



opdrachtgever:

Rijkswaterstaat RIZA

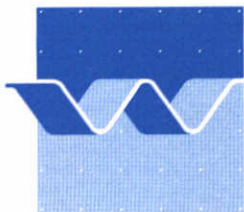
Detritusbeschikbaarheid IJsselmeer  
en Markermeer

rapport

februari 1997

# Detritusbeschikbaarheid IJsselmeer en Markermeer

B.F. Michielsen



**waterloopkundig laboratorium | WL**

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Igemene aanpak.....</b>	<b>2</b>
	2.1 De scenario's.....	2
	2.2 De fluxen.....	3
<b>3</b>	<b>IJsselmeer .....</b>	<b>5</b>
	3.1 Effecten van de nutriëntscenario's op de detritusbeschikbaarheid in het IJsselmeer.....	5
	3.1.1 Resultaten IJsselmeer .....	5
	3.1.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid nutriëntscenario's in het IJsselmeer.....	8
	3.2 Effecten van Graasscenario's op de detritushuishouding in het IJsselmeer .	8
	3.2.1 Resultaten graasscenario's detritusbeschikbaarheid IJsselmeer .....	8
	3.2.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid graasscenario's IJsselmeer ...	11
	3.3 Effecten van variatie in instraling en temperatuur op de detritushuishouding in het IJsselmeer .....	11
	3.3.1 Resultaten meteorologische scenario's IJsselmeer .....	11
	3.3.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid meteorologische scenario's IJsselmeer.....	13
<b>4</b>	<b>Markermeer.....</b>	<b>13</b>
	4.1 Effecten van de nutriëntscenario's op de detritusbeschikbaarheid in het Markermeer .....	13
	4.1.1 Resultaten nutriëntscenario' Markermeer .....	13
	4.1.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid nutriëntscenario's in het Markermeer .....	16
	4.2 Effect van Graasscenario's op de detritushuishouding in het Markermeer	16
	4.2.1 Resultaten graasscenario's detritusbeschikbaarheid Markermeer .	16
	4.2.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid graasscenario's Markermeer.	19
	4.3 Effecten van variatie in instraling en temperatuur op de detritushuishouding in het Markermeer .....	19
	4.3.1 Resultaten meteorologische scenario's Markermeer .....	19
	4.3.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid meteorologische scenario's Markermeer .....	21
	4.4 Slibscenario Markermeer .....	21
	4.4.1 Resultaten Slibscenario Markermeer .....	21
	4.4.2 Conclusies Slibscenario Markermeer.....	23

<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>23</b>
5.1	Algemene conclusies van de analyse van de effecten van scenario's op de detritushuishouding en -beschikbaarheid in het IJsselmeer en Markermeer. ....	23
5.2	Aanbevelingen.....	24

# I Inleiding

In het kader van het project 'Toepassing van DBS op het IJsselmeer-Markermeer' (Michielsen en Los, 1997), waarvan dit onderzoek een onderdeel is, zijn waterkwaliteitsberekeningen uitgevoerd waarin onder andere de fytoplanktonproductie en direct daaraan gerelateerde processen worden berekend. Met de gekalibreerde modellen zijn vervolgens nutriëntreductie-, graas- en meteorologische scenario's doorerekend. De effecten van de scenario's op de *concentraties* van opgeloste nutriënten, fytoplankton, detritus en particulier anorganisch materiaal zijn in bovengenoemd onderzoek gepresenteerd.

In dit onderzoek worden de effecten onderzocht van dezelfde scenario's op de *detritushuishouding* in het IJsselmeer/Markermeergebied:

Wat gebeurt er met de *organische stofstromen* wanneer nutriëntaanvoer, graasdruk en meteorologie veranderen?

Deze effecten leiden in DBS tot veranderingen in fluxgrootten. Op basis van deze informatie worden antwoorden op bovenstaande vraag gegeven. Deze antwoorden moeten leiden tot inzicht in de beschikbaarheid van organisch materiaal voor secundaire producenten. In hoofdstuk 2 worden de berekende scenario's en de organische fluxen toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de analyse voor het IJsselmeer uiteengezet. In hoofdstuk 4 gebeurt hetzelfde voor het Markermeer. In hoofdstuk 5 worden de conclusies van de analyses samengevat en worden aanbevelingen gedaan op basis hiervan. Dit rapport is gescreend door F.J. Los.

## 2 Algemene aanpak

### 2.1 De scenario's

In Michielsen en Los (1997) zijn onder andere de scenarioberekeningen met DBS voor het IJsselmeer en het Markermeer gerapporteerd. De volgende scenarioberekeningen zijn uitgevoerd:

- 1) Een nominale som ofwel kalibratie voor 1988 en 1989.
- 2) Nutriëntscenario's

Voor de nutriëntscenario's wordt uitgegaan van Rijn Actie Plan streefwaarden en enkele aanvullende reducties. De volgende reducties zijn doorerekend ten opzichte van 1985:

- A) 50% reductie van zowel P als N belasting
- B) 75% reductie P en 70% reductie N belasting
- C) 50% reductie P en 0% reductie N belasting
- D) 75% reductie P en 25% reductie N belasting
- E) 75% reductie P en 50% reductie N belasting (RAP)

### 3) Graasscenario's

In de graasscenario's wordt het belang van graas onderzocht door de graasdruk in een 4-tal berekeningen te variëren. De scenario's worden als volgt uitgevoerd:

- F) Nominale biomassa zoöplankton x 0.5; nominale mosselbiomassa x 1**
- G) Nominale biomassa zoöplankton x 1; nominale mosselbiomassa x 0.5**
- H) Nominale biomassa van zowel zoöplankton als mosselen x 0.5**
- I) Nominale biomassa van zowel zoöplankton als mosselen x 0.25**

Voor de nutriëntbelastingen in de graasscenario's zijn de waarden van nutriëntscenario D gebruikt.

### 4) Meteorologische scenario's

Er zijn 3 meteorologische scenario's doorgerekend om de invloed van variatie in instraling en temperatuur op de waterkwaliteit in beeld te krijgen. Hiertoe zijn tijdreeksen van minimum, maximum en gemiddelde instraling en -temperatuur afgeleid. De gegevens van 1988 en 1989 zijn hiertoe vergeleken waarna de maximum temperatuur per dag is genomen om tot de maximum temperatuurscurve te komen etc.. Zo zijn de volgende 3 scenario's geconstrueerd:

- J) Minimale instraling en temperatuur 1988-1989**
- K) Gemiddelde instraling en temperatuur 1988-1989**
- L) Maximale instraling en temperatuur 1988-1989**

Voor de nutriëntbelastingen in de meteorologie scenario's zijn de waarden van nutriëntscenario D gebruikt.

### 5) Slibscenario voor het Markermeer

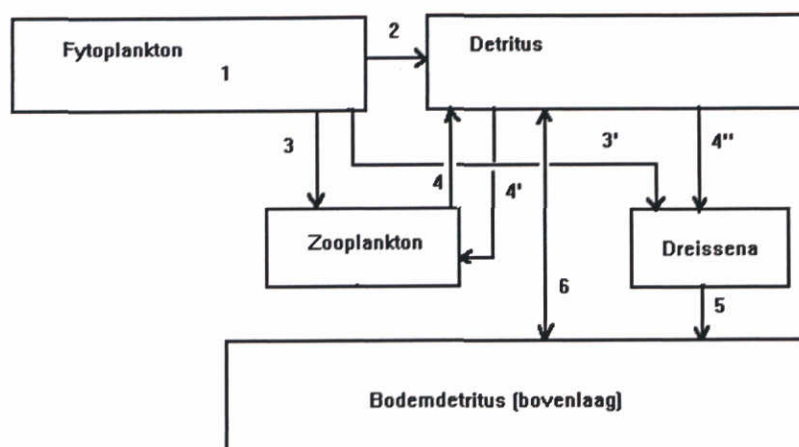
Het slibscenario is uitgevoerd om de invloed van de concentratie van anorganisch slib te onderzoeken. Hiertoe is als invoer voor het Markermeer de gloeirest-tijdreeks gebruikt van het IJsselmeer.

#### **M) IJsselmeer gloeirestconcentratie in Markermeer**

Deze berekening wordt vergeleken met de kalibratiesom van het Markermeer. Er is geen slibscenario uitgevoerd voor het IJsselmeer.

## **2.2 De fluxen**

Om de effecten van de scenario's op de detritusproductie en fluxen in beeld te krijgen is de scenario-uitvoer van DBS bewerkt en de hieruit voortkomende informatie is in tabelvorm, en deels in grafiekvorm gepresenteerd. Voor ieder type scenario is een aparte tabel en een figuur gemaakt. Hierin zijn de voor de vraagstelling meest relevante koolstoffluxen opgesomd. Op deze wijze kan een vergelijking worden gemaakt van de detritusproductie in de verschillende scenario's. De door het model berekende fluxen die hier worden beschouwd zijn in het volgende figuur schematisch weergegeven:



1. Fytoplankton productie
2. Detritusvorming door natuurlijke mortaliteit van fytoplankton
3. Graas van fytoplankton door zoöplankton (3) en mosselen (3')
4. Netto graas van zwevend detritus (=detritus **productie** door zoöplankton (4) - **consumptie** door beide grazers (4 en 4''))
5. (Pseudo)faecesproductie door mosselen
6. Netto sedimentatie van detritus

Op basis van een analyse van de veranderingen van- en samenhang tussen deze fluxen kan een schatting worden gemaakt welke invloeden te verwachten zijn van de genoemde scenario's op de lokale detritusproductie en daarmee op de detritusbeschikbaarheid. Aangezien de totale belasting van het IJsselmeer met organisch materiaal slechts 4 % bedraagt van de lokale productie wordt deze buiten beschouwing gelaten. Dit betekent natuurlijk niet dat de belastingen onbelangrijk zijn voor het systeem! Het betekent dat de hoeveelheid "eetbaar" organisch materiaal die per dag binnenkomt een fractie is van de hoeveelheid die door fytoplankton productie gerelateerde processen in het meer zelf wordt geproduceerd.

Detritus wordt onderverdeeld in een bodempool en een zwevende pool in DBS. Een aanname bij de bespreking van de resultaten en het afleiden van conclusies omtrent de beschikbaarheid van detritus, is dat de verdeling van organisch materiaal over de waterkolom en de bodem zoals door het model beschreven in grote lijnen klopt met de werkelijkheid. Een reden om dit aan te nemen is dat de kalibratie van DBS een goede reproductie laat zien van de organische pools in de waterfase zoals blijkt uit de reproductie van totaalfosfaat, Kjeldahl en chlorofyl.

De windgestuurde incidentele resuspensie is niet in het model opgenomen. Deze treedt met name op in het najaar en de winter (Slingerland, 1994), en is van groot belang voor de dynamiek in het Markermeer. De nalevering van opgelost fosfaat uit de bodem ligt in de range van gemeten waarden wat erop duidt dat, mits de mineralisatiesnelheid van bodemdetritus realistisch is gekozen, de bodempool van organische fosfaat en daarmee van organische stof in het algemeen redelijk overeenkomstig de werkelijkheid is. Op basis hiervan worden de conclusies getrokken met betrekking tot de detritushuishouding. Met fytoplankton productie wordt in dit rapport bedoeld de bruto toename van fytoplanktonbiomassa.

Pseudofaeces productie en netto sedimentatie worden bij de besprekingen van de resultaten (dus niet in de tabellen) opgeteld om de totale aanvoer van bodemdetritus te schatten. De natuurlijke mortaliteit van fytoplankton in combinatie met de zoöplanktonfaeces productie wordt gebruikt als een maat voor zwevend detritus productie. Het deel van fytoplankton productie dat niet door sterfte overgaat in detritus wordt direct begraasd door secundaire producenten (in dit geval mosselen en zoöplankton).

Eerst worden de resultaten voor het IJsselmeer besproken en vervolgens die van het Markermeer. Per groep scenario's is telkens zijn de resultaten zowel in tabelvorm als in figuren weergegeven. N.B. In de bijbehorende figuren staan de zone assen (zuid, west en oost) niet altijd in dezelfde volgorde!

## **3 IJsselmeer**

### **3.1 Effecten van de nutriëntscenario's op de detritusbeschikbaarheid in het IJsselmeer**

De beschreven koolstoffluxen uit de uitvoer van DBS zijn samengevat in tabel 1 en figuur 1. De tabel toont van links naar rechts eerst de resultaten van de nominale som van 1988 - 1989 en vervolgens van de nutriëntscenario's A t/m E. Steeds worden de resultaten per zone en per kwartaal gemiddeld.

#### **3.1.1 Resultaten IJsselmeer**

In tabel 1 en figuur 1 zijn de resultaten van de scenario's met betrekking tot de fluxen van organisch materiaal samengevat.





### *Fytoplankton produktie*

In het algemeen is de produktie van algen in het zuiden van het IJsselmeer ongeveer 50% van de produktie in het noorden. De fytoplankton produktie in het midden van het meer is jaargemiddeld wat lager dan in het noorden. De hogere graasdruk in het zuiden leidt tot een lagere fytoplanktonbiomassa. Dit resulteert weer in lagere produktie per oppervlakte eenheid, ondanks het betere lichtklimaat. Het verschil is het grootst in het derde kwartaal, wanneer de algenbiomassa in het noorden het hoogst is. De invloed van de nutriëntscenario's op de fytoplankton produktie is groot. De grootste vermindering (48%) van de fytoplankton produktie door reductie van nutriëntbeschikbaarheid treedt op in scenario B. De kleinste afname (13%) treedt op bij scenario C. In de gradiënt van zuid naar noord verandert er verhoudingsgewijs weinig tussen de scenario's.

### *Natuurlijke mortaliteit van fytoplankton*

Deze flux wordt als negatieve waarde aangeduid in de tabel omdat vanuit fytoplankton wordt 'geredeneerd'. Deze flux komt neer op de vorming van zwevend detritus door natuurlijke fytoplanktonsterfte. Deze flux verandert op dezelfde wijze (en met vergelijkbare percentages) in de tijd en ruimte als de fytoplankton produktie onder invloed van de verschillende nutriëntscenario's. De vorming van zwevend detritus door fytoplanktonsterfte ondervindt dus grote invloed van de veranderingen van nutriëntbelastingen volgens het model.

### *Graas van fytoplankton*

De graas van fytoplankton door zoöplankton en mosselen is relatief minder afgenomen in de scenario's ten opzichte van de nominale som dan de fytoplankton produktie. Dit komt doordat de filtreersnelheid van beide grazers in reactie op de verlaagde zwevende organische stof concentraties zijn verhoogd (Noordhuis, R. Reeders, H. en A. bij de Vaate, 1992), en wel bij gelijkveronderstelde graasbiomassa's. Als gevolg hiervan neemt met de reductie van de nutriëntbelasting, de proportie natuurlijke sterfte af ten gunste van graas.

### *Netto Graas van zwevend detritus*

Deze term is de optelling van verwijdering van zwevend detritus uit het water door beide grazers en de produktie van zwevend fecaal detritus van zoöplankton. Deze flux neemt af met de afname van fytoplanktonproduktie in de nutriëntscenario's. Hier is duidelijk het effect van de dominantie van mosselen in het zuiden te zien in het feit dat de graas van detritus hoger is dan de produktie van detritus, terwijl in het noorden er een positieve netto produktie is van detritus. Men moet hierbij bedenken dat het model alle faeces en pseudofaeces van mosselen naar de bodem laat 'sedimenteren', terwijl de zoöplanktonfaeces aan de zwevende detritus pool wordt toegevoegd.

### *(Pseudo)faecesproduktie door mosselen*

De produktie van complexdetritus neemt af door de vermindering van organische zwevende stofgehalten in het zuiden van het IJsselmeer. Deze reductie is niet even sterk als de reductie van fytoplankton produktie. Dit komt door de al beschreven verhoging van de filtreersnelheid door afname van de concentratie van zwevend organische stof in het water. Verder is zichtbaar dat de produktie van pseudofaeces in het oosten veel lager is in het zuiden.

### *Netto sedimentatie*

De effecten van de scenario's op de netto sedimentatie van detritus in DBS is grofweg evenredig met die op de fytoplankton produktie. De totale flux van organisch materiaal naar het complex bestaat uit netto sedimentatie van detritus plus pseudofaecesvorming. In het zuiden is het belang van pseudofaecesvorming voor deze flux ongeveer 20 maal zo groot als het belang van sedimentatie. In het oosten bestaat de detritusflux naar de bodem voor bijna de helft uit netto sedimentatie.

### **3.1.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid nutriëntscenario's in het IJsselmeer**

Uit tabel 1 en figuur 1 kan worden afgeleid dat de grootste vermindering in detritusproductie optreedt onder nutriëntscenario B. Het belangrijkste verschil tussen de scenario's is dat de fytoplankton productie grote verschillen vertoont tussen de scenario's onderling. De fytoplankton productie is de belangrijkste bronterm van organisch materiaal. Het deel hiervan dat overgaat in detritus door natuurlijke sterfte hangt af van de mate van graas. Uit de scenario's kan worden afgeleid dat de fractie van fytoplankton productie die wordt begraasd toeneemt met afnemende fytoplankton productie. Dit betekent dat er minder fytoplankton overblijft om "verse detritus" te vormen door natuurlijke sterfte. Aangezien de fractie van fytoplankton productie die naar de bodem gaat via sedimentatie en pseudofaecesvorming vrijwel gelijk blijft in alle nutriëntscenario's, ongeveer 45%, betekent dit in absolute zin ook minder detritusbeschikbaarheid op de bodem bij lagere fytoplankton productie.

## **3.2 Effecten van Graasscenario's op de detritushuishouding in het IJsselmeer**

Om de effecten van verschillende graasdruk op de detritushuishouding te onderzoeken met DBS is een analyse uitgevoerd analoog aan die in de voorgaande paragraaf. Deze is uitgevoerd op de samengevatte resultaten van de graasscenario's.

### **3.2.1 Resultaten graasscenario's detritusbeschikbaarheid IJsselmeer**

In tabel 2 en figuur 2 zijn de resultaten van DBS samengevat voor de graasscenario's in het Markermeer.

Detritusbeschikbaarheid			Graasscenario's									IJsselmeer						
Scenario	Jaar	Scen. D	Scen. F			Scen. G			Scen. H			Scen. I						
Flux	Kwartaal	Zuid	Midden	Noord	Zuid	Midden	Noord	Zuid	Midden	Noord	Zuid	Midden	Noord	Zuid	Midden	Noord		
Prim. Prod. (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	0.99	1.24	1.41	1.32	1.50	1.28	1.43	1.40	1.46	2.03	1.72	1.38	2.13	1.71	1.33	
		2	0.83	1.21	1.53	1.13	1.59	1.38	1.37	1.51	1.56	1.93	2.01	1.46	2.04	1.85	1.53	
		3	0.72	1.68	1.81	0.94	1.82	1.63	1.09	1.91	1.90	2.10	2.17	1.86	2.20	2.10	1.89	
		4	0.81	1.67	1.50	1.48	1.74	1.31	1.40	1.88	1.57	2.32	2.06	1.56	2.28	2.00	1.67	
	1989	1	0.93	1.39	1.39	1.53	1.47	1.23	1.39	1.52	1.40	2.06	1.77	1.29	2.28	1.75	1.29	
		2	0.86	1.31	1.41	1.61	1.56	1.29	1.43	1.49	1.48	1.95	1.78	1.46	2.12	1.69	1.53	
		3	0.57	1.61	1.64	1.14	1.63	1.48	1.00	1.72	1.75	2.03	1.88	1.71	2.21	1.89	1.87	
		4	0.68	1.64	1.54	1.48	1.74	1.38	1.32	1.81	1.61	2.31	1.92	1.63	2.30	2.00	1.73	
	Gemidd.					1.27			1.44			1.52			1.85		1.89	
	Mort. Fytop. (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	-0.36	-0.46	-0.80	-0.52	-0.68	-0.94	-0.64	-0.61	-0.90	-1.17	-1.15	-1.10	-1.52	-1.40	-1.23
			2	-0.32	-0.41	-0.92	-0.43	-0.71	-1.05	-0.56	-0.64	-0.99	-1.06	-1.31	-1.20	-1.37	-1.60	-1.41
			3	-0.25	-0.66	-1.16	-0.32	-0.94	-1.28	-0.41	-0.93	-1.27	-0.98	-1.42	-1.49	-1.36	-1.78	-1.68
			4	-0.21	-0.73	-0.94	-0.45	-0.95	-1.03	-0.49	-0.93	-1.06	-1.15	-1.45	-1.26	-1.52	-1.68	-1.48
1989		1	-0.25	-0.55	-0.84	-0.57	-0.80	-0.95	-0.56	-0.70	-0.90	-1.06	-1.15	-1.05	-1.45	-1.45	-1.18	
		2	-0.22	-0.49	-0.87	-0.55	-0.79	-0.99	-0.53	-0.68	-0.96	-0.96	-1.23	-1.17	-1.26	-1.51	-1.37	
		3	-0.12	-0.64	-1.04	-0.29	-0.90	-1.15	-0.29	-0.89	-1.17	-0.81	-1.36	-1.42	-1.26	-1.72	-1.73	
		4	-0.07	-0.69	-1.04	-0.37	-0.98	-1.13	-0.37	-0.90	-1.12	-1.05	-1.37	-1.37	-1.48	-1.70	-1.56	
Gemidd.					-0.58			-0.78			-0.77			-1.20		-1.49		
Graas Fytop. (gC/m <sup>2</sup> /dag)		1988	1	-0.81	-0.67	-0.49	-0.95	-0.67	-0.28	-0.84	-0.72	-0.47	-0.82	-0.62	-0.25	-0.44	-0.33	-0.13
			2	-0.60	-0.71	-0.55	-0.77	-0.77	-0.31	-0.75	-0.82	-0.52	-0.71	-0.70	-0.28	-0.38	-0.36	-0.14
			3	-0.58	-0.83	-0.61	-0.74	-0.71	-0.34	-0.68	-0.88	-0.58	-0.86	-0.69	-0.31	-0.45	-0.35	-0.16
			4	-0.85	-0.74	-0.52	-1.18	-0.59	-0.29	-0.99	-0.79	-0.49	-1.01	-0.56	-0.27	-0.53	-0.30	-0.14
	1989	1	-0.81	-0.65	-0.48	-1.04	-0.53	-0.27	-0.85	-0.71	-0.45	-0.89	-0.58	-0.24	-0.50	-0.30	-0.12	
		2	-0.80	-0.67	-0.52	-1.06	-0.62	-0.30	-0.87	-0.76	-0.49	-0.85	-0.60	-0.27	-0.47	-0.31	-0.14	
		3	-0.58	-0.80	-0.63	-1.01	-0.62	-0.36	-0.71	-0.84	-0.61	-0.97	-0.58	-0.33	-0.52	-0.29	-0.17	
		4	-0.86	-0.71	-0.54	-1.26	-0.54	-0.30	-1.00	-0.72	-0.51	-1.13	-0.47	-0.27	-0.60	-0.25	-0.14	
	Gemidd.					-0.67			-0.65			-0.71			-0.59		-0.31	
	Graas Det. (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	0.10	0.28	0.35	0.00	0.13	0.16	0.25	0.37	0.37	0.12	0.21	0.18	0.06	0.11	0.09
			2	0.08	0.27	0.39	0.00	0.13	0.18	0.22	0.40	0.41	0.08	0.23	0.20	0.04	0.11	0.10
			3	0.01	0.39	0.43	-0.05	0.16	0.19	0.13	0.49	0.47	0.12	0.26	0.22	0.06	0.13	0.11
			4	0.04	0.38	0.37	-0.03	0.19	0.16	0.24	0.47	0.39	0.14	0.23	0.19	0.07	0.11	0.10
1989		1	0.01	0.35	0.34	-0.09	0.18	0.15	0.19	0.43	0.36	0.10	0.23	0.17	0.06	0.11	0.09	
		2	0.02	0.32	0.36	-0.07	0.19	0.16	0.21	0.42	0.39	0.08	0.23	0.19	0.04	0.11	0.10	
		3	-0.06	0.44	0.44	-0.11	0.22	0.20	0.07	0.52	0.48	0.11	0.27	0.23	0.06	0.13	0.12	
		4	-0.02	0.41	0.37	-0.11	0.22	0.16	0.19	0.49	0.40	0.11	0.27	0.19	0.05	0.13	0.10	
Gemidd.					0.02			0.02			0.11			0.06		0.10		
Pseudofaeces (gC/m <sup>2</sup> /dag)		1988	1	0.54	0.27	0.08	0.78	0.43	0.08	0.46	0.24	0.04	0.58	0.32	0.05	0.32	0.18	0.02
			2	0.37	0.31	0.10	0.62	0.52	0.10	0.41	0.29	0.05	0.53	0.38	0.05	0.29	0.20	0.03
			3	0.41	0.30	0.11	0.63	0.45	0.11	0.42	0.27	0.05	0.62	0.34	0.05	0.33	0.18	0.03
			4	0.61	0.24	0.10	1.00	0.31	0.10	0.58	0.21	0.05	0.73	0.26	0.05	0.38	0.15	0.03
	1989	1	0.61	0.18	0.09	0.94	0.26	0.09	0.50	0.19	0.04	0.66	0.27	0.04	0.37	0.15	0.02	
		2	0.60	0.23	0.10	0.95	0.33	0.10	0.53	0.22	0.05	0.65	0.29	0.05	0.37	0.15	0.03	
		3	0.46	0.25	0.12	0.92	0.32	0.12	0.49	0.21	0.06	0.72	0.24	0.06	0.39	0.13	0.03	
		4	0.67	0.20	0.11	1.14	0.24	0.11	0.63	0.14	0.05	0.86	0.15	0.05	0.46	0.08	0.03	
	Gemidd.					0.53			0.50			0.67			0.37		0.03	
	Netto sedimentatie (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	0.07	0.09	0.16	0.07	0.10	0.15	0.12	0.13	0.18	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21
			2	0.06	0.09	0.18	0.06	0.10	0.18	0.10	0.14	0.20	0.14	0.20	0.21	0.17	0.23	0.23
			3	0.05	0.13	0.22	0.05	0.14	0.21	0.08	0.18	0.24	0.14	0.22	0.25	0.18	0.26	0.26
			4	0.05	0.13	0.18	0.06	0.14	0.18	0.10	0.18	0.21	0.16	0.22	0.21	0.20	0.24	0.23
1989		1	0.05	0.10	0.17	0.07	0.12	0.16	0.10	0.14	0.18	0.14	0.18	0.19	0.17	0.22	0.20	
		2	0.04	0.10	0.17	0.05	0.12	0.17	0.09	0.15	0.19	0.12	0.20	0.20	0.15	0.23	0.21	
		3	0.02	0.13	0.21	0.03	0.14	0.20	0.06	0.18	0.23	0.11	0.22	0.24	0.15	0.26	0.26	
		4	0.02	0.13	0.21	0.03	0.15	0.20	0.07	0.18	0.23	0.13	0.22	0.24	0.18	0.25	0.25	
Gemidd.					0.05			0.09			0.14			0.17		0.23		
Gemidd.					0.12			0.12			0.15			0.19		0.21		

### *Fytoplankton produktie*

Als gevolg van de verlaagde biomassa van zoöplankton is de fytoplankton produktie van fytoplankton in zuidelijke en de middelste zone toegenomen. Dit is een gevolg van de afgenomen graasdruk en daaruit voorkomende hogere fytoplanktonbiomassa. In de noordelijke zone is de fytoplankton produktie afgenomen in alle kwartalen van de berekening. Dit is een gevolg van het transport van het surplus aan geproduceerde biomassa in de overige zones naar het noorden, waardoor de lokale groei van fytoplanktonbiomassa afneemt. Men kan het ook zien als een resultante van de twee verschijnselen; lokale produktieverhoging in het noorden versus aanvoer door transport uit het midden en zuiden. Immers: wat door transport uit andere delen wordt aangevoerd hoeft en kan niet meer ter plekke geproduceerd worden!

De fytoplankton produktie neemt gebiedsgemiddeld toe met 14 % door de zoöplanktonbiomassa reductie in scenario F. Er treedt een nog grotere toename van de fytoplankton produktie op door de halvering van de mosselbiomassa ten opzichte van scenario D. Mogelijk moet deze toename in werkelijkheid hoger worden ingeschat aangezien de graasdruk van mosselen in het model mogelijk wordt onderschat en de graasdruk van zoöplankton wordt overschat (Michielsen en Los, 1997). Verder geldt dat bij verdere verlaging van de graasdruk in de scenario's H en I, de fytoplankton produktie nog toeneemt. Uit het verschil tussen de tijd en gebiedsgemiddelde fytoplankton produktie in scenario H en I kan worden afgeleid dat een nog verdere afname van de graasbiomassa's geen grote toename van fytoplankton produktie tot gevolg zullen hebben.

### *Natuurlijke mortaliteit van fytoplankton*

Natuurlijke mortaliteit neemt toe als gevolg van afnemende graas. Dit effect is het sterkst in de zuidelijke en middenzone van het IJsselmeer, waar de graasdruk het grootst is in de nominale berekening. Verder is het effect het grootst in het derde kwartaal van de beide jaren.

### *Graas van fytoplankton*

Als gevolg van een vermindering van de zoöplanktonbiomassa in scenario F neemt de graas van fytoplankton af. Dit gebeurt echter niet wanneer de biomassa van mosselen wordt verlaagd in plaats van de biomassa van zoöplankton. Dit laatste is een gevolg van de grotere preferentie van zoöplankton voor fytoplankton in het model. De mosselen 'consumeren' algen en detritus in de verhouding die heerst in de waterkolom. Zoöplankton daarentegen heeft in de gehanteerde coëfficiëntzettingen een sterke preferentie voor levend organisch materiaal boven detritus. Aangezien de algenbiomassa toeneemt door verminderde mosselgraas in scenario G en de zoöplanktonbiomassa gelijk blijft, wordt er - zij het marginaal - meer fytoplankton geconsumeerd dan in de nominale som. Er wordt daarentegen minder detritus geconsumeerd in scenario G ten opzichte van scenario F.

### *Netto Graas van detritus*

In scenario F wordt er tengevolge van de verlaagde zoöplanktonbiomassa minder detritus door deze groep geproduceerd in de vorm van faeces. In scenario G daarentegen wordt er juist meer faeces geproduceerd door zoöplankton zodat de pool van zwevend detritus sneller wordt aangevuld. In scenario's H en I neemt de totale detritus consumptie **relatief** toe ten opzichte van de detritusproduktie door zoöplanktonfaecesproduktie waardoor er netto minder detritus toename is door graas in vergelijking met scenario D.

### *(Pseudo)faecesproductie door mosselen*

In scenario F is de (pseudo)faeces productie door mosselen als gevolg van een grotere fytoplankton beschikbaarheid bij afwezigheid van zoöplankton toegenomen ten opzichte van scenario D. Verder speelt hierin mee de lagere productie van detritus in de vorm van zoöplankton faeces. In scenario G treedt een lichte afname op van (pseudo)faeces productie door mosselen. Deze is het gevolg van de verminderde mosselbiomassa. In scenario H treedt wederom het verschijnsel op van verhoogde pseudofaeces productie door afwezigheid van de concurrerende grazer zoöplankton.

## **3.2.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid graasscenario's IJsselmeer**

In de formuleringen van het model wordt ervan uitgegaan dat pseudofaeces naar de bodem zakt. Faecale pellets van zoöplankton daarentegen worden toegevoegd aan de zwevende detrituspool. Daarom gaat er meer detritus naar de bodem wanneer er meer mosselen zijn dan zoöplankton. Afnemende graas leidt in de scenario's ertoe dat de flux van detritus naar de bodem sterk afneemt. Dit komt doordat een groot deel van de algen door natuurlijke sterfte overgaat in detritus. Dit leidt ertoe dat een groter deel van de organische productie in suspensie blijft, daar sedimentatie alleen minder snel bodemdetrیتusaangroei tot gevolg heeft dan sedimentatie in combinatie met pseudofaecesvorming. Het is de vraag of zoöplankton faecale pellets zoals nu gebeurt terecht kunnen worden toegevoegd aan de detrituspool. Het is mogelijk dat de faecale pellets van zoöplankton sneller sedimenteren dan dode algen. In dat geval zal bovenbeschreven vermindering van de organische flux naar de bodem bij afnemende graas versterkt optreden in vergelijking met de model uitkomsten.

## **3.3 Effecten van variatie in instraling en temperatuur op de detritushuishouding in het IJsselmeer**

De resultaten van de meteorologische scenarioberekeningen zoals beschreven in het voorgaande hoofdstuk zijn op dezelfde wijze geanalyseerd als de nutriënt- en graasscenario's. Er is hiervan eveneens een samenvattend tabel en een figuur gemaakt.

### **3.3.1 Resultaten meteorologische scenario's IJsselmeer**

In tabel 3 en figuur 3 zijn de effecten van de meteorologische scenario's op de detritus fluxen samenvattend weergegeven.

Detritusbeschikbaarheid			Meteorologische scenario's									IJsselmeer			
Scenario	Jaar	Scen. D				Scen. J			Scen. K.			Scen. L.			
Flux	Kwartaal	Zuid	Midden	Noord	Zuid	Midden	Noord	Zuid	Midden	Noord	Zuid	Midden	Noord		
Prim. Prod. (gC/m2/dag)	1988	1	0.99	1.24	1.41	0.88	1.08	1.27	0.97	1.22	1.41	1.06	1.35	1.51	
		2	0.83	1.21	1.53	0.71	1.09	1.43	0.83	1.29	1.55	0.97	1.48	1.65	
		3	0.72	1.68	1.81	0.58	1.54	1.66	0.67	1.77	1.83	0.78	1.94	1.99	
		4	0.81	1.67	1.50	0.71	1.53	1.40	0.84	1.72	1.49	1.00	1.89	1.61	
	1989	1	0.93	1.39	1.39	0.86	1.31	1.32	1.00	1.49	1.39	1.17	1.63	1.47	
		2	0.86	1.31	1.41	0.74	1.20	1.30	0.95	1.39	1.40	1.16	1.52	1.53	
		3	0.57	1.61	1.64	0.51	1.45	1.49	0.65	1.63	1.61	0.78	1.77	1.73	
		4	0.68	1.64	1.54	0.61	1.43	1.36	0.74	1.62	1.49	0.88	1.82	1.61	
			0.80	1.47	1.53	0.70	1.33	1.40	0.83	1.51	1.52	0.97	1.68	1.64	
		Gemidd.			1.27			1.14			1.29			1.43	
	Mort. Fytop. (gC/m2/dag)	1988	1	-0.36	-0.46	-0.80	-0.33	-0.38	-0.70	-0.35	-0.44	-0.81	-0.37	-0.50	-0.90
			2	-0.32	-0.41	-0.92	-0.29	-0.36	-0.81	-0.32	-0.42	-0.92	-0.36	-0.49	-1.02
			3	-0.25	-0.66	-1.16	-0.22	-0.60	-1.05	-0.24	-0.71	-1.19	-0.25	-0.81	-1.32
			4	-0.21	-0.73	-0.94	-0.17	-0.68	-0.86	-0.19	-0.78	-0.95	-0.20	-0.89	-1.06
		1989	1	-0.25	-0.55	-0.84	-0.22	-0.52	-0.75	-0.26	-0.61	-0.84	-0.31	-0.71	-0.93
			2	-0.22	-0.49	-0.87	-0.18	-0.44	-0.78	-0.22	-0.53	-0.87	-0.26	-0.62	-0.97
3			-0.12	-0.64	-1.04	-0.10	-0.56	-0.92	-0.12	-0.66	-1.01	-0.14	-0.75	-1.11	
4			-0.07	-0.69	-1.04	-0.07	-0.58	-0.91	-0.09	-0.67	-1.01	-0.11	-0.76	-1.11	
			-0.23	-0.58	-0.95	-0.20	-0.52	-0.85	-0.22	-0.60	-0.95	-0.25	-0.69	-1.05	
		Gemidd.			-0.58			-0.52			-0.59			-0.66	
Graas Fytop. (gC/m2/dag)		1988	1	-0.81	-0.67	-0.49	-0.72	-0.59	-0.46	-0.80	-0.67	-0.49	-0.86	-0.74	-0.51
			2	-0.60	-0.71	-0.55	-0.49	-0.65	-0.53	-0.59	-0.76	-0.56	-0.67	-0.86	-0.58
			3	-0.58	-0.83	-0.61	-0.46	-0.77	-0.58	-0.54	-0.86	-0.61	-0.62	-0.94	-0.64
			4	-0.85	-0.74	-0.52	-0.77	-0.68	-0.49	-0.90	-0.75	-0.51	-1.03	-0.82	-0.54
		1989	1	-0.81	-0.65	-0.48	-0.77	-0.60	-0.46	-0.86	-0.66	-0.48	-0.96	-0.71	-0.50
			2	-0.80	-0.67	-0.52	-0.71	-0.62	-0.50	-0.87	-0.69	-0.52	-1.03	-0.75	-0.55
	3		-0.58	-0.80	-0.63	-0.53	-0.73	-0.60	-0.66	-0.80	-0.63	-0.78	-0.86	-0.66	
	4		-0.86	-0.71	-0.54	-0.78	-0.63	-0.50	-0.90	-0.70	-0.53	-1.03	-0.77	-0.55	
			-0.74	-0.72	-0.54	-0.65	-0.66	-0.51	-0.76	-0.74	-0.54	-0.87	-0.80	-0.57	
		Gemidd.			-0.67			-0.61			-0.68			-0.75	
	Graas Det. (gC/m2/dag)	1988	1	0.10	0.28	0.35	0.09	0.24	0.33	0.10	0.27	0.35	0.11	0.30	0.37
			2	0.08	0.27	0.39	0.06	0.24	0.37	0.07	0.29	0.40	0.10	0.32	0.41
			3	0.01	0.39	0.43	0.00	0.37	0.41	0.01	0.41	0.44	0.02	0.43	0.46
			4	0.04	0.38	0.37	0.04	0.36	0.34	0.06	0.40	0.36	0.09	0.43	0.37
		1989	1	0.01	0.35	0.34	0.00	0.33	0.33	0.01	0.37	0.34	0.02	0.39	0.35
			2	0.02	0.32	0.36	0.01	0.30	0.35	0.03	0.34	0.36	0.06	0.37	0.38
3			-0.06	0.44	0.44	-0.07	0.40	0.42	-0.06	0.44	0.44	-0.05	0.47	0.46	
4			-0.02	0.41	0.37	-0.04	0.37	0.35	-0.03	0.41	0.37	-0.02	0.44	0.38	
			0.02	0.36	0.38	0.01	0.33	0.36	0.02	0.36	0.38	0.04	0.39	0.40	
		Gemidd.			0.25			0.23			0.26			0.28	
Pseudofaeces (gC/m2/dag)		1988	1	0.54	0.27	0.08	0.48	0.24	0.07	0.53	0.28	0.08	0.57	0.31	0.09
			2	0.37	0.31	0.10	0.30	0.28	0.09	0.37	0.34	0.10	0.42	0.39	0.10
			3	0.41	0.30	0.11	0.33	0.27	0.10	0.38	0.31	0.11	0.44	0.36	0.11
			4	0.61	0.24	0.10	0.54	0.21	0.09	0.63	0.24	0.10	0.72	0.26	0.10
		1989	1	0.61	0.18	0.09	0.58	0.16	0.08	0.65	0.18	0.09	0.73	0.20	0.09
			2	0.60	0.23	0.10	0.53	0.21	0.09	0.65	0.23	0.10	0.76	0.25	0.10
	3		0.46	0.25	0.12	0.43	0.22	0.11	0.53	0.24	0.12	0.62	0.26	0.12	
	4		0.67	0.20	0.11	0.61	0.18	0.10	0.71	0.20	0.11	0.80	0.22	0.11	
			0.53	0.25	0.10	0.47	0.22	0.09	0.56	0.25	0.10	0.63	0.28	0.10	
		Gemidd.			0.29			0.26			0.30			0.34	
	Netto sedimentatie (gC/m2/dag)	1988	1	0.07	0.09	0.16	0.07	0.08	0.14	0.07	0.09	0.16	0.07	0.09	0.16
			2	0.06	0.09	0.18	0.06	0.08	0.17	0.06	0.09	0.18	0.07	0.10	0.19
			3	0.05	0.13	0.22	0.05	0.12	0.21	0.05	0.13	0.22	0.05	0.14	0.23
			4	0.05	0.13	0.18	0.05	0.13	0.17	0.06	0.14	0.18	0.06	0.15	0.19
		1989	1	0.05	0.10	0.17	0.04	0.10	0.15	0.05	0.11	0.17	0.05	0.12	0.18
			2	0.04	0.10	0.17	0.03	0.09	0.16	0.04	0.11	0.17	0.04	0.12	0.18
3			0.02	0.13	0.21	0.02	0.12	0.19	0.02	0.13	0.20	0.03	0.14	0.21	
4			0.02	0.13	0.21	0.02	0.12	0.19	0.02	0.13	0.21	0.02	0.14	0.21	
			0.05	0.11	0.19	0.04	0.10	0.18	0.05	0.12	0.19	0.05	0.12	0.19	
		Gemidd.			0.12			0.11			0.12			0.12	

#### *Fytoplankton produktie*

Als gevolg van de lagere instralingsintensiteit en temperatuur in scenario J is ook de ruimte- en tijdgemiddelde fytoplankton produktie lager (10%). Scenario K laat ongeveer dezelfde waarden zien als scenario D en scenario L, met de maximum waarden voor temperatuur en instraling, laat een verhoging van de fytoplankton produktie zien van 13%.

#### *Natuurlijke mortaliteit van fytoplankton, Graas van fytoplankton, Netto graas van detritus en Pseudofaecesvorming door mosselen*

Grofweg dezelfde veranderingen als voor fytoplankton produktie gelden ook voor de overige fluxen. Deze veranderingen zijn een gevolg van de temperatuursafhankelijkheid van zowel de biologische als de chemisch en chemisch-fysische processen in het model. Toch spelen de temperatuursafhankelijkheid van graasdruk en de temperatuurs- en instralingsafhankelijkheid van de fytoplankton produktie de grootste rol in de waargenomen fluxveranderingen. De toename van detritusproduktie met temperatuur zal vergezeld gaan van een toename in metabolisme snelheid van detrivoren alsook een toename in mineralisatiesnelheid.

### **3.3.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid meteorologische scenario's IJsselmeer**

Uit tabel 3 en figuur 3 kan verder samenvattend worden afgeleid dat de beschikbaarheid van detritus toe zal nemen met toename van instraling en temperatuur. De toename is rechtstreeks een gevolg van de toename van fytoplankton produktie. Het gevolg bij de doorgerkende meteorologiescenario's is een hogere beschikbaarheid van zowel zwevend- (25%) als bodemdetritus (22%). Aangezien metabolische processen en mineralisatie processen ook door hogere temperaturen sneller verlopen kan verwacht worden dat de vergrote beschikbaarheid tenminste voor een deel wordt gecompenseerd door grotere detrivoren vraag en snellere afbraak.

## **4 Markermeer**

### **4.1 Effecten van de nutriëntscenario's op de detritusbeschikbaarheid in het Markermeer**

Uit de uitvoer van DBS zijn de beschreven koolstoffluxen samengevat in tabel 4 en figuur 4. In de tabel zijn de resultaten wederom van links naar rechts gepresenteerd: eerst de nominale som van 1988-1989 en vervolgens nutriëntscenario's A t/m E. Steeds worden de resultaten per zone en per kwartaal gemiddeld.

#### **4.1.1 Resultaten nutriëntscenario' Markermeer**

In tabel 4 en figuur 4 zijn de resultaten van de scenario's met betrekking tot de fluxen van organisch materiaal samengevat.





### *Fytoplankton produktie*

In het algemeen is de produktie van algen in het zuiden van het Markermeer ongeveer 10% tot 30% van de produktie in het oosten. De fytoplankton produktie in het westen van het meer is jaargemiddeld wat lager dan in het oosten en hoger dan in het zuiden. De fytoplanktonbiomassa is in het zuiden lager door de hogere graasdruk. Het netto effect van de combinatie van lagere fytoplanktonbiomassa enerzijds met het betere lichtklimaat en ondiepte anderzijds is lagere primaire produktie per oppervlakte eenheid. In het zuiden is de produktie in het Markermeer het hoogst in het derde kwartaal, in het westen in de eerste en vierde kwartaal en in het oosten in het eerste en tweede kwartaal. De invloed van de nutriëntscenario's op de fytoplankton produktie is groot. De grootste vermindering (35%) van de fytoplankton produktie door reductie van nutriëntbeschikbaarheid treedt op in scenario B. De kleinste afname (5%) treedt op bij scenario C. Het verschil in fytoplankton produktie tussen zuid en west neemt relatief af met afnemende nutriëntbelasting. Het oosten laat jaargemiddeld steeds duidelijk de hoogste produktie zien.

### *Natuurlijke mortaliteit van fytoplankton*

Deze flux wordt als negatieve waarde aangeduid in de tabel omdat vanuit fytoplankton wordt 'geredeneerd'. Deze flux komt neer op de vorming van zwevend detritus door natuurlijke fytoplanktonsterfte. Deze flux verandert op dezelfde wijze (en met vergelijkbare percentages) in de tijd als de fytoplankton produktie onder invloed van de verschillende nutriëntscenario's. Echter de sterfte is in het oosten beduidend hoger dan in de twee zwaarder begraasde zones. Dit komt doordat graas in het oosten en zuiden de proportie natuurlijke sterfte reduceert. De vorming van zwevend detritus door fytoplanktonsterfte ondervindt ook in het Markermeer grote invloed van de veranderingen van nutriëntbelastingen volgens het model.

### *Graas van fytoplankton*

De graas van fytoplankton door zoöplankton en mosselen is minder afgenomen in de scenario's ten opzichte van de nominale som dan de fytoplankton produktie. Dit komt doordat de filtreersnelheid van beide grazers in reactie op de verlaagde zwevende organische stof concentraties zijn verhoogd, en wel bij gelijkveronderstelde graasbiomassa's. Als gevolg hiervan neemt met de nutriëntbelasting, de proportie natuurlijke sterfte af ten gunste van graas.

### *Netto Graas van zwevend detritus*

Deze term is de optelling van verwijdering van zwevend detritus uit het water door beide grazers en de produktie van zwevend fecaal detritus van zoöplankton. Deze flux neemt weliswaar af met de afname van fytoplankton produktie in de nutriëntscenario's, echter proportioneel neemt de flux minder af dan de fytoplankton produktie. Dit is het resultaat van de verhoogde filtreersnelheid van mosselen en zoöplankton die niet geheel gecompenseerd wordt door faeces produktie van zoöplankton in het model. Men moet hierbij onthouden dat het model alle faeces en pseudofaeces van mosselen naar de bodem laat 'sedimenteren', terwijl de zoöplankton faeces aan de zwevende detritus pool wordt toegevoegd.

### *(Pseudo)faecesproduktie door mosselen*

De produktie van zogenaamde pseudofaeces (onverteerde organische stof) en faeces van driehoeksmosselen wordt toegevoegd aan het complexdetritus. Er treedt een reductie op van de produktie van complexdetritus door de verminderde organische zwevende stofgehalten. Deze reductie is niet even sterk als de reductie van fytoplankton produktie. Dit komt door de al beschreven verhoging van de filtreersnelheid door afname van de concentratie van zwevend organische stof in het water.

### *Netto sedimentatie*

De effecten van de scenario's op de netto sedimentatie van detritus in DBS is evenredig met die op de fytoplankton productie. De totale flux van organisch materiaal naar het complex bestaat uit netto sedimentatie van detritus plus pseudofaecesvorming. In het zuiden is het belang van pseudofaecesvorming voor deze flux ongeveer 10 maal zo groot als het belang van sedimentatie. In het noorden is de netto sedimentatie twee maal zo belangrijk voor de detritusflux naar de bodem.

## **4.1.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid nutriëntscenario's in het Markermeer**

Uit tabel 4 en figuur 4 kan worden afgeleid dat de grootste vermindering van detritusproductie optreedt onder nutriëntscenario B. Het belangrijkste verschil tussen de scenario's met betrekking tot de detritus huishouding is de variatie in fytoplanktonproductie. De fytoplankton productie is de belangrijkste bronterm van organisch materiaal. Het deel hiervan dat overgaat in detritus door natuurlijke sterfte hangt af van de mate van graas. Uit de scenario's kan worden afgeleid dat de fractie van fytoplankton productie die wordt begraasd toeneemt met afnemende fytoplankton productie. Dit betekent dat er minder fytoplankton overblijft om "verse detritus" te vormen door natuurlijke sterfte. Aangezien verder de fractie van fytoplankton productie die naar de bodem gaat via sedimentatie en pseudofaecesvorming vrijwel gelijk blijft in alle nutriëntscenario's (30%) betekent dit in absolute zin ook minder detritusbeschikbaarheid op de bodem bij lagere fytoplankton productie.

## **4.2 Effect van Graasscenario's op de detritushuishouding in het Markermeer**

Om de effecten van verschillen in graasdruk op de detritushuishouding te onderzoeken met DBS is een analyse uitgevoerd analoog aan die in de voorgaande paragraaf. Deze is uitgevoerd op de samengevatte resultaten van de graasscenario's.

### **4.2.1 Resultaten graasscenario's detritusbeschikbaarheid Markermeer**

In tabel 5 en figuur 5 zijn de resultaten van DBS samengevat.

Detritusbeschikbaarheid			Graasscenario's Markermeer															
Scenario	Jaar	Scen. D	Scen. F			Scen. G			Scen. H			Scen. I						
Flux	Kwartaal	Zuid	West	Oost	Zuid	West	Oost	Zuid	West	Oost	Zuid	West	Oost	Zuid	West	Oost		
PrimProd. (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	0.25	0.95	1.05	0.26	0.96	0.97	0.30	1.19	1.31	0.31	1.10	1.21	0.33	1.18	1.36	
		2	0.45	0.59	1.07	0.61	0.57	0.98	0.88	0.72	1.29	0.96	0.67	1.18	1.18	0.79	1.32	
		3	1.30	0.47	0.63	1.39	0.50	0.58	2.02	0.69	0.73	1.96	0.69	0.69	2.27	0.80	0.79	
		4	0.76	0.89	0.64	0.78	0.94	0.60	0.60	1.34	1.24	0.78	1.28	1.22	0.78	1.43	1.38	0.94
	1989	1	0.23	0.93	1.08	0.23	0.96	1.02	0.23	1.35	1.38	0.22	1.32	1.36	0.20	1.50	1.62	
		2	0.45	0.61	1.11	0.62	0.63	1.01	0.81	0.89	1.48	0.76	0.85	1.42	0.80	0.93	1.67	
		3	0.98	0.45	0.63	1.13	0.50	0.55	1.61	0.71	0.80	1.50	0.68	0.74	1.71	0.74	0.84	
		4	0.77	0.72	0.58	0.85	0.81	0.51	1.30	1.17	0.66	1.21	1.12	0.60	1.26	1.19	0.69	
	Gemidd.		0.65	0.70	0.85	0.73	0.73	0.78	1.06	0.99	1.05	1.03	0.96	1.00	1.15	1.06	1.15	
	Mort.Fytop. (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	-0.04	-0.31	-0.43	-0.05	-0.37	-0.51	-0.08	-0.59	-0.70	-0.08	-0.66	-0.80	-0.13	-0.95	-1.10
			2	-0.05	-0.24	-0.55	-0.09	-0.28	-0.62	-0.25	-0.38	-0.80	-0.38	-0.43	-0.88	-0.74	-0.64	-1.19
			3	-0.27	-0.10	-0.25	-0.34	-0.14	-0.31	-1.14	-0.30	-0.41	-1.30	-0.37	-0.49	-1.93	-0.61	-0.73
			4	-0.21	-0.19	-0.31	-0.25	-0.23	-0.36	-0.68	-0.64	-0.51	-0.78	-0.75	-0.60	-1.17	-1.12	-0.84
1989		1	-0.05	-0.26	-0.60	-0.05	-0.31	-0.69	-0.08	-0.71	-0.93	-0.09	-0.83	-1.09	-0.12	-1.22	-1.45	
		2	-0.05	-0.18	-0.64	-0.08	-0.21	-0.72	-0.16	-0.46	-1.06	-0.22	-0.53	-1.21	-0.48	-0.77	-1.61	
		3	-0.10	-0.08	-0.29	-0.19	-0.10	-0.33	-0.67	-0.27	-0.53	-0.76	-0.33	-0.62	-1.43	-0.54	-0.87	
		4	-0.14	-0.09	-0.23	-0.21	-0.14	-0.28	-0.53	-0.49	-0.39	-0.61	-0.56	-0.45	-0.95	-0.88	-0.62	
Gemidd.			-0.11	-0.18	-0.41	-0.16	-0.22	-0.48	-0.45	-0.48	-0.67	-0.53	-0.56	-0.77	-0.87	-0.84	-1.05	
Graas Fytop. (gC/m <sup>2</sup> /dag)		1988	1	-0.22	-0.68	-0.58	-0.23	-0.61	-0.43	-0.20	-0.59	-0.55	-0.20	-0.43	-0.35	-0.13	-0.22	-0.17
			2	-0.41	-0.38	-0.51	-0.51	-0.32	-0.36	-0.55	-0.36	-0.50	-0.48	-0.27	-0.31	-0.25	-0.15	-0.16
			3	-1.06	-0.43	-0.36	-1.10	-0.43	-0.24	-0.83	-0.40	-0.34	-0.63	-0.33	-0.21	-0.29	-0.19	-0.11
			4	-0.60	-0.85	-0.25	-0.60	-0.85	-0.16	-0.69	-0.62	-0.24	-0.51	-0.50	-0.14	-0.25	-0.24	-0.07
	1989	1	-0.19	-0.77	-0.37	-0.18	-0.75	-0.20	-0.15	-0.65	-0.40	-0.14	-0.50	-0.21	-0.09	-0.25	-0.11	
		2	-0.41	-0.45	-0.39	-0.53	-0.44	-0.21	-0.62	-0.43	-0.42	-0.51	-0.33	-0.22	-0.26	-0.17	-0.11	
		3	-0.86	-0.41	-0.28	-0.91	-0.44	-0.17	-0.95	-0.47	-0.32	-0.76	-0.39	-0.17	-0.33	-0.20	-0.09	
		4	-0.66	-0.74	-0.27	-0.68	-0.77	-0.16	-0.79	-0.68	-0.27	-0.61	-0.56	-0.15	-0.29	-0.27	-0.08	
	Gemidd.		-0.55	-0.59	-0.38	-0.59	-0.58	-0.24	-0.60	-0.53	-0.38	-0.48	-0.41	-0.22	-0.24	-0.21	-0.11	
	Graas Det. (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	-0.05	0.02	0.23	-0.05	-0.09	0.07	-0.04	0.13	0.27	-0.05	-0.02	0.10	-0.04	-0.02	0.04
			2	-0.01	0.06	0.23	-0.04	-0.01	0.07	0.06	0.11	0.29	-0.04	0.02	0.12	-0.04	0.00	0.06
			3	-0.06	0.00	0.18	-0.15	-0.05	0.08	-0.02	0.04	0.22	-0.19	-0.04	0.10	-0.13	-0.03	0.05
			4	-0.01	-0.14	0.16	-0.08	-0.20	0.07	0.09	-0.05	0.18	-0.07	-0.17	0.09	-0.05	-0.10	0.05
1989		1	-0.02	-0.14	0.31	-0.04	-0.21	0.16	-0.01	-0.01	0.34	-0.03	-0.15	0.17	-0.02	-0.09	0.09	
		2	0.00	-0.06	0.34	-0.03	-0.10	0.17	0.06	0.02	0.36	-0.03	-0.06	0.18	-0.04	-0.05	0.09	
		3	0.08	-0.02	0.22	-0.01	-0.05	0.11	0.04	0.02	0.25	-0.12	-0.06	0.13	-0.12	-0.05	0.06	
		4	0.04	-0.09	0.19	-0.05	-0.13	0.09	0.13	-0.04	0.21	-0.03	-0.15	0.10	-0.04	-0.09	0.05	
Gemidd.			0.00	-0.05	0.23	-0.06	-0.11	0.10	0.04	0.03	0.26	-0.07	-0.08	0.12	-0.06	-0.05	0.06	
Pseudofaeces (gC/m <sup>2</sup> /dag)		1988	1	0.21	0.55	0.27	0.22	0.60	0.30	0.20	0.38	0.21	0.21	0.38	0.21	0.15	0.20	0.11
			2	0.30	0.24	0.20	0.44	0.26	0.23	0.41	0.20	0.15	0.45	0.21	0.15	0.27	0.13	0.08
			3	0.95	0.33	0.12	1.08	0.39	0.13	0.72	0.30	0.08	0.72	0.32	0.08	0.36	0.19	0.04
			4	0.49	0.84	0.06	0.56	0.91	0.06	0.50	0.57	0.03	0.51	0.58	0.03	0.26	0.30	0.02
	1989	1	0.15	0.77	0.01	0.16	0.82	0.02	0.13	0.55	0.01	0.13	0.56	0.01	0.10	0.29	0.01	
		2	0.31	0.41	0.01	0.45	0.44	0.01	0.47	0.33	0.01	0.48	0.33	0.01	0.26	0.19	0.01	
		3	0.61	0.33	0.03	0.77	0.39	0.04	0.77	0.38	0.03	0.77	0.38	0.03	0.39	0.22	0.01	
		4	0.49	0.68	0.05	0.61	0.76	0.05	0.56	0.62	0.03	0.56	0.62	0.03	0.28	0.32	0.02	
	Gemidd.		0.44	0.52	0.10	0.54	0.57	0.10	0.47	0.41	0.07	0.48	0.42	0.07	0.26	0.23	0.04	
	Netto sedimentatie (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	0.00	-0.05	-0.07	0.00	-0.04	-0.07	-0.01	-0.10	-0.12	-0.01	-0.09	-0.11	-0.02	-0.13	-0.14
			2	-0.01	-0.04	-0.09	0.00	-0.03	-0.08	-0.03	-0.07	-0.14	-0.04	-0.06	-0.13	-0.09	-0.09	-0.16
			3	-0.03	-0.02	-0.05	-0.02	-0.01	-0.05	-0.15	-0.05	-0.09	-0.15	-0.05	-0.08	-0.27	-0.08	-0.11
			4	-0.03	-0.02	-0.05	-0.03	-0.02	-0.05	-0.14	-0.09	-0.09	-0.13	-0.09	-0.09	-0.22	-0.16	-0.13
1989		1	-0.01	-0.03	-0.10	0.00	-0.03	-0.10	-0.02	-0.12	-0.17	-0.01	-0.12	-0.17	-0.02	-0.19	-0.23	
		2	-0.01	-0.02	-0.11	0.00	-0.02	-0.11	-0.02	-0.08	-0.21	-0.02	-0.08	-0.21	-0.05	-0.13	-0.28	
		3	-0.01	-0.01	-0.06	-0.01	-0.01	-0.05	-0.07	-0.05	-0.13	-0.06	-0.04	-0.12	-0.15	-0.08	-0.17	
		4	-0.02	-0.01	-0.04	-0.02	-0.01	-0.04	-0.08	-0.06	-0.07	-0.07	-0.06	-0.07	-0.13	-0.10	-0.09	
Gemidd.			-0.01	-0.02	-0.04	-0.01	-0.02	-0.07	-0.07	-0.08	-0.08	-0.06	-0.07	-0.12	-0.12	-0.12	-0.16	
Gemidd.					-0.04			-0.03			-0.09			-0.09			-0.13	

### *Fytoplankton produktie*

De produktie van fytoplankton is in het zuiden en midden van het Markermeer toegenomen ten opzichte van scenario D. Dit komt door de afgenomen graasdruk en de daaruit voorkomende hogere fytoplanktonbiomassa. In de noordelijke zone is de berekende fytoplanktonproduktie afgenomen in alle kwartalen. Dit komt door transport overeenkomstig de verklaring voor het IJsselmeer (zie boven). De fytoplankton produktie neemt gebiedsgemiddeld toe met 3 % door de zoöplanktonbiomassa reductie in scenario F. Er treedt een nog grotere toename van de fytoplankton produktie op door de halvering van de mosselbiomassa ten opzichte van scenario D, deze wordt berekend op 42%. Verder geldt dat bij verdere verlaging van de graasdruk in de scenario's H en I, de fytoplankton produktie nog toeneemt.

### *Natuurlijke mortaliteit van fytoplankton*

Natuurlijke mortaliteit neemt als gevolg van afnemende graas sterk toe. Dit effect is het sterkst in de zuidelijke en middenzone van het Markermeer, waar graas het meest optreedt in de nominale berekening.

### *Graas van fytoplankton*

Als gevolg van een vermindering van de zoöplanktonbiomassa in scenario F neemt de graas van fytoplankton in het oosten af. In het westen blijft deze ongeveer gelijk en in het zuiden neemt de graas van fytoplankton zelfs toe. Dit moet als volgt verklaard worden: door de gemiddeld hogere fytoplankton produktie over het hele gebied in scenario F ten opzichte van scenario D en de lagere zoöplanktongraas, neemt de fytoplanktongraas in het zuiden door driehoeksmosselen toe. Aangezien de algenbiomassa toeneemt door verminderde mosselgraas in scenario G en de zoöplanktonbiomassa gelijk blijft, wordt er - zij het marginaal - meer fytoplankton geconsumeerd dan in de nominale som, door de hogere preferentie van zoöplankton voor detritus. Er wordt daarentegen minder detritus geconsumeerd in scenario G ten opzichte van scenario F.

### *Netto Graas van detritus*

Grofweg gaat hier hetzelfde verhaal op als voor het IJsselmeer. In scenario F wordt er tengevolge van de verlaagde zoöplanktonbiomassa minder detritus door deze groep geproduceerd in de vorm van faeces. In scenario G daarentegen wordt er juist meer faeces geproduceerd door zoöplankton zodat de pool van zwevend detritus sneller wordt aangevuld. In scenario's H en I neemt de totale detritus consumptie **relatief** toe ten opzichte van de detritusproduktie door zoöplanktonfaecesproduktie waardoor er netto minder detritus toename is door graas in vergelijking met scenario D.

### *(Pseudo)faecesproduktie door mosselen*

In scenario F is de (pseudo)faeces produktie door mosselen als gevolg van een grotere fytoplankton beschikbaarheid bij afwezigheid van zoöplankton toegenomen ten opzichte van scenario D. Verder speelt hierin mee de lagere produktie van zwevend detritus in de vorm van zoöplankton faeces. In scenario G treedt een lichte afname op van (pseudo)faeces produktie door mosselen. Deze is het gevolg van de verminderde mosselbiomassa. In scenario H treedt wederom het verschijnsel op van verhoogde pseudofaeces produktie door afwezigheid van de concurrerende grazer zoöplankton.

## **4.2.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid graasscenario's Markermeer**

In het Markermeer gebeurt er ongeveer hetzelfde als in het IJsselmeer met betrekking tot de graasscenario's. De verhouding tussen zoöplankton en driehoeksmosselen is van belang voor de uitkomsten van de scenario's. Dit heeft deels te maken met de wijze van formuleren (zoöplanktonfaeces = zwevend detritus; mosselafeces = complex detritus) en parametriseren van de twee groepen en deels met de preferentie van zoöplankton voor fytoplankton.

## **4.3 Effecten van variatie in instraling en temperatuur op de detritushuishouding in het Markermeer**

De resultaten van de meteorologische scenarioberekeningen zoals beschreven in dit hoofdstuk zijn op dezelfde wijze geanalyseerd als de nutriënt- en graasscenario's. Er is hiervan eveneens een samenvattend tabel en figuur gemaakt.

### **4.3.1 Resultaten meteorologische scenario's Markermeer**

In tabel 6 en figuur 6 zijn de effecten van de meteorologische scenario's op de detritus fluxen samenvattend weergegeven.

Detritusbeschikbaarheid				Meteorologische scenario's Markermeer											
Scenario	Jaar	Nominaal			Scen. J			Scen. K.			Scen. L.				
Flux	Kwartaal	Zuid	West	Oost	Zuid	West	Oost	Zuid	West	Oost	Zuid	West	Oost		
Prim.Prod. (gC/m2/dag)	1988	1	0,25	1,33	1,47	0,21	1,05	1,17	0,25	1,18	1,34	0,27	1,33	1,49	
		2	0,46	0,76	1,44	0,42	0,61	1,20	0,51	0,70	1,28	0,60	0,76	1,43	
		3	1,67	0,57	0,75	1,60	0,50	0,63	1,78	0,57	0,71	1,89	0,65	0,77	
		4	0,90	1,08	0,71	0,89	1,05	0,67	0,98	1,18	0,75	1,08	1,31	0,84	
	1989	1	0,22	1,07	1,24	0,19	1,03	1,20	0,23	1,21	1,33	0,26	1,33	1,49	
		2	0,44	0,68	1,28	0,31	0,66	1,26	0,38	0,76	1,38	0,52	0,83	1,50	
		3	1,25	0,53	0,72	1,09	0,47	0,66	1,16	0,53	0,76	1,28	0,63	0,85	
		4	1,09	1,21	0,72	0,83	0,97	0,57	0,92	1,11	0,67	1,08	1,25	0,77	
			<b>0,78</b>	<b>0,91</b>	<b>1,04</b>	<b>0,69</b>	<b>0,79</b>	<b>0,92</b>	<b>0,78</b>	<b>0,91</b>	<b>1,03</b>	<b>0,88</b>	<b>1,01</b>	<b>1,14</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>0,91</b>			<b>0,80</b>			<b>0,90</b>			<b>1,01</b>	
	Mort.Fytop. (gC/m2/dag)	1988	1	-0,04	-0,56	-0,72	-0,04	-0,40	-0,53	-0,04	-0,47	-0,61	-0,05	-0,56	-0,74
			2	-0,05	-0,39	-0,88	-0,05	-0,29	-0,65	-0,05	-0,35	-0,74	-0,06	-0,39	-0,88
			3	-0,40	-0,18	-0,37	-0,39	-0,14	-0,28	-0,46	-0,16	-0,34	-0,49	-0,18	-0,39
4			-0,28	-0,30	-0,38	-0,28	-0,28	-0,36	-0,31	-0,33	-0,41	-0,35	-0,37	-0,47	
1989		1	-0,05	-0,35	-0,73	-0,04	-0,33	-0,69	-0,05	-0,41	-0,80	-0,06	-0,45	-0,91	
		2	-0,05	-0,23	-0,78	-0,03	-0,22	-0,76	-0,04	-0,27	-0,88	-0,06	-0,31	-0,98	
		3	-0,21	-0,11	-0,35	-0,18	-0,10	-0,33	-0,20	-0,12	-0,39	-0,22	-0,14	-0,45	
		4	-0,30	-0,32	-0,35	-0,21	-0,22	-0,26	-0,26	-0,27	-0,31	-0,30	-0,33	-0,38	
			<b>-0,17</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,57</b>	<b>-0,15</b>	<b>-0,25</b>	<b>-0,48</b>	<b>-0,18</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,56</b>	<b>-0,20</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,65</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>-0,35</b>			<b>-0,30</b>			<b>-0,34</b>			<b>-0,40</b>	
Graas Fytop. (gC/m2/dag)		1988	1	-0,22	-0,78	-0,66	-0,19	-0,70	-0,56	-0,22	-0,74	-0,63	-0,24	-0,78	-0,67
			2	-0,43	-0,41	-0,56	-0,38	-0,36	-0,51	-0,47	-0,39	-0,53	-0,53	-0,42	-0,56
			3	-1,26	-0,47	-0,36	-1,25	-0,44	-0,33	-1,33	-0,49	-0,35	-1,43	-0,55	-0,38
	4		-0,67	-0,93	-0,25	-0,67	-0,90	-0,24	-0,72	-0,98	-0,27	-0,79	-1,07	-0,29	
	1989	1	-0,18	-0,85	-0,39	-0,16	-0,83	-0,37	-0,19	-0,90	-0,41	-0,21	-0,99	-0,44	
		2	-0,40	-0,47	-0,42	-0,29	-0,46	-0,41	-0,35	-0,50	-0,44	-0,47	-0,55	-0,46	
		3	-1,05	-0,49	-0,32	-0,91	-0,40	-0,30	-0,96	-0,47	-0,33	-1,07	-0,56	-0,36	
		4	-0,82	-1,01	-0,29	-0,67	-0,86	-0,24	-0,72	-0,96	-0,28	-0,82	-1,04	-0,31	
			<b>-0,63</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,57</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,37</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,40</b>	<b>-0,69</b>	<b>-0,74</b>	<b>-0,43</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>-0,57</b>			<b>-0,52</b>			<b>-0,57</b>			<b>-0,62</b>	
	Graas Det. (gC/m2/dag)	1988	1	-0,05	0,00	0,21	-0,05	0,01	0,19	-0,05	0,01	0,21	-0,05	0,00	0,22
			2	-0,01	0,05	0,24	-0,01	0,06	0,23	0,00	0,06	0,23	0,00	0,05	0,23
			3	-0,10	-0,01	0,18	-0,10	-0,02	0,16	-0,11	-0,01	0,18	-0,10	-0,01	0,19
4			0,00	-0,18	0,16	0,00	-0,18	0,14	0,00	-0,20	0,16	0,00	-0,20	0,18	
1989		1	-0,02	-0,16	0,32	-0,03	-0,16	0,31	-0,02	-0,17	0,34	-0,02	-0,18	0,37	
		2	0,00	-0,06	0,36	-0,01	-0,06	0,35	0,00	-0,07	0,38	0,00	-0,08	0,39	
		3	0,03	-0,04	0,24	0,01	-0,03	0,22	0,02	-0,04	0,25	0,04	-0,04	0,27	
		4	0,02	-0,17	0,20	0,01	-0,13	0,16	0,01	-0,15	0,19	0,02	-0,17	0,21	
			<b>-0,02</b>	<b>-0,07</b>	<b>0,24</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,06</b>	<b>0,22</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,07</b>	<b>0,24</b>	<b>-0,01</b>	<b>-0,08</b>	<b>0,26</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>0,05</b>			<b>0,04</b>			<b>0,05</b>			<b>0,05</b>	
Pseudofaeces (gC/m2/dag)		1988	1	0,21	0,66	0,36	0,18	0,58	0,30	0,21	0,62	0,33	0,23	0,67	0,36
			2	0,33	0,27	0,24	0,28	0,23	0,21	0,35	0,25	0,23	0,41	0,28	0,25
			3	1,16	0,38	0,13	1,15	0,35	0,12	1,23	0,40	0,13	1,30	0,45	0,14
	4		0,55	0,95	0,07	0,54	0,92	0,06	0,58	1,01	0,07	0,64	1,09	0,07	
	1989	1	0,14	0,86	0,02	0,13	0,84	0,01	0,15	0,91	0,02	0,16	0,99	0,02	
		2	0,29	0,43	0,01	0,20	0,41	0,01	0,25	0,46	0,01	0,35	0,51	0,01	
		3	0,83	0,41	0,04	0,73	0,34	0,04	0,76	0,40	0,04	0,84	0,48	0,05	
		4	0,66	1,01	0,06	0,55	0,84	0,05	0,58	0,95	0,06	0,66	1,04	0,06	
			<b>0,52</b>	<b>0,62</b>	<b>0,12</b>	<b>0,47</b>	<b>0,57</b>	<b>0,10</b>	<b>0,51</b>	<b>0,63</b>	<b>0,11</b>	<b>0,57</b>	<b>0,69</b>	<b>0,12</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>0,42</b>			<b>0,38</b>			<b>0,42</b>			<b>0,46</b>	
	Netto sedimentatie (gC/m2/dag)	1988	1	0,00	-0,07	-0,10	0,00	-0,06	-0,08	0,00	-0,06	-0,09	0,00	-0,08	-0,11
			2	-0,01	-0,06	-0,13	-0,01	-0,04	-0,11	-0,01	-0,05	-0,11	-0,01	-0,06	-0,13
			3	-0,04	-0,02	-0,07	-0,04	-0,02	-0,06	-0,04	-0,02	-0,06	-0,05	-0,03	-0,07
4			-0,04	-0,03	-0,06	-0,04	-0,03	-0,06	-0,04	-0,03	-0,06	-0,05	-0,04	-0,07	
1989		1	-0,01	-0,04	-0,12	-0,01	-0,04	-0,11	-0,01	-0,04	-0,13	-0,01	-0,05	-0,14	
		2	-0,01	-0,03	-0,13	0,00	-0,02	-0,13	-0,01	-0,03	-0,15	-0,01	-0,03	-0,16	
		3	-0,02	-0,01	-0,07	-0,02	-0,01	-0,06	-0,02	-0,02	-0,07	-0,02	-0,02	-0,08	
		4	-0,03	-0,03	-0,06	-0,03	-0,02	-0,04	-0,03	-0,02	-0,05	-0,03	-0,03	-0,06	
			<b>-0,02</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,08</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,10</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>-0,05</b>			<b>-0,04</b>			<b>-0,05</b>			<b>-0,05</b>	

### *Fytoplankton produktie*

Als gevolg van de lagere instralingsintensiteit en temperatuur in scenario J is ook de ruimte- en tijdgemiddelde fytoplankton produktie lager (13%) dan in de nominale som van het Markermeer. Scenario K laat ongeveer dezelfde waarden zien als scenario D; en scenario L, met de maximum waarden voor temperatuur en instraling, laat een verhoging van de fytoplankton produktie zien van 10%.

### *Natuurlijke mortaliteit van fytoplankton, Graas van fytoplankton, Netto graas van detritus en Pseudofaecesvorming door mosselen*

Grofweg dezelfde veranderingen als voor fytoplankton produktie gelden voor de overige fluxen. Deze veranderingen zijn een gevolg van de temperatuursafhankelijkheid van zowel de biologische als de chemisch en chemisch-fysische processen in het model. Toch spelen de temperatuursafhankelijkheid van graasdruk en de temperatuurs- en instralingsafhankelijkheid van de fytoplankton produktie de grootste rol in de waargenomen fluxveranderingen. De toename van detritusproduktie met temperatuur zal vergezeld gaan van een toename in metabolische snelheid van detrivoren alsook een toename in mineralisatiesnelheid.

## **4.3.2 Conclusies detritusbeschikbaarheid meteorologische scenario's Markermeer**

Uit tabel 6 en figuur 6 kan verder samenvattend worden afgeleid dat, evenals in het IJsselmeer, de beschikbaarheid van detritus in het Markermeer toe zal nemen met toename van instraling en temperatuur. De toename is rechtstreeks een gevolg van de toename van de fytoplanktonproduktie met name in het voorjaar voordat nutriëntuitputting optreedt. Het gevolg bij de doorgerekende meteorologiescenario's is verhoging van de beschikbaarheid van zowel zwevend- als bodemdetritus van ongeveer 20%. Aangezien metabolische processen en mineralisatie processen ook door hogere temperaturen sneller verlopen, kan ook hier verwacht worden dat de vergrote beschikbaarheid tenminste voor een deel wordt gecompenseerd door grotere consumptie door detrivoren en snellere afbraak.

## **4.4 Slibscenario Markermeer**

In deze paragrafen is de invloed van de gloeirestconcentratie op de fluxen in het Markermeer nader beschouwd. Dit is gedaan door een berekening voor het Markermeer voor 1988-1989 uit te voeren waarbij de gloeirestconcentratie van het IJsselmeer in 1988-1989 is opgelegd. De gemiddelde gloeirestconcentratie in het IJsselmeer is lager dan die in het westen en noorden van het Markermeer. De gemiddelde gloeirestconcentratie in het IJmeer (zuiden van het Markermeer) is vergelijkbaar met de gemiddelde waarde in het IJsselmeer.

### **4.4.1 Resultaten Slibscenario Markermeer**

In tabel 7 en figuur 7 zijn de resultaten samengevat van het slibscenario voor het Markermeer.



Detritusbeschikbaarheid			Slibscenario Markermeer						
Scenario	Jaar	Nominaal				Slibscenario			
Flux	Kwartaal	Zuid	West	Oost	Zuid	West	Oost		
Prim.Prod. (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	0.25	1.33	1.47	0.28	1.33	1.52	
		2	0.46	0.76	1.44	0.79	0.77	1.45	
		3	1.67	0.57	0.75	1.76	0.74	0.80	
		4	0.90	1.08	0.71	0.89	1.30	0.85	
	1989	1	0.22	1.07	1.24	0.23	1.25	1.36	
		2	0.44	0.68	1.28	0.60	0.76	1.27	
		3	1.25	0.53	0.72	1.31	0.65	0.75	
		4	1.09	1.21	0.72	1.02	1.28	0.77	
			<b>0.78</b>	<b>0.91</b>	<b>1.04</b>	<b>0.86</b>	<b>1.01</b>	<b>1.10</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>0.91</b>			<b>0.99</b>	
	Mort.Fytop. (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	-0.04	-0.56	-0.72	-0.05	-0.59	-0.76
			2	-0.05	-0.39	-0.88	-0.10	-0.40	-0.88
			3	-0.40	-0.18	-0.37	-0.44	-0.20	-0.41
4			-0.28	-0.30	-0.38	-0.28	-0.34	-0.46	
1989		1	-0.05	-0.35	-0.73	-0.05	-0.40	-0.80	
		2	-0.05	-0.23	-0.78	-0.08	-0.26	-0.79	
		3	-0.21	-0.11	-0.35	-0.23	-0.13	-0.37	
		4	-0.30	-0.32	-0.35	-0.32	-0.33	-0.39	
			<b>-0.17</b>	<b>-0.30</b>	<b>-0.57</b>	<b>-0.19</b>	<b>-0.33</b>	<b>-0.61</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>-0.35</b>			<b>-0.38</b>	
Graas Fytop. (gC/m <sup>2</sup> /dag)		1988	1	-0.22	-0.78	-0.66	-0.24	-0.77	-0.68
			2	-0.43	-0.41	-0.56	-0.65	-0.43	-0.56
			3	-1.26	-0.47	-0.36	-1.33	-0.63	-0.38
	4		-0.67	-0.93	-0.25	-0.67	-1.08	-0.30	
	1989	1	-0.18	-0.85	-0.39	-0.19	-0.94	-0.43	
		2	-0.40	-0.47	-0.42	-0.51	-0.53	-0.43	
		3	-1.05	-0.49	-0.32	-1.09	-0.60	-0.34	
		4	-0.82	-1.01	-0.29	-0.75	-1.06	-0.30	
			<b>-0.63</b>	<b>-0.68</b>	<b>-0.41</b>	<b>-0.68</b>	<b>-0.75</b>	<b>-0.43</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>-0.57</b>			<b>-0.62</b>	
	Graas Det. (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	-0.05	0.00	0.21	-0.05	-0.01	0.21
			2	-0.01	0.05	0.24	0.00	0.05	0.23
			3	-0.10	-0.01	0.18	-0.07	-0.02	0.20
4			0.00	-0.18	0.16	0.00	-0.18	0.19	
1989		1	-0.02	-0.16	0.32	-0.02	-0.15	0.36	
		2	0.00	-0.06	0.36	-0.01	-0.06	0.37	
		3	0.03	-0.04	0.24	0.04	-0.04	0.25	
		4	0.02	-0.17	0.20	0.00	-0.18	0.20	
			<b>-0.02</b>	<b>-0.07</b>	<b>0.24</b>	<b>-0.01</b>	<b>-0.07</b>	<b>0.25</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>0.05</b>			<b>0.06</b>	
Pseudofaeces (gC/m <sup>2</sup> /dag)		1988	1	0.21	0.66	0.36	0.23	0.66	0.37
			2	0.33	0.27	0.24	0.52	0.29	0.24
			3	1.16	0.38	0.13	1.20	0.54	0.13
	4		0.55	0.95	0.07	0.54	1.09	0.06	
	1989	1	0.14	0.86	0.02	0.15	0.93	0.02	
		2	0.29	0.43	0.01	0.40	0.48	0.02	
		3	0.83	0.41	0.04	0.85	0.52	0.05	
		4	0.66	1.01	0.06	0.61	1.07	0.06	
			<b>0.52</b>	<b>0.62</b>	<b>0.12</b>	<b>0.56</b>	<b>0.70</b>	<b>0.12</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>0.42</b>			<b>0.46</b>	
	Netto sedimentatie (gC/m <sup>2</sup> /dag)	1988	1	0.00	-0.07	-0.10	-0.02	-0.11	-0.20
			2	-0.01	-0.06	-0.13	-0.01	-0.06	-0.18
			3	-0.04	-0.02	-0.07	-0.04	-0.02	-0.07
4			-0.04	-0.03	-0.06	-0.04	-0.03	-0.06	
1989		1	-0.01	-0.04	-0.12	-0.01	-0.04	-0.12	
		2	-0.01	-0.03	-0.13	-0.01	-0.03	-0.13	
		3	-0.02	-0.01	-0.07	-0.02	-0.01	-0.07	
		4	-0.03	-0.03	-0.06	-0.03	-0.03	-0.06	
			<b>-0.02</b>	<b>-0.04</b>	<b>-0.09</b>	<b>-0.02</b>	<b>-0.04</b>	<b>-0.11</b>	
		<b>Gemidd.</b>			<b>-0.05</b>			<b>-0.06</b>	

### *Fytoplankton produktie*

De berekening laat zien dat de produktie van fytoplankton gemiddeld stijgt met ongeveer 9%. Deze toename is een direct gevolg van de verhoogde lichtintensiteit in de waterkolom. De verhoging is sterker in het zuiden en westen waar de gloeirestcomponent een belangrijker onderdeel van de totale extinctie is zodat verandering van gloeirestgehalten hier meer invloed heeft op het lichtklimaat.

### *Natuurlijke mortaliteit van fytoplankton, Graas van fytoplankton, Netto Graas van detritus, (Pseudo)faecesproduktie door mosselen*

Als gevolg van de hogere produktie is er ook meer sterfte van fytoplankton. Hierdoor wordt de netto produktie van detritus groter. De totale graasflux neemt daarom eveneens toe met name in het zuiden en westen. Sedimentatie neemt toe in het oosten door de hogere produktie in het hele meer.

## **4.4.2 Conclusies Slibscenario Markermeer**

Het verlagen van de gloeirestconcentratie leidt in het algemeen tot verhoging van de fluxen in het hele Markermeer. Door het verbeteren van het lichtklimaat neemt de produktiesnelheid per biomassa eenheid toe. De gemiddelde biomassa verandert echter nauwelijks (Michielsen en Los, 1997). Deze verhoogde produktie werkt door in de vorm van verhoging van de overige fluxen.

# **5 Conclusies en aanbevelingen**

## **5.1 Algemene conclusies van de analyse van de effecten van scenario's op de detritushuishouding en -beschikbaarheid in het IJsselmeer en Markermeer.**

1. De grootste reductie (75 % fosfaatreductie en 70% stikstofreductie) leidt in het IJsselmeer tot een afname van fytoplankton produktie met 40%, en als gevolg hiervan een afname van bodemdetritus aanvoer van ruim 35%. De grootste nutriëntreductie leidt in het Markermeer tot een afname van fytoplankton produktie met 35%, en als gevolg hiervan een afname van bodemdetritus aanvoer van ruim 30%.
2. Vermindering van graas leidt in het model tot lagere beschikbaarheid van bodemdetritus en grotere beschikbaarheid van zwevend detritus. Of deze conclusie in werkelijkheid ook opgaat is sterk afhankelijk van het 'gedrag' van faecale pellets en pseudofaeces.
3. Veranderingen in de graasdruk zullen gevolgen hebben voor de detritusbeschikbaarheid in ruimtelijke zin. Het zuiden is in beide systemen gevoeliger voor veranderingen in graas.
4. Vermindering van graas met 75% leidt tot een gemiddelde verhoging van de fytoplanktonproduktie met 50% in het IJsselmeer. Voor het Markermeer is de verhoging van fytoplanktonproduktie ongeveer 50%.
5. Verhoging van temperatuur en instraling leidt via verhoging van fytoplankton produktie tot grotere detritusbeschikbaarheid. Het verschil in fytoplankton produktie tussen een minimum en een maximum meteorologische scenario bedraagt ruim 20%-25%.
6. Verlaging van het slibgehalte heeft met name in het zuiden een toename van de fytoplanktonproduktie tot gevolg in het tweede kwartaal. Ook de graassnelheid neemt navenant toe.

## 5.2 Aanbevelingen

De invloed van grazers en met name mosselen in beide systemen wordt in deze analyse groot verondersteld. De conclusies zijn gevoelig voor veranderingen in deze aannamen. Is het werkelijk mogelijk dat mosselen medeverantwoordelijk zijn voor de waargenomen gradiënten binnen de twee meren? Het is van belang onderzoek te verrichten naar de invloed van graas in deze systemen. Het is ook van belang een idee te krijgen van de afzonderlijke fluxen zoals sedimentatie, resuspensie en consolidatie van de bovenste bodemlaag. Voor een deel zal bestaande kennis moeten worden gebundeld. Verder kan veld- en of laboratoriumonderzoek bijdragen.

Specifieke onderwerpen voor onderzoek zijn:

- De filtreersnelheid en -efficiëntie van driehoeksmosselen in het veld.
- De verdeling van de graasdruk over zoöplankton en mosselen in het gebied.
- De faecale fractie van mosselen.
- Lotgevallen van (pseudo)faeces (opwerveling-sedimentatie-afbraaksnelheid)
- Lotgevallen van faecale pellets van zoöplankton.
- Voedselselectie en de invloed hiervan op de samenstelling van het zwevend materiaal.
- De dynamiek van mosselpopulaties, welke factoren bepalen de verspreiding?
- Omschrijving karakteristieken van het zwevend stof waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen levend, dood organisch en anorganisch materiaal.

In deze studie is met modelformuleringen gewerkt waarbij de graasdruk is opgelegd. Indien er te weinig voedsel in het water voorkomt verlaagt het model de grazerbiomassa. Herstel naar de opgelegde waarde vindt plaats wanneer de voedselconcentratie weer hoog genoeg is. Voorspellingen van de ontwikkeling van de waterkwaliteit en systeemfunctioneren zullen beter worden onderbouwd wanneer sturende factoren als graas enigszins te voorspellen zijn. Het verdient dan ook de aanbeveling na te gaan of dynamische modellering van grazers binnen DBS mogelijk is. Bovengenoemd onderzoek zal hiertoe sterk bijdragen.

Gezien het belang van zwevend stof in deze systemen kan dynamische modellering van de slibhuishouding tot sterk vergrootte inzicht in het systeem leiden. Hiervoor is kennis van de sedimentatie-resuspensiekarakteristieken van het zwevende stof nodig. Met deze kennis kan met grotere nauwkeurigheid de uitwisseling van particulier materiaal tussen bodem en waterkolom worden gemodelleerd.

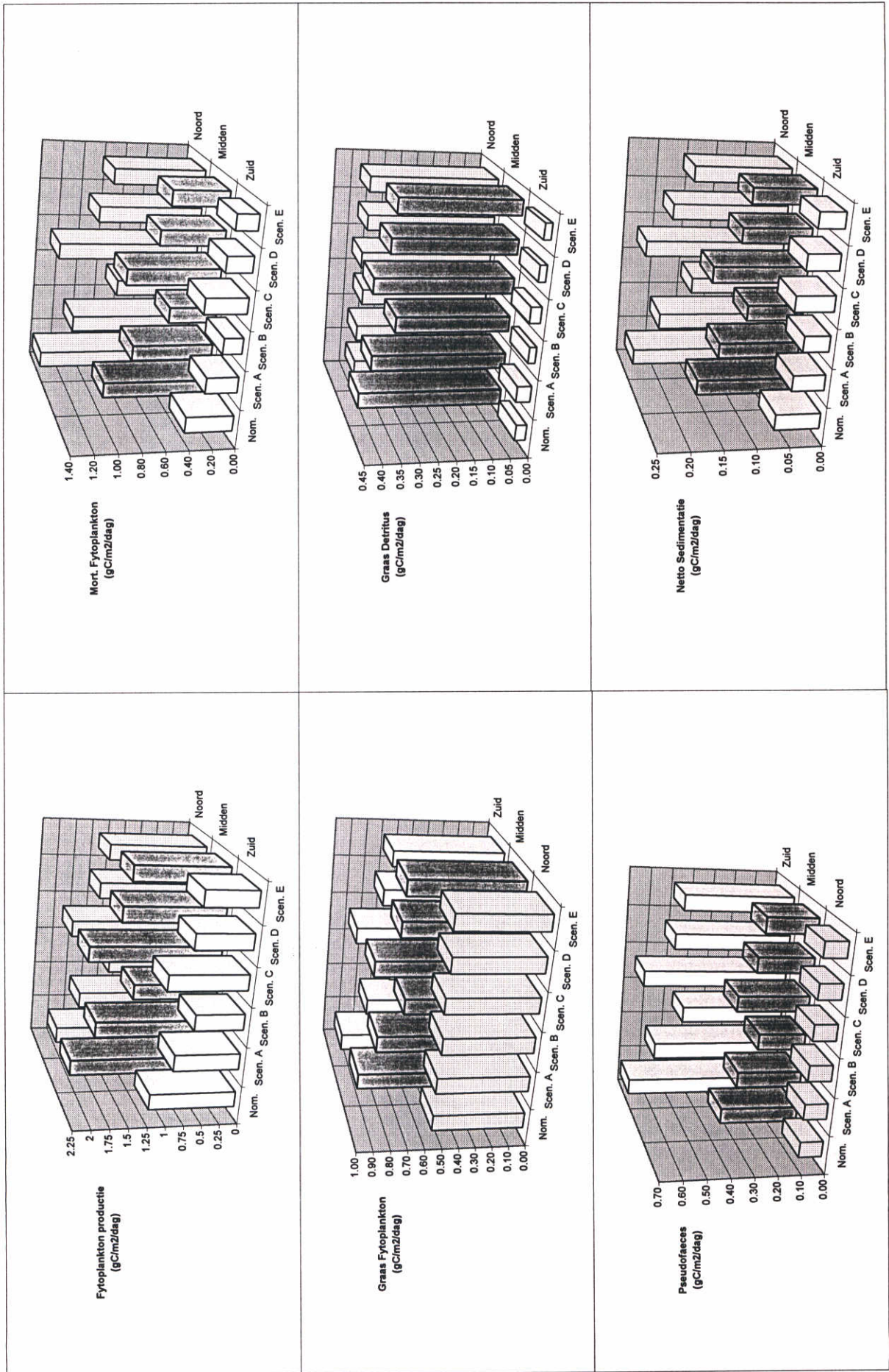
### Referenties

Michielsen, B.F. en F.J. Los, 1997. Toepassing DBS op IJsselmeer en Markermeer. WL rapport T1515. In opdracht van RIZA Lelystad.

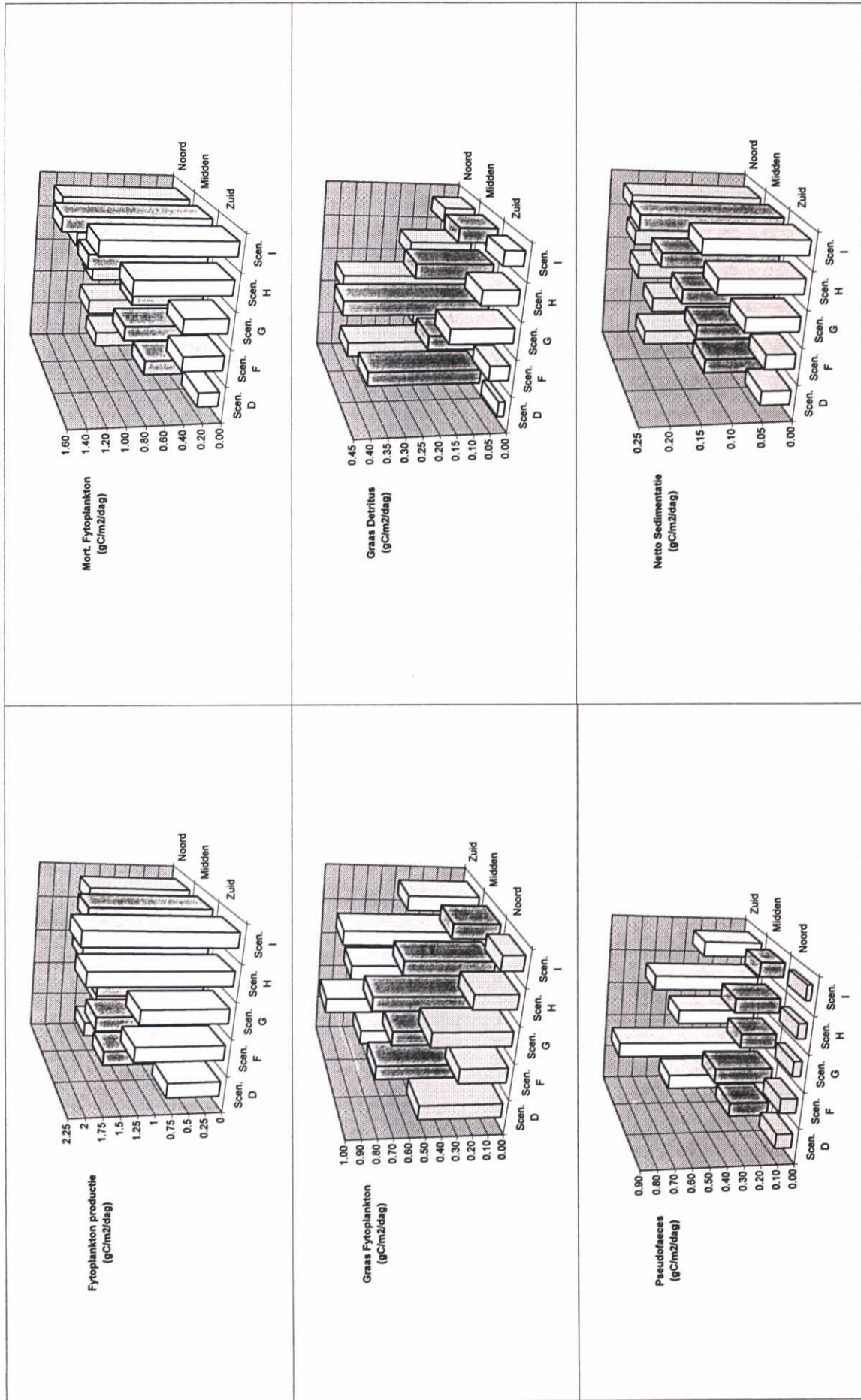
Noordhuis, R. Reeders, H. en A. bij de Vaate, 1992. Filtration rate and pseudofaeces production in Zebra Mussels and their application in water quality management. *Limnologie Aktuell* (4) 1992;p. 101-114

## Figuren

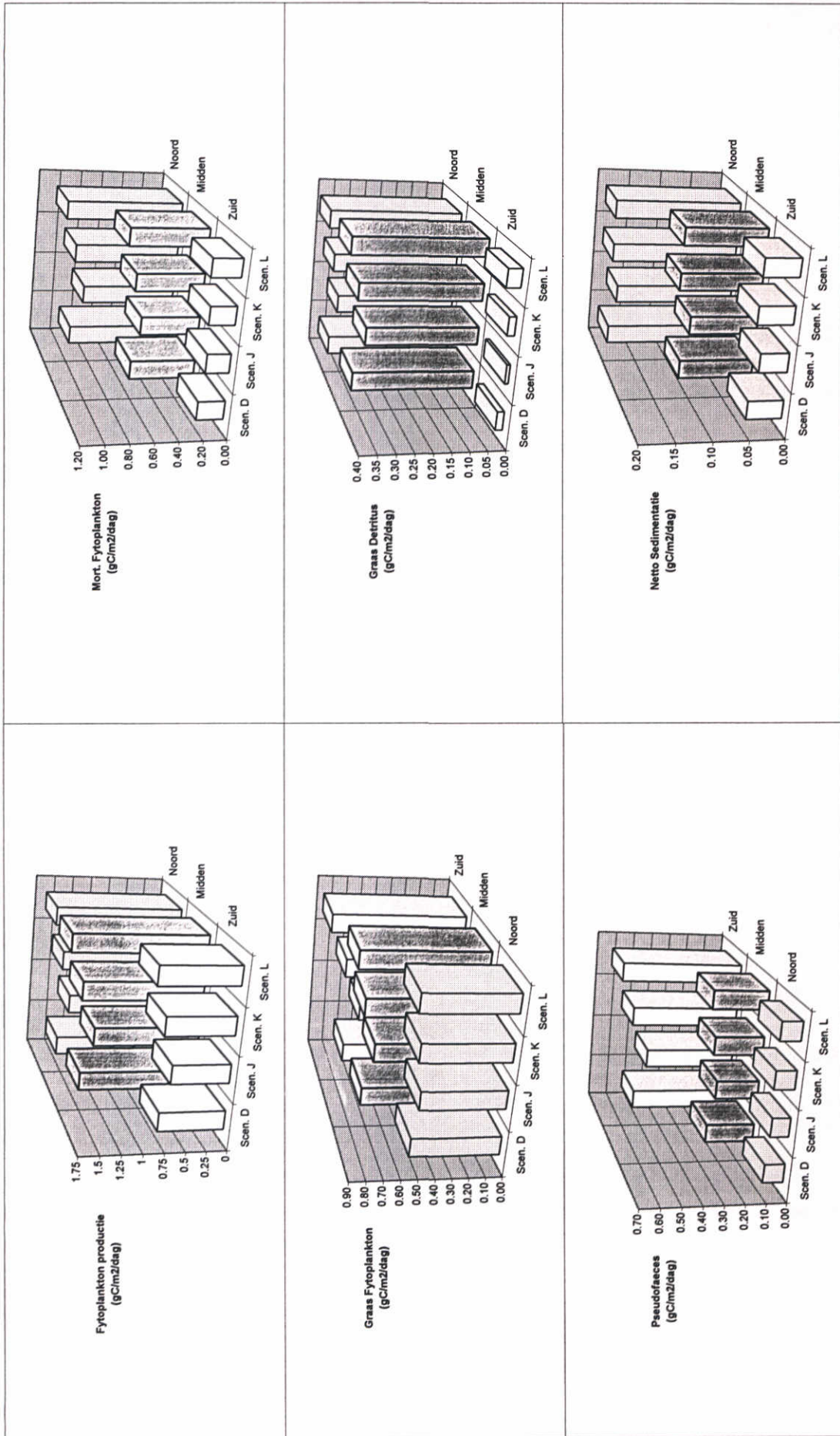
**Figuur 1** Nutrientscenario's IJsselmeer



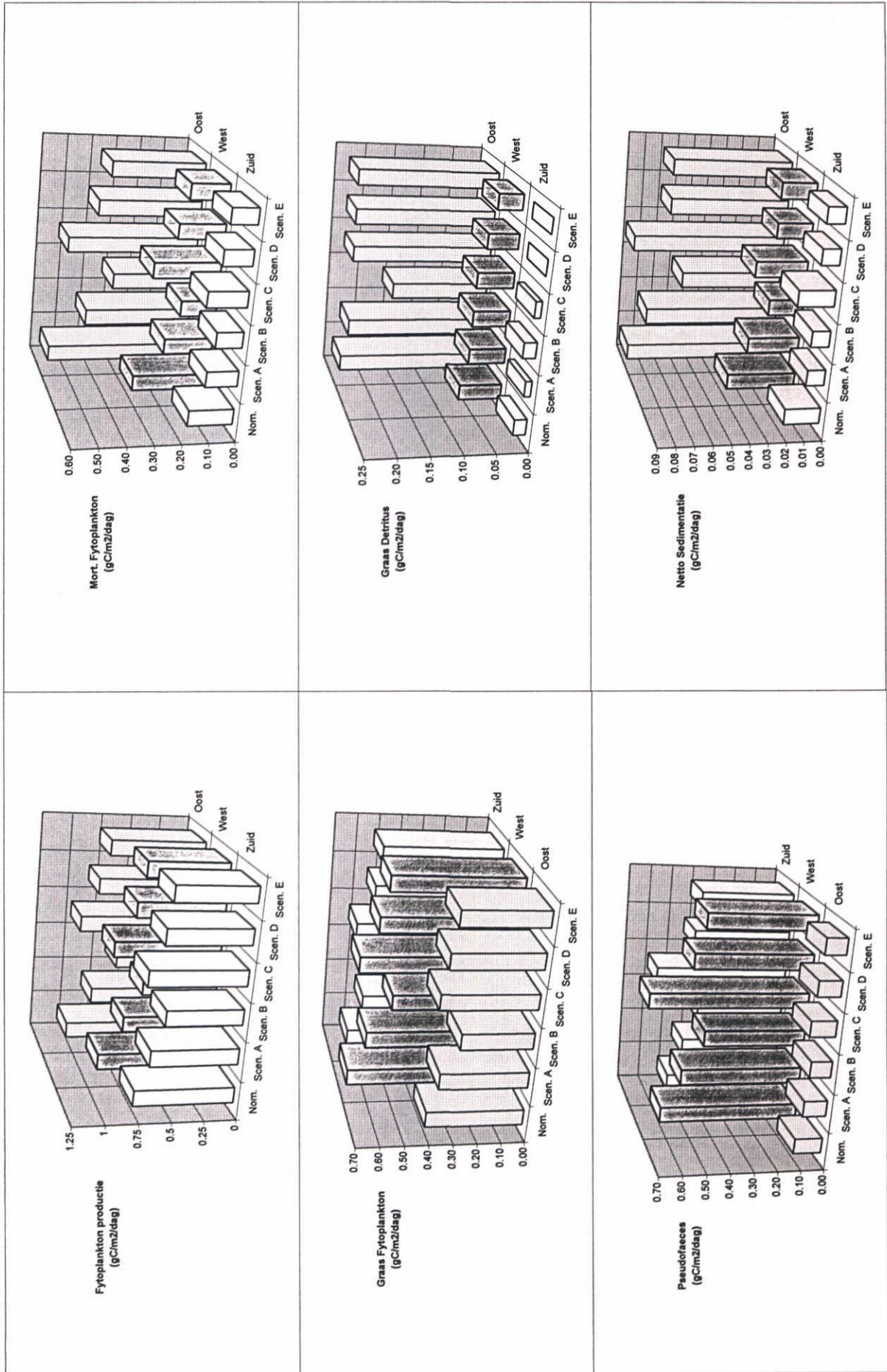
**Figuur 2** Graasscenario's IJsselmeer



**Figuur 3** Meteorologische scenario's IJsselmeer

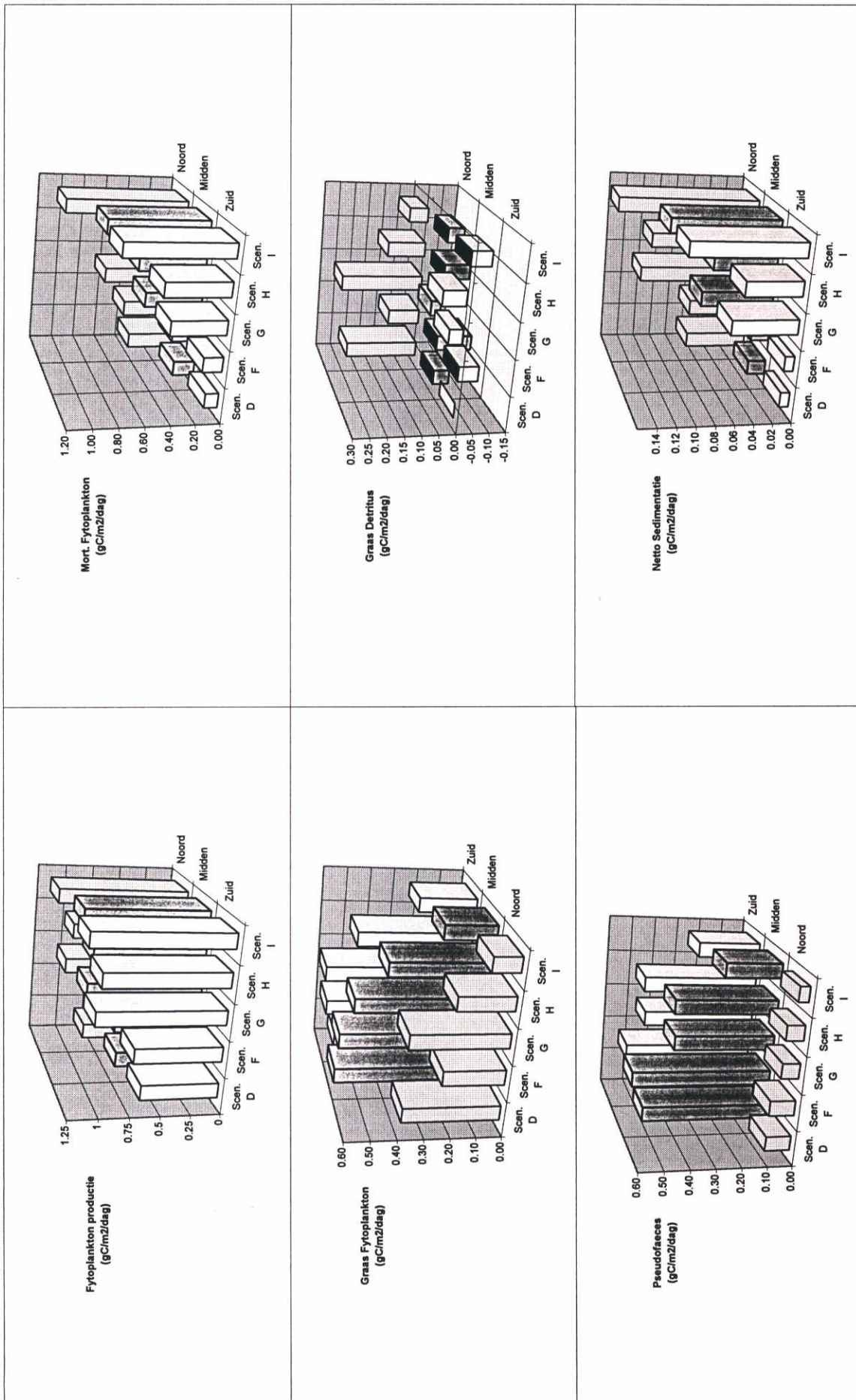


**Figuur 4 Nutrientscenario's Markermeer**

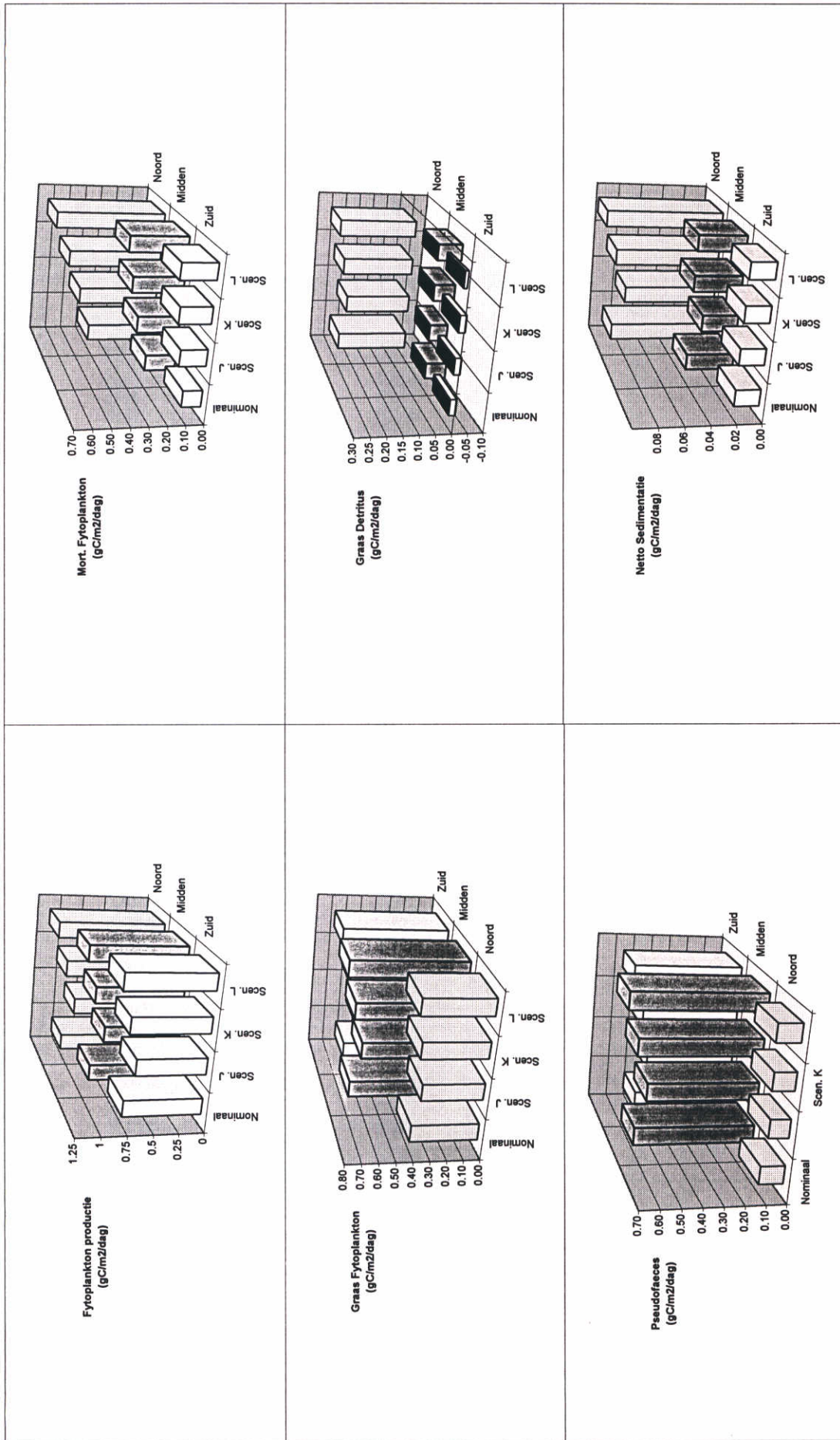




**Figuur 5** Graasscenario's Markermeer



**Figuur 6** Meteorologische scenario's Markermeer



**Figuur 7** Slibscenario Markermeer

