



Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat RIZA

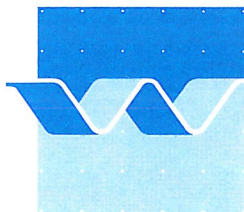
Aanvullende scenarioberekeningen  
Volkerak Zoommeer

Rapport

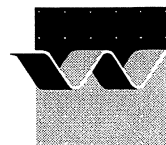
juni 1999

Aanvullende scenarioberekeningen  
Volkerak Zoommeer

B.F. Michielsen



**wl | delft hydraulics**



OPDRACHTGEVER: Rijkswaterstaat RIZA  
Lelystad

TITEL: Aanvullende scenarioberekeningen Volkerak Zoommeer

**SAMENVATTING:**

Als gevolg van de Deltawerken is een aantal jaren geleden een nieuw zoetwaterbekken ontstaan: het Volkerak-Zoommeer. De nutriëntlasten op het systeem waren in de periode 1988-1995 groot, maar dit heeft in die periode niet geleid tot sterke afname van de kwaliteit. In recente jaren echter is de waterkwaliteit slechter geworden. In dit onderzoek wordt het eutrofiëringsmodel DBS gebruikt om enige scenario's door te rekenen. Specifieke vragen die hier aan de orde komen zijn:

- Wat voor effecten kunnen we verwachten van verminderde fosfaatbelasting op het systeem door verlaagde concentraties in het Hollands Diep en de Dintel?
- Wat is het te verwachten effect van het extra doorspoelen met Hollands Diep water in de winter?
- Wat is het effect van het omleiden van een belangrijk deel van de Dintel?

Om deze vragen te beantwoorden is met het eutrofiëringsmodel DBS een aantal nutriëntreductiescenario's, doorspoelscenario's (met Hollands Diep water) en omleidingsscenario's (Dinteldebiet) doorgerekend. Uit de resultaten zijn conclusies getrokken worden aanbevelingen gedaan ten bate van het waterkwaliteitsbeheer van het systeem.

REFERENTIES: RIZA contractnummer RI-2551; WL corr.nr RWM07026/98

VER.	AUTEUR	DATUM	OPMERK.	REVIEW	GOEDKEURING
0	Bruce Michielsen	December 1998		Wybrand van Ellen	Peter Glas
1	Bruce Michielsen	Juni 1999		Wybrand van Ellen	Eelco van Beek

PROJECTNUMMER:		T2282.00						
TREFWOORDEN:		Volkerak Zoommeer, DBS						
INHOUD:	TEKST	26	TABELLEN	6	FIGUREN	18	APPENDICES	-
STATUS:		<input type="checkbox"/> VOORLOPIG		<input type="checkbox"/> CONCEPT		<input checked="" type="checkbox"/> DEFINITIEF		

## Samenvatting

Als gevolg van de Deltawerken is een aantal jaren geleden een nieuw zoetwaterbekken ontstaan: het Volkerak-Zoommeer. De nutriëntlasten op het systeem waren in de periode 1988-1995 groot, maar dit heeft in die periode niet geleid tot sterke afname van de kwaliteit. In recente jaren echter is de waterkwaliteit slechter geworden. In dit onderzoek wordt het eutrofiëringsmodel DBS gebruikt om enige scenario's door te rekenen. Specifieke vragen die hier aan de orde komen zijn:

- Wat voor effecten kunnen we verwachten van verminderde fosfaatbelasting op het systeem door verlaagde concentraties in het Hollands Diep en de Dintel?
- Wat is het te verwachten effect van het extra doorspoelen met Hollands Diep water in de winter?
- Wat is het effect van het omleiden van een belangrijk deel van de Dintel?

Om deze vragen te beantwoorden is met DBS een aantal nutriëntreductiescenario's, doorspoelscenario's (met Hollands Diep water) en omleidingsscenario's (Dinteldebiet) doorgerekend. Uit de resultaten zijn de volgende conclusies getrokken:

- Alle berekeningsscenario's behalve doorspoeling met Hollands Diep water laten in meer of mindere mate vermindering van de gemiddelde fosfaatgehalten zien. Bij autonome ontwikkeling volgens het RAP scenario zal de reductie rond 5 à 10 % zijn in het meer zelf.
- Reductie van fosfaat in Dintel heeft relatief meer effect op de zomergemiddelde totaalfosfaatconcentratie dan reductie in het Hollands Diep.
- Doorspoeling met Hollands Diep water van de nominale kwaliteit na pieken in de Dintel heeft een negatief effect op de waterkwaliteit. Dit komt door de reductie van de verblijftijd waardoor processen als sedimentatie en begraving minder invloed hebben op de fosfaatconcentraties. Aangezien zowel het Hollands Diep als de Dintel hogere fosfaatgehalten hebben dan het Volkerak Zoommeer zelf zullen hogere debieten met dit water tot hogere concentraties leiden.
- Reductie van het Dinteldebiet resulteert bij de nominale Dintelconcentraties in vermindering van het totaalfosfaatgehalte.
- De positieve effecten (fosfaatverlaging) van de scenarioberekeningen zijn volgens de berekeningen groter op het Volkerakmeer dan op het Zoommeer. Andersom geldt dat bij verhoogde debiet door de Volkeraksluizen de stijging van fosfaat in het Volkerakmeer minder groot is dan in het Zoommeer. Dit hangt samen met de retentie in de beide meren.

- Omleiding van het Dinteldebiet resulteert in verlaagde fosfaatgehalten in het Volkerak Zoommeer. De omleiding van het Dinteldebiet moet bij de nominale concentraties te hoog worden ( $>35 \text{ m}^3/\text{s}$ ) om tot een concentratie van  $0.07 \text{ g/m}^3$  in het Volkerak Zoommeer te leiden. Pas wanneer de P concentraties dalen volgens de verwachte autonome ontwikkeling heeft het omleiden van de Dintel groot effect.
- Wanneer we naar het verloop van de concentratie van totaalfosfaat kijken in de nominale situatie lijkt er een sterkere relatie te zijn met het debiet van de Dintel dan met die via de Volkeraksluizen. In de scenario's waarbij de concentratie in de Dintel wordt verminderd grijpt dit het meeste aan in 1994, het jaar waarin het Dinteldebiet hoger was dan het debiet via de Volkeraksluizen (zie figuur hoofdstuk 2). De effectiviteit van de scenario's hangt natuurlijk samen met het relatief belang van de posten.
- De reducties die zijn berekend moeten worden afgezet tegen de afwijking van het model. Wanneer we nagaan dat het model de gemeten concentraties licht onderschat, houdt dit hetzelfde in voor de scenario's. Echter voor bijvoorbeeld de jaren 1989 en 1992 geldt dat het model voor het Volkerakmeer de gemiddelde concentraties goed reproduceert; de resultaten van deze jaren kunnen met meer vertrouwen worden gezien. Deze redenering moet worden toegepast bij het gebruiken van de resultaten.

# I Inleiding

Als gevolg van de Deltawerken is een aantal jaren geleden een nieuw zoetwaterbekken ontstaan: het Volkerak-Zoommeer. De eerste jaren na het ontstaan nam het gemiddelde doorzicht toe tot 3 meter. Hierna nam het doorzicht af tot 1.2 meter in 1995. Deze afname hangt samen met de toename van de algenbiomassa in dezelfde periode van gemiddeld 10 mgChl/m<sup>3</sup> tot meer dan 40 mgChl/m<sup>3</sup> in 1995. Het idee is dat deze toename van algen het gevolg is van lagere begrazing door zoöplankton. De aanwezigheid van meer en meer zoöplanktivore witvis is hiervan de oorzaak. Een manier om de algenbiomassa lager te krijgen is door nutriëntlimitatie in de hand te werken. Door een lager fosfaatgehalte zal de algenproductie op den duur beperkt gaan worden. Hiertoe kan een verandering van de waterhuishouding in het systeem worden ingezet. Verder kan verwacht worden dat het fosfaatgehalte autonoom zal dalen in de komende jaren

Er wordt in dit onderzoek een aantal scenario's met het model DBS doorgerekend. De scenario's behelzen autonome fosfaatreductie, doorspoeling met Hollands Diep water en omleiding van een deel van het Dinteldebiet.

In het verleden is het waterkwaliteitsmodel JSBACH in een enkelsegment schematisatie toegepast op het Volkerak (Van Veen, 1989). Daarna is de opvolger van JSBACH, DBS toegepast op het Volkerak-Zoommeer met een 2 segmentschematisatie door RIZA Dordrecht in 1993. Bij de toepassing van JSBACH was er nog géén graasmodule ontwikkeld en in de eerste toepassing van DBS is de bodem-water uitwisselingsmodule SWITCH niet gebruikt. In 1995 is er vervolgens een studie verricht voor de jaren 1988-1992 en 1988-1995 door het WL waarin DBS met graasmodule en SWITCH is toegepast op het Volkerakmeer (Michielsen, 1996 en 1998). Uit de vorige studies blijkt dat de waargenomen chlorofylgehalten vrij goed door het model worden gereproduceerd. Afwijkingen tussen de waargenomen- en de berekende chlorofylgehalten zijn hoofdzakelijk het gevolg van hiaten in zoöplanktonmetingen die als invoer van het model zijn gebruikt. Uit vorige studies is verder naar voren gekomen dat de potentiële biomassa van fytoplankton in het systeem veel hoger is dan de waargenomen biomassa's. Graas door zoöplankton is de hoofdoorzaak hiervan (Michielsen 1996 en 1998). Met hetzelfde instrument (DBS) is de onderhavige studie uitgevoerd. De studieperiode beslaat de jaren 1989-1995.

Naast het vermelden van de algemene conclusies die worden getrokken op basis van de nieuwe modeltoepassing in relatie tot de vorige toepassingen, zullen de volgende specifieke vragen in dit rapport worden beantwoord:

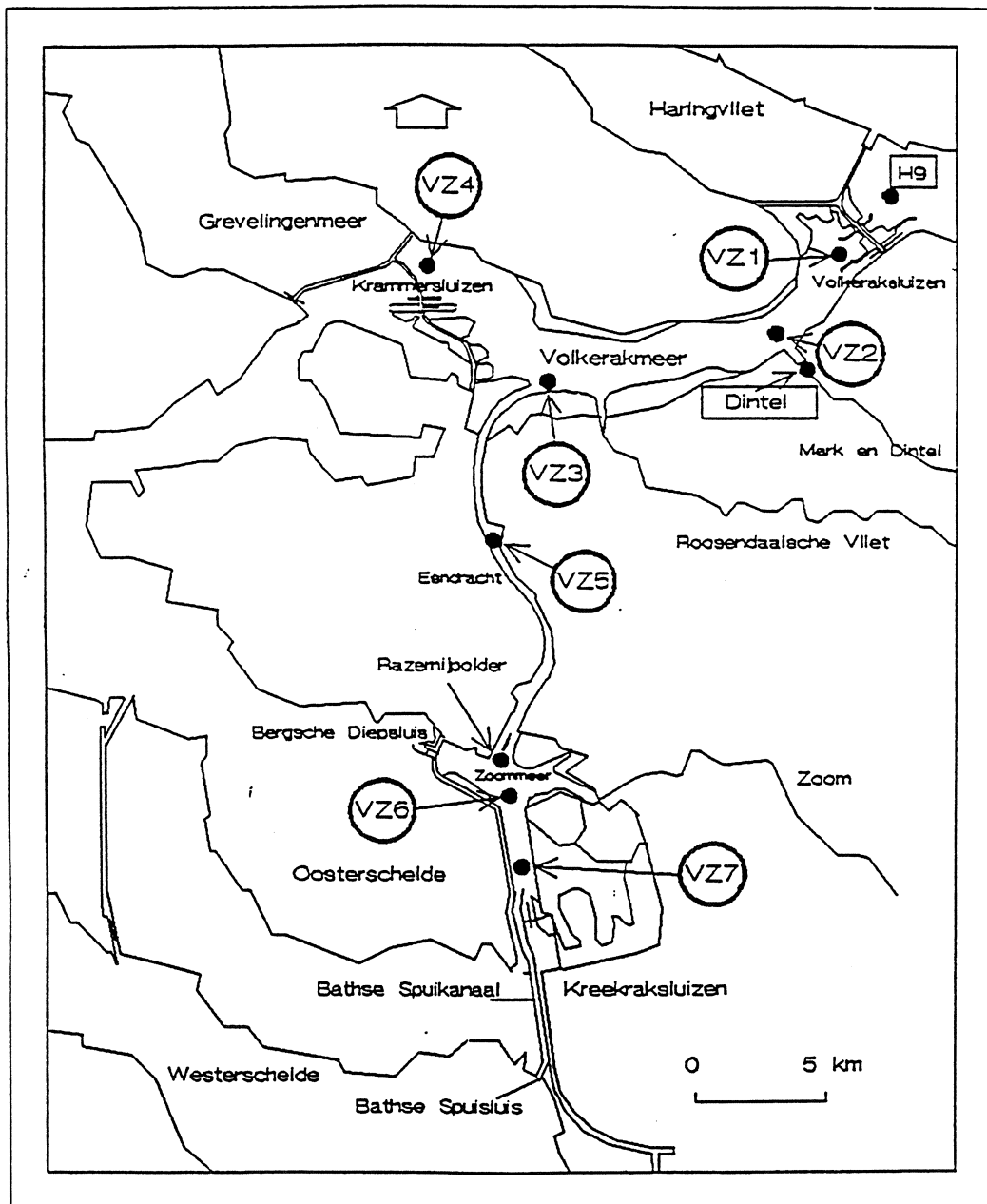
1. Wat is de verwachting van de ontwikkeling van de P-concentratie in het Volkerak-Zoommeer onder invloed van autonome ontwikkelingen in de Rijn en de Maas?
2. Welke effecten hebben reductie van de P-vrachten uit het Hollands diep en de Mark/Dintel op zomergemiddelde P-concentraties in het systeem? Hoeveel moet de reductie bedragen om de zomergemiddelde waarde van 0.07 mg P/l te bereiken in het Volkerak-Zoommeer?
3. Wat draagt de doorspoeling van de winterafvoerpiek van de Mark en Dintel met water uit het Hollands Diep bij aan de daling van de P-concentratie? Zijn daarbij geografische verschillen te herkennen?
4. Welke effecten kunnen we verwachten van omleiding van een deel van het Dinteldebiet? Is er een indicatie te geven hoe groot dit deel moet zijn om zomergemiddelde waarden te krijgen van 0.07 mg/l?

De bijdragen van RWS/RIZA aan dit project zijn geleverd door Dr. Paul Boers (Projectleider RIZA). De bijdragen van WL aan dit project zijn geleverd door Drs. Bruce Michielsen (Projectleider WL).

## 2 Modelinvoer

### 2.1 Schematisatie

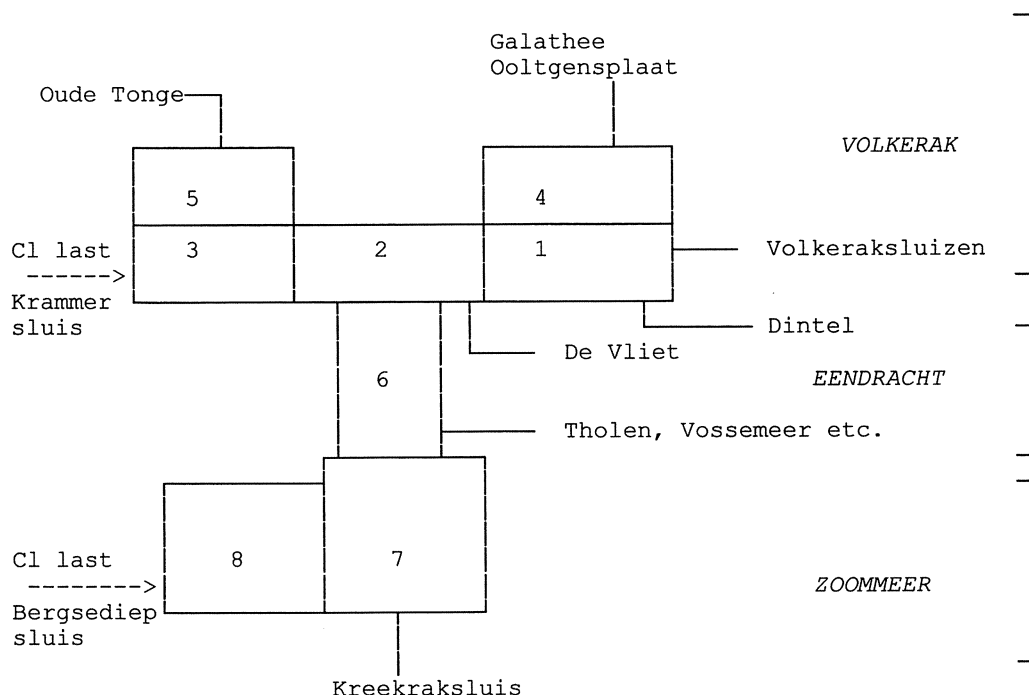
Hieronder is in een kaart het studiegebied weergegeven. Het oppervlak van het Volkerak-Zoommeer bedraagt 6150 ha, de gemiddelde diepte 5,2 meter. De belangrijkste inlaatpunten zijn de Volkeraksluizen, waarheen water uit het Hollands Diep/Haringvliet wordt ingelaten, en de monding van de Dintel.



Figuur 1 Kaart van het Volkerak-Zoommeer met de monsterpunten VZ1 t/m VZ7, Haringvliet en Dintel



Het gebied is identiek aan de vorig toepassingen opgedeeld in 8 segmenten. Een illustratie van de schematisatie van het gebied is in Figuur 2 te zien.



Figuur 2 De schematisatie van het Volkerak-Zoommeer.

Tabel 1 Gegevens van de schematisatie

Segment nummer	Naam	Diepte (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
1	Volkerak oost diep	8.9	81.35E6
2	Volkerak midden diep	5.35	48.93E6
3	Volkerak west diep	8.9	81.35E6
4	Volkerak oost ondiep	1.5	13.71E6
5	Volkerak west ondiep	1.5	13.71E6
6	Eendracht	6.0	21.15E6
7	Zoommeer oost	5.0	50.0E6
8	Zoommeer west	5.54	32.13E6

## 2.2 Meteorologie

De meteorologische gegevens (wind, instraling en temperatuur) zijn ontleend aan de vorige toepassingen van DBS op het Volkerak-Zoommeer (Michielsen, 1996 en 1998), aangevuld met tijdreeksen die voor de toepassing op de randmeren zijn gebruikt. Allen zijn afkomstig van het KNMI.

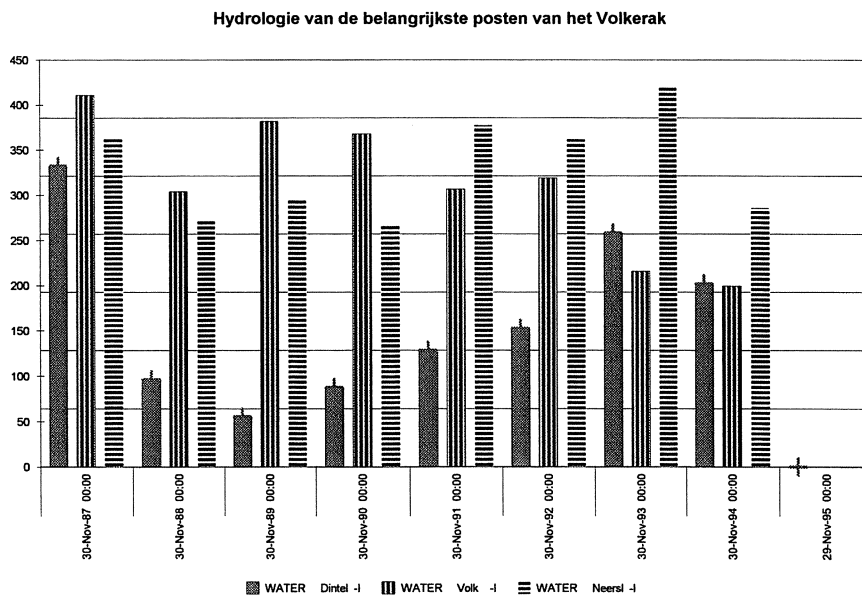
## 2.3 Waterbalans

Samenvattend kan over de neerslag gezegd worden dat de eerste jaren van de te beschouwen periode, 1989-1991, droge hydrologische jaren waren. 1992 was redelijk nat 1993 iets minder nat en 1994 was extreem nat. 1995 was weer betrekkelijk droog.

De belangrijkste aanvoerbronnen van het gebied zijn de Dintel en het Hollands Diep (via de Volkeraksluizen), in de winter is dit de Dintel en in de zomer het Hollands Diep. Het debiet van de Dintel is in de jaren 1994 en 1995 relatief hoog. Het debiet door de Volkeraksluizen is weer relatief laag ten opzichte van de jaren 1989-1992. Dit alles heeft gevolgen voor de nutriëntbalansen van het systeem.

De stroomrichting is van oost naar west in het Volkerak en van noord naar zuid van het Volkerak via de Eendracht naar het Zoommeer en de Kreekraksluizen.

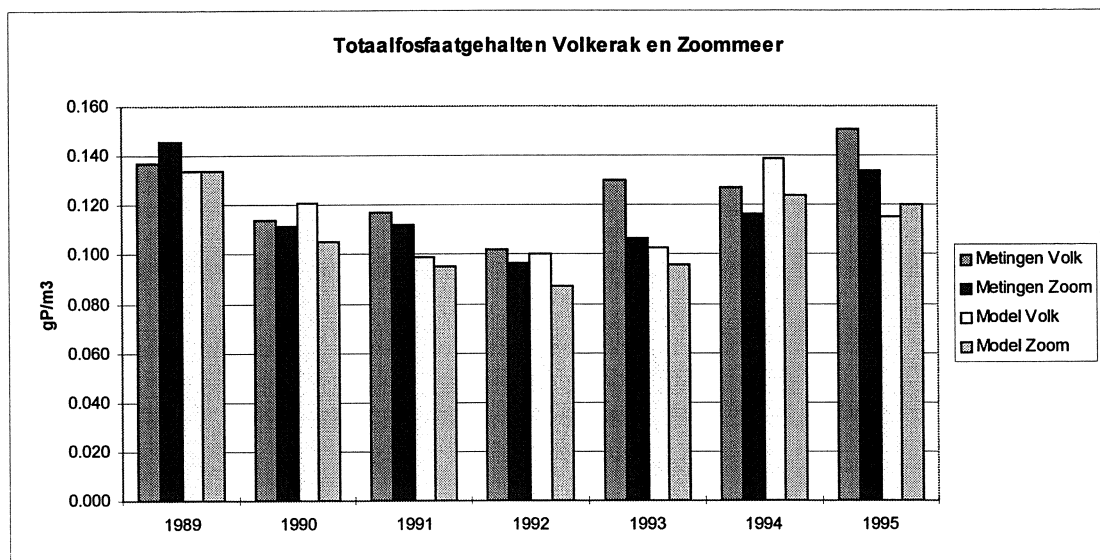
Het waterkwaliteitsmodel DBS gebruikt de randvoorwaarden van in totaal 34 transporteerbare stoffen. De randconcentraties van de overige stoffen zijn voorzover aanwezig eveneens aan metingen ontleend. Waar metingen ontbraken is gekozen voor metingen van vergelijkbare locaties in de schematisatie, dan wel voor aannamen identiek aan de vorige studies. Hieronder is een grafiek met de debieten ( $10^6 \text{ m}^3/\text{jr}$ ) van de Dintel en die via de Volkeraksluizen gepresenteerd. Verder is het verloop van de neerslag in de grafiek uitgezet (NB MET EEN ANDERE EENHEID, MM/DAG RECHTER Y-AS) om een beeld van de 'natheid' van de jaren te geven.



Figuur 3 Hydrologie 1988-1995

### 3 Invoer van de scenarioberekeningen

Zoals vermeld worden de scenarioberekeningen uitgevoerd met een op waterkwaliteitsparameters gekalibreerd model. Hieronder zijn in figuur 4 gemeten en berekende totaalfosfaatjaargemiddelden weergegeven:



Figuur 4

Het model laat over het algemeen een lichte ondervoorspelling van het totaalfosfaatgehalte zien. In het laatste jaar worden de fosfaatgehalten in het Volkerak Zoommeer sterker onderschat door het model. Bij de beschouwing van de scenarioresultaten moet hiermee rekening worden gehouden.

De volgende scenario's zijn doorgerekend met DBS:

- 1 RAP reductie van fosfaat in het Hollands Diep**
- 2a Dubbele RAP reductie op fosfaat in de Dintel**
- 2b Dubbele RAP reductie op fosfaat in het Hollands Diep**
- 2c Dubbele RAP reductie op fosfaat in de Dintel en het Hollands Diep**
- 3a Doorspoeling met 1000000 m<sup>3</sup>/d Hollands diep water na hoge Dinteldebieten**
- 3b Doorspoeling met 7000000 m<sup>3</sup>/d Hollands diep water na hoge Dinteldebieten**
- 4a Omleiding van 2.5 m<sup>3</sup>/s van het Dinteldebiet**
- 4b Omleiding van 10 m<sup>3</sup>/s van het Dinteldebiet**
- 4c Omleiding van 30 m<sup>3</sup>/s van het Dinteldebiet**
- 4d Omleiding van 10 m<sup>3</sup>/s van het Dinteldebiet en RAP reductie van fosfaat in het Hollands Diep (30% red.) en de Dintel (10% red.)**

Hieronder wordt het aanpak van de scenario's toegelicht.

### **Scenario 1 RAP reductie van fosfaat in het Hollands Diep**

Het eerste scenario bestaat uit een berekening met DBS voor de jaren 1989-1995 met aangepaste invoer. In deze berekening is de fosfaatconcentratie gereduceerd met een bepaalde factor. Deze factor bestaat uit de verhouding tussen de situatie in 1993 en de verwachte situatie in 2015 onder het RAP/NAP beleid. Hiervoor is per 5 dagen deze factor berekend. Vervolgens zijn de voor 1989-1995 gemeten fosfaatconcentraties van het Hollands Diep telkens met deze factor verminderd. Dit geldt zowel voor totaalfosfaat als voor orthofosfaat.

### **Scenario 2a Dubbele RAP reductie op fosfaat in de Dintel**

In deze berekening is dezelfde aanpak gevolgd als in het eerste scenario echter hier is

1. de reductiefactor alleen op de concentraties van de Dintel toegepast en
2. nog eens met een factor 0.5 vermenigvuldigd om de effecten van een extreme verbetering te onderzoeken. De reductie is dus hier  $0.71 \cdot 0.5 = 0.36$

### **Scenario 2b Dubbele RAP reductie op fosfaat in het Hollands Diep**

Idem scenario 2a maar de reductie van 0.36 is alleen toegepast op het Hollands Diep.

### **Scenario 2c Dubbele RAP reductie op fosfaat in de Dintel en het Hollands Diep**

In dit scenario zijn zowel de fosfaatconcentraties van de Dintel als het Hollands Diep met de reductiefactor van 0.36 vermenigvuldigd. Dit scenario is in feite de combinatie van 2a en 2b.

Hieronder samengevat de fosfaatreductie scenario's:

Tabel 2

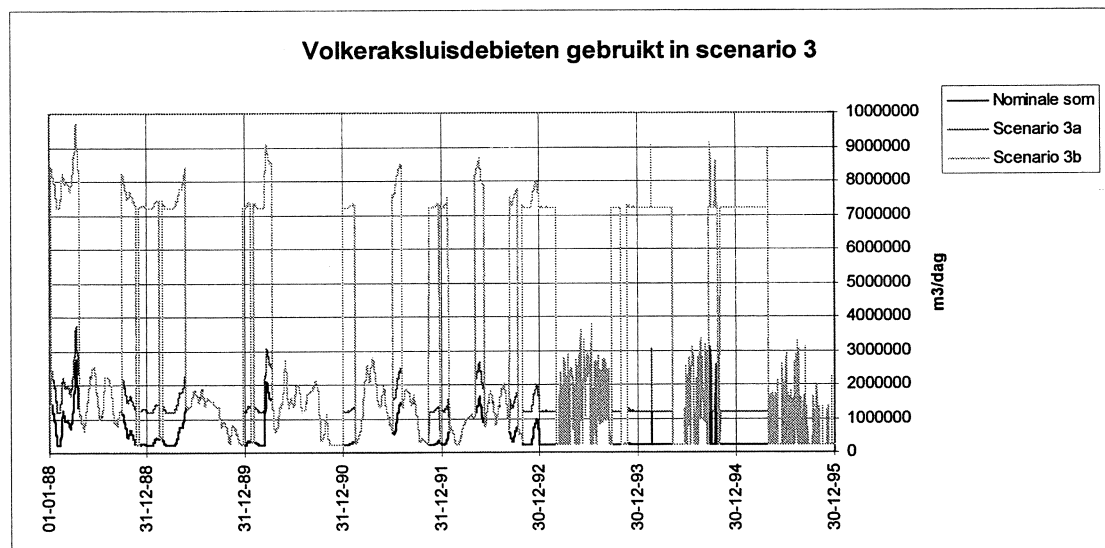
<b>Scenario</b>	<b>Gem.factor</b>	<b>Inkomende Post</b>
1	0.71	HD
2a	0.36	Dintel
2b	0.36	HD
2c	0.36	HD en Dintel

### Scenario 3 Doorspoeling met Hollands diep water na hoge Dinteldebieten

In deze berekening is het effect van verhoogde debieten door de Volkeraksluizen onderzocht. Alleen de debieten via de Volkeraksluizen zijn in deze berekening aangepast. Dit gebeurde op de volgende manier:

Voor de gegevensset van 1989-1995 is onderzocht wanneer het weekdebiet van de Dintel de 10000000 m<sup>3</sup> overschrijdt. Wanneer dit het geval is, wordt het debiet van de Volkeraksluizen verhoogd met respectievelijk 1000000 (scenario 3a) en 7000000 m<sup>3</sup> per dag (scenario 3b) gedurende een maand. Het resultaat is een nieuwe tijdreeks van debieten door de Volkeraksluizen. Met deze tijdreeks is een DBS scenarioberekening uitgevoerd.

In figuur 5 hieronder zijn de dagdebieten door de Volkeraksluizen van HD nominaal en scenario's 3a en 3b getoond.



Figuur 5

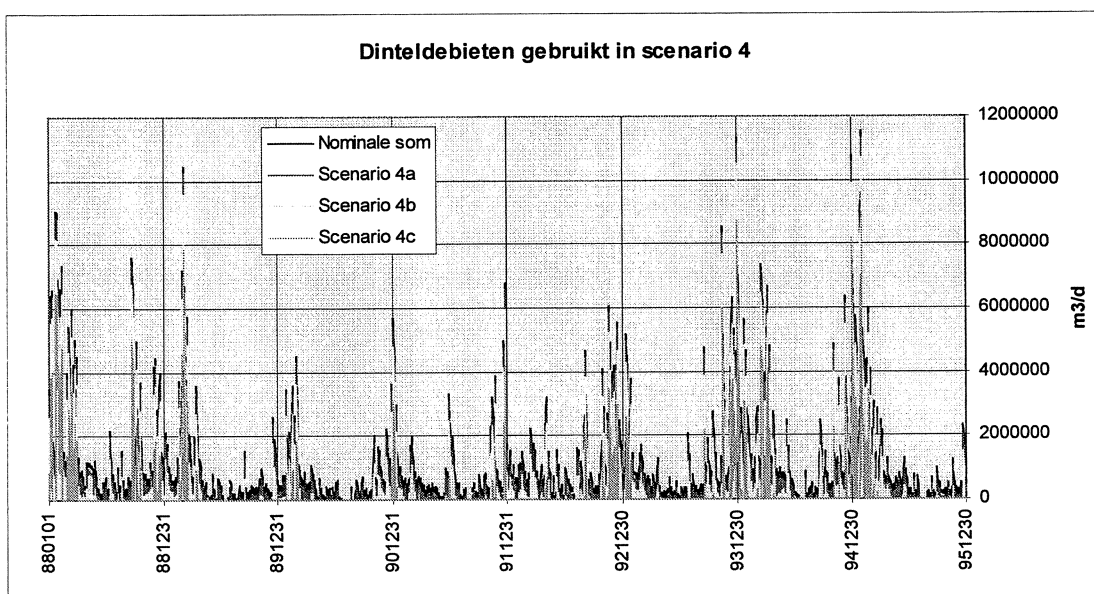
In de tabel hieronder zijn de totale jaardebieten door de Volkeraksluizen gegeven van de nominale som en van scenario 3a en 3b (in miljoen kubieke meters/jr).

Tabel 3

	1988	1989	1990	1991	1992	1993
<b>Nominale som</b>	411	304	382	368	307	320
<b>Scenario 3a</b>	602	447	470	492	461	456
<b>Scenario 3b</b>	1748	1305	998	1236	1385	1272

## Scenario 4 Omleiding van de Dintel

In scenario 4a t/m 4c wordt de Dintel omgeleid uitgaande van schattingen van de maximale capaciteit van het gemaal bij Oosterhout. Om deze scenarioberekeningen uit te voeren is van de gemeten debieten van de Dintel maximaal respectievelijk 2.5, 10 en 30 m<sup>3</sup>/s dagelijks afgetrokken. Vervolgens is de waterbalans opnieuw berekend (met de in 1989-1995 gemeten fosfaatconcentraties) en is hiermee de nieuwe DBS berekening uitgevoerd. In dit scenario is dus alleen het debiet van de Dintel aangepast ten opzichte van de nominale DBS berekening. Hieronder zijn voor de nominale som en voor scenario 4a-c de Dinteldebieten getoond die als invoer zijn gebruikt.



Figuur 6

In de tabel hieronder zijn de jaardebieten van de Dintel in miljoen kubieke meters weergegeven voor de nominale som en voor scenario 4.

Tabel 4

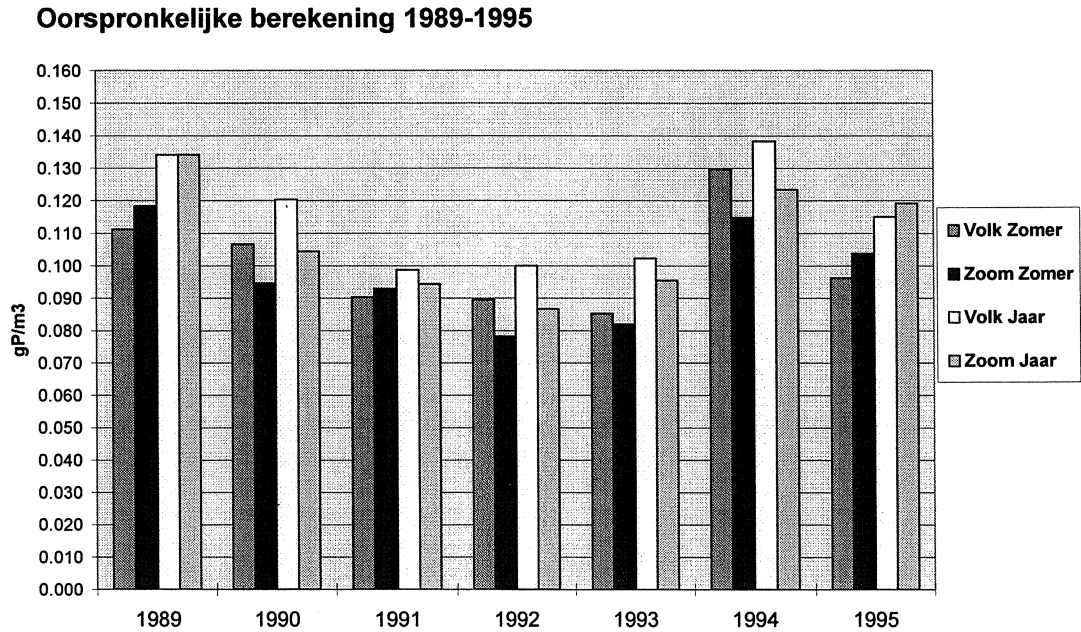
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
<b>Nominale som</b>	570	253	202	242	333	344	488	370
<b>Scenario 4a</b>	496	192	143	178	263	276	418	305
<b>Scenario 4b</b>	332	96	56	88	128	161	263	202
<b>Scenario 4c</b>	146	35	7	20	27	59	107	85

## Scenario 4d Omleiding van de Dintel en RAP reductie van fosfaat in HD en Dintel

In de laatste scenario wordt de combinatie doorgerekend van een omleiding van de Dintel identiek aan die in scenario 4b namelijk 10 m<sup>3</sup>/dag, en de reductie van de fosfaatconcentratie in de Dintel en het Hollands Diep met respectievelijk ongeveer 10% en 29% (autonome ontwikkeling).

## 4 Resultaten scenarioberekeningen

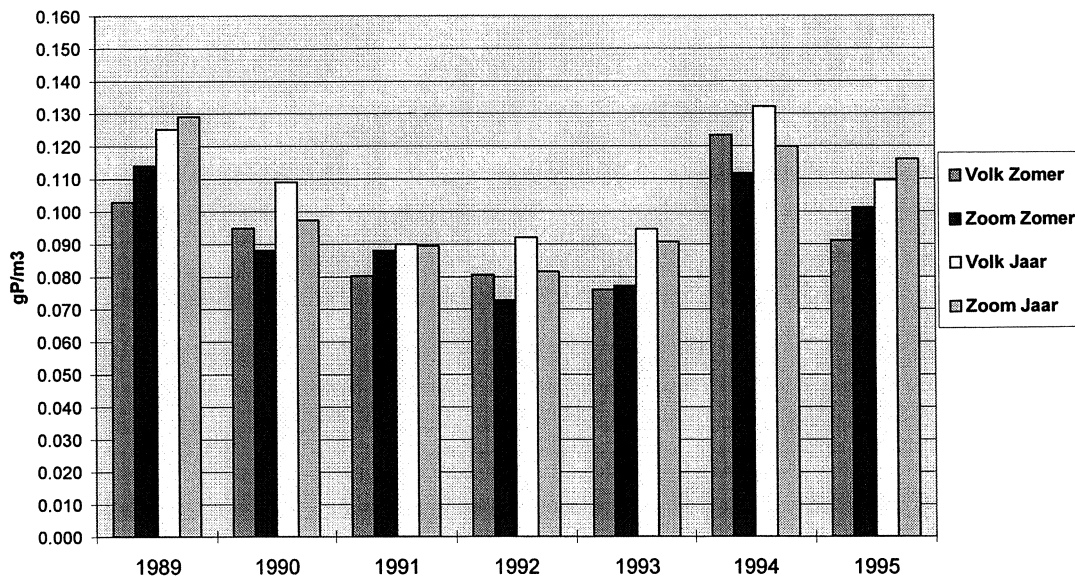
De resultaten van de gecombineerde scenario's worden hieronder steeds in balkgrafieken getoond.



Figuur 7

In geen van de jaren 1989-1995 komt de zomergemiddelde fosfaatconcentratie in het systeem onder de waarde 0.07 gP/m<sup>3</sup>. De zomergemiddelde waarde is in de regel lager dan de jaargemiddelde concentratie. De gemiddelde totaalfosfaatconcentratie is in het Volkerakmeer doorgaans hoger dan in het Zoommeer.

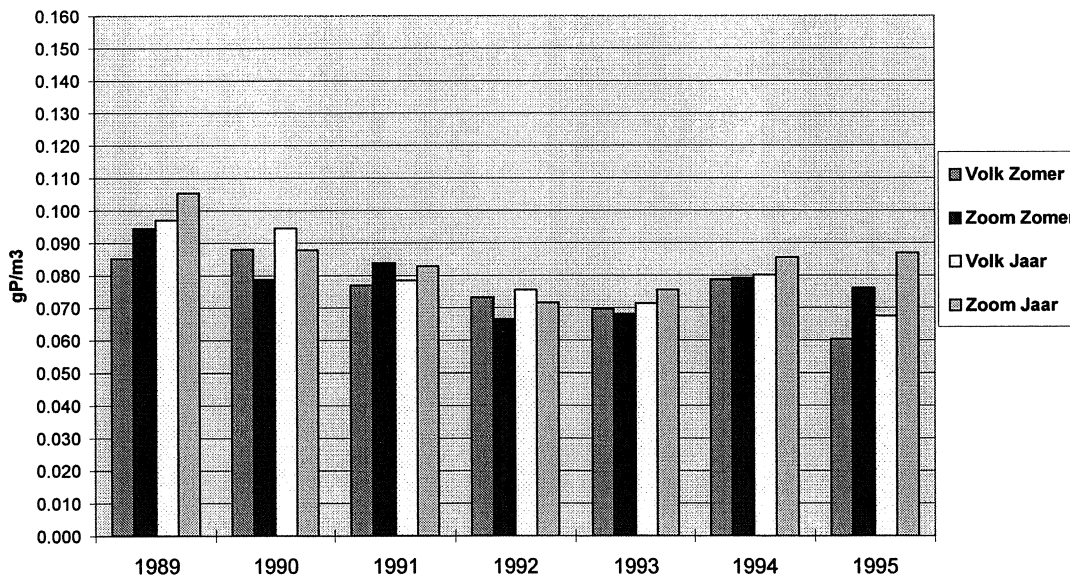
**Scenario 1 HD fosfaatgehalten volgens RAP verlaagd**



Figuur 8

In dit scenario komen de fosfaatgehalten evenmin onder 0.07 gP/m<sup>3</sup>, ondanks de reductie van de gemiddelde concentratie in het meer met ongeveer 6%.

**Scenario 2a Dintel fosfaatgehalten volgens RAP\*0.5 verlaagd**

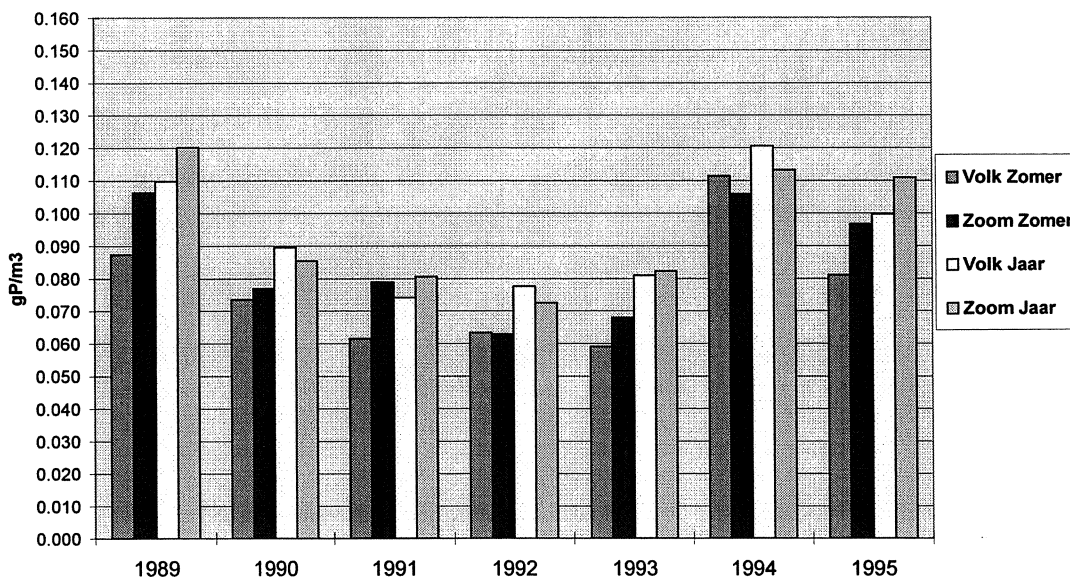


Figuur 9

In dit scenario komen de zomergemiddelden voor het eerst onder de ‘streefwaarde’ van 0.07 gP/m<sup>3</sup>. De concentraties in het Volkerakmeer dalen het meest onder invloed van de reducties. Verder valt op dat de jaargemiddelden meer worden beïnvloed dan de zomergemiddelden door fosfaatreducties in de Dintel.



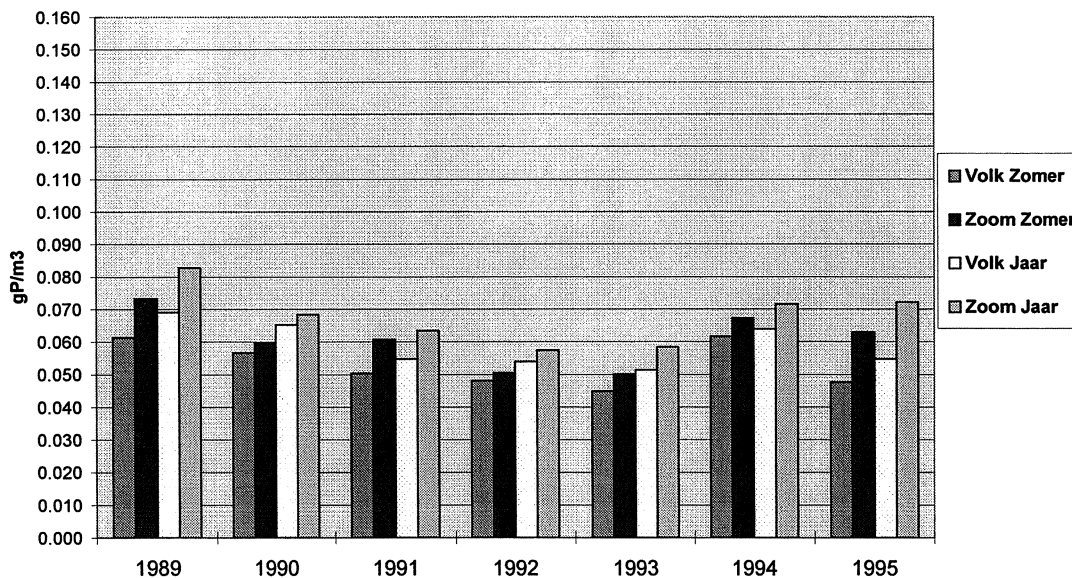
**Scenario 2b HD fosfaatgehalten volgens RAP\*0.5 verlaagd**



Figuur 10

Deze reducties laten aanzienlijke effecten zien. Met name in de zomer daalt de gemiddelde concentratie hier sterk. Dit laatste hangt samen met het feit dat het meeste water dat uit het Hollands diep komt in de zomer wordt ingelaten.

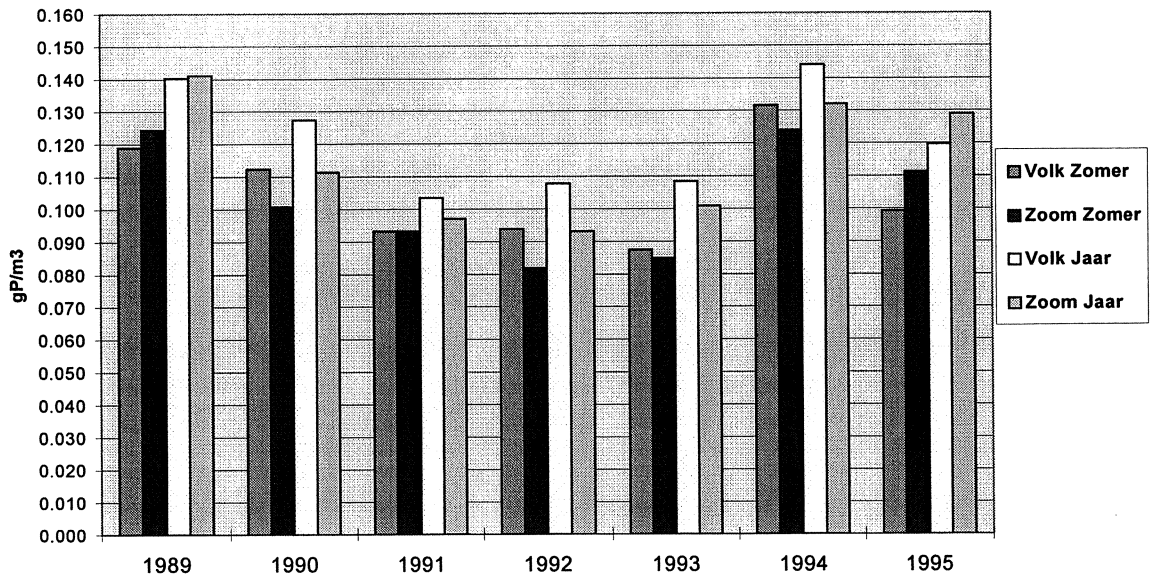
**Scenario 2c HD en Dintel fosfaatgehalten volgens RAP\*0.5 verlaagd**



Figuur 11

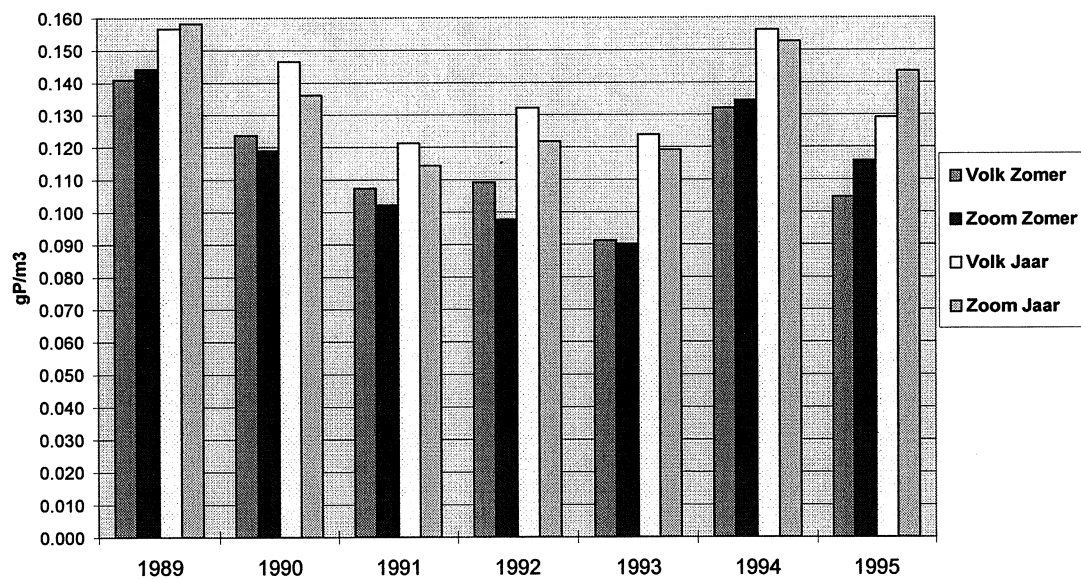
In dit scenario is de combinatie van reducties in het Hollands Diep en de Dintel berekend. In alle jaren wordt de zomergemiddelde totaalfosfaatconcentratie lager dan 0.07 gP/m3 (behalve 1989, Zoommeer).

### Scenario 3a Doorspoelen met 1000000 m<sup>3</sup>/d HD water bij hoge Dintel weekafvoer



Figuur 12

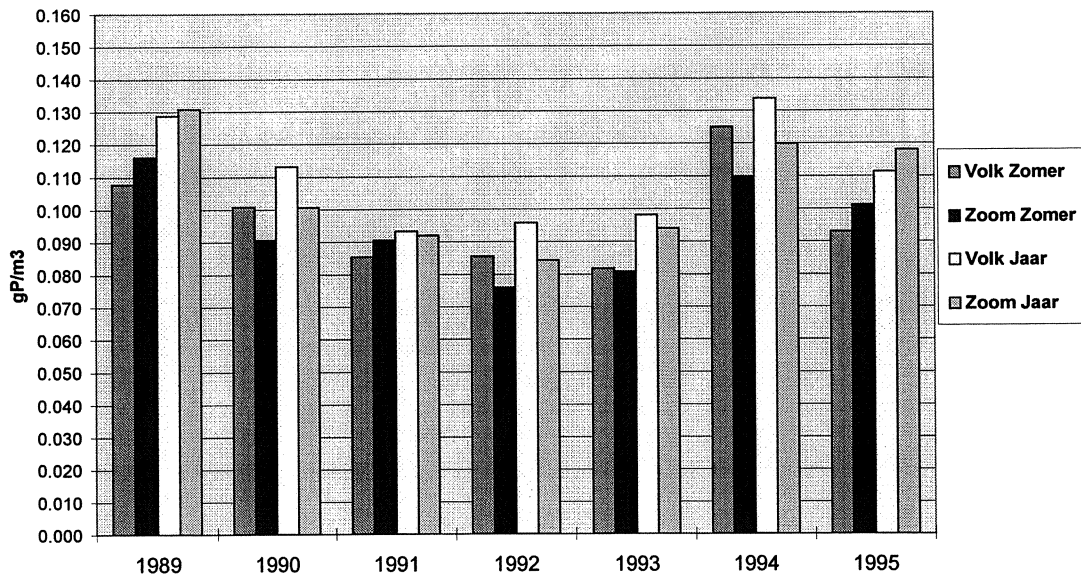
### Scenario 3b Doorspoelen met 700000 m<sup>3</sup>/d HD water bij hoge Dintel weekafvoer



Figuur 13

Uit de resultaten van scenario 3 blijkt dat doorspoelen met Hollands Diep water leidt tot verhoging van de totaalfosfaatgehalte in het meer. De verhoogde totale aanvoer van relatief fosfaatrijk water resulteert in een verhoogde fosfaatbelasting. Dit hangt samen met het volgende: de concentratie van fosfaat in de Dintel is weliswaar meestal hoger dan die van het Hollands Diep, maar de concentratie in het Volkerak Zoommeer is lager dan die van zowel het Hollands Diep als de Dintel.

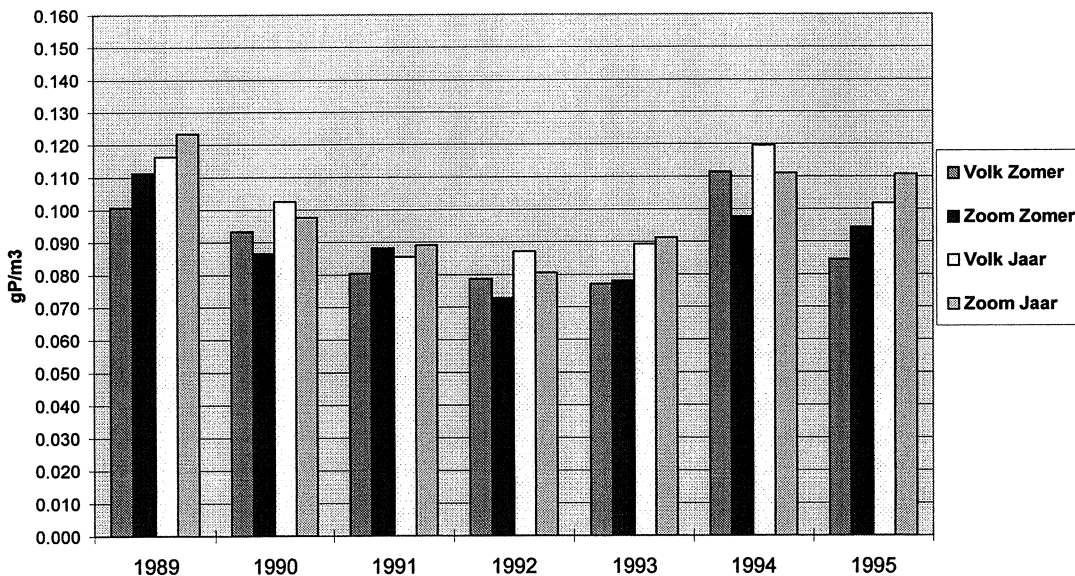
**Scenario 4a Omleiden van max. 2.5 m<sup>3</sup>/s van het Dinteldebiet**



Figuur 14

En treedt een lichte daling op van de totaalfosfaatgehalten door verlaging van het Dinteldebiet met 2.5 m<sup>3</sup>/s. Deze daling wordt groter naarmate de hoeveelheid Dintelwater afneemt zoals uit de volgende twee figuren duidelijk wordt.

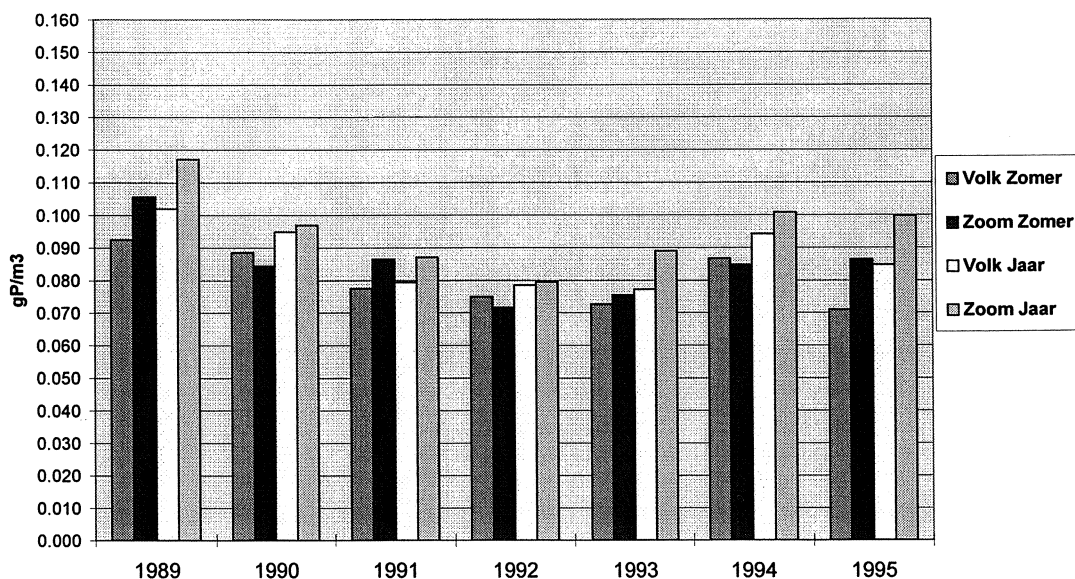
**Scenario 4b Omleiden van max. 10 m<sup>3</sup>/s van het Dinteldebiet**



Figuur 15

Bij het omleiden van 10 m<sup>3</sup>/s neemt de totaalfosfaatgehalte in het meer met ongeveer 8-13% af.

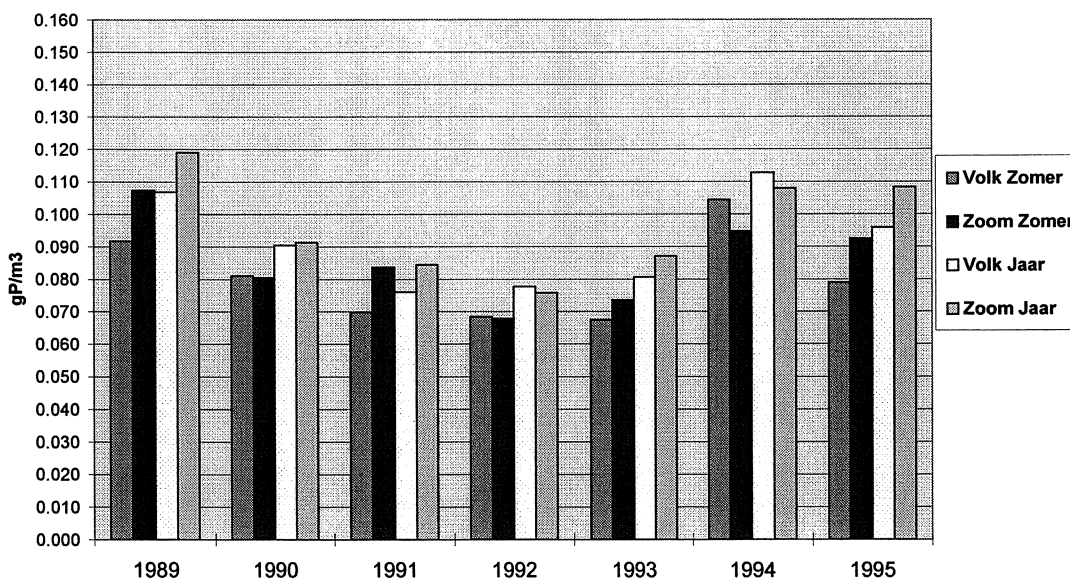
**Scenario 4c Omleiden van max. 30 m<sup>3</sup>/s van het Dinteldebiet**



Figuur 16

Bij omleiden van 30 m<sup>3</sup>/s nemen de concentraties nog meer af, met name in het Volkerak.

**Scenario 4d RAP en omleiding Dintel met max.10 m<sup>3</sup>/s**



Figuur 17

In deze scenario daalt de zomergemiddelde fosfaatgehalte van het Volkerakmeer in drie jaren onder de 0.07 g/m<sup>3</sup>. Voor het Zoommeer gebeurt dit voor één jaar.

Hieronder zijn de resultaten van de scenario's van de afzonderlijke jaren in tabel samengevat, alles in gP/m<sup>3</sup>.

Tabel 5

		Volk Zomer	Zoom Zomer	Volk Jaar	Zoom Jaar
<b>Gemeten</b>	<b>1989</b>	0.137	0.146	0.134	0.134
	<b>1990</b>	0.114	0.112	0.121	0.105
	<b>1991</b>	0.117	0.112	0.099	0.095
	<b>1992</b>	0.102	0.097	0.100	0.087
	<b>1993</b>	0.130	0.106	0.103	0.096
	<b>1994</b>	0.127	0.117	0.139	0.124
	<b>1995</b>	0.151	0.134	0.140	0.100
<b>Nominaal</b>	<b>1989</b>	0.112	0.119	0.134	0.134
	<b>1990</b>	0.107	0.095	0.121	0.105
	<b>1991</b>	0.090	0.093	0.099	0.095
	<b>1992</b>	0.090	0.078	0.100	0.087
	<b>1993</b>	0.086	0.082	0.103	0.096
	<b>1994</b>	0.130	0.115	0.139	0.124
	<b>1995</b>	0.096	0.103	0.115	0.119
<b>Scenario 1</b>	<b>1989</b>	0.103	0.114	0.125	0.129
	<b>1990</b>	0.095	0.088	0.109	0.097
	<b>1991</b>	0.080	0.088	0.090	0.089
	<b>1992</b>	0.080	0.073	0.092	0.082
	<b>1993</b>	0.076	0.077	0.095	0.091
	<b>1994</b>	0.123	0.112	0.132	0.120
	<b>1995</b>	0.091	0.101	0.109	0.116
<b>Scenario 2a</b>	<b>1989</b>	0.085	0.094	0.097	0.105
	<b>1990</b>	0.088	0.079	0.095	0.088
	<b>1991</b>	0.077	0.084	0.078	0.083
	<b>1992</b>	0.073	0.066	0.075	0.071
	<b>1993</b>	0.070	0.068	0.071	0.075
	<b>1994</b>	0.079	0.079	0.080	0.085
	<b>1995</b>	0.060	0.076	0.068	0.087
<b>Scenario 2b</b>	<b>1989</b>	0.087	0.106	0.110	0.120
	<b>1990</b>	0.073	0.077	0.089	0.085
	<b>1991</b>	0.062	0.079	0.074	0.080
	<b>1992</b>	0.063	0.063	0.078	0.072
	<b>1993</b>	0.059	0.068	0.081	0.082
	<b>1994</b>	0.111	0.106	0.121	0.113
	<b>1995</b>	0.081	0.097	0.100	0.111
<b>Scenario 2c</b>	<b>1989</b>	0.061	0.073	0.069	0.083
	<b>1990</b>	0.057	0.060	0.065	0.068
	<b>1991</b>	0.050	0.061	0.055	0.063
	<b>1992</b>	0.048	0.050	0.054	0.057
	<b>1993</b>	0.045	0.050	0.051	0.058
	<b>1994</b>	0.062	0.067	0.064	0.071
	<b>1995</b>	0.048	0.063	0.055	0.072

		Volk Zomer	Zoom Zomer	Volk Jaar	Zoom Jaar
<b>Scenario 3a</b>	<b>1989</b>	0.119	0.124	0.140	0.141
	<b>1990</b>	0.112	0.101	0.127	0.111
	<b>1991</b>	0.093	0.093	0.103	0.097
	<b>1992</b>	0.094	0.082	0.108	0.093
	<b>1993</b>	0.087	0.085	0.108	0.101
	<b>1994</b>	0.132	0.124	0.144	0.132
	<b>1995</b>	0.099	0.111	0.120	0.129
<b>Scenario 3b</b>	<b>1989</b>	0.141	0.144	0.157	0.158
	<b>1990</b>	0.124	0.119	0.146	0.136
	<b>1991</b>	0.107	0.102	0.121	0.114
	<b>1992</b>	0.109	0.098	0.132	0.122
	<b>1993</b>	0.091	0.090	0.124	0.119
	<b>1994</b>	0.132	0.134	0.156	0.153
	<b>1995</b>	0.105	0.116	0.129	0.144
<b>Scenario 4a</b>	<b>1989</b>	0.108	0.116	0.129	0.131
	<b>1990</b>	0.101	0.091	0.113	0.101
	<b>1991</b>	0.085	0.091	0.093	0.092
	<b>1992</b>	0.085	0.076	0.096	0.084
	<b>1993</b>	0.082	0.081	0.098	0.094
	<b>1994</b>	0.125	0.110	0.134	0.120
	<b>1995</b>	0.093	0.101	0.111	0.118
<b>Scenario 4b</b>	<b>1989</b>	0.101	0.111	0.116	0.123
	<b>1990</b>	0.093	0.086	0.102	0.098
	<b>1991</b>	0.080	0.088	0.085	0.089
	<b>1992</b>	0.079	0.073	0.087	0.080
	<b>1993</b>	0.077	0.078	0.089	0.091
	<b>1994</b>	0.111	0.098	0.120	0.111
	<b>1995</b>	0.084	0.094	0.102	0.111
<b>Scenario 4c</b>	<b>1989</b>	0.092	0.106	0.102	0.117
	<b>1990</b>	0.089	0.084	0.095	0.097
	<b>1991</b>	0.077	0.086	0.079	0.087
	<b>1992</b>	0.075	0.072	0.078	0.079
	<b>1993</b>	0.073	0.075	0.077	0.089
	<b>1994</b>	0.087	0.085	0.094	0.101
	<b>1995</b>	0.071	0.086	0.085	0.100
<b>Scenario 4d</b>	<b>1989</b>	0.092	0.107	0.107	0.119
	<b>1990</b>	0.081	0.080	0.090	0.091
	<b>1991</b>	0.070	0.084	0.076	0.084
	<b>1992</b>	0.068	0.068	0.078	0.076
	<b>1993</b>	0.067	0.073	0.081	0.087
	<b>1994</b>	0.104	0.095	0.113	0.108
	<b>1995</b>	0.079	0.092	0.096	0.108

Hieronder zijn in een tabel de gemiddelde totaalfosfaatwaarden en de procentuele afname ten opzichte van de nominale situatie van de gehele periode per scenario en per deelgebied weergegeven.

Tabel 6

	Volk		Zoom		Volk		Zoom	
	Zomer		Zomer		Jaar		Jaar	
	gP/m3	% verandering	gP/m3	% verandering	gP/m3	% verandering	gP/m3	% verandering
<b>Nominale som</b>	0.101		0.098		0.116		0.108	
<b>Scenario 1 (0.71*HD P)</b>	0.093	-8%	0.093	-5%	0.107	-7%	0.103	-4%
<b>Scenario 2a (0.36*Dintel P)</b>	0.076	-25%	0.078	-20%	0.081	-30%	0.085	-21%
<b>Scenario 2b (0.36*HD P)</b>	0.077	-24%	0.085	-13%	0.093	-19%	0.095	-12%
<b>Scenario 2c (0.36*HD P en 0.36*Dintel P)</b>	0.052	-49%	0.066	-33%	0.058	-50%	0.072	-34%
<b>Scenario 3a (Doorspoelen 100000 m3/dag)</b>	0.105	+4%	0.103	+5%	0.122	+6%	0.115	+6%
<b>Scenario 3b (Doorspoelen 700000 m3/dag)</b>	0.116	+14%	0.115	+17%	0.138	+19%	0.135	+25%
<b>Scenario 4a ( Omleiden 2.5 m3/s)</b>	0.097	-4%	0.095	-3%	0.111	-4%	0.106	-2%
<b>Scenario 4b (Omleiden 10 m3/s)</b>	0.089	-12%	0.090	-8%	0.100	-13%	0.100	-8%
<b>Scenario 4c (Omleiden 30 m3/s)</b>	0.080	-20%	0.085	-13%	0.087	-25%	0.096	-12%
<b>Scenario 4d (Omleiden 10 m3/s en 0.71*HD en 0.9*Dintel)</b>	0.080	-20%	0.085	-14%	0.091	-21%	0.094	-13%

## 5 Conclusies

- Alle berekeningsscenario's behalve doorspoeling met Hollands Diep water laten in meer of mindere mate vermindering van de gemiddelde fosfaatgehalten zien. Bij autonome ontwikkeling volgens het RAP scenario zal de reductie rond 5 à 10 % zijn in het meer zelf.
- Reductie van fosfaat in Dintel heeft relatief meer effect op de zomergemiddelde totaalfosfaatconcentratie dan reductie in het Hollands Diep.
- Doorspoeling met Hollands Diep water van de nominale kwaliteit na pieken in de Dintel heeft een negatief effect op de waterkwaliteit. Dit komt door de reductie van de verblijftijd waardoor processen als sedimentatie en begraving minder invloed hebben op de fosfaatconcentraties. Aangezien zowel het Hollands Diep als de Dintel hogere fosfaatgehalten hebben dan het Volkerak Zoommeer zelf zullen hogere debieten met dit water tot hogere concentraties leiden.
- Reductie van het Dinteldebiet resulteert bij de nominale Dintelconcentraties in vermindering van het totaalfosfaatgehalte.
- De positieve effecten (fosfaatverlaging) van de scenarioberekeningen zijn volgens de berekeningen groter op het Volkerakmeer dan op het Zoommeer. Andersom geldt dat bij verhoogde debiet door de Volkeraksluizen de stijging van fosfaat in het Volkerakmeer minder groot is dan in het Zoommeer. Dit hangt samen met de retentie in de beide meren.
- Omleiding van het Dinteldebiet resulteert in verlaagde fosfaatgehalten in het Volkerak Zoommeer. De omleiding van het Dinteldebiet moet bij de nominale concentraties te hoog worden ( $>35$  m<sup>3</sup>/s) om tot een concentratie van 0.07 g/m<sup>3</sup> in het Volkerak Zoommeer te leiden. Pas wanneer de P concentraties dalen volgens de verwachte autonome ontwikkeling heeft het omleiden van de Dintel groot effect.
- Wanneer we naar het verloop van de concentratie van totaalfosfaat kijken in de nominale situatie lijkt er een sterkere relatie te zijn met het debiet van de Dintel dan met die via de Volkeraksluizen. In de scenario's waarbij de concentratie in de Dintel wordt verminderd grijpt dit het meeste aan in 1994, het jaar waarin het Dinteldebiet hoger was dan het debiet via de Volkeraksluizen (zie figuur hoofdstuk 2). De effectiviteit van de scenario's hangt natuurlijk samen met het relatief belang van de posten.

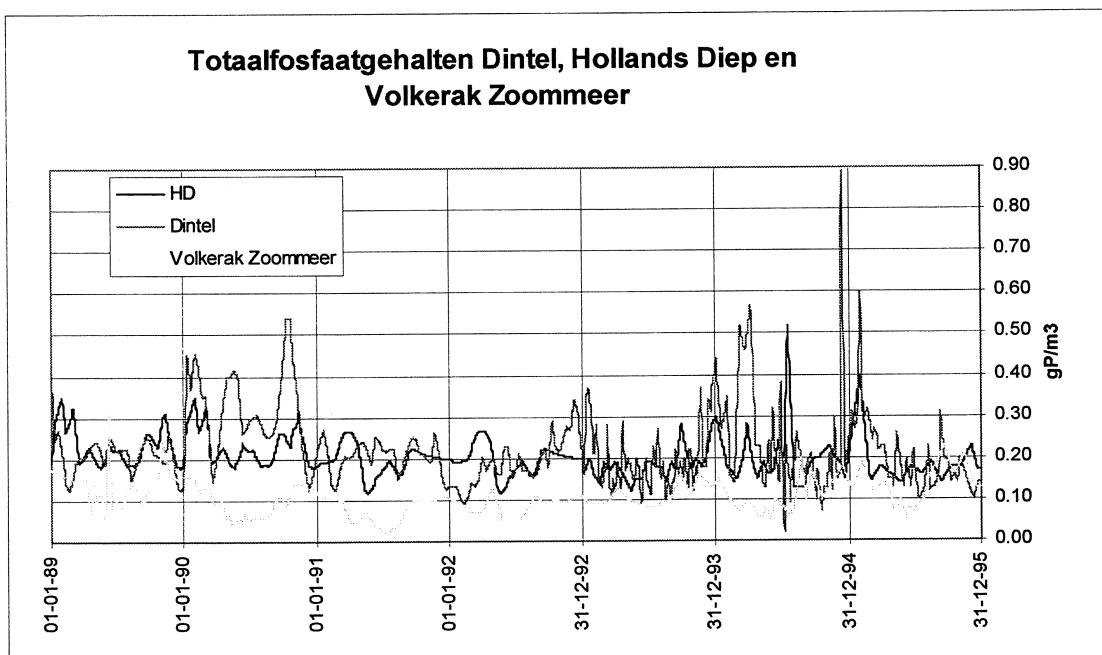


- De reducties die zijn berekend moeten worden afgezet tegen de afwijking van het model. Wanneer we nagaan dat het model de gemeten concentraties licht onderschat, houdt dit hetzelfde in voor de scenario's. Echter voor bijvoorbeeld de jaren 1989 en 1992 geldt dat het model voor het Volkerakmeer de gemiddelde concentraties goed reproduceert; de resultaten van deze jaren kunnen met meer vertrouwen worden gezien. Deze redenering moet worden toegepast bij het gebruiken van de resultaten.

## 6 Aanbevelingen

Wanneer de doorspoeling met Hollands Diep water niet gecompenseerd kan worden door verlaging van het Dinteldebiet heeft doorspoelen een negatief effect en moet dus niet plaatsvinden. Als de waterkwaliteit van de Dintel en het Hollands Diep autonoom verbetert zal matige doorspoeling met Hollands Diep water mogelijk wel een positief effect hebben.

Toch zal het effect van doorspoeling alleen met Hollands Diep water beperkt blijven tenzij de fosfaatconcentraties in het Hollands Diep lager worden dan die van zowel het Volkerak Zoommeer zelf als de Dintel.



Figuur 17

Om een groter effect te bereiken zou men kunnen denken aan combinatie van doorspoeling met Hollands Diep water en vermindering van het Dintel debiet.

Beheersregels als hieronder zouden moeten worden getoetst op hun effectiviteit:

1. ALS  $[P]_{HD} > [P]_{Dintel}$  DAN niet omleiden van de Dintel en Volkeraksluizen minimaal openen.
2. ALS  $[P]_{HD} < [P]_{Dintel}$  DAN maximaal omleiden en doorspoelen via de Volkeraksluizen met zo weinig mogelijk water.
3. ALS  $[P]_{Volkerak Zoommeer} > [P]_{HD}$  en/of  $[P]_{Dintel}$  DAN maximaliseren debiet van post met laagste fosfaatgehalte, ten koste van de post met de hogere fosfaatconcentratie.

Deze regels gaan uit van de minimaal benodigde hoeveelheid water in het Volkerak Zoommeer. In principe komt een en ander neer op het kiezen van de laagste vracht door de concentratie van het inkomend water minimaal te kiezen.

Verder zijn het doorzicht en chlorofylgehalte geen lineaire functie van de fosfaatgehalten en zou bij eventuele verdere studie ook gekeken moeten worden naar deze andere waterkwaliteitsaspecten.

## 7 Referenties

Frantzen N., Velden, J.A. van der, 1992. Natuurontwikkelingen Volkerak-Zoommeer in 1991. RIZA Nota nr. 92.062.

Michielsen, B.F., 1996. Toepassing van DBS op het Volkerak Zoommeer. In opdracht van RWS/RIZA. Waterloopkundig Laboratorium T1440.

Michielsen, B.F., 1998. Scenarioberekeningen Volkerak Zoommeer. In opdracht van RWS/RIZA. Waterloopkundig Laboratorium T2065.

Veen, M.P. van, 1989. IJking van het eutrofiëringsmodel JSBACH op het Volkerakmeer voor 1988. Werkdocument 89.123X.



## **wL | delft hydraulics**

**Rotterdamseweg 185  
postbus 177  
2600 MH Delft  
telefoon 015 285 85 85  
telefax 015 285 85 82  
e-mail [info@wldelft.nl](mailto:info@wldelft.nl)  
internet [www.wldelft.nl](http://www.wldelft.nl)**

**Rotterdamseweg 185  
p.o. box 177  
2600 MH Delft  
The Netherlands  
telephone +31 15 285 85 85  
telefax +31 15 285 85 82  
e-mail [info@wldelft.nl](mailto:info@wldelft.nl)  
internet [www.wldelft.nl](http://www.wldelft.nl)**

