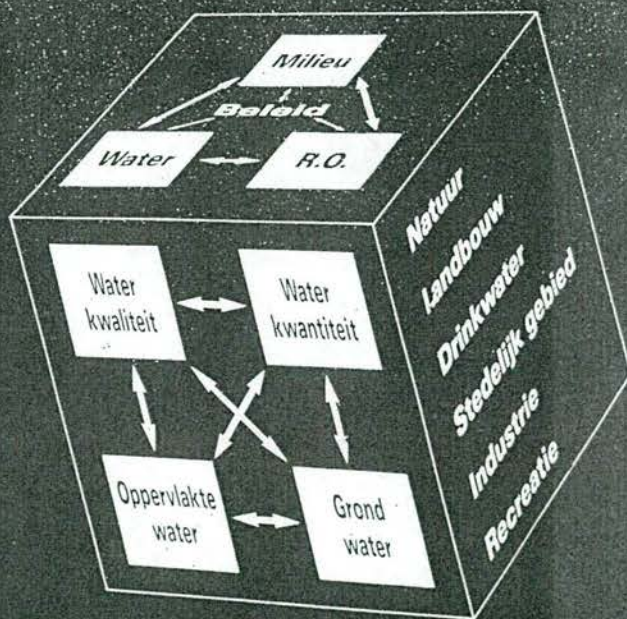
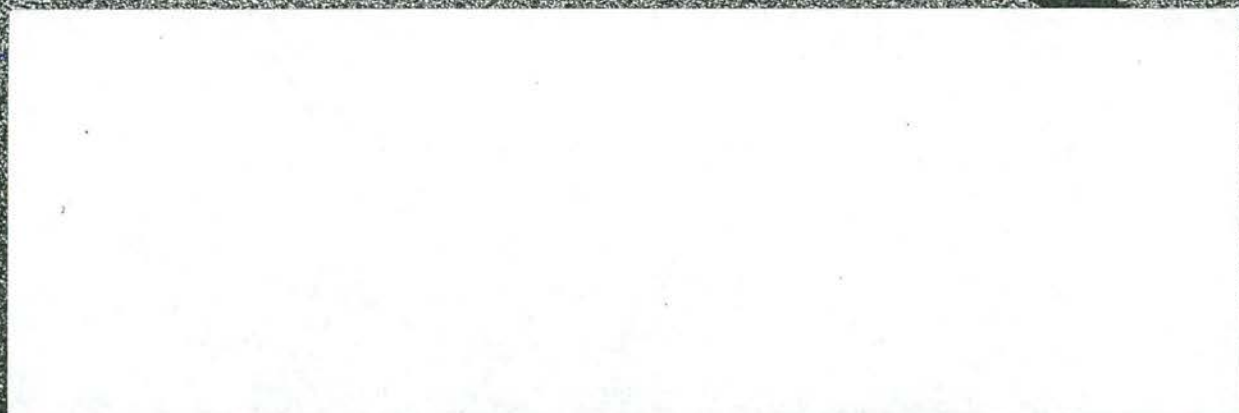


K 918



DI 70690



DHV

DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV

RIJKSWATERSTAAT, DIRECTIE ZEELAND

Probleemverkennde studie-bestrijding eutrofiering Volkerak/Zoommeer



dossier D1372-10-100

november 1989

INHOUD	BLZ.
VOORWOORD	4
SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
1.1. Algemeen	7
1.2. Situatieschets	7
1.3. Probleemstelling	9
1.4. Doelstelling	9
2. ACTUELE SITUATIE EN ONTWIKKELINGEN	11
2.1. Inleiding	11
2.2. Maatschappelijke functies	11
2.3. Emissies	13
2.4. Waterhuishouding	16
2.5. Waterbodem	18
2.6. Oevers	19
2.7. Flora en fauna	19
2.8. Beleid en beheer	20
3. MOGELIJKE MAATREGELEN TER BESTRIJDING EUTROFIERING	23
3.1. Inleiding	23
3.2. Maatregelen	23
4. SELECTIE VAN MAATREGELEN	34
4.1. Inleiding	34
4.2. Selectiecriteria	34
4.2.1. Snelheid van realisatie	34
4.2.2. Technische haalbaarheid	39
4.2.3. Financiële haalbaarheid	39
4.2.4. Bestuurlijke weerstanden	39
4.3. Conclusie	40
5. UITWERKING VAN SCENARIO'S	42
5.1. Inleiding	42
5.2. Uitgangspunten	43
5.2.1. Doelstelling voor scenario's	43
5.2.2. Debieten, concentraties en vrachten in 1988	43
5.2.3. Defosfatering	46
5.2.4. Lozing RWZI Nieuwveer	47
5.3. Scenario 1	48
5.4. Scenario 2	50
5.5. Scenario 3	53

INHOUD (VERVOLG)

5.6.	Effecten van verschillende scenario's op de West-Brabantse rivieren	55
5.7.	Resumé	56
6.	UITWERKING VAN EEN ALTERNATIEF SCENARIO	58
7.	EVALUATIE	63
7.1.	Fosfaatbelasting	63
7.2.	Geldigheid uitgangspunten	63
7.3.	Keuze en onderbouwing van maatregelen	63
7.4.	Neveneffecten	64
8.	CONCLUSIE	65
9.	AANBEVELINGEN	68
9.1.	Algemeen	68
9.2.	Inrichting en beheer	68
9.3.	Verdere onderbouwing scenario 4 (variant b)	68
9.4.	Neveneffecten	69
	REFERENTIES	70
Bijlage I	Keuze van dimensioneringsdebieten	
Bijlage II	Kosten van maatregelen	
Bijlage III	Gedetailleerde gegevens bij de scenario's	

VOORWOORD

In dit rapport is de problematiek waarop de studie zich richt beschreven, alsmede het doel van de studie. Voor oplossing van de problematiek is een ruim aantal maatregelen aangegeven. Op basis van door de opdrachtgever geformuleerde criteria is daaruit een selectie gemaakt van kansrijke maatregelen. Met behulp van deze maatregelen zijn in beginsel drie scenario's opgesteld. Per scenario zijn effectiviteit en kosten geschat. Om pragmatische redenen is een vierde scenario opgesteld na evaluatie van de eerder opgestelde scenario's.

In de literatuurlijst is iedere referentie voorzien van een nummer. Die nummers corresponderen met nummers in de tekst op plaatsen waar een referentie wordt besproken. Om verwarring te voorkomen met aanduidingen van hoofdstukken of paragrafen zijn alle nummers van referenties tussen twee vierkante haakjes geplaatst.

Opdrachtgevers van deze studie zijn in eerste instantie Rijkswaterstaat directie Zeeland en in tweede instantie Hoogheemraadschap West-Brabant.

Het onderzoek werd begeleid door een begeleidingscommissie bestaande uit de volgende personen:

ing. N. Beuzenberg	Rijkswaterstaat, directie Zeeland
drs. A.L.M. van Broekhoven	Rijkswaterstaat, directie Noord-Brabant
ir. F.L.G. de Bruijkere (voorzitter)	Rijkswaterstaat, directie Zeeland
drs. E. Daemen	Rijkswaterstaat, directie Zeeland
ir. M. van den Hark	Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren
ir. R.E.M. van Oers	Hoogheemraadschap West-Brabant
J. van Steenwijk	Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren
ing. M. van Veen	Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren

Het onderzoek werd uitgevoerd door een team van DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, Groep Integraal Waterbeheer, bestaande uit:

ir. E. Eggers (projectleider)
ir. A.P. Benoist
drs. P.T.J.C. van Rooy
ir. J.W. van Sluis

SAMENVATTING

Na afsluiting van het Krammer-Volkerak in april 1987 is er een nieuwe waterstaatkundige eenheid ontstaan, het Volkerak-Zoommeer. Sinds de afsluiting nemen de concentraties van fosfaat, stikstof, zware metalen en micro-verontreinigingen in het nieuw gevormde meer toe door het wegvallen van de getijwerking en van de uitwisseling met het zeewater. De belangrijkste bronnen zijn het instromende rivierwater uit de Mark en het inlaatwater uit de Dintel en het Hollands Diep. Indien op korte termijn maatregelen uitblijven zal zich naar verwachting een door algen gedomineerd ecosysteem ontwikkelen en zal de waterbodem sterk opladen. Zowel fosfaat als stikstof kunnen limiterend zijn voor de groei van algen. Modelberekeningen hebben aangetoond dat ter bestrijding van de (gevolgen van) eutrofiëring de reductie van fosfaat het meest effectief is.

De gemiddelde jaarlijkse externe belasting van het Volkerak-Zoommeer met fosfaat bedraagt 440 ton. Over de interne belasting door nalevering vanuit de waterbodem bestaat nog onzekerheid. Recente metingen leveren een schatting op van 60 ton per jaar. Om de concentratie van fosfaat voor algen limiterend te maken wordt uitgegaan van een maximale gemiddelde jaarlijkse belasting van 2-4 g P/m².jaar. Omgerekend naar het oppervlak van het Volkerak-Zoommeer betekent dit een maximale totale jaarlijkse fosfaatvracht van 120-240, dat is gemiddeld 180 ton P.

Deze belasting wordt gezien als een basis van waaruit inrichtingsmaatregelen de ontwikkeling van het ecosysteem in de gewenste richting kunnen sturen. Het Rijn Actie Programma en Noordzee Actie Plan lijken maximaal een reductie te kunnen bewerkstelligen van 120 ton fosfaat per jaar.

Voor deze studie is ervan uitgegaan dat de volgende processen, maatregelen en ontwikkelingen elkaar zullen compenseren:

- nalevering van fosfaat uit de bodem, inclusief een mogelijke toename zolang de externe fosfaatbelasting niet sterk is gereduceerd
- afname van de fosfaatbelasting via de inlaat uit het Hollandsch Diep ten gevolge van de realisering van RAP en NAP
- actief biologisch beheer in het Volkerak-Zoommeer: (effecten van bodemalgen, zooplankton, etc.).

Gegeven deze aanname is het daarnaast noodzakelijk de externe belasting terug te brengen tot gemiddeld 180 t/jaar, dat is een reductie van 260 ton fosfaat-P per jaar ten opzichte van de huidige belasting.

In dit rapport zijn mogelijke maatregelen besproken waarmee deze reductie op korte termijn kan worden gerealiseerd. Op basis van vooraf gestelde criteria is daaruit een selectie gemaakt. De criteria hebben betrekking op de termijn van realisatie, de effectiviteit voor het Volkerak-Zoommeer en de Brabantse rivieren, de technische en financiële haalbaarheid en bestuurlijke weerstanden. Aan de hand van de geselecteerde maatregelen, veelal symptoombestrijdend van karakter, zijn in eerste instantie drie scenario's opgesteld. De scenario's zijn als volgt opgebouwd:

Scenario 1

- Chemische defosfatering van de Dintel aan de Dintelmond;
- Behandeling van inlaatwater uit het Hollands Diep met biofilters;
- Gebruik van de sluis bij Dintelsas als terugstroombeveiliging;
- Omleiding sluis bij Dintelsas via een binnendijks kanaal voor wataeraanvoer uit de Dintel.

Scenario 2

- Afleiding Mark naar de Bergse Maas via het Mark- en Wilhelminakanaal;
- Vergroting hoeveelheid inlaatwater vanuit Hollands Diep en defosfatering inlaatwater;
- Aanvoer via aparte inlaatkoker in de Volkerakdam.

Scenario 3

- Stopzetting waterinlaat uit het Hollands Diep;
- Doorspoeling Mark en Dintel vanuit Bergse Maas;
- Chemische defosfatering van de afvoer van Mark en Dintel bij Terheijden;
- Terugstroombeveiliging/scheepvaartpassage met bellenscherm.

Voor elk van deze drie scenario's is berekend wat het effect is op de fosfaatbelasting van het Volkerak-Zoommeer en zijn voorts effecten op de Brabantse rivieren in beschouwing genomen. Op basis hiervan is bezien in hoeverre de verschillende scenario's aan de gestelde criteria voldoen. Als resultaat geldt dat alleen scenario 3 aan alle technische criteria voldoet. Naast de genoemde berekeningen zijn voor ieder scenario echter ook jaarlijkse en investeringskosten berekend. De jaarlijkse kosten van uitvoering van de drie scenario's blijken de beschikbare middelen veruit te overstijgen. Hiermee wordt de haalbaarheid nihil. Op basis van dit gegeven is een vierde scenario met drie varianten opgesteld, waarbij de kosten als belangrijk criterium zijn toegevoegd. Een schets van de inhoud van dit scenario:

Scenario 4

- Chemische defosfatering van de Bovenmark ter hoogte van de Belgische grens, waarbij drie varianten zijn opgevoerd met een behandelingscapaciteit van 5 (a), 10 (b) en 15 m³/s (c);
- Behandeling van het inlaatwater uit het Hollands Diep met biofilters.

Iedere variant binnen dit scenario is bestudeerd op effecten en kosten. Het rendement blijkt het grootst bij variant b. De kosten van uitvoering van dit scenario zijn belangrijk lager. Het effect is echter ontoereikend. Wel wordt de snelheid waarmee de huidige water- en waterbodemkwaliteit achteruitgaat verminderd, waardoor eventuele herstelmaatregelen op lange termijn mogelijk minder kostbaar zullen zijn.

In dit verband is het van groot belang dat de besproken maatregelen op de kortst mogelijke termijn worden geëffectueerd.

Bij de aanbevelingen worden ondermeer mogelijkheden aangegeven voor verbetering van de verhouding tussen kosten en effecten in het algemeen en verbetering van het effect van scenario 4b in het bijzonder.

1. INLEIDING

1.1. Algemeen

Ter vergroting van de leesbaarheid van dit rapport wordt de term "totaal-fosfaat" (uitgedrukt als P) aangeduid met "fosfaat".

Indien "ortho-fosfaat" wordt bedoeld, wordt dat in de tekst expliciet vermeld.

In hoofdstuk 1 t/m 4 is voor de diverse bijdragen aan de fosfaatbelasting van het Volkerak-Zoommeer en de Brabantse rivieren uitgegaan van schattingen van gemiddelde jaarlijkse waarden [03] [53].

In hoofdstuk 5 en 6 is voor de bepaling van effecten van de verschillende scenario's gebruik gemaakt van meetgegevens uit 1988. Dit is tot nu toe het enige relevante jaar na de afsluiting en de vorming van een stagnant meer waarvoor een dataset beschikbaar is.

1.2. Situatieschets

Na de afsluiting van het Krammer-Volkerak in april 1987 is er een nieuwe waterstaatkundige eenheid ontstaan, aangeduid als het Volkerak-Zoommeer. Zowel het Krammer-Volkerak, de Eendracht, het Volkerak-Zoommeer en het Bathse Spuikanaal worden tot deze eenheid gerekend [27] (zie figuur 1). Sinds de afsluiting nemen door het wegvallen van de verversing met water uit de Oosterschelde de concentraties van fosfaat en stikstof snel toe. De huidige belasting met nutriënten is te hoog om negatieve effecten van eutrofiëring te kunnen voorkomen. De belangrijkste bronnen zijn het inlaatwater uit de Mark en Dintel en het Hollands Diep. Indien geen maatregelen worden getroffen ter bestrijding van de eutrofiëring, ligt het in de lijn der verwachting dat zich op korte termijn een door algen gedomineerd ecosysteem ontwikkelt en dat de waterbodem zich steeds sterker oplaadt met onder andere fosfaat. Herstel van een dergelijke situatie neemt vaak veel tijd in beslag en is in de meeste gevallen zeer kostbaar. Het is derhalve zaak om op korte termijn in te grijpen om de geschetste situatie te voorkomen.

Zowel fosfaat als stikstof kunnen limiterend zijn voor de groei van algen. Als eutrofiëringsbestrijdende actie kiest Rijkswaterstaat directie Zeeland voor de reductie van fosfaat, omdat dit op korte termijn volgens modelberekening het meeste effect lijkt te sorteren [46][50]. De gemiddelde jaarlijkse toevoer van fosfaat naar het Volkerak-Zoommeer bedraagt 440 ton [03][15]. Daarnaast zorgt de waterbodem door nalevering voor een vracht van 60 ton fosfaat/jaar [51]. Om de concentratie van fosfaat voor algen limiterend te maken en omslag naar een situatie van permanente algenbloei en gering doorzicht te voorkomen is een reductie van de totale belasting nodig tot ca. 2-4 g fosfaat-P/m².jr. [03][29]. Uitgaande van de gemiddelde waarde (3 g/m².jaar P) bedraagt de toelaatbare belasting 180 ton/jaar P.

Daarmee wordt de basis gelegd voor de ontwikkeling van een door hogere waterplanten gedomineerd ecosysteem. Aanvullende maatregelen zijn echter noodzakelijk om het ecosysteem in die richting te bewegen.

Maatregelen in het kader van het Rijn Actie Programma (RAP) en het Noordzee Actie Plan (NAP) lijken maximaal een reductie te bewerkstelligen van 120 ton fosfaat per jaar in 1995 [03]. Bovendien is de periode tot 1995 te lang in verband met het voortgaande eutrofiëringsproces. Er zijn dus extra fosfaatbeperkende maatregelen nodig (zie tabel 1). De studie als beschreven in dit rapport is bedoeld als een verkenning naar kansrijke maatregelen. Alle mogelijke maatregelen worden zowel in technische, financiële als bestuurlijke zin belicht, waarna een aantal maatregelen wordt geselecteerd. Deze maatregelen worden opgenomen in enkele scenario's, waarin ze op elkaar worden afgestemd.

Bij de selectie van de maatregelen speelt de snelheid van realisatie een doorslaggevende rol. Maatregelen die pas na 1992 effect sorteren, zijn niet bij de oplossing betrokken. Deze studie biedt derhalve niet het kader voor een structurele oplossing van het eutrofiëringsprobleem van het Volkerak-Zoommeer. De geselecteerde maatregelen bestrijden slechts het symptoom en gelden als tijdelijke oplossingen. Het verdient aanbeveling om in een later stadium het probleem bij de bron aan te pakken door maatregelen te treffen die wel in dit rapport worden beschreven, maar mogelijk niet zijn opgenomen in de uitgewerkte scenario's.

Bij het selecteren van maatregelen wordt het effect op het Volkerak-Zoommeer centraal gesteld. Voor zover mogelijk blijft de aandacht daar echter niet toe beperkt. Ook aan verbetering van de waterkwaliteit van de Brabantse rivieren Mark en Dintel wordt aandacht geschonken, indien op het Volkerak-Zoommeer gerichte maatregelen daarvoor ruimte bieden. Evenals voor het Volkerak-Zoommeer geldt hier dat het niet om een structurele oplossing gaat, maar om symptoombestrijding.

Tabel 1 - Vergelijking van belasting en effecten van maatregelen in tonnen fosfaat-P per jaar (in een gemiddeld jaar)

Jaarlijkse externe belasting	+440 [03]
Jaarlijkse interne belasting	+ 60 [51]
Effecten Rijn Actie Programma/Noordzee Actie Plan	-120 [03]
Acceptabele jaarlijkse belasting	180 [03][29]

1.3. Probleemstelling

De autonome ontwikkeling van het Volkerak-Zoommeer leidt naar verwachting tot een door algen gedomineerd systeem [17]. Door het treffen van maatregelen ter reductie van de fosfaattoevoer, zal het zich ontwikkelende systeem zodanig worden beïnvloed dat de kans bestaat dat -ecologische- potenties zich in de nabije toekomst kunnen manifesteren. De grootte van die kans is vooralsnog onbekend.

De huidige gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid fosfaat die in het Volkerak-Zoommeer terecht komt bedraagt ca. 440 ton. Door deze externe belasting wordt de waterbodem in snel tempo opgeladen. Het treffen van maatregelen na oplading is een kostbare en tijdrovende aangelegenheid.

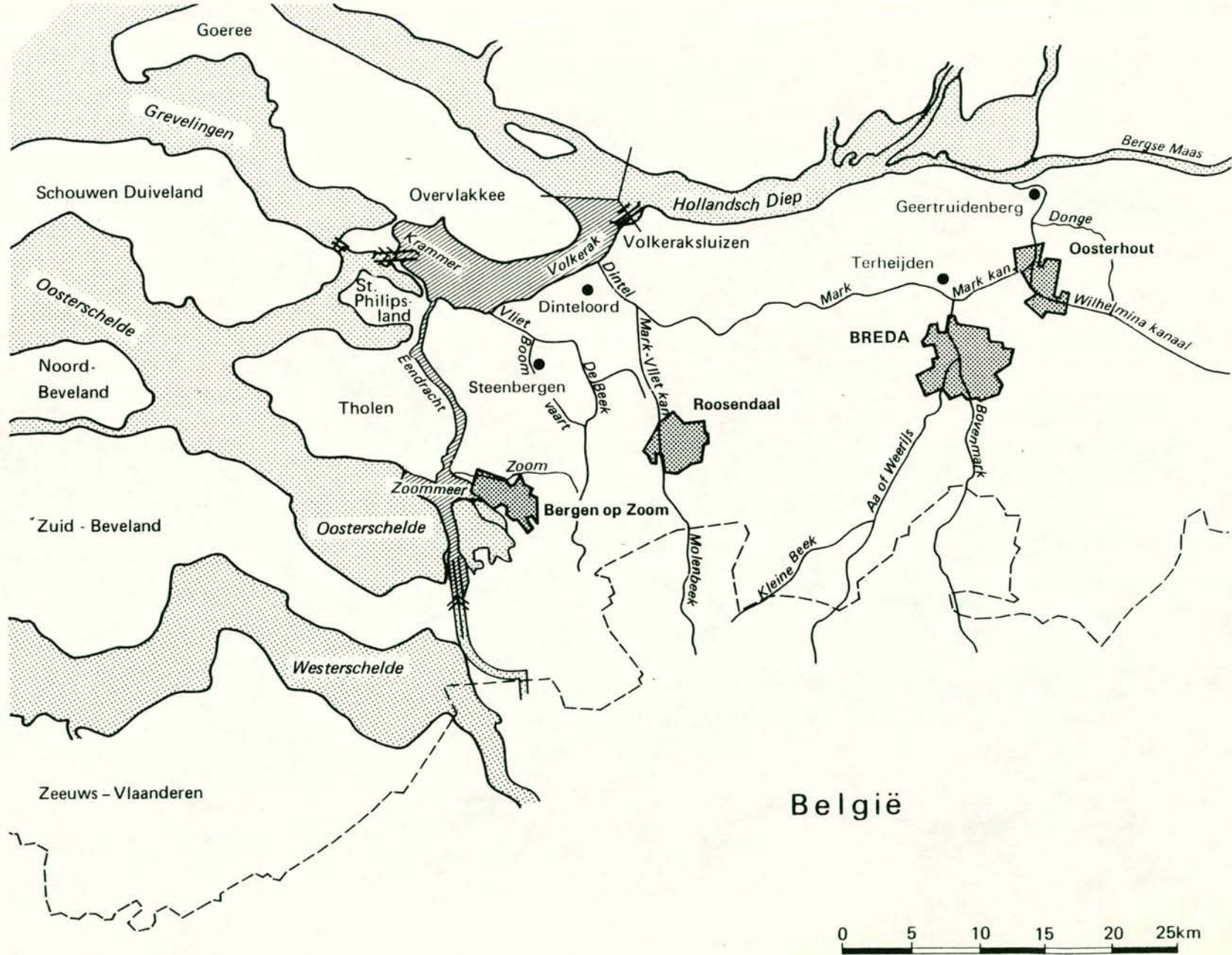
Het is dus zaak om verdere oplading te beperken. Maatregelen die snel effect sorteren komen daarvoor het eerst in aanmerking, in een later stadium eventueel ook andere maatregelen. Gegeven de externe belasting van 440 ton/jaar en de maximale fosfaatbelasting om een door algen gedomineerd systeem te voorkomen (ca. 180 ton/jaar), dienen maatregelen te worden getroffen waarmee op zo kort mogelijke termijn de externe fosfaattoevoer met 260 ton per jaar wordt gereduceerd. De vraag is welke maatregelen daarvoor in aanmerking komen, gelet op technische, financiële en bestuurlijke consequenties.

Naast de vraag of en welke maatregelen de eutrofiëring van het Volkerak-Zoommeer afdoende kunnen bestrijden, bestaat de vraag of en in hoeverre dergelijke maatregelen tevens gunstig effect kunnen sorteren voor de Brabantse rivieren. Bij de selectie van maatregelen speelt de breedte van het effect derhalve een rol.

1.4. Doelstelling

Uitgaande van de probleemstelling is het doel van deze studie, ter ondersteuning van een actief biologisch beheer van het meer, zoals dat thans bij RWS in voorbereiding en in uitvoering is, het opstellen van scenario's bestaande uit maatregelen die voldoen aan de volgende criteria:

- uitvoerbaar op korte termijn (technisch, financieel, bestuurlijk);
- perspectief voor het bestrijden c.q. voorkomen van eutrofiëring;
- vooruitzicht op vergaande verbetering van de waterkwaliteit.
- vooruitzicht op positief effect op de Brabantse rivieren zonder vermindering van het mogelijke positieve effect op het Volkerak-Zoommeer.



Figuur 1 - Waterhuishoudkundige infrastructuur rond het Volkerak-Zoommeer

2. ACTUELE SITUATIE EN ONTWIKKELINGEN

2.1. Inleiding

Het Volkerak-Zoommeer, bedoeld als het Krammer-Volkerak, de Eendracht, het Volkerak-Zoommeer (klein) en het Bathse Spuikanaal (zie figuur 1), is ontstaan in april 1987 na afsluiting van het Krammer-Volkerak. Vanuit de landbouw werd als voorwaarde voor afsluiting gesteld dat het Volkerak-Zoommeer een zoet waterlichaam zou worden ten behoeve van de watervoorziening van aangrenzende landbouwgebieden in Zeeland, Zuid-Holland en West-Brabant (regionale landbouwwatervoorziening Volkerak-Zoommeer). In het beheersplan water [27] is een bovengrens gesteld aan het chloride-gehalte van 400 mg/l. Als gevolg van deze voorwaarde moet zoet water vanuit het Hollands Diep worden ingelaten, teneinde het vrijkomen van zout uit de bodem gedurende het ontziltingsproces en de toevoer van zout schutwater te compenseren. Naast inlaatwater vanuit het Hollands Diep is de aanvoer van water uit de Brabantse rivieren de belangrijkste zoetwaterbron. Het water van beide bronnen is sterk verontreinigd met onder meer fosfaat. Om verdere verspreiding te voorkomen en daarmee de oplading van de waterbodem, dienen op korte termijn maatregelen te worden genomen.

2.2. Maatschappelijke functies

Voor zover direct betrokken bij de waterhuishouding zijn de belangrijkste maatschappelijke functies van het Volkerak-Zoommeer:

1. scheepvaart
2. natuur
3. landbouw

Daarnaast zijn ook van belang:

4. recreatie
5. beroepsvisserij
6. aan- en afvoer van water

ad.1. - Scheepvaart

In het Beleidsplan Krammer-Volkerak [26] en het Beheersplan Water [27] wordt de beroepsscheepvaart als meest belangrijke functie aangemerkt [19]. Het Volkerak-Zoommeer is immers de belangrijkste verbinding tussen het Hollands Diep/Haringvliet en de Westerschelde. De scheepvaart op de Brabantse rivieren dicteert de randvoorwaarde ten aanzien van het minimumpeil van het Volkerak-Zoommeer (NAP -0,25 m). Het maximumpeil wordt bepaald door het Schelde-Rijntractaat (NAP +0,05 m) [19].

ad.2. - Natuur

Evenals scheepvaart wordt natuur in zowel het beleids- als beheersplan [26][27] als belangrijke functie genoemd. In het laatste plan zijn ecologische doelstellingen geformuleerd.

Water voor karperachtigen wordt als minimumniveau gezien [19][27].

In het Krammer-Volkerak krijgen door middel van de Natuurbeschermingswet de drooggevallen gronden en de wateren tot een diepte van 1,5 m een wettelijke bescherming. Deze gronden zijn recentelijk aangewezen als beschermd natuurgebied (eigendom particulieren en lagere overheden) of staatsnatuurmonument (eigendom Rijksoverheid) [21]. Door uit te gaan van de huidige morfologie van het waterlichaam met oeverzones kunnen gebieden worden ontwikkeld tot grote moerassystemen [21], waar ook extensieve recreatie een rol kan spelen.

ad.3. - Landbouw

In de nota "De Waterhuishouding van Nederland" wordt het Volkerak-Zoommeer aangemerkt als zoetwaterbekken voor Goeree-Overflakkee, het Zeeuwse gebied en in mindere mate voor West-Brabant [19]. Met name de landbouw zal gebruik maken van dit bekken als bron van waaruit suppletiewater kan worden betrokken. Het gebruik van water uit het Volkerak-Zoommeer in de landbouw is echter niet uitsluitend afhankelijk van de concentratie van chloride doch ook van de algehele waterkwaliteit. Naast genoemde nota wordt ook in het Rijkswaterkwaliteitsplan gesproken van watervoorziening - onder meer ten behoeve van de landbouw - als een van de functies van het Volkerak-Zoommeer [19].

ad.4 - Recreatie

In het Ontwerp-Waterkwaliteitsplan Zuidelijke Deltawateren wordt recreatie als functie van het Volkerak-Zoommeer een bescheiden rol toebedeeld. In het Ontwerp-Rijkswaterkwaliteitsplan wordt gesproken over zwemwaterkwaliteit, doelend op amfibische recreatie [19]. Het ontwikkelen van zones waar recreatie mogelijk is of zelfs hoofdfunctie is, kan slechts met inachtneming van andere functies. Een gecombineerde recreatieve (extensief) en natuurfunctie kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden in grote moerassystemen.

ad.5 - Beroepsvisserij

Het is de vraag of intrekende jonge glasaal, die afgaat op een zout-zoet gradiënt, via de Krammersluizen het Volkerak-Zoommeer voldoende kan koloniseren. Het is tevens de vraag of de intrekroute via de Volkeraksluizen gebruikt zal worden, omdat dat een stroomafwaartse route impliceert en glasaal in principe stroomopwaarts trekt [22]. Een en ander is bepalend voor de ontwikkeling van de beroepsvisserij.

ad.6 - Aan- en afvoer van water

Water dat wordt aangevoerd op het Volkerak-Zoommeer is afkomstig uit België, stedelijke gebieden en industrie in West-Brabant, landbouwgebieden, grote rivieren, lekkende sluizen, directe neerslag, kwel en grondwaterstromingen. Het aangevoerde water

verlaat het Volkerak-Zoommeer via verdamping, winning van water, Krammersluizen, Bergsediepsluis en de Bathse spuisluis. Ontwikkelingen in aan- en afvoer zijn grotendeels afhankelijk van het inlaatdebiet dat wordt voorgestaan en veranderingen in de waterhuishouding gericht op verbetering van de waterkwaliteit.

2.3. Emissies

Over de laatste jaren bedraagt de gemiddelde totale toevoer van fosfaat op het Volkerak-Zoommeer ca. 440 ton/jaar [03][15]. Belangrijkste bronnen zijn de Brabantse rivieren (240 ton/jaar) en de inlaat via de Volkeraksluizen (140 ton/jaar). Overige bronnen (directe polderlozingen en directe lozingen van effluent) zijn verantwoordelijk voor ca. 60 ton/jaar [15]. Het gaat hier om een globale indruk van de bijdrage van diverse bronnen. Voor het opstellen van nauwkeurige fosfaatbalansen is een hogere bemonsteringsfrequentie danwel volumeproportionele bemonstering van oppervlaktewater noodzakelijk.

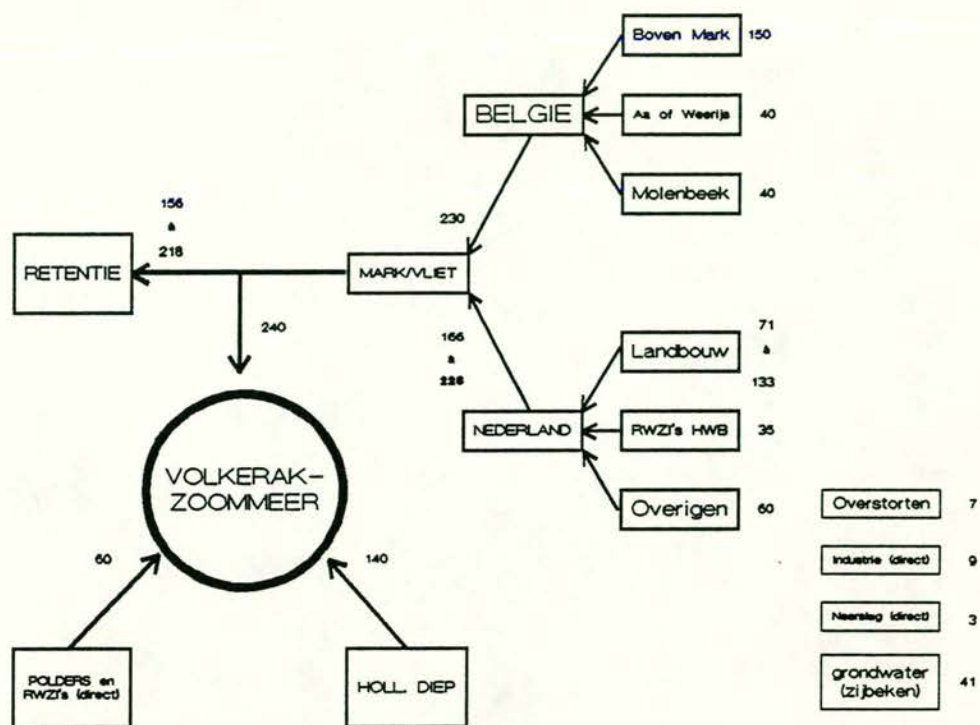
Uit de voor het stroomgebied van de Brabantse rivieren opgestelde globale fosfaatbalans voor 1986 en 1987 [53], blijkt dat een belangrijk deel van de fosfaatvracht afkomstig is uit België (zie tabel 2 en figuur 2). Naast toevoer vanuit België zijn effluënten van rwzi's in West-Brabant en uit- en afspoeling vanuit landbouwgebieden waarschijnlijk de belangrijkste posten [53]. Uitgaande van een gemiddelde jaarlijkse lozing van fosfaat op het Volkerak-Zoommeer van 240 ton is de gemiddelde jaarlijkse vracht per bron berekend (zie tabel 2 en figuur 2). Als gevolg van te nemen defosfateringsmaatregelen zal het aandeel van effluentlozingen in de totale fosfaatvracht geringer worden. De belangrijkste indirect lozende rwzi's in West-Brabant zijn Leur, Baarle-Nassau, St.Willebrord en Halsteren [32]. Door de afnemende absorptiecapaciteit van de bodem, nemen de uit- en afspoeling van fosfaat uit landbouwgebieden naar verwachting toe [14]. Voor het Volkerak-Zoommeer is een gebied met een oppervlak van bijna 150.000 ha in dit verband van belang.

De gemiddelde jaarlijkse aanvoer van fosfaat via de Brabantse rivieren bedraagt 240 ton. Met Brabantse rivieren worden bedoeld de Mark en Dintel, de Roosendaalsche en Steenbergse Vliet en de Zoom. De aanvoer van fosfaat via de Brabantse rivieren is geconcentreerd in het winterhalfjaar. Van december 1987 tot en met maart 1988 gaat het voor de Mark en Dintel om ca. 75% van het totaal en voor de Roosendaalsche en Steenbergse Vliet om ca. 68% van het totaal. Ook voor de Zoom geldt iets dergelijks [32]. Uit metingen is gebleken dat fosfaat dat via de Mark en Dintel wordt aangevoerd voor ongeveer de helft is gebonden aan zwevende stof [29]. Een verhoogd aanbod van zwevende stof vindt voornamelijk plaats tijdens de eerste afvoergolven in de winterperiode. De effectiviteit van beheersmaatregelen is naar verwachting derhalve het grootst van eind oktober tot begin januari [31].

De op één na belangrijkste verontreinigingsbron van het Volkerak-Zoommeer is de inlaat van water via de Volkeraksluizen (140 ton fosfaat/jaar; zie figuur 2). Het gaat voornamelijk om water afkomstig van de grote rivieren. De aanvoer van fosfaat is geconcentreerd in het zomerhalfjaar. Van april tot en met september gaat het om ca. 70% van de totale jaarlijkse toevoer via de Volkeraksluizen [32]. Het fosfaat in het Hollands Diep komt ten opzichte van de Brabantse rivieren meer in opgeloste vorm voor en minder gebonden aan zwevende stof [29].

Tabel 2 - Gemiddelde fosfaattoevoer op het Volkerak-Zoommeer via de Brabantse rivieren per bron en per rivier in tonnen per jaar [53].

België	via Bovenmark	150
	via Aa of Weerijs	40
	via Molenbeek (Vliet)	40
Nederland	effluent rwzi's West-Brabant	35
	uit- en afspoeling uit landbouwgebieden overig	71-133
		60
Totaal bruto lozing Brabantse rivieren		396-458
Retentie in stroomgebied		156-218
Netto input Volkerak-Zoommeer vanuit Brabantse rivieren		240
waarvan:		
Mark en Dintel		216
Roosendaalsche en Steenbergsche Vliet		19
Zoom		5



Figuur 2 - Gemiddelde fosfaattoevoer op het Volkerak-Zoommeer per brontonnen per jaar [53]

Naast de aanvoer van fosfaat via de Brabantse rivieren en de Volkeraksluizen spelen ook directe polderlozingen en directe lozingen van effluent uit rwzi's een rol. Gemiddeld zijn ze jaarlijks verantwoordelijk voor de netto fosfaataanvoer van 60 ton. Een overzicht per bron is gegeven in tabel 3.

Tabel 3 - Gemiddelde fosfaattoevoer op het Volkerak-Zoommeer via directe lozingen vanuit polders en effluent van rwzi's, per bron in tonnen per jaar

Directe polderlozingen	West-Brabant	15
	Goeree-Overflakkee	15
	Tholen	17
Directe lozingen rwzi's	West-Brabant	3
	Goeree-Overflakkee	5
	Tholen	5
Totaal		60

2.4. Waterhuishouding

In verband met de functie watervoorziening voor de landbouw dient de beheerder van het Volkerak-Zoommeer te voorkomen dat de concentratie van chloride hoger wordt dan 400 mg/l. Door de schutverliezen en zoute kwel is doorspoeling met zoet water een noodzaak. De jaargemiddelde toevoer naar het meer bedraagt 26 m³/s. Hiervan is voor doorspoeling in droge periodes 4 m³/s nodig [45]. De Brabantse rivieren leveren gemiddeld 12 m³/s en de inlaat van water uit het Hollands Diep is goed voor de resterende 14 m³/s [45].

Een globale waterbalans voor het Volkerak-Zoommeer is opgesteld voor een gemiddeld jaar, een droge decade (10 dagen) en een natte decade [45]. Uitgangspunt is dat zowel de droge als natte decade eenmaal per jaar voorkomen. Het geheel is weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 - Waterbalans voor het Volkerak-Zoommeer in een gemiddeld jaar, een droge decade en een natte decade (treden eenmaal per jaar op). Debeten in m³/s

	gemiddeld	droog	nat
aanvoer:			
Inlaat Volkerak	10	20	0
Doorspoeldebiet *	4	(23)	0
Volkerakschutsluizen	2	2	2
Afvoer Brabantse rivieren	12	-1**	55
Neerslag	2	0	5
Polderlozingen	2	0	10
Kwel	1	1	1
Totaal	33	22(45)	73

	gemiddeld	droog	nat
afvoer:			
Krammersluizen	8	8	8
Kreekraksluizen	7	7	7
Bergsediepsuis	0	0	0
Verdamping	2	4	0
Wegzijging	2	2	2
Landbouwwatervoorziening	0	1	0
Lozing Bathsespuiuis	10	0	56
Doorspoeldebiet *	4	(23)	0
Totaal	33	22(45)	73

Waarbij * indien doorspoeling van toepassing op te tellen bij inlaat Volkerak c.q. lozing Bathsespuiuis.
 ** negatieve balans in verband met landbouwonttrekkingen bovenstrooms van de uitmondingen.

In tabel 5 worden minimale en maximale debieten gegeven [47]. Het zijn gemiddelden over decades in 1988, een neerslagrijk jaar. Het debiet van de Vliet betreft slechts de afvoer van het bovenpand. De afvoer van het benedenpand van de Vliet is verdisconteerd in het debiet van de polders [47].

Tabel 5 - Minimale en maximale debieten als gemiddelden over decades in 1988 [47]. Het debiet van de Vliet betreft slechts de afvoer van het bovenpand [54]

wateraanvoer in m ³ /s	min.	max.
Neerslag	0	8,1
Volkerakinlaatsluis	0	28,3
Volkerakschutsluis	2,1	2,9
Mark en Dintel	0,8	68,9
Vliet (bovenpand)	0	1,5
Polders	0,1	24,1
Kwel	0,1	0,1

Bij het vaststellen van het waterpeil heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat gesteld dat het peil als gevolg van selectieve inlaat mag variëren tussen NAP +0.05m en NAP -0.25m met een streefpeil op NAP [19][27][45]. De marge kan onder meer worden benut om selectief water in te laten, afhankelijk van de kwaliteit. De raad van de Waterstaat wil de waarden beschouwen als richtpeilen, met name om in het vroege voorjaar, ten tijde van aanvoer van relatief schoon water, een zekere overschrijding van het gestelde maximumpeil mogelijk te maken [19]. Op deze manier kan immers een wat grotere buffer van zoet water worden gegenereerd om het groeiseizoen dan wel een langdurige droogteperiode goed door te kunnen komen. Een wisselend waterpeil (winter hoog, zomer laag) is daarnaast gunstig voor natuurontwikkeling. Het gewenste peilbeheer wordt geëvalueerd.

Naast overschrijding van het richtpeil kan in droge periodes ook aan onderschrijding worden gedacht. Het relatief slechte water uit het Hollands Diep kan daardoor in minimale hoeveelheden worden ingelaten. Vraag blijft in hoeverre met deze maatregel wordt voldaan aan de eis van landbouw (max. 400 mg/l chloride) en scheepvaart (beperkte bevaarbaarheid).

Doorspoeling van het Volkerak-Zoommeer is noodzakelijk, als eerder gesteld. Naast genoemde redenen beperkt doorspoeling ook effecten van eutrofiëring in het Volkerak-Zoommeer. Intensieve doorspoeling is echter vanwege de kwaliteit van het in te laten water noch voor de landbouw noch voor natuurontwikkeling gunstig. Het maximale inlaatdebiet ligt op 22,5 m³/s, waarmee op een zo effectief mogelijke wijze voldaan kan worden aan de chloride-eis [24].

Omwille van de waterkwaliteit kan vanuit het Hollands Diep wel selectief water worden ingelaten. Zo kan de inlaat worden stopgezet indien concentraties van verontreinigingen te hoog zijn. Voor de bepaling daarvan en het anticiperen op ontwikkelingen is monitoring nodig in het meer bovenstroomse deel van het Hollands Diep. Door selectieve inlaat kan jaarlijks 15% van de zwevende stof buiten het Volkerak-Zoommeer worden gehouden [15].

Naast tijdelijke stopzetting van de inlaat kan worden overwogen uitsluitend de bovenste schijf water in te laten. Door bezinking van verontreinigingen zal vooral de onderste laag het minst van kwaliteit zijn.

De -huidige- gemiddelde verblijftijd van water in het Volkerak-Zoommeer bedraagt 0,45 jaar. De gemiddelde diepte van het meer is 5,2 m [29].

Indien de waterkwaliteit zich niet als belemmerende factor op gaat werpen, zal de vraag naar water vanuit de landbouw in de tijd groter worden. Op korte en lange termijn wordt gedacht aan resp. 6 en 10 m³/s [35]. Door deze ontwikkeling bestaat de kans dat het inlaatdebiet zal moeten worden vergroot als geen compenserende maatregelen (kunnen) worden getroffen.

Voor de zuivering van inlaatwater wordt door Rijkswaterstaat directie Zeeland overwogen om in het Hollands Diep biofilters aan te leggen. Bedoelde biofilters bestaan uit netten met daaraan gehecht enorme aantallen driehoeksmosselen die het water filtreren en daarmee zwevende stof uit water verwijderen. Gezien de ruimte die nodig is voor deze filters en de eisen met betrekking tot het stromingspatroon komt alleen behandeling van inlaatwater uit het Hollands Diep in aanmerking. Er wordt uitgegaan van een zuiveringsefficiëntie van 46% van de zwevende stof en de daaraan gehechte verontreinigingen [59]. Voor het onderhavige geval betekent dat in een gemiddeld jaar een reductie van ca. 30 ton fosfaat-P/jaar. Voor verdere informatie over biofilters wordt verwezen naar referenties [15] en [59].

Om te voorkomen dat het ecosysteem zich in ongewenste richting ontwikkelt worden ook voorbereidingen getroffen om actief biologisch beheer toe te passen. In het onderhavige geval kunnen bijvoorbeeld piscivore vissoorten worden uitgezet en waterplanten worden gestimuleerd om te anticiperen op een eventuele invasie van brasems.

2.5. Waterbodem

Een deel van de verontreinigingen die in het Volkerak-Zoommeer terecht komen accumuleert direct of via de biota in de waterbodem. Dit is te illustreren door de gemiddelde concentratie van fosfaat van het inlaatwater te vergelijken met de concentratie van fosfaat van het Volkerak-Zoommeer: 0,3 mg/l en 0,15 mg/l. Gevolg is dat de bodem wordt opgeladen met onder meer fosfaat. In een later stadium kan het opgeslagen fosfaat weer vrijkomen in de waterfase.

In hoeverre nalevering van fosfaat vanuit de waterbodem in het Volkerak-Zoommeer nu al een rol speelt was tot voor kort niet bekend. Zeer recent echter hebben laboratoriumexperimenten aangetoond dat onder zomercondities een nalevering kan worden gemeten van ca. 3 mg fosfaat-P/m².dag [51]. De spreiding die is waargenomen in monsters van diverse locaties in het Volkerak-Zoommeer blijkt beperkt [51]. Geëxtrapoleerd naar de totale oppervlakte van het Volkerak-Zoommeer en onder aanname dat de nalevering gedurende het gehele jaar constant is, zorgt nalevering vanuit de bodem voor een belasting van ca. 60 ton fosfaat/jaar. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de nalevering bepaald is onder geconditioneerde omstandigheden. Deze berekende nalevering is vooralsnog theoretisch, daar bijvoorbeeld niet bekend is in hoeverre micro-fyto-benthos in staat is fosfaat uit de bodem te fixeren. Feit is dat de waterbodem momenteel nog tot op een diepte van 6 m van licht wordt voorzien. Tot op die diepte blijkt het micro-fyto-benthos in het Volkerak-Zoommeer voor te komen [54]. In deze studie is uitgegaan van 60 ton fosfaat-P/jaar.

2.6. Oevers

Oeverzones vormen een essentieel onderdeel van het Volkerak-Zoommeer, gedefinieerd als zoet aquatisch ecosysteem. Afhankelijk van geomorfologie, (te verwachten) erosie, golfhoogte, expositie, hellingspercentage en bestemming van een gebied kunnen oeverzones worden ingericht c.q. aangelegd [18]. Het is een essentiële maatregel om de ontwikkeling van een gezonde oevervegetatie met bijbehorende levensgemeenschappen mogelijk te maken [31]. De vegetatie die zich in de beschermde oeverzone zal ontwikkelen levert een grote bijdrage aan de verhoging van de natuurwaarde van het gebied [41].

2.7. Flora en fauna

Gezien de recente en ingrijpende veranderingen in de waterhuishouding kan het actuele ecosysteem in het Volkerak-Zoommeer nauwelijks worden gedefinieerd. Zoutwaterorganismen maken plaats voor brak- en zoetwaterorganismen die een nieuwe levensgemeenschap gaan vormen. Van de huidige organismen is vooralsnog weinig bekend. De visvangsten worden tot maart 1988 gedomineerd door zeevissen. Er is eveneens nog relatief weinig zoetwatervis aanwezig. De meest algemene soort lijkt snoekbaars [30], hoewel in 1988 stekelbaars in hoge dichtheden is waargenomen. De laatste is een pionier en van daaruit goed te verklaren. Wanneer niet op korte termijn de voortschrijdende eutrofiëring een halt wordt toegeroepen, ligt het in de verwachting dat brasem zich sterk zal ontwikkelen. Een dergelijke ontwikkeling leidt tot verslechtering van de waterkwaliteit vanuit het systeem zelf [05]. Het is vooralsnog niet duidelijk of glasaal zich in het Volkerak-Zoommeer kan of zal vestigen [22]. De te verwachten ontwikkeling van macrofyten is eveneens nog niet duidelijk.

In een verzoet meer met nog zilte bodem zullen eerst brakwaterplanten domineren, die met toenemende ontziltiging van de bodem worden vervangen door zoetwaterplanten [22]. In augustus 1989 is *Potamogeton pucillis* in grote dichtheden aangetroffen in het bezochte deel van het meer [56]. Met behulp van model SMARAGD is het potentiële waterplantenareaal berekend en in kaart gebracht. Berekeningen zijn uitsluitend gebaseerd op de helderheid van het water en de diepteverdeling van het meer. Bij een doorzicht van 1,50 m is in het Volkerak-Zoommeer op ca. 35% van het bodemoppervlak groei van waterplanten mogelijk [23]. Dit lijkt voldoende voor een visstand waarin ook predatoren als snoek zijn vertegenwoordigd [05].

Het is echter zeer de vraag of een doorzicht van 1,50 m kan worden gehaald gezien het eutrofe karakter van het water. Voorspellingen omtrent de algengroei, gebaseerd op voortschrijdende eutrofiëring, geven aan dat een chlorofylgehalte van 60-100 mg/m³ op korte termijn te verwachten is [12][13][22]. Jaarlijks zullen zich naar verwachting in het voorjaar diatomeeën ontwikkelen, in de zomer groenalgen en in het najaar cyanobacteriën [13]. Met een dergelijk hoge concentratie van chlorofyl zal het doorzicht te beperkt zijn voor de ontwikkeling van macrofyten. Lokaal zijn in het najaar van 1988 de eerste drijfblagen van cyanobacteriën aangetroffen. Het gaat vooral om *Microcystis aeruginosa*. Voorts zijn ook *Aphanizomenon flosaqua* en *Anabaena cf. spiroides* aangetroffen [17]. In augustus 1989 is vooral *Microcystis sp.* aangetroffen in het hele meer [54] [56].

Bij de huidige basiskwaliteitsnormen (Derde Nota Waterhuishouding) voor fosfaat (totaal-fosfaat < 0.15 mg/l) zijn er onvoldoende waarborgen om overmatige algenbloei te voorkomen. Uitgangspunt voor stagnante zoete wateren [16]:

- fosfaat-P > 0,20 mg/l: niet limiterend
- fosfaat-P = 0,15 mg/l: mogelijk limiterend, afhankelijk van uitgangssituatie (zie [05])
- fosfaat-P < 0,08 mg/l: limiterend.

2.8. Beleid en beheer

Internationaal:

Uitvoering van het Rijn Aktie Programma en het Noordzee Aktie Plan in de Rijnnoeverstaten zal op korte termijn gunstige effecten sorteren voor de kwaliteit van het oppervlaktewater in Nederland en België. Ook het Volkerak-Zoommeer is gebaat bij een snelle uitvoering van het programma c.q. plan. Met België dient gestreefd te worden naar het opstellen van actieprogramma's voor grensoverschrijdende wateren. Het afstemmen van het Nederlandse en Belgische waterbeleid in het kader van nog te sluiten waterverdragen heeft een hoge prioriteit [16]. Ook in België bestaat steeds meer behoefte aan een integrale benadering van water [55]. De behoefte aan een wettelijke omkadering zoals in Nederland is echter minder groot.

Het welslagen van goed beleid en beheer zal meer afhangen van de coördinatie tussen de verschillende diensten: VMZ (Vlaamse Maatschappij voor Waterzuivering), AROL (Administratie Ruimtelijke Ordening en Leefmilieu), Bestuur der Waterwegen, Provincies, Ruimtelijke Ordening, Natuurbehoud, Landschappen en Ruilverkavelingsmaatschappijen. De coördinatie van oppervlaktewaterbeheer gebeurt via de Provinciale Coördinatiecommissie Waterhuishouding [40].

Nationaal:

In de Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening [42] wordt gesproken over een water- en moerasas van Noordoost-Nederland naar Zuidwest-Nederland. Het Volkerak-Zoommeer kan beschouwd worden als het zuidwestelijke einde van de as. In het Nationaal Natuurbeleidsplan [43] wordt het Volkerak-Zoommeer genoemd als één van de gebieden die vanuit natuuroptiek in aanmerking komen voor een integrale aanpak van de eutrofiëringsbestrijding van oppervlaktewateren. In de Derde Nota Waterhuishouding [44] wordt gesteld dat het Volkerak-Zoommeer in 1995 helder is en groeiomgankelijkheden biedt voor water- en oeverplanten. Gerichte acties daartoe worden op korte termijn ondernomen. Het Rijn Aktie Programma en Noordzee Aktie Plan worden inmiddels uitgevoerd. Algemene doelstelling is de vermindering van de emissies van fosfaat en stikstof met 50% in 1995 ten opzichte van 1985. De brongerichte aanpak richt zich op reductie van emissies uit de grote nationale bronnen: huishoudens (volledige vervanging van fosfaat in wasmiddelen voor 1991 en een totaal verwijderingsrendement rwzi's van 75% in 1995), landbouw (evenwichtsbemesting rond 2000) en industrie (tenminste 50% reductie van lozingen). Huidige uitgangspunten voor maatregelen in de landbouw zijn besluiten in het kader van de Wet Bodembescherming en de Meststoffenwet. Het nationale beleid is er op gericht om onder handhaving van een brongerichte aanpak, gebiedsgerichte maatregelen te stimuleren. Het zijn elkaar versterkende hoofdlijnen van beleid. Reductie van fosfaat wordt gezien als voorwaarde voor herstel en behoud. Daarnaast kunnen gebiedsgerichte maatregelen lokaal ongewenste eutrofiëringsverschijnselen versneld beëindigen [16]. Het huidige -gefaseerde- meststoffenbeleid zal, in tegenstelling tot de doelstelling van het Rijn Aktie Programma, vóór 2000 niet leiden tot een belangrijke vermindering van de landelijke fosfaatemissie via uit- en afspoeling. Gelet op de relatief grote bijdrage van uit- en afspoeling aan de totale fosfaatbelasting en de goede mogelijkheden tot het nemen van verdergaande gebiedsgerichte maatregelen, is het effectief om de saneringsinspanning op korte termijn te richten op gebiedsgerichte emissie-reducties [16]. Hiermee kan vanuit de landbouw tevens invulling worden gegeven aan het beginsel van een evenredige saneringsinspanning per verontreinigingsbron.

Huishoudelijk afvalwater zal in Nederland vóór 1 januari 1991 minder fosfaat bevatten door volledige vervanging van fosfaat in wasmiddelen door alternatieven. Een en ander is het gevolg van een convenant, gesloten tussen waspoederfabrikanten en het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. De huidige ontwikkeling is van dien aard dat de gestelde termijn reëel lijkt. In 1988 is 50% vervanging geconstateerd. Deze maatregel verhoogt het rendement van een defosfateringsinstallatie en levert een extra reductie op van de hoeveelheid fosfaat (komt bovenop het effect van RAP/NAP-acties).

Regionaal:

Om te kunnen komen tot een integrale aanpak van de bestrijding van de eutrofiëring is het zaak dat alle betrokken partijen in een vroeg stadium bij overleg worden betrokken. Het verkrijgen van bestuurlijke consensus is een absolute voorwaarde voor succes van gebiedsgerichte maatregelen [16]. In eerste instantie moet gedacht worden aan de provincies Zeeland, Noord-Brabant en Zuid-Holland, Rijkswaterstaat directies Zeeland, Noord-Brabant en Zuid-Holland, Hoogheemraadschap West-Brabant, Zuiveringsschap Hollandse Eilanden Waarden, Waterschap Goeree-Overflakkee, Waterschap Tholen, Vlaamse Maatschappij voor Waterzuivering. In het kader van het RAP/NAP worden waterkwaliteitbeheerders in Nederland verplicht om voor 1 januari 1995 75% van de infuent fosfaatvracht op de rwzi's te verwijderen. In hoeverre het Volkerak-Zoommeer met deze maatregel gebaat is, hangt sterk af van het beleid van met name Hoogheemraadschap West-Brabant.

In het meest ongunstige geval ondervindt het Volkerak-Zoommeer nauwelijks voordeel (zie paragraaf 3.2.), in het meest gunstige geval gaat het om een reductie van ca. 40 ton fosfaat per jaar [53].

Rijkswaterstaat heeft echter wensen kenbaar gemaakt in de richting van het Hoogheemraadschap dat acties worden ondernomen die ook gunstig effect sorteren voor het Volkerak-Zoommeer. Dit zijn vooralsnog wensen die het Hoogheemraadschap niet binden. Binnen enkele maanden zal het beleid van het Hoogheemraadschap door het bestuur worden vastgesteld.

In dit rapport wordt ervan uitgegaan dat ook de rwzi's die direct van invloed zijn op het Vokerak-Zoommeer worden opgenomen in het defosfateringsplan van het Hoogheemraadschap.

3. MOGELIJKE MAATREGELEN TER BESTRIJDING EUTROFIERING

3.1. Inleiding

Maatregelen ter bestrijding van de eutrofiëring van het Volkerak-Zoommeer kunnen worden verdeeld in 3 hoofdgroepen: preventief, curatief en gebiedsgericht. Preventieve maatregelen voorkomen verontreiniging of verminderen de mate van verontreiniging. Curatieve maatregelen grijpen in op het transport van verontreinigingen naar het Volkerak-Zoommeer. Zowel preventieve als curatieve maatregelen zullen veelal buiten het Volkerak-Zoommeer worden getroffen. Ze vormen het kader voor gebiedsgerichte maatregelen, die te beschouwen zijn als aanvullingen op preventieve en curatieve maatregelen. Gebiedsgerichte maatregelen kunnen versnellend of -versterkend werken. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gepresenteerd van alle mogelijke maatregelen. Karakteristieken van de maatregelen - toegespitst op de onderhavige problematiek - worden globaal aangegeven, teneinde maatregelen te kunnen selecteren voor enkele scenario's.

Bij de bespreking van maatregelen wordt uitsluitend uitgegaan van de situatie in Nederland. De grensoverschrijdende verontreiniging uit België wordt als een vast gegeven beschouwd. Vooralnog bestaat over de ontwikkelingen in België weinig duidelijkheid. België is momenteel verantwoordelijk voor 230 ton fosfaat per jaar dat voor een deel wordt afgevoerd in de richting van het Volkerak-Zoommeer (zie tabel 2). Ook in België dient de totale vracht in 1995 met 50% te zijn verminderd in het licht van het RAP/NAP. In hoeverre dit voordelen heeft voor het Volkerak-Zoommeer is nog onbekend. Vanwege het prille stadium waarin onderhandelingen verkeren [55], wordt geen reductie verwacht vóór 1992.

3.2. Maatregelen

- | | |
|----------------|---|
| Preventief: | 01. Aanwijzen beschermingsgebieden |
| | 02. Saneren verspreide lozingen |
| | 03. Retentie |
| Curatief: | 04. Defosfateren effluent rwzi's |
| | 05. Defosfateren rivierwater |
| | 06. Bezinkbekkens |
| | 07. Afleiden Mark en Dintel |
| | 08. Inlaten water (via Oosterhout) |
| | 09. Biofilters |
| | 10. Moerassystemen |
| Gebiedsgericht | 11. Dosereren van ijzerzouten in waterbodem |
| | 12. Aanzuren van water |

Preventief

01. Aanwijzen bodem- en grondwaterbeschermingsgebieden
-

Indien het belang van bepaalde landbouwgebieden voor functies buiten de landbouw kunnen worden aangetoond of evident zijn,

kan beleidsmatig worden besloten tot het beschermen van dergelijke gronden. Gebieden kunnen afhankelijk van de toegekende functie worden aangewezen als bodem- of grondwaterbeschermingsgebied. In concrete termen komt het er op neer dat daardoor (veel) minder meststoffen (o.a. fosfaat) aan de bodem worden toegevoegd. Gevolg is een verminderde uit- en afspoeling van onder meer fosfaat uit landbouwgebieden en dus een verminderde belasting van oppervlaktewateren als de Brabantse rivieren en het Volkerak-Zoommeer. Dergelijke acties kunnen een belangrijke reductie impliceren van de uit- en afspoeling uit landbouwgebieden. Door de provincie Noord-Brabant zijn nog geen beschermingsgebieden aangewezen.

Haalbaarheid:

Technisch: mogelijk;

Financieel: na aanwijzing zijn vergoedingen mogelijk voor opbrengstdervingen (o.a. Bergboerenregeling, Relatienota etc.);

Bestuurlijk: aanwijzing door de provincie in het kader van de Wet Bodembescherming is in voorbereiding; maatregelen passen in beleid buiten W.V.O.; onderzoek naar fosfaatverzadiging van gronden kan verplicht gesteld worden door de provincie, op basis waarvan voorstellen kunnen worden gedaan; verordeningen krijgen naar verwachting in 1990 hun beslag; effectiviteit van de maatregel beperkt vanwege groot aantal te verwachten ontheffingen.

Conclusie: Gezien het grote aandeel van de totale fosfaatbelasting van de Brabantse rivieren en daarmee het Volkerak-Zoommeer kunnen genoemde aanwijzingen een zeer belangrijke rol spelen. Groot nadeel is dat de uitvoering van de Wet Bodembescherming nog in de kinderschoenen staat. Instellen bufferzones en maken van beheersovereenkomsten lijkt vooralsnog op korte termijn meer vruchten af te werpen. Bij voortzetting van het huidige beleid wordt de uit- en afspoeling niet gereduceerd conform intenties van het RAP/NAP. Uitgaande van de gestelde termijn nauwelijks relevante maatregel.

02. Saneren verspreide huishoudelijke en industriële lozingen

Door aansluiting op het rioleringsnet kunnen verspreide lozingen van fosfaat tot een minimum worden teruggebracht. Bedrijven kunnen daarnaast worden gesommeerd tot verregaande defosfatering van afvalwater.

Haalbaarheid:

Technisch: veelal mogelijk;

Financieel: mogelijk; kosten te verhalen op de vervuiler;

- Bestuurlijk: uitvoering maatregel afhankelijk van provincie en waterkwaliteitsbeheerder. Als belangrijkste criterium geldt de rendabiliteit.
- Conclusie: Gezien de beperkte omvang van verspreide lozingen zal het effect een geringe reductie betekenen van de totale belasting van het Volkerak-Zoommeer. Na uitvoering van maatregelen echter wel onmiddellijk effect.

03. Retentie

Op dit moment wordt neerslagwater (in natte periodes) zo snel mogelijk afgevoerd naar een waterontvangend lichaam als het Volkerak-Zoommeer. In droge periodes wordt suppletiewater vanuit het Volkerak-Zoommeer aangewend ter bestrijding van verdroging. Lokaal (neerslag)water kan echter ook -langer- ook worden vastgehouden in het gebied. Mogelijkheden daartoe kunnen uiteenlopen van retentiebekkens, inundatievlaktes, aanplant van bomen en geleide meandering van beken.

Retentiebekkens kunnen worden beschouwd als "opvang" voor te natte en te droge tijden naar maatstaven van de landbouw. Door voor de instroom van een retentiebekken een voorbezinkbassin aan te leggen kan de waterkwaliteit aanzienlijk worden verbeterd. De waterkwaliteit in de retentiebekkens zal bepalend zijn voor de bruikbaarheid als suppletiewater. Een belangrijk voordeel voor het Volkerak-Zoommeer is reductie van de toevoer van fosfaat - met name het aan zwevende stof geassocieerde deel dat neerslaat in het bekken - en vermindering van de noodzaak om te fungeren als zoetwaterbekken. Met andere woorden worden de toevoer van fosfaat resp. het peilbeheer en de concentratie van chloride door deze maatregel in mindere mate gedictieerd door de landbouw.

Indundatievlaktes kunnen worden aangelegd voor het tijdelijk vasthouden dan wel vertraagd afvoeren van gebiedseigen water, met name tijdens of na piekafvoer. Het kunnen extensief agrarisch gebruikte zones zijn waar bijvoorbeeld populieren op worden aangeplant. Het water wordt op de vlaktes gezuiverd doordat zwevende stoffen bezinken en worden opgenomen door de vegetatie. Ook deze maatregel reduceert de hoeveelheid verontreinigingen in watergangen en het Volkerak-Zoommeer. Evenals bij retentiebekkens kan voor de instroom een bezinkbassin worden aangelegd. Een zandvang kan ophoging van de vlakte voorkomen.

Bomen vertragen de afvoer van water en verminderen de uit- en afspoeling van nutriënten uit landbouwgebieden. De totale wateraanvoer op het Volkerak-Zoommeer wordt door bosaanplant geringer door vergroting van het verdampend oppervlak. Bosaanplant kan in stroken worden gerealiseerd waarmee het bijvoorbeeld als scheiding kan worden aangewend tussen landbouwgebieden en watergangen. Resultaten van deze maatregel voor het Volkerak-Zoommeer zijn een verminderde toevoer van verontreinigingen en

aftopping van pieken, waardoor verminderde toevoer van zwevende stof.

Door herinrichting van genormaliseerde watergangen wordt de afvoer vertraagd, waardoor zwevende stoffen meer kans krijgen te bezinken en te worden opgenomen door biota. Door vermindering van de afvoersnelheid dient deze maatregel in combinatie te worden genomen met andere maatregelen als retentiebekkens, inundatievlaktes, moerassystemen etc. Door herinrichting van watergangen in een meer natuurlijke richting worden ook functies als natuur en (extensieve) recreatie gunstig beïnvloed.

Haalbaarheid:

Technisch: mogelijk;
Financieel: onbekend;
Bestuurlijk: betrokken partijen zijn Ministeries (L&V, VROM, V&W) provincies, waterbeheerders, particulieren. Maatregelen passen binnen het beleid van de provincie Noord-Brabant, wat realisatie van ecologische doelstellingen voor bovenlopen van watergangen voorstaat.

Conclusie: Maatregelen kunnen aanzienlijke bijdrage leveren aan een structurele oplossing van waterhuishoudkundige problemen. Volledig succes afhankelijk van veel variabelen. Termijneffecten afhankelijk van aard van maatregel.

Curatief

04. Defosfateren effluent rwzi's

Door lozing van effluent wordt momenteel jaarlijks 86 ton fosfaat afgevoerd naar het Volkerak-Zoommeer. Door vervanging van fosfaat in wasmiddelen wordt reeds na 1989 een afname van deze vracht verwacht tot ca. 58 ton/jaar (-34%); 8 ton/jaar hiervan is afkomstig van de rwzi's op Goeree Overflakkee en Tholen en 50 van rwzi's in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap West-Brabant.

In het kader van het RAP/NAP dienen alle waterkwaliteitsbeheerders vanaf 1 januari 1995 tenminste 75% van de influent fosfaat-vracht op de rwzi's te verwijderen. Landelijk zal dit resulteren in een vermindering van 50% van de fosfaat-belasting door gerioleerde lozingen op de Nederlandse oppervlaktewateren (ten opzichte van 1985). De fosfaat-vracht in 1985 is daarbij gecorrigeerd voor wasmiddelen-fosfaat. Vervangen van fosfaat in wasmiddelen wordt beschouwd als extra maatregel.

In het beheersgebied van het Hoogheemraadschap kan deze 75%-verwijderingsdoelstelling met minimale kosten worden ingevuld indien op alle grote rwzi's (7 stuks) op conventionele wijze wordt gedefosfateerd tot 1,5 mg/l in het effluent. Geen van deze rwzi's loost op het Volkerak-Zoommeer.

De rwzi's die direct of indirect lozen op het Volkerak-Zoommeer zijn relatief klein. Dit maakt het financieel onaantrekkelijk om de vereiste reductie te verkrijgen door middel van defosfateringsmaatregelen op deze rwzi's.

Het Volkerak-Zoommeer behoort echter tot de CUWVO-categorie I wateren (= eutrofiëringsgevoelig oppervlaktewater). Op rwzi's die hierop lozen dient mogelijk in de toekomst te worden gedefosfateerd tot 1,5 mg/l in het effluent (= wens Rijkswaterstaat).

In dat geval neemt de fosfaat-vracht af van 50 tot 12 ton/jaar.

Defosfateringsmaatregelen op de rwzi's op Goeree Overflakke en Tholen zijn nog niet bekend. Vooralsnog is ervan uitgegaan dat de fosfaat-vracht in 1995 afneemt van 8 naar 2 ton/jaar.

Haalbaarheid:

Technisch: voldoende methoden beschikbaar;
Financieel: regelingen zijn inmiddels getroffen;
Bestuurlijk: zeer binnenkort zullen prioriteiten worden gesteld ten aanzien van rwzi's die worden voorzien van een defosfateringsinstallatie.

Conclusie: Effecten van maatregelen op het Volkerak-Zoommeer en de Brabantse rivieren hangen sterk af van de keuze die het Hoogheemraadschap maakt ten aanzien van rwzi's die worden voorzien van een defosfateringsinstallatie.

05. Defosfateren rivierwater

Ter reductie van de hoeveelheid fosfaat die via de diverse watergangen wordt aangevoerd, kan het water worden gedefosfateerd voordat het in het Volkerak-Zoommeer komt. Gezien het voornemen om het water uit het Hollands Diep te ontdoen van een deel van de verontreinigingen met behulp van biofilters [15] en de kostentechnische voordelen van ruimtelijk geconcentreerde acties, komt het water in de Mark en Dintel met name in aanmerking voor defosfatering. Met defosfatering wordt hier bedoeld op simultane precipitatie vanwege de relatief lage kosten. In een behandelingsbekken wordt ijzer gedoseerd waarmee fosfaat reageert tot een slecht oplosbare verbinding. Het slib dat ontstaat is over het algemeen weer af te voeren. De concentratie van fosfaat kan op deze wijze in belangrijke mate worden teruggebracht. Indien defosfatering wordt toegepast juist voor de instroom in het Volkerak-Zoommeer, is het effect voor het Volkerak-Zoommeer het grootst maar blijft het effect beperkt tot het Volkerak-Zoommeer. Afhankelijk van de belasting van de Mark en Dintel over verschillende trajecten kan worden overwogen om het rivierwater (iets) meer in de bovenloop te defosfateren. Het effect is dan ook merkbaar in een deel van de Mark en Dintel. Een en ander zal vooral afhankelijk zijn van de uit- en afspoeling uit landbouwgebieden in de omgeving van de benedenloop van de rivier. Voor zover bekend is de uit- en afspoeling daar gering [53]. Mogelijk zijn aanpassingen

anderszins als oever-bufferzones en moerassystemen toereikend om dit negatieve effect te compenseren.

Als belangrijke kanttekening bij deze maatregel geldt de invloed van toegevoegde chemicaliën op de (lokale) waterkwaliteit en daarmee op watergebonden organismen. Defosfatering kan o.a. doorbreking van de ecologische infrastructuur impliceren, doordat sterke lokale verschillen in waterkwaliteit zich als een barrière voor organismen opwerpen. Voorafgaande aan uitvoering van deze maatregel dient zo mogelijk een alternatieve ecologische infrastructuur te worden aangelegd. Tevens kan het noodzakelijk zijn om de defosfatering te combineren met pH-correctie.

Chemische defosfatering heeft in het algemeen tevens effecten op microverontreinigingen. Met name zware metalen worden door adsorptie, etc. uit de waterfase verwijderd. In mindere mate geldt dit voor organische microverontreinigingen. Dit betekent dat het gevormde slib aanzienlijke hoeveelheden zware metalen kan bevatten, die voor een deel afkomstig kunnen zijn uit de gebruikte chemicaliën.

Door Dienst Binnenwateren/RIZA zijn voor de situatie in 1988 (het eerste volle kalenderjaar na de afsluiting) berekeningen gemaakt van het effect van defosfatering van water uit de Mark en Dintel op de waterkwaliteit van het Volkerakmeer [57] (zie tabel 6). Onderscheid is gemaakt tussen verschillende kwartalen en verwijderingspercentages. De fosfaatbelasting in het Volkerakmeer is uitgedrukt in $\text{gr/m}^2\cdot\text{jr}$. Rekening houdend met een verblijftijd van 3 maanden betekent het dat maatregelen in het eerste kwartaal effect hebben in het tweede kwartaal etc. Omdat 1988 werd gekenmerkt door relatief hoger afvoeren, c.q. belasting is het geschetste beeld niet representatief voor een gemiddelde situatie.

Tabel 6 - Effecten van defosfatering van water uit de Mark en Dintel op de waterkwaliteit van het Volkerakmeer
De fosfaatbelasting in het Volkerakmeer is aangegeven in $\text{gr/m}^2\cdot\text{jr}$ per kwartaal en als jaargemiddelde.
Berekeningen gebaseerd op gegevens uit 1988.

kwartaal	fosfaatverwijdering uit Mark en Dintel			
	0%	50%	75%	100%
1e	19,8	11,7	7,7	3,7
2e	5,4	4,5	4,1	3,6
3e	6,7	5,2	4,6	3,9
4e	10,0	6,0	4,1	2,1
jaargemiddelde	10,5	6,9	5,1	3,3

Op basis van deze tabel en de aanname dat een reductie tot 3 gram fosfaat/ $\text{m}^2\cdot\text{jaar}$ noodzakelijk is voor de ontwikkeling van een door hogere waterplanten gedomineerd systeem, blijkt dat

zelfs optimale uitvoering van deze maatregel niet afdoende is. Aanvullende maatregelen blijven nodig.

Haalbaarheid:

Technisch: mogelijk;
Financieel: onbekend; ondermeer afhankelijk van kwaliteit van slib;
Bestuurlijk: nauwelijks problematisch.

Conclusie: geschikte maatregel om de fosfaatvracht naar het Volkerak-Zoommeer drastisch te reduceren. Toename van de chloridebelasting. Vooral nog onduidelijk in hoeverre andere negatieve neveneffecten optreden. Snel uit te voeren. Aanvullende maatregelen blijven noodzakelijk. Ook positief effect op (deel van) Brabantse rivieren, afhankelijk van de locatie.

06. Bezinkbekkens

Een groot deel van de verontreinigingen die door de Mark en Dintel (belangrijkste Brabantse rivier) worden meegevoerd, is gehecht aan zwevende stoffen. In mindere mate geldt dat voor het Hollands Diep; bij hoge debieten wordt vooral veel gesuspenderde fosfaat meegevoerd. Zwevende en -in beperkte mate opgeloste stoffen kunnen voor een deel uit het oppervlaktewater worden verwijderd door de aanleg van bezinkbekkens in de aanvoerende watergangen en/of voor de instroom in het Volkerak-Zoommeer.

Door bekkens in de Brabantse rivieren aan te leggen, wordt niet alleen de belasting van het Volkerak-Zoommeer gereduceerd maar kan ook de kwaliteit van het water in deze rivieren worden verbeterd. Van de aan zwevende stof gebonden fosfaat die door de Brabantse rivieren wordt afgevoerd naar het Volkerak-Zoommeer, kan met deze maatregel naar schatting 50% van de zwevende stof worden afgevangen.

Haalbaarheid:

Technisch: mogelijk; relatief simpele ingreep;
Financieel: onbekend;
Bestuurlijk: betrokken partijen zijn Rijkswaterstaat provincie (ruimtelijke ordening), waterbeheerders, particulieren; uitvoering lijkt mogelijk.

Conclusie: op korte termijn bepalen meest geschikte lokatie(s) en inschatting van het effect per ingreep. Geschikte maatregel qua effect en snelheid van realisatie.

07. Afleiden Mark en Dintel

De Mark en Dintel is jaarlijks verantwoordelijk voor de toevoer van 216 ton fosfaat naar het Volkerak-Zoommeer. Voor het ecologisch functioneren van het Volkerak-Zoommeer is deze

vracht op termijn fataal.

Door de vracht af te leiden naar het Hollands Diep, voor het inlaatpunt in het Volkerak-Zoommeer, wordt het Volkerak-Zoommeer ontlast en het Hollands Diep slechts in beperkte mate belast als gevolg van een sterke verdunning. Ter vergelijking heeft de afleiding van effluent van de rwzi-Nieuwveer naar het Hollands Diep in 1987 (ca. 200 ton fosfaat/jaar [15]) de waterkwaliteit in het Hollands Diep marginaal beïnvloed [31]. De voorgestelde afleiding kan worden gerealiseerd via Oosterhout of Zevenbergen.

Deze oplossing moet worden gezien als een tijdelijke, daar het te verwachten is dat de waterkwaliteit op den duur zodanig verbetert dat afleiding niet meer nodig is. De te verrichten activiteiten moeten derhalve over een relatief korte periode worden afgeschreven. Door afleiding ontvangt het Volkerak-Zoommeer veel minder zoet water. Extra water zal dus moeten worden ingelaten vanuit het Hollands Diep. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat hierdoor het netto effect van afleiden wordt verminderd. In hoeverre selectieve inlaat vergroting van de toevoer van verontreinigingen kan tegengaan is nog onbekend. Het netto effect van afleiden dient te worden gekwantificeerd en te worden afgezet tegen de kosten.

Haalbaarheid:

Technisch: mogelijk;
Financieel: onbekend;
Bestuurlijk: afhankelijk van goedkeuring Provincie Noord-Brabant, Rijkswaterstaat directies Noord-Brabant, Zeeland en Zuid-Holland en waterschappen.

Conclusie: lijkt geschikte maatregel ter voorkoming van oplading waterbodem en verstoring systeem. Korte termijnoplossing met waarschijnlijk een hoge afschrijving. Totale kosten moeten worden afgezet tegen te verwachten kosten van reiniging waterbodem op middellange termijn bij uitblijven maatregelen.

De voorgestelde maatregel is in strijd met het stand-still beginsel. Maatregel is snel uit te voeren en heeft positief effect op het Volkerak-Zoommeer en, afhankelijk van de plaats van de ingreep, ook op een deel van de Brabantse rivieren.

08. Inlaten water (via Oosterhout)

Momenteel wordt water vanuit het Hollandsch Diep in het Volkerak-Zoommeer ingelaten. Dit water is verontreinigd. Gedacht wordt aan zuivering met biofilters. Het effect van zuivering blijft beperkt tot het Volkerak-Zoommeer.

Als alternatief kan gedacht worden aan de inlaat van water uit de Bergse Maas in de Mark en Dintel ter hoogte van Oosterhout. Na zuivering (chemische defosfatering) van het in te laten water heeft niet alleen het Volkerak-Zoommeer maar hebben ook

de Brabantse rivieren voordeel van zuivering.

Een dergelijke combinatie van inlaten en defosfateren kan dus zeer efficiënt zijn.

Vraag is voornamelijk wat de consequenties zijn van een dergelijke waterhoudkundige ingreep.

Haalbaarheid: mogelijk;
Financieel: onbekend;
Bestuurlijk: bevoegdheid tot uitvoeren maatregel ligt bij Rijkswaterstaat, directies Noord-Brabant en Zeeland en Hoogheemraadschap West-Brabant.

Conclusie: hoewel consequenties nog niet duidelijk zijn, lijkt maatregel zeer positief voor Brabantse rivieren en beslist niet negatief voor het Volkerak-Zoommeer.
Strikte voorwaarde is bestuurlijke consensus tussen Rijkswaterstaat en Hoogheemraadschap West-Brabant.

09. Biofilters

Gezien onder meer de ruimte die nodig is voor biofilters komt alleen behandeling van inlaatwater uit het Hollands Diep in aanmerking. Biofilters bestaan uit enorme aantallen driehoeksmosselen die worden ingezet voor het wegvangen van zwevende stof uit water. De gefilterde zwevende stof wordt omgezet in pseudofaeces, waarna het bezinkt. Van tijd tot tijd, naar schatting eens per 10 jaar [59], dient de pseudofaeces te worden verwijderd. Wanneer een filterefficiëntie van 50% wordt gehanteerd, betekent dit dat ca. 50% van de zwevende stof en aangehechte verontreinigingen uit het inlaatwater bij de Volkeraksluizen kan worden afgevangen [54]. Voor fosfaat kan het biofilter daardoor een reductie van de belasting van het Volkerak-Zoommeer bewerkstelligen van ca. 30 ton/jaar. Voor verdere informatie over biofilters wordt verwezen naar de referenties [15] en [59].

Haalbaarheid:
Technisch: waarschijnlijk;
Financieel: waarschijnlijk;
Bestuurlijk: voornamelijk een zaak van Rijkswaterstaat directie Zeeland, nauwelijks problemen te verwachten.

Conclusie: haalbaarheid en effect van de maatregel voornamelijk niet duidelijk. Maatregel wordt in rapport als gegeven gehanteerd, waarmee in een gemiddeld jaar 30 ton fosfaat/jaar kan worden afgevangen. Of maatregel effect heeft vóór 1992 is te betwijfelen vanwege huidige experimentele stadium.

10. Moerassystemen

Moerassystemen kunnen ca. 20 kg fosfaat/jaar.ha uit het water onttrekken [07]. Gezien de aard van het grondgebruik in het achterland van het Volkerak-Zoommeer lijkt de kans op aanleg van grote moerassystemen gering. Aan de andere kant wordt de aanleg van extensieve moerassystemen voorgestaan in het kader van de ontwikkeling van een Noord-Zuid moerasas [42]. In dit verband kan gedacht worden aan systemen die worden aangelegd voor waterzuivering, regionale natuurontwikkeling, (inter)nationale natuurontwikkeling (ecologische infrastructuur), recreatief medegebruik en als buffer voor (sterke) waterstandsfluctuaties. Voor reductie van de belasting van het Volkerak-Zoommeer met fosfaat zullen moerassystemen hoe dan ook een geringe rol spelen.

Concrete mogelijkheden voor aanleg van binnendijkse moerassystemen lijken te bestaan voor de benedenloop van de Steenbergse Vliet. Daarnaast kan een deel worden gesitueerd in het mondingsgebied langs de Brabantse Wal. Voor de Dintel lijken er geen mogelijkheden in de benedenloop in verband met de natuurlijke gesteldheid (o.a. diep water) en de huidige functies van het gebied.

Haalbaarheid:

Technisch: mogelijk;
 Financieel: kosten zijn sterk afhankelijk van huidige eigendomstructuur, grondprijs en geomorfologische omstandigheden;
 Bestuurlijk: problematisch indien functies anders dan natuur of recreatie aanspraak maken op de lokatie, afhankelijk van streek- en bestemmingsplannen.

Conclusie: maatregel is op korte termijn om juridisch-bestuurlijke redenen niet te realiseren. Aanvullende maatregel met gering effect op middellange termijn.

Gebiedsgericht

11. Doseren van ijzerzouten in waterbodem

Voordat de hoeveelheid fosfaat die jaarlijks het Volkerak-Zoommeer bereikt is afgestemd op de opnamecapaciteit van een door waterplanten gedomineerd systeem, zal de waterbodem al zijn opgeladen. In gebonden vorm heeft fosfaat echter nauwelijks een negatief effect op het ecologisch functioneren van het systeem. Om te voorkomen dat in de waterbodem opgeslagen fosfaat weer vrij komt in het water kan ijzer in de waterbodem worden aangebracht [48]. IJzer reageert met fosfaat tot een slecht oplosbare verbinding.

Haalbaarheid:

Technisch: verkeert in experimenteel stadium;
 Financieel: relatief geringe kosten in vergelijking met

- bijv. baggeren inclusief behandeling c.q. berging van de specie.
- Bestuurlijk:** bevoegdheid tot uitvoeren maatregel ligt uitsluitend bij Rijkswaterstaat directie Zeeland.
- Conclusie:** hoewel experimenteel onderzoek nog niet is afgesloten lijkt de maatregel zinvol indien de jaarlijkse vracht sterk is gereduceerd. Indien nu toepassing plaats vindt zal ongecontroleerde slibvorming problemen leveren. Na uitvoering zijn effecten op zeer korte termijn te verwachten. Neveneffecten vooralsnog nauwelijks bekend.

12. Aanzuren van water

Dood organisch materiaal kan door bacteriën worden afgebroken tot voor organismen beschikbare voedingsstoffen. Microbiële activiteit is derhalve voor een deel verantwoordelijk voor de daling van de redoxpotentiaal en P- nalevering door de bodem. Ten behoeve van de waterkwaliteit is het zaak de microbiële activiteit in eutrofe systemen laag te houden. Van belang hierbij is een pH in een enigszins zuur of neutraal gebied, een lage concentratie van bicarbonaat en in dit geval een zo beperkt mogelijke verzoeting (400 mg Cl/l) [06]. De huidige pH is ongeveer 8.

De waterkwaliteit is sterk afhankelijk van de verhouding tussen chloride en bicarbonaat. Zelfs bij een matige hardheid verslechtert de waterkwaliteit sterk naarmate de concentratie van chloride daalt [58]. De oorzaak hiervan is het wegvallen van de afbraakremming door chloride. Gezien de verdere verzoeting van het water in het Volkerak-Zoommeer en de mogelijke stijging van de pH door algenbloei is het te verwachten dat de interne eutrofiëring steeds bepalender wordt voor de waterkwaliteit. Ter beperking van negatieve effecten kan het water, bijvoorbeeld bij de instroompunten, worden aangezuurd.

Haalbaarheid:

- Technisch:** voor onderhavige lokatie onbekend;
- Financieel:** gezien de grote hoeveelheid te behandelen water zijn de kosten hoog;
- Bestuurlijk:** aangelegenheid van uitsluitend Rijkswaterstaat directie Zeeland. Maatschappelijke weerstand te verwachten in verband met verzuringsproblematiek elders.

- Conclusie:** gezien onzekerheden, te verwachten weerstanden en geringe bekendheid omtrent neveneffecten is deze maatregel nauwelijks reëel.

4. SELECTIE VAN MAATREGELLEN

4.1. Inleiding

Zoals in hoofdstuk 1 werd genoemd, is de doelstelling van deze studie het selecteren van maatregelen die op zeer korte termijn gezamenlijk bewerkstelligen dat de totale externe fosfaatbelasting van het Volkerak-Zoommeer wordt gereduceerd van 440 ton fosfaat/jaar tot 180 ton fosfaat/jaar. Verwacht wordt dat de reductie van 120 ton fosfaat/jaar door maatregelen in het kader van het RAP/NAP niet voor 1995 zal worden gehaald. Door extra belastingreducerende maatregelen zal dus op korte termijn een reductie van 260 ton fosfaat/jaar moeten worden gerealiseerd.

Naast de externe belasting is er ook sprake van interne belasting. Gezien echter de grote onzekerheid omtrent de validiteit van gegevens over nalevering van fosfaat uit de waterbodem, wordt de interne fosfaatbelasting bij verdere berekeningen buiten beschouwing gelaten.

In dit verband wordt gewezen op maatregelen gericht op actief biologisch beheer, die mogelijk de interne fosfaatbelasting of de effecten ervan zullen compenseren.

In algemene zin kan wel worden opgemerkt dat de oplading van de bodem met fosfaat en derhalve de potentiële interne fosfaatbelasting zal toenemen indien maatregelen uitblijven.

In hoofdstuk 3 is een overzicht gegeven van denkbare maatregelen die kunnen worden getroffen om de totale fosfaatbelasting op het Volkerak-Zoommeer in de toekomst te reduceren. Uit deze opsomming van maatregelen wordt in dit hoofdstuk een selectie gemaakt van de meest kansrijke, op basis van de volgende criteria:

- Snelheid van realisatie
- Effectiviteit voor:
 - a) Volkerak-Zoommeer
 - b) Brabantse Rivieren
- Technische haalbaarheid
- Financiële haalbaarheid
- Bestuurlijke weerstanden

De bovengenoemde selectiecriteria worden in de volgende paragraaf besproken. Per selectie criterium wordt aangegeven hoe de beoordeling van de verschillende maatregelen tot stand is gekomen. Een samenvatting van de beoordeling van de diverse maatregelen wordt gegeven in tabel 7.

4.2. Selectiecriteria

4.2.1. Snelheid van realisatie

Er is een onderverdeling gemaakt naar maatregelen die respectievelijk op korte termijn (vóór 1992), op middellange termijn (1992-1995) en pas op lange termijn (na 1995) technisch kunnen

worden gerealiseerd en op deze termijn ook effect zullen hebben op de fosfaattoevoer. Zoals uit tabel 7 blijkt, vallen op basis van het korte termijn criterium de volgende maatregelen in eerste instantie af:

Aanwijzing bodem- en grondwater-beschermingsgebieden

Door lange verblijftijden van het grondwater en de in veel gevallen in hoge mate opgeladen toestand van de bodem zal, zelfs bij het vaststellen van beschermingsgebieden op zeer korte termijn, pas na 1995 een effect worden verwacht in de vorm van een grote reductie van uitspoeling van landbouwgebieden. De bestuurlijke proceduretijd die het voorbereiden en uitvoeren van een dergelijke maatregel met zich meebrengt vormt een extra belemmering om op korte termijn enig effect te kunnen sorteren.

Retentie

De maatregelen die genomen moeten worden om retentie van (gebiedseigen) water te verwezenlijken (geleide meandering, inundatievlaktes, aanplant bossen, retentiebekkens) kunnen pas op middellange tot lange termijn worden genomen vanwege de complexiteit van de diverse bestuurlijke stappen en de veelheid aan procedures die hierbij in acht moeten worden genomen.

Moerassystemen

Er moet rekening gehouden worden met een opstarttijd van ongeveer 3 jaar voordat moerassystemen een effectieve werking zullen hebben.

Van deze maatregelen kunnen de eerste twee gerekend worden tot min of meer structurele maatregelen die voor de langere termijn niet zonder meer van de hand moeten worden gewezen.

Het dient nogmaals te worden benadrukt dat voor deze studie het korte termijn selectiecriterium alleen is gehanteerd omdat in eerste instantie een snel effect wordt nagestreefd.

4.2.1. Effectiviteit

Voor zover mogelijk is per maatregel een schatting gemaakt van de totale vermindering van de fosfaatvrucht die hiermee kan worden bereikt. Deze schattingen zijn opgenomen in tabel 7. Uitgangspunt was de fosfaatbalans van het Volkerak-Zoommeer [53] waarvan de verschillende stromen zijn weergegeven in figuur 2.

Als selectiecriterium geldt de feitelijke vermindering van de totale fosfaatvrucht, die elke maatregel afzonderlijk voor het Volkerak-Zoommeer betekent. Daarnaast is aangegeven wat de maatregel betekent voor de reductie van de fosfaat-belasting van de Brabantse rivieren Mark, Dintel en Vliet.

- Aanwijzing bodem- en grondwaterbeschermingsgebieden
Bij de schatting van de reductie in fosfaattoevoer door

aanwijzing van bodem- en grondwaterbeschermingsgebieden is aangenomen dat met deze maatregel de uit- en afspoeling van landbouwgronden in het Nederlandse deel van het stroomgebied van de Mark, Dintel en Vliet dat gelegen is in het zuidelijk zandgebied (62000 ha) met 50% kan worden verminderd.

De huidige afspoeling in dit gebied wordt geschat op 68 ton fosfaat/jaar. De uitspoeling wordt geschat tussen 0 en 62 ton fosfaat/jaar [53]. Een reductie van 50% van beide termen levert dan een totale reductie van de landbouwbijdrage van 34-65 ton fosfaat/jaar.

- Sanering van verspreide huishoudelijke lozingen
Sanering van verspreide huishoudelijke lozingen zal een relatief kleine vermindering van de totaalvracht op het Volkerak-Zoommeer geven, aangezien 95% tot 99% van het gebied is gerioleerd [53]. De gezamenlijke bijdrage van RWZI's aan de belasting van het Volkerak-Zoommeer bedraagt 48 ton fosfaat/jaar (35 op Mark en Vliet + 13 direct; zie figuur 2). Het gemiddelde rendement voor fosfaatverwijdering bedraagt 40% zodat de totale aanvoer naar RWZI's ongeveer op 120 ton fosfaat/jaar kan worden geschat. Als wordt aangenomen dat deze fosfaatlast afkomstig is van huishoudelijke aansluitingen (95 à 99%) betekent dit dat de niet op riolering aangesloten huishoudens (1% tot 5%) voor een verspreide belasting van 1,2 tot 6,3 ton fosfaat/jaar zorgen. Het voor 100% rioleren van het gebied zal dus maar een marginale vermindering van de totale fosfaatlast van het Volkerak-Zoommeer geven.
- Retentie
Aangenomen is dat door retentie van (gebiedseigen) water de noodzaak tot doorspoelen van het Volkerak-Zoommeer wegvalt. Gemiddeld wordt op dit moment ongeveer 4 m³/s ingelaten voor beperking van het zoutgehalte en 10 m³/s voor het op peil houden van het meer (totaal 14 m³/s). Een grove schatting van de reductie van de fosfaatlast vanuit het Hollandsch Diep door weglaten van het doorspoeldebiet wordt dan gegeven door $4/14 * 140 = 40$ ton fosfaat/jaar.
- Defosfateren effluent rwzi's
Met het defosfateren van effluent is de doelstelling om een totale reductie van 75% t.o.v. de influentlast te halen. De huidige directe belasting op het Volkerak-Zoommeer door RWZI's wordt geschat op 13 à 16 ton fosfaat/jaar. De belasting van de Mark en Vliet door RWZI's wordt geschat op 35 ton fosfaat/jaar. Hierin is ongeveer de helft van de winst ten gevolge van de banning van fosfaten uit wasmiddelen meegerekend. De totale reductie van de fosfaatvracht op het Volkerak-Zoommeer door defosfatering van RWZI's kan dan worden geraamd op 34 ton fosfaat/jaar ten opzichte van het huidige niveau (anno 1989), exclusief de extra vermindering door fosfaatbanning uit wasmidde-

len. Voor de Mark en Vliet is dit een totaal van 26 ton fosfaat/jaar.

- Bezinkbekkens in het Volkerak-Zoommeer

Met behulp van bezinkbekkens in het Volkerak-Zoommeer wordt verwacht dat 50% van het aan zwevende stof gebonden fosfaat kunnen worden afgevangen. Voor dergelijke bezinkbekkens wordt over het algemeen een oppervlaktebelasting aangehouden van 0,5 (m³/m².uur). Dit betekent dat bij een daggemiddelde piek-afvoer van de Dintel van 55 m³/s gerekend moet worden op een bezinkbekken met een oppervlakte van 39,6 ha (0,4 km²).

De gemiddelde concentraties van ortho- en totaal fosfaat in de periode van januari 1988 t/m augustus 1989 waren resp. 0,2 mg fosfaat/l en 0,5 mg fosfaat/l [53]. Dit geeft aan dat gemiddeld 60% van het fosfaat is gebonden aan zwevend materiaal (inclusief algen). Dit betekent een fosfaatverwijderingscapaciteit van ongeveer 70 ton/jaar.

- Defosfateren van rivierwater

Defosfateren van rivierwater bij de monding van de Mark levert een maximale reductie van ongeveer 120-190 ton fosfaat/jaar, indien wordt aangenomen dat met deze techniek de gemiddelde totaal-fosfaatconcentratie kan worden teruggebracht van 0,5 mg/l tot 0,1 mg/l.

Het is ook denkbaar om defosfatering van rivierwater op een of meerdere locaties bovenstrooms toe te passen, waarmee dan naast een reductie van de fosfaatvracht op het Volkerak-Zoommeer tevens een kwaliteitsverbetering van de Brabantse rivieren wordt bewerkstelligd. De totale reductie voor het Volkerak-Zoommeer zal dan kleiner zijn omdat de uit- en afspoeling van landbouwgebieden die optreedt in het benedenstroomse deel van de rivieren bij deze optie niet wordt gedefosfateerd.

- Afleiden Mark en Dintel

Afleiden van de afvoer van Mark en Dintel naar het Hollands Diep, via een te graven kanaal langs Willemstad, zou bruto een maximale reductie van 240 ton fosfaat/jaar opleveren bij volledige afleiding. In dat geval zal echter voor het sluitend maken van de waterbalans van het Volkerak-Zoommeer ongeveer tweemaal zoveel moeten worden ingelaten vanuit het Hollands Diep. Dit betekent in de periode tot 1995 op zijn minst een extra vracht van 140 ton fosfaat/jaar, daarna wellicht minder. De optie afleiden geeft dan een maximale netto reductie van 100 ton fosfaat/jaar. Deze optie heeft echter de ongelukkige bijkomstigheid dat het afleidingspunt vlak voor het inlaatpunt zou zijn gesitueerd, waardoor de fosfaatconcentratie van het in te laten water aanzienlijk zal toenemen en het netto effect op de fosfaatlast van het Volkerak-Zoommeer vermoedelijk tot nul wordt gereduceerd of zelfs negatief wordt.

Afleiden van de Mark boven Breda (via Oosterhout) naar de Bergse Maas is daarom een meer belovende optie en betekent bovendien een ontlasting van het benedenstroomse deel van de Mark en Dintel. Een groot deel van de grensoverschrijdende belasting uit België welke wordt geschat op 190 ton fosfaat/jaar (Mark + Aa; 150 + 40) kan op deze wijze van het Volkerak-Zoommeer worden afgeleid (zie figuur 1). De afgelegde weg vanaf Geertruidenberg tot aan het inlaatpunt bij de Volkeraksluizen bedraagt ongeveer 30 km en is vermoedelijk lang genoeg om volledige menging van het water uit de Mark met het Bergse Maas water te mogen veronderstellen. Dat betekent dat ter plaatse van het inlaatpunt bij de Volkeraksluizen geen verhoogde fosfaatconcentratie zal optreden. Het netto effect op de fosfaatlast van het Volkerak-Zoommeer is dan een reductie van 50 ton fosfaat/jaar, bij aanname dat ook in dit geval de inlaatbehoefte met een factor twee toeneemt.

- Inlaten water (via Oosterhout)

Deze maatregel betreft het inlaten van water van de Bergse Maas naar de Mark.

De maatregel staat niet op zichzelf, waardoor een reductie van 140 ton fosfaat/jaar een vertekend beeld kan geven. Ten gevolge van de maatregel kan namelijk de inlaat van water vanuit het Hollands Diep worden stopgezet; daarnaast wordt inlaatwater uit de Bergse Maas gedefosfateerd voordat het de Mark bereikt.

- Biofilters

Met behulp van biofilters kan 50% van de zwevende stofvracht uit de water-fase worden verwijderd [54]. De verhouding ortho-fosfaat/totaal-fosfaat in het Hollands Diep ligt tamelijk constant op een niveau van 0,56. Aangenomen wordt dat 44% van de fosfaat-vracht vanuit het Hollands Diep gebonden is aan zwevende stof waarmee de biofilters dus een reductie van 22% kunnen leveren. Voor een gemiddeld jaar komt dit neer op ca. 30 ton fosfaat.

- Moerassystemen

Met moerassystemen kan een verwijdering van 20 kg fosfaat/ha/jaar worden bereikt [07]. De oppervlakte van het Volkerak-Zoommeer bedraagt 6000 ha. Stel dat 1% à 2% van dit oppervlak kan worden ingezet voor aanplant van biezten dan betekent dit een totale verwijderingscapaciteit van 1,2 à 2,5 ton fosfaat/jaar.

4.2.2. Technische haalbaarheid

Met het selectie criterium technische haalbaarheid wordt bedoeld de mate waarin de maatregelen, zoals hiervoor genoemd, op praktijkschaal kunnen worden toegepast. Dat wil zeggen in hoeverre de methoden het experimentele stadium zijn gepasseerd. De meeste van voornoemde maatregelen kunnen als technisch haalbaar worden gekwalificeerd. Onzekerheid bestaat omtrent de maatregelen "Bezinkbekkens in het Volkerak-Zoommeer" en "Biofilters".

Onderzoek aan lokatie-specifieke omstandigheden zal hierover uitsluitel moeten geven.

4.2.3. Financiële haalbaarheid

De volgende maatregelen kunnen als financieel haalbaar worden gekwalificeerd:

- Defosfateren effluent
- Bezinkbekkens in het Volkerak-Zoommeer
- Moerassystemen

Voorts kunnen de volgende maatregelen als zeer waarschijnlijk financieel haalbaar worden gekwalificeerd

- Aanwijzing bodem- en grondwaterbeschermingsgebieden
- Sanering verspreide lozingen

Grote onzekerheid omtrent de financiële haalbaarheid bestaat voor de volgende maatregelen:

- Retentie gebiedseigen water
- Defosfateren rivierwater
- Afleiden Mark en Dintel
- Biofilters

4.2.4. Bestuurlijke weerstanden

Het selectie criterium 'bestuurlijke weerstanden' is een resultante van het aantal betrokkenen op bestuurlijk niveau en de competentie van deze betrokkenen om bepaalde maatregelen uit te voeren.

Zo zal een maatregel als retentie van (gebiedseigen) water grote bestuurlijke weerstanden ondervinden omdat er scherpe tegengestelde belangen bestaan tussen Rijk, Provincie, waterschappen en particulieren. Bovendien valt een dergelijke maatregel buiten de competentie van elk van deze betrokkenen, zodat langdurig overleg nodig zal zijn voordat een dergelijke maatregel van kracht kan worden.

Dezelfde overwegingen leiden tot indeling van de maatregel 'afleiden Mark en Dintel' bij de categorie met grote bestuurlijke weerstanden.

De competentie voor het aanwijzen van bodem- en grondwaterbeschermingsgebieden ligt bij de provincie die, in het kader van de Wet Bodembescherming, onderzoek naar fosfaatverzadigde gronden verplicht kan stellen.

Voor een dergelijke maatregel worden geen grote bestuurlijke weerstanden verwacht. De effectiviteit van een dergelijke maatregel moet echter van twijfels worden voorzien vanwege het grote aantal te verwachten ontheffingen.

Voor de hier niet besproken maatregelen wordt voor wat betreft de mate van bestuurlijke weerstand verwezen naar de tekst van hoofdstuk 3.

Ten aanzien van de effectgerichte maatregel "Aanzuren van water" bestaat vooralsnog geen duidelijkheid omtrent de effectiviteit dan wel de technische en financiële haalbaarheid. Bovendien moet het toevoegen van grote hoeveelheden zuur aan het oppervlaktewater, in een tijd waarin verzuring tot de actuele milieuproblemen behoort, als maatschappelijk onaanvaardbaar worden beschouwd.

Zoals in hoofdstuk 3 reeds werd besproken, wordt een maatregel als het vastleggen van fosfaat in de waterbodem door middel van chemicaliëndosering pas zinvol geacht als de externe belasting tot een minimaal niveau is teruggebracht.

4.3.

Conclusie

Uit tabel 7 komen als meest belovende maatregelen ter reductie van de externe fosfaatlast naar voren:

- a) Defosfateren van rivierwater
- b) Afleiden van Mark/Dintel
- c) Bezinkbekkens in het Volkerak-Zoommeer
- d) Biofilters
- e) Defosfatering Zoommeer rwzi's

Met betrekking tot gebiedsgerichte maatregelen lijkt alleen de fixatie van fosfaat in de waterbodem in aanmerking te komen ter reductie van de interne fosfaatbelasting. Vooralsnog wordt echter door RWS voor dit doel de voorkeur gegeven aan actief biologisch beheer, dat buiten het kader van deze studies valt.

Het vervolg van deze studie zal zich op genoemde maatregelen toespitsen. Er worden scenario's gecomponeerd waarbij de geselecteerde maatregelen verder in detail worden uitgewerkt.

Tabel 7 - Overzicht van de selectiecriteria met bijbehorende scores voor de beoordeelde maatregelen

SELECTIE-CRITERIA								
	snelheid realisatie			effectiviteit ZOOMMEER	effectiviteit BRAB.RIVIEREN	Technische haalbaarheid	Financiële haalbaarheid	Bestuurlijke weerstanden
	<1992	1992 - 1995	1995>	reductie P-last [ton P/jaar]	reductie P-last [ton P/jaar]	ja waarschijnlijk onzeker	ja waarschijnlijk onzeker	klein matig groot
PREVENTIEVE MAATREGELEN								
01. Aanwijzing beschermingsgebieden			X	34-65	34-65	ja	waarschynlyk	matig
02. Saneren verspreide lozingen		X		1,2-6,3	0,9-4,6	ja	waarschynlyk	klein
03. Retentie			X	140	0	ja	onzeker	groot
CURATIEVE MAATREGELEN								
04. Defosfateren effluent RWZI's	X			36	26	ja	ja	klein
05. Defosfateren Rivierwater	X			120-190	0-120	ja	onzeker	klein
06. Bezinkbekkens	X			70	0	waarschynlyk	ja	klein
07. Afleiden Mark en Dintel	X			50-100	0-190	ja	onzeker	groot
08. Waterinlaat bij Oosterhout	X			140	0 (*)	ja	waarschynlyk	matig
09. Biofilters	X			30	0	waarschynlyk	waarschynlyk	klein
10. Moerassystemen		X		1,2-2,5	0	ja	ja	klein
GEBIEDSGERICHTE MAATREGELEN								
11. Doseren van ijzer in waterbodem	X			50-100	0	waarschynlyk	ja	matig
12. Aanzuren van water	X			???	0	onzeker	onzeker	groot

(*) Doorspoelen van de Mark en Dintel met gedefosfateerd Maaswater geeft weliswaar geen reductie van de fosfaatvracht op de Brabantse rivieren, maar zal tijdens de perioden van doorspoelen wel tot lagere fosfaatconcentraties in deze rivieren leiden als gevolg van verdunning.

5. UITWERKING VAN SCENARIO'S

5.1. Inleiding

Uit de eerste schattingen van de effectiviteit van de in hoofdstuk 4 geselecteerde maatregelen (zie tabel 7) blijkt dat geen van deze maatregelen op zich voldoet om de totale fosfaatbelasting op het Volkerak-Zoommeer terug te dringen van 440 (ton P/j) voor een gemiddeld jaar tot 180 ton P/j.

Er dient daarom te worden gezocht naar een combinatie van maatregelen. Omdat de maatregelen elkaar onderling kunnen beïnvloeden, mag voor het bepalen van de effectiviteit van een combinatie van maatregelen niet zonder meer de som van de effectiviteit van afzonderlijke maatregelen worden genomen.

Een grote onzekerheid bij de eerste schattingen van de effectiviteit van sommige maatregelen wordt gevormd door de variaties in debieten en concentraties over het jaar.

In hoofdstuk 4 is gewerkt met jaargemiddelden, maar voor maatregelen als defosfateren van rivierwater, afleiden van rivierwater en bezinkingsbekkens in het Volkerak-Zoommeer dient in het kader van de uitvoerbaarheid van maatregelen wel degelijk rekening met deze variaties te worden gehouden.

Er moet immers een bovengrens worden gesteld aan de dimensionering van technische voorzieningen (chemicaliën-dosering, sedimentatiebekkens, gemalen, inlaatwerken etc.) die noodzakelijk zijn voor uitvoering van deze maatregelen.

Als voorbeeld kan worden aangehaald de dagafvoer van de Dintel bij Dintelsas die in 1988 gemiddeld 17,6 m³/s bedroeg maar ook een maximum van 111,2 m³/s vertoonde [53].

De fosfaatconcentraties varieerden in deze periode tussen 0,3-0,8 mg P/l met een gemiddelde van 0,5 mg P/l.

Dimensioneren van technische voorzieningen op basis van het maximum debiet zou onevenredig hoge investeringskosten met zich meebrengen. Er moet dus een keuze worden gemaakt voor een maximaal debiet waarop wordt gedimensioneerd.

Dit betekent dat de voorzieningen in tijden dat het dimensioneringsdebiet wordt overschreden, minder effectief zullen werken. Bij debieten lager dan het dimensionerings-debiet zal echter niet noodzakelijkerwijs een effectievere werking van de technische voorziening uitgaan.

Op jaarbasis zal als gevolg van het voorafgaande de effectiviteit lager zijn dan op grond van berekeningen met gemiddelden wordt voorspeld.

Het defosfateren van het effluent van de Zoommeer-rwzi's levert slechts een beperkte reductie van de belasting van het Volkerak-Zoommeer op. Deze maatregel is daarom bij de in dit hoofdstuk besproken scenario's buiten beschouwing gelaten.

In overleg met de begeleidingscommissie is in eerste instantie een drietal scenario's uitgewerkt, te weten:

Scenario 1	Defosfateren Dintel bij Dintelmond + Biofilters bij inlaat Volkeraksluis
Scenario 2	Afleiden van Mark naar Bergse Maas (Oosterhout) + Extra inlaat Volkeraksluizen + Defosfateren inlaatwater Volkeraksluizen
Scenario 3	Stoppen inlaat Volkeraksluizen + Doorspoelen Mark door inlaat Bergse Maaswater + Defosfateren mengdebiet bij Terheijden

5.2. Uitgangspunten

5.2.1. Doelstelling voor scenario's

Er bestaat grote onzekerheid omtrent de grootte en de rol van de interne belasting voor de eutrofiëring van de waterfase in het Volkerak-Zoommeer. De scenario's zijn daarom in eerste instantie afgestemd op reductie van de externe belasting. Voorts worden op korte termijn (1992) nauwelijks of geen effecten verwacht van maatregelen in het kader van RAP/NAP.

Deze veronderstellingen hebben ertoe geleid dat in deze studie voor de uitwerking van de scenario's zowel de interne fosfaatbelasting, waarvoor in hoofdstuk 1 een schatting is gegeven van 60 ton P/j, als de voor 1995 verwachte reductie van de externe fosfaatbelasting van 120 ton P/j ten gevolge van maatregelen in het kader van het RAP/NAP, buiten beschouwing zijn gelaten. Aangenomen is dat deze factoren te zijner tijd tegen elkaar zullen wegvallen. Ook de gevolgen van de voornemens ten aanzien van actief biologisch beheer blijven hier onbesproken.

Als doelstelling voor de scenario's is vastgesteld dat het gezamenlijk effect van maatregelen binnen een scenario dient te leiden tot een reductie van de externe fosfaatbelasting met 260 ton P/j. Op basis van deze eis zijn de drie scenario's met gebruikmaking van gegevens over het jaar 1988 geoptimaliseerd door het berekenen van de daarmee corresponderende dimensio-neringsdebieten (zie bijlage I).

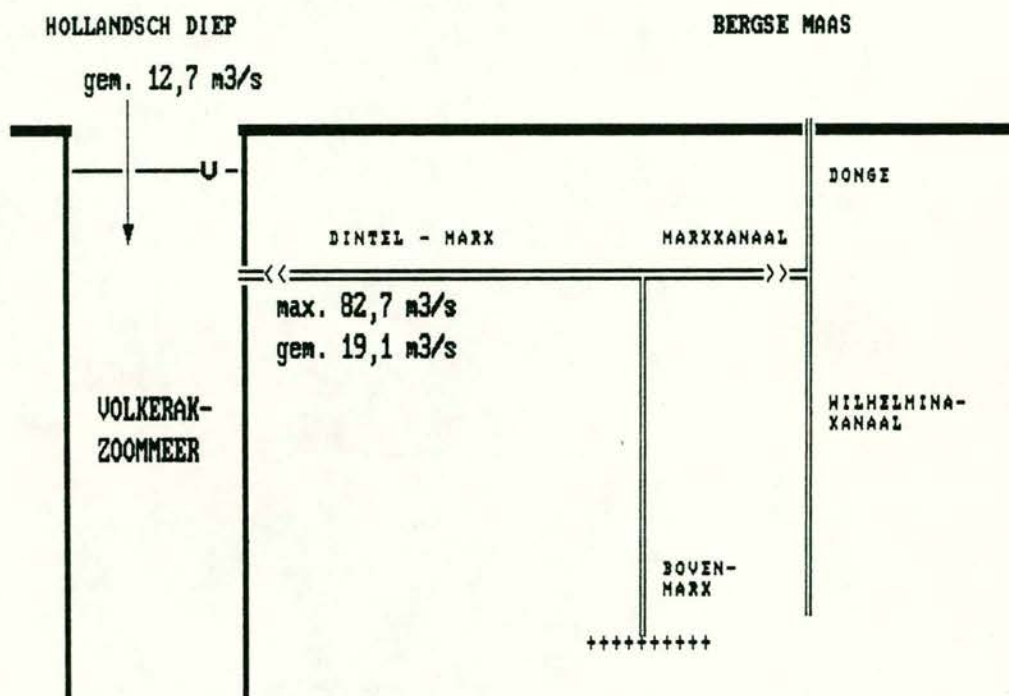
5.2.2. Debieten, concentraties en vrachten in 1988

De gekozen scenario's omvatten maatregelen die alleen van invloed zijn op de externe P-vrachten via aanvoer van respectievelijk de Dintel en inlaat via de Volkeraksluizen vanuit het Hollands Diep.

Om bij het bepalen van de effecten van de scenario's, rekening te kunnen houden met tijdsvariaties van debieten en concentraties, is gebruik gemaakt van de (tot nu toe enige beschikbare) dataset voor beide termen voor het jaar 1988. Deze dataset bestaat uit reeksen weekgemiddelde debieten en concentraties

[57]. In bijlage III is het verloop over 1988 van debieten (figuur III.1) en concentraties (figuur III.2) van de voor de scenario-berekeningen relevante termen weergegeven.

De waterstromen voor de uitgangssituatie zijn weergegeven in figuur 3.



Figuur 3 - Stroomschema in de basissituatie (1988)

In tabel 8 is voor het jaar 1988 een overzicht gegeven van de termen die gezamenlijk de externe belasting van het Volkerak-Zoommeer vormen. De getallen tussen ronde haken geven aan wat de belasting zou zijn bij defosfatering van de betreffende (direct lozende) rwzi's. Tussen vierkante haken is aangegeven aan welke referentie de getallen zijn ontleend.

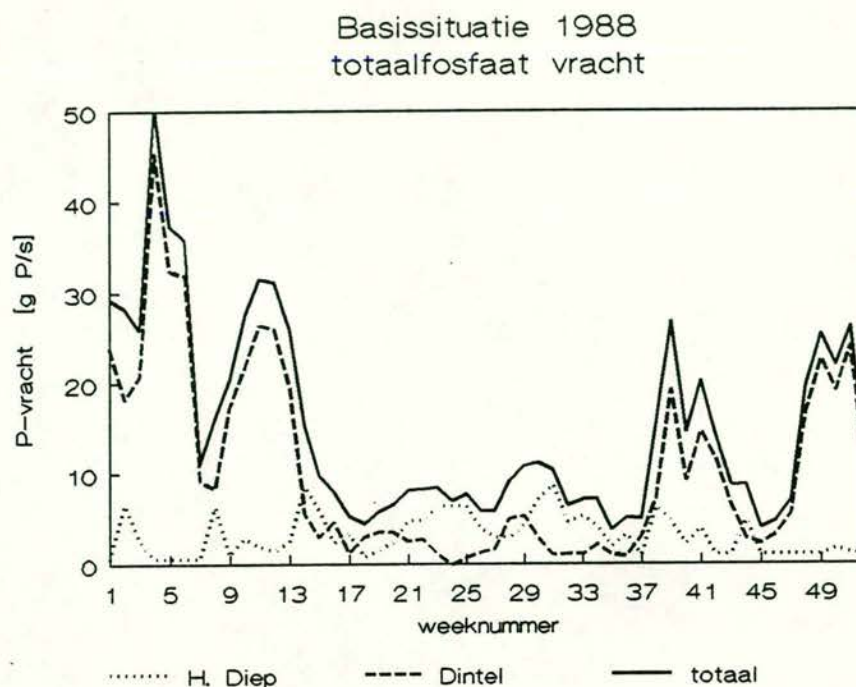
Het moet worden opgemerkt dat 1988 een relatief nat jaar was waardoor een enigszins vertekend beeld kan ontstaan. In natte jaren voert de Dintel meer water af als gevolg waarvan minder water hoeft te worden ingenomen vanuit het Hollandsch Diep. De totale fosfaatvracht van de Dintel is in 1988 met 324 ton P/j aanzienlijk hoger dan de geschatte 240 ton P/j voor een gemiddeld jaar (zie tabel 2). Dit verschil wordt gedeeltelijk veroorzaakt door de lozing van effluent van de rwzi Nieuwveer op de Mark (zie ook paragraaf 5.2.4.) en deels door de hogere (fosfaat)afvoer van de Mark en Dintel in 1988. De vracht geïntroduceerd door inlaat vanuit het Hollandsch Diep is in 1988 101 ton P/j terwijl voor een gemiddeld jaar een vracht van 140 ton P/j wordt geschat.

Tabel 8 - Externe fosfaatbronnen voor het Volkerak-Zoommeer voor het jaar 1988 met verwijzing naar literatuur. Tussen haken is het effect van defosfateren op de Zoommeer-rwzi's aangegeven

P-bron	1988 P-vracht (ton P/j)	(1992)* P-vracht (ton P/j)	lit. [nr]
Dintel	323,8		[57]
Volkeraksluizen	101,4		[57]
Vliet	28,3		[57]
Zoom	6,8		[32]
<u>Goeree Overflakkee</u>			
gemaal Oltgensplaat	0,9		[57]
gemaal Galathee	3,2		[57]
gemaal Oudeland	4,1		[57]
Krammerse Polders	2,7		[57]
RWZI Oltgensplaat	3,2	(0,8)	[57]
RWZI Oude Tonge	7,8	(2,0)	[57]
<u>Tholen</u>			
gemaal Haaften	1,5		[32]
gemaal de Eendracht	9,6		[32]
drie Grote Polders	0,4		[32]
RWZI Tholen	4,2	(1,1)	[32]
<u>West-Brabant</u>			
gemaal de Pols	7,5		[32]
gemaal Zoute Sluis	3,1		[32]
RWZI Dinteloord	2,0	(0,5)	[53]
Via gemalen:			
- RWZI Nw. Vossemeer	1,0	(0,3)	[53]
- RWZI Lepelstraat	2,0	(0,5)	[53]
- RWZI Halsteren	5,0	(1,3)	[53]
Totaal	510	(490)	

* realisering van defosfatering op de Zoommeer-rwzi's lijkt op korte termijn mogelijk

In figuur 4 wordt geïllustreerd hoe groot de twee belangrijkste bijdragen (Dintel en inlaat Volkeraksluizen) zich verhouden tot de totale externe fosfaatvracht op het Volkerak-Zoommeer. Uit deze figuren blijkt overduidelijk de overheersende rol die de afvoer van de Dintel speelt en bovendien blijkt het overgrote deel van de jaarvracht in het voor- en najaar te worden afgevoerd.



Figuur 4 - De fosfaattoevoer via de Dintel en de Volkeraksluizen in verhouding tot de totale externe fosfaatbelasting over 1988.

5.2.3. Defosfatering

Chemische defosfatering van oppervlaktewater is een belangrijk onderdeel van alle scenario's.

Uit ervaringen die elders zijn opgedaan met defosfateren van rivierwater is gebleken dat ijzerdosering dient plaats te vinden met een minimale molverhouding ijzer/fosfor = 5 à 7,5 [36]. Indien de fosfaatconcentratie in het te behandelen water lager is dan een drempelwaarde van 0,6 à 0,7 (mg P/l), is uit proefnemingen gebleken dat de ijzerdosering constant moet blijven om toch tot defosfatering te komen.

In de literatuur [36] worden verwijderingspercentages vermeld van 42% tot 85%. Belangrijke factoren die de P-verwijdering beïnvloeden zijn:

- aard van het zwevend materiaal
- fractie opgelost P
- gebruikt reagens (FeII of FeIII)
- ontwerp mengruimte
- ontwerp bezinkruimte

Geen van de in de literatuur besproken installaties was ten aanzien van alle drie de laatstgenoemde aspecten optimaal ontworpen.

Voor de berekeningen die voor de verschillende scenario's zijn uitgevoerd is hier aangenomen dat de ijzerdosering plaats moet vinden met een molverhouding van ijzer/fosfor = 7,5, vanaf een drempelwaarde voor de fosfaatconcentratie van 0,7 mg P/l.

Bij fosfaatconcentraties lager dan 0,7 mg P/l wordt de ijzerdosering in de berekeningen constant gehouden op een niveau dat hoort bij 0,7 mg P/l en een molverhouding ijzer/fosfor = 7,5.

Er is uitgegaan van een chemicaliëndosering met ijzer(III)-chloride, omdat hiermee in de (drinkwater)praktijk over het algemeen de beste verwijdering wordt behaald. Voorts is voor de kostprijsberekening (zie bijlage II) uitgegaan van een defosfateringsinstallatie met een zeer intensieve menging, gevolgd door een laagbelast sedimentatiebekken met een maximale oppervlaktebelasting van 0,5 m³/m².uur.

Aangenomen is dat onder deze condities een effluentconcentratie kan worden bereikt van 0,1 mg P/l.

In hoeverre deze ijzerdosering voor het betreffende oppervlaktewater voldoende is om de gestelde effluentkwaliteit te behalen is sterk afhankelijk van de coaguleerbaarheid van dit water. Deze gegevens zijn voor de Mark/Dintel en het Hollands diep niet beschikbaar. De vereiste dosering en de haalbare effluentkwaliteit zal daarom ten behoeve van een verder uitgewerkt ontwerp nog proefondervindelijk moeten worden vastgesteld. De resultaten van de scenarioberekeningen moeten dan ook als indicatief worden gezien.

5.2.4. Lozing RWZI Nieuwveer

Het dient te worden opgemerkt dat in de dataset van 1988 de lozing van de RWZI Nieuwveer impliciet is opgenomen in de vracht die de Dintel naar het Volkerak-Zoommeer afvoert. De fosfaatbelasting van deze RWZI op de Dintel bedroeg over de periode van 1 januari 1988 tot 26 mei 1988 in totaal naar schatting 60 ton P [53]. Na deze datum is het effluent van deze RWZI afgeleid.

Er is overwogen om voor deze periode (20 weken) een correctie toe te passen op de in de Dintelmond gemeten concentraties, om op deze wijze de lozing van Nieuwveer voor de uitwerking van de scenario's buiten beschouwing te kunnen laten.

Deze correctie zou plaats moeten vinden door de vracht van de RWZI Nieuwveer per week af te trekken van de berekende vracht bij de Dintelmond en vervolgens te delen door het debiet.

Hierbij ontstaan echter de volgende problemen:

- De wekelijkse variaties in concentratie van het effluent zijn niet bekend.
- Het effect van de effluentlozing op de sedimentsamenstelling en de hiermee samenhangende concentratieverhogingen bij grote debieten is niet bekend.
- Het is niet bekend tot in welke mate het door de rwzi Nieuwveer geloosde fosfaat ook daadwerkelijk het Volkerak-Zoommeer bereikt.

Voorts zijn juist in de eerste 20 weken van 1988 de debieten door de Dintel het grootst (zie bijlage III, figuur 1). Hierdoor heeft het afleiden van de effluentstroom van Nieuwveer niet

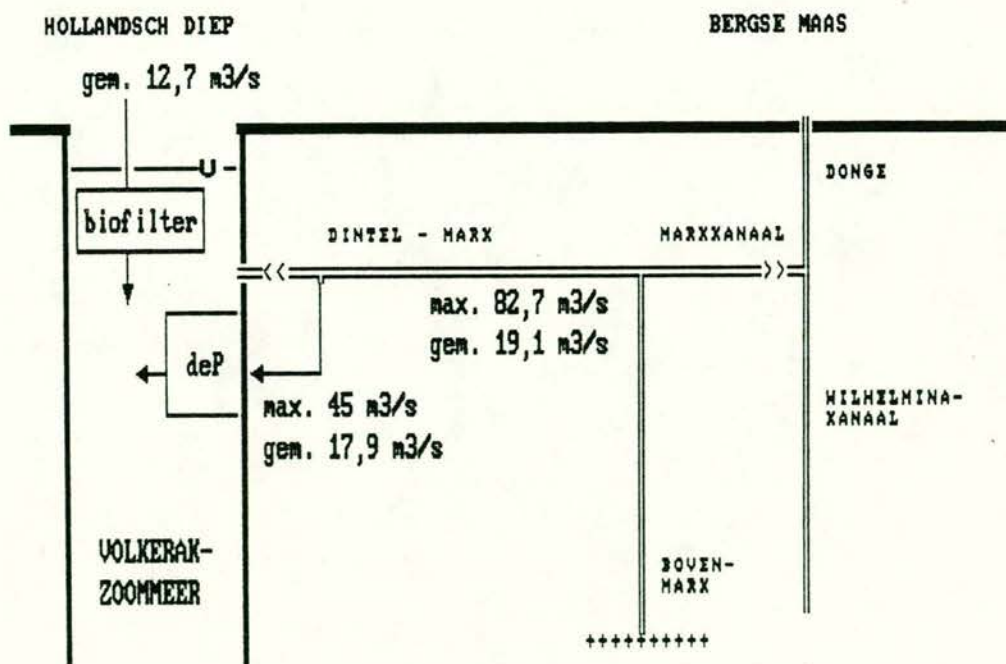
voor alle scenario's hetzelfde effect. Het op eenvoudige wijze corrigeren voor het afleiden van de effluentstroom van Nieuwveer, door de genoemde totaalvracht van 60 ton P af te trekken van de eindresultaten van de verschillende scenario's is daarom niet zondermeer geoorloofd.

5.3. Scenario 1

In scenario 1 wordt allereerst defosfateren van de Dintel bij de monding in het Volkerak-Zoommeer voorgesteld. Een tweede maatregel die bij dit scenario wordt ingezet is de installatie van biofilters bij de inlaat van water uit het Hollands Diep bij de Volkeraksluizen. Een stroomschema voor scenario 1 is weergegeven in figuur 5.

Voor de dimensionering van de aan te leggen defosfateringsinstallatie is uitgegaan van een maximaal behandelingsdebiet van 45 m³/s.

De fosfaatconcentratie in de Dintel was maximaal 0,8 mg P/l in december 1988 [57] maar voor de rest van het jaar bleef de concentratie beneden de drempelwaarde van 0,7 mg P/l, zodat kan worden uitgegaan van een debietgestuurde ijzerdosering. Bij een maximaal behandelingsdebiet van 45 m³/s kan in een aantal perioden gedurende het jaar niet de totale afvoer worden behandeld. Dit betekent dat over het totale jaar 563 miljoen m³ (93% van het totaal afgevoerde volume) kan worden behandeld.



Figuur 5 - Stroomschema voor scenario 1

Het behandelde debiet verlaat de defosfateringsinstallatie met een fosfaatconcentratie van 0,10 mg P/l. Het niet behandelde debiet passeert de installatie met de actuele fosfaatconcentratie.

De resterende vracht van de Dintel bestaat nu uit een bijdrage van het behandelde debiet plus een restterm van de oorspronkelijke vracht die in perioden van overbelasting de defosfateringsinstallatie niet doorloopt.

Voor uitvoering van deze maatregel zijn de volgende technische voorzieningen noodzakelijk:

- Het weer in bedrijf stellen van de sluis bij Dintelsas.
- Verdeelwerk voor inname te behandelen water.
- ijzer(III)chloride dosering met intensieve menging (maximale ijzer(III)dosering van 7,62 mol/s)
- Sedimentatiebekken met oppervlak 32 ha (oppervlaktebelasting 0,5 m³/m².uur)
- Sliblagunes voor indikking ijzerslib

Het gemiddelde gehalte van totaal-fosfaat en ortho-fosfaat in het Hollands Diep in 1988 was respectievelijk 0,25 mg P/l en 0,14 mg P/l.

De verhouding tussen het ortho-fosfaat en totaal-fosfaat gehalte was gedurende dit jaar redelijk constant zodat kan worden gesteld dat ongeveer 0,11 mg P/l (44% van het totaal-fosfaat) is geassocieerd met de zwevende stof. Over de werking van de biofilters is op dit moment nog weinig bekend, maar voorlopig wordt gesteld dat m.b.v. biofilters 50% van de zwevende stof en de hieraan gehechte P uit de waterfase kan worden verwijderd [54]. Dit betekent dat 22% van de inkomende fosfaatvracht (22 ton P) kan worden verwijderd mits het volledige inlaatdebiet de filters passeert (in 1988 bedroeg het maximale weekgemiddelde 37,7 m³/s).

Het totaalresultaat van dit scenario voor 1988 wordt weergegeven in tabel 9.

Tabel 9 - SCENARIO 1 (Q_{max} = 45 m³/s)
DEFOSFATEREN DINTEL + BIOFILTERS

	waterbalans	fosfaatbelasting
	(10 ⁶ m ³)	(ton P/j)
Dintel	601	78
Inlaat Volkeraksluizen sluizen	404	79
Rest	213	87
Totaal	1218	244
Reductie		268
=====		
ijzer(III)-dosering jaartotaal (kmol)		96529
=====		
slibproductie (ton ds)		19202
=====		
Beh. volume (10 ⁶ m ³)		563
=====		
investeringskosten (kfl.)		51.000
jaarlijkse kosten (kfl./j)		26.000

Voor de bepaling van de investeringskosten en de jaarlijkse kosten van dit scenario wordt verwezen naar bijlage II.

5.4.

Scenario 2

Aangezien de Dintel veruit het grootste aandeel heeft in de externe fosfaatbelasting van het Volkerak-Zoommeer is bij het uitwerken van de scenario's hieraan de meeste aandacht besteed.

In tegenstelling tot scenario 1, waar is uitgegaan van behandeling van Dintelwater, wordt in scenario 2 getracht om zo weinig mogelijk water van de Dintel in het Volkerak-Zoommeer te laten stromen. Dit kan worden gerealiseerd door water af te leiden naar de Bergse Maas. Deze afleiding zal plaats moeten vinden via het traject Markkanaal, Wilhelminakanaal, Donge (zie figuur 1).

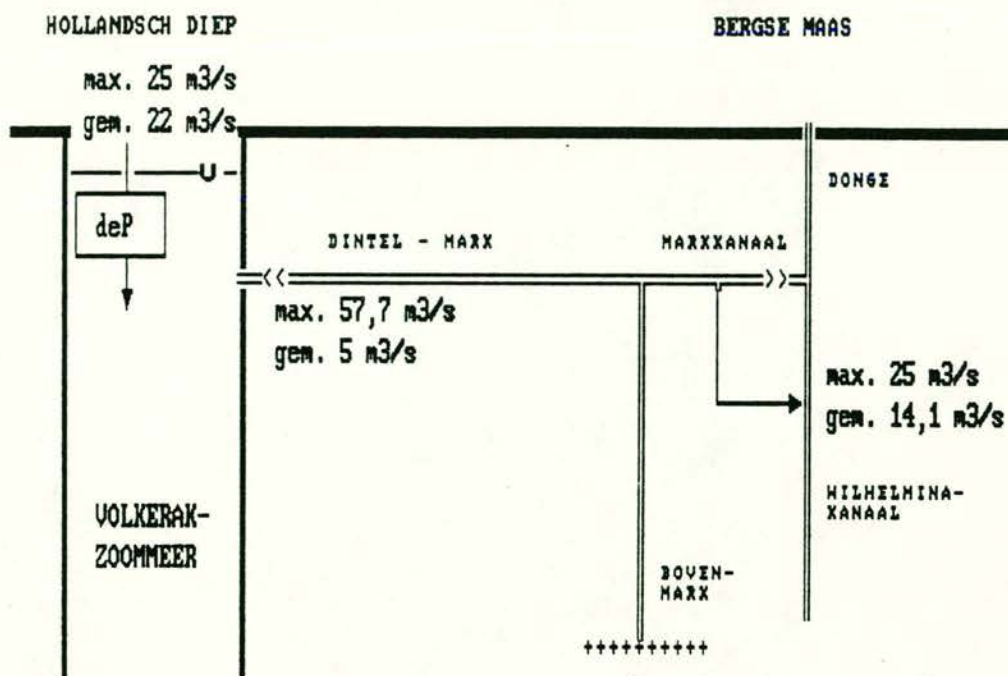
Het water in de Mark en Markkanaal staat via de Dintel in open verbinding met het Volkerak-Zoommeer (gemiddeld peil= 0 m N.A.P.). Het Wilhelminakanaal staat via de Donge in open verbinding met de Bergse Maas (gemiddeld peil= 0,50 m + N.A.P.) Het afleidingsdebiet moet dus over een hoogte van gemiddeld 0,50 m worden opgevoerd door middel van een gemaal. Er is van uitgegaan dat de sturing van het afleidingsgemaal kan worden geregeld op basis van de stroomrichting benedenstrooms bij de Dintelmond. Dit om te voorkomen dat, in perioden met lage afvoer van Mark

en Dintel, water vanuit het Volkerak-Zoommeer wordt verpompt.

Door afleiden van water wordt een watertekort voor het Volkerak-Zoommeer gecreëerd. Dit betekent dat extra water dient te worden ingelaten bij de Volkeraksluizen. Hiermee daalt het netto rendement van de afleidingsmaatregel aanzienlijk. Daarom wordt als tweede maatregel in dit scenario voorgesteld om het inlaatwater bij de Volkeraksluizen chemisch te defosfateren. Ook hier moet voor de dimensionering van de defosfatering een maximaal behandelingsdebiet worden gekozen. In een normaal jaar zal de effectiviteit van beide maatregelen in dit scenario groter zijn omdat dan procentueel meer Dintelwater kan worden afgeleid en meer inlaatwater kan worden behandeld.

Een stroomschema voor dit scenario is gegeven in figuur 6.

In dit scenario is dezelfde waarde aangehouden voor zowel het maximale afleidingsdebiet (Q_{af1}), het maximaal in te laten debiet bij de Volkeraksluizen (Q_{in1}) als voor het maximaal te behandelen debiet in de defosfatering bij het inlaatwerk (Q_{defos}). Deze drie debieten worden gelijkgesteld aan een waarde Q_{max} . In perioden waarin de afvoer van de Dintel kleiner is dan het dimensioneringsdebiet van het afleidingsgemaal is de fosfaatvracht op het Volkerak-Zoommeer gelijk aan 0. Alleen tijdens afvoerpieken zal een deel van de afvoer een bijdrage leveren aan de P-belasting van het Volkerak-Zoommeer. Ter compensatie van het watertekort dat door afleiden ontstaat wordt extra water ingelaten (met een maximum van $Q_{max} \text{ m}^3/\text{s}$) bij de Volkeraksluizen en behandeld via defosfatering. De vracht die hiermee in het Volkerak-Zoommeer terecht komt is gelijk aan het ingelaten debiet vermenigvuldigd met de fosfaatconcentratie na defosfateren (0,10 mg P/l).



Figuur 6 - Stroomschema voor scenario 2

Uit bijlage I (figuur I.1) blijkt dat voor een reductie van de externe fosfaatbelasting van het Volkerak-Zoommeer met minimaal 260 ton P/j, op basis van de gegevens van 1988, een dimensioneringsdebiet Q_{max} moet worden gekozen van 25 m³/s.

Scenario 2 omvat de volgende maatregelen en voorzieningen:

- afleiding van de Mark via het Markkanaal naar het Wilhelminakanaal en uiteindelijk de Bergse Maas via een opvoergemaal bij Oosterhout
- vergroting van de inlaathoeveelheid en chemische defosfatering van het inlaatwater uit het Hollandsch Diep in een buitendijks gelegen installatie (max. 25 m³/s)
- aanvoer via een aparte inlaatkoker in de Volkerakdam

De resultaten van deze berekening zijn samengevat in tabel 10.

Tabel 10 - SCENARIO 2 (Q_{max} = 25 m³/s)
AFLEIDEN DINTEL + DEFOSFATEREN INLAAT

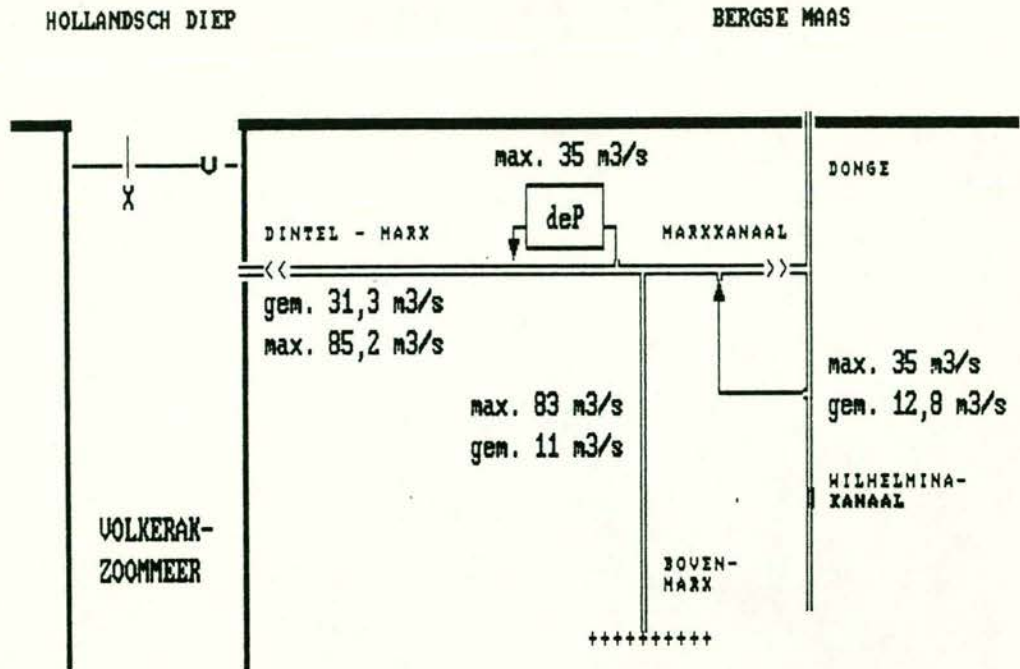
	waterbalans	fosfaatbelasting
	(10 ⁶ m ³)	(ton P/j)
Dintel	157	88
Inlaat Volkeraksluizen	700	70
Rest	213	87
Totaal	1070	245
Reductie		267
=====		
ijzer(III)-dosering jaartotaal (kmol)		118527
=====		
slibproductie (ton ds)		19953
=====		
Afgeleid volume (10 ⁶ m ³)		444
Beh. volume (10 ⁶ m ³)		700
=====		
investeringskosten (kfl.)		35.000
jaarlijkse kosten (kfl./j)		27.000

Een specificatie van de schatting van de investerings- en jaarlijkse kosten is opgenomen in bijlage II.

5.5. Scenario 3

In scenario 3 is gekozen voor het stoppen van inlaat bij de Volkeraksluizen gecombineerd met doorspoelen van de Mark en Dintel met water ingelaten uit de Bergse Maas gevolgd door defosfatering van een zo groot mogelijk deel van de totale stroom bij Terheijden (zie figuur 7). Het stopzetten van de inlaat bij de Volkeraksluizen levert een reductie van 101 ton P/j voor 1988. Ter compensatie van het watertekort dat hierdoor voor het Zoommeer ontstaat wordt water ingelaten vanuit de Bergse Maas met een maximum debiet dat gelijkgesteld wordt aan Q_{max}. Vervolgens vindt defosfatering plaats van het mengdebiet van inlaatwater en afvoer van de Mark bij Terheijden. Voor de berekening van dit scenario zijn de debieten en P-concentraties van de Mark bovenstrooms van het inlaatpunt gelijkgesteld aan die bij de Dintelmond. Het maximale defosfateringsdebiet is gelijkgesteld aan het maximale inlaatdebiet. De resterende vracht van de Dintel op het Zoommeer is op dezelfde wijze als in scenario 1 bepaald.

Om te voldoen aan de eis van een minimale reductie van de externe fosfaatlast met 260 ton P/j dient een waarde van 35 m³/s voor Q_{max} te worden aangehouden (zie bijlage I).



Figuur 7 - Stroomschema voor scenario 3

De resultaten van de berekeningen voor scenario 3 met deze waarde van Q_{max} is weergegeven in tabel 11.

Een specificatie van de schatting van de investerings- en jaarlijkse kosten is opgenomen in bijlage II.

Tabel 11 - SCENARIO 3 ($Q_{max} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$)
STOP INLAAT VS + DOORSPOELEN/DEFOS MARK

	waterbalans	fosfaatbelasting
	(10^6 m^3)	(ton P/j)
Dintel	1004	161
Inlaat Volkeraksluizen	0	0
Rest	213	87
Totaal	1217	248
Reductie		264
ijzer(III)-dosering: jaartotaal (kmol)		144285
slibproductie (ton ds)		28646
ingelaten Bergse Maas (10^6 m^3)		444
Behandeld volume (10^6 m^3)		700
investeringskosten. (kfl.)		32.000
jaarlijkse kosten (kfl./j)		36.000

Technische voorzieningen voor dit scenario zijn:

- Vergroten van inlaatcapaciteit door vergroten van duiker bij Oosterhout (nu 6 m³/s, wordt 35 m³/s).
- Vijzelgemaal bij Terheijden met ijzer(III)chloride-dosering.
- Graven van sedimentatiebekkens
- Bellenschermen
- Sliblagune

Het belangrijkste neveneffect van deze maatregel kan zijn doorbreking van de (aquatisch) ecologische infrastructuur. Dit probleem is mogelijk te ondervangen door andere watergangen een verbindende functie te laten vervullen. Voor nadere toelichting van deze problematiek wordt verwezen naar hoofdstuk 3, maatregel 05.

5.6. Effecten van verschillende scenario's op de West-Brabantse rivieren

Voor scenario 1 wordt geen effect voor de rivieren de Mark en Dintel verwacht, aangezien behandeling van de afvoer buitendijks zal plaatsvinden en voorzieningen worden getroffen om terugstroming te voorkomen.

Bij scenario 2 worden de volgende effecten voor het traject benedenstrooms van het afleidingspunt bij Oosterhout verwacht.

Gunstig:

- De relatief hoge fosfaatconcentraties in het benedenstroomse deel van Mark en Dintel, die op dit moment voor een groot deel worden veroorzaakt door de grensoverschrijdende belasting uit België, zullen na afleiden aanzienlijk verminderen.
Een vermindering van de belasting voor het benedenstroomse deel van Mark en Dintel wordt geschat op 324-88 = 236 ton P/j voor 1988.

Nadelig:

- Gedurende een groot deel van het jaar zal nauwelijks stroming optreden in dit traject.
- Door interne belasting vanuit het sediment in de Mark en Dintel, dat in de afgelopen jaren is opgeladen met fosfaat, mag niet verwacht worden dat, na uitvoering van de afleidingsmaatregel, de fosfaatconcentraties limiterend zullen zijn voor algen. Mede als gevolg van het ontbreken van stroming kunnen perioden met massale algenbloei worden verwacht.

Bij scenario 3 worden de volgende effecten verwacht voor de Brabantse rivieren.

Gunstig:

- Als gevolg van doorspoeling door inlaat van Bergse Maas water met een maximaal debiet wordt het benedenstrooms gebied het gehele jaar doorstroomd (Geen stagnante perioden meer).
- Een totale reductie van de fosfaatvracht wordt geschat op $324-161 = 163$ ton P/j waardoor de fosfaatconcentraties in het benedenstroomse deel zullen dalen.
Dit is voor een deel het gevolg van verdunning met inlaatwater uit de Bergse Maas, dat een lagere P-concentratie heeft dan de bovenstroomse aanvoer van de Boven Mark. In tweede instantie wordt de concentratie benedenstrooms als gevolg van de defosfatering sterk gereduceerd in de perioden waar de totale afvoer lager is dan $35 \text{ m}^3/\text{s}$ (dit is gedurende een zeer groot deel van het jaar).

Nadelig:

- Bij dit scenario verandert de samenstelling van het water in de Mark en Dintel niet alleen t.a.v. de fosfaatconcentratie. Gemiddeld bestaat het Mark en Dintel water in dit scenario voor 40% uit inlaatwater afkomstig van de Bergse Maas. In droge perioden stroomt 100% Bergse Maaswater door de Dintel. Dit betekent een extra belasting van gebiedsvreemde stoffen voor deze Brabantse rivieren en een mogelijke oplading van het sediment.

5.7.

Resumé

De drie scenario's zijn gelijkwaardig als gekeken wordt naar de reductie van de totale jaarvracht. Een reductie van de externe fosfaat belasting van minimaal 260 ton P/j lag ten grondslag aan de keuze van de dimensioneringsdebieten. Als toegevoegde maatregel is genoemd het defosfateren van de direct en indirect lozende rwzi's waardoor een bij alle scenario's extra reductie van de fosfaatbelasting met 20 ton P/j wordt bereikt (zie tabel 8).

Door de keuze vooraf om de scenario's af te stemmen op een reductie van de jaarlijkse fosfaatbelasting met minimaal 260 ton P/j wordt de streefwaarde van de restbelasting van maximaal 180 ton P/j voor 1988 niet gehaald. De minimale restbelasting bedraagt voor 1988 $510-260-20 = 230$ ton P/j als het effect van defosfatering van rwzi's wordt meegenomen. Zoals eerder in dit hoofdstuk wordt gememoreerd is 1988 een exceptioneel jaar vanwege enerzijds de relatief hoge neerslag en anderzijds de lozing van rwzi Nieuveer welke impliciet in het verwerkte dataset is opgenomen. Het verdient mede daarom aanbeveling om de scenario's met gegevens van het jaar 1989 nogmaals door te rekenen.

Indien de verdeling van de belasting over het jaar wordt beschouwd, valt op dat scenario's 2 en 3 zich van scenario 1 onderscheiden door hogere piekbelastingen van korte duur en lange perioden met zeer lage belasting. Dit wordt geïllustreerd

door figuren 3 t/m 6 in bijlage III. Hierin worden de verdelingen van de fosfaatvrachten over het jaar weergegeven voor de afvoer van de Dintel en de inlaat bij de Volkeraksluizen in verhouding tot de totale externe fosfaatbelasting na uitvoering van de per scenario voorgestelde maatregelen.

De lange periodes met relatief lage fosfaatbelasting die bij scenario's 2 en 3 optreden vallen in de eutrofiëringsgevoelige periode van het jaar. Hierdoor moeten de resultaten van scenario's 2 en 3 als gunstiger dan de resultaten van scenario 1 worden beschouwd.

Het dient te worden opgemerkt dat voor alle drie scenario's dezelfde aannames zijn gedaan die ten grondslag liggen aan de berekeningen t.a.v. de ijzerdosering en slibproductie. Als gevolg van verschillen in samenstelling van het te behandelen oppervlaktewater bij de verschillende scenario's kan echter voor elk scenario een ander dosering noodzakelijk zijn, hetgeen voor de begroting van de verschillende scenario's grote consequenties kan hebben. Deze gegevens zijn momenteel echter niet bekend. Voor alle scenario's is de minimale noodzakelijke ijzerdosering gehanteerd, hetgeen inhoudt dat de bedragen die per scenario genoemd zijn als minima moeten worden beschouwd.

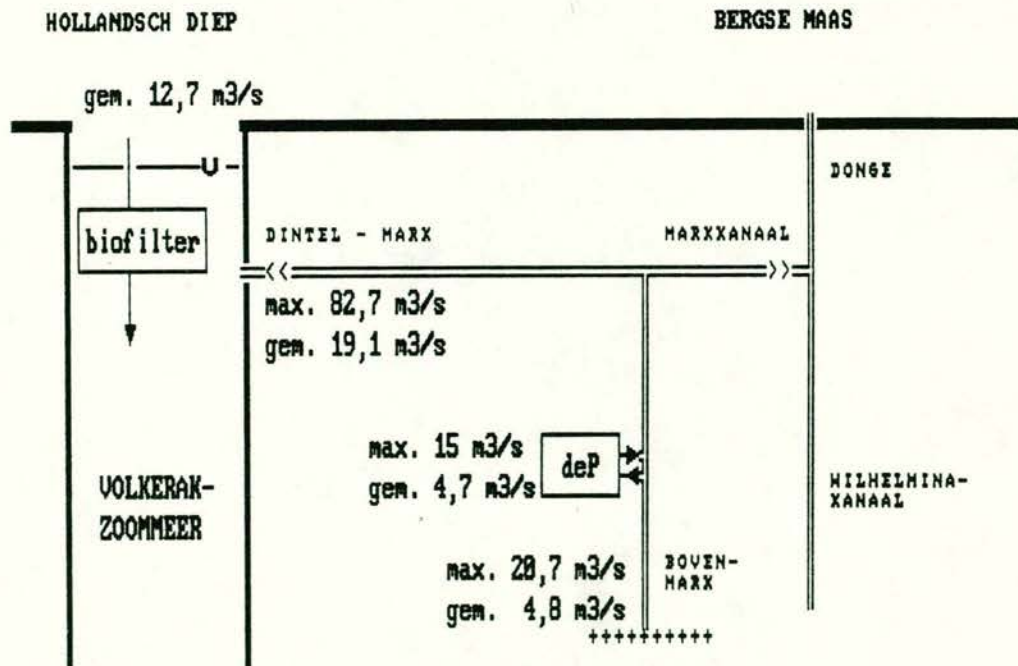
6. UITWERKING VAN EEN ALTERNATIEF SCENARIO

Bij de uitwerking van scenario's 1 t/m 3 in hoofdstuk 5 is gebleken dat de reductie op korte termijn van de externe fosfaatbelasting van het Volkerak-Zoommeer met minimaal 260 ton P/j alleen tegen zeer hoge kosten mogelijk is (minimaal fl 26.000.000/j bij scenario 1).

Aangezien deze kosten door de belanghebbende en betrokkenen partijen als onaanvaardbaar hoog worden beschouwd, wordt in dit hoofdstuk een vierde scenario uitgewerkt waarbij de nadruk is gelegd op het reduceren van de grensoverschrijdende belasting uit België. Deze reductie wordt gerealiseerd door het aanleggen van een defosfateringsinstallatie nabij de grensovergang van de Bovenmark.

Naast de maatregel van defosfateren van de Bovenmark is in dit scenario het effect van inzetten van Biofilters bij de inlaat van de Volkeraksluizen meegenomen. Voor 1988 wordt een reductie haalbaar geacht van 22 ton P/j (zie hoofdstuk 5, scenario 1).

Een schematische voorstelling van scenario 4 is gegeven in figuur 8.



Figuur 8 - Stroomschema voor scenario 4

Voor de berekening van het effect van defosfatering van de Bovenmark op de reductie van de externe fosfaatlast op het Zoommeer is gebruik gemaakt van de waarden van fosfaatconcentraties gemeten bij de grensovergang [53]. Het betreft hier een 12-tal maandelijks meetwaarden van fosfaat over 1988 die middels interpolatie zijn verwerkt tot een reeks van weekgemiddelde concentraties.

Voor het verloop van het afvoerdebiet van de Bovenmark over het jaar 1988 is geen dataset beschikbaar. Wel is bekend dat de verhouding tussen de gemiddelde dagafvoer van de Bovenmark en de gemiddelde dagafvoer van de Dintel bij Dintelsas $\pm 1:4$ bedraagt. Het verloop van de afvoer van de Bovenmark is daarom gesimuleerd door gebruik te maken van de dataset die beschikbaar is voor de afvoer van de Dintel, vermenigvuldigd met een factor 0,25.

Voor 1988 is op deze wijze berekend dat de bijdrage van de grensoverschrijdende fosfaatbelasting van de Bovenmark 165 ton P/j bedraagt, hetgeen weinig afwijkt van met de schatting van 150 ton P/j voor een gemiddeld jaar zoals in hoofdstuk 1 werd genoemd.

In tegenstelling tot scenario's 1, 2 en 3, waar de bepaling van de benodigde ijzerdosering bij defosfatering volledig wordt bepaald door het te behandelen debiet, blijkt bij defosfatering van de Bovenmark de ijzerdosering mede in belangrijke mate te worden bepaald door de fosfaatconcentraties in het te behandelen water. De fosfaatconcentratie blijkt namelijk gedurende het gehele jaar groter te zijn dan 0,7 mg P/l (zie figuur III.2). Boven deze grenswaarde is aangenomen dat ijzer(III) moet worden gedoseerd in een molverhouding ijzer/fosfor van 7,5. Dit heeft consequenties voor de besturing van de doseerinstallatie.

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat het technisch mogelijk is om de ijzerdosering te sturen aan de hand van zowel behandeld debiet als een aan de fosfaatconcentratie gecorreleerde grootheid (bv. troebelheid) van het te behandelen water.

De kosten die deze extra regeling met zich meebrengt zijn echter niet verwerkt in de eindbegroting van dit scenario maar worden geschat op niet meer dan enkele procenten van de in bijlage II berekende totale jaarlijkse kosten.

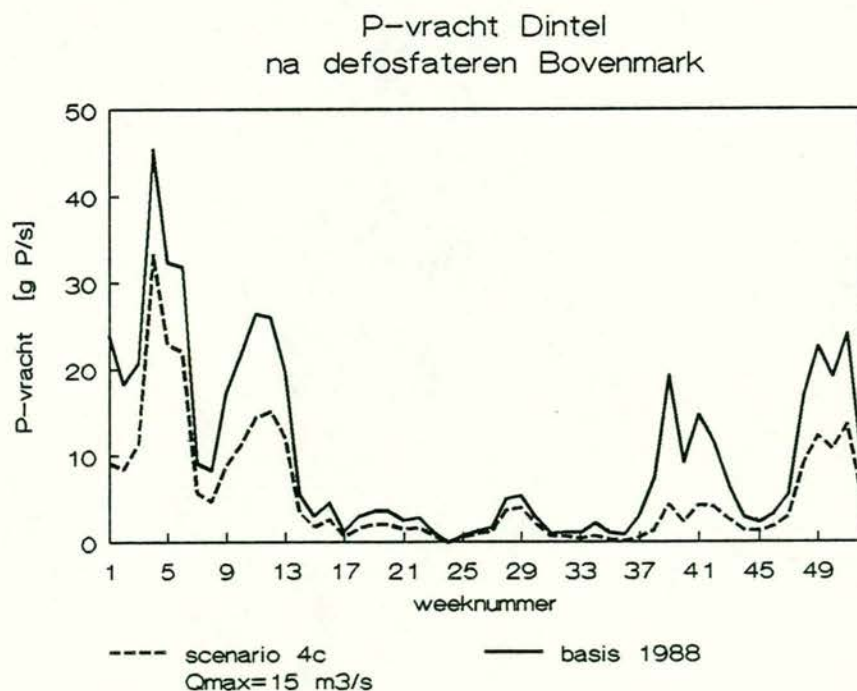
Voor de zwevende stof concentratie in het water van de Bovenmark is een waarde aangehouden van 15 mg SS/l. Deze waarde wordt gebruikt bij het bepalen van de uiteindelijke slibproductie.

Uit de analyse van de effectiviteit van scenario 4 als functie van het dimensioneringsdebiet van de defosfateringsinstallatie (zie bijlage I) blijkt dat de maximaal haalbare reductie van de externe fosfaatbelasting die met dit scenario kan worden gehaald een waarde van 173 ton P/j bedraagt (op basis van de

berekeningen voor 1988), exclusief het effect van defosfatering rwzi's.

In figuur 9 is het verloop over het jaar 1988 weergegeven van de externe fosfaatvracht van de Dintel op het Volkerak-Zoommeer na defosfatering van de Bovenmark. In deze figuur is het effect van scenario 4c (maximaal haalbare reductie bij een dimensioneringsdebiet van $15 \text{ m}^3/\text{s}$) vergeleken met de basisbelasting van de Dintel op het Volkerak-Zoommeer in 1988. Het blijkt dat de piekbelasting in de eerste drie maanden van het jaar zeer geprononceerd aanwezig blijft. De bijdrage van de inlaat van de Volkeraksluizen aan de fosfaatbelasting van het Volkerak-Zoommeer is in dit scenario gelijk aan die in scenario 1. De fosfaatvracht van de Dintel blijft in dit scenario dus een overheersende rol spelen in de totale externe fosfaatbelasting van het Volkerak-Zoommeer.

Nogmaals moet worden opgemerkt dat de invloed die de lozing van de rwzi Nieuwveer (tot 26 mei 1988) heeft op de uitkomsten van de berekeningen voor dit scenario zeer moeilijk zijn in te schatten (zie ook hoofdstuk 5.2.3.). Het verdient daarom aanbeveling om dezelfde berekeningsexercitie uit te voeren met de gegevens van 1989.



Figuur 9 - Fosfaatvracht van de Dintel op het Volkerak-Zoommeer na defosfateren van de Bovenmark, vergeleken met de Basissituatie voor 1988

In tabel 12 zijn de resultaten voor 3 varianten van scenario 4 weergegeven. Deze varianten worden onderscheiden door verschillende dimensioneringsdebieten voor de defosfateringsinstallatie.

Tabel 12 - SCENARIO 4
DEFOSFATEREN BOVENMARK + BIOFILTERS

SCEN nr.	max.debiet (m ³ /s)	P-dintel* (t/jr.P)	P-inlaat (t/jr.P)	P-rest (t/jr.P)	P-tot (t/jr.P)
0	-	324	101	85	510
4a	5	226	79	85	392
4b	10	185	79	85	351
4c	15	176	79	85	342

* in deze post is geen rekening gehouden met retentie.

In tabel 13 worden enkele kenmerkende variabelen voor de drie varianten van scenario 4 samengevat. De chloridebelasting is berekend uit de ijzerdosis. Voor een specificatie van de berekening van de investerings- en totale jaarlijkse kosten wordt verwezen naar bijlage II.

Tabel 13 - Enkele kenmerkende variabelen bij 3 varianten van scenario 4

sc	max. debiet (m ³ /s)	beh. Volume (mln m ³)	Fe ⁺⁺⁺ Jaartot (kmol/j)	slibprod (t ds/j)	invest. kosten (mln fl)	tot.jaarl. kosten (mln fl/j)	chloride-belasting (t Cl ⁻ /j)
4a	5	98	26535	4466	6,8	6,8	2800
4b	10	136	37280	6248	11,1	9,2	4000
4c	15	147	39655	6667	14,8	10,0	4200

Uit de resultaten van de berekeningen met deze drie varianten op scenario 4 mag worden geconcludeerd dat scenario 4b met een dimensioneringsdebiet van 10 m³/s als beste moet worden aangemerkt.

Een toename van het dimensioneringsdebiet boven 10 m³/s gaat gepaard met een zeer grote stijging van de jaarlijkse kosten ten opzichte van een relatief lage extra reductie van de externe fosfaatbelasting.

Scenario 4b in combinatie met defosfatering van de Zoommeer-rwzi's (zie tabel 8) levert dan het volgende resultaat (tabel 14). Hieruit blijkt dat de kosten/effectiviteitsratio van de afzonderlijke maatregelen van gelijke orde van grootte is.

Tabel 14 - Gevolgen van scenario 4b, aangevuld met defosfatering voor de belasting van het Volkerak-Zoommeer (situatie geënt op 1988)

maatregel/ bron	reductie (t/j P)	restlast (t/j P)	jaarlijkse kosten (mln fl/j)	kosten/ effect (fl/kg P)
defosfatering Bovenmark	139	185	8,0	60
biofilters bij inlaat Volkeraksluizen	22	79	1,2	50
defosfatering rwzi's	21	6,5	1	50
overige bronnen	-	85	-	

*) ruwe schatting, o.a. uit gegevens HWB

7. EVALUATIE

7.1. Fosfaatbelasting

In dit rapport is uitgegaan van een noodzakelijke reductie van de fosfaatbelasting van het Volkerak-Zoommeer tot 180 ton fosfaat per jaar. In hoeverre dit streefbeeld overeenkomt met de verwachting dat een dergelijke vracht limiterend is voor algen is niet bekend. Het lijkt aannemelijk dat een dergelijke reductie moet worden aangevuld met inrichtingsmaatregelen om de ontwikkeling van het ecosysteem in de gewenste richting te sturen.

De verwachte effecten van het RAP/NAP moeten met voorzichtigheid worden betracht, daar er nog veel onduidelijkheden bestaan omtrent termijn en omvang van uitvoering van maatregelen. Het RAP/NAP zal mogelijk pas in 1995 effect sorteren (reduktie van 120 ton fosfaat per jaar).

Daarom is in deze studie alleen rekening gehouden met eventuele defosfatering van het effluent van de direct op het Volkerak-Zoommeer lozende rwzi's, die in principe wel voor 1992 kan worden gerealiseerd.

De interne belasting van het Volkerak-Zoommeer door nalevering van fosfor vanuit de waterbodem is bij het opstellen van de scenario's eveneens buiten beschouwing gelaten. Een schatting van de omvang van de nalevering is gemaakt op basis van de aanname dat metingen van de nalevering onder zomercondities het hele jaar door gelden. Het is echter twijfelachtig dat deze aanname valide is. Zeker is wel dat de waterbodem wordt opgeladen blijkens het verschil tussen de fosfaatconcentratie van het inlaatwater en het water dat wordt uitgelaten.

Verwacht wordt dat het effect van actief biologisch beheer dat in ander verband worden voorbereid en de afname van het fosfaatgehalte van de grote rivieren ten gunste van RAP en NAP uiteindelijk zullen opwegen tegen de nalevering van fosfaat uit de waterbodem.

7.2. Geldigheid uitgangspunten

Berekeningen in het rapport zijn slechts gebaseerd op meetgegevens uit 1988, een nat jaar. In hoeverre deze gegevens een vertekend beeld geven van de gemiddelde situatie is vooralsnog niet bekend.

Naast afwijkende weersomstandigheden is in 1988 de rwzi-Nieuwveer in het voorjaar afgeleid naar het Hollands Diep. Getracht is de meetgegevens voorafgaande aan de afleiding te corrigeren, om zodoende een vergelijkbaar jaarbeeld te verkrijgen. Een dergelijke correctie bleek niet uitvoerbaar vanwege een te groot aantal noodzakelijke aannamen.

7.3. Keuze en onderbouwing van maatregelen

Door het (gedeeltelijk) ontbreken van resultaten van experimenten of praktijken, waarbij ijzerzouten worden gedoseerd in het water en/of waterbodem zijn dergelijke maatregelen niet in

de scenario's opgenomen.

Bezinkbassins in het Zoommeer zijn niet beschouwd vanwege de onvoorspelbaarheid van de gevolgen. De ingreep is echter relatief goedkoop en heeft nauwelijks neveneffecten. Dit rechtvaardigt nader onderzoek in deze.

De dimensionering van de installaties voor chemische defosfatering moest bij gebrek aan beter worden gebaseerd op gegevens die betrekking hebben op enigszins afwijkende technische concepties. Verder kon geen rekening worden gehouden met de actuele waterkwaliteit bij de Fe/P-verhouding en is -mede-daardoor-onduidelijk of pH-correctie nodig zal zijn. Deze factoren maken de gegeven kostenschatting voor chemicaliën en slib zeer onzeker. In het ongunstige geval zouden deze het dubbele van de genoemde waarden kunnen bedragen. De totale jaarlijkse kosten zouden dan meer dan 50% hoger kunnen uitvallen.

7.4. Neveneffecten

Als gevolg van maatregelen waarbij chemicaliën worden gedoseerd kunnen lokaal sterke veranderingen in de waterkwaliteit optreden. Dergelijke lokale veranderingen alsmede mogelijke fysische veranderingen kunnen zich als barrières opwerpen voor organismen. Isolatie van populaties kan daarvan het gevolg zijn. Naast dosering van chemicaliën kan ook het afleiden van watergangen de bestaande ecologische infrastructuur doorbreken. Ook direct kunnen toegevoegde chemicaliën van invloed zijn op organismen en daarmee op het ecosysteem. De hierover bestaande kennis is echter, afgezien van de effecten van sterke verzuring, beperkt. Voor de Bovenmark (scenario 4) tellen deze effecten mogelijk minder zwaar omdat deze momenteel sterk vervuild is. De precipitatie zal juist ook een deel van de zware metalen en organische micro's binden, waardoor de benedenstroomse panden minder worden belast.

Het gebruik van ijzer(III)chloride voor defosfatering, waarvan is uitgegaan, betekent een aanzienlijke zoutbelasting voor het Volkerak-Zoommeer. Het positieve effect van de voeding van het Volkerak-Zoommeer met chloride-arm water uit Mark- en Dintel wordt hierdoor teniet gedaan. In drogere jaren dan 1988 is het beeld waarschijnlijk wat gunstiger.

Dosering van chemicaliën met het oog op precipitatie levert een aanzienlijke hoeveelheid slib op. Aangenomen is dat dit slib voldoet aan de criteria van klasse II en daarmee kan worden gestort. Deze aanname zal moeten worden getoetst.

In scenario 2 worden waterhuishoudkundige ingrepen voorgesteld waardoor de stroming van water in de Dintel stagneert. Gezien de kwaliteit van het water is als gevolg daarvan massale algenbloei te verwachten. Tevens kunnen zich in samenhang daarmee anaerobe omstandigheden voordoen. Mogelijk zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk om dit laatste te voorkomen.

8. CONCLUSIE

Na het opstellen van de scenario's 1, 2 en 3 is getoetst in hoeverre het effect voldoet aan de vooraf gestelde criteria (zie paragraaf 1.3). Hierbij is uitsluitend de externe belasting in beschouwing genomen. Een beknopt overzicht van de opgenomen maatregelen en een bespreking van de effecten per scenario:

Scenario 1

- Chemische defosfatering van de Dintel aan de Dintelmond;
- Behandeling van inlaatwater uit het Hollands Diep met biofilters;
- Gebruik van de sluis bij Dintelsas als terugstroombeveiliging;
- Omleiding sluis bij Dintelsas via een binnendijks kanaal voor wateraanvoer vanuit de Dintel.

Scenario is uitvoerbaar op korte termijn mits de semi-technische proef met biofilters slaagt, biedt voldoende perspectief op het voorkomen van effecten van eutrofiëring, biedt vooruitzicht op vergaande verbetering van de waterkwaliteit en is niet van invloed op de benedenloop van de Mark en Dintel (zie tabel 15).

Scenario 2

- Afleiding Mark naar de Bergse Maas via het Mark- en Wilhelminkanaal;
- Vergroting hoeveelheid inlaatwater vanuit Hollands Diep en defosfatering inlaatwater;
- Aanvoer via aparte inlaatkoker in de Volkerakdam.

Scenario is uitvoerbaar op korte termijn, biedt voldoende perspectief op het voorkomen van effecten van eutrofiëring, biedt vooruitzicht op vergaande verbetering van de waterkwaliteit en heeft een negatieve invloed op de waterkwaliteit van de benedenloop van de Mark en Dintel (zie tabel 15).

Scenario 3

- Stopzetting waterinlaat uit het Hollands Diep;
- Doorspoeling Mark en Dintel vanuit Bergse Maas;
- Chemische defosfatering van de afvoer van Mark en Dintel bij Terheijden;
- Terugstroombeveiliging/scheepvaartpassagemetbellenscherm.

Scenario is uitvoerbaar op korte termijn, biedt voldoende perspectief op het voorkomen van effecten van eutrofiëring, biedt wat betreft fosfaat vooruitzicht op vergaande verbetering van de waterkwaliteit en heeft een positieve invloed op het fosfaatgehalte van de Brabantse rivieren (zie tabel 15).

Ondanks het feit dat scenario 3 aan alle criteria voldoet, lijken noch dit scenario noch de andere twee uitvoerbaar. Redenen daarvan zijn de kosten. Met name de hoogte van de jaarlijkse kosten blijken de beschikbare middelen veruit te overstijgen.

Op basis van dit gegeven is een vierde scenario opgesteld, waarbij de kosten als belangrijk criterium zijn toegevoegd.

Dit scenario is opgebouwd uit de volgende maatregelen:

- Chemische defosfatering van de Bovenmark ter hoogte van de Belgische grens, waarbij drie varianten zijn opgevoerd met een behandelingscapaciteit van 5 (a), 10 (b) en 15 m³/s (c);
- Behandeling van het inlaatwater uit het Hollands Diep met biofilters.

Indien getoetst aan het criterium "kosten" en de eerder gestelde criteria geldt voor dit scenario het volgende:

Scenario 4 is uitvoerbaar op korte termijn - mits de semi-technische proef met biofilters slaagt - biedt echter onvoldoende perspectief op het voorkomen van effecten van eutrofiëring, biedt geen vooruitzicht op vergaande verbetering van de waterkwaliteit maar voorkomt dat de huidige situatie verder verslechtert, heeft een positieve invloed op de waterkwaliteit van de Brabantse rivieren en is qua kosten uitvoerbaar. De belangrijkste effecten en kosten per scenario zijn aangegeven in tabel 15.

Tabel 15 - Belangrijkste effecten en kosten per scenario op basis van de situatie in 1988

SCENARIO	A*	B*	C	D	E
1	268	242	geen	51	26
2	267	243	negatief	35	27
3	264	246	positief	32	36
4(b)	161	349	positief	11,1	9,2

Verklaring:

- A = maximale reductie externe belasting Volkerak-Zoommeer in tonnen fosfor/jaar;
- B = externe restlast Volkerak-Zoommeer in tonnen fosfor/jaar, zonder rekening te houden met defosfatering van de Zoommeer-rwzi's;
- C = globaal effect op Brabantse rivieren, voor zover verschillende effecten met elkaar te vergelijken zijn;
- D = investeringskosten in miljoenen gulden;
- E = jaarlijkse kosten in miljoenen gulden;
- * = afhankelijk van nog te nemen beslissingen in het kader van het RAP/NAP kan de externe belasting op korte termijn nog met ca. 20 ton fosfor/jaar worden gereduceerd; kosten hiervan zijn niet verdisconteerd in de hier genoemde bedragen.

Op basis van de gestelde criteria in de doelstelling en het toegevoegde criterium (kosten) kan worden geconcludeerd dat geen van de scenario's geheel toereikend is.

Met scenario 4b wordt tenminste 60% van de beoogde reductie van de externe belasting bereikt, voor ca. 35% van de kosten van scenario 1 (gegevens 1988). Indien tevens op de Zoommeer-rwzi's wordt gedefosfateerd bedragen deze percentages respectievelijk 70% en ca. 40%.

Scenario 4b lijkt daarom een goede optie voor de korte termijn, de snelheid waarmee de kwaliteit van water en bodem van het Volkerak-Zoommeer achteruitgaan, belangrijk wordt gereduceerd.

Op basis van de inhoud van de evaluatie kan verder worden geconcludeerd dat nader onderzoek nodig is aangaande:

- de fosfaatvracht die voor algen limiterend is en/of een basis vormt voor de gewenste ontwikkeling van het ecosysteem;
- nalevering van fosfaat uit de waterbodem;
- representativiteit van meetgegevens uit het jaar 1988;
- effecten RAP/NAP;
- bruikbaarheid en effecten van dosering van ijzerzouten in water en waterbodem;
- gedetailleerde kostenberekening van scenario 4 (variant b) op basis van een verder uitgewerkt technisch ontwerp.
- de slibhuishouding van de Mark en Dintel, te weten retentie, piekafvoeren, effect van baggeren, effect van bezinkbassin.

9. AANBEVELINGEN

9.1. Algemeen

Herberekening van effecten van scenario's op basis van meetgegevens uit 1989.

Structureel oplossen van de huidige problematiek door op termijn ook andere dan in de scenario's verwerkte maatregelen te overwegen en zo mogelijk uit te voeren.

Herbezien in hoeverre de voorwaarde dat het Volkerak-Zoommeer zich dient te ontwikkelen als een zoetwaterlichaam nog geldig is.

9.2. Inrichting en beheer

Implementeren van maatregelen en effecten daarvan in het beheersplan voor het Zoommeer.

Voorafgaande aan uitvoering van maatregelen bestudering van effecten op de water(bodem)kwaliteit en op het aquatisch ecosysteem.

Bepaling van de huidige potenties van het zich ontwikkelende ecosysteem en bepaling in hoeverre de voorgestelde maatregelen daar invloed op hebben.

Uitvoeren van veldexperimenten ter bepaling van de interne nalevering vanuit de waterbodem.

9.3. Verdere onderbouwing scenario 4 (variant b)

Bepaling van de mogelijkheid om ijzer(II)chloride in plaats van ijzer(III)chloride te gebruiken. De hogere kosten van het in de studie voorgestelde ijzer(III)chloride staat mogelijk niet in verhouding tot het effect. Bij de in de studie gemaakte keuze is het streven naar een maximale reductie bepalend geweest.

Bepaling van de meest optimale mol-verhouding tussen ijzer en chloride, zowel qua effectiviteit als qua kosten.

Bepaling van de mate van representativiteit van 1988, het jaar waarop de in deze studie verrichte berekeningen zijn gebaseerd. De representativiteit is ondermeer van belang voor een goede afstemming van maatregelen.

Onderzoek van de effectiviteit en de kosten van een bezinkbassin bij de Dintelmond (in de voormalige vluchthaven?).

9.4. Neveneffecten

Bepaling in hoeverre maatregelen van invloed zijn op de ecologische infrastructuur en aangeven van oplossingen, bijvoorbeeld in de vorm van alternatieve verbindingen.

Bepaling van het effect van toegevoegde chemicaliën op organismen en daarmee op het aquatisch ecosysteem.

Bepaling in welke mate waterhuishoudkundige ingrepen als het stagneren van de waterstroming storend zijn.

Bepaling van de invloed van slib op toegekende functies van oppervlaktewateren.

Onderzoek naar de gevolgen van de toenemende chloridebelasting van de Mark en Dintel op dit watersysteem en op het Volkerak-Zoommeer.

REFERENTIES

- [01] Beest J.G.te, 1988.
Onderzoek naar de veranderingen in het grondwaterregime rondom het toekomstige Volkerak-Zoommeer.
Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding.
- [02] Broek M.van den, 1989.
Mosselfilter moet vervuiling Volkerak-Zoommeer voorkomen.
Volkskrant 01.07.89.
- [03] Bruijkere F.de, 1989.
Projectomschrijving "Bestrijding eutrofiëring Volkerak/Zoommeer".
Rijkswaterstaat, directie Zeeland.
- [04] DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, 1989.
Strategie-studie defosfateringsmaatregelen in opdracht van Hoogheemraadschap West-Brabant.
- [05] DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, 1989.
Actief ecologisch herstel.
Studierapporten integraal waterbeheer nr. 01. (intern).
- [06] DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, 1989.
Inlaat gebiedsvreemd water.
Studierapporten integraal waterbeheer nr. 02. (intern).
- [07] DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, 1989.
Moerassystemen voor waterzuivering.
Studierapporten integraal waterbeheer nr. 03. (intern).
- [08] DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, 1989.
Multifunctioneel oeverbeheer.
Studierapporten integraal waterbeheer nr. 04. (intern).
- [09] DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, 1989.
Waterbodems.
Studierapporten integraal waterbeheer nr. 05. (intern).
- [10] Duinwaterleiding van 's-Gravenhage, 1985.
De dosering van ijzersulfaat in het water van de afgedamde Maas te Wijk en Aalburg.
Tweede concept. Samenvatting van het onderzoek.
- [11] Duinwaterleiding van 's-Gravenhage, 1987.
IJzersulfaatdosering in de afgedamde Maas.
Notitie nr. AXU/AXP 87.05.
- [12] Eck G.TH.M. van, J.P.G. van de Kamer & J.P.F. Pieters, 1986.
De waterkwaliteit van het toekomstige Volkerakmeer/Zoommeer en Markiezaatsmeer.
H2O (19) 1986, nr.6.

-
- [13] Hoog J.E.W.de, 1988.
Algen- en zooplankton-ontwikkeling in het Volkerakmeer/Zoommeer in 1988.
Dienst Binnenwateren/RIZA. WS-notitie 88-080.
- [14] Hoogheemraadschap West-Brabant, 1988.
Een globale fosfaatbalans van het stroomgebied van de Mark en Dintel en de Roosendaalse en Steenbergse Vliet over de jaren 1986 en 1987.
Notitie nr. 34232a.
- [15] Iedema C.W., 1989.
Actieplan Volkerak/Zoommeer.
Rijkswaterstaat, directie Zeeland. Nota nr. AXW 089.013.
- [16] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, 1989.
Beleidsvisie eutrofiëringsbestrijding.
Een achtergronddocument van de derde nota waterhuishouding.
- [17] Molen D.T.van der & J.E.W.de Hoog, 1988.
Drijfslagen van blauwalgen in het Volkerakmeer/Zoommeer en de ervaringen met de bestrijding daarvan in het Brielse Meer.
Dienst Binnenwateren/RIZA. Werkdocument 88.070X.
- [18] POVEZ-projectgroep, 1988.
Oeverbeschermingen in Volkerakmeer, Eendracht, Volkerak-Zoommeer en Bathse Spuikanaal.
- [19] Raad van de waterstaat, 1987.
Advies inzake het waterbeheer in het Volkerak-Zoommeer na 1987.
Commissie van de waterhuishouding, 's-Gravenhage.
- [20] Revis N.J.P. & A.G.A. Merks, 1988.
Heavy metal speciation in the changing environment of the Volkerak-Zoommeer (1987-1988).
Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Rapporten en Verslagen nr. 1988-10.
- [21] Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Consulentenschap Natuur, Milieu en Faunabeheer in Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland, 1988.
Krammer-Volkerak, natuur en beheer.
- [22] Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA, 1987.
Onderzoeksplan Volkerak/Zoommeer voor de periode 1987-1996, 1987.
Werkgroep onderzoeksplan Volkerakmeer/Zoommeer.
- [23] Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA, 1988.
Programma studiedag integraal waterbeheer Volkerakmeer/Zoommeer.
- [24] Rijkswaterstaat, 1985.
Onderzoek naar effecten van beheersmaatregelen op de chlorideconcentraties in Volkerak/Zoommeer en Oosterschelde.
Nota nr. 24.001.30.

-
- [25] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1987.
Beleidsplan voor het Krammer-Volkerak.
Projectgroep Krammer-Volkerak.
- [26] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1987.
Beleidsplan Krammer-Volkerak.
Inspraakbrochure.
- [27] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1988.
Beheersplan water Volkerak-Zoommeer.
Nota nr. AX 88.029.
- [28] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1988.
Projectplan evaluatie en optimalisatie van het waterbeheer van het
Volkerak/Zoommeer.
- [29] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1988.
Volkerak-Zoommeer -P?! Beleidsanalyse effluent Nieuwveer.
Concept-nota.
- [30] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1988.
Evaluatie ontziltling Volkerak-Zoommeer. Periode: april 1987 -
februari 1988.
Nota nr. AX 88.120.
- [31] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1988.
Procesbeschrijvingen en mogelijke beheersmaatregelen Volkerak-
Zoommeer Deel I en Evaluatie waterbeheer Volkerak-Zoommeer Deel II.
Nota nr. AX 88.061.
- [32] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1989.
De fosfaatbalans van het Zoommeer in 1988.
Nota nr. AXW 89.035.
- [33] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1989.
Evaluatie Waterbeheer Volkerak-Zoommeer 1988.
Nota nr. AXW 89.025.
- [34] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1989.
Nitratbalans Volkerak-Zoommeer-1988.
- [35] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1989.
Werkgroep Waterkwantiteit Volkerak-Zoommeer. Rapportage Waterhuishou-
ding 1988.
Nota nr. Axw 89.024.
- [36] Slobbe L., 1987.
Een onderzoek naar de mogelijkheid van defosfatering van beekwater,
uitgevoerd voor de Hierdense Beek.
Landbouwuniversiteit Wageningen.

-
- [37] Technische Hogeschool Twente, 1981.
Het toekomstig beheer van het Volkerak-Zoommeer.
Afdeling der chemische technologie. Onderzoeksgroep Technisch Milieubeheer.
- [38] Turkstra E., 1988.
Vergelijking waterkwaliteit Dintel en Hollandsch Diep/Haringvliet in verband met de belasting van het Volkerakmeer.
Dienst Binnenwateren/RIZA Nota 88.038.
- [39] Waaij R.de, 1989.
Defosfateren inlaatwater Volkerak/Zoommeer.
Dienst Binnenwateren/RIZA, 1989.
- [40] Wauters L., 1989.
Een vergelijking tussen de waterhuishouding in Nederland en in het Vlaamse gewest.
Water nr.46, mei/juni 1989.
- [41] Werkgroep Landschapsecologisch Onderzoek, 1988.
Integraal waterbeheer: Zeeland.
Interne publikatie.
- [42] Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1988.
Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening.
- [43] Ministerie van Landbouw en Visserij, 1989.
Nationaal Natuurbeleidsplan.
- [44] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989.
Derde Nota Waterhuishouding (tweede concept).
- [45] Dienst Binnenwateren/RIZA, 1988.
Indicatieve waterbalansen Volkerak-Zoommeer.
DBW/RIZA nota 88.041.
- [46] Dienst Binnenwateren/RIZA, 1989.
Notitie van J. van Steenwijk.
- [47] Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 1989.
Waterbalansen 1988 Volkerak-Zoommeer.
Notitie AX.89.
- [48] Boers P.C.M. & W.A.D.D. Wijesooriya, 1989.
Fosfaatfixatie met ijzer: een methode om de interne fosfaatbelasting te verminderen?
H2O (22) 1989, nr.16.
- [49] Rijkswaterstaat directie Zeeland, 1989.
Waterbalansen 1988 - Volkerak/Zoommeer.
Notitie door J. Vroon.

-
- [50] Dienst Binnenwateren/RIZA, 1989.
Overzicht eutrofiëringsonderzoek Volkerakmeer/Zoommeer 1988.
Werkdocument 89.045X door J.M. van Steenwijk.
- [51] Boers P.C.M., 1989.
Mondelinge en schriftelijke mededelingen.
Dienst Binnenwateren/RIZA, Lelystad.
- [52] Dienst Binnenwateren/RIZA, 1989.
The feasibility of Lake Restoration through
Biomnipulation - a literature study.
Aguasense Report nr. 89012; DBW/RIZA Report nr. 89.033.
- [53] Oers R. van, 1989
Mondelinge en schriftelijke mededelingen.
Hoogheemraadschap West-Brabant.
- [54] Bruijckere F.L.G. de & E. Daemen, 1989.
Mondelinge en schriftelijke mededelingen.
Rijkswaterstaat, directie Zeeland.
- [55] Kelchtermans T., 1989.
Mina-plan 2000; Analyse en Voorstellen voor een Vernieuw Vlaams
Milieu- en Natuurbeleid.
Ministerie van Leefmilieu, Natuurbehoud en Landinrichting, Brussel.
- [56] DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, 1989.
Waarnemingen en analyses tijdens of naar aanleiding van bezoek aan
het Volkerak-Zoommeer op 31 augustus 1989.
- [57] Dienst Binnenwateren/RIZA, 1989.
Werkdocument Volkerakmeer 1988; Fosfaatbalans.
Rapport nr. 89.086X door M. van Veen.
- [58] Roelofs, J.G.M., 1988.
Bijdragen aan Symposia "Verdroging" en Gebiedsvreemd Water".
Katholieke Universiteit Nijmegen.
- [59] Rijkswaterstaat, directies Zeeland en Zuid-Holland en Dienst
Binnenwateren, 1989.
Biologisch filter. Haalbaar of niet?
Haalbaarheidsstudie biologisch filter Volkeraksluizen.
- [60] H. Smit en E.H. van Nes, 1989
Oevers in beweging
H2O (22) 1989, nr. 21

BIJLAGE I

Keuze van dimensioneringsdebieten

Als uitgangspunt voor deze studie zijn de debieten en concentraties van inlaatwater bij de Volkeraksluizen en afvoer van de Dintel bij Dintelsas voor het jaar 1988 genomen. Hierbij werd gebruik gemaakt van de naar weekgemiddelden omgewerkte waarden zoals opgenomen in [57].

Aannames:

Q(Mark)/Q(Dintelsas)	= 1	; scenario 2,3
Q(Bovenmark)/Q(Dintelsas)	= 0,25	; scenario 4
Maximaal afleidingsdebiet	= Q_{max} (m ³ /s)	; scenario 2
Maximaal inlaat debiet	= Q_{max} (m ³ /s)	; scenario 2,3
Maximaal defos debiet	= Q_{max} (m ³ /s)	; scenario 1,2,3,4
Q_{max} = dimensioneringsdebiet (m ³ /s)		

fosfaatconcentratie na defosfateren	= 0,10 (g/m ³)
zwevende stof concentratie Dintel	= 15 (g/m ³)
zwevende stof concentratie Hollands Diep	= 10 (g/m ³)

Bewerkingen aan deze dataset zijn gedaan m.b.v. een 'spreadsheet' waarin per week het effect van het beschouwde scenario op de debieten, fosfaatconcentraties en fosfaatvrachten van respectievelijk inlaat Volkeraksluizen en afvoer Dintel worden berekend.

Tevens wordt per week de ijzerdosering en de hiermee samenhangende slibproductie bepaald. De slibproductie is samengesteld uit drie termen : ijzerfosfaat (FePO₄), ijzerhydroxide (Fe(OH)₃) en zwevende stof (SS)

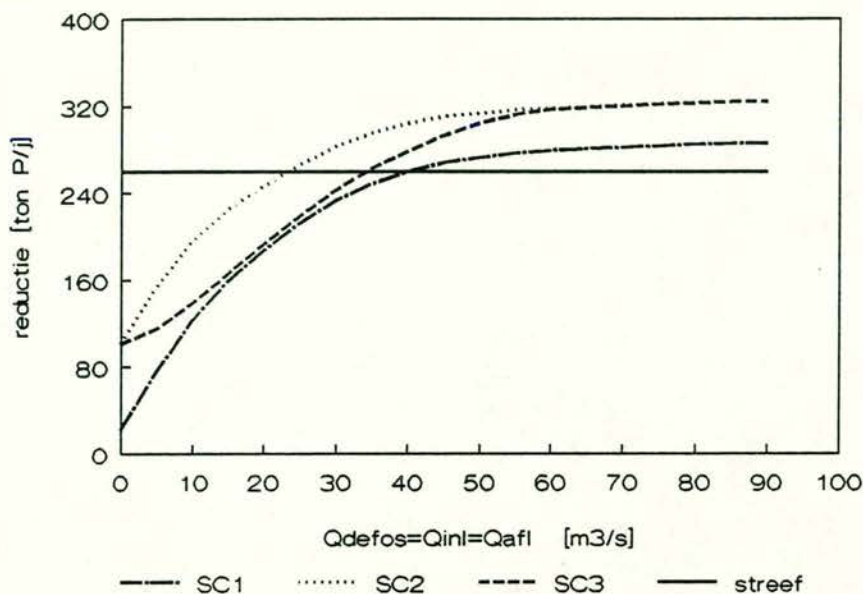
De eerste twee termen zijn afhankelijk van de actuele fosfaatconcentratie en de ijzerdosering. De derde term is afhankelijk van de actuele zwevende stof concentratie (SS) in het te defosfateren water.

De totale fosfaatvracht op het Zoommeer wordt gereduceerd met een waarde die afhankelijk is van de waarde die gekozen wordt voor het dimensioneringsdebiet Q_{max} , behorend bij de betreffende maatregelen binnen een scenario.

M.a.w. de effectiviteit van een scenario is een functie van Q_{max} .

In figuur I.1 is de effectiviteit (reductie van externe fosfaatbelasting op jaarbasis) van de scenario's 1, 2 en 3 uitgezet tegen Q_{max} .

In hoofdstuk 5 is als doelstelling van de scenario's de eis gesteld dat het gezamenlijk effect van maatregelen binnen een scenario dient te leiden tot een reductie van de externe fosfaatbelasting van minimaal 260 ton P/j.



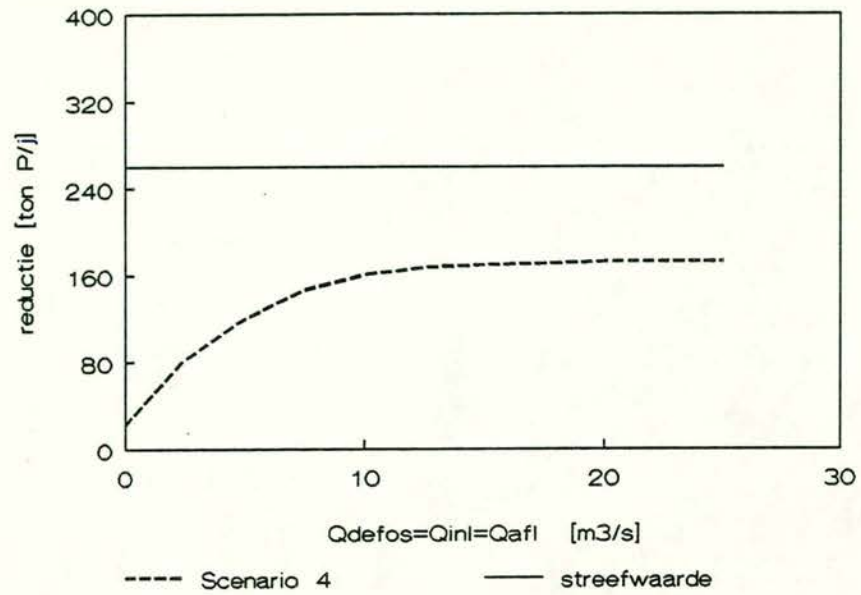
Figuur I.1 Effectiviteit van scenario's 1, 2 en 3, als functie van het dimensionerings-debiet Q_{max}.

Op basis van gelijke effectiviteit voor deze scenario's, (een reductie van minimaal 260 (ton P/j) is gekozen voor de volgende dimensioneringsdebieten.

Scenario 1:	Q _{max} = 45 m ³ /s
Scenario 2:	Q _{max} = 25 m ³ /s
Scenario 3:	Q _{max} = 35 m ³ /s

Op analoge wijze als bij scenario's 1, 2 en 3 is voor scenario 4 de effectiviteit bepaald als functie van het dimensionerings-debiet voor de defosfateringsinstallatie. Dit is weergegeven in figuur I.2.

Met dit scenario is zonder aanvullende maatregelen een reductie van de externe fosfaatbelasting met 260 ton P/j niet haalbaar. Daarnaast is scenario 4 uitgewerkt voor drie varianten met achtereenvolgens een dimensionerings-debiet van 5, 10 en 15 m³/s (zie hoofdstuk 6).



Figuur I.2 - Effectiviteit van scenario 4, als functie van het dimensionerings-debiet Qdefos.

BIJLAGE II

Kosten van maatregelen1. Uitgangspunten

De kosten van de bij de verschillende scenario's behorende technische maatregelen worden hieronder gespecificeerd. Doel van deze exercitie is in de eerste plaats inzicht in het globale kostenniveau van de scenario's. De gegeven ramingen zijn dan ook slechts indicatief.

De scenario's zijn als volgt opgebouwd :

Scenario 1.

- * chemische defosfatering van de Dintel aan de Dintelmond in een buitendijks gelegen installatie (max. 45 m³/s)
- * biologische defosfatering van het inlaatwater uit het Hollandsch Diep met biofilters (technisch onzeker)
- * gebruik van de sluis bij Dintelsas als terugstroombeveiliging
- * wateraanvoer via een binnendijks kanaal langs de sluis bij Dintelsas en een kruising van de Drievriendendijk

Scenario 2.

- * afleiding van de Mark via het Markkanaal naar het Wilhelminakanaal en uiteindelijk de Bergse Maas via een opvoergemaal bij Oosterhout
- * vergroting van de inlaathoeveelheid en chemische defosfatering van het inlaatwater uit het Hollandsch Diep in een buitendijks gelegen installatie (max. 25 m³/s)
- * aanvoer via een aparte inlaatkoker in de Volkerakdam

Scenario 3.

- * stopzetting van de waterinlaat uit het Hollandsch Diep
- * doorspoeling van de Mark en Dintel vanuit het Wilhelminakanaal (Bergse Maas); vergroting van de bestaande duiker
- * chemische defosfatering van de gecombineerde afvoer van de Mark en Dintel bij Terheijden (max. 35 m³/s)
- * terugstroombeveiliging/scheepvaartpassage met een bellenscherm (technisch onzeker)

Scenario 4.

- * chemische defosfatering van de Bovenmark ter hoogte van de Belgische grens (drie varianten met een behandelingscapaciteit van 5, 10, resp. 15 m³/s)
- * biologische defosfatering van het inlaatwater uit het Hollandsch Diep met biofilters (technisch onzeker)

De volgende algemene uitgangspunten zijn gehanteerd :

- rentevoet 7%
- afschrijvingstermijn bouwkundige werken 30 jaar
- onderhoud etc. bouwkundige werken 0,5% van de investeringskosten per jaar
- afschrijvingstermijn mechanisch-electrische werken 15 jaar
- onderhoud etc. mechanisch-electrische werken 2% van de investeringskosten per jaar
- geen pH-correctie noodzakelijk na defosfateren
- geen kosten voor de verwerving van buitendijs terrein
- het opgebaggerde slib is geen chemisch afval (klasse II of beter)
- alle opgaven zijn exclusief bedieningskosten

De gegevens betreffende biofilters zijn afkomstig van Rijkswaterstaat, Directie Zeeland. Ze zijn ontleend aan de Haalbaarheidsstudie biofilters, die bij het schrijven van dit rapport nog niet is verschenen.

In concreto gaat het om :

- aanlegkosten fl. 5.000.000,-
- slibproductie 2650 ton droge stof per jaar

Verder is ten behoeve van dit overzicht aangenomen dat bij biofilters :

- de jaarlijkse kosten 13% van de investering bedragen (levensduur 15 jaar; 7% rente; 2% onderhoud)
- het slib indikt tot 15% droge stof
- het ingedikte slib voor fl 150,- per ton droge stof kan worden afgevoerd/gestort.

De overige technische en financiële uitgangspunten zijn in de kostentabellen vermeld.

Kosten van de scenario's 1, 2 en 3

Nov 29, 1989

1:34 PM

SCENARIO

prijs/etc.	SCENARIO						
	1. deP Dintel jaarkosten	2. afl. Dintel jaarkosten	3. inlaat Bergse Maas jaarkosten				
ALGEMEEN ZOOMMEER							
jaargem. debiet (m3/s)	38.62	33.93	38.59				
jaartotaal (10 ⁶ m3/a)	1218	1070	1217				
reductie van de fosfaatbelasting (t/a P)	268	267	264				
<hr/>							
discontering bwk	8.6%						
discontering mech/el.	13.0%						
alle kosten in kf1.							
<hr/>							
ONDERDELEN							
defosfateringsinstallatie							
flash mixer/inlaatwerk							
capaciteit (m3/s)	45	25	35				
jaardebiet (10 ⁶ m3)	563	700	848				
gem. debiet (m3/s)	17.85	22.20	26.89				
opvoerhoogte (m)	.25	.25	2				
mech. el.							
bouwkundig mixer/inlaatwerk	5000	649	3000	389	8000	1038	
	3500	300	2500	214	4000	342	
mengenergie (kWh)							
mengkosten (kf1/a)	5 Wh/m4 .20 fl/kWh	704	141	875	175	8480	1696
bezinkruimte							
oppervlak (ha)	.50 m3/m2.h	32.40	18	25.20			
diepte (m)		4	4	2			
natte aanleg	120 fl/m2	38880	3328	21600	1849		
grondaankoop	10 fl/m2					2520	327
ontgraving	10 fl/m3					1260	108
folie (kf1/a)	50 fl/m2					12600	1635
totaal defosfateringsinstallatie	47380	4417	27100	2627	28380	5147	

	prijs/etc.	1. deP Dintel jaarkosten	2. afl. Dintel jaarkosten	3. inlaat Bergse Maas jaarkosten		
ijzerdosering						
doseerinstallatie						
jaardosis (kmol/a)		96529	118527	144285		
gem. dosering (kmol/s)		.00306	.00376	.00458		
min.dosering (kmol/s)			.00168	.00168		
max.dosering (kmol/s)		.00762	.00423	.00614		
concentratie	410 kg/m3 2.53 kmol/m3					
doseercapaciteit(m3/s)		.0030	.0017	.0024		
chem. kosten (kfl/a)	120 f1/kmol		11583	14223		17314
mech. electr.		1000	130	1000	130	1000
bouwkundig		200	17	200	17	200
voorraadtanks						
voorraad (dagen)	10 dagen					
volume (m3)		2601		1444		2096
bouwkundig	1000 f1/m3	2601	223	1444	124	2096
		3801		2644		3296
totaal ijzerdosering			11953	14493		17640
verwerking ijzerslib						
slibdepot						
slibproductie (tds/a)		19202	19953	28646		
slibvolume (m3/a)	5%ds	384040	399060	572920		
baggerkosten (kfl/a)	10 f1/m3		3840	3991		5729
afvoerkosten (kfl/a)	250 f1/tds		4801	4988		7162
totaal verwerking ijzerslib			8641	8979		12891
biofilters						
investeringskosten (opgave RWS)		5000	649			
slibproductie (tds/a)		2649				
slibvolume (m3/a)	15%ds	17660				
baggerkosten (kfl/a)	10 f1/m3		177			
afvoerkosten (kfl/a)	150 f1/tds		397			
totaal biofilters			1223			

prijs/etc.	1. deP Dintel jaarkosten	2. afl. Dintel jaarkosten	3. inlaat Bergse Maas jaarkosten
diversen			
gemaal			
capaciteit (m3/s)		25	
jaardebiet (10 ⁶ m3)		444	
opvoerhoogte (m)		.50	
uitvoering		vijzels	
mech. electr. (kfl/a)		4500	584
bouwkundig (kfl/a)		1200	103
pompenegie (kWh)	5 Wh/m4	1110	
pompkosten (kfl/a)	.20 fl/kWh		222
duiker			
capaciteit (m3/s)			25
lengte (m)			20
bouwkundig (kfl/a)			700
			60
scheepvaartpassage			
uitvoering	bellenscherm		bellenscherm
oppervlak			
luchtdebiet			
diepte			
mech. el.			
bouwkundig			
totaal diversen	0	5700	700
		909	60

TOTALE INVESTERINGSKOSTEN	51181	35444	32376
afgerond	51000	35000	32000

TOTALE JAARLIJKSE KOSTEN	26233	27008	35738
afgerond	26000	27000	36000

Kosten van de scenario's 4a, b en c

Nov 29, 1989
1:36 PM

SCENARIO 4. deP Bovenmark

	4a. 5 m3/s	4b. 10 m3/s	4c. 15 m3/s
prijs/etc.	jaarkosten	jaarkosten	jaarkosten

ALGEMEEN ZOOMMEER

jaargem. debiet (m3/s)	38.62	38.62	38.62
jaartotaal (10 ⁶ m3/a)	1218	1218	1218
reductie van de fosfaatbelasting (t/a P)	121	161	170

discontering bwk	8.6%
discontering mech/el.	13.0%
alle kosten in kfl.	

ONDERDELEN

defosfateringsinstallatie

flash mixer/inlaatwerk						
capaciteit (m3/s)	5	10	15			
jaardebiet (10 ⁶ m3)	98	136	147			
gem. debiet (m3/s)	3.11	4.31	4.66			
opvoerhoogte (m)	2	2	2			
mech. el.	1000	130	1500	195	2000	260
bouwkundig mixer/inlaatwerk	2000	171	2700	231	3500	300
mengenergie (kWh)	5 Wh/m4	980000	1360000	1470000		
mengkosten (kfl/a)	.20 fl/kWh		196	272		294
bezinkruimte						
oppervlak (ha)	.50 m3/m2.h	3.60	7.20	10.80		
diepte (m)		2	2	2		
natte aanleg	0 fl/m2					
grondaankoop	10 fl/m2	360	31	720	62	1080
ontgr. diepte (m)	.50			.50		.50
ontgraving	10 fl/m3	180	15	360	31	540
folie	50 fl/m2	1800	154	3600	308	5400
		5340		8880		12520
totaal defosfateringsinstallatie		697		1098		1454

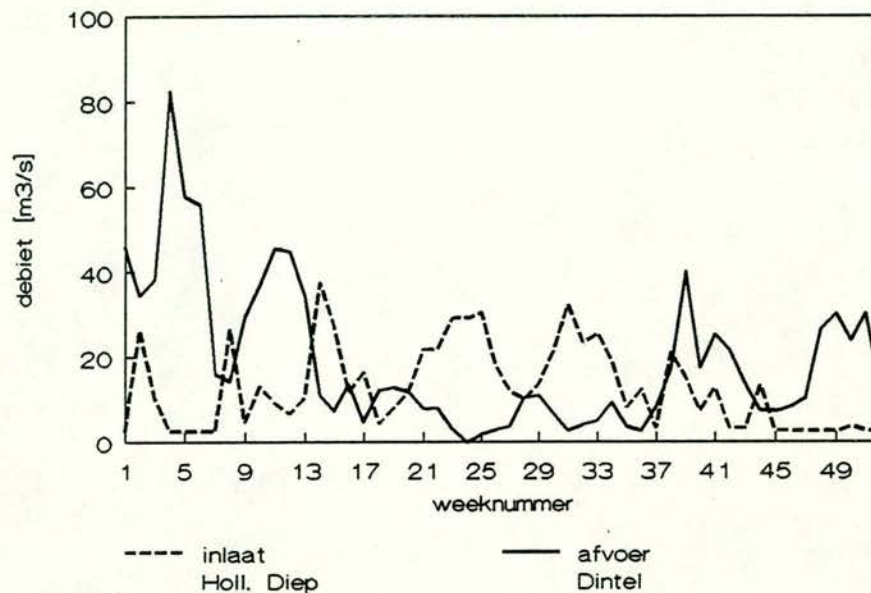
ijzerdosering

doseerinstallatie			
jaardosis (kmol/a)	26535	37280	39655
gem. dosering (kmol/s)	.00084	.00118	.00126

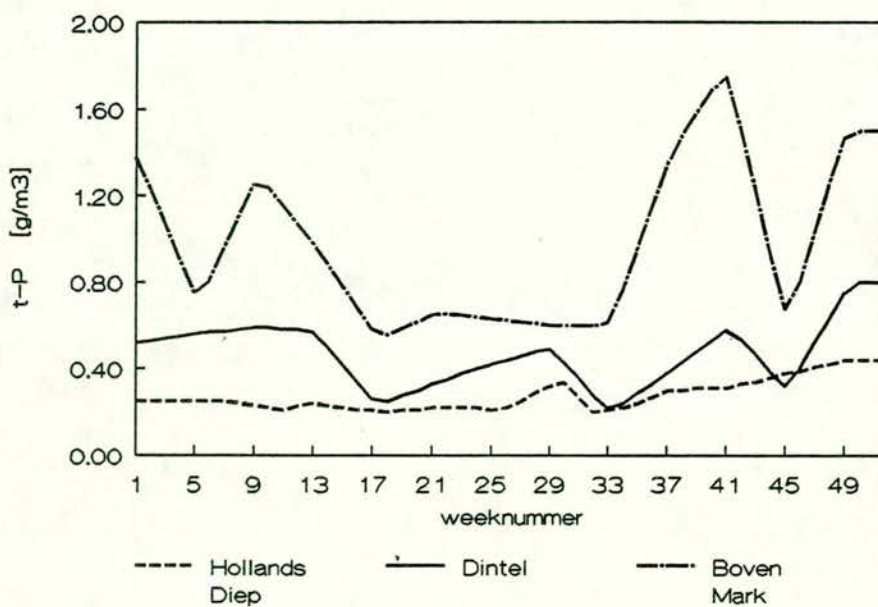
	prijs/etc.	4a. 5 m3/s jaarkosten	4b. 10 m3/s jaarkosten	4c. 15 m3/s jaarkosten			
min.dosering (kmol/s)		.00212	.00383	.00385			
max.dosering (kmol/s)							
concentratie	410 kg/m3 2.53 kmol/m3						
doseercapaciteit(m3/s)		.0008	.0015	.0015			
chem. kosten (kfl/a)	120 fl/kmol		3184	4474	4759		
mech. electr.		500	65	750	97	750	97
bouwkundig		200	17	200	17	200	17
voorraadtanks							
voorraad (dagen)	10 dagen						
volume (m3)		724	1308	1314			
bouwkundig (kfl/a)	1000 fl/m3	724	62	1308	112	1314	112
totaal ijzerdosering		1424	3328	2258	2264	4986	
verwerking ijzerslib							
slibdepot							
slibproductie (tds/a)		4466	6248	6677			
slibvolume (m3/a)	54ds	89320	124960	133540			
baggerkosten (kfl/a)	5 fl/m3		447	625	668		
afvoerkosten (kfl/a)	250 fl/tds		1117	1562	1669		
totaal verwerking ijzerslib			1564	2187	2337		
biofilters							
investeringskosten (opgave RWS)		5000	649	5000	649	5000	649
slibproductie (tds/a)		2650		2650		2650	
slibvolume (m3/a)	154ds	17667		17667		17667	
baggerkosten (kfl/a)	10 fl/m3		177		177		177
afvoerkosten (kfl/a)	150 fl/tds		398		398		398
totaal biofilters			1224	1224	1224		
TOTALE INVESTERINGSKOSTEN							
idem, afgerond		6764	11138	14784			
		6800	11100	14800			
TOTALE JAARLIJKSE KOSTEN							
idem, afgerond		6813	9210	10001			
		6800	9200	10000			

BIJLAGE III

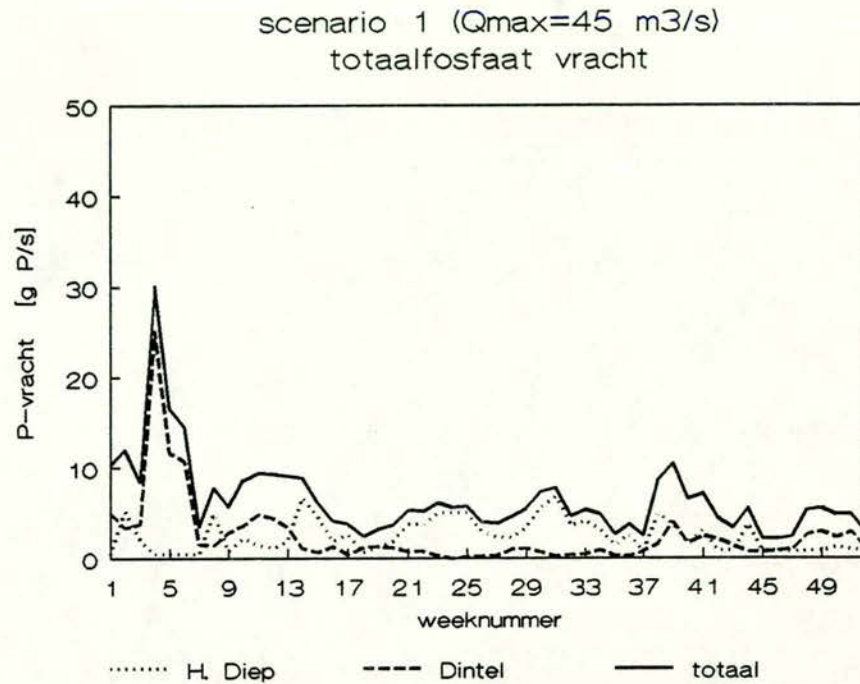
Gedetailleerde gegevens bij de scenario's



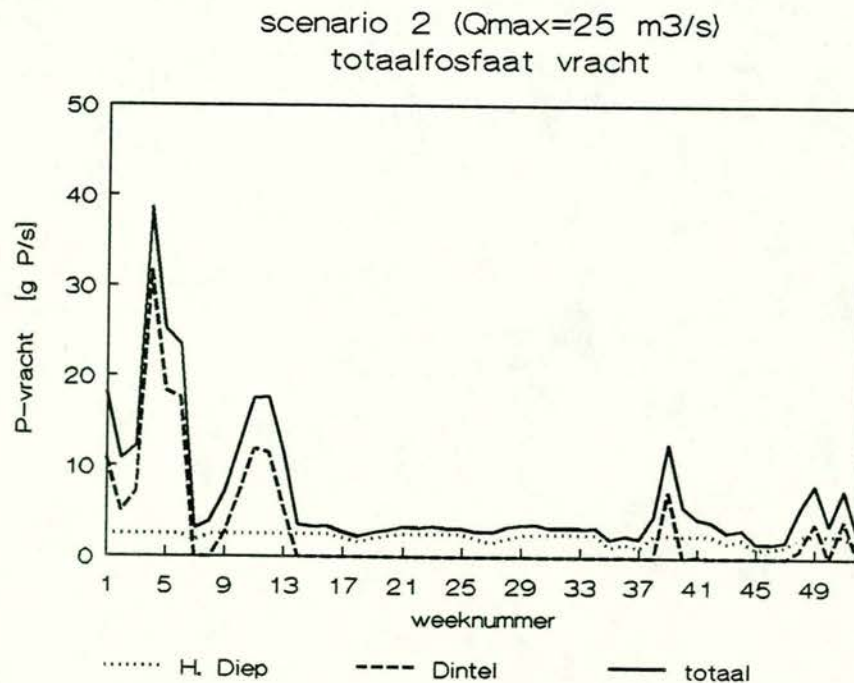
Figuur III.1 - Het verloop van het debiet van de Dintel en het inlaatdebit bij de Volkeraksluizen voor 1988.



Figuur III.2 - De fosfaatconcentratie in Hollands Diep, de Dintel en de Bovenmark bij de grensovergang met België over het jaar 1988

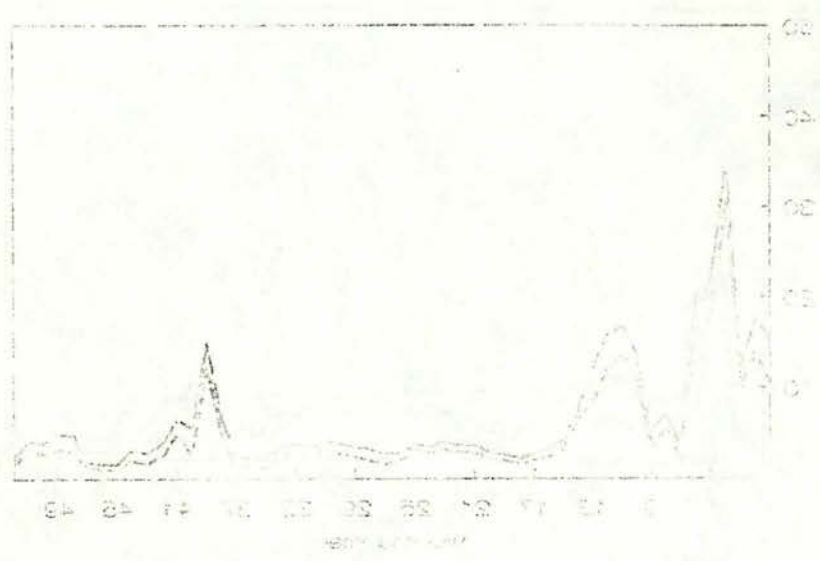


Figuur III.3 - Het verloop van de fosfaatvracht van de Dintel en van de inlaat Volkeraksluizen bij scenario 1 voor het jaar 1988.



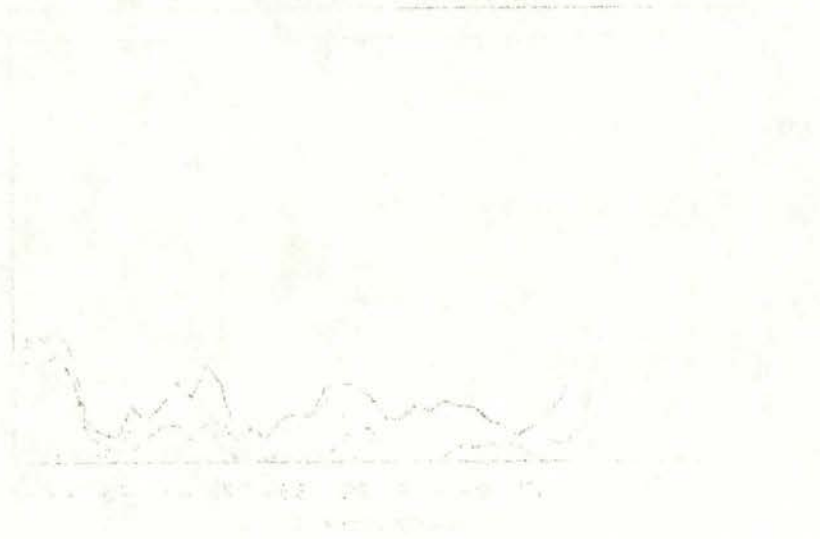
Figuur III.4 - Het verloop van de fosfaatvracht van de Dintel en van de inlaat Volkeraksluizen bij scenario 2.

Figure 3: Comparison of observed and predicted values for the first variable.



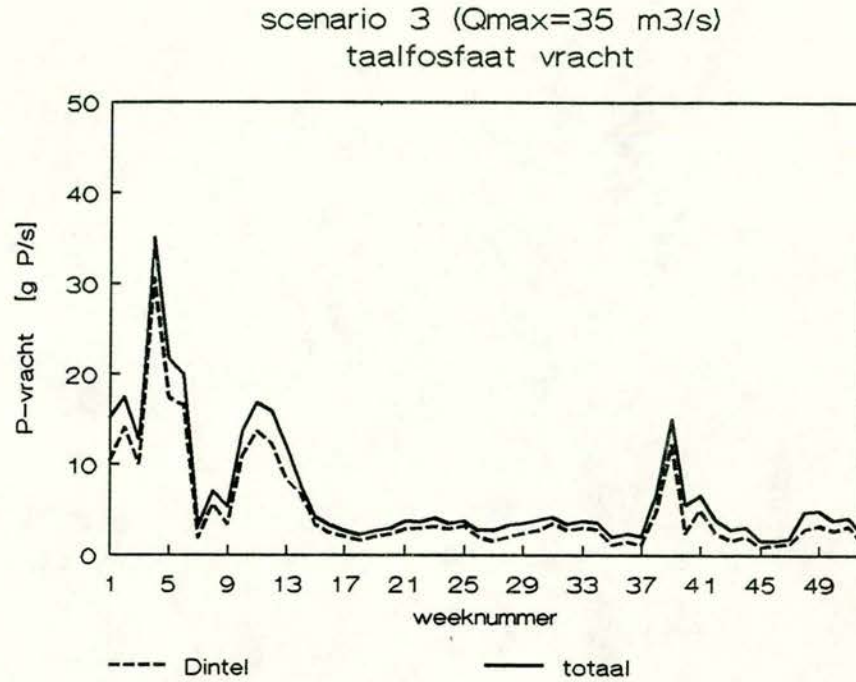
Legend: — Observed, - - - Predicted

Figure 4: Comparison of observed and predicted values for the second variable.

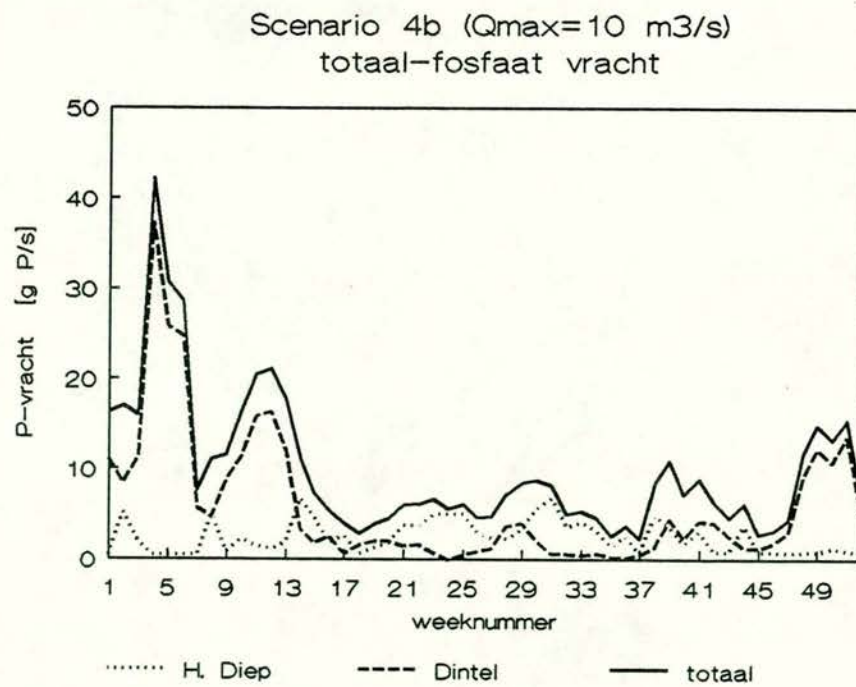


Legend: — Observed, - - - Predicted

Figure 5: Comparison of observed and predicted values for the third variable.



Figuur III.5 - Het verloop van de fosfaatvracht van de Dintel bij scenario 3.



Figuur III.6 - Het verloop van de fosfaatvracht van de Dintel en van de inlaat Volkeraksluizen bij scenario 4b

DHV

DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV

Postbus 85 - 3800 AB Amersfoort

Telefoon	033 - 68 91 11
Telefax	033 - 61 50 47
Telex	79348 dhv
Telegramadres	dehave

