep Integraal Waterbeheer (in voorbereiding).
Landschapsecologie en integraal waterbeheer. Werkgemeenschap Landschapsecologisch Onderzoek.

WLZ, 1987.
Watervoorziening voor de landbouw uit het Zoommeer. Werkgroep Landbouwwatervoorziening Zoommeer (WLZ). Provincie Zeeland, Middelburg.

KRIMPENERWAARD

BIJLAGE V

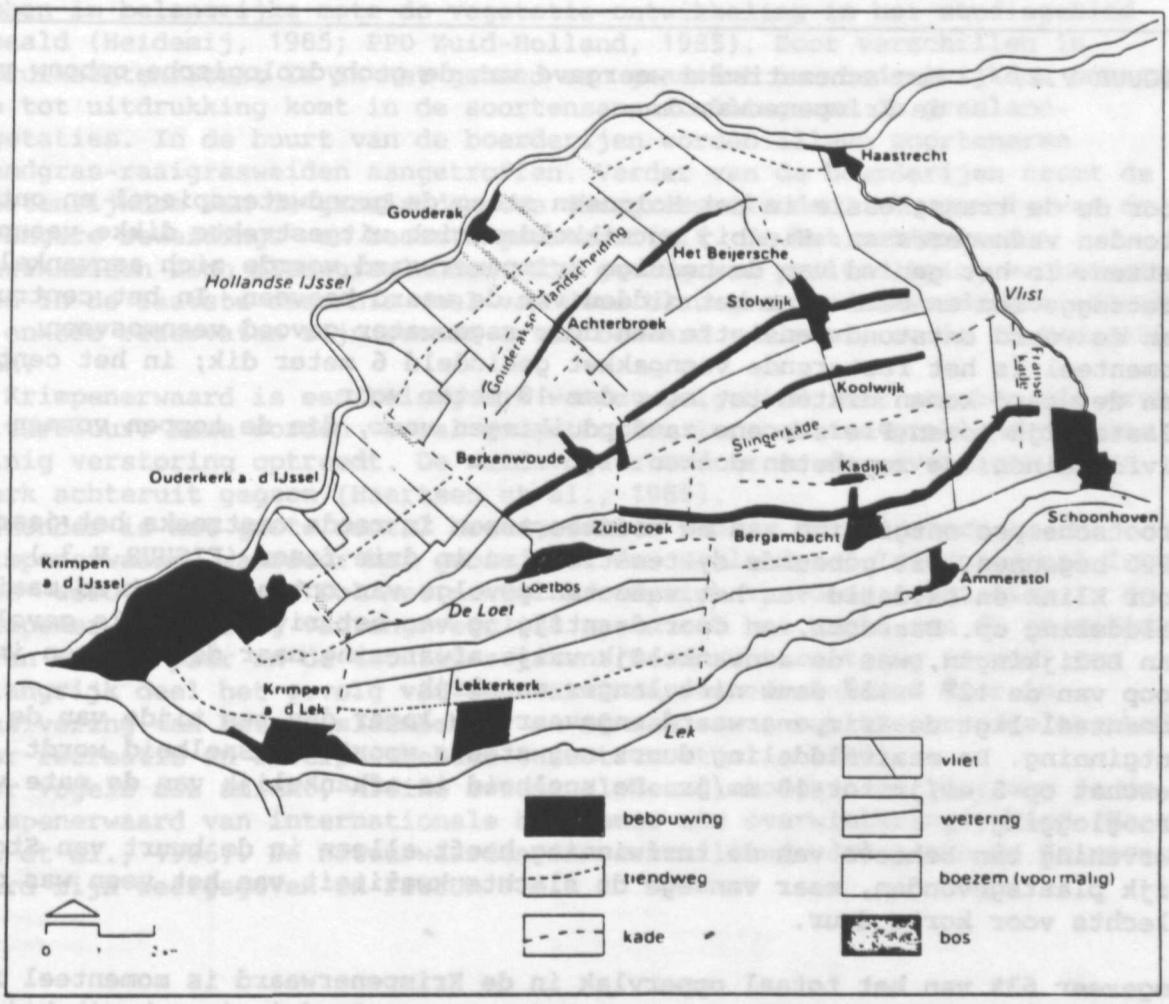


KRIMPENERWAARD

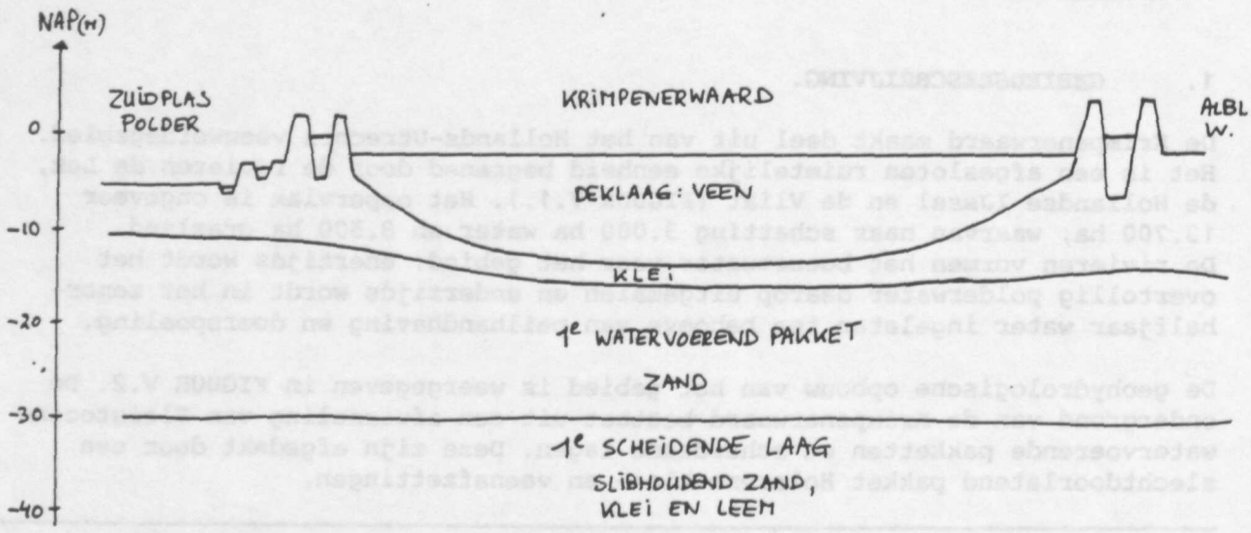
1. GEBIEDSBESCHRIJVING.

De Krimpenerwaard maakt deel uit van het Hollands-Utrechts veenweidegebied. Het is een afgesloten ruimtelijke eenheid begrensd door de rivieren de Lek, de Hollandse IJssel en de Vlist (FIGUUR V.1.). Het oppervlak is ongeveer 13.700 ha, waarvan naar schatting 3.000 ha water en 8.500 ha grasland. De rivieren vormen het boezemwater voor het gebied: enerzijds wordt het overtollig polderwater daarop uitgemalen en anderzijds wordt in het zomerhalfjaar water ingelaten ten behoeve van peilhandhaving en doorspoeling.

De geohydrologische opbouw van het gebied is weergegeven in FIGUUR V.2. De ondergrond van de Krimpenerwaard bestaat uit een afwisseling van Pleistocene watervoerende pakketten en scheidende lagen. Deze zijn afgedekt door een slechtdoorlatend pakket Holocene klei- en veenafzettingen.



FIGUUR V.1. Studiegebied Krimpenerwaard (Uit: De Jongh et al., 1987).



FIGUUR V.2. Een schematische weergave van de geohydrologische opbouw van de Krimpenerwaard.

Door de de transgressie in het Holoceen steeg de grondwaterspiegel en ontstonden veenmoerassen. Hierbij ontwikkelden zich uitgestrekte dikke veenpakketten. In het gebied van de huidige Krimpenerwaard vormde zich aanvankelijk rietzeggeveen en meer naar het midden van de waard bosveen. In het centrum van de waard ontstond tenslotte een door regenwater gevoed veenmosveen. Momenteel is het resterende veenpakket gemiddeld 6 meter dik; in het centrum van de waard komen dikten tot meer dan 10 meter voor.
Plaatselijk komen Pleistocene zandopduikingen voor, die de toppen vormen van rivierduinen: de zogeheten donken.

Grootscheepse ontginning van de veenmoerassen is reeds omstreeks het jaar 1000 begonnen. Dit gebeurde systematisch en in drie fasen (FIGUUR V.3.). Door klink en oxydatie van het veen ten gevolge van ontwatering trad maaivelddaling op. Daardoor, en door de stijging van het rivierpeil als gevolg van bedijkingen, was de aanvankelijk vrije afwatering naar de rivieren in de loop van de 12^{e} - 13^{e} eeuw niet langer mogelijk.
Momenteel ligt de Krimpenerwaard ongeveer 2 m lager dan ten tijde van de ontginning. De maaivelddaling duurt nog steeds voort. De snelheid wordt geschat op 3 mm/jr tot 10 mm/jr. De snelheid is afhankelijk van de mate van drooglegging.
Vervening ten behoeve van de turfwinning heeft alleen in de buurt van Stolwijk plaatsgevonden, maar vanwege de slechte kwaliteit van het veen was dit slechts voor korte duur.

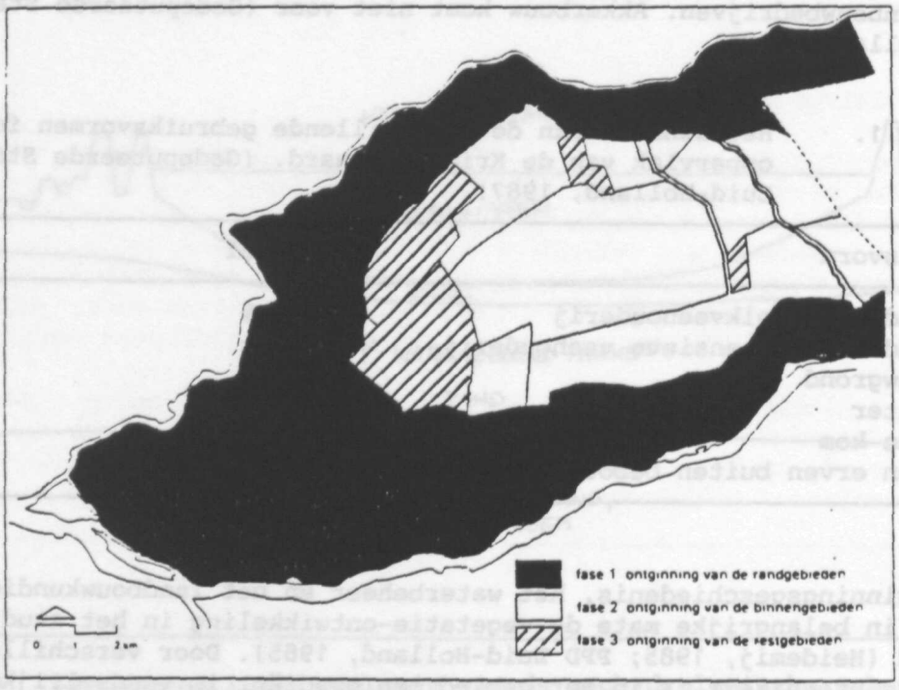
Ongeveer 63% van het totaal oppervlak in de Krimpenerwaard is momenteel in gebruik als grasland (TABEL V.1.). Het meeste grasland is in gebruik bij melkveebedrijven (8.255 ha). Daarnaast is bijna 300 ha in gebruik voor intensieve veehouderij. Slechts een gering oppervlakte is als tuinbouwgrond in gebruik, hoofdzakelijk bij fruitteeltbedrijven langs de rivieren en bij

glastuinbouwbedrijven. Akkerbouw komt niet voor (Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland, 1987).

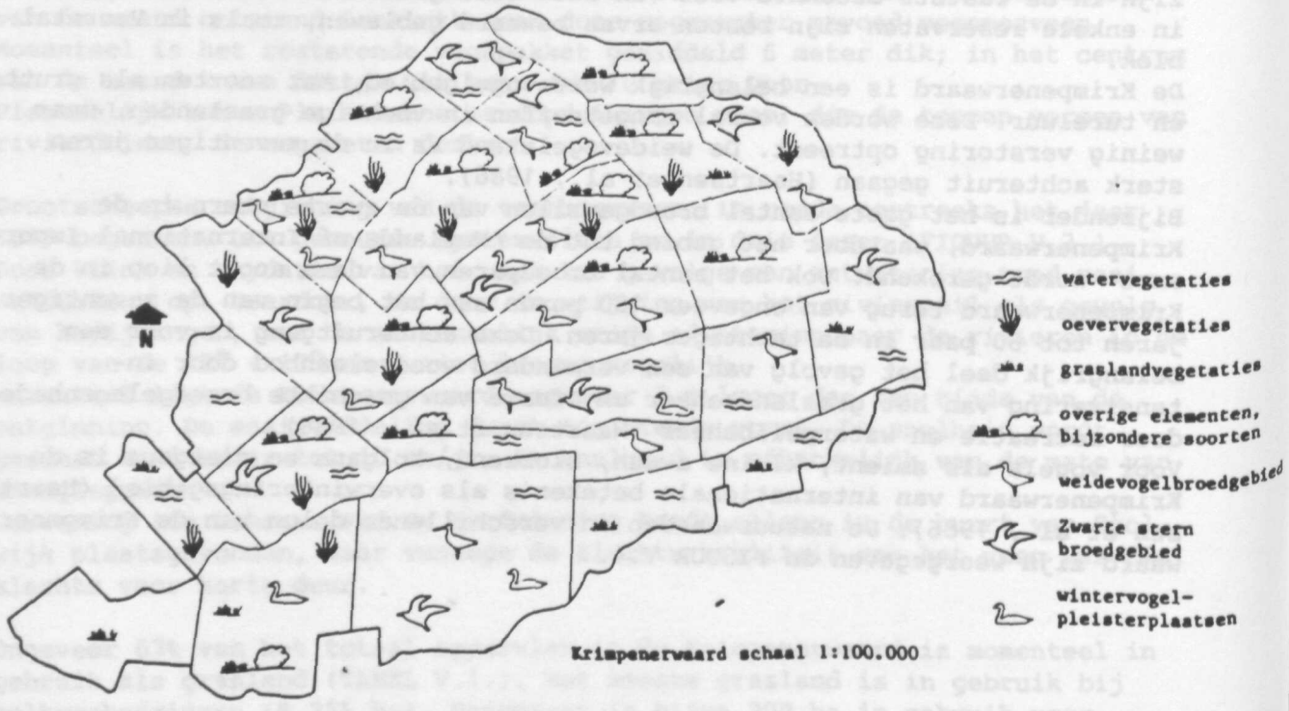
TABEL V.1. Het aandeel van de verschillende gebruiksvormen in het totaal oppervlak van de Krimpenerwaard. (Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland, 1987).

Gebruiksvorm	Aandeel
Grasland voor melkveehouderij	61 %
Grasland voor intensieve veehouderij	2 %
Tuinbouwgrond	< 1 %
Open water	20 %
Bebouwde kom	12 %
Wegen en erven buiten bebouwde kom	5 %

De ontginningsgeschiedenis, het waterbeheer en het landbouwkundig gebruik hebben in belangrijke mate de vegetatie-ontwikkeling in het studiegebied bepaald (Heidemij, 1985; PPD Zuid-Holland, 1985). Door verschillen in gebruiksintensiteit is in het gebied een gradiënt in voedselrijkdom ontstaan die tot uitdrukking komt in de soortensamenstelling van de grasland-vegetaties. In de buurt van de boerderijen worden alleen soortenarme beemdgras-raaigrasweiden aangetroffen. Verder van de boerderijen neemt de soortenrijkdom van de graslanden toe (kamgrasweilanden) als gevolg van de geringere beweidings- en bemestingsintensiteit. In het achterland ontwikkelden zich blauwgraslanden. Als gevolg van peilverlaging en bemesting zijn in de laatste decennia veel van deze blauwgraslanden verdwenen. Slechts in enkele reservaten zijn resten ervan bewaard gebleven, zoals in Veerstal-blok.
De Krimpenerwaard is een belangrijk weidevogelgebied, met soorten als grutto en tureluur. Deze worden vooral aangetroffen in vochtige graslanden, waar weinig verstoring optreedt. De weidevogelstand is in de zeventiger jaren sterk achteruit gegaan (Haartsen et al., 1986).
Bijzonder is het grote aantal broedgevallen van de zwarte stern in de Krimpenerwaard, waardoor het gebied tot de 'Wetlands of International Importance' wordt gerekend. Ook het aantal broedparen van deze soort liep in de Krimpenerwaard terug van ongeveer 150 paren aan het begin van de zeventiger jaren tot 60 paar in de tachtiger jaren. Deze achteruitgang is voor een belangrijk deel het gevolg van een verminderd voedselaanbod door intensivering van het graslandbeheer en afname van geschikte broedgelegenheden door recreatie en waterpeilbeheer (Haartsen et al., 1986).
Voor vogels als smient, kleine zwaan, slobeend, kolgans en rietgans is de Krimpenerwaard van internationale betekenis als overwinteringsgebied (Haartsen et al., 1986). De natuurwaarden in verschillende delen van de Krimpenerwaard zijn weergegeven in FIGUUR V.4.



FIGUUR V.3. Het globale verloop van de ontginningen in de Krimpenerwaard. Fase 1: 11e en begin 12e eeuw; fase 2: 12e en begin 13e eeuw; fase 3: 13e en 14e eeuw. Bron: Haartsen et al. (1986) en De Jongh et al. (1987).



FIGUUR V.4. Natuurwaarden in de Krimpenerwaard (Bron: Haartsen et al., 1986).

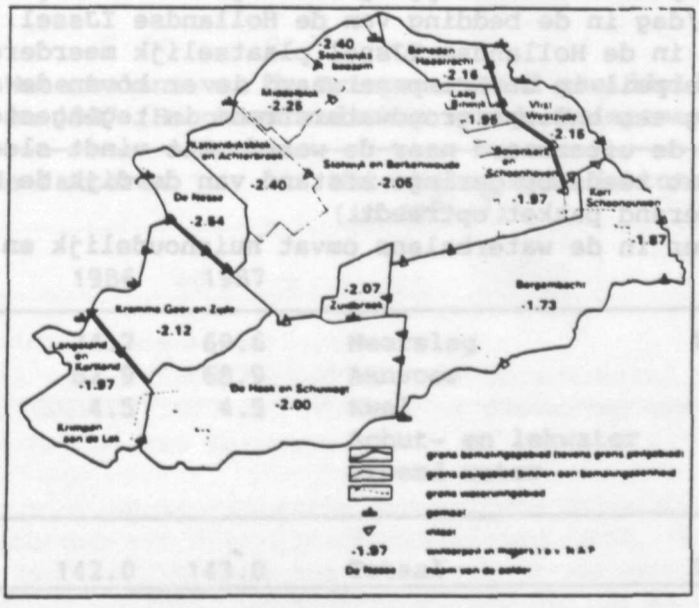
2. DE WATERHUISHOUDING.

2.1. INLEIDING.

Het waterkwantiteitsbeheer van de ruim 3000 ha wateroppervlak is in handen van het Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard. Waterkwaliteitsaspekten worden behartigd door het Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden. Deze scheiding van taken is ontstaan in 1979 toen met het van kracht worden van de Wet op de Verontreiniging van Oppervlaktewateren (WVO) een apart zuiveringschap voor de waarden en eilanden is opgericht. Voordien waren kwaliteits- en kwantiteitsbeheer van de Krimpenerwaard in een hand.

2.2. WATERKWANTITEIT.

Neerslagoverschotten worden op de rivieren uitgeslagen. De Krimpenerwaard is momenteel verdeeld in 9 bemalingseenheden, waarvan er 8 op de Hollandse IJssel lozen en één op de Lek. Van de totale hoeveelheid uitgelaten water wordt ongeveer 80 % op de Hollandse IJssel geloosd. De bemalingseenheden zijn verdeeld in peilgebieden met ieder een eigen polderpeil (FIGUUR V.5.).
Inlaat vindt vrijwel uitsluitend plaats ten behoeve van peilbeheersing in de zomer.
Inlaat ten behoeve van doorspoeling vindt slechts incidenteel plaats. De doorspoelingen hebben tot doel de waterkwaliteit ten aanzien van macronutriënten (met name P) tijdelijk te verbeteren (zie ook 3.2).
De inlaat vindt voor 70 % plaats vanuit de Lek en de Vlist. De rest is afkomstig van de Hollandse IJssel. Van de inlaatpunten in het oosten van het gebied gaat het water als gevolg van het natuurlijk verhang de waard door, om aan de westzijde te worden uitgemalen.



FIGUUR V.5. De verschillende bemalingseenheden, peilgebieden en waterwingebieden in de Krimpenerwaard (Bron: De Jongh et al., 1987).

De te handhaven polderpeilen in de Krimpenerwaard zijn vastgelegd in peilbesluiten (FIGUUR V.5.). Het gebied vraagt om een bepaalde peilbeheersing. Dit wordt noodzakelijk geacht om irreversibele verdroging en versnelde klink tegen te gaan maar tevens om verrotting van heipalen en verzakkingen van infrastrukturele werken te voorkomen. Een daling van de grondwaterspiegel heeft een daling van het maaiveld tot gevolg. Deze maaivelddaling maakt weer een hernieuwde peilverlaging noodzakelijk, enzovoort. Zo is het polderpeil in de Krimpenerwaard steeds aangepast aan de veranderende maaiveldhoogte. In de afgelopen 30 jaar bedroeg de gemiddelde maaivelddaling in de Krimpenerwaard 3 mm/jaar (TABEL V.2.). De polderpeilen in de Krimpenerwaard worden tegenwoordig om de 10 jaar herzien, waarbij de maaivelddaling wordt gevolgd.
Het slootpeil staat 's winters gemiddeld 50 cm beneden het maaiveld. De grondwaterspiegel ligt dan in 90% van het gebied op minder dan 20 cm beneden het maaiveld. Alleen in de randgebieden met een kleidek ligt de grondwaterspiegel dieper. Het slootpeil wordt 's zomers ongeveer 10 cm hoger gehouden dan 's winters. In de zomer daalt het grondwater door de grote verdamping tot 50 - 80 cm beneden het maaiveld. Ruim 90 % van het oppervlak cultuurgrond heeft derhalve een grondwatertrap II. Alleen in de oeverwallen langs de Hollandse IJssel en Lek worden Gt III en IV aangetroffen (Haartsen et al., 1986).

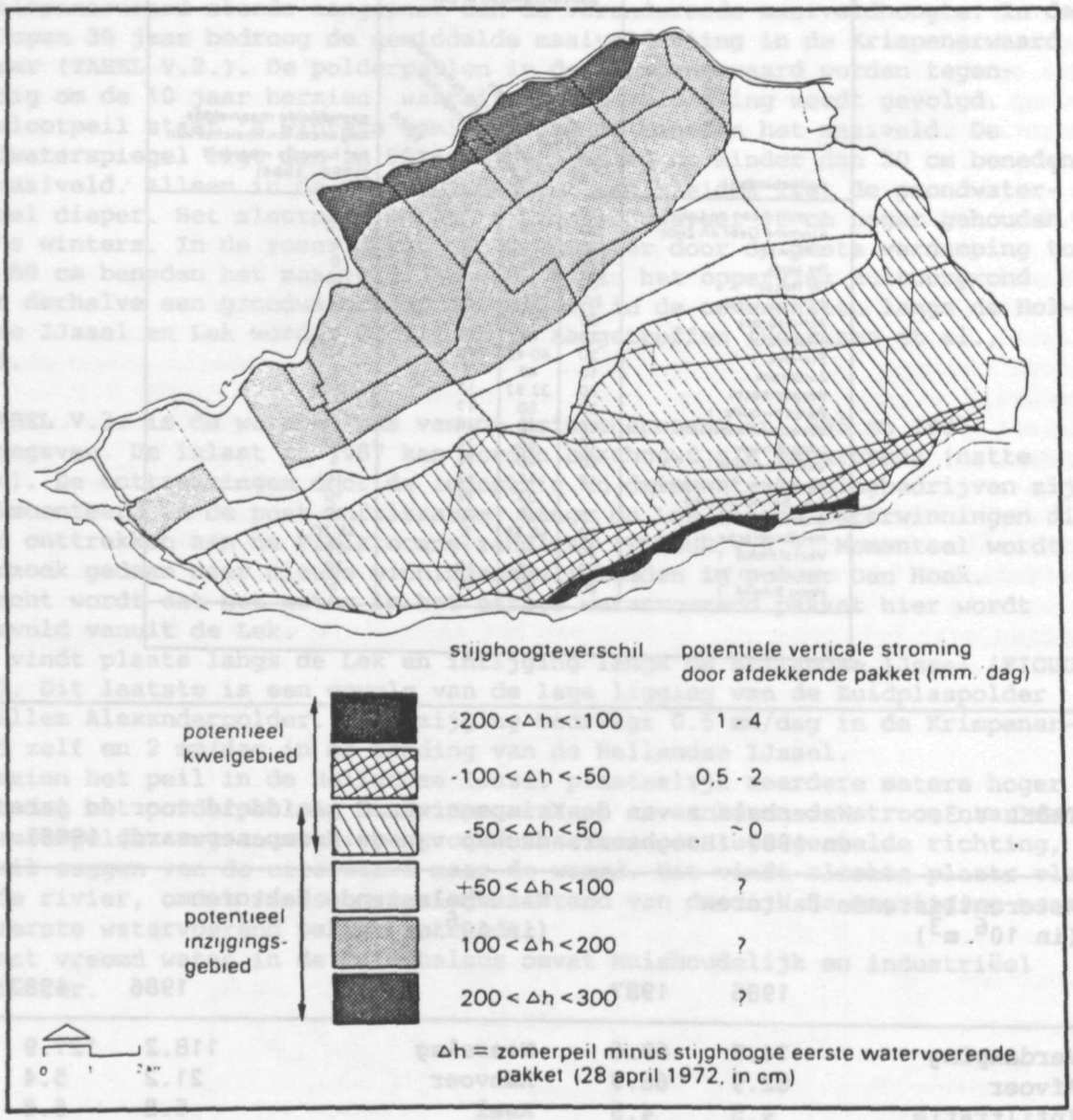
In TABEL V.3. is de waterbalans van de Krimpenerwaard in 1986 en 1987 weergegeven. De inlaat in 1987 kan worden beschouwd als ondergrens (natte zomer). De onttrekkingen door de industrie en drinkwaterleidingbedrijven zijn verdisconteerd in de post infiltratie. Langs de Lek liggen waterwinningen die water onttrekken aan de Pleistocene zandlaag (FIGUUR V.5.). Momenteel wordt onderzoek gedaan naar nieuwe winningsmogelijkheden in polder Den Hoek. Verwacht wordt dat het water in het eerste watervoerend pakket hier wordt aangevuld vanuit de Lek.
Kwel vindt plaats langs de Lek en inzijging langs de Hollandse IJssel (FIGUUR V.6.). Dit laatste is een gevolg van de lage ligging van de Zuidplaspolder en Willem Alexanderpolder. De inzijging bedraagt 0.5 mm/dag in de Krimpenerwaard zelf en 2 mm/dag in de bedding van de Hollandse IJssel.
Aangezien het peil in de Hollandse IJssel plaatselijk meerdere meters hoger staat dan het polderpeil in de Krimpenerwaard is er boven de stroom naar de Alexanderpolder nog een ondiepe grondwaterstroom in tegengestelde richting, dat wil zeggen van de uiterwaard naar de waard. Dit vindt slechts plaats vlak bij de rivier, omdat reeds op geringe afstand van de dijk de wegzijging naar het eerste watervoerend pakket optreedt.
De post vreemd water in de waterbalans omvat huishoudelijk en industriëel afvalwater.

TABEL V.2. Voorgestelde en werkelijke peilverlagingen en gemiddelde maaivelddalingen in de periode 1956-1984 in de verschillende peilgebieden in de Krimpenerwaard (Bron: De Jongh et al., 1987).

peilgebieden	peilverlagingen in cm: voorstel Nota actualiseringsplan	voorstel Nota landbouwkundige wenspeilen	1956 - 1984	gemiddelde maaiveldda-ling in cm ten opzichte van het hoogste maaiveld (1956 - 1984)
Krimpen aan de Lek	10	38	4	0
Kromme Geer en Zijde	20	48	12	10
Schuwagt	35	30-40	3	0
De Hoek	20	45	3	0
De Nesse	20	36	17	10
Kattendijksblok	20	35	13	15
Achterbroek	30			
Middelblok	20	45	13	0
Stolwijk [1]	20	40-45	10	15
Zuidbroek	10	43	3	5
Bergambacht	20	32-52	12	10-20
Berkenwoude [1]	20	50	17	20
Beneden Haastrecht	20	40	26	10
Laag Bilwijk	20	55	16	10
Vlist Westzijde [2]	20	40	17	5
Bovenkerk Schoonouwen	18	52	12	10
Kort Schoonouwen		33	16	10
Stolwijks Boezem	20	40	20	10
Het Beijersche [1]	20	50-55	5	15-20
Veerstalblok [1]	20	70	7	20
Achterpoort [2]	20	50	10	20
Hoog Bilwijk [2]	20	35	19	5

TABEL V.3. Waterbalans van de Krimpenerwaard gemiddeld voor de jaren 1986 en 1987 (Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, 1988).

Waterontlastende faktoren (in 10^6 m^3)	1986	1987	Waterbelastende faktoren (in 10^6 m^3)	1986	1987
Verdamping	74.7	69.6	Neerslag	118.2	127.9
Afvoer	62.9	68.9	Aanvoer	21.2	5.4
Infiltratie	4.5	4.5	Kwel	5.8	5.8
			Schut- en lekwater	0.9	0.9
			Vreemd water	1.2	1.2
Totaal	142.0	143.0	Totaal	147.3	141.2



FIGUUR V.6. Potentiële kwel- en inzijgingsgebieden in de Krimpenerwaard (naar gegevens van Haartsen et al., 1986).

2.3. WATERKWALITEIT.

De waterkwaliteit van het grond- en oppervlaktewater in de Krimpenerwaard is de afgelopen decenia sterk verslechterd.

In het oppervlaktewater zijn de gehalten aan N en P, micro-verontreinigingen en chloride toegenomen, terwijl het zuurstofgehalte sterk is gedaald als gevolg van de hoge organische belasting. De zuurstofhuishouding in veel watergangen is dermate verstoord, dat ze in de IMP-klassen 4 tot 5 vallen. Dit betekent dat ze op dit punt niet voldoen aan de basiskwaliteitseisen. Overschrijding van de basiskwaliteitsnormen voor zware metalen treedt niet op, maar de gehalten bestrijdingsmiddelen, zoals lindaan en dichlobenil, alsook het totaalgehalte aan bestrijdingsmiddelen zijn op veel plaatsen wel boven de normen van het IMP (Haartsen et al., 1986).
Door het Zuiveringsschap van de Hollandse Eilanden en Waarden wordt in de polder Bergambacht onderzoek gedaan naar de waterkwaliteit in relatie tot vervuilingsbronnen. Een overzicht van de huidige kwaliteit van het oppervlaktewater in de verschillende polders van de Krimpenerwaard is opgenomen in TABEL V.4.

TABEL V.4. Waterkwaliteit in de Krimpenerwaard volgens de klassenindeling van de Provincie Zuid-Holland, naar een methode van Caspers & Karbe (1966, 1967) (Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden, 1986).

	aantal	monsterpunten			
Klasse	IMP	1983	1984	1985	ecologische kwal.
II	1	0	0	0	uitstekend
IIIa	2	0	0	0	zeer goed
IIIb	3	0	2	0	goed
IVa		13	17	7	redelijk
IVb		12	13	12	matig
V	4	6	4	9	slecht
VI	5	9	5	15	zeer slecht
TOTAAL		40	41	43	

De belangrijkste vervuilingsbronnen in de Krimpenerwaard zijn rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's), niet op de riolering aangesloten bebouwing, de landbouw, en inlaat van Lekwater.

De RWZI's en de niet op de riolering aangesloten bebouwing zijn de belangrijkste bronnen van fosfaatverontreiniging (NWC, 1986).
De landbouw is langs directe en indirekte weg verantwoordelijk voor een forse belasting met eutrofiërende stoffen. Afspoeling en uitspoeling van vooral ammonium vormen een probleem, terwijl nitraat door de snelle denitrificatie in de natte veengronden meestal zeer laag is. Met betrekking tot fosfaat is niet precies bekend hoe groot het fosfaatbindend vermogen van de veengronden is (zie Schoumans et al., 1988), maar wel is bekend dat in de hier voorkomende veensoorten veel fosfaat organisch gebonden is. De belang-

rijkste fosfaatverontreiniging door de landbouw is echter afkomstig van afspoeling van mest in natte perioden en rechtsstreekse bemesting van oppervlaktewateren bij het uitrijden van dierlijke mest of het strooien van kunstmest (Melman & Van der Linden, 1987; 1988).
Indirekt heeft de landbouw een eutrofiëring teweeg gebracht door de peilverlagingen. Door oxydatie van het veen komen opgeslagen stikstof en fosfaat weer vrij.
De aangetroffen bestrijdingsmiddelen zijn vermoedelijk eveneens voor het merendeel van de landbouw afkomstig.

De Lek vormt de belangrijkste externe bron van verontreiniging, naast atmosferische depositie. Met het inlaatwater worden chloride, zware metalen en organische micro-verontreinigingen aangevoerd. Het fosfaatgehalte van het Lekwater is echter lager dan dat in de polder, zodat inlaat leidt tot een verlaging van de P-concentratie in de sloten (zie TABEL V.5.). Het chloridegehalte van het inlaatwater is echter beduidend hoger dan dat van het polderwater.

TABEL V.5. Waterkwaliteit van de Lek bij Hagestein in een viertal jaren, gerelateerd aan de afvoer bij Lobith (Van Gogh, 1988)

	1984	1985	1986	1987
AFVOER LOBITH (m^3/sec)	2500	1990	2460	2865
Ammonium (mg/l)	0.51	0.58	0.57	0.46
Nitraat (mg/l)	4.39	4.45	4.35	4.21
Orthofosfaat (mg P/l)	0.35	0.36	0.28	0.20
Totaal-P (mg/l)	0.51	0.51	0.47	0.34
Chloride (mg/l)	160	185	160	139
Cadmium (ug/l)	0.19	0.09	0.12	0.09
Chroom (ug/l)	6.5	2.8	6.9	9.0
Koper (ug/l)	7.0	4.1	4.9	6.0
Kwik (ug/l)	0.08	0.06	0.06	0.04
Lood (ug/l)	5.9	3.0	4.7	4.4
Zink (ug/l)	42	34	33	32
PAK's *(ug/l)	0.090			0.136
PCB's **(ug/l)	0.006			0.002

* som van de zes van Borneff
** som van PCB-28, -52, -101, -138, -153, -180

Ook de gehalten zware metalen en organische micro-verontreinigingen van het aanvoerwater zijn hoog. Bij de inlaatpunten langs de Lek is de waterbodem (sterk) verontreiningd met deze stoffen (B-C kwaliteit, klasse 4 slib volgens Rijkswaterstaatsnormen), waardoor dit slib als 'chemisch afval' moet worden beschouwd. Dit is een gevolg van het feit dat de meeste verontreinigingen aan het meegevoerde slib zijn gebonden of door de geringe stroomsnelheden na inlaat worden gebonden aan het reeds aanwezige bodemslib. Elders in de waard heeft de waterbodem een goede tot matige kwaliteit (A-B kwaliteit).

3. KNELPUNTEN IN HET WATERBEHEER.

3.1. WATERKWANTITEIT

Vanuit de landbouw wordt gepleit voor een strukturele verlaging van de polderpeilen met 30 - 50 cm teneinde het produktiepotentieel te verhogen. Zowel de draagkracht als de mineralisatie en daarmee de nutriëntenvoorziening van het gras worden hierdoor bevorderd. Er wordt daarbij uitgegaan van de mogelijkheid in woon- en natuurgebieden een hoger peil te handhaven met behulp van kunstwerken. Zo'n extra peilverlaging zal een versnelde maaiveld-daling tot gevolg hebben door snellere inklinking en oxydatie. Voor de Alblasserwaard, waar in het kader van de ruilverkaveling dieper is ontwaterd, treedt een geschatte maaiveldsdaling van 1 cm/jr op. Dit zal een snellere afschrijving van infrastrukturele werken noodzakelijk maken, omdat deze door de ongelijke klink en oxydatie sneller vervangen, respektievelijk gerenoveerd moeten worden. Dit kan zeer hoge extra kosten met zich meebrengen.

Een knelpunt vanuit de optiek van duurzame ontwikkeling van het gehele gebied, met goede kansen voor natuur- en landschapsontwikkeling, is gelegen in de tegenstrijdige wensen vanuit het natuurbehoud en de landbouw. Deze tegenstrijdige wensen betreffen de peilhandhaving en de hieruit voort-vloeiende maaivelddaling. Vanuit de optiek van duurzame ontwikkeling moet helaas geconstateerd worden dat landbouwkundig gebruik altijd gepaard zal gaan met enige maaivelddaling. Deze kan namelijk alleen voorkomen worden door het (vrijwel) volledig blank zetten van het land.
Welke maaivelddaling acceptabel is en welke drooglegging absoluut noodza-kelijk vanuit landbouwkundige optiek is een punt van discussie bij het zoeken naar oplossingen.

3.2. WATERKWALITEIT.

Knelpunten betreffende de waterkwaliteit in het gebied hangen enerzijds samen met de grote interne belastingen met eutrofiërende stoffen en vloeien anderzijds voort uit de inlaat van rivierwater, waardoor verontreinigingen met xenobiotische stoffen ontstaan. Hierop wordt bij het zoeken naar oplos-singen nader ingegaan.

4. BESTAANDE PLANNEN BETREFFENDE DE WATERHUISHOUDING.

4.1. BESCHRIJVING.

Er zijn voor de Krimpenerwaard verschillende plannen in ontwikkeling die mogelijke veranderingen in de waterhuishouding impliceren.
In de eerste plaats is de Krimpenerwaard een herinrichtingsgebied. Volgens het nieuwe herinrichtingsbeleid zal subsidiëring van een vergroting van de drooglegging door peilverlaging in veenweidegebieden, zoals de Krimpener-waard, alleen mogelijk zijn als dit noodzakelijk is voor een duurzame uitoefening van de landbouw. Op dit moment lopen diverse studies naar de noodzakelijkheid van peilverlaging voor een duurzaam landbouwkundig gebruik. De tegenstrijdige belangen ten aanzien van peilbeheer zijn reeds gesignaleerd.

Ten tweede is er de wens de waterkwaliteit te verbeteren ten aanzien van eutrofiërende stoffen. Het doorspoelen met rivierwater is een van de mogelijkheden het gehalte aan voedingsstoffen in het oppervlaktewater te verminderen. Dit impliceert een vergroting van de inlaat van gebiedsvreemd water met de bijbehorende verontreinigingen en afwijkende eigenschappen. Een andere mogelijkheid betreft een verdere sanering van interne vervuilingsbronnen, waaronder de waterbodems (nalevering van fosfaat) en landbouw. Tenslotte is de Krimpenerwaard een proefgebied voor het ontwikkelen van een geïntegreerd natuur- en milieubeleid. Plannen hiervoor zijn nog in de fase van eerste aanzetten.
Op deze plannen zal hier kort worden ingegaan.

Momenteel worden plannen opgesteld voor de herinrichting van de Krimpenerwaard. Hierbij wordt uitgegaan van een multifunktionele doelstelling.
In de uitwerking van het streekplan Zuid-Holland-Oost voor de Krimpenerwaard, waaraan moet worden aangesloten, is gekozen voor een gedeeltelijke verweving van landbouw- en natuurfunkties. In het streekplan zijn de volgende gebieden onderscheiden:

* veenweidegebied, waarin het landbouwkundig gebruik voorop staat
* veenweidegebied met grote landschappelijke en/of natuurwetenschappelijke waarde, waarin beperkte landbouwkundige ontwikkeling mogelijk is (beheersovereenkomsten, compensatiebeginsel)
* natuurgebieden waarin het beheer volledig is gericht op bescherming en verbetering van de aanwezige waarden.

Tevens dient rekening te worden gehouden met enkele relevante uitspraken in rijksnota's en struktuurschema's. Zo wordt in het Structuurschema Openluchtrecreatie het westelijk deel van de waard aangeduid als een zone waarin nieuwe recreatie voorzieningen tot stand zouden moeten komen. Voor de gedeeltelijke herinrichting rond Krimpen is dit nader uitgewerkt. In het Structuurschema Natuur- en landschapsbehoud wordt de Krimpenerwaard vermeld als een grote landschappelijke eenheid (GLE), hetgeen implicaties heeft voor het behoud van het algemene karakter en de ecologische, cultuurhistorische en landschappelijke waarden van het gebied.
Door hoge concentraties aan vermestende stoffen en met name fosfaat is de waterkwaliteit in de Krimpenerwaard op veel lokaties slecht. Door het aansluiten van lintbebouwingen op de riolering wordt één van de vervuilingsbronnen gesaneerd. Voor een noodzakelijke verdere reducering van het fosfaatgehalte zijn strukturele maatregelen nodig, zoals sanering van RWZI's en waterbodem en beperking voor de landbouw ten aanzien van bemesting.
Behalve brongerichte maatregelen kunnen ook effektgerichte maatregelen worden genomen, zoals doorspoeling en kroosverwijdering. Het doorspoelen van de Krimpenerwaard impliceert een grote inlaat teneinde het onderweg geëutrofieerde water snel aan het andere eind van de polder te kunnen uitslaan. Zo wordt enerzijds de overmaat aan voedingsstoffen uit de polder gespoeld, anderzijds wordt de kans op dichtgroeien van de sloten door kroos nog extra verkleind door het introduceren van een zekere stroming. De doorspoeling dient uit effektiviteitsoverwegingen bij voorkeur snel, dat wil zeggen schoksgewijs, te geschieden. Hiertoe zal ongeveer de halve inhoud aan oppervlaktewater door de polder moeten worden gestuwd, om de vereiste verdunning te krijgen. Dit impliceert naar schatting een doorspoeling met enkele (tientallen) miljoenen m^3.
Doorspoeling met rivierwater heeft consequenties voor de kwantitatieve waterhuishouding in die zin dat meer water uit de waard zal moeten worden

uitgeslagen, waardoor hogere pompkosten zullen ontstaan. Kwalitatief gezien zal het leiden tot een tijdelijke daling van de N- en P-gehalten in het oppervlaktewater. Tegelijkertijd zal de toegenomen aanvoer echter betekenen dat de overige ionen in het Lekwater, alsook de zware metalen en organische micro-verontreinigingen zich verder over de polder zullen verspreiden. Er is immers niet alleen sprake van een absoluut toegenomen inlaat bij het inlaatpunt, maar tevens van een verdere verspreiding door een bewust opgevoerde stroomsnelheid.

Het ontwikkelen van een geintegreerd gebiedsgericht milieu- en natuurbeleid in de Krimpenerwaard biedt mogelijkheden de rol van waterbeheer in het algemene milieubeheer te evalueren. Deze rol heeft vooral betrekking op water als relatief gemakkelijk bestuurbare ecosysteemvariabele. Alvorens over de sturingsmogelijkheden kan worden gesproken moeten echter de doelstellingen duidelijk zijn. Omdat die voor de Krimpenerwaard in deze context nog onbekend zijn, wordt door ons aangesloten bij de hierboven genoemde vigerende beleids-uitgangspunten betreffende GLE's en dergelijke. Op de Krimpenerwaard als proefgebied voor gebiedsgericht milieu- en natuurbeleid wordt daarom nog slechts gewezen vanwege de daaruit voortvloeiende mogelijkheid de hierna te presenteren oplossingen gedeeltelijk te realiseren.

4.2. UITGANGSPUNTEN VOOR EEN BEOORDELING VAN DE HUIDIGE AANVOER EN DE PLANNEN.

Het huidige waterkwantiteitsbeleid is afgestemd op het handhaven van het huidige produktiepotentieel in de landbouw door met het te handhaven peil de maaivelddaling te volgen. Dit impliceert dat er altijd een zekere maaivelddaling plaats zal blijven vinden als in dit beleid wordt volhard. Dit kan niet als duurzaam worden beschouwd, omdat irreversibele veranderingen optreden. Daar staat tegenover dat landbouwkundig gebruik van een diep laagveengebied zoals de Krimpenerwaard onmogelijk is zonder dergelijke effekten.
Welke mate van maaivelddaling acceptabel is, is een maatschappelijke keuze. Deze keuze kan worden verwoord als:
duurzame natte natuurontwikkeling ('re-peating area' met eventueel recreatie) enerzijds, of (extensieve) landbouw (met weidevogels !) en een zekere maaivelddaling accepteren anderzijds.
De hoeveelheid aanwezig veen is nog goed voor meerdere eeuwen als de maaivelddaling van enkele millimeters per jaar niet wordt versneld.

Voor de waterkwaliteit zijn de gevolgen van de waterinlaat beperkt, omdat de interne belasting ten aanzien van eutrofiërende stoffen erg groot is. De invloed op de trofietoestand in de Krimpenerwaard is hierdoor momenteel veeleer als positief te beoordelen dan als negatief. Dit kan veranderen na een grondige sanering van interne eutrofiëringsbronnen, maar dan moet ook naar de dan geldende rivierwaterkwaliteit gekeken worden. Een mogelijk knelpunt kan het optreden van interne eutrofiëring zijn als gevolg van waterverharding door inlaat van rivierwater (zie ook hoofdstuk 2 van het hoofdrapport).
De belasting met toxische micro-verontreinigingen is qua intensiteit (klasse 4 slib) een groot probleem, maar blijft ruimtelijk beperkt tot de watergangen vlak achter de inlaatpunten. Ook met betrekking tot de verspreiding van deze toxische verbindingen kan een keuze worden geformuleerd:
Er moeten minder strenge eisen worden gesteld aan de toelaatbare daling

van het waterpeil in de watergangen, of er dient een zekere belasting met toxische verbindingen te worden geaccepteerd.
Het eerste kan leiden tot een versnelde maaivelddaling, juist omdat deze daling in de warme zomer zal plaatsvinden, wanneer door de relatief hoge temperaturen de mineralisatie van het veen snel zal gaan. Gezien het feit dat het grondwaterpeil in de percelen toch 's zomers al meer dan 50 cm beneden maaiveld staat, zal dit effekt qua extra omvang echter zeer gering zijn; het blijft beperkt tot de uiterste randen van de percelen.

De hierboven genoemde keuzen behoeven niet voor de gehele waard op eenzelfde wijze te worden benaderd: een ruimtelijke differentiatie is zeer wel mogelijk. Hierbij kan worden gedacht aan het waterhuishoudkundig isoleren van bepaalde gebieden.

Van de doorspoelplannen kan worden geconstateerd dat deze een tijdelijke verbetering van de trofietoestand in de Krimpenerwaard kunnen veroorzaken. Daar staat echter tegenover dat verspreiding van de toxische stoffen ook wordt vergroot door enerzijds een in absolute zin grotere aanvoer en anderzijds een ruimtelijk grotere verspreiding door de toegenomen stroomsnelheden. Tevens, en dat is zeker zo belangrijk, kan een 'externe oplossing' van het eutrofiëringsprobleem een remmende faktor betekenen voor de zo noodzakelijke sanering van de eutrofiëringsbronnen in de waard zelf. De interne belasting behoeft dan immers niet met prioriteit te worden teruggeschroefd, omdat de problemen 'technisch' worden 'opgelost'. In werkelijkheid is er echter een verplaatsing van het probleem naar buiten de waard, gecombineerd met een vergroting van een ander probleem, namelijk dat van slibverontreiniging bij de inlaatpunten, in de waard zelf. Tenslotte zal het waterkwantiteitsbeheer met een grotere hoeveelheid uit te slaan polderwater te maken krijgen.

Samengevat kan dus gesteld worden dat de huidige aanvoer van gebiedsvreemd water in de Krimpenerwaard reeds tot problemen aanleiding geeft, met name door de inlaat direkt uit de rivier, waardoor slib verontreinigd raakt. Daar staat tegenover dat het volledig stoppen van de inlaat eveneens ongewenste milieueffekten met zich mee zal brengen in de vorm van een plaatselijk versnelde oxydatie, vooral langs slootkanten.
Plannen om de inlaat te vergroten ten behoeve van het waterkwaliteitsbeheer moeten met het grootste wantrouwen worden bezien. Waterkwaliteitsproblemen in de Krimpenerwaard zijn ontstaan door interne vervuilingsbronnen; hier zou een brongericht beleid voor moeten worden ontwikkeld om uitsluitend de verschuiving van de problemen te voorkomen. Inlaat van rivierwater ten behoeve van verlaging van het gehalte aan voedingsstoffen heeft vanwege de kwaliteit van het rivierwater nieuwe problemen voor de kwaliteit van het polderwater tot gevolg, zoals verontreiniging met toxische organische stoffen en zware metalen en mogelijk interne eutrofiëring als gevolg van de hardheid van het ingelaten Lekwater.
De plannen voor herinrichting en gebiedsgericht milieu- en natuurbeleid bieden de mogelijkheid op een alternatieve wijze naar de problematiek van de Krimpenerwaard te kijken. Ze vormen dus meer een kader waarbinnen de oplossingsrichtingen kunnen worden ingepast.

5. ALTERNATIEVEN EN OPLOSSINGEN.

5.1. BEINVLOEDING VAN DE WATERVRAAG.

De watervraag in de Krimpenerwaard komt volledig voort uit de wens het slootpeil 's zomers hoog te houden. Dit is vastgelegd in de peilbesluiten van het waterschap.
Het is echter mogelijk de noodzakelijke inlaat te verkleinen of volledig overbodig te maken door de harde eis van een hoog slootpeil in de zomermaanden te laten varen. In de percelen zelf daalt het grondwaterpeil 's zomers enkele decimeters onder het slootpeil als gevolg van verdamping. Hierdoor treedt een zekere inzijging op van de watergangen naar het centrum van de percelen. Door de geringe doorlatendheid van het veen (zowel bij verzadigde als bij onverzadigde stroming) is deze infiltratie echter gering. Versnelde infiltratie via drainagebuizen kan evenmin plaatsvinden, omdat die in veengebieden niet worden toegepast. Ze zouden door de geringe draagkracht van het veen snel stuk gaan.
Tegen het licht van de geringe effektiviteit van een hoog slootpeil door de geringe infiltratie (in absolute hoeveelheden) en de milieuhygiënische gevolgen van waterinlaat, is het het overwegen waard om het slootpeil 's zomers te laten dalen over een groter trajekt dan nu in de peilbesluiten wordt toegestaan. De daling van het slootpeil is dan het gevolg van de grote verdamping en geringe neerslag in die periode. Dit zal enige negatieve effecten hebben, zoals extra klink en oxydatie, die echter gedeeltelijk kunnen worden ondervangen door ook hogere peilen toe te laten als vorm van waterretentie (zie ook de volgende paragraaf). Eventueel kan dit per peilgebied (deel-polder) verschillen.

5.2. VERGROTING VAN HET AANBOD: WATERRETENTIE.

Om het neerslagoverschot in de zomer voor de gehele Krimpenerwaard te compenseren is ongeveer 20 miljoen m^3 water nodig. Waterretentie zou in principe op verschillende kunnen plaatsvinden: in de bodem, in bestaande of extra te graven watergangen of in een bassin.

Door de hoge voorjaarsgrondwaterstanden en de geringe doorlatendheid van het veen moet het vrijwel uitgesloten worden geacht dat een aanzienlijke hoeveelheid water in de bodem kan worden opgeslagen door in het voorjaar de peilen vervroegd op te zetten. Dit zou bij een regenbui onmiddellijk leiden tot inundatie, hetgeen met landbouwkundig gebruik niet in overeenstemming valt te brengen. Reeds nu vindt regelmatig afvoer van regenwater langs het oppervlak plaats, door de geringe doorlatendheid van de bodem. Dit leidt ook tot afspoeling van mest. 's Zomers is het neerslagoverschot negatief, waardoor de waterstand in de percelen alleen maar daalt.
Opslag van water in de bodem kan in de landbouwkundig gebruikte gebieden dan ook vrijwel geen bijdrage leveren aan waterretentie.
In natuurgebieden, die waterhuishoudkundig worden geïsoleerd, kan inundatie in het voorjaar wel worden getolereerd. Indien dergelijke gebieden een volledig eigen waterhuishouding zouden krijgen door ze te omdijken en de watergangen grotendeels te dempen of af te sluiten van het hoofdwatergangennet zou daar enige retentie kunnen worden gerealiseerd. Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen gedeelten van de waard, waarin kwel een bijdrage aan de waterbalans levert, en gedeelten waarin dit niet optreedt.

In het laatste geval zou bij een neerslagoverschot in de orde van grootte van 20 tot 25 cm waterschijf op jaarbasis gestreefd kunnen worden naar een inundatieperiode vanaf december tot ongeveer april, mei. De inundatiediepte zal dan naar schatting minder zijn dan 15 cm en de laagste grondwaterstand in de nazomer kan zich 20 cm beneden maaiveld bevinden. Het retentiewater is slechts voldoende voor het geïsoleerde natuurgebied zelf.
Door niet te schonen kan men de sloten laten verlanden. Hierdoor wordt de afwatering verder vertraagd. Bij een langdurige handhaving van een dergelijk op retentie gericht waterregime zou zich een veenvegetatie kunnen ontwikkelen die boven het grondwaterpeil uitgroeit en met de grootte van een eigen interne regenwaterbel fluktueert: een zogenaamd ademend hoogveen. De mate van drooglegging neemt daarbij af, omdat het veen daalt met het dalende grondwater, zodat grondwaterstanden dieper dan 5 à 10 cm beneden maaiveld nauwelijks meer voor zullen komen. De bodem blijft in dat geval volledig met water verzadigd waardoor geen oxydatie van betekenis meer zal optreden.
De te handhaven peilen zouden met de voortschrijdende maaiveldverhoging mee moeten stijgen, maar vermoedelijk gaat deze zeer langzaam. Het is voor de veenontwikkeling gewenst dat zich binnen het gebied een regenwaterlens ontwikkelt (De Waal, 1987). Dit betekent dat voor de lokatiekeuze van dergelijke natuurenclaves binnen de Krimpenerwaard grote aaneengesloten oppervlakken gereserveerd zouden moeten worden in een zone waar in ieder geval geen inzijging van betekenis optreedt. In concreto wil dit zeggen in het centrale deel van de Krimpenerwaard. In het noorden zou het verlies door inzijging naar de Zuidplaspolder inlaat van polderwater noodzakelijk kunnen maken.
In gedeelten van de waard waarin kwel een aanzienlijke bijdrage levert aan de waterbalans in de bodem, zoals langs de Lek het geval is, kan ook water worden vastgehouden. Het zal daar een mengwatertype betreffen van regenwater met grondwater.
Het is voor de overbrugging van de zomerse droogteperiode essentieel dat de kwel ook 's zomers voldoende intens is, opdat geen grondwaterstandsdaling zal optreden of gebiedsvreemd water behoeft te worden ingelaten. De natuurontwikkeling in een dergelijke kwelzone zal kunnen leiden tot het ontstaan van kwelvenen of vergelijkbare moerasstroken.

Het hier gestelde impliceert dat retentie van gebiedseigen water in de bodem alleen mogelijk is in delen met een natuurfunktie zonder meer. Daarvoor zal door maatregelen in de ruimtelijke ordeningssfeer een adequate ruimtelijke struktuur moeten worden geschapen. De grootschalige natuurgebieden moeten dan in ieder geval geïsoleerd worden van de polderwateren met hun hoge interne nutriëntenbelasting, alsook van de inlaat van gebiedsvreemd water. Met andere woorden: een grootschalige scheiding van funkties zal noodzakelijk zijn. Er kunnen daarbij zowel 'kwelveen'-achtige natuurgebieden ontstaan, als 'hoogveen'-achtige vegetaties.
Daarnaast kunnen in het landbouwgebied verweven natuurwaarden worden gerealiseerd langs slootkanten en dergelijke (Melman & Van der Linden, 1988; Van Herwaarden, 1988). Hiervoor is een algehele verbetering van de waterkwaliteit wel noodzakelijk. Daarbij kunnen eventueel helofytenfilters worden ingezet (Duel & Saris, 1986; Meuleman, 1987).

Retentie van water in bestaande oppervlaktewateren kan in het landbouwgebied evenmin tot een volledige leniging van tekorten in de zomer leiden. Momenteel bestaat reeds ruim 20 % van het oppervlak van de waard uit oppervlaktewater. Om de voor peilbeheersing benodigde extra hoeveelheid van 20 miljoen m^3 water te kunnen bergen, zou nog eens 15 % van het totale oppervlak tot oppervlaktewater moeten worden omgezet, waarbij tevens het oppompen tot een niveau boven

het huidige polderpeil noodzakelijk zou zijn. Dat betekent dat 35 tot 40 % van de waard uit water zou bestaan. Het landverlies daarbij is ongeveer 2.000 ha (mededeling Hoogheemraadschap Krimpenerwaard).

Retentie van water in bassins is de laatste retentiemogelijkheid in de Krimpenerwaard. Dit is een maatregel die grote cultuurtechnische ingrepen noodzakelijk maakt, zoals het bouwen van dijkjes, meerdere stuwen en een extra gemaal. Op deze wijze kan wel een voldoend grote watervoorraad worden aangelegd, mits het neerslagoverschot van de winterperiode grotendeels, zo niet geheel, naar dit bassin wordt gepompt. Dit vereist een forse aanpassing van de waterhuishoudkundige infrastruktuur.
Een opslagbassin zal vrij grote verliezen kennen als gevolg van extra inzijging door de grote waterdruk en een relatief hoge verdamping uit een aan de wind blootgesteld, hooggelegen bassin. Enige overdimensionering zal dan ook noodzakelijk zijn.
Door het water vrij hoog op te zetten kan met een bassin van relatief gering oppervlak worden volstaan. Daarbij zullen echter wel grote peilfluktuaties getolereerd moeten worden. Andere bezwaren vloeien voort uit de geringe draagkracht van het veen, hetgeen zeer stringente beperkingen oplegt aan de toe te stane dijkhoogten en waterretentiecapaciteit. Een hooggelegen bassin heeft grote landschappelijke gevolgen, zeker in een open landschap zoals dat van de Krimpenerwaard. Over deze landschappelijke aspekten van water in de Krimpenerwaard is door Couterier et al. (1986) gerapporteerd. Door bij het ontwerpen qua vorm aan te sluiten bij kenmerkende strukturen, zoals langgerekte, maar wel hooggelegen centrale boezemwateren, kan dit effekt worden beperkt. De kosten-effektiviteitsratio zal echter ongunstiger worden, omdat meer dijkaanleg tot minder volumevermeerdering zal leiden.
Tenslotte vormt de matige tot slechte waterkwaliteit van het polderwater een belemmering. Als niet tenminste de basiskwaliteitseisen ten aanzien van fosfaat en ammonium worden gehaald, zal opslag van het water tot ongewenste kroos- en kroosvarenbloei in het bassin leiden. Het water zal dan voor de gewenste ontwikkeling van vegetatie en aquatische levensgemeenschappen nog onvoldoende kwaliteit hebben, zoals blijkt uit een vergelijking met natuurlijke referentiewaarden voor poldersloten in veenweidegebieden (zie paragraaf 2.6 van het hoofdrapport). Het kan dan ook alleen voor de peilbeheersing in de landbouwgebieden worden gebruikt.

Alle retentiemogelijkheden samenvattend, kunnen we stellen dat retentie in de bodem alleen mogelijk is in grote aaneengesloten eenheden natuur, die waterhuishoudkundig geïsoleerd dienen te worden van de rest van de waard. Hier zal ten behoeve van een gewenste duurzame natuurontwikkeling inundatie moeten worden toegestaan opdat zich een regenwaterlens van goede kwaliteit kan ontwikkelen, danwel een door kwel gedomineerd watertype.
Retentie in oppervlaktewater kan inlaat overbodig maken bij handhaving van de huidige peilbesluiten indien een ruimtelijke claim van tenminste 15 % van het totale oppervlak van de Krimpenerwaard voor uitbreiding van het oppervlak boezemwater zou worden gehonoreerd. Dit komt overeen met ongeveer 2.000 ha.
Retentie in bassins kan op een kleiner oppervlak maar heeft nogal wat nadelen. Het betreft met name landschappelijke effekten, onzekerheden met betrekking tot de waterkwaliteit in het bassin, moeilijk te schatten effekten van zware belasting van de slappe veenondergrond en tenslotte de noodzaak tot een ingrijpende en daarmee kostbare aanpassing van de waterhuishoudkundige infrastruktuur.
Een ruimtelijk gedifferentieerde combinatie van de hier genoemde retentiemaatregelen die aansluit op de geohydrologische omstandigheden biedt goede perspektieven om inlaat volledig overbodig te maken. Wel zijn dan grootscha-

lige funktieveranderingen noodzakelijk, waarbij vooral de landbouw beperkingen zal ondervinden.

5.3. MITIGERENDE MAATREGELEN.

Uitgaande van de constatering dat een volledig stoppen van de inlaat van rivierwater uit het oogpunt van het behoud van landbouwgrond niet mogelijk zal zijn, wordt hier enige aandacht besteed aan de mogelijkheden om de negatieve effekten zo gering mogelijk te houden. Er zal daarbij geen aandacht meer worden geschonken aan de ruimtelijke isolatie van delen van de polder, omdat die in de vorige paragraaf al aan de orde zijn geweest. Dat betekent dat gekeken zal worden naar:

- fosfaat, nitraat, ammonium en kalium (de macronutriënten);
- de ionensamenstelling in vergelijking met die van het laagveengebied;
- de zware metalen en organische microverontreinigingen.

Het gehalte aan macronutriënten van het inlaatwater is momenteel nog beduidend lager dan dat van het polderwater. Dat impliceert dat daaraan op korte termijn niets behoeft te worden gemitigeerd. Na een grondige sanering van de interne bronnen van eutrofiëring kan het echter wel nodig zijn hier iets aan te doen. Daarbij moet zeker ook rekening worden gehouden met een mogelijk noodzakelijke sanering van de waterbodems in grote delen van de waard. Het is gebleken dat uit de waterbodem nog zeer langdurig fosfaat vrij kan komen, waardoor het herstel van de waterkwaliteit na sanering van de antropogene bronnen uitblijft. Daarom is ook een sanering van de waterbodems belangrijk voordat verlaging van het trofiegehalte van het inlaatwater aan de orde is. Dit wordt hier gemakshalve ook tot de sanering van interne bronnen gerekend.

Fosfaat wordt aktief gebonden aan ijzer- en aluminiumverbindingen of geincorporeerd in organisch materiaal. Het fosfaatbindend vermogen van de waterbodems in laagveengebieden is vanwege de hoeveelheid organisch materiaal relatief groot. Door de langdurig grote fosfaatbelasting in de Krimpenerwaard is de bindingscapaciteit van de waterbodem verzadigd geraakt, waardoor een grote hoeveelheid fosfaat in het oppervlaktewater beschikbaar is voor de groei van waterplanten en algen. Het is daarom zaak iedere extra toevoer van fosfaat boven datgene wat voor plantegroei noodzakelijk is, te voorkomen.
Stikstof wordt in een laagveengebied hetzij door nitrificatie en denitrificatie uit het systeem verwijderd, hetzij door de planten en algen opgenomen. In nitraatvorm vormt deze stof dan ook geen wezenlijk probleem. In lage concentraties is ammonium een belangrijke stikstofbron voor waterplanten. In hoge concentraties kan ammonium een belangrijke differentiërende werking hebben op waterplantvegetaties. De toxische werking van ammonium is afhankelijk van de temperatuur, pH en de gevoeligheid van de planten. Ook aquatische diersoorten ondervinden nadelige gevolgen van hoge ammoniumgehalten.
Van kalium is weinig bekend, behalve dat het zeer goed oplosbaar is en daardoor met waterverplaatsingen mee wordt verplaatst. Dit zal met de neerslagoverschotten uit de polder kunnen worden uitgeslagen.

Het verlagen van het fosfaatgehalte van het rivierwater kan worden gerealiseerd met behulp van technische defosfatering, hetgeen een zeer dure techniek is, of met behulp van helofytenfilters (Duel, 1986; Meuleman, 1987; Fiselier, 1987). Voor de alleen voor peilbeheer noodzakelijke waterhoeveelheden is een moeras met een oppervlak van minimaal 300 - 350 ha noodzakelijk bij een waterdiepte van 30 cm maximaal, omdat voor verbetering van de waterkwaliteit

de hydraulische belasting bij voorkeur niet meer dan 2 - 3 cm/dag zal moeten bedragen (Duel, 1986).

De macro-ionensamenstelling van het rivierwater wijkt niet al te sterk af van die van het water dat van oorsprong langs de buitenranden de Krimpenerwaard aanwezig was. Dit blijkt uit de aard van de gevormde veensoorten. In het centrale deel van de waard is echter ooit veenmosveen gevormd als gevolg van een regenwaterlensontwikkeling. In dit centrale deel betekent de aanvoer van hard, alkalien water wel een groot verschil met de oorspronkelijke toestand. Ontharding is echter een ingreep die alleen te verantwoorden valt als belangrijke natuurwaarden dienen te worden beschermd. In de vorige paragraaf is echter aangegeven dat dit centrale deel van de waard van wateraanvoer zou kunnen worden gevrijwaard, waardoor de natuurwaarden op een goedkopere en duurzamere wijze kunnen worden beschermd, namelijk door de hernieuwde vorming van een regenwaterlens.

De belasting met toxische stoffen, zoals organische micro-verontreinigingen en zware metalen vormt een van de meest onzekere faktoren bij waterinlaat. Weliswaar wordt de waterkwaliteit van de Rijn bij Lobith continu gecontroleerd, maar dit heeft voornamelijk tot doel de drinkwatervoorziening te beschermen. Inlaat ten behoeve van peilbeheer wordt niet afhankelijk gesteld van de Rijnwaterkwaliteit op een bepaald ogenblik.
Bij de inlaatpunten blijken de waterbodems sterk verontreinigd. Dit is een gevolg van het feit dat vooral de zware metalen aan het zwevende slib zijn gebonden (Rijkswaterstaat, 1985). In mindere mate geldt dit ook voor de organische micro-verontreinigingen, hoewel vele hiervan ook in water oplosbaar zijn en daardoor zeer mobiel. Het verontreinigde slib nu slaat neer bij een daling van de stroomsnelheid, dat wil zeggen vlak achter de inlaatpunten. Het kan worden opgevangen door de stroomsnelheid kunstmatig zeer sterk te verlagen met behulp van een slibvang. Een slibvang moet wel geregeld worden leeggebaggerd.
Met een dergelijk bezinkbassin kunnen zware metalen voor naar schatting 80 tot 90 % uit het inlaatwater worden verwijderd. Organische microverontreinigingen zullen in veel geringere mate worden weggezuiverd, omdat deze aan het lichtere organische slib zijn gebonden.

Samenvattend kan gesteld worden dat mitigerende maatregelen vooral gericht zullen moeten zijn op het tegengaan van de verspreiding van toxische stoffen. Daarnaast is de verlaging van het fosfaatgehalte een voor de toekomst belangrijke maatregel, die voortvloeit uit de geringe reversibiliteit van verzadiging met fosfaat. De ionensamenstelling van het inlaatwater vormt geen struikelblok, mits voor een goede ruimtelijke isolatie van gevoelige en kwetsbare natuurgebieden wordt gezorgd. Dit kan door een grootschalige ruimtelijke scheiding van funkties (zie paragraaf 5.2.).
Als maatregel kan vooral worden gedacht aan een slibvang ter voorkoming van de verspreiding van toxische stoffen in combinatie met een helofytenfilter ter verlaging van het fosfaatgehalte. Deze voorzuivering dient bij het inlaatpunt te worden gesitueerd.

5.4. COMPENSERENDE MAATREGELEN

Compenserende maatregelen zouden aan de orde zijn als een groot verlies aan natuurwaarden zou optreden door waterinlaat. Daarom wordt op deze noodmaatregel niet uitgebreid ingegaan.

Wel wordt gewezen op de goede mogelijkheden natuurwaarden in het agrarisch cultuurlandschap te vergroten door een aangepast slootkantbeheer in combinatie met een zorgvuldiger omgaan met kunstmest. De door Melman en Van der Linden (1987; 1988) beschreven mogelijkheden hiertoe leiden niet alleen tot een geringere interne belasting met trofiërende stoffen door de verspilling van kunstmest te verkleinen, maar kunnen tevens tot een soortenrijkere slootkantvegetatie leiden die bijdraagt aan de interne zuivering van het slootsysteem ten aanzien van vooral stikstof. In een dergelijk geval staan de helofyten niet in een geconditioneerde omgeving, maar dragen langs de kant van de sloot wel bij aan de waterzuivering.

6. CONCLUSIES EN DISCUSSIE.

De Krimpenerwaard is een voorbeeld van een gebied waar reeds zeer lang gebiedsvreemd water een rol speelt. Men kan zelfs stellen dat de geologische opbouw van het gebied voor een groot deel aan dit gebiedsvreemde water te danken is. Met uitzondering van het centrale deel van de waard, waarin hoogveen is ontwikkeld in een regenwaterlens, zijn de veensoorten in de Krimpenerwaard typerend voor relatief hard, ionenrijk water, zoals dat ook nu nog door de Rijn wordt aangevoerd.

Plannen om de inlaat te vergroten ten behoeve van het waterkwaliteitsbeheer worden door ons afgekeurd, omdat ze enerzijds een strukturele oplossing kunnen frustreren door uitstel van interne sanering mogelijk te maken, en anderzijds een zo duidelijk voorbeeld van symptoombestrijding zijn dat de geloofwaardigheid van het waterkwaliteitsbeheer teloor zou kunnen gaan. Verder zijn er nog diverse milieuhygienische en economische bezwaren tegen doorspoeling, zoals verwoord in paragraaf 4.2.

De inlaat van water ten behoeve van het peilbeheer, zoals dat momenteel plaatsvindt, moet worden beschouwd tegen het licht van eventuele droogteschade in de vorm van klink en oxydatie, indien waterstandsdalingen zouden worden getolereerd. Dit betekent de keuze tussen extra klink of water inlaten. Deze keuze geldt overigens alleen voor het landbouwkundig te gebruiken deel van de waard.

In het centrale deel kunnen natuur-enclaves worden gerealiseerd die, gevrijwaard van inlaatwater, een hernieuwde veenontwikkeling zouden kunnen doormaken. Hiertoe moeten deze enclaves hydrologisch geïsoleerd worden en 's winters geïnundeerd om voldoende water te kunnen vasthouden voor het droge seizoen. Er kunnen dan regenwaterlenzen en bijgevolg zeer voedselarme milieus ontstaan.
Langs de zuidoost rand van de waard levert kwel mogelijk een voldoende bijdrage aan de waterbalans om verdroging te voorkomen. Ook langs deze rand is natuurontwikkeling zonder inlaat mogelijk, waarbij venen met kwelwaterachtige karakteristiek kunnen ontstaan.

De inlaat van water heeft gezien de waterkwaliteit van het inlaatwater als voornaamste bezwaar het hoge gehalte vermestende en toxische stoffen. Deze kunnen voor een deel met behulp van een slibvang en een helofytenfilter worden weggefilterd. Er zal dan wel een slibdepot beschikbaar moeten zijn voor het geregeld te verwijderen verontreinigde slib.

De eindconclusie voor dit laagveengebied luidt dan ook:

- waterinlaat: ja, maar niet meer dan nodig voor het peilbeheer in het landbouw- en bebouwde gebied en gelijktijdig:
- waterinlaat: nee, in grootschalige natuurgebieden of met dat doel te ontwikkelen gebieden (kwelzone langs de Lek en hydrologisch te isoleren middengebied).

LITERATUUR.

Beltman, B., H. Duel, M. van der Bie, E. Otten, G. Rauwenhorst, 1988.
Ecohydrologie in polders: het Noorderpark. Landschap 5(3): 152-169.

Bloemendaal F.H.J.L., J.G.M. Roelofs (red.), 1988.
Waterplanten en waterkwaliteit. KNNV, Utrecht.

Caspers H., L. Karbe, 1966.
Trophie und Saprobität als stoffwechseldynamischer Komplex. Archiv für Hydrobiologie 61(4): 453-470.

Caspers, H., L. Karbe, 1967.
Vorschläge für eine Saprobiologische Typisierung der Gewässer. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 52(2): 145-162.

Couterier, J.F., M.A. van der Haar, A.M. Langezaal-van Swaay, 1986.
De beleving van water in de Krimpenerwaard. SWNBL-rapport 6c, Utrecht.

Duel, H., 1986.
Waterzuivering door moerassystemen (macro-helofytenfilters) ten behoeve van de drinkwaterwinning. SCMO-TNO, Delft.

Duel, H., F.J.A. Saris, 1986.
Waterzuivering door macro-helofytenfilters. Landschap 4 (3): 295-305.

Fiselier, J.L., 1987.
Meerbegeleidende moerassen voor waterzuivering en natuurontwikkeling. CML-mededelingen 30, Leiden.

Ganswijk, A.J. van, F.A.M. Claessen, G. Veenbaas, 1988.
Een leidraad voor de hydrologische systeembeschrijving van natuurgebieden. SWNBL-rapport 4f, Utrecht.

Gogh, W.G. van, 1988.
Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in Nederland 1987. DBW/RIZA, Lelystad.

Haartsen A.J., S.R.J. Jansen, H.J.S.M. Vissers, 1986.
Herinrichting Krimpenerwaard. Advies natuur, landschap en cultuurhistorie. Natuurwetenschappelijke Commissie, Utrecht.

Heidemij, 1985.
Vegetatiekartering Krimpenerwaard, Arnhem.

Herwaarden, G.J. van, 1988.
Natuurtechnische mogelijkheden voor landinrichtingsprojecten, deel 5: Sloten en vaarten. Mededelingen Landinrichtingsdienst 186, Utrecht.

Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, 1987.
Jaarverslag waterkwantiteit 1987, Krimpen aan de IJssel.

Jongh, J. de, K.R. de Poel, O. Vaessen, W. Vos, 1987.
Water en landschap in het veenweidegebied: de Krimpenerwaard. SWNBL-rapport 6b, Utrecht.

Klijn, F., 1988.
Milieubeheergebieden. CML-mededelingen 37, Leiden.

Melman, Th.C.P., J. van der Linden 1987.
Te veel kunstmest in de sloot, te weinig op de perceelsrand. Boerderij/ Veehouderij, 1987 (72): 16-17.

Melman, Th.C.P., J. van der Linden 1988.
Kunstmeststrooien en natuurgericht slootkantbeheer.
Landinrichting 1988/ 28 1: 37-43.

Meuleman, A., 1987.
Waterkwaliteitsverbetering door helofytenfilters. Een studie naar de toepassingsmogelijkheden van helofytenfilters in de Krimpenerwaard. SCMO-TNO, Delft.

PPD Zuid-Holland, 1985.
Derde streekplanuitwerking Zuid-Holland-Oost: de Krimpenerwaard. Provinciale Planologische Dienst (PPD), Den Haag.

Provinciale Staten van Zuid-Holland, 1987.
Streekplan Zuid-Holland-Oost. Beschrijving.
Rijkswaterstaat (Directie Benedenrivieren), 1985.
Identificatie baggerspecie Benedenrivierengebied. 16 pp.
Schoumans, O.F., R.W. de Waal, A. Breeuwsma, 1988.
Risicogebieden voor fosfaatuitspoeling in Zuid-Holland. Bodemchemisch onderzoek naar de invloed van fosfaatbemesting en -binding in landbouwgebieden. Stiboka, rapport 1978, Wageningen.
Vogelwerkgroep Avifauna West-Nederland, 1981.
Randstad en broedvogels, Tilburg.
Waal, R.W. de, 1987.
Simulatie van vochtleverantie in de natuurgebieden Tondensche Heide en Veerstalblok. SWNBL-rapport 8b, Utrecht.
Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden, 1986.
Jaarverslag 1985. Technische gegevens: waterkwaliteit en zuiveringstechnische werken, Dordrecht.

TWENTE

BIJLAGE VI

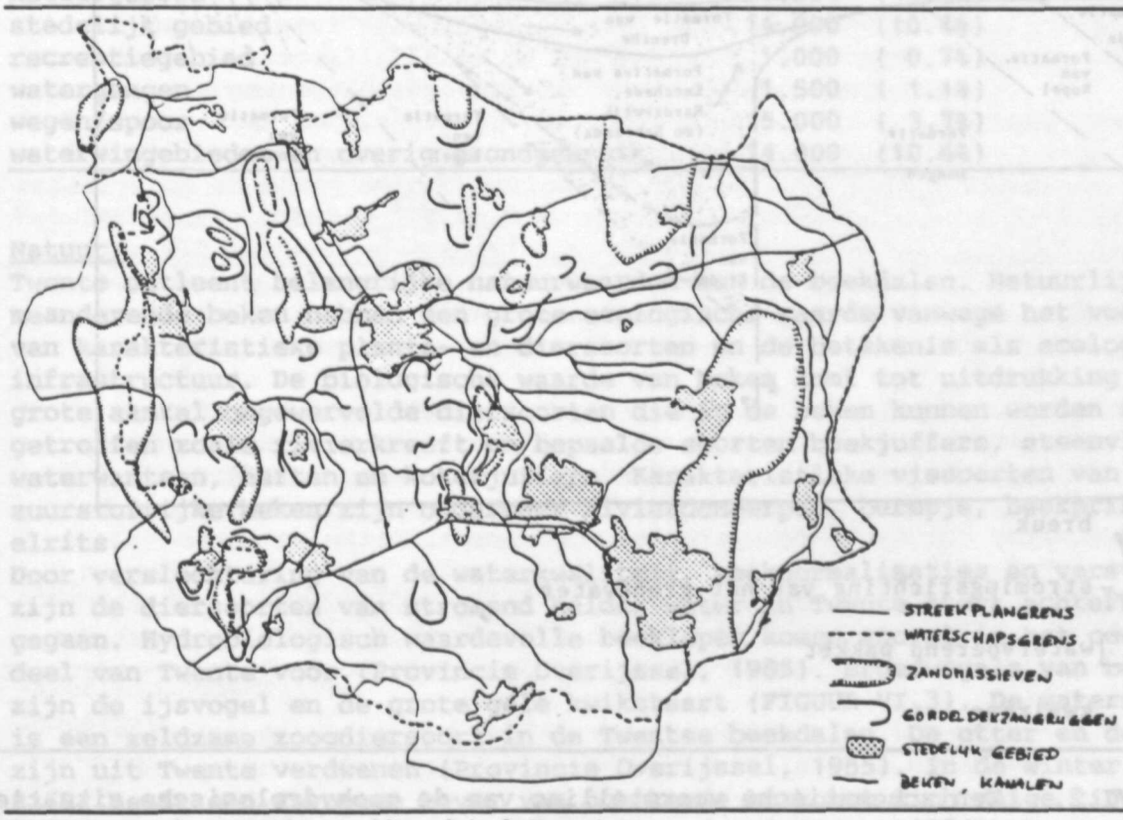
TWENTE

1. GEBIEDSBESCHRIJVING.

Twente maakt deel uit van het oostelijk zandgebied. Voor de begrenzing van het studiegebied is gekozen voor de begrenzing van het beheersgebied van het waterschap Regge en Dinkel (FIGUUR VI.1), dat vrijwel geheel samenvalt met de regio Twente. Het studiegebied is ongeveer 135.000 ha groot.

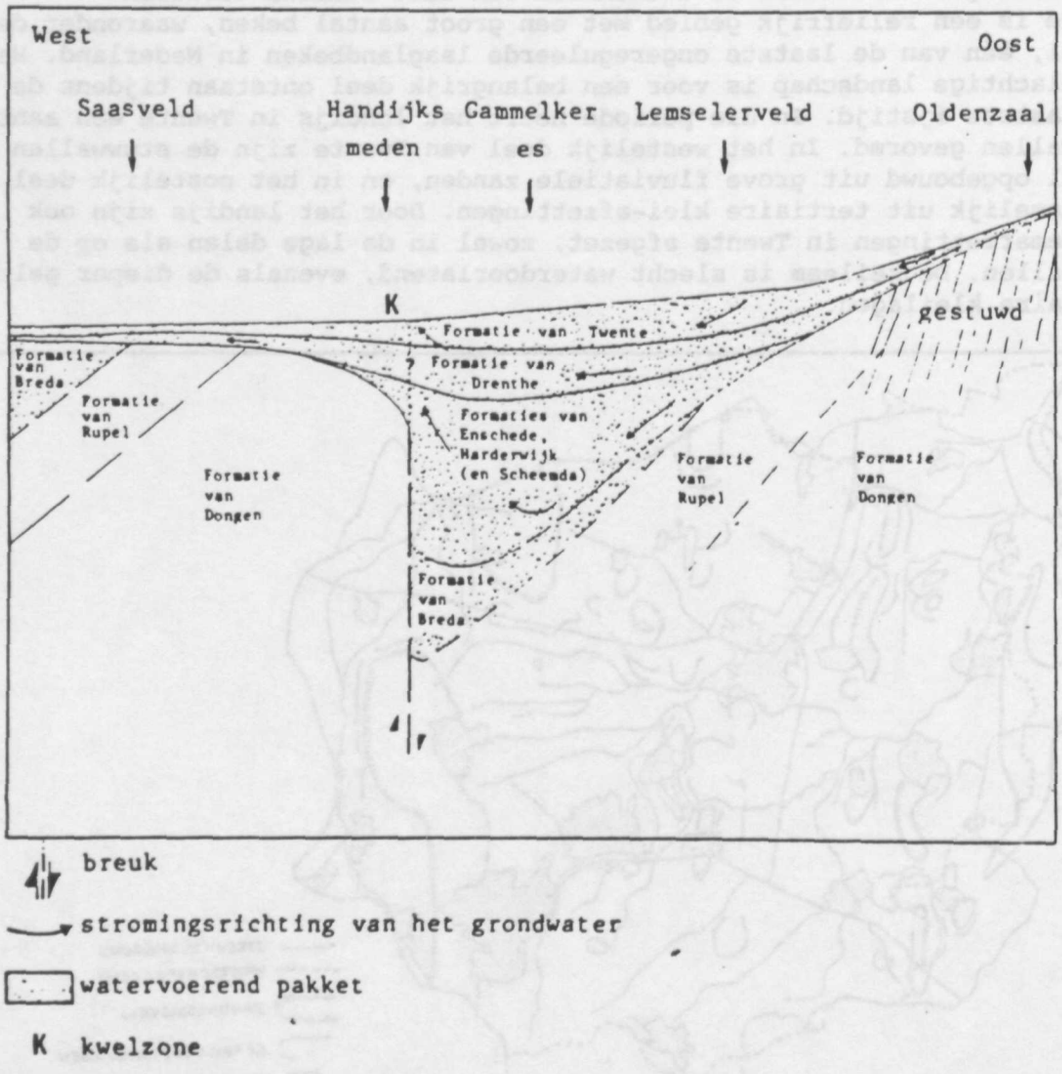
Geomorfologie en hydrologie.

De bodemopbouw en geohydrologische situatie van Twente zijn vanwege de complexiteit alleen in grote lijnen bekend. Momenteel vindt er onderzoek plaats naar de geologie en geohydrologie van Twente. Dit onderzoek wordt verricht door de rijksgeologische Dienst respektievelijk de Dienst Grondwaterverkenning van TNO. Voor een meer gedetailleerd beeld van de geologie en geohydrologie wordt naar de uitkomsten van deze studies verwezen.
Twente is een reliëfrijk gebied met een groot aantal beken, waaronder de Dinkel, één van de laatste ongereguleerde laaglandbeken in Nederland. Het heuvelachtige landschap is voor een belangrijk deel ontstaan tijdens de voorlaatste ijstijd. In die periode heeft het landijs in Twente een aantal stuwwallen gevormd. In het westelijk deel van Twente zijn de stuwwallen vooral opgebouwd uit grove fluviatiele zanden, en in het oostelijk deel voornamelijk uit tertiaire klei-afzettingen. Door het landijs zijn ook keileemafzettingen in Twente afgezet, zowel in de lage delen als op de stuwwallen. De keileem is slecht waterdoorlatend, evenals de dieper gelegen tertiaire kleilagen.



FIGUUR VI.1. Het studiegebied Twente.

Tijdens de laatste ijstijd werd veel zand en grind verplaatst en ontstonden door erosie onderbrekingen in de keileemlaag. Aan het eind van die ijstijd werd op veel plaatsen een laag dekzand afgezet. In veel beekdalen is de dekzandlaag later weggeërodeerd. In de beekdalen komen plaatselijk klei- en veenlenzen voor (Geerlink & Witteveen, 1988). Aan de voet van de stuwwallen en dekzandruggen en in de relatief vlakke gebieden heeft zich na de laatste ijstijd veen kunnen vormen door het optreden van kwel of door stagnerende afvoer van beken.
In een groot deel van Twente wordt slechts één watervoerend pakket onderscheiden (FIGUUR VI.2). Het watervoerend pakket wordt gevoed door infiltratie van neerslagwater op de stuwwallen en dekzandruggen. Door de aanwezigheid van de tertiaire kleilagen en de keileemafzettingen zijn de grondwaterstromen in het oostelijk stuwwallencomplex ondiep.
Aan de voet van de stuwwallen en dekzandruggen kan kwel optreden, evenals in de beekdalen. Verder kan in de lager gelegen gebieden kwel optreden op plaatsen waar het watervoerend pakket door de ondiepe ligging van de ondoorlatende lagen dun is.



FIGUUR VI.2. Een schematische voorstelling van de geohydrologische situatie in Twente.

Landschapsbeeld en bodemgebruik.

De invloed van de mens op het Twentse landschap leidde in eerste instantie tot ruimtelijke differentiatie. Door het agrarisch gebruik dat nauw samenhing met de aanwezige bodemgesteldheid, het reliëf en de waterhuishouding, ontstonden heidevelden, hooilanden, weiden en essen. Deze landschapselementen vormden samen met de bossen, beekbegeleidende broekbossen, hagen en struwelen een kleinschalig landschap, waaraan door de aanwezige gradiënten een grote natuurlijke en landschappelijke waarde wordt toegekend. Deze situatie bleef in Twente tot aan de dertiger jaren grotendeels in stand maar is daarna met de intensivering van de landbouw ingrijpend veranderd.
In Twente is ongeveer 60% van het oppervlak in gebruik als landbouwgrond, met name als grasland (TABEL VI.1). Veel veehouderijbedrijven hebben een deel van hun cultuurgrond voor voedermais in gebruik. In de periode 1979-1981 was het areaal maisakkers toegenomen van ruim 2.000 ha naar ruim 11.000 ha (Provincie Overijssel, 1985). Door overheidsmaatregelen (zoals superheffing) is de rundveestapel de laatste jaren in Twente met 25% ingekrompen, waardoor voor de komende jaren geen aanzienlijke uitbreiding van de snijmaisteelt wordt verwacht (mededeling Waterschap Regge & Dinkel).

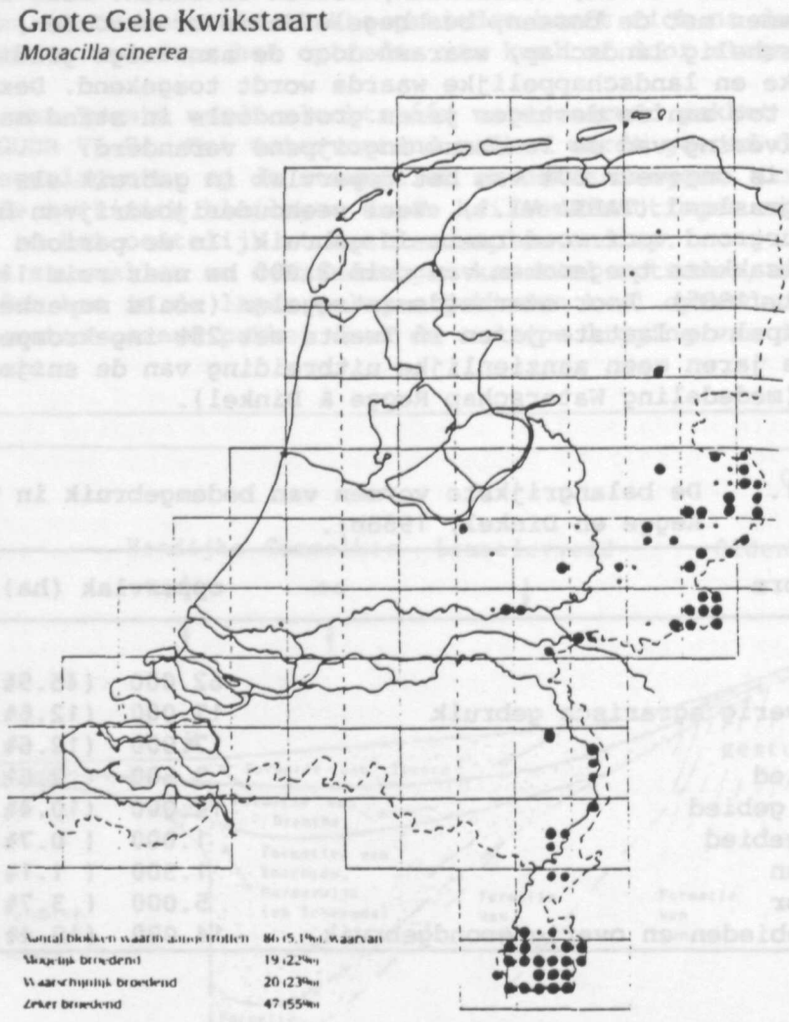
TABEL VI.1. De belangrijkste vormen van bodemgebruik in Twente (Waterschap Regge en Dinkel, 1988b).

gebruiksvorm	oppervlak (ha)	
grasland	62.000	(45.9%)
mais en overig agrarisch gebruik	17.000	(12.6%)
bos	17.000	(12.6%)
natuurgebied	3.500	(2.6%)
stedelijk gebied	14.000	(10.4%)
recreatiegebied	1.000	(0.7%)
watergangen	1.500	(1.1%)
wegen/spoor	5.000	(3.7%)
waterwingebieden en overig grondgebruik	14.000	(10.4%)

Natuur.

Twente ontleent belangrijke natuurwaarden aan de beekdalen. Natuurlijke, meanderende beken hebben een grote ecologische waarde vanwege het voorkomen van karakteristieke plante- en diersoorten en de betekenis als ecologische infrastructuur. De biologische waarde van beken komt tot uitdrukking in het grote aantal ongewervelde diersoorten die in de beken kunnen worden aangetroffen zoals rivierkreeft en bepaalde soorten beekjuffers, steenvliegen, waterwantsen, haften en kokerjuffers. Karakteristieke vissoorten van zuurstofrijke beken zijn ondermeer rivierdonderpad, bermpje, beekprik en elrits.
Door verslechtering van de waterkwaliteit, beeknormalisaties en verstuwing zijn de diersoorten van stromend helder water in Twente sterk achteruit gegaan. Hydrobiologisch waardevolle beeklopen komen vooral in het oostelijk deel van Twente voor (Provincie Overijssel, 1985). Broedvogels van beekoevers zijn de ijsvogel en de grote gele kwikstaart (FIGUUR VI.3). De waterspitsmuis is een zeldzame zoogdiersoort in de Twentse beekdalen. De otter en de das zijn uit Twente verdwenen (Provincie Overijssel, 1985). In de winter van 83/84 heeft een Europese bever van onbekende herkomst zich enige tijd in het dal van de Hegebeek kunnen handhaven (Van der Ouderaa, 1984). Vroeger maakten

de Twentse beekdalen deel uit van het verspreidingsgebied van deze soort (Van Wijngaarden, 1966).



FIGUUR VI.3. Het voorkomen van de grote gele kwikstaart in Twente.

Bronvegetaties worden in Twente vooral op de stuwwal van Ootmarsum en Oldenzaal-Enschede aangetroffen. Karakteristieke vegetatietypen in de beekdalen zijn verder de beekbegeleidende bossen, blauwgraslanden en natte beekdalgraslanden.
Door ontwatering van de landbouwgronden, beeknormalisatie en waterverontreiniging zijn de natuur- en landschapswaarden van de beekdalen in Twente sterk achteruitgegaan. Momenteel liggen de biologisch en geomorfologisch waardevolle beken voornamelijk in het noordoostelijk deel van het stroomgebied van de Regge en in het stroomgebied van de Dinkel, waaronder de Dinkel zelf.
Verder ontleent Twente belangrijke natuurwaarden aan schraalgraslanden in kwelgebieden langs de stuwwallen en aan heidevelden, oude boscomplexen, houtwallen en drinkpoelen.

2. DE WATERHUISHOUDING.

2.1. INLEIDING.

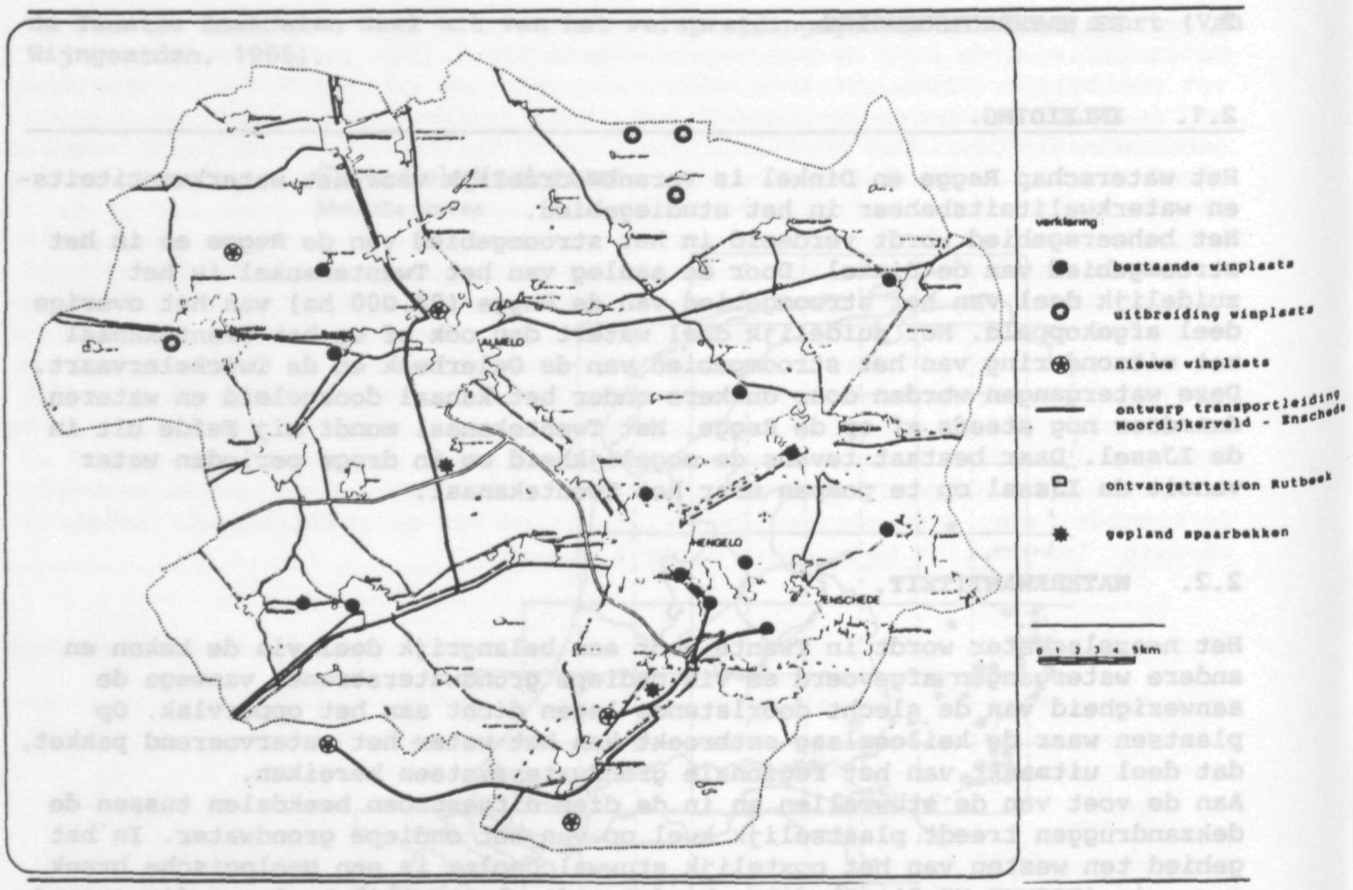
Het waterschap Regge en Dinkel is verantwoordelijk voor het waterkwantiteits- en waterkwaliteitsbeheer in het studiegebied.
Het beheersgebied wordt verdeeld in het stroomgebied van de Regge en in het stroomgebied van de Dinkel. Door de aanleg van het Twentekanaal is het zuidelijk deel van het stroomgebied van de Regge (24.000 ha) van het overige deel afgekoppeld. Het zuidelijk deel watert dan ook af op het Twentekanaal met uitzondering van het stroomgebied van de Oelerbeek en de Twickelervaart. Deze watergangen worden door duikers onder het kanaal doorgeleid en wateren daardoor nog steeds af op de Regge. Het Twentekanaal mondt bij Eefde uit in de IJssel. Daar bestaat tevens de mogelijkheid om in droge perioden water vanuit de IJssel op te pompen naar het Twentekanaal.

2.2. WATERKWANTITEIT.

Het neerslagwater wordt in Twente voor een belangrijk deel via de beken en andere watergangen afgevoerd en via ondiepe grondwaterstromen vanwege de aanwezigheid van de slecht doorlatende lagen dicht aan het oppervlak. Op plaatsen waar de keileemlaag ontbreekt kan het water het watervoerend pakket, dat deel uitmaakt van het regionale grondwatersysteem bereiken.
Aan de voet van de stuwwallen en in de diep uitgesneden beekdalen tussen de dekzandruggen treedt plaatselijk kwel op van het ondiepe grondwater. In het gebied ten westen van het oostelijk stuwwalcomplex is een geologische breuk aanwezig (FIGUUR VI.2). In dit gebied treedt plaatselijk kwel van diep grondwater op. Het gaat hierbij om water dat op de stuwwallen is geïnfiltreerd.
In perioden met veel neerslag zijn veel gronden plasdras en vindt er oppervlakkige afspoeling naar de beken plaats. De beken in Twente worden voornamelijk gevoed door neerslagwater en lokaal kwelwater.
In Twente vinden onttrekkingen van grondwater plaats ten behoeve van drink- en industriewatervoorziening (TABEL VI.2). De waterwinplaatsen zijn voornamelijk op en nabij de stuwwallen gelegen (FIGUUR VI.4). Bovendien wordt in het Lonnekerveld nabij Enschede voor waterwinningsdoeleinden jaarlijks ongeveer 6.5 miljoen m^3 oppervlaktewater uit het Twentekanaal geïnfiltreerd.
Voor beregening van landbouwgewassen in droge perioden wordt zowel grondwater als oppervlaktewater gebruikt. Momenteel kan ongeveer 2140 ha worden beregend met grondwater en ongeveer 1680 ha met oppervlaktewater (Waterschap Regge & Dinkel, 1988b).
In de omgeving van Goor vindt inlaat van water uit het Twentekanaal plaats ten behoeve van de landbouwwatervoorziening. Het gaat hierbij om een gebied van ongeveer 1200 ha. Ten noorden van Almelo wordt in droge perioden een gebied van enkele honderden ha voorzien van gebiedseigen water.

TABEL VI.2. Grondwateronttrekkingen in 1983 in Twente. Winningshoeveelheden in miljoen m^3 (Waterschap Regge & Dinkel, 1988).

Waterleidingbedrijven	32.9
Industrie	5.1
Landbouw	0.9
Overig	2.1
totaal	41.0



FIGUUR VI.4. Waterwinplaatsen in Twente (gewijzigd naar Provincie Overijssel, 1986).

2.3. WATERKWALITEIT.

In een groot aantal watergangen worden hoge ammonium-, nitraat- en fosfaat-concentraties aangetroffen, zoals in de Bornsebeek, de Gammelkerbeek en de Boekelerbeek (TABEL VI.3). De belangrijkste bronnen van deze verontreiniging zijn de landbouw en de RWZI's. De invloed van de landbouw en RWZI's op de waterkwaliteit van de watergangen is ook merkbaar aan het chloridegehalte. De bijdrage van RWZI's aan de fosfaat- en stikstofbelasting van de beken en watergangen kan worden geillustreerd aan de hand van de concentraties in het effluent: het fosfaatgehalte was in 1986 gemiddeld 9.1 mg P/l, het ammonium-gehalte 10.8 mg N/l en het nitraatgehalte 7.0 mg N/l (Waterschap Regge & Dinkel, 1987). In FIGUUR VI.5 is aangegeven waar effluentlozingen van RWZI's op de watergangen plaatsvinden.
Beken en beekdelen die geen effluenten van RWZI's ontvangen hebben veelal een goede waterkwaliteit. Dergelijke beken zijn ondermeer de Deurningerbeek, de Mosbeek en de Ruenbergerbeek. Ook de samenstelling van de macrofauna in die beken wijst op een goede waterkwaliteit (Waterschap Regge & Dinkel, 1987; 1988a).
Het Twentekanaal bevat water afkomstig uit gebieden die op het kanaal afwateren en water dat uit de IJssel wordt opgemalen. In natte perioden wordt de kwaliteit van het Twentekanaalwater relatief sterk beinvloed door de kwaliteit van het water uit de afwateringsgebieden. In droge perioden wordt de kwaliteit van het kanaalwater in belangrijke mate bepaald door het

opgepompte IJsselwater. Het Twentekanaalwater wordt gekenmerkt door hoge chloridegehalten (TABEL VI.3). Ook de hardheid van water uit het Twentekanaal (8.4 mmol/l) is opvallend hoger dan van de Regge en Dinkel (2.0 - 3.0 mmol/l). Het totaal fosfaatgehalte van het Twentekanaalwater is lager dan van de Regge.
In 1986 was het onderzoek naar de aanwezigheid van micro-verontreinigingen in het oppervlaktewater beperkt tot de Beneden Regge, Beneden Dinkel en het Twentekanaal. In deze watergangen werden de basiskwaliteitsnormen voor lindaan, totaal organochloorpesticiden en PAK's overschreden. Periodiek werd de aanwezigheid van DDE, DDD, PCB-52 en endosulfan aangetoond. De basiskwaliteitsnormen voor zware metalen werden niet overschreden (Waterschap Regge en Dinkel, 1987).
In 1987 was het aantal monsterpunten uitgebreid met de Boven Regge, Boven Dinkel, Exosche Aa, Veeneleiding en Bornsebeek. De basiskwaliteitsnorm voor lindaan werd overschreden in de Beneden Regge, Beneden Dinkel, Twentekanaal, Exosche Aa en Bornsebeek en de basiskwaliteitsnorm voor PAK's in de Boven Regge. Periodiek werden in het Twentekanaal, Beneden Regge en Beneden Dinkel relatief hoge gehalten aan PAK's, PCB's en totaal organochloorpesticiden aangetroffen. In de Bornsebeek en Exosche Aa werd de basiskwaliteitsnorm voor kwik overschreden (Waterschap Regge & Dinkel, 1988a).

2.4. ONDERWATERBODEMS.

Het waterschap Regge en Dinkel is gestart met een verkennend onderzoek naar de aanwezigheid van zware metalen en organische micro-verontreinigingen in de waterbodems van een aantal beken en het Twentekanaal. Het gaat hierbij om "verdachte" lokaties. Op een groot aantal van de onderzochte lokaties is de waterbodem plaatselijk ernstig verontreinigd met kwik (overschrijding B- of C-waarde leidraad bodemsanering), zoals in de Bornsebeek, de Weezebeek, de Exosche Aa en Woolderbinnenbeek. Plaatselijk is de waterbodem ook ernstig verontreinigd met koper (Waterschap Regge & Dinkel, 1988a). De waterbodem van het Twentekanaal is lokaal verontreinigd met lindaan (mededeling van Waterschap Regge & Dinkel).

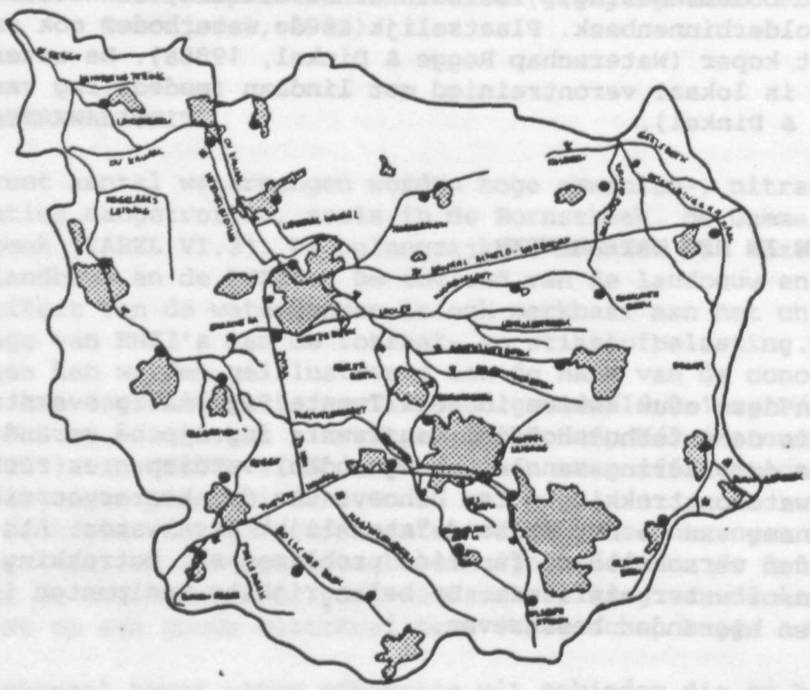
3. KNELPUNTEN IN HET WATERBEHEER.

3.1. INLEIDING.

Aan het begin van deze eeuw kwamen in heel Twente regelmatig overstromingen voor. Sindsdien is de waterhuishouding van Twente ingrijpend veranderd ondermeer door de ontwatering van landbouwgronden, verdiepen en rechttrekken van beken, grondwateronttrekkingen ten behoeve van drinkwatervoorziening en industrie en toename van de hoeveelheid "stedelijk" afvalwater. Als gevolg hiervan ondervinden verschillende funkties problemen met betrekking tot de waterkwaliteit en/of waterkwantiteit. De belangrijkste knelpunten in het waterbeheer worden hieronder beschreven.

TABEL VI.3. De waterkwaliteit van enkele wateren in Twente in 1986. De gepresenteerde waarden zijn jaargemiddelden (Waterschap Regge en Dinkel, 1987). Lokatie monsterpunten is weergegeven in FIGUUR VI.5.

	NH4-N mg/l	NO3-N mg/l	orthoP mg/l	totP mg/l	Cl mg/l	O2 %	pH
Boven Dinkel	1.3	7.5	0.76	1.11	55	66	7.6
Beneden Dinkel	1.0	6.7	0.59	0.86	69	93	7.8
Boven Regge	4.8	4.5	1.39	2.09	100	40	7.5
Midden Regge	4.5	3.8	1.84	2.85	116	50	7.3
Beneden Regge	2.6	3.3	0.67	1.30	91	73	7.5
Twentekanaal	1.0	5.1	0.17	0.34	110	67	7.6
Twentekanaal-zijtak	0.4	3.5	0.10	0.31	91	96	8.1
Almelo-Nordhornkanaal	0.5	2.5	0.12	0.22	45	81	7.5
Overijsselskanaal	0.4	2.4	0.09	0.30	66	86	8.1
Azelerbeek	4.2	5.2	0.61	1.09	106	40	7.1
Bornsebeek	14.8	4.4	4.40	4.90	199	43	7.6
Gammelkerbeek	8.7	6.7	5.14	5.50	98	70	7.5
Deurningerbeek	0.8	3.5	0.14	0.20	39	68	7.5
Hagmolenbeek	0.9	6.2	0.08	0.25	47	81	7.6
Boekelerbeek	11.5	6.1	4.47	5.00	102	57	7.4
Usselerstroom	0.5	4.7	0.07	0.16	43	71	7.1
Mosbeek	0.2	7.3	0.09	0.16	26	85	6.7
Ruenbergerbeek	0.5	6.2	0.07	0.18	52	75	7.4



FIGUUR VI.5. De lozingspunten van de RWZI's (●) en de lokatie van enkele monsterpunten (*) in het beheersgebied van het Waterschap Regge & Dinkel.

3.2. LANDBOUW.

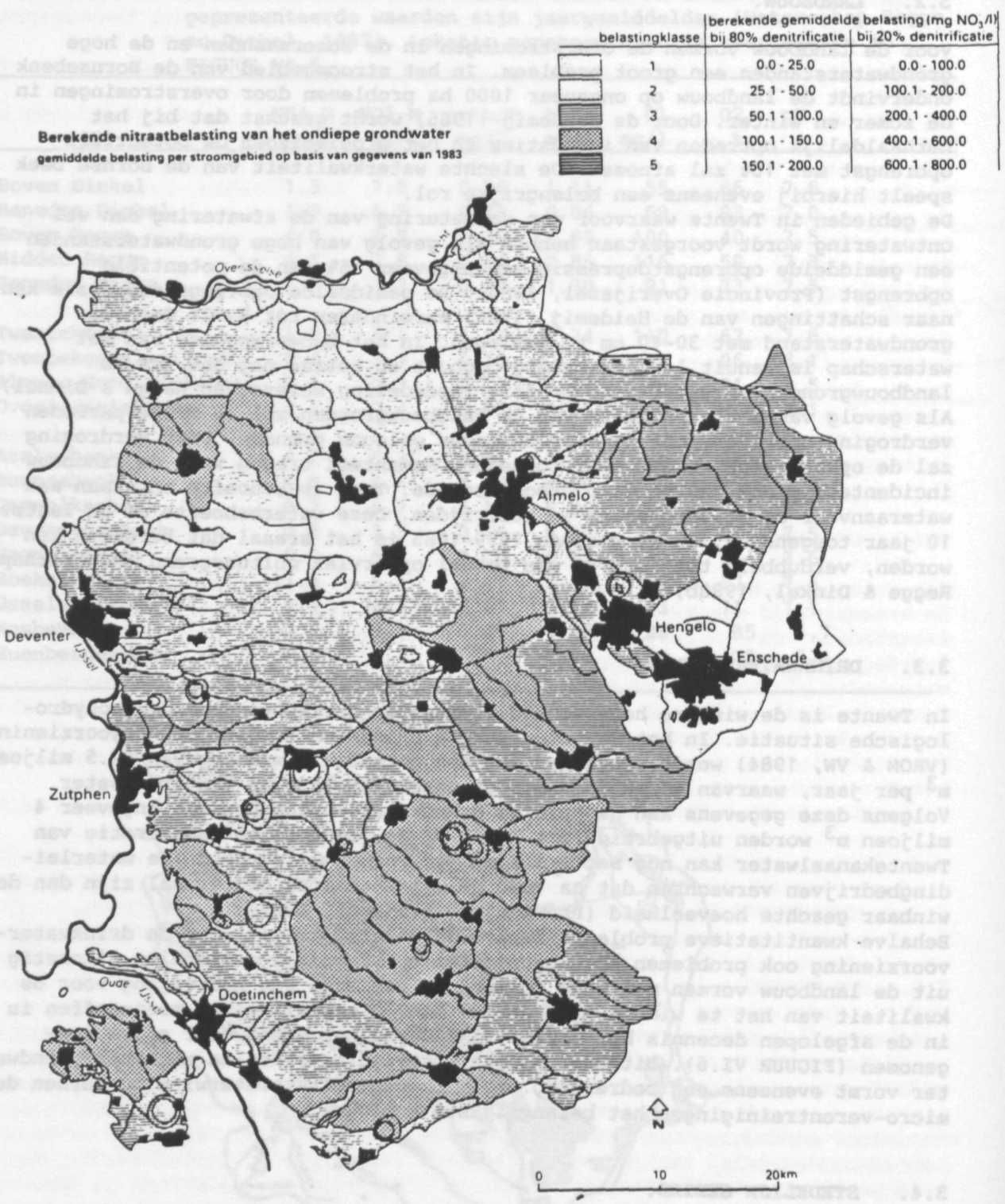
Voor de landbouw vormen de overstromingen in de zomermaanden en de hoge grondwaterstanden een groot probleem. In het stroomgebied van de Bornsebeek ondervindt de landbouw op ongeveer 1000 ha problemen door overstromingen in de zomer en winter. Door de Heidemij (1986) wordt geschat dat bij het herhaaldelijk optreden van inundaties in het groeiseizoen de potentiële opbrengst met 10% zal afnemen. De slechte waterkwaliteit van de Bornse beek speelt hierbij eveneens een belangrijke rol.
De gebieden in Twente waarvoor een verbetering van de afwatering dan wel ontwatering wordt voorgestaan hebben als gevolg van hoge grondwaterstanden een gemiddelde opbrengstdepressie van ongeveer 16% van de potentiële opbrengst (Provincie Overijssel, 1985). De gemiddelde opbrengstdepressie kan naar schattingen van de Heidemij (1986) verminderen tot 8-12% door de grondwaterstand met 30-40 cm te verlagen. In het beheersgebied van het waterschap is vanuit landbouwkundig oogpunt in totaal nog 25% van de landbouwgronden ontwateringsbehoeftig (mededeling waterschap Regge & Dinkel). Als gevolg van de ontwatering van de landbouwgronden zal in droge perioden verdroging optreden, met name op de hoger gelegen gronden. Door verdroging zal de opbrengstdepressie weer toenemen. Momenteel treden voor de landbouw incidenteel problemen op door droogteschade. Toch is behoefte ontstaan aan wateraanvoer om de verdroging te bestrijden. Deze waterbehoefte is de laatste 10 jaar toegenomen. In de periode 1979-1985 is het areaal dat beregend kan worden, verdubbeld tot ruim 4% van totaal oppervlak cultuurgrond (Waterschap Regge & Dinkel, 1988b).

3.3. DRINKWATERWINNING.

In Twente is de winbare hoeveelheid grondwater gering vanwege de geohydrologische situatie. In het Structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening (VROM & VW, 1984) wordt uitgegaan van een potentiële winning van 52.5 miljoen m^3 per jaar, waarvan 45 miljoen m^3 per jaar afkomstig is van grondwater. Volgens deze gegevens kan de huidige grondwaterwinning nog met ongeveer 4 miljoen m^3 worden uitgebreid (zie TABEL VI.2). De huidige infiltratie van Twentekanaalwater kan nog met 1 miljoen m^3 worden uitgebreid. De waterleidingbedrijven verwachten dat na 1990 de waterbehoefte groter zal zijn dan de winbaar geachte hoeveelheid (Provincie Overijssel, 1985).
Behalve kwantitatieve problemen levert de waterkwaliteit voor de drinkwatervoorziening ook problemen op. Meststoffen en bestrijdingsmiddelen afkomstig uit de landbouw vormen met name in zandige gebieden een bedreiging voor de kwaliteit van het te winnen grondwater. Door uitspoeling van meststoffen is in de afgelopen decennia het nitraatgehalte in het grondwater sterk toegenomen (FIGUUR VI.6). Uitspoeling van bestrijdingsmiddelen naar het grondwater vormt eveneens een bedreiging. Voor de oppervlaktewaterwinning vormen de micro-verontreinigingen het belangrijkste knelpunt.

3.4. STEDELIJK GEBIED.

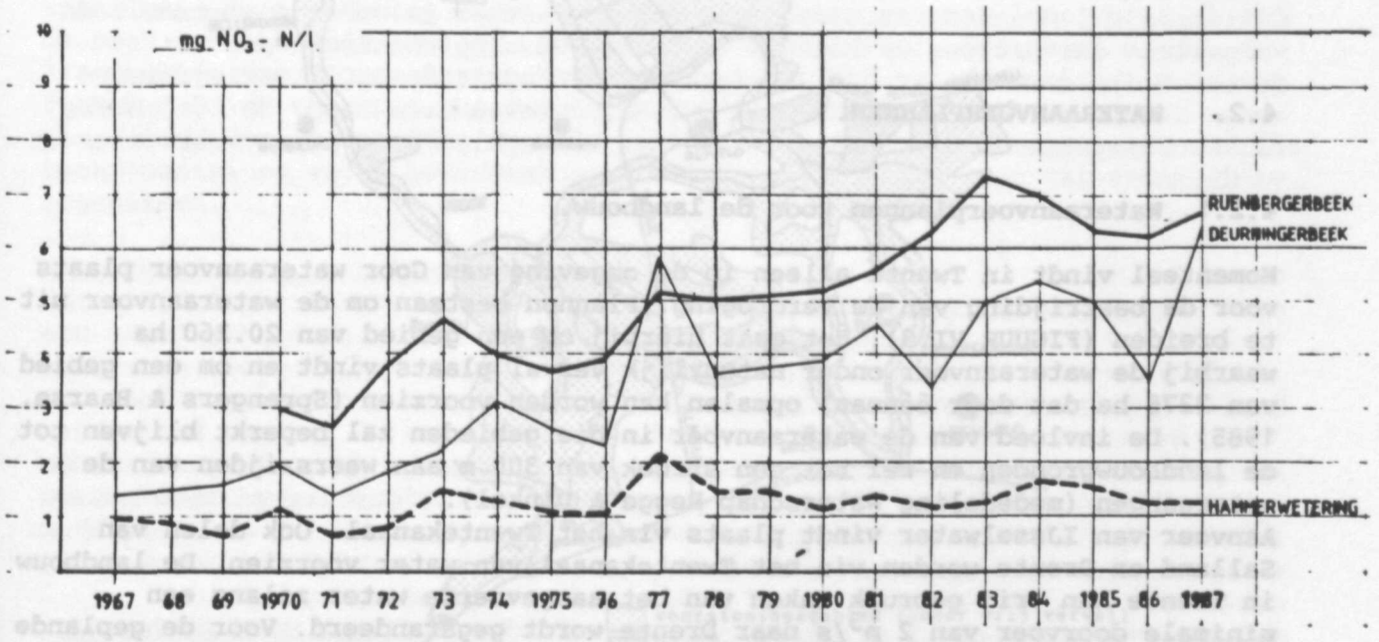
Sinds de sluiting van veel textielfabrieken is in het stedelijk gebied de grondwaterwinning ten behoeve van de industrie afgenomen. Ook het dempen van watergangen in het stedelijk gebied heeft geleid tot een stagnatie van de waterafvoer en derhalve tot grondwaterstandsverhogingen. Hierdoor kampen de steden (met name Enschede) met hoge grondwaterstanden, hetgeen periodiek resulteert in ondergelopen kelders.



FIGUUR VI.6. Berekende nitraatbelasting van het ondiepe grondwater in het oostelijk zandgebied op basis van gegevens van 1983 (Bron: Vissers et al., 1985).

3.5. NATUUR.

De verbetering van de ontwatering en afwatering van landbouwgronden, de grondwaterwinning en het verdiepen, verbreden en rechttrekken van beken hebben geleid tot verdroging. Hierdoor is in Twente tussen 1966 en 1980 naar schatting meer dan de helft van het aantal plantesoorten van vochtige en natte standplaatsen verdwenen (During, 1988). Ook de fauna van dergelijke milieus is sterk achteruitgegaan (Janssen & Van Marrewijk, 1988). De droogteschade voor de natuur als gevolg van grondwaterwinning moet hierbij niet worden onderschat. Bij Weerselo waar op een diepte van 31 - 46 m beneden het maaiveld een hoeveelheid van 1 miljoen m^3 water wordt onttrokken, is plaatselijk het grondwaterpeil gedaald met maximaal 60 cm (Janssen & Van Marrewijk, 1988). Bij het waterschap Regge & Dinkel bestaat de indruk, dat de huidige grondwaterwinning in de stuwwalcomplexen groter is dan de aanvulling van de grondwatervoorraad (mededeling Waterschap Regge & Dinkel).
Door het verdiepen en rechttrekken van beken en de aanleg van stuwen zijn veel kenmerkende organismen van beken verdwenen. Ook de verslechtering van de waterkwaliteit heeft hieraan bijgedragen. Door de landbouw en effluenten van RWZI's liggen de concentraties van ammonium, nitraat en fosfaat ruim boven de natuurlijke waarden zoals die door de CUWVO (1988) en Torenbeek (1988) zijn beschreven. Zo heeft van de 26 RWZI's in Twente momenteel alleen de RWZI van Denekamp een defosfateringstrap. Vanuit de landbouwgronden spoelen bestrijdingsmiddelen en overtollige meststoffen uit naar grond- en oppervlaktewater. In de niet-effluent ontvangende watergangen van de oostelijke stuwallen zijn de nitraatgehalten in de afgelopen 20 jaar sterk toegenomen (FIGUUR VI.7). De toename van de voedselrijkdom van het grondwater kan tot gevolg hebben dat levensgemeenschappen van voedselarme milieus worden verdrongen, zoals in kwelgebieden.



FIGUUR VI.7. De gemiddelden nitraatgehalten (in mg N/l) in de Ruenbergerbeek, Deurningerbeek en de Hammerwetering in de periode 1967-1987 (Waterschap Regge & Dinkel, 1988a).

4. PLANNEN VOOR AFVOER EN AANVOER VAN WATER.

4.1. HUIDIGE PLANNEN VOOR VERBETERING VAN DE WATERHUISHOUDING.

Door de Heidemij (1986) is een plan ontwikkeld voor de Bornsebeek om de wateroverlast voor de landbouw te verminderen door het wateroverschot snel af te voeren. De waterhuishoudige ingrepen zijn voornamelijk cultuurtechnische maatregelen, zoals het verbreden, verdiepen en rechttrekken van beken. Door de voorgestelde maatregelen zal de verdroging ernstiger vormen aannemen, waardoor de behoefte aan wateraanvoer zal toenemen. Momenteel is reeds een wateraanvoerplan ontwikkeld om de droogteschade voor de landbouw te verminderen (zie 4.2.).
De huidige plannen voor veranderingen in de waterhuishoudkundige situatie in Twente vormen een bedreiging voor een aantal van de nog resterende ecologisch waardevolle beken en kwelgebieden in Twente. Bovendien worden de herstelmogelijkheden van potentieel waardevolle beken verkleind.
Momenteel vindt er bij de aanpassingswerken op enkele plaatsen ook natuurbouw plaats. Er zijn ook plannen waarbij het meanderen van beken weer wordt toegestaan (mededeling waterschap Regge & Dinkel).
Behalve een vermindering van de natuur- en landschapswaarden kunnen de plannen voor de landbouw nieuwe problemen opleveren. De wateroverlast in het benedenstroomsegebied kan namelijk toenemen door beeknormalisaties in het bovenstroomse gebied.
Door As et al. (1988) is voor het stroomgebied van de Bornsebeek een integraal waterbeheersplan opgesteld als alternatief voor het verbeteringsplan van de Heidemij (1986). De belangrijkste uitgangspunten van het integraal waterbeheersplan zijn het zorgvuldig omgaan met gebiedseigen water en het behoud van de ontwikkelingsmogelijkheden van de aanwezige natuur- en landschapselementen op de lange termijn. Verschillende elementen uit het integraal waterbeheersplan komen verderop in dit hoofdstuk aan de orde bij de verkenning van alternatieven voor wateraanvoer.

4.2. WATERAANVOERPLANNEN.

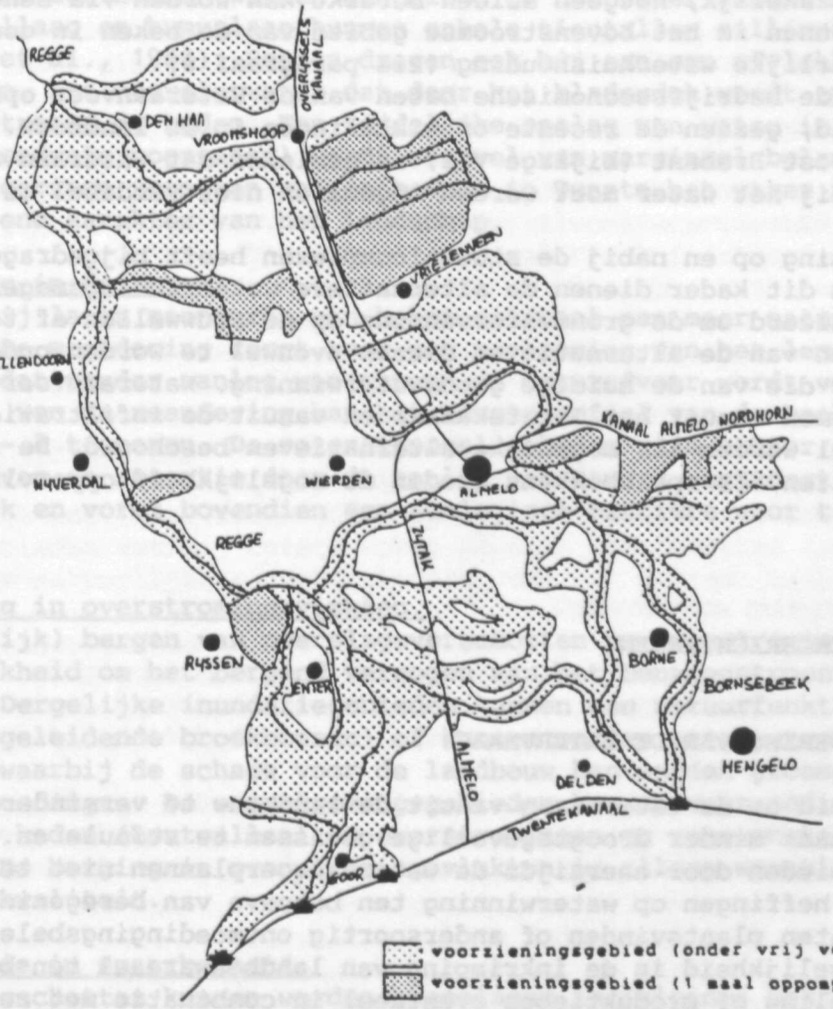
4.2.1. Wateraanvoerplannen voor de landbouw.

Momenteel vindt in Twente alleen in de omgeving van Goor wateraanvoer plaats voor de bestrijding van de verdroging. Plannen bestaan om de wateraanvoer uit te breiden (FIGUUR VI.8). Het gaat hierbij om een gebied van 20.260 ha waarbij de wateraanvoer onder natuurlijk verval plaats vindt en om een gebied van 2375 ha dat door éénmaal opmalen kan worden voorzien (Sprengers & Baarse, 1985). De invloed van de wateraanvoer in die gebieden zal beperkt blijven tot de landbouwgronden en wel tot een strook van 300 m aan weerszijden van de watergangen (mededeling Waterschap Regge & Dinkel).
Aanvoer van IJsselwater vindt plaats via het Twentekanaal. Ook delen van Salland en Drente worden via het Twentekanaal van water voorzien. De landbouw in Twente kan vrij gebruik maken van het aangevoerde water zolang een minimale doorvoer van 2 m^3/s naar Drente wordt gegarandeerd. Voor de geplande wateraanvoer is een vergroting van de capaciteit van het gemaal Eefde van 11 m^3/s naar 15 m^3/s nodig. De kosten hiervan worden door het Rijk betaald. Het Rijk berekent de opmaling van IJsselwater vervolgens door aan de waterschappen. Het waterschap Regge en Dinkel betaalt momenteel ƒ 10,= tot ƒ 20,=

per 1000 m^3 water. De jaarlijkse kosten voor de landbouw bedragen ƒ 40,= tot ƒ 110,= per ha grasland, afhankelijk van investeringskosten om wateraanvoer in een deelgebied mogelijk te maken (Sprengers & Baarse, 1985). Volgens berekeningen van Sprengers & Baarse (1985) zijn alleen in een zeer droog jaar de bedrijfseconomische baten groter dan de extra waterschapslaten.

4.2.2. Wateraanvoerplannen voor de drinkwatervoorziening.

De waterleidingbedrijven voorzien dat na 1990 de waterwinningmogelijkheden via grondwaterwinning en infiltratie van oppervlaktewater onvoldoende zullen zijn om aan de watervraag te voldoen. Om deze tekorten tot 2000 op te vangen wordt gestreefd naar aanvoer van drinkwater afkomstig uit aangrenzende gebieden (Provincie Overijssel, 1985). Om in de drinkwaterbehoefte na 2000 te voorzien wordt in het Structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening (VROM & VW, 1984) oevergrondwaterwinning langs de IJssel voorgesteld (18 miljoen m^3 per jaar) en de aanleg van de spaarbekkens Rutbekerveld en Deldenerbroek met een totale capaciteit van 24 miljoen m^3 per jaar. Van het spaarbekken te Loolee wordt in het structuurschema afgezien. In de spaarbekkens zal oppervlaktewater vanuit het Twentekanaal worden opgeslagen.



FIGUUR VI.8. Waterinlaatplan Waterschap Regge en Dinkel (bron: Sprengers & Baarse, 1985).

4.2.3. Uitgangspunten voor beoordeling van de wateraanvoer.

In droge perioden wordt de kwaliteit het oppervlaktewater uit het Twentekanaal in belangrijke mate bepaald door het opgepompte IJsselwater, dat wat betreft de chemische en fysische waterkwaliteit sterk verschilt van de huidige en de natuurlijke waterkwaliteit van de beken (zie hoofdstuk 2). De inlaat van Twentekanaalwater zal in de aanvoergebieden een grotere belasting met micro-verontreinigingen tot gevolg hebben en een verstoring van de macro-ionenverhouding (hoog chloridegehalte, hard water). Gezien de hoge nutriëntengehalten van veel watergangen zal wateraanvoer leiden tot een zekere verlaging van de trofiegraad in deze wateren. De totaal-fosfaat-gehalten in het Twentekanaalwater (0.2 - 0.3 mg P/l) liggen evenwel boven de natuurlijke concentraties in beken (minder dan 0.1 mg P/l). Een verdere belasting van de beeksystemen met micro-verontreinigingen zal leiden tot ernstige toxische effekten.
Wateraanvoer vormt voor de biologisch en/of geomorfologisch waardevolle beken een ernstige bedreiging vanwege de kwaliteit van het inlaatwater en de noodzakelijke aanpassingen van het beekprofiel van de aanvoerlijnen. Verder zal wateraanvoer via potentieel waardevolle beken een ecologisch herstel van de beeksystemen in de weg staan. Voor een ecologisch herstel van de beeksystemen is een meer natuurlijke waterkwaliteit en afvoerpatroon (beek-dynamiek) noodzakelijk, hetgeen alleen bereikt kan worden via sanering van de vervuilingsbronnen in het bovenstroomse gebied van de beken in combinatie met een meer natuurlijke waterhuishouding (zie paragraaf 6).
Verder dienen de bedrijfseconomische baten van de wateraanvoer opnieuw te worden berekend, gezien de recente ontwikkelingen in de landbouw. In het studiegebied Oost-Brabant (bijlage VII) is gebleken dat wateraanvoer in gebieden waarbij het water moet worden opgemalen niet rendabel is.

Grondwaterwinning op en nabij de stuwwalcomplexen heeft bijgedragen aan de verdroging. In dit kader dienen de alternatieve waterwinningsmogelijkheden te worden gestimuleerd om de grondwaterwinning op de stuwwallen af te bouwen. De milieu-effekten van de alternatieven dienen evenwel te worden onderzocht en vergeleken met die van de huidige grondwaterwinning. Wateraanvoer via gesloten systemen vanuit het Twentekanaal en vanuit de infiltratiegebieden langs de IJssel worden als mogelijke alternatieven beschouwd. De inrichting van zandwinputten als spaarbekkens bieden de mogelijkheid oppervlaktewater op te slaan.

5. OPLOSSINGSRICHTINGEN.

5.1. VERMINDERING VAN DE WATERVRAAG.

Een mogelijkheid om de watervraag vanuit de landbouw te verminderen is om de omschakeling naar minder droogtegevoelige gewassen te stimuleren. Dit kan indirekt geschieden door enerzijds de wateraanvoerplannen niet te subsidiëren en anderzijds heffingen op waterwinning ten behoeve van beregening van gewassen te laten plaatsvinden of andersoortig ontmoedingingsbeleid.
Een andere mogelijkheid is de inkrimping van landbouwareaal ten behoeve van natuurontwikkeling of produktiebos eventueel in combinatie met recreatie.

De grondwaterwinning in en nabij de stuwwallen kan worden verminderd door

waterwinning in de lage delen van Twente te laten plaatsen, indien een voldoende omvangrijk watervoerend pakket aanwezig is.

5.2. ALTERNATIEVE BESCHIKBAARSTELLING.

Waterberging in de bodem.
Een minder diepe ontwatering van de gronden kan berging van water in de bodem vergroten waardoor verdroging in de zomer later optreedt. De waterretentie in de bodem kan worden bevorderd door ontwatering van gronden met behulp van drains en greppels te verbieden of het gebruik van drains te onderwerpen aan een vergunningstelsel.
Een relatief grote waterberging in de bodem kan worden bereikt door het dichtgooien van greppels en sloten die loodrecht op de stroomrichting van het grondwater staan. Hierdoor wordt bereikt dat het ondiepe grondwater niet wordt afgevangen en via het oppervlaktewaterstelsel wordt afgevoerd. Hogere grondwaterstanden in het vroege voorjaar hebben echter tot gevolg dat de boeren minder snel met zware machines het land op kunnen en dat de groei van gewassen minder snel op gang zal komen. Compensatie voor de landbouw kan met behulp van de Bergboerenregeling en beheersovereenkomsten in het kader van de Relatienota plaats vinden.
Verder kunnen loofbossen worden aangelegd om het water langer vast te houden. De strooisellaag en humuslaag kunnen enkele tientallen millimeters water vast houden (As et al., 1988). Bossen dragen ook bij aan een afvlakking van de piekafvoeren. Het neerslagwater dat door het bladerdek wordt opgevangen bereikt vertraagd de bodem. Een tijdelijke opslag van water in de bodem (ondiepe grondwatervoorraden) wordt evenwel van marginaal belang geacht gezien het geringe vermogen van de bodems in Twente het water vast te houden en het hellend karakter van het landschap.

Waterberging in de beken.
Door het vrij laten meanderen van beken ontstaat een meer natuurlijke waterloop. De meandering zorgt voor een verlenging van het lengteprofiel van de beek, zodat zonder aanleg van stuwen de waterafvoer wordt vertraagd. Afhankelijk van de meandering kan het lengteprofiel van de beek met een faktor 1.5 - 2 toenemen. De retentiemogelijkheden zijn echter gering. Vergroting van de retentie door de aanleg van stuwen verstoort de natuurlijke beekdynamiek en vormt bovendien een ecologisch barrière voor tal van beek-organismen.

Waterberging in overstromingsvlakten.
Het (tijdelijk) bergen van neerslagoverschotten in overstromingsvlakten is een mogelijkheid om het bergend vermogen van het benedenstroomse gebied te vergroten. Dergelijke inundatiegebieden kunnen een natuurfunktie verkrijgen (bv. beekbegeleidende broekbossen) of kunnen worden aangewezen als relatie-notagebied waarbij de schade voor de landbouw kan worden gecompenseerd door beheersvergoedingen. De overstromingsgebieden kunnen waar nodig begrensd worden door kaden (houtwallen) om overstromingen op ongewenste plaatsen te voorkomen. De berging in overstromingsvlakten is alleen wenselijk bij een goede waterkwaliteit.

Waterretentie in spaarbekkens.
Neerslagoverschotten kunnen worden opgeslagen in (kleine) bekkens van waaruit water onttrokken kan worden ten behoeve van (lokale) drinkwatervoorziening en landbouwwatervoorziening.

Momenteel wordt over de opslag van neerslagoverschotten in spaarbekkens uitvoerig gediscussieerd en vinden verkennende studies plaats.
Voor de opslag van beekwater in spaarbekkens ten behoeve van de drinkwatervoorziening is gezien de huidige waterkwaliteit van veel beken sanering van vervuilingsbronnen noodzakelijk. Effluenten van RWZI's kunnen door technische zuiveringstechnieken in combinatie met helofytenfilters worden aangepakt. Verder kunnen helofytenfilters worden toegepast voor de zuivering van landbouwwater.

Vergroting van de oppervlaktewaterwinning.
Voor drink- en industriewaterwinning kan de grondwaterwinning in en nabij de stuwwallen worden verminderd door vergroting van oppervlaktewaterwinning. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van water uit het Twentekanaal, maar in het benedenstroomse gebied ook van water uit de beken. Het oppervlaktewater dient te worden opgeslagen in spaarbekkens. Hiertoe is het van groot belang dat een sanering van emissies uit de landbouw, de industrie en RWZI's wordt gerealiseerd.
Andere alternatieven kunnen zijn vergroting van oeverwaterwinning langs het Twentekanaal, aanvoer vanuit waterwingebieden buiten Twente en vergroting van de capaciteit van de infiltratievelden nabij Enschede. De milieu-effekten van deze alternatieven moeten nader worden onderzocht.

5.3. MITIGERENDE MAATREGELEN.

De verbetering van de kwaliteit van het aangevoerde water zal in de eerste plaats moeten worden verbeterd door zuivering bij de bron. Verder kan de waterkwaliteit worden verbeterd door zuivering bij de inlaatpunten. De concentraties micro-verontreinigingen kunnen door technische zuivering worden gereduceerd, evenals het fosfaatgehalte en de hardheid van het water. Voor de reduktie van het fosfaatgehalte kunnen ook stromingsmoerassen worden toegepast. Vermindering van het chloridegehalte is moeilijk. Zuivering bij de inlaatpunten kan gepaard gaan met hoge kosten.
Het aanvoergebied kan worden beperkt door de wateraanvoer alleen onder vrij verval te laten plaatsvinden. Verder kunnen beken met potentieel grote natuurwaarde buiten het aanvoergebied worden gelaten. Natuurgebieden dienen buiten de invloedssfeer van wateraanvoer te blijven door isolerende maatregelen.

5.4. COMPENSERENDE MAATREGELEN.

Natuurwaarden die door de aanvoer van gebiedsvreemd water in het benedenstroomse gebied verloren gaan, kunnen worden gecompenseerd door versterking van de natuurfunktie in het bovenstroomse gebied, bijvoorbeeld door brongebieden aan de landbouw te onttrekken.
De schade aan de landbouw door wateroverlast als gevolg van de maatregelen voor het vergroten van voorraad gebiedseigen water kan worden gecompenseerd met financiële maatregelen op het gebied van beheersvergoedingen (Relatienota, Bergboerenregeling).

6. RUIMTELIJKE INTEGRATIE VAN DEELOPLOSSINGEN.

De hierboven oplossingsrichtingen kunnen in Twente voor een aantal deelgebieden verschillend worden uitgewerkt. Het ruimtelijk zoneren van het watergebruik staat hierbij centraal.

De ruimtelijke differentiatie kan als volgt plaatsvinden:
a. reliëfzonering
b. zonering van beekdalen.

Reliëfzonering.
Hierbij wordt uitgegaan van een ruimtelijke differentiatie van het watergebruik, die gekoppeld wordt aan het onderscheid in hoog gelegen gronden (bovenstroomse gebieden) en laag gelegen gronden (benedenstroomse gebieden). In de bovenstroomse gebieden staat een zo natuurlijk mogelijke waterhuishouding en waterkwaliteit centraal. In een dergelijk gebied worden de mogelijkheden voor natuurontwikkeling versterkt, eventueel in combinatie met bosbouw en recreatie. Verder worden de waterwinningsmogelijkheden op de stuwwalcomplexen verkleind ten behoeve van de vorming van natuurlijke grondwatervoorraden. Voor verbetering van de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit is sanering van huidige vervuilingsbronnen noodzakelijk. Dit betekent dat aan de landbouw in het bovenstroomse gebied beperkingen worden opgelegd met betrekking tot het gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Verder dient het reduceren van het fosfaatgehalte in het effluent van de RWZI's op de stuwwallen in de defosfateringsbeleid de hoogste prioriteit te verkrijgen. Bij de kleine RWZI's kan de defosfateringstrap worden gecombineerd met helofytenfilters (omvang 25 - 50 ha).
In het benedenstroomse gebied kan ruimte worden geboden aan de landbouw en waterwinning. In dit gebied kan eventueel ook wateraanvoer onder vrij verval plaats vinden. Ontwikkelingsmogelijkheden voor de natuur worden in de benedenstroomsegebieden niet uitgesloten, met name langs de beeklopen.
In het overgangsgebied wordt zowel ruimte geboden aan de landbouw als aan de natuur. De ontwikkelingsmogelijkheden voor de natuur liggen in het overgangsgebied vooral langs de beeklopen en in de kwelzones.

Zonering van beekdalen.
Hierbij wordt onderscheid gemaakt in beeksystemen waarbij handhaving van een zo natuurlijk mogelijke waterhuishouding en waterkwaliteit centraal staat en in stroomgebieden waarbij ruimte wordt geboden aan funkties die ingrepen vergen in de natuurlijke waterhuishouding van het gebied, zoals landbouw en waterwinning.
Binnen een stroomgebied kan weer onderscheid gemaakt worden in bovenstrooms en benedenstrooms gebied. In stroomgebieden waar een natuurlijke waterhuishouding centraal staat kan in het benedenstroomse deel naast natuur ook ruimte worden gemaakt voor extensieve landbouw.

Voor de hierboven geschetste vormen van ruimtelijke differentiatie in watergebruik is funktieverandering nodig. Een dergelijke zonering dient te worden uitgewerkt op regionaal (streekplan) en lokaal (bestemmingsplan) niveau.
Verder zijn er tal van instrumenten die kunnen worden ingezet voor het sturen van de waterkwaliteit en het watergebruik. Een van de beleidsinstrumenten om de agrarische druk in het bovenstroomse gebied te verminderen is de Relatienota. In dit kader kunnen reservaatsgebieden worden aangewezen en gebieden die in aanmerking komen voor beheersovereenkomsten.

7. SAMENVATTING.

De normalisatie van beken, verbeterde ontwatering van landbouwgronden, toename van verhard oppervlak en stedelijk afvalwater en de grondwateronttrekking ten behoeve van de drinkwatervoorziening en de industrie hebben de waterhuishouding in Twente sterk beinvloed. De cultuurtechnische maatregelen om de wateroverlast voor de landbouw op te lossen hebben geleid tot verdroging in het groeiseizoen, met name in de bovenstroomse gebieden. Als gevolg hiervan bestaat in de landbouw behoefte aan wateraanvoer. Momenteel wordt reeds voor een klein gebied water vanuit het Twentekanaal ingelaten en bestaan er plannen om het aanvoergebied te vergroten tot ongeveer 24.000 ha.
Wateraanvoer vanuit het Twentekanaal zal een toename van de belasting aan micro-verontreinigingen tot gevolg hebben en een verstoring van de macro-ionensamenstelling (hoog chloridegehalte, hard water). Vanwege de huidige interne belasting aan fosfaat kan wateraanvoer leiden tot een verlaging van de fosfaatconcentratie. Wateraanvoer kan een verdere achteruitgang van het aantal biologisch en/of geomorfologisch waardevolle beeksystemen tot gevolg hebben en een ecologisch herstel van potentieel waardevolle beeksystemen in de weg staan.
Alternatieven voor wateraanvoer zijn in beperkte mate aanwezig. Watervraag vanuit de landbouw kan worden verminderd door enerzijds de omschakeling naar minder droogtegevoelige gewassen te stimuleren en anderzijds het landbouwareaal in te krimpen ten behoeve van bos- en natuurontwikkeling of recreatie. Mogelijkheden voor waterretentie in de bodem zijn gering vanwege de bodemsamenstelling en het reliëf. Waterberging in beken (meandering), overstromingsvlakten en spaarbekkens zijn mogelijk meer perspektiefrijke opties.
Voor een herstel van natuurlijke waterhuishouding in Twente zal de grondwaterwinning in en nabij de stuwwallen sterk moeten worden teruggedrongen. Waterwinning in de lage delen van Twente en aanvoer vanuit waterwingebieden langs de IJssel zijn mogelijke alternatieven. Het ruimtelijk zoneren van funkties met het oog op verschillen in watergebruik wordt gezien als een goede oplossing om de knelpunten in het waterbeheer in Twente op te lossen.

LITERATUUR.

As, D.P., R. Cleef, J.M.H. Demon, M. de Maaré, C. Reijinga, P. van Rooy, 1988.
Integraal waterbeheersplan Bornsebeek (Twente). Studierapport UBM 1988/2. Universitaire Beroepsopleiding Milieukunde & Centrum voor Milieukunde Leiden.

CUVWO, 1988.
Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren. Coordinatiecommissie uitvoering wet Verontreiniging Oppervlaktewateren.

During, R., 1988.
Saasveld-Gammelke. Een gebiedsanalyse (CONCEPT). Staatsbosbeheer, Utrecht.

Geerlink & Witteveen, 1988.
Geohydrologische systeembeschrijving van Saasveld-Gammelke. Landinrichtingsdienst, afdeling onderzoek Overijssel.

Heidemij, 1986.
Natte structuurschets voor het gebied van de gemeente Weerselo. Waterschap Regge en Dinkel.

Ouderaa, A.P.M. van der, 1984.
Na 160 jaar weer bevers in Nederland. Natuur & Milieu 8 (7/8): 21 - 25.

Provincie Overijssel, 1985.
Toelichting streekplan Twente. Zwolle.

Provincie Overijssel, 1986.
Grondwaterplan. Zwolle.

Sprengers C.J., G. Baarse, 1985.
Gevolgen uitbreiding watervoorziening van het waterschap Regge en Dinkel. Waterloopkundig Laboratorium, Delft.

Torenbeek, 1988.
Hydrobiologie en waterhuishouding. Een beleidsvoorbereidende studie. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Vissers, H.J.S.M., N.H.S.M. de Wit, W. Bleuten, 1985.
Ruimtelijke effecten van bemesting via ondiep grondwater. Vakgroep Fysische Geografie, Rijksuniversiteit Utrecht,

VROM & VW, 1984.
Tweede structuurschema drink- en industriewatervoorziening. Deel d: regeringsbeslissing. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en Ministerie van Verkeer & Waterstaat (VW). Den Haag.

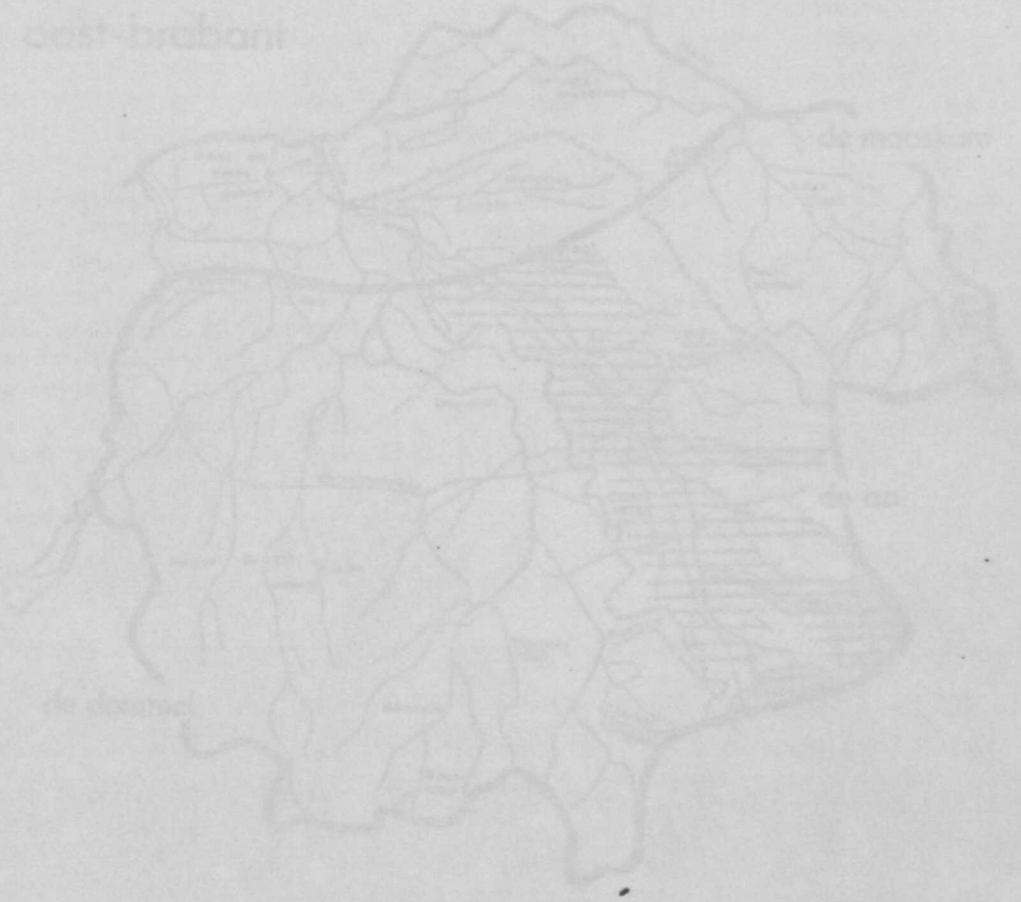
Waterschap Regge en Dinkel, 1987.
Verslag over het jaar 1986 van de technologische dienst. Almelo.

Waterschap Regge en Dinkel, 1988a.
Verslag over het jaar 1987 van de technologische dienst. Almelo.

Waterschap Regge en Dinkel, 1988b.
Waterkwantiteitsbeheersplan (concept). Almelo.

OOST-BRABANT

BIJLAGE VII



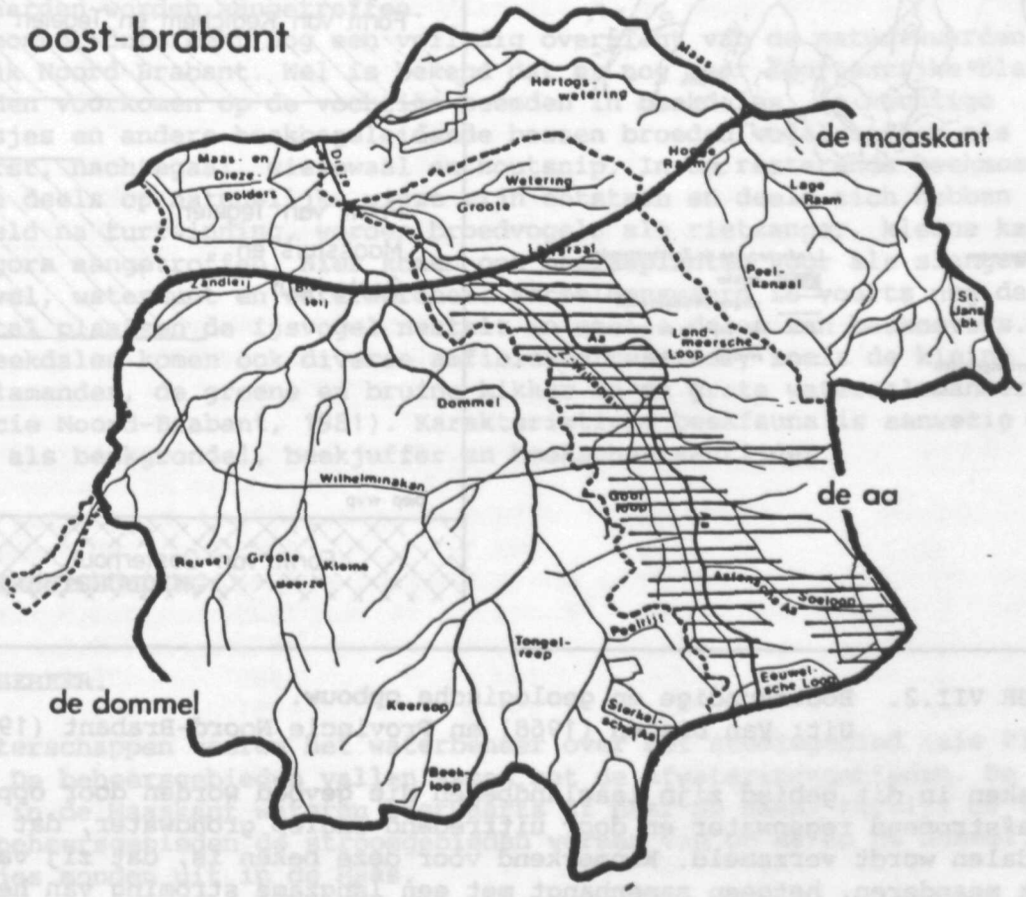
OOST-BRABANT.

1. GEBIEDSBESCHRIJVING.

Het studiegebied wordt gevormd door het oostelijk deel van het Noordbrabantse zandgebied, dat onder waterstaatkundig beheer staat van de waterschappen de Maaskant, de Aa en de Dommel (FIGUUR VII.1). Het gebied wordt begrensd door de Belgische en Limburgse grens, de Maas en in het westen door de waterscheiding tussen de stroomgebieden van de Dommel en de Donge.
Het studiegebied is in geologisch opzicht onder te verdelen in een tweetal hoofdsystemen:

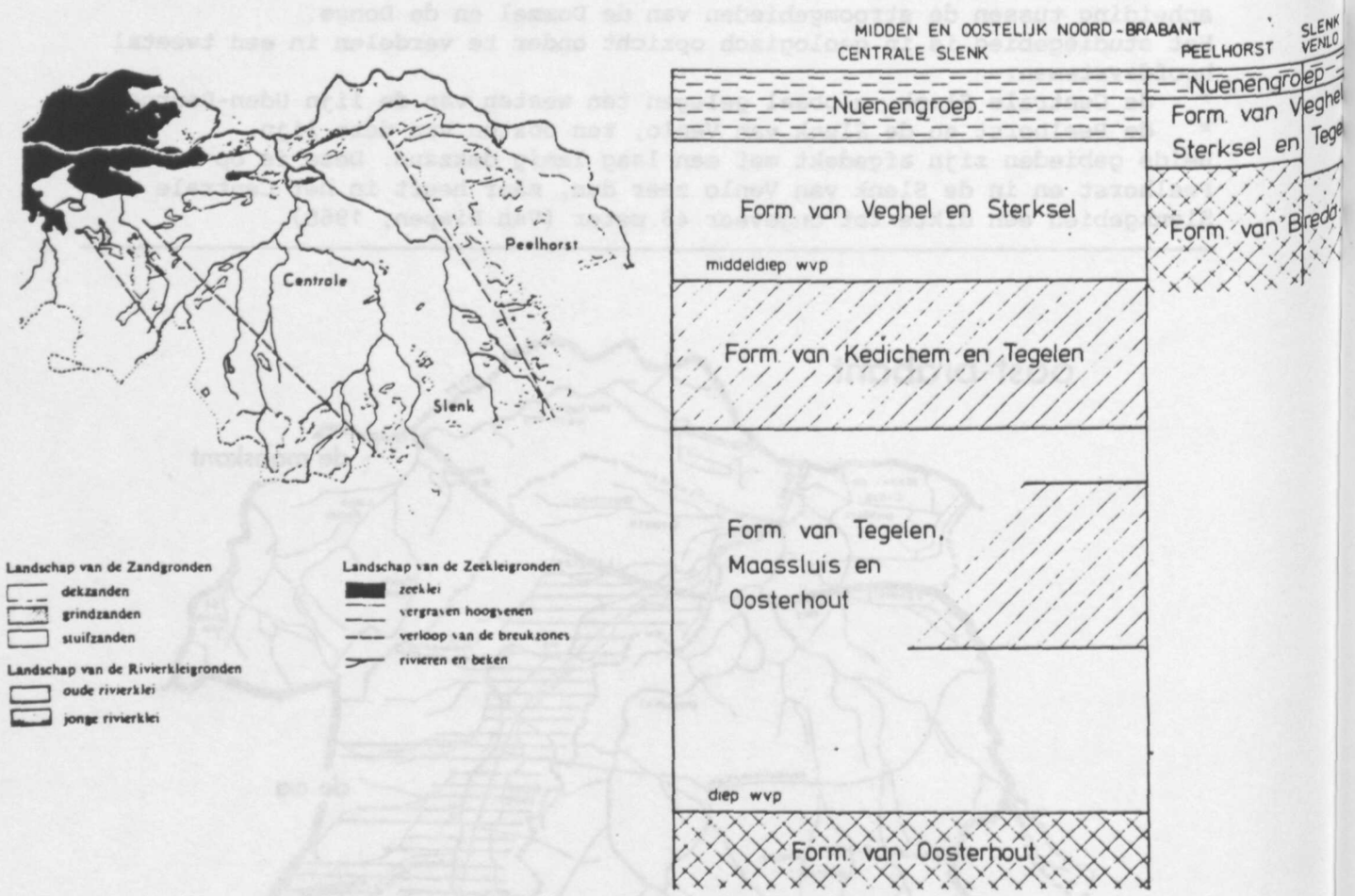
* de Centrale Slenk, globaal gelegen ten westen van de lijn Uden-Deurne;
* de Peelhorst en de Slenk van Venlo, ten oosten van deze lijn.

Beide gebieden zijn afgedekt met een laag lemig dekzand. Deze is op de Peelhorst en in de Slenk van Venlo zeer dun, maar heeft in het Centrale Slenkgebied een dikte tot ongeveer 45 meter (Van Diepen, 1968).



FIGUUR VII.1. Ligging van het studiegebied en van de beheersgebieden van de waterschappen De Dommel, De Aa en De Maaskant. Het huidige wateraanvoergebied is gearceerd aangegeven.

De Centrale Slenk is een grote geohydrologische eenheid die afwatert naar het noorden (Provincie Noord-Brabant, 1987). Onder de dikke dekzandlaag die hier het bovenste watervoerend pakket vormt, komen in de Centrale Slenk ten minste 2 tot plaatselijk 5 diepere watervoerende pakketten voor, bestaande uit grove grindhoudende zanden (FIGUUR VII.2).
In het Peelhorst-systeem liggen slecht doorlatende lagen op geringe diepte onder het oppervlak. Onder het dunne zanddek ligt hier slechts 1 watervoerend pakket.



FIGUUR VII.2. Bodemkundige en geologische opbouw.
Uit: Van Diepen (1968) en Provincie Noord-Brabant (1987).

De beken in dit gebied zijn laaglandbeken die gevoed worden door oppervlakkig afstromend regenwater en door uittredend ondiep grondwater, dat in de beekdalen wordt verzameld. Kenmerkend voor deze beken is, dat zij van nature sterk meanderen, hetgeen samenhangt met een langzame stroming van het water. Van dit natuurlijk karakter is thans in de meeste beeklopen in dit studiegebied weinig meer herkenbaar. Wijzigingen in afvoerregiem, stroomsnelheden en peilfluktuaties zijn een gevolg van veranderingen in bodemgebruik en cultuurtechnische werken.
De beken zijn voor het grootste deel genormaliseerd, waardoor de afstroming werd versneld. Het waterpeil is sterker door het jaar gaan fluktueren door het rechttrekken van de beeklopen en door een verminderd waterbergend

vermogen in het zandgebied. Dit laatste is een gevolg van de grootscheepse omvorming van bos, heide en moeras in cultuurland, met de bijbehorende detailontwatering via sloten en greppels. Ook heeft de verstedelijking bijgedragen aan de vermindering van het waterbergend vermogen. De peilfluktuaties worden met behulp van stuwen enigszins onderdrukt.

De invloed van de landbouw is gedurende de laatste decennia sterk toegenomen. Momenteel is ca. 2/3 van het oppervlak van midden en oostelijk Noord-Brabant in agrarisch gebruik. De belangrijkste ontwikkelingen in de landbouw zijn hier:

* vergroting van het bedrijfsoppervlak;
* omvorming van bouwland in grasland en maïsakkers;
* intensivering van het grondgebruik door de opkomst van de intensieve veehouderij.

De Brabantse beken en beekdalen herbergen van oorsprong belangrijke natuurwaarden. De ontwikkelingen in de landbouw waren voor een belangrijke deel verantwoordelijk voor een sterk gewijzigde waterhuishouding en eutrofiëring van de beken. Slechts enkele delen zijn nog buiten de invloedssfeer van de intensieve landbouw gebleven. In deze gebieden kunnen nog karakteristieke natuurwaarden worden aangetroffen.
Op dit moment ontbreekt nog een volledig overzicht van de natuurwaarden in oostelijk Noord-Brabant. Wel is bekend dat er nog zeer soortenrijke blauwgraslanden voorkomen op de vochtige beemden in beekdalen. In vochtige broekbosjes en andere beekbegeleidende bossen broeden vogelsoorten als blauwborst, nachtegaal, wielewaal en houtsnip. In de resterende beekmoerassen, die deels op natuurlijke wijze zijn ontstaan en deels zich hebben ontwikkeld na turfwinning, worden broedvogels als rietzanger, kleine karekiet en rietgors aangetroffen. Hier komen ook moerasplanten voor als slangewortel, waternavel, watermunt en wateraardbei. Vermeldenswaard is voorts nog dat op een aantal plaatsen de ijsvogel nestelt in steile delen van beekoevers. In de beekdalen komen ook diverse amfibiesoorten voor, zoals de kleine watersalamander, de groene en bruine kikker en de grote watersalamander (Provincie Noord-Brabant, 1981). Karakteristieke beekfauna is aanwezig met soorten als beekgrondel, beekjuffer en beekschaatsenrijder.

2. WATERHUISHOUDING.

2.1. BEHEER.

Drie waterschappen voeren het waterbeheer over het studiegebied (zie FIGUUR VII.1). De beheersgebieden vallen samen met de afwateringsgebieden. De wateren in de Maaskant wateren oostwaarts af naar de Maas, terwijl de twee andere beheersgebieden de stroomgebieden vormen van de Aa en de Dommel. Beide riviertjes monden uit in de Maas.

2.2. WATERAFVOER.

Vanaf de tweede helft van de 19^{e} eeuw veranderde de waterafvoer door normalisaties en ontginningen. De waterlopen in de Maaskant zijn nagenoeg geheel genormaliseerd, evenals nagenoeg het gehele beekstelsel van de Aa. Ook grote

delen van de beeklopen in het stroomgebied van de Dommel zijn recht getrokken.
Door de versnelde afvoer in de genormaliseerde beken en door drainage van landbouwgronden komen in natte perioden hoge piekafvoeren voor, die in het benedenstroomse gebied tot wateroverlast leiden. Daarentegen komen meer bovenstrooms in droge perioden ernstige vochttekorten voor en vallen beken langduriger en frequenter dan vroeger droog.

2.3. WATERAANVOER.

De huidige wateraanvoer in het studiegebied beperkt zich momenteel nog tot ruim 30.000 ha in het waterschap de Aa (FIGUUR VII.1). Er bestaan plannen om de wateraanvoer in dit waterschap uit te breiden en ook wateraanvoer in het waterschap De Maaskant te realiseren. Bovendien zal in het waterschap de Dommel en de Aa een gebied van bijna 4.800 ha tussen het Wilhelminakanaal en 's-Hertogenbosch van water worden voorzien in het kader van de uitvoering zijnde ruilverkaveling St.Oedenrode.
Het aanvoerwater wordt onttrokken aan de Maas bij Maastricht, en wordt grotendeels via een kanalenstelsel in België en Nederland ingelaten.
In hoofdstuk 4 wordt nader op de wateraanvoerplannen ingegaan.

2.4. WATERWINNING.

Voor de drinkwaterwinning in het studiegebied wordt door de waterleidingbedrijven uitsluitend gebruik gemaakt van grondwater. Uit TABEL VII.1 blijkt een sterke toename van de grondwateronttrekking gedurende de laatste 30 jaar.

TABEL VII.1. Grondwateronttrekking (in mln. m^3/jaar) door waterleidingsbedrijven in Noord-Brabant in de periode 1955-1985.
Bron: Provincie Noord-Brabant (1987).

JAAR	ONTTREKKING	JAAR	ONTTREKKING	JAAR	ONTTREKKING
1955	46.3	1965	85.9	1975	163.4
1956	46.2	1966	95.1	1976	180.9
1957	49.0	1967	103.5	1977	165.4
1958	51.6	1968	111.1	1978	169.3
1959	61.3	1969	122.1	1979	173.5
1960	62.4	1970	132.1	1980	176.3
1961	65.0	1971	141.0	1981	175.9
1962	70.1	1972	148.2	1982	177.8
1963	75.6	1973	159.1	1983	188.3
1964	83.4	1974	163.7	1984	188.0
				1985	194.2

De onttrekkingen in de Centrale Slenk nemen verreweg het grootste aandeel hiervan in. Van de 194.2 miljoen m^3/jr werd in 1985 in totaal 134 miljoen m^3/jr gewonnen in de Centrale Slenk en 9 miljoen m^3/jr in het gebied van de Peelhorst en de Slenk van Venlo. Dit verschil wordt veroorzaakt door het verschil in de geologische opbouw.

Volgens de huidige vergunningen kan in de provincie nog uitbreiding van de waterwinning plaats vinden tot 237 miljoen m^3/jr, en is nog eens 23.6 miljoen m^3/jr volgens tijdelijke vergunningen winbaar.
Bij de grondwaterwinning door de industrie is er sprake van een afname. De industriële grondwaterwinning daalde in 10 jaar met ruim 35% (zie TABEL VII.2). Van dit grondwater wordt meer dan de helft gebruikt als koelwater. Het provinciaal beleid is erop gericht het gebruik van grondwater als koelwater waar mogelijk te beëindigen.

TABEL VII.2. Grondwateronttrekking (in mln m^3/jaar) in Noord-Brabant door industriële bedrijven in de periode 1975-1985.
Bron: Provincie Noord-Brabant (1987).

JAAR	AANTAL BEDRIJVEN	GRONDWATERONTTREKKING	AANDEEL KOELWATER (%)
1975	331	104	60
1976	331	102	56
1977	316	91	54
1978	297	83	55
1979	283	81	55
1980	274	75	54
1981	268	71	53
1982	257	70	53
1983	255	67	51
1984	246	66	51
1985	246	67	56

Onttrekking van grondwater voor beregening in de landbouw is vooral na de droge zomer van 1976 sterk toegenomen. Illustratief hiervoor is de toename van het aantal in de provincie aanwezige beregeningsinstallaties: in 1973 bedroeg het aantal ca. 2.500, in 1985 was dit ongeveer 9.000. In 1976 kon 15% van het areaal cultuurgrond in Noord-Brabant worden beregend, terwijl in 1985 dit percentage is opgelopen tot 32%.
In het zandgebied is het beregeningswater voor meer dan 75% afkomstig uit grondwater (Reinds,1986).
Het grondwaterverbruik voor beregening van grasland bedraagt thans in een klimatologisch gemiddeld jaar 46 miljoen m^3, wat in een droog jaar kan oplopen tot 90 miljoen m^3 op jaarbasis.

2.5. WATERKWALITEIT.

Grondwater, oppervlaktewater en waterbodems worden in oostelijk Noord-Brabant belast door een aantal verontreinigingsbronnen. Dit zijn:
* mest en bestrijdingsmiddelen uit de landbouw;
* effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's);
* overstorten van rioolstelsels;
* industriële lozingen op de beken (met name door de zinkindustrie in België en Nederland) en op de Maas;
* scheepvaart;
* vuilstortplaatsen;
* droge en natte depositie van verontreiniging uit de atmosfeer.

Oppervlaktewater.
In oostelijk Noord-Brabant is het kwaliteitsbeheer van de oppervlaktewateren in handen van de genoemde waterschappen. Voor deze taak worden de waterschappen geadviseerd door de Gemeenschappelijke Technologische Dienst (GTD) Oost-Brabant. Deze dienst verzorgt ook de verwerking van waterkwaliteitsmetingen en de publikatie daarvan.

In vrijwel alle waterlopen komen hoge gehalten nitraat, fosfaat, ammonium en sulfaat voor. Desondanks komt overmatige algenbloei weinig voor vanwege de stroming in deze wateren.
De belasting met fosfaat, nitraat en ammonium is vooral afkomstig uit de landbouw en de effluenten van RWZI's. De gemiddelde fosfaatgehalten in het effluent van in dit gebied gelegen RWZI's lagen in 1985 tussen 1.8 en 10.2 mg P/l en het gemiddeld stikstofgehalte tussen 4.3 en 50 mg N/l (GTD, 1988).
Op dit moment vindt bij de RWZI's geen derde traps-zuivering plaats. In de nabije toekomst zal echter defosfatering worden toegepast. Hierbij wordt primair gedacht aan biologische defosfatering, omdat bij chemische defosfatering de slibproduktie met 30-50% zal toenemen. In verband met de hoge kosten, die gemoeid zijn met de slibverwerking, is een dergelijke toename van te verwerken slib ongewenst.
De hoge sulfaatgehalten worden voor een belangrijk deel toegeschreven aan de toevoer van vervuild sulfaatrijk grondwater vanuit België. Er zijn echter ook aanwijzingen dat door pyrietoxidatie het sulfaatgehalte in het grondwater verhoogd is. Het optreden van oxidatie van pyriet is het gevolg van het hoge nitraatgehalte in het grondwater als gevolg van overbemesting.
Op een aantal bemonsteringslokaties zijn metingen gedaan aan organische micro-verontreinigingen in het water. Op veel punten werden relatief hoge concentraties organochloorpesticiden gemeten (o.a. HCH en DDE) en gechloreerde bifenylen (PCB's). In de Strijper Aa werden voorts nog hoge gehalten monocyclische aromatische koolwaterstoffen en vluchtige organochloorverbindingen aangetroffen. Uit deze gegevens kan de invloed van de landbouw en de industrie op het milieu van dit gebied worden afgeleid. Een recente inventarisatie van de kwaliteit van slib in de beken en kanalen levert een duidelijk beeld van de verspreiding van de watervervuiling op. Hieronder wordt daarop ingegaan.
In TABEL VII.3 zijn de gegevens van de gemeten chemische parameters in de oppervlaktewateren in het studiegebied samengevat.

Waterbodems.
Door de provinciale projektgroep Inventarisatie Waterbodems is een rapport uitgebracht over de situatie van de waterbodems in Noord-Brabant (Provincie Noord-Brabant, 1987). De gemeten concentraties zware metalen en organische micro-verontreinigingen in het slib zijn in de wateren van het stroomgebied van de Dommel aanzienlijk hoger dan in de waterlopen van de waterschappen de Aa en de Maaskant. Bovendien blijkt uit deze gegevens, dat de waterbodems in de kanalen die in verbinding staan met de Maas, relatief hoge concentraties organische micro-verontreinigingen bevatten. In TABEL VII.4 zijn per waterschap de volumina aangegeven van de verschillende kwaliteitscategorieën baggerslib.

TABEL VII.3. Gemiddelde jaarconcentraties in 1987 van enkele chemische parameters in oppervlaktewateren in Oostelijk Noord-Brabant (ontleend aan gegevens van GTD, 1988). Het betreft gegevens over de samenstelling van het water bij binnenkomst in het studiegebied. De meetpunten zijn:
De Maaskant: Peelkanaal op de grens met Limburg.
De Aa: De Aa op de grens met Limburg.
De Dommel: De Boven-Dommel op de grens met België.
Voor de natuurlijke achtergrondwaarden van een aantal parameters wordt verwezen naar hoofdstuk 2 van het hoofdrapport.

parameter	De Maaskant	De Aa	De Dommel	Referentiewaarde
zuurstof (%)	86	56	72	80-110
chloride mg/l	53	33	38	3-20
sulfaat ,,	60	49	68	
tot.P ,,	0.3	1.6	0.84	0.01-0.05
(N02+N03)N ,,	5.1	5.4	3.3	0-1
ammonium ,,	0.6	3.3	1.4	
cadmium ug/l	<1	<1	66	
kwik ,,	0.05	0.05	1.1	
zink ,,	36	89	1650	

TABEL VII.4. Hoeveelheid baggerspecie uit watergangen in de waterschappen van de provincie Noord-Brabant, onderverdeeld in kwaliteitscategorieën. Bron: Projectgroep Inventarisatie Waterbodems (1987).

kwalificatie baggerspecie	totale hoeveelheden baggerspecie per gebied en per kwaliteitscategorie in m³ nat slib (minima)					
	WP HHS W-Brab.	WP De Dommel	WP De Aa	WP De Maas-kant	WP HHS Alm en Biesb.	totalen Noord-Brabant
relatief schoon (+)	1.182.000	487.000	197.000	256.000	215.000	2.337.000
verontreinigd (+- en +/-)	73.000	39.000	205.000	-	-	317.000
sterk verontreinigd (-)	111.000	143.000	20.000	1.000	-	275.000
chemisch afval (--)	-	514.000	-	-	-	514.000
onbekend (geen)	93.000	25.000	1.000	7.000	-	126.000
Totalen tot 2000 te baggeren in m³ nat slib(minima)	1.459.000	1.208.000	423.000	264.000	215.000	3.569.000

In de beheersgebieden van de waterschappen De Maaskant en De Aa zijn de waterbodems lokaal verontreinigd met zware metalen, met name chroom, koper, nikkel en zink.
In een aantal bovenlopen van de Dommel is sprake van hoge concentraties zware metalen en organochloorverbindingen. Het slib bevat soms hoge concentraties cadmium, zink, HCH en PCB's.
De verontreiniging van de in de tabel genoemde beeklopen is vooral een weerslag van 100 jaar lozingen door de zinkindustrie in België en Nederland. Andere, meer westelijk gelegen zijbeken van de Dommel (de Run, de Beerze, de Reusel en de Poppelse Ley) bevatten veel lagere gehalten zware metalen in de waterbodem.
In het slib van de middenloop van de Dommel tussen Eindhoven en Den Bosch, worden op vrijwel alle waarnemingspunten relatief hoge concentraties zware metalen gevonden. Vooral cadmium, koper, zink en plaatselijk ook kwik, nikkel en lood vertonen hoge waarden. De hoogste concentraties worden aangetroffen binnen de bebouwde kommen van Eindhoven en Boxtel. Deze slibgegevens weerspiegelen deels de gevolgen van de ongezuiverde lozingen van de stad Eindhoven en de industrie. Aangenomen wordt dat momenteel nog sprake is van een belasting door riooloverstorten en effluentlozingen van RWZI's, en door de aanvoer van met cadmium, zink en kwik verontreinigd water uit België.
In de middenlopen van de zijbeken van de Dommel zijn de waterbodems minder vervuild. Plaatselijk worden hier verhoogde concentraties arseen, cadmium, nikkel, zink en koper gevonden.

De waterbodems van de meeste kanalen in oostelijk Noord-Brabant blijken eveneens verontreinigd te zijn. Deze kanalen vormen de toevoerwateren vanaf de Maas naar de huidige en potentiële wateraanvoergebieden.
De Zuid-Willemsvaart bevat vanaf de Belgische grens hoge concentraties cadmium, lood, koper, zink en kwik in de bodem. Op vele monsterpunten zijn eveneens PCB's, HCH, drins en PAK's aangetroffen.
In het slib van het Wilhelminakanaal komen hoge concentraties arseen, cadmium, koper, lood, zink en PAK's voor. Plaatselijk wordt ook HCH in het slib gevonden. In het Beatrixkanaal komen eveneens hoge concentraties arseen, cadmium en zink voor in het bodemslib. Het hoge cadmiumgehalte in het Wilhelminakanaal en het Beatrixkanaal kan worden verklaard door de invloed van de Dommel, die via het Beatrixkanaal loost op het Wilhelminakanaal.
Het slib van het Peelkanaal is in geringere mate vervuild, terwijl het Kanaal van Deurne bij het inlaatpunt voor de wateraanvoer naar de Astense Aa vrij hoge waarden toont voor cadmium, lood en zink in het slib. Bovendien komen in dit kanaalslib te hoge concentraties HCH en PAK's voor.

Grondwaterkwaliteit.
Uit het provinciale grondwaterplan (Provincie Noord-Brabant, 1987) blijkt dat de grondwaterkwaliteit tot ongeveer 30 meter onder het oppervlak is beïnvloed door de mens. Genoemd worden de toegenomen waarden voor nitraat, kalium, sulfaat en zware metalen, en de sterk gedaalde pH-waarden. In oostelijk Noord-Brabant komen bijvoorbeeld binnen 10 meter onder maaiveld nitraatconcentraties voor van meer dan 50 mg NO_3/l, een waarde die thans wordt aangehouden als drinkwaternorm.

3. KNELPUNTEN EN ONTWIKKELINGEN IN HET WATERBEHEER.

Uit het onderzoek van Braat et al.(1987) komt naar voren dat het grondwaterpeil in het studiegebied gedurende de laatste decennia aanzienlijk is

gedaald. Ernstige verdroging treedt onder andere op in de Peel en in de beekdalen en vennen.
Mede door de verbetering van de ont- en afwatering is het grondwaterniveau in geheel Oost-Brabant aanzienlijk gedaald, terwijl de sterk toegenomen onttrekking van ondiep grondwater voor beregening de verdroging nog versterkte.
Voorts is in de laatste decennia sprake van een sterk toegenomen drinkwaterwinning, die evenwel ongeveer werd gecompenseerd door een sterk afnemende onttrekking van industriewater.

3.1. EFFEKTEN OP DE NATUUR.

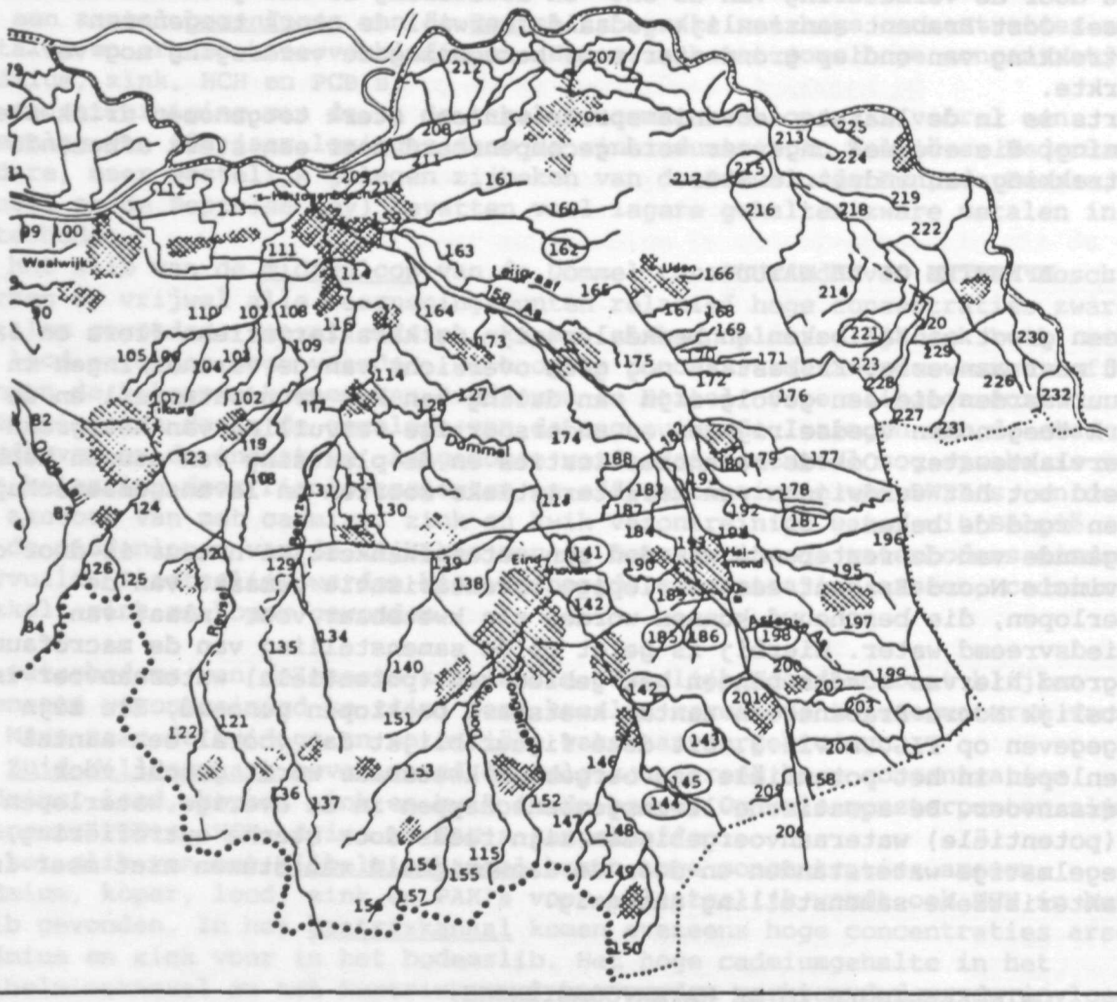
In een groot aantal beken en beekdalen zijn de karakteristieke flora en fauna niet meer aanwezig. Er bestaat nog geen overzicht van de veranderingen in de natuurwaarden die een gevolg zijn van daling van het grondwaterpeil en de sterk toegenomen voedselrijkdom en andersoortige vervuiling van het grond- en oppervlaktewater. Ook de beeknormalisaties en de plaatsing van stuwen hebben geleid tot het verdwijnen van karakteristieke soorten en levensgemeenschappen in en rond de beken.
Uitgaande van de resterende waarden aan waterafhankelijke natuur is door de provincie Noord-Brabant een voorlopige inventarisatie gemaakt van de waterlopen, die beschouwd kunnen worden als kwetsbaar voor inlaat van gebiedsvreemd water. Hierbij is gelet op de samenstelling van de macrofauna. Op grond hiervan worden binnen het gebied van (potentiële) wateraanvoer in oostelijk Noord-Brabant een aantal kwetsbare beeklopen genoemd, die zijn aangegeven op FIGUUR VII.3. Uit deze figuur blijkt dat vooral een aantal bovenlopen in het potentiële aanvoergebied kwetsbaar wordt geacht voor wateraanvoer. De aquatische levensgemeenschappen in de overige waterlopen in de (potentiële) wateraanvoergebieden zijn reeds door sterke eutrofiëring, onregelmatige waterstanden en door de aanwezigheid van stuwen niet meer in de karakteristieke samenstelling aanwezig.

3.2. ONTWIKKELINGEN IN DE WATERVOORZIENING.

Drinkwater.
Ondanks de optredende daling van het grondwaterpeil en de toegenomen vervuiling van het grondwater tot grote diepte wordt in het concept Derde Tienjarenplan van de VEWIN een uitbreiding van de grondwateronttrekking voor de openbare watervoorziening aangekondigd. Volgens het VEWIN-plan dient de jaarlijkse onttrekking in midden en oostelijk Noord-Brabant nog te stijgen met circa 47 miljoen m^3. De provincie heeft aangekondigd om voor een gedeelte van deze stijging (ca. 10 miljoen m^3) te zoeken naar mogelijkheden voor winning uit oppervlaktewater en oevergrondwater. Duidelijk is echter dat voor de komende periode uitgegaan wordt van een verdere stijging van de grondwateronttrekking voor drinkwater. Verwacht mag worden, dat de drinkwaterwinning zich op de dieper liggende watervoerende pakketten zal richten, wanneer de kwaliteit van het gewonnen ondiepere grondwater verder zal verslechteren.

Industriewater.
Er wordt door de provincie naar gestreefd om de huidige dalende trend in het grondwaterverbruik door industrieën en bedrijven door te zetten. Uit provinciaal onderzoek is gebleken, dat een verdere besparing op het koel-

waterverbruik van ongeveer 60% realiseerbaar is. Dit betekent een reduktie van circa 17 miljoen m^3/jr in het studiegebied.



FIGUUR VII.3. Beken die gevoelig zijn voor wateraanvoer in kwalitatief of kwantitatief opzicht (Provincie Noord-Brabant, ongepubliceerd).
De betreffende beken zijn:

141: Hooidonkse Beek
142: Kleine Dommel of Rul
143: Peelrijt
144: Sterkselse Aa
145: Sterksels Kanaal
162: Venloop
181: Esperloop
186: Overakkerse Loop
198: Astense Aa
215: Hooge Raam

Landbouwwater.

Al eerder is gewezen op de sterk toegenomen waterbehoefte in de landbouw, die voor een belangrijk deel is veroorzaakt door maatregelen ter vermindering van landbouwschade door wateroverlast. In het provinciaal grondwaterplan (Provincie Noord-Brabant, 1987) wordt uitgegaan van een toename in het toekomstig agrarisch grondwatergebruik in midden en oostelijk Noord-Brabant met ± 20 à 30 miljoen m^3 per jaar in 1995. Om verdere verdroging tegen te

gaan wordt aanvulling van de grondwatervoorraad met aangevoerd Maaswater in een groot aantal gebieden binnen de drie waterschappen overwogen.
Door de provincie is daarop een onderzoek opgezet naar de rentabiliteit van wateraanvoer en naar de mogelijkheden om door waterconservering te kunnen beschikken over meer water in de drogere perioden.
Op basis van de voorlopige resultaten uit dit onderzoek en ook door de toegenomen zorg over de afnemende beschikbaarheid van goed grondwater richt het provinciaal beleid zich sterk op beperking van grondwaterwinning ten behoeve van de landbouw en de industrie. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de resultaten van het rentabiliteitsonderzoek.

4. WATERAANVOER VOOR DE LANDBOUW.

Op dit moment vindt wateraanvoer plaats voor de watervoorziening van ruim 30.000 ha cultuurland in het waterschap de Aa (FIGUUR VII.1). Het water wordt bij Maastricht aan de Maas onttrokken en via de Zuid-Willemsvaart, de Noordervaart en het Peelkanaal ingelaten. Ook vindt aanvoer van Maaswater plaats via Panheel. Bovendien wordt in het kader van de ruilverkaveling St.Oedenrode wateraanvoer gerealiseerd voor bijna 4.800 ha cultuurgrond ten noorden van het Wilhelminakanaal. Het betreft hier ook Maaswater, dat zal worden ingelaten via een aantal inlaatpunten in het Wilhelminakanaal en de Zuid-Willemsvaart.
In de tweede Nota Waterhuishouding (V&W, 1985) werd uitgegaan van een uitbreiding van het wateraanvoergebied in oostelijk Noord-Brabant met ongeveer 100.000 ha. Deze plannen zijn inmiddels bijgesteld. Door nieuwe inzichten in de wenselijkheden en economische mogelijkheden van wateraanvoer in zandgebieden wordt momenteel nog ongeveer 38.000 ha cultuurgrond in oostelijk Noord-Brabant in beschouwing genomen als mogelijk wateraanvoergebied. De hogere reliëfrijke gebieden zijn thans niet meer in studie.
Wateraanvoer zal plaatselijk kunnen leiden tot de volgende ontwikkelingen:
* herstel van de grondwaterstand, waardoor minder verdroging in de landbouw- en natuurgebieden zal optreden;
* toename van de onttrekking van ondiep grondwater voor de landbouw, waardoor het herstel van de grondwaterstand weer te niet wordt gedaan;
* verspreiding c.q. verdunning van de verontreiniging uit effluentlozingen.

Op de bedrijseconomische, milieukundige en ecologische aspekten van vergroting van de wateraanvoer in Oost-Brabant wordt hieronder nader ingegaan.

4.1. KOSTEN-BATEN ANALYSE VAN WATERAANVOER EN WATERCONSERVERING.

In opdracht van de provincie Noord-Brabant is door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW) een analyse uitgevoerd naar de mogelijke bedrijfseconomische rentabiliteit van wateraanvoer en waterconservering in oostelijk Noord-Brabant. De resultaten van deze studie zijn thans in concept beschikbaar.
In de ICW-studie is in de thans afgeronde eerste fase nagegaan of wateraanvoer op waterschapsniveau rendabel is, uitgaande van de veronderstelling dat er geen kosten verbonden zijn aan de watertoevoer vanaf de Maas tot het

inlaatpunt. Bij de eerste berekeningen is uitgegaan van het huidig prijspeil voor landbouwprodukten.
In de studie is gekeken naar de landbouwkundige baten van:
a. waterconservering;
b. wateraanvoer voor infiltratie naar het grondwater;
c. wateraanvoer voor beregening met Maaswater.

Waterconservering.
Onder waterconservering wordt verstaan het in zekere mate vasthouden van water in een gebied door middel van (water)peilbeheer teneinde het afvoerproces te vertragen.
De mogelijkheden om in dit gebied met waterconservering de watervoorraad te vergroten zijn beperkt. De beperkende faktor is de landbouwkundige eis, dat de voorjaarsontwatering minimaal 60 cm onder het maaiveld moet zijn, omdat anders problemen ontstaan met de bewerkbaarheid van de grond. Met een aktief stuwpeilbeheer is het wel mogelijk om fluktuaties in het niveau van het grondwater te dempen, waardoor de beschikbaarheid van het grondwater voor de gewassen enigszins wordt vergroot.
Waterconservering biedt in dit gebied relatief de meeste perspektieven in vlakke gebieden. Hier blijven de kosten laag, omdat in vlakke terreinen een verhoudingsgewijs groot gebied kan worden gereguleerd met een stuw.
Het effekt van conservering op de gewasopbrengst ligt volgens de ICW-berekeningen tussen 0 en 3%, hetgeen in geld uitgedrukt een winst betekent van gemiddeld jaarlijks 10 à 15 gulden per ha.

Wateraanvoer voor infiltratie.
Infiltratie wordt vooral toegepast in vlakke gebieden met een dicht slotenstelsel, waar water onder vrij verval doorheen kan worden geleid. Door peilbeheer wordt getracht om de grondwaterstand op een voor gewasproduktie zo gunstig mogelijk niveau te houden.
Bij deze variant is uitgegaan van wateraanvoer van 10 l/min/ha ten behoeve van peilhandhaving c.q. aanvulling van de grondwatervoorraad via infiltratie vanuit de watergangen naar het grondwater.
Het bedrijfseconomisch effekt van wateraanvoer voor infiltratie varieert in de onderzochte potentiële wateraanvoergebieden van 0 tot 2.5%. Gemiddeld betekent dit een meeropbrengst van ongeveer ƒ20,=/ha/jr door toegenomen produktie.
De conclusie die uit de berekeningen kan worden getrokken is, dat alleen in gebieden waar weinig of geen investeringen voor wateraanvoer binnen het waterschap nodig zijn, wateraanvoer ten behoeve van infiltratie net rendabel kan zijn. Hierbij zijn kosten aan eventueel benodigde verbeteringswerken aan de kanalen buiten beschouwing gelaten.

Wateraanvoer voor beregening.
Op hoge gronden is infiltratie in verband met het ontbreken van een dicht slotenstelsel, de variatie in maaiveldligging en de relatief diepe grondwaterstanden niet effektief. Beregening kan geschieden door onttrekking van grond- of oppervlaktewater. Bij beregening uit het oppervlaktewater is suppletie met aanvoerwater noodzakelijk. Beregening met oppervlaktewater brengt minder kosten met zich mee dan beregening uit grondwater, omdat geen putten behoeven te worden geslagen. Duidelijk is dat beregening uit oppervlaktewater slechts mogelijk is in een beperkt gebied (ca. 300 meter) ter weerszijden van een watergang.
Bij de berekening van deze variant wordt uitgegaan van 20 l/min/ha water-

aanvoer ten behoeve van beregening. Deze hoeveelheid water vormt de benodigde aanvoercapaciteit voor peilhandhaving bij beregening van graslanden.
Bij de kostenberekeningen op bedrijfsniveau voor beregening uit grondwater is uitgegaan van een jaarlijkse kostenpost van ƒ600,= aan lasten per ha. Dit bedrag wordt uitgegeven aan investeringskosten voor de aanschaf van een beregeningsinstallatie met bijbehorende hulpmiddelen (bv. een traktor of aanzuigmotor), en voor enige variabele kosten aan energie en onderhoud. De lasten voor beregening uit oppervlaktewater bedragen jaarlijks ca. ƒ550,=. Bovendien moeten extra kosten op waterschapsniveau worden gemaakt voor de watertoevoer via stuwpeilbeheer. Deze kosten worden geschat op ± ƒ2,= /ha/jr in gebieden waar thans aanvoer voor infiltratie plaats vindt, en ƒ7,= /ha/jr in nieuwe aanvoergebieden.
De verwachte produktiestijging door beregening ligt volgens de ICW-studie in Oost-Brabant tussen 0 en 14%. Hiertegenover staan evenwel hoge bedrijfskosten en waterschapsinvesteringen, die in het algemeen de winst door meeropbrengst overtreffen.
Op grond hiervan kan gesteld worden, dat wateraanvoer voor beregening alleen een positief resultaat oplevert, wanneer investeringen voor beregeningsinstallaties niet worden meegerekend, en er slechts sprake is van uitbreiding van de aanvoercapaciteit, die benut kan worden met reeds beschikbare middelen.
Omdat beregening uit oppervlaktewater voordeliger is (ca. ƒ50,=/ha/jr), is omschakeling van grond- naar oppervlaktewater voor beregening in bedrijfseconomisch opzicht gunstig. Hierbij moet bedacht worden dat beregening uit oppervlaktewater slechts mogelijk is in de nabijheid van watergangen. Deze vorm van beregening blijkt echter voor grasland en maïsakkers eveneens niet rendabel te zijn, wanneer de investeringskosten geheel worden meeberekend.

Kanttekeningen bij de berekeningen.
Bij de rentabiliteitsberekeningen zijn enkele aspekten nog buiten beschouwing gebleven:
* de prijzen voor landbouwprodukten zullen naar verwachting van het LEI in de nabije toekomst lager zijn dan bij het huidig prijspeil, dat is aangehouden bij de berekeningen;
* externe investeringen voor vergroting van de aanvoercapaciteit van de kanalen zijn nog niet doorberekend; deze komen nu ten laste van het rijk.

Beide posten zullen een ongunstig effekt hebben op het netto rendement van beregening. In de landbouwsektor is sprake van dalende prijzen, waarbij volgens scenario's van het Landbouwkundig Economisch Instituut uitgegaan moet worden van 15 à 25% prijsdaling in de komende 15 jaar. Dit betekent dat op (middel)lange termijn de aanvoer van water naar deze zandgronden vrijwel nooit rendabel zal zijn.
Voorts is duidelijk dat er investeringen gedaan zullen moeten worden in de aanvoerkanalen teneinde de aanvoercapaciteit te vergroten. Zonder dergelijke investeringen moet in droge jaren rekening gehouden worden met beperkte beschikbaarheid van oppervlaktewater. Indien deze externe kosten worden meeberekend, heeft dit naar verwachting grote gevolgen voor de rentabiliteit. In de afronding van het onderzoek in Oost-Brabant zal door het ICW ook op dit kostenaspekt worden ingegaan.

4.2. DE INVLOED VAN AANVOERWATER OP DE WATERKWALITEIT.

Voor de ecologische beoordeling van wateraanvoer vanuit de Maas naar het Brabantse zandgebied is het van belang om een inzicht te hebben in de veranderingen in de chemische samenstelling van het oppervlaktewater door waterinlaat.
Gedurende het zomerhalfjaar van 1979 werd in het stroomgebied van de Astense Aa door de Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant een vergelijkend onderzoek gedaan naar de chemische watersamenstelling in watergangen in het voorjaar en de zomerperiode, waarin respektievelijk weinig en veel water uit het Kanaal van Deurne wordt ingelaten (Kouwe, 1980). Het onderzoek richtte zich speciaal op de mogelijke eutrofiëring als gevolg van het inlaten van Maaswater in het zuidoostelijke deel van het waterschap De Aa. In dit onderzoek werden bij het inlaatpunt en bij een aantal meetpunten stroomafwaarts van het inlaatpunt metingen verricht naar de concentraties fosfaat, gesommeerd nitraat en nitriet, ammonium, chloride en het elektrisch geleidingsvermogen. Voorts werd in watermonsters onder laboratoriumcondities een algengroei-potentietest uitgevoerd, die een verandering in de mate van eutrofiëring aangeeft.

Samengevat komen de resultaten van het onderzoek op het volgende neer. Bij het inlaatpunt in het Kanaal van Deurne naar de Astense Aa was sprake van een duidelijke stijging van het fosfaatgehalte, het chloridegehalte en het elektrisch geleidingsvermogen in de periode van waterinlaat. Daarentegen was er ten tijde van aanvoer van Maaswater nauwelijks een verandering te meten in het anorganisch stikstofgehalte bij het inlaatpunt. TABEL VII.5 toont de resultaten van deze metingen.

TABEL VII.5. Gemiddelde gehalten van P, N, Cl (mg/l) en gemiddeld geleidingsvermogen (EGV) van het bij het inlaatpunt ingelaten water, gemeten voor 2 periodes:
periode 1: geen inlaat van Maaswater;
periode 2: wel inlaat van Maaswater.
Bron: Kouwe (1980).

	P(tot)	PO_4-P	(NO_2 + NO_3)-N	Cl	EGV
periode 1	0.46	0.28	3.3	50	359
periode 2	0.63	0.53	3.4	69	534

In de voorjaarsperiode met zeer geringe inlaat van Maaswater had het grondwater in het onderzochte gebied duidelijk invloed op de samenstelling van het oppervlaktewater. Het eutrofe karakter van het grondwater (met een concentratie van 10 - 19 mg N/l) bleek in die periode door te werken in een verhoging van de gesommeerde nitraat- en nitrietgehalten [(NO2 + NO3)N] in het oppervlaktewater in de meeste monsterpunten. Op het fosfaatgehalte van het oppervlaktewater bleek het grondwater geen merkbare invloed te hebben. De concentratie anorganisch stikstof bleek in de periode zonder waterinlaat door de interne belasting sterk toe te nemen met toenemende afstand tot het inlaatpunt. Dit N-gehalte verdubbelde over een afstand van ca. 4.5 km in de Astense Aa en verdrievoudigde zelfs over een afstand van nog geen 2 km in de Heitrakse Loop, een zijbeek van de Astense Aa. In de zomerperiode met waterinlaat was er, bij gelijkblijvende concentraties in het inlaatwater,

daarentegen sprake van lagere [(NO2 + NO3)N] - gehalten in het gebied en van een lichte daling van het [(NO2 + NO3)N] - gehalte vanaf het inlaatpunt. Uit deze metingen blijkt dat het water in het Kanaal van Deurne minder stikstof bevatte dan het water in de Astense Aa, hetgeen samenhangt met een verschil in bodemgebruik. Uitspoeling van meststoffen uit landbouwpercelen vindt vooral plaats in het voorjaar, waaruit de daling van het stikstofgehalte in de Astense Aa in de zomerperiode kan worden verklaard. Bovendien stelt Kouwe (1980) dat denitrificatie in het anaërobe sediment gedurende de zomer mogelijk bijdraagt aan de tijdelijke daling van de stikstofconcentratie in de Astense Aa.
De gemeten afname in het N-gehalte bij waterinlaat zal ook de verklaring zijn voor de (in de algengroeipotentietesten) gevonden lagere chlorophylgehalten in de zomer, in vergelijking met de periode zonder waterinlaat (TABEL VII.6).

TABEL VII.6. Maximum chlorophylgehalte (ug/l) als maat voor de groeipotentie van de groenalg Scenedesmus quadricauda in watermonsters van de Astense Aa.
I: inlaatwater uit het Kanaal van Deurne
G, D en J: meetpunten op toenemende afstand van I.
Bron: Kouwe (1980).

	maximum chlorophylgehalte						
	periode 1			periode 2			
meetpunt	17-4	7-5	gemiddelde	25-6	9-7	3-9	gemiddelde
I	440	110	275	570	1070	750	800
G	660	270	465	530	540	540	540
D	1120	1060	1090	340	750	130	410
J	1070	213	640	460	340	290	360

Geconcludeerd kan worden dat het hogere fosfaatgehalte van het Maaswater niet leidt tot verhoging van de algengroeipotentie, en dus de eutrofiëring van het oppervlaktewater niet versterkt.

4.3. BEOORDELING VAN WATERAANVOERPLANNEN.

Hoewel uit de studie van Kouwe (1980) naar voren komt dat inlaat van Maaswater zeker niet leidt tot verdere eutrofiëring van de Astense Aa, zijn er toch argumenten om wateraanvoer naar de Oostbrabantse zandgebieden met hoge fosfaat- en nitraatbelasting (zie o.a. Vissers et al., 1985) af te raden. Weliswaar bestaat de mogelijkheid om via wateraanvoer de hoog belaste wateren in Oost-Brabant door te spoelen, waardoor de vervuiling meer verspreid en afgevoerd zal worden.
Deze maatregel heeft echter het gevaar in zich dat daardoor de huidige hoge milieubelasting langdurig in stand zal worden gehouden. Een eventuele sanering in de landbouw zal daardoor niet doorwerken in een verbetering van de waterkwaliteit, die vooral bepaald zal (blijven) worden door de samenstelling van het eutrofe aanvoerwater. Op deze wijze zal het realiseren van

wateraanvoerplannen de uitvoering van milieubeleid in dit gebied op langere termijn kunnen frustreren. Ook zal de intensiteit van het agrarisch landgebruik nog enigzins kunnen toenemen bij wateraanvoer, met als mogelijk gevolg een verdere verhoging van de mest- en pesticidenbelasting in het gebied.
Ook dient wateraanvoer kritisch te worden beschouwd, omdat er een risico bestaat dat milieugevaarlijke stoffen uit de kanalen over het aanvoergebied worden verspreid. Ter illustratie staan in TABEL VII.7 de gemeten concentraties milieukritische stoffen in het slib van het Kanaal van Deurne bij het inlaatpunt naar de Astense Aa en in het slib bij het inlaatpunt in het Wilhelminakanaal naar het ruilverkavelingsgebied St.Oedenrode.
Uit deze tabel blijkt dat met de inlaat van Maaswater ook organische en anorganische verontreinigingen in de watergangen zullen worden gebracht. Om deze redenen dient uitbreiding van wateraanvoer om milieukundig/ecologische redenen met grote reserves te worden bezien. In opdracht van de provincie wordt nader onderzoek hiernaar uitgevoerd.

TABEL VII.7. Gemiddelde waarden van enkele milieukritische stoffen in het slib van het Kanaal van Deurne bij het inlaatpunt naar de Astense Aa en van het slib van het Wilhelminakanaal bij het inlaatpunt naar het stroomgebied van de Dommel.
Bron: Projectgroep Inventarisatie Waterbodems (1987).

stof		Kanaal van Deurne	Wilhelminakanaal
cadmium	(mg/l)	2.0	19
kwik	,,	?	0.58
koper	,,	17	45
zink	,,	200	1080
lood	,,	87	55
HCH	(ug/l)	0.015	<0.01
fluorantheen	,,	1.2	1.1
benzo(a)pyreen	,,	1.0	0.57
pyreen		?	0.8

Wanneer uitsluitend gelet zou worden op kwetsbaarheid van huidige natuurwaarden aan macrofauna in de waterlopen in het potentiële aanvoergebied, zou uitbreiding van wateraanvoer in veel gevallen niet tot natuurschade leiden. Door beeknormalisaties en eutrofiëring heeft in de meeste beeklopen de karakteristieke beekfauna inmiddels reeds plaats moeten maken voor veel algemenere soorten.

5. OPLOSSINGSRICHTINGEN.

5.1. VERMINDERING VAN DE VRAAG NAAR GRONDWATER.

Drinkwater.
Door de relatief geringe dichtheid van het bekenstelsel en de vaak slechte waterkwaliteit in dit gebied biedt winning van drinkwater uit lokaal

oppervlaktewater slechts gedeeltelijk en pas op termijn een mogelijk alternatief voor grondwater. In het 2e Structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening (SDIV) worden enige mogelijke lokaties voor de produktie van drinkwater uit oppervlaktewater voorzien in oostelijk Noord-Brabant. Genoemd worden de infiltratieprojekten Groote Heide bij Eindhoven, Maaskant bij Lith en een oevergrondwaterwinningsprojekt langs de Maas. Door de provincie wordt sinds kort ook de mogelijke inzet van Biesbosch-water in oostelijk Noord-Brabant bestudeerd.

Industriewater.
Vooral bij het koelwaterverbruik zijn besparingen in de grondwaterwinning mogelijk. Het betreft zowel omschakeling van grond- op oppervlaktewater of op luchtkoeling, als ook besparing op koelwatergebruik door optimalisatie van het koelproces en door hergebruik.
Besparing en omschakeling op oppervlaktewater voor doeleinden, waaraan geen hoge waterkwaliteitseisen zijn gekoppeld, kan een vermindering van het grondwaterverbruik opleveren van naar verwachting 17 miljoen m^3/jr.

Landbouwwater.
Vermindering van beregening van grasland kan worden gerealiseerd door extra aankoop van kracht- en/of ruwvoer. Volgens een conceptnota van de provincie over het toekomstig grondwaterbeleid is in de meeste jaren aankoop van ruw- en/of krachtvoer voordeliger dan beregening. Alleen in een zeer droog jaar, zoals 1976, is beregening per saldo ongeveer ƒ200,= per ha voordeliger. Door verhoogde toediening van kracht- of ruwvoer worden echter extra voedingsstoffen in de bodem en het grondwater ingebracht, zodat het probleem van verdroging verruild dreigt te worden voor het probleem van vermesting.
Een vermindering in de vraag naar grondwater voor beregening kan ook dwingend worden opgelegd door:
* Een verlaging van de vergunningplichtige grens voor beregeningsinstallaties. In het provinciale grondwaterplan (Provincie N-Brabant, 1987) wordt een onderzoek aangekondigd om in het oostelijk deel van het studiegebied deze grens te verlagen van 60 naar 10 m3/uur; op basis hiervan zijn nieuwe beleidsmaatregelen in voorbereiding.
* Een verkorting van de toegestane periode waarin beregening is toegestaan.
* Een algeheel verbod op beregening uit grondwater op graslanden.

5.2. WATERRETENTIE.

Waterretentie in de beken.
Blijkens het in hoofdstuk 4 beschreven ICW-onderzoek levert waterretentie door optimalisering van het stuwpeilbeheer slechts een gering landbouwkundig rendement. Het effekt blijft beperkt tot de direkte omgeving van de waterloop.
Meandering van beken biedt wellicht mogelijkheden voor vergroting van de waterbergingscapaciteit, vooral wanneer het oorspronkelijke breedteprofiel van de beken weer in evenwicht wordt gebracht met de sedimentlast. Wat de kwantitatieve betekenis van deze vorm van waterretentie zal kunnen zijn dient evenwel nader te worden onderzocht.
Door de aanleg van meer stuwen ter vergroting van de retentiecapaciteit zal het natuurlijk karakter van het beekstelsel verder geschaad worden en worden weer barrières aangebracht voor de verspreiding van beekorganismen.

Waterretentie in de bodem.
Een grotere grondwatervoorraad kan worden gevormd als de huidige eisen die vanuit de landbouw worden gesteld, zouden worden bijgesteld. Door vermindering van de ontwateringsdiepte in het voorjaar zal minder verdroging in de zomer plaats vinden. Door het geringe vasthoudend vermogen van de Brabantse zandgronden is conservering van grondwater alleen zinvol in de vlakkere gebieden.

Waterretentie in spaarbekkens.
Winning van lokaal oppervlaktewater in de benedenloop van beken zal in het algemeen weinig schade aan natuurwaarden veroorzaken. De mogelijkheden om voor de watervoorziening gebruik te maken van water uit dergelijke bekkens, worden sterk beperkt door de slechte beekwaterkwaliteit. Sanering van verontreinigingsbronnen in de landbouw en van RWZI's en rioleringsstelsels, alsmede sanering van de verontreinigde waterbodems, is noodzakelijk alvorens hier gebruik gemaakt kan worden van lokaal oppervlaktewater voor de openbare watervoorziening.

5.3. MITIGERENDE MAATREGELEN.

Zowel het gebiedseigen als het gebiedsvreemde water bevat te hoge gehalten nutriënten. Door inschakeling van helofytenfilters bij inlaatpunten en langs beeklopen kan waterkwaliteitsverbetering worden gerealiseerd. Hierbij dient men zich wel te realiseren, dat voor een zuivering door helofytenfilters voor de totale hoeveelheid aanvoerwater er een zeer groot oppervlak nodig is. Deze mitigerende maatregel kan dus slechts selektief worden toegepast. Overigens dient daarbij ook gerekend worden op een nalevering van nutriënten uit het sediment, waardoor het nuttig effekt van helofytenfilters op korte termijn gering zal zijn.
Met behulp van hydrologische bufferzones kunnen beken en beekdalen enigermate worden beschermd tegen eutrofiëring vanuit de landbouw (van Huyssteeden, 1987).
Micro-verontreinigingen kunnen, voor zover deze aan slib zijn gebonden, in een slibvang worden onttrokken aan het water, waardoor deze niet in de waterbodems van het aanvoergebied zullen accumuleren.
Een andere mitigerende maatregel kan zijn om die delen van waterlopen te isoleren voor wateraanvoer, die kwetsbare natuurwaarden herbergen.
Nader onderzoek dient te worden verricht naar de technische en financiële haalbaarheid van deze maatregelen.

6. CONCLUSIES.

In Oost-Brabant vormen verdroging en vervuiling van oppervlakte- en grondwater een belangrijk milieuprobleem. Door wateraanvoer kan weliswaar een zeker herstel worden gerealiseerd van de grondwaterstandsdalingen, maar dit herstel zal worden opgeheven wanneer wateraanvoer zal leiden tot meer onttrekking van ondiep de grondwater voor beregening.
Uit onderzoek in Oost-Brabant, waarvan de eerste fase thans door het ICW is afgerond, en in Gelderland (Provincie Gelderland, 1985) is gebleken dat

beregening van grasland en maïsakkers op de zandgronden niet rendabel is. Dit leidt tot de conclusie dat in het grootste deel van de Oost-Brabantse zandgronden het beleid gericht zou moeten worden op verlaging van het watergebruik voor beregening, waardoor het grondwaterniveau zich geleidelijk zal kunnen herstellen. Verdere daling van het grondwatergebruik is mogelijk door beperking van de koelwaterwinning uit grondwater en door zo veel mogelijk over te schakelen van grond- naar oppervlaktewater als bron voor de openbare watervoorziening.
In de vlakkere laag gelegen delen is wateraanvoer soms wel rendabel. Hier kan ruimte worden geboden aan gebruiksfuncties, die een meer intensief gebruik van water vereisen, zoals rationele landbouw en waterwinning uit grond- en oppervlaktewater.
In plaats van watervoorziening door aanvoer van gebiedsvreemd water kan met enige maatregelen het gebiedseigen water beter benut worden. Mogelijkheden hiervoor vormen verhoging van de waterretentie in de bodem door aangepast stuwpeilbeheer, opvang van water in retentiebekkens in de benedenlopen en vergroting van het waterbergend vermogen van beken door profielverbreding en herstel van meandering.

Via ruimtelijke zonering kan worden ingespeeld op de beperkingen die vanuit de watervoorziening gesteld moeten worden aan bepaalde gebruiksfunkties. De landbouw kan in de lager gelegen vlakkere delen van het zandgebied geconcentreerd worden. Ook kan in die delen wateronttrekking vanuit grond- en oppervlaktewater voor andere gebruiksfunkties worden gelokaliseerd. Te denken valt o.a. aan (oever)infiltratieprojecten met Maaswater voor de openbare watervoorziening en koelwaterwinning voor de industrie uit oppervlaktewater. Bij de ruimtelijke herverdeling van gebruiksfunkties dienen overigens wel de natuurwaarden in de lager gelegen delen van het zandgebied (in de beekdalen en in kwelmilieus) te worden ontzien.
In de hoger gelegen zandgronden dienen aan de landbouw duidelijke beperkingen te worden gesteld, zowel met het oog op de verdroging als op de vervuiling van bodem, grondwater en oppervlaktewater. Hier dient ruimte te worden geschapen voor minder vervuilende en watervragende funkties, zoals bosbouw en recreatie.
In enkele beeksystemen, vooral westelijk van de Dommel, is sprake van relatief geringe milieubelasting. Hier dient natuurontwikkeling in zo groot mogelijke aaneengesloten delen van beekdalen te worden gerealiseerd. Hier kan vooral gebruik gemaakt worden van maatregelen ter vergroting van waterretentie in het beekstelsel door meandering en beekverbreding, en kan de invloed van de landbouw worden beperkt door hydrologische bufferzones en inschakeling van helofytenfilters.

LITERATUUR

Braat, L.C., A. van Amstel, E. Nieuwhof, J. Runhaar, J.B. Vos, 1987.
Verdroging van Nederland. Probleemverkenning. Publikatiereeks Milieubeheer 87-13, Ministerie VROM.

Diepen, D. van, 1968.
De Bodem van Noord-Brabant. Stiboka, Wageningen.

Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant, 1988.
Jaarverslag 1987. Boxtel.

Huijssteeden, E.J. van, 1987.
Bescherming van beken en beekdalen tegen eutrofiëring vanuit de landbouw. Rapport Rijksplanologische Dienst, Den Haag.

Kouwe, F.A., 1980.
Onderzoek naar de samenhang tussen de inlaat van Maaswater en eutrofiëring in de Astensche Aa. Interne nota GTD, Boxtel.

Projectgroep Inventarisatie Waterbodems, 1987.
Waterbodems in Noord-Brabant. Inventarisatie. 's-Hertogenbosch.

Provincie Gelderland, 1985.
Rendabiliteit van beregening op melkveebedrijven en waterbehoefte van Gelderse landbouwgronden. St. Proefstation voor de rundveehouderij, schapenhouderij en paardenhouderij / Prov. Gelderland, Dienst Waterbeheer, Arnhem.

Provincie Noord-Brabant, 1987.
Grondwaterplan. 's-Hertogenbosch.

Reinds, G.H., 1986.
Beregenings- en bevloeiingsmogelijkheden in 1985. ICW-Nota 1727, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.

Silva, W., 1987.
Evaluatie van DEMGEN (PAWN) van wateraanvoerplannen in midden en oostelijk Noord-Brabant. DBW/RIZA Nota 87.038, Arnhem.

Vissers, H.J.S.M., N.H.S.M.de Wit, W.Bleuten, 1985.
Ruimtelijke effekten van bemesting via ondiep grondwater. Vakgroep Fysische Geografie R.U.Utrecht.

VROM, V&W, 1984.
Tweede Structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening. Deel d: Regeringsbeslissing. Ministerie en Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en Ministerie van Verkeer en Waterstaat (VW), Tweede Kamer, vergaderjaar 1983-1984, 16725, nrs. 8-9.

V&W, 1985.
De waterhuishouding van Nederland. Tweede Nota Waterhuishouding. Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Den Haag.