



## **Veerse Meer aan de Oosterschelde**

Toestand ecosysteem Veerse Meer  
vóór ingebruikname doorlaatmiddel

Rapport RIKZ/2004.007, inclusief cd-rom

A.M.B.M. Holland

Middelburg 1 juni 2004

## COLOFON

### UITGEGEVEN DOOR:

Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg

### IN OPDRACHT VAN:

Rijkswaterstaat Directie Zeeland

### INFORMATIE:

Rijksinstituut voor Kust en Zee  
Afdeling Communicatie (DFC)  
Postbus 20907, 2500 EX 's Gravenhage  
Telefoon: 070-3114311  
Fax: 070-3114321

### UITGEVOERD DOOR:

C.M. Berrevoets, J. Consemulder, A.M.B.M. Holland, P. L. Peperzak,  
E.C. Stikvoort, F. Twisk, L.P.M.J. Wetsteyn, K. Wolfstein,  
Met medewerking van C. vd Male, J.P.F. Pieters, A.M. vd Pluym (allen Rijkswaterstaat RIKZ)  
P. Lievense, en I. Schep Rijkswaterstaat Directie Zeeland

### KWALITEITSBORGING:

G.T.M. van Eck, J.A. van Pagee

### OPMAAK:

J.A. van den Broeke  
cd-rom opmaak: C. van der Blik, Cee Bee IT Heinkenszand [www.ceebeeit.nl](http://www.ceebeeit.nl)

### FOTOGRAFIE:

J.A. van den Broeke, E.C. Stikvoort en F. Twisk RIKZ  
A. Gideonse en J. Brilman Prov. Zeeland  
R. Koeman en S.M.J. van Veldhuizen (Koeman & Bijkerk bv)

### DRUK:

L<sup>n</sup>O Drukkerij Uitgeverij, Zierikzee.

### Disclaimer

Voor zover er auteursrechtelijke toestemming is verkregen, is de literatuur waarnaar in dit rapport wordt verwezen, beschikbaar op de cd-rom.

De werkdocumenten waarnaar wordt verwezen zijn interne documenten van het Rijksinstituut voor Kust en Zee of van Directie Zeeland van Rijkswaterstaat en hebben geen wettelijke status. Niets uit deze werkdocumenten mag worden gebruikt zonder schriftelijke toestemming van de hoofdauteur.

### Sleutelwoorden

Veerse Meer, Uitgangssituatie, Doorlaatmiddel, Zeesla, Monitoring

# INHOUDSOPGAVE

INLEIDING	5
SAMENVATTING	7
<b>1 HET VEERSE MEER</b>	<b>9</b>
<b>2 BEOORDELING HUIDIGE TOESTAND</b>	<b>13</b>
2.1 RICHTLIJNEN, STREEFBEELDEN EN FUNCTIE-EISEN.	13
2.1.1 De zwemwaterrichtlijn	13
2.1.2 De vogelrichtlijn	13
2.1.3 Functie-eisen	13
2.2 SAMENGEVAT: NORMEN EN WAARDEN, NU EN STRAKS	14
<b>3 TOESTAND VEERSE MEER (1993-2003)</b>	<b>15</b>
3.1 WATERHUISHOUDING: PEIL, WATERBALANS EN OEVERS	15
Het peil	15
De waterbalans	15
3.2 GELAAGDHEID VAN HET WATER/ZUURSTOFHUISHOUDING	17
3.3 OEVERS	22
Inleiding	22
Oevertypen	22
Profielontwikkelingen per oevertypen	22
Indicatieve ontwikkelingen 1993-2003 van alle oevers	23
3.4 WATERKWALITEIT	25
3.4.1 De chlorideconcentratie	26
3.4.2 Nutriëntenconcentraties: stikstof en fosfaat	26
3.4.3 De chlorofylconcentratie	27
3.4.4 Het doorzicht	29
3.4.5 Verontreinigende stoffen in het water	29
3.5 BODEMKWALITEIT	32
3.5.1 De meerbodem	32
3.5.2 Bodemkwaliteit havens	32
3.6 FLORA; MICRO EN MACRO	32
3.6.1 Fytoplankton	32
3.6.2 Macroalgen: Zeesla	35
3.6.3 Macrofyten: Zeegrassen	36
3.6.4 (Oever)Vegetatie	37

3.7	FAUNA ; ZOÖPLANKTON, BODEMDIEREN, VISSSEN EN VOGELS	38
3.7.1	Zoöplankton	38
3.7.2	Bodemdieren	39
3.7.3	Vissen	43
3.7.4	Vogels	46
3.7.4.1	Watervogels	46
3.7.4.2	Kustbroedvogels	49
<b>4</b>	<b>MONITORINGSVOORSTEL</b>	<b>51</b>
4.1	HYPOTHESE TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN/MONITORINGSVOORSTEL.	52
4.1.1	Peil, waterbalans en oevers	52
4.1.2	Gelaagdheid/Zuurstofhuishouding	53
4.1.3	Waterkwaliteit	53
4.1.4	Bodemkwaliteit..	55
4.1.5	Flora micro en macro	55
4.1.6	Dieren in het Veerse Meer, zoöplankton, bodemdieren, vissen en vogels	56
<b>5</b>	<b>LITERATUUR</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>BEGRIPPENLIJST</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>AFKORTINGENLIJST</b>	<b>65</b>
	<b>BIJLAGE 1 Metadata figuren VTSO metingen</b>	<b>66</b>
	<b>BIJLAGE 2 Monitoringsinspanning Veerse Meer in 2003</b>	<b>68</b>
	<b>BIJLAGE 3 Topografie Veerse Meer</b>	<b>71</b>

## INLEIDING

Het Veerse Meer is een kunstmatig meer. Het werd aangelegd in 1960/1961 toen er nog van uit werd gegaan dat de Oosterschelde een getijloos (zoet) meer zou worden. Door de koppeling aan de Oosterschelde, dat later toch een zout getijdensysteem mocht blijven, is het water in het Veerse Meer brak geworden. Het Veerse Meer wordt vaak zo gekarakteriseerd, afgaande op de chlorideconcentratie. In de afgelopen tien jaar is het Veerse Meer zelden zouter geweest dan 10 g Cl/l. en de bovengrens van de brakke range ligt op 10 g Cl/l. Op basis van de soorten bodemdieren die in het Veerse Meer algemeen zijn, moet het meer eerder gekwalificeerd worden als verarmd marien, dan als brak. Dat is van belang omdat het huidige normstelsel van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) het Veerse meer typeert als "een sterk veranderd waterlichaam".

In het meer wordt een tegennatuurlijk waterpeil gehandhaafd; in de zomer hoger dan in de winter. Het lage winterpeil is gekozen, om water uit de omliggende polders te kunnen lozen (uitslaan) op het meer. In de winter functioneert het Veerse Meer kortom als ontvangend oppervlaktewater voor overtollig regenwater.

Naast de functie "ontvangend oppervlaktewater" zijn de volgende functies aan het meer toegekend: landbouw, natuur, recreatie, scheepvaart en wonen. In de jaren na het ontstaan van het Veerse Meer is het hele gebied zodanig ingericht en beheerd, dat de verschillende functies allemaal zo optimaal mogelijk tot hun recht komen.

De functies gaan over het algemeen in goede harmonie samen. Dat komt deels door de scheiding die de seizoenen teweeg brengen. "In de zomer is het meer voor de recreanten, in de winter voor de vogels".

De waterkwaliteit, met name de geur en het doorzicht, is echter slecht en dat heeft een negatieve invloed op de belevingswaarde voor gebruikers en recreanten.

Door de hoge belasting van met name mest- of voedingsstoffen of te wel nutriënten, die met het polderwater op het meer komen, ontstaat in het meer

vaak een overmatige groei van algen (Jonge, de & De Jong 2002). Zeesla, een zogenaamde macro-algensoort, wordt daarbij als hinderlijk ervaren. Vooral als het waterpeil voor de winterperiode is verlaagd, kunnen grote massa's afgestorven, rottende Zeesla zorgen voor stankhinder.

De bodem van het meer, met name de aanliggende havens, is lokaal verontreinigd, voornamelijk door lozingen van landbouw- en havenactiviteit en door de aangroeiwerende middelen op schepen.

Om het probleem van de overmaat aan voedingsstoffen op te lossen, is er in de Zandkreekdijk een doorlaatmiddel aangelegd, waarmee het Veerse Meer vanaf juni 2004 wordt verversd met water uit de Oosterschelde. Een belangrijk positief effect voor de ecologie is, dat het zoutgehalte in het meer zal stijgen en constanter zal blijven. Het doorlaatmiddel wordt niet alleen gebruikt om de waterkwaliteit te verbeteren, het kan ook ingezet worden om het waterpeil te regelen. Het in de toekomst in te stellen peilregime moet echter nog worden vastgesteld. Voorlopig wordt weinig afgeweken van het bestaande peilregime

Om te kunnen beoordelen of na mei 2004 het doorlaatmiddel tot de gewenste verbetering van de waterkwaliteit leidt, is het nuttig na 2004 de ontwikkelingen te volgen, (te monitoren), en deze te vergelijken met de huidige situatie. De huidige situatie fungeert als referentiekader voor de toekomstige ontwikkelingen vandaar dat in dit rapport de huidige of T0-situatie wordt beschreven en beoordeeld, alsmede getoetst aan het bestaande normstelsel. De beschrijving en beoordeling beperkt zich daarbij tot het watersysteem of waterlichaam.

De beschrijving van de huidige situatie is gericht op de periode 1993 tot en met 2003, en sluit daarmee aan op de periode 1988 – 1993 die in het vorige bekenrapport is beschreven (Wattel, 1994).

Het tweede deel van het rapport bevat een advies betreffende de monitoringsinspanning die in de toekomst nodig is om de effecten van het doorlaatmiddel te beoordelen en om na te gaan of het Veerse Meer op termijn aan de nieuw opgestelde functie-eisen voldoet.

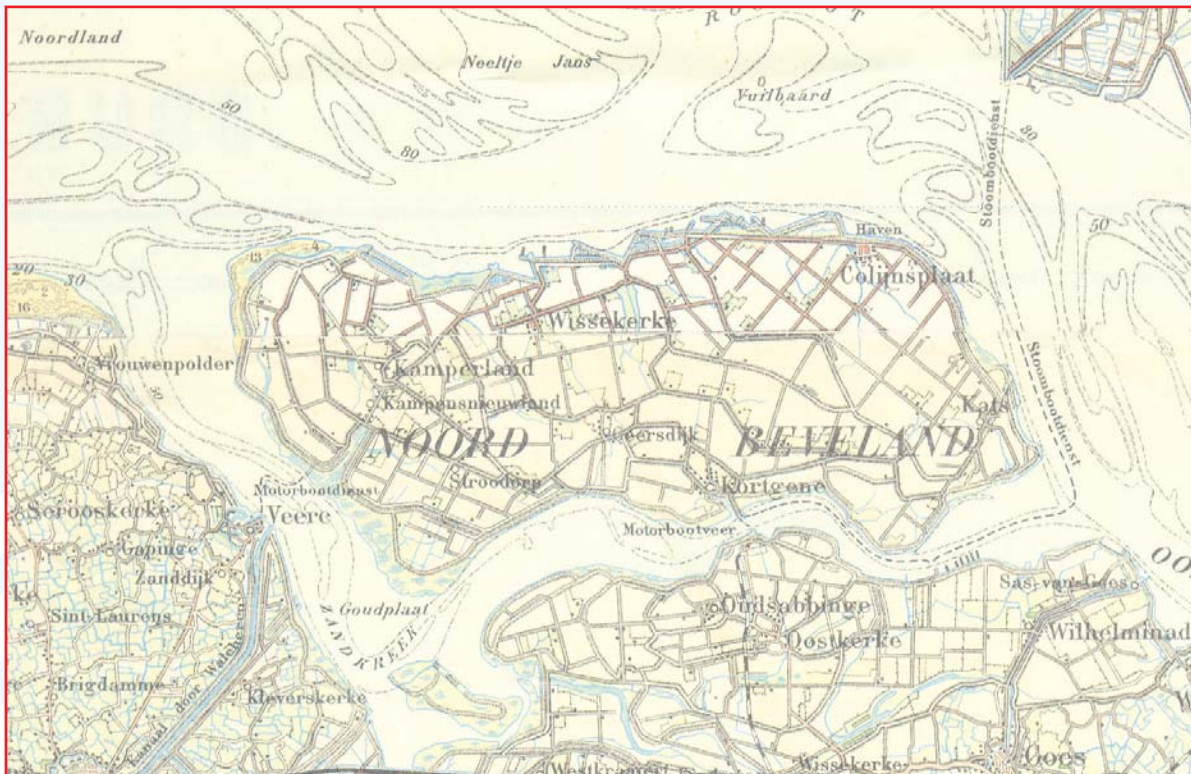
## Van estuarium naar aquarium

Het Veerse Meer maakte eens deel uit van het Oosterschelde-estuarium. Grote hoeveelheden zeewater stroomden door diepe geulen in en uit. Na aanleg van de Veerse Gatdam en de Zandkreekdam werd het meer een enorm aquarium, met een zeer slechte waterverversing. De vorm van het meer is verre van optimaal, waardoor er zuurstofarmoede ontstaat in het water van de diepe geulen.

Iedereen die wel eens een aquarium heeft ingericht, weet hoe belangrijk verversing van het water is. Hoe meer soorten vis en planten er in een aquarium worden gehouden, hoe moeilijker het wordt om de bak optimaal in conditie te houden. De temperatuur en het licht moeten zeer nauwgezet worden geregeld, voeding en ziektebestrijding vragen ook om nauwkeurige afregeling. En er zijn ingewikkelde pomp- en filtersystemen nodig.

Om het Veerse Meer de gewenste conditie te geven, zal de beheerder inspanning moeten doen om kennis te verwerven over het functioneren van dat (eco)systeem. Alleen water verversen zal weliswaar hogere zoutgehalten en lagere gehalten verontreinigingen en voedingsstoffen tot gevolg hebben maar dat hoeft niet automatisch te leiden tot de gewenste waterkwaliteit. Ook in de nieuwe situatie zal de waterkwaliteit dus goed gemeten moeten worden.

Situatie 1921





## SAMENVATTING

Als het water vanaf mei 2004 wordt verversd, zal er een grote verandering optreden in met name het watersysteem. De waterkwaliteit zal naar verwachting merkbaar verbeteren en die verbetering zal effect hebben op het ecologisch functioneren van het hele gebied.

Door de ontwikkelingen in het watersysteem goed in de gaten te houden (te monitoren) kan worden getoetst of het verversen met Oosterscheldewater voldoende is, of dat er nog aanvullende maatregelen nodig zijn om het gewenste streefbeeld te bereiken. De opgetreden verbetering is alleen te kwantificeren als de monitoringsresultaten afgezet kunnen worden tegen de uitgangssituatie (ook wel T0-situatie genoemd) van vóór het doorlaatmiddel.

De uitgangssituatie wordt in dit rapport beschreven aan de hand van water- en bodemparameters en aspecten van planten en dieren die al geruime tijd gemeten (gemonitord) worden. Ook over aspecten die heel direct op de waterkwaliteit en het waterpeil reageren of daarvan afhangen, wordt de uitgangssituatie beschreven. Een en ander blijft beperkt tot het waterlichaam van het Veerse Meer, en de oeverdelen die onder directe invloed van het water staan. De verwachte effecten van het doorlaatmiddel op de visserij, recreatie, bewoning en beleving komen in dit rapport niet aan de orde.

Aan de functie-eisen van het RBPN (Regionaal Beheerplan Nat) moet nu of op termijn worden voldaan (Anonymus 2002). Het beschrijven van de uitgangssituatie, op basis van onder andere de resultaten van het huidige monito-

ringsprogramma, was een goede gelegenheid om te toetsen of aan de functie-eisen wordt voldaan en een hypothese op te stellen voor de haalbaarheid in de toekomst. In het water van het Veerse Meer komen de voedingsstoffen stikstof (N) en fosfor (P) en ook enige verontreinigingen nu nog in concentraties voor die hoger zijn dan de MTR (Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau) of de GW (Grenswaarde), gesteld in de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4). Uit de toetsing volgde bovendien dat diverse functie-eisen aangepast moeten worden aan de nieuwe situatie.

Het verversen van water als nieuwe beheersmaatregel zal grote veranderingen van de waterkwaliteit, en daarmee het ecosysteem, tot gevolg hebben. Het monitoringsprogramma dient afgestemd te zijn op de toekomstige ontwikkelingen en veranderende functie-eisen.

In dit rapport wordt de uitgangssituatie beschreven en een voorstel gedaan voor de monitoring van de effecten van het doorlaatmiddel op het waterlichaam. In de tabel op de volgende pagina is samengevat op grond van welke kenmerken de ontwikkelingen kunnen worden getoetst, aan welk streefbeeld dit is gerelateerd en in welk monitoringskader dit kan worden ondergebracht.

*Jachthaven bij Kamperland*



Uitgangssituatie, streefbeeld en monitoringsinspanning van het waterlichaam Veerse Meer.

Kenmerk uitgangssituatie	Streefbeeld	Monitoringsvoorstel
Brak water	Zout(er) water	MWTL* + RM* fysisch
Troebel	Helder water	MWTL + RM fysisch
Verontreinigingen in het water	Schoon water	MWTL + RM chemisch, uitgebreid
Veel meststoffen in het water waardoor overmatige algengroei	Mesotroof, zonder eutrofiëringskenmerken	MWTL + RM chemisch, uitgebreid BIOMON, uitgebreid
Zuurstofarmoede in diepe delen	Korte(re) zuurstofarme periode	RM vertikaalmetingen
Hoog chlorofylgehalte in het voorjaar	Het chlorofylgehalte in het voorjaar is laag.	MWTL + RM uitgebreid
Overmatige algenbloei	Gezonde, productieve algenbloei	RM + zeesla en zeegras monitoring
Geen toxische algen aanwezig	Toxische algen minimaal.	
Door meststoffen-belasting is de primaire productie hoog	De primaire productie in de zomer is hoog.	MWTL + RM, uitgebreid met primaire productie metingen
Biodiversiteit is laag	Een hoge biologische diversiteit.	Monitoring bodemdieren, vissen en vogels
Ondiep water areaal	Het areaal ondiep water wordt (ongeacht het peil) niet kleiner.	OEVERS
(Voor)Oeververs zijn verdedigd	(voor)oeververdedigingen afgestemd op toekomstig peil	OEVERS

\* MWTL is het programma Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands van Rijkswaterstaat, met de onderdelen chemie en biologie (BIOMON)

\* RM is de Regionale Monitoring van Directie Zeeland van Rijkswaterstaat (parameters dezelfde als MWTL)

\* OEVERS is een 'incidentele' monitoring in opdracht van Directie Zeeland van Rijkswaterstaat

Deze monitoringsprogramma's worden al jaren uitgevoerd en zouden aangepast dienen te worden in ruimte, tijd (frequentie) of te meten parameters. Voorstellen daartoe zijn gegeneerd uit de hoofdstukken in dit rapport, waarin diverse aspecten van het ecosysteemfunctioneren zijn beschreven. Een en ander is samengebracht in hoofdstuk 4 Monitoringsvoorstel.



# 1 HET VEERSE MEER

Het Veerse Meer is een kunstmatig meer, of zoals de terminologie van de KRW wil: "een sterk veranderd waterlichaam". Als onderdeel van het Deltaplan werd er in 1960 een dam gelegd, dwars door de Zandkreek, waardoor het eiland Noord-Beveland werd verbonden met Zuid-Beveland. In 1961 werd er een dam gelegd door het Veersche Gat, waardoor Noord-Beveland met Walcheren werd verbonden.

Het dynamische zoutwater getijdsysteem veranderde door de afdamming in een brakwatermeer, waarin vervolgens een tegennatuurlijk waterpeil werd gehandhaafd: in de zomer op NAP, in de winter op NAP  $-0,70$  m. Het lage winterpeil is nodig voor de afwatering van de omliggende polders en de grondwaterstand van de buitendijkse gebieden. Bij een relatief hoger peil op NAP kunnen de huidige gemalen niet zoveel water naar het meer pompen als bij een relatief lager peil op NAP  $-0,70$  m.

In tabel 2.1 staan karakteristieke grootheden, de fysiografie, van het Veerse Meer bij het huidige peil, dat voorlopig gehandhaafd blijft.

Tabel 2.1 laat, samengevat, zien dat het Veerse Meer gebied ongeveer 4000 ha groot is en voor ruwweg de

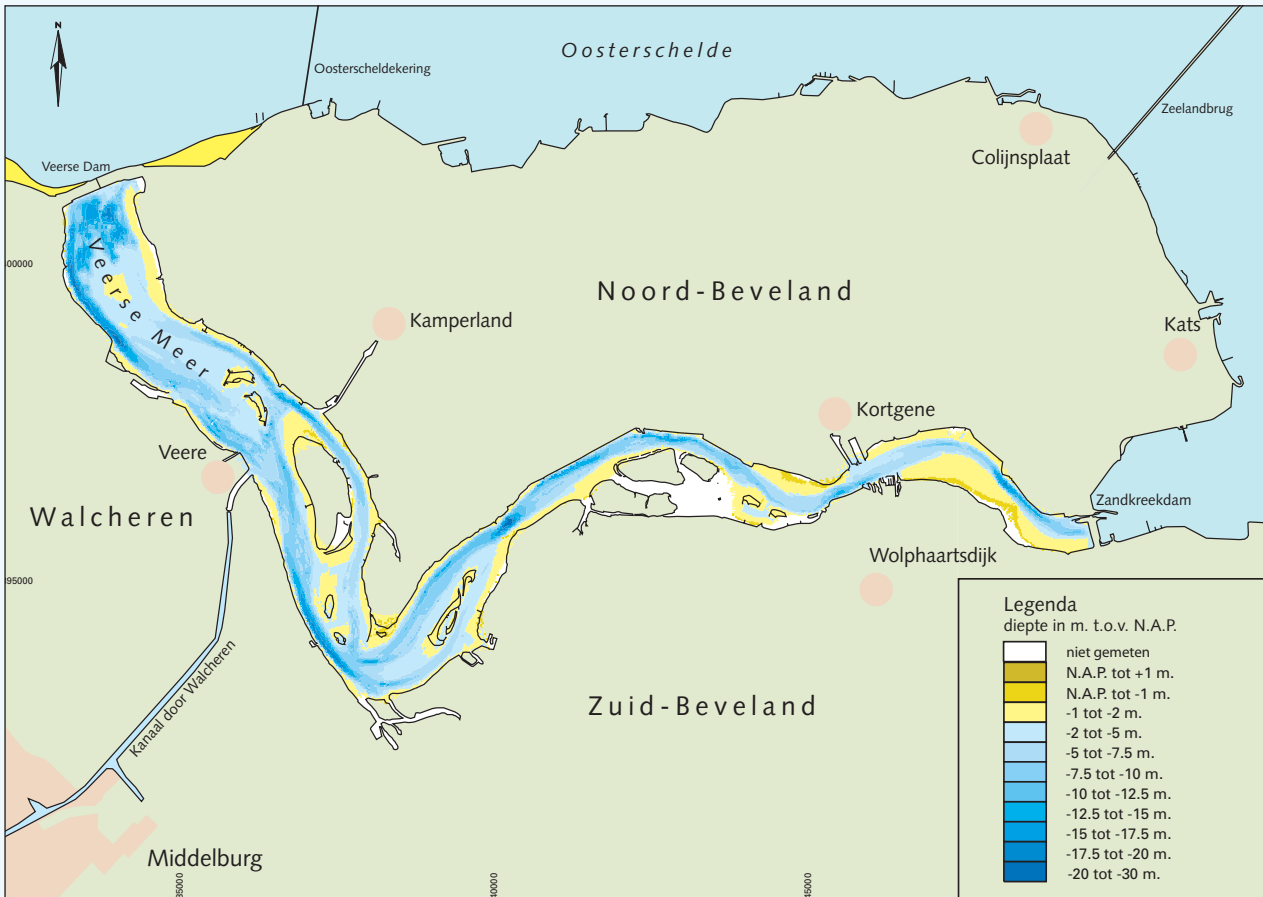


Veerse Gatdam van voor 1992

helft bestaat uit water. De overgang water/land is door golf erosie in beweging. Vandaar dat in dit rapport veel aandacht wordt besteed aan de oevers. Het Veerse Meer heeft een gemiddelde diepte van 5 meter, slechts 10% is dieper dan 10 m. en 1% is die-

Oppervlakte Veerse Meer gebied	3990 ha
Wateroppervlak bij NAP $-0,10$ m.	2030 ha
Wateroppervlak bij NAP $-0,70$ m.	1742 ha
Buitendijkse gronden en eilanden bij NAP $-0,10$ m.	1960 ha
Buitendijkse gronden en eilanden bij NAP $-0,70$ m.	2248 ha
Meervolume (inhoud bij NAP $-0,10$ m.)	102 miljoen m <sup>3</sup>
Meervolume (inhoud bij NAP $-0,70$ m.)	89 miljoen m <sup>3</sup>
Gemiddelde waterdiepte	5 m
Maximale waterdiepte	25 m
Lengte	25 km
Breedte	0,2 – 1,6 km
Oppervlakte afwateringsgebied	19335 ha
Op het meer uitgeslagen polderwater in 1998 (nat jaar)	85 miljoen m <sup>3</sup>
Poldergemalen, met directe uitslag op het meer	8 stuks

Tabel 2.1  
Fysiografie huidige  
Veerse Meer  
(Wattel, 1994)



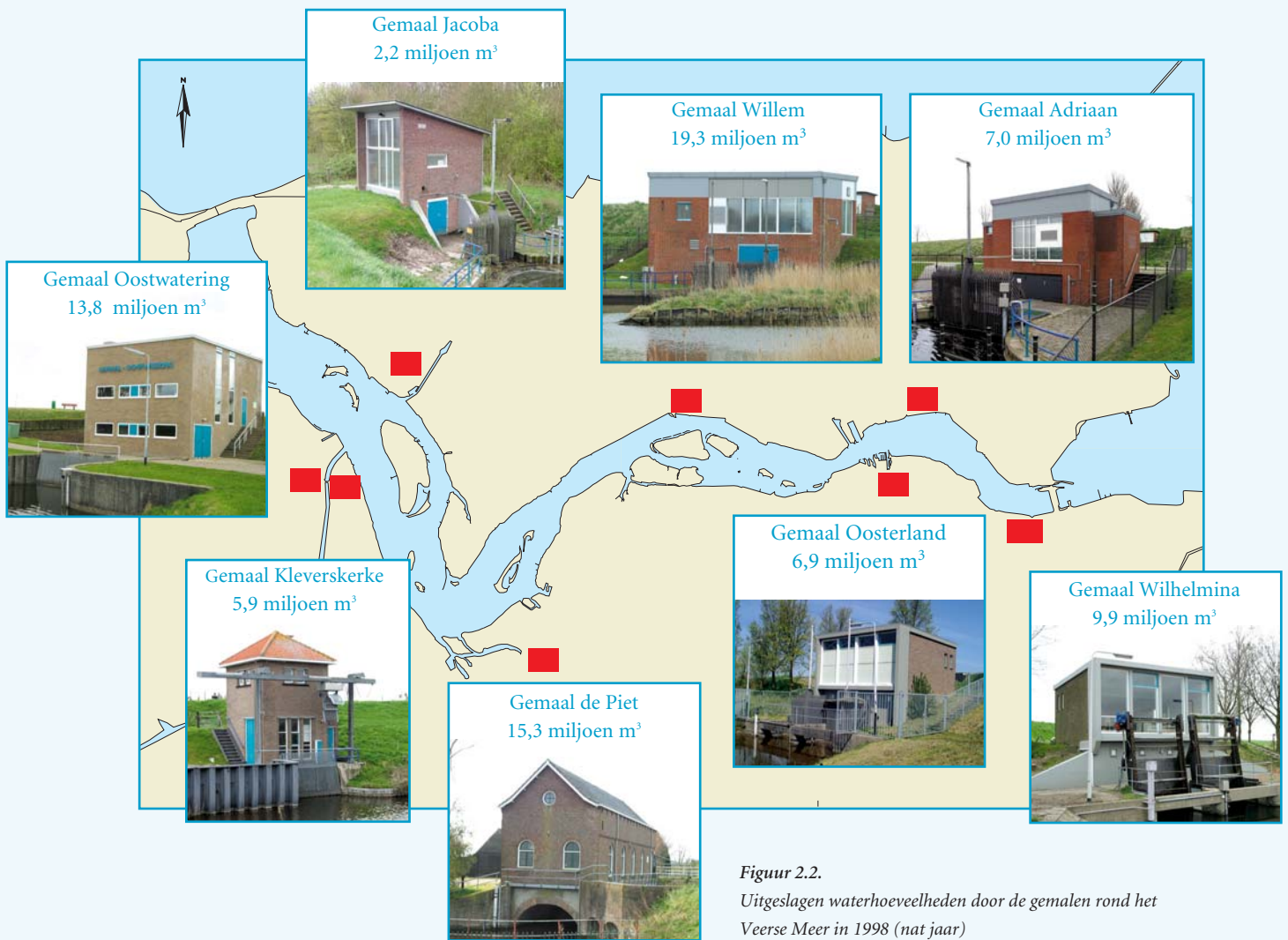
**Figuur 2.1**  
Geuldiepte Veerse Meer.

per dan 15 m. Er is een centrale geul, bestaande uit een achttal 'diepe putten' met maximum waterdiepten van 15 tot 24 m die verbonden zijn door 'zadels' met waterdiepten van 6 tot 9 meter. De ligging van de geulen en de diepte staan in figuur 2.1  
Het meer heeft bij het peil van NAP een volume van 100 miljoen m<sup>3</sup> (Wijsman 2003).

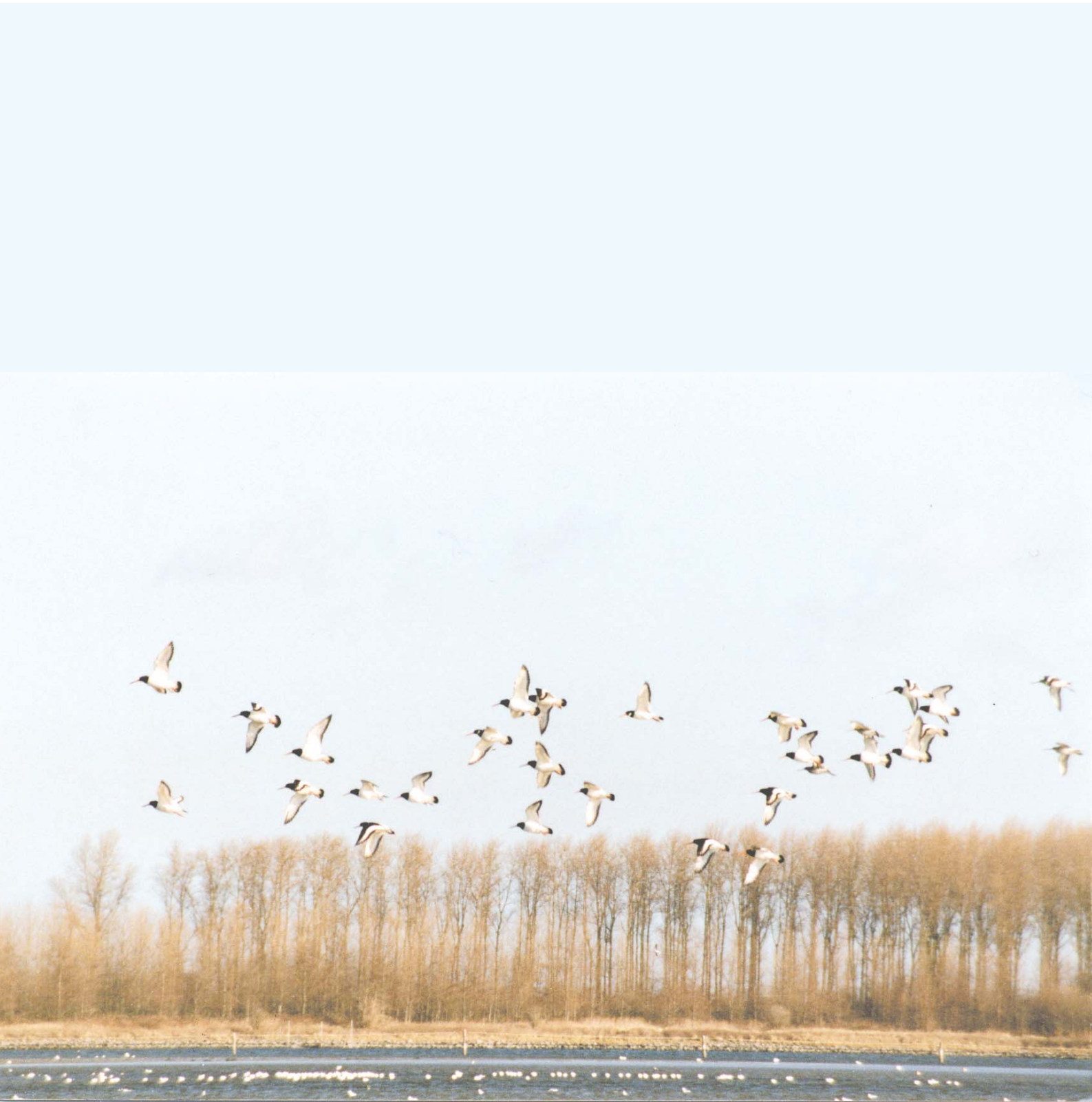
Rondom het Veerse Meer liggen gemalen en uitwateringssluizen die het overtollige polderwater lozen op het meer. In figuur 2.2 is de ligging daarvan aangegeven en de hoeveelheid water die per locatie in het natte jaar 1998 op het meer is uitgeslagen. De lozingshoeveelheid geeft een goede indicatie voor het oppervlak van de polder(s), behorende bij de gemalen.

Gemaal Aalvanger





**Figuur 2.2.**  
Uitgeslagen waterhoeveelheden door de gemalen rond het Veerse Meer in 1998 (nat jaar)





## 2 BEOORDELING HUIDIGE TOESTAND

### 2.1 RICHTLIJNEN, STREEFBEELDEN EN FUNCTIE-EISEN.

Het waterbeheer van het Veerse Meer is erop gericht aan de richtlijnen en functie-eisen te voldoen om zodoende de geformuleerde streefbeelden te bereiken. In het Veerse Meer gelden momenteel de Zwemwaterrichtlijn en de Vogelrichtlijn (Vogelrichtlijn 2000) en in het RBPN 2002 zijn functie-eisen voor het Veerse Meer opgenomen, waaronder de normen van de 4<sup>e</sup> nota Waterhuishouding.

In de paragrafen van dit hoofdstuk staat het toetsresultaat van de normen behorende bij de richtlijnen en de besluiten en die van de functie-eisen die van toepassing zijn op het Veerse Meer.



#### 2.1.1 DE ZWEMWATER-RIJCHTIJN

Evenals in de jaren daarvoor, voldeed het Veerse Meer in 2003, op de 7 locaties waar voor de zwemwaterkwaliteit werd gemonsterd, aan de normen van de Europese zwemwaterrichtlijn, en aan die van het Nederlands Besluit hygiëne en veiligheid zwemgelegenheden. Ook werd in 2003 voldaan aan de normen van het Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren.

luiteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren.

#### 2.1.2 DE VOGELRICHTLIJN

Het Veerse Meer is een belangrijk gebied voor watervogels. Van september tot maart verblijven hier meer dan 20.000 watervogels. Vier soorten overschrijden de 1%-norm voor een gebied van internationale betekenis (1% van de totale populatie verblijft regelmatig in een gebied). Het betreft de

Brandgans, Middelste Zaagbek, Smient en Meerkoet. Op grond hiervan is het Veerse Meer op 24 maart 2000 aangewezen in het kader van de Europese vogelrichtlijn.

De aanwijzing vraagt van de beheerder zorg te dragen voor de instandhouding en zo mogelijk versterking van de te beschermen vogelwaarden van een gebied. Bij alle activiteiten dient hier rekening mee gehouden te worden.

Momenteel voldoet het Veerse Meer aan de vogelrichtlijn. In de huidige situatie zijn de aantallen van de in de vogelrichtlijn genoemde soorten normstellend.

Uit recente waarnemingen blijkt een geringe afname van de Meerkoet en de Middelste Zaagbek. In het licht daarvan is het van belang voor beide soorten meer inzicht te krijgen in de oorzaken van deze terugval.

#### 2.1.3 FUNCTIE-EISEN

De belangrijkste functie-eis is dat aan de normen van de 4<sup>e</sup> Nota Waterhuishouding moet worden voldaan. Dat is voor de volgende stoffen niet het geval in het jaar 2002. (Gegevens 2003 zijn nog niet beschikbaar).

De 90 percentiel-waarde van het gewasbeschermingsmiddel Diuron is in 2002 0,44 µg/l en overschrijdt juist de MTR van 0,43 µg/l. MTR staat voor Maximaal Toelaatbaar Risico niveau, een norm waaraan het watersysteem op dit moment moet voldoen.

De 90percentiel-waarde van het gewasbeschermingsmiddel Simazine ligt in 2002 met 0,02 µg/l tussen de MTR van 0,14 µg/l en de SW van 0,001 µg/l. De StreefWaarde SW is de norm waaraan het watersysteem op termijn moet voldoen.

De mediaanwaarde over het zomerhalfjaar van totaalfosfor (P) is 0,333 mg/l in 2002 en overschrijdt de MTR van 0,15 mg/l met een factor 2.

De mediaanwaarde over het zomerhalfjaar van totaalstikstof(N) ligt in 2002 met 1,47 mg/l tussen de MTR van 2,2 mg/l en de SW van 1 mg/l.

De genoemde stoffen worden voor een groot deel

aangevoerd via het polderwater. Om de gestelde normen te bereiken zal afstemming met Waterschap Zeeuwse Eilanden nodig zijn.

Hierna wordt samengevat in welke mate er aan de andere functie-eisen van het RBPN 2002 wordt voldaan, nu en later en of er maatregelen danwel aanpassing van de functie-eisen nodig is.

## 2.2 SAMENGEVAT: NORMEN EN WAARDEN, NU EN STRAKS

In tabel 2.1. is aangegeven of er in de uitgangssituatie (T0) en als er nieuw evenwicht is bereikt (T1), aan de functie-eis wordt voldaan (M) of niet (x). Ook is aangegeven of er maatregelen genomen kunnen worden (OM), of dat een functie-eis moet worden aangepast in de zin dat die haalbaar is (OF). De tabel is afgeleid uit hetgeen in hoofdstuk 4 is beschreven.

To	T1	O	Omschrijving conform Regionaal Beheerplan Nat 2002
M	M		Zwemwaterrichtlijnen
M	x	OM	Vogelrichtlijn
x	M	OM	Op de lange termijn is voor de waterkwaliteit en het zwevende stofgehalte (microverontreinigingen) de streefwaarde van de 4de Nota Waterhuishouding bereikt.
x	M	OM	De lozingen van giftige, persistente en bioaccumulerende stoffen is beëindigd.
x	M	OM	De zuiveringen van de puntbronnen zijn op het niveau van de 'stand der techniek'.
x	M	OM	De diffuse bronnen zijn aangepakt.
M	M		Het waterpeil schommelt rond de NAP -10 cm met een afwijking van $\pm 10$ cm.
	M		De uitwisseling met de Oosterschelde v.v is minimaal 40 m <sup>3</sup> /s.
x	M		Het zoutgehalte schommelt rond de 13 gCl/l met een afwijking van $\pm 2$ g.
x	x	OF	Het zuurstofgehalte is in de diepe delen minimaal 2 mg/l.
x	M		De diepte van de spronglaag is minimaal 12 m.
x	M		De concentraties van nutriënten en chlorofyl zijn laag.
	M	OM	Milieuvriendelijke oeververdedigingen.
x	x	OF	Een zuurstofloos bodemoppervlak van maximaal 5% van totale meeroppervlak.
x	x	OF	De levensgemeenschappen (planten, algen, land- en waterdieren, vogels) kennen een hoge diversiteit, lager is dan de Oosterschelde, maar sterk lijkend op die van het Grevelingenmeer.
x	x	OF	De soortenrijkdom van de vissen is vergelijkbaar met het Grevelingenmeer.
M	M		De soortenrijkdom van de bodemdieren is vergelijkbaar met Grevelingenmeer.
x	M		Sterke ontwikkeling van mosselen, kokkels, wormen en slakken.
x	M		Intacte complex opgebouwde mosselbanken.
M	M		Er is ruimte voor de hardsubstraatbewoners.
x	x		Minstens 50% van de bodemalgen worden door bodemdieren afgegraasd.
x	x	OF	De verscheidenheid van plankton soorten bestaat uit minimaal 75% mariene soorten.
x	x	OF	Rijke diatomeeënflora tot 7 à 8 m op de oever.
x	x	OF	wiergemeenschap op hard substraat.
	x	OF	ontwikkeling van zeegras op de oever.
	M		reductie van zeesla op de oever. (afgestorven zeesla die bij peilverlaging op oever ligt)
	M	OF	vegetatie: goede ontwikkelingsmogelijkheden door hoge, vaste grondwaterstand.
x		OF	Een stabiele zonerings.
x		OF	Graasdruk filtrerende bodemdieren: minimaal 50% van primaire productie.

Tabel 2.1

Toetsing van Functie-eisen en Richtlijnen



### 3 TOESTAND VEERSE MEER (1993-2003)

Vanwege de variaties over de jaren is, voor zover mogelijk, de toestand zoals die is waargenomen over de periode 1993-2003 beschouwd als uitgangssituatie. De beschrijving van deze ontwikkelingen sluit daarbij aan op het vorige Veerse Meer rapport (Wattel, 1994).

Achtereenvolgens wordt beschreven hoe de waterhuishouding, de zuurstofhuishouding, de oevers, de water (bodem) kwaliteit, en flora en fauna zich ontwikkelden in de voorbije periode.

#### 3.1 WATERHUISHOUDING: PEIL, WATERBALANS EN OEVERS

##### HET PEIL

Om het lage winterpeil van  $-0,7$  m NAP op het zomerpeil te brengen dat gelijk is aan NAP, wordt er in april via de schutsluis in de Zandkreekdam Oosterscheldewater het Veerse Meer binnengelaten.

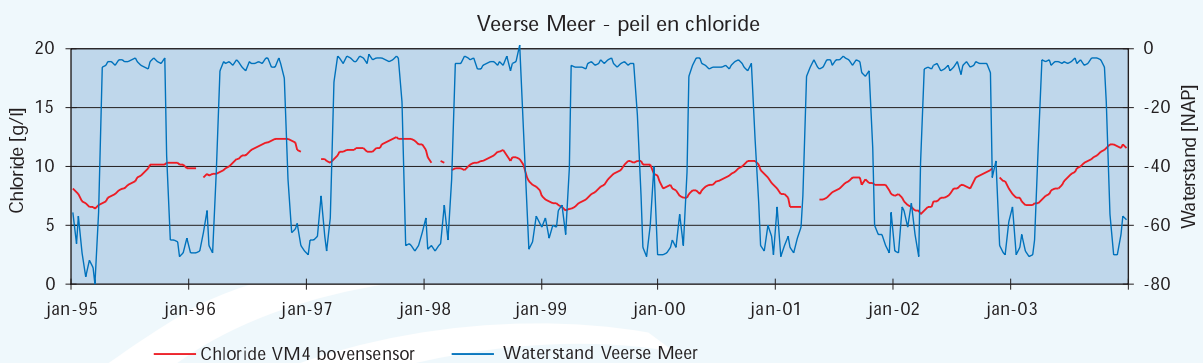
grote lijnen gehandhaafd om 's winters polderwater te kunnen blijven uitslaan zonder aanpassingen van de gemalen. Voorbereidingen om tot een nieuw peilbesluit te komen, worden getroffen.

##### DE WATERBALANS

Figuur 3.2 geeft de jaartotalen van de ingaande waterhoeveelheden en het relatieve aandeel van aan- en afvoertermen daarin (Pieters 2004).

Per jaar stroomt er zo'n 130 tot 210 miljoen  $m^3$  water het Veerse Meer in (en uit). In droge jaren zoals 1996 en 1997 is dat beduidend minder, in natte jaren zoals 1998 beduidend meer.

Het inkomende water bestaat uit polderwater, neerslag, (waaronder afstroming van de oevers) schutwater en lekverliezen vanuit het Kanaal door Walcheren (Sluis Veere) en inlaat van Oosterscheldewater voor de peilopzet. Als gevolg van het schutten met de scheepssluis in de

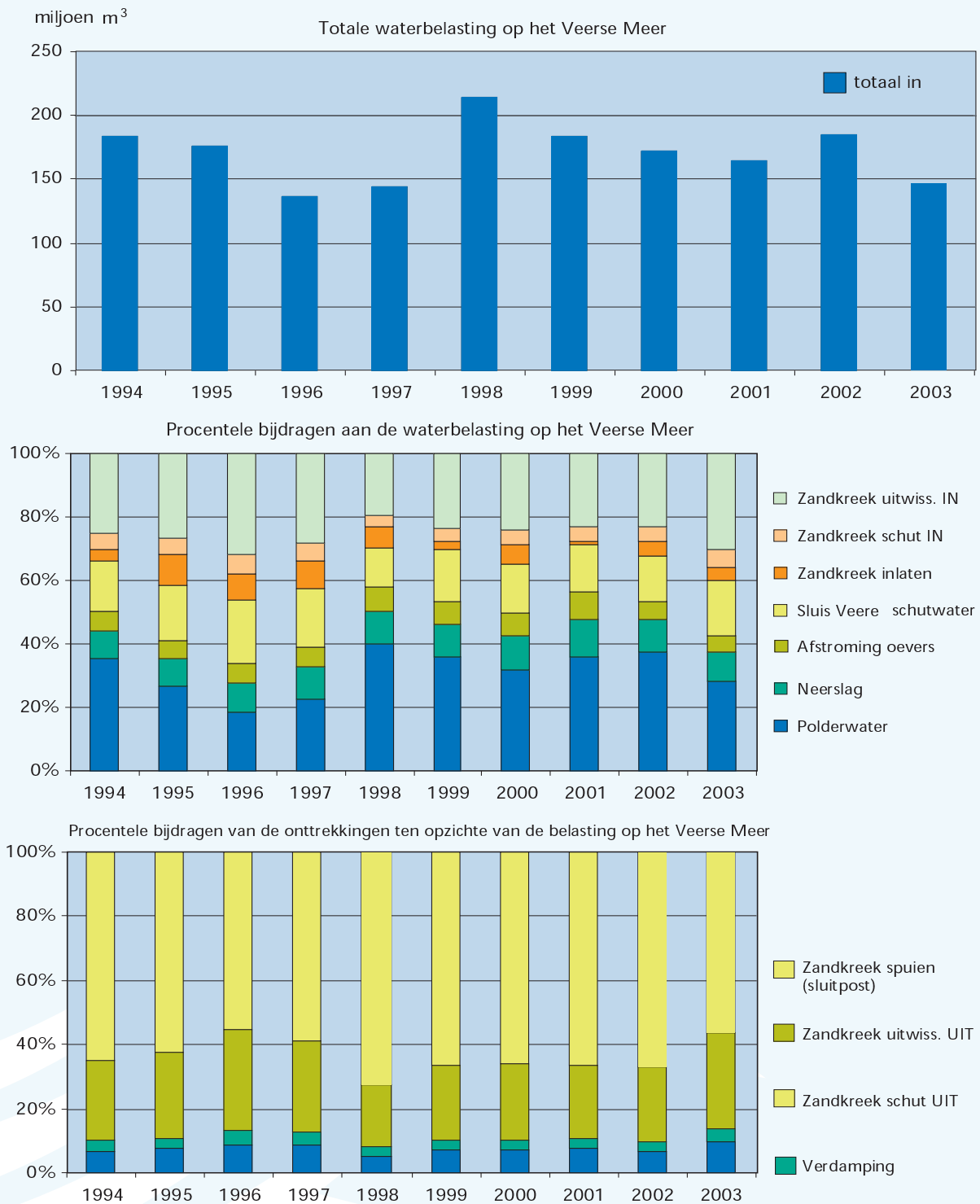


**Figuur 3.1**  
Peil- en chlorideverloop op locatie VM4 (de Piet) in de periode 1995-2003.

De grote peilveranderingen daardoor zijn in figuur 3.1. goed zichtbaar. De kleinere variaties rond het streefpeil zijn het gevolg van perioden met veel neerslag, als de gemalen het overtollig polderwater lozen. Na ingebruikname van het doorlaatmiddel blijft voorlopig het huidige fluctuerende peilbeheer in

Zandkreekdam vindt er bovendien uitwisseling van water plaats tussen Oosterschelde en het Veerse Meer.

Afvoer van water vindt plaats door verdamping en door het spuien naar de Oosterschelde. Via schuiven in de schutsluis in de Zandkreekdam wordt



**Figuur. 3.2.**  
De totale jaarlijkse waterbelasting en de procentuele verdeling van de belastingen en onttrekkingen

overtollig water op de Oosterschelde gespuid. De belangrijkste zoetwaterbron voor het Veerse Meer is polderuitslag. De belangrijkste bron van zout water is de schutsluis in de Zandkreekdam via schutten en uitwisseling. De jaarlijkse peilopzet in april levert maar een geringe bijdrage van ca. 5 tot 10% aan de waterbalans, maar geeft daarmee wel de aanzet tot gelaagdheid. Het spuien van Veerse Meer water op de Oosterschelde is de grootste uitgaande waterhoeveelheid. Samen met de schut- en uitwisselingsdebieten vindt uitvoer van Veerse Meer water voor meer dan 90% via de schutsluis in de Zandkreekdam plaats (Figuur 3.2). Verdamping speelt een geringe rol.

### 3.2 GELAAGDHEID VAN HET WATER/ZUURSTOFHUISHOUDING

Gelaagdheid doet zich voor in de langgerekte geul door het Veerse Meer. De geul is een aaneenschakeling van diepe delen (putten) en minder diepe gedeelten (zadels of drempels). Deze gelaagdheid doet zich voor bij waterdiepten vanaf 5 m. Bijna de helft van het Veerse meer is dieper dan 5 m. Een gelaagdheid ontstaat als een waterlaag met kleinere dichtheid 'drijft' op een laag waarvan de dichtheid groter is. De dichtheid is afhankelijk van temperatuur of zoutgehalte en hoe groter het verschil in dichtheid, hoe stabiel de gelaagdheid is. De



Zandkreekdam



Sluis bij Veere

gelaagdheid in het meer wordt sterk beïnvloed door het verhogen van het winter- naar het zomerpeil (Figuur 3.1). Het zoute, relatief zwaardere, water stroomt langs de bodem de diepe delen in. De waterkolom raakt dan verticaal gelaagd of gestratificeerd.

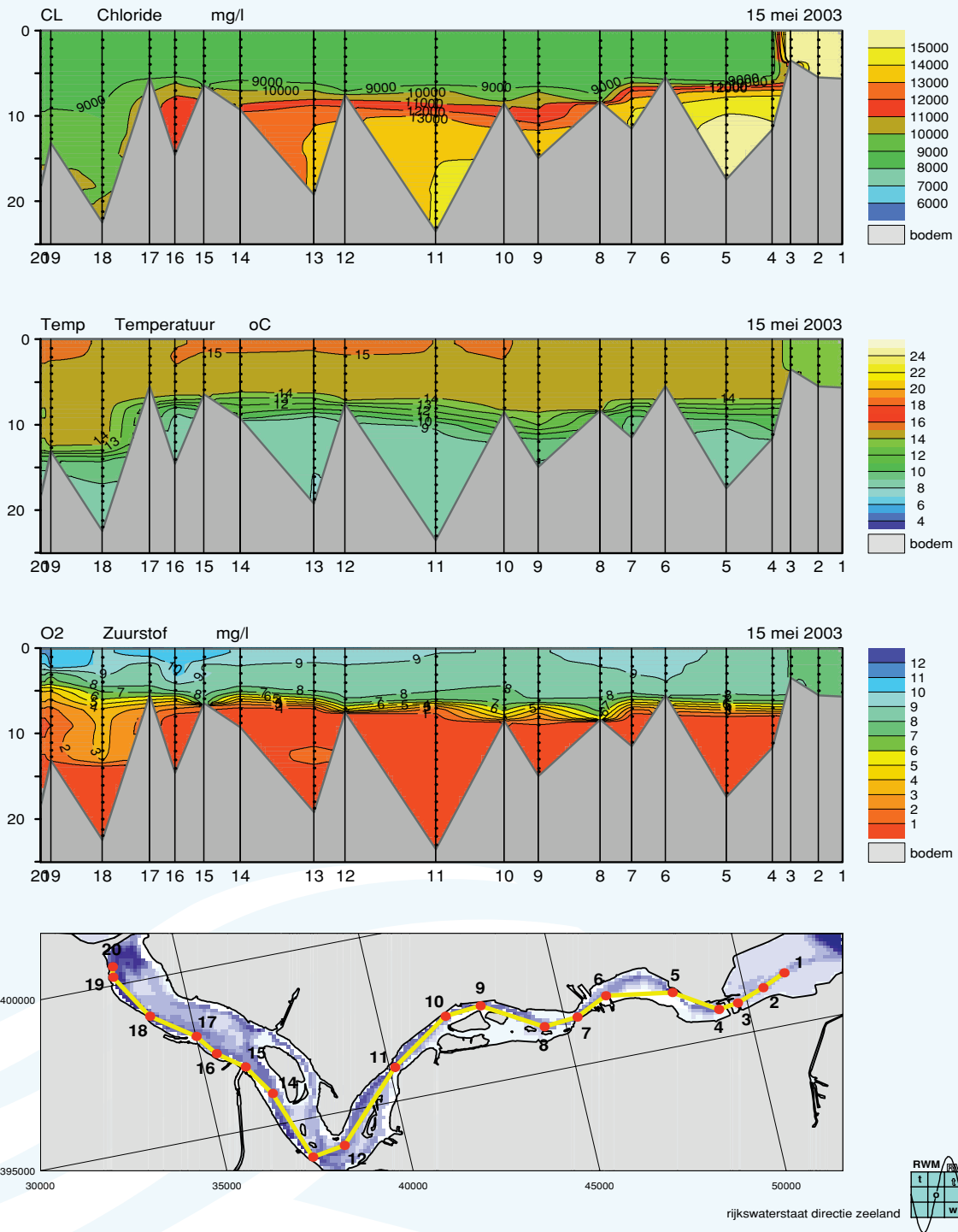
Water bevat zuurstof, waardoor vissen in het water kunnen leven. Ook micro-organismen gebruiken zuurstof bij de afbraak van organisch materiaal. De zuurstof komt in het water door natuurlijke beluchting en door waterplanten die zuurstof afgeven aan het water.

Als gevolg van zuurstofverbruikende afbraakprocessen neemt onder gestratificeerde omstandigheden de zuurstofconcentratie in de onderlaag af. De op elkaar drijvende waterlagen zijn zo stabiel, dat er geen uitwisseling is van zuurstofrijk water van de bovenlaag met zuurstofarm water van de onderlaag. De overgang van zuurstofarm naar zuurstofrijk water wordt spronglaag genoemd. In de diepte is het te donker voor waterplanten om voor zuurstof te zorgen. Daardoor neemt het zuurstofgehalte in de onderlaag gaandeweg af, waarbij het water zelfs zuurstofloos kan worden.

#### Meetresultaten 'VTSO' metingen

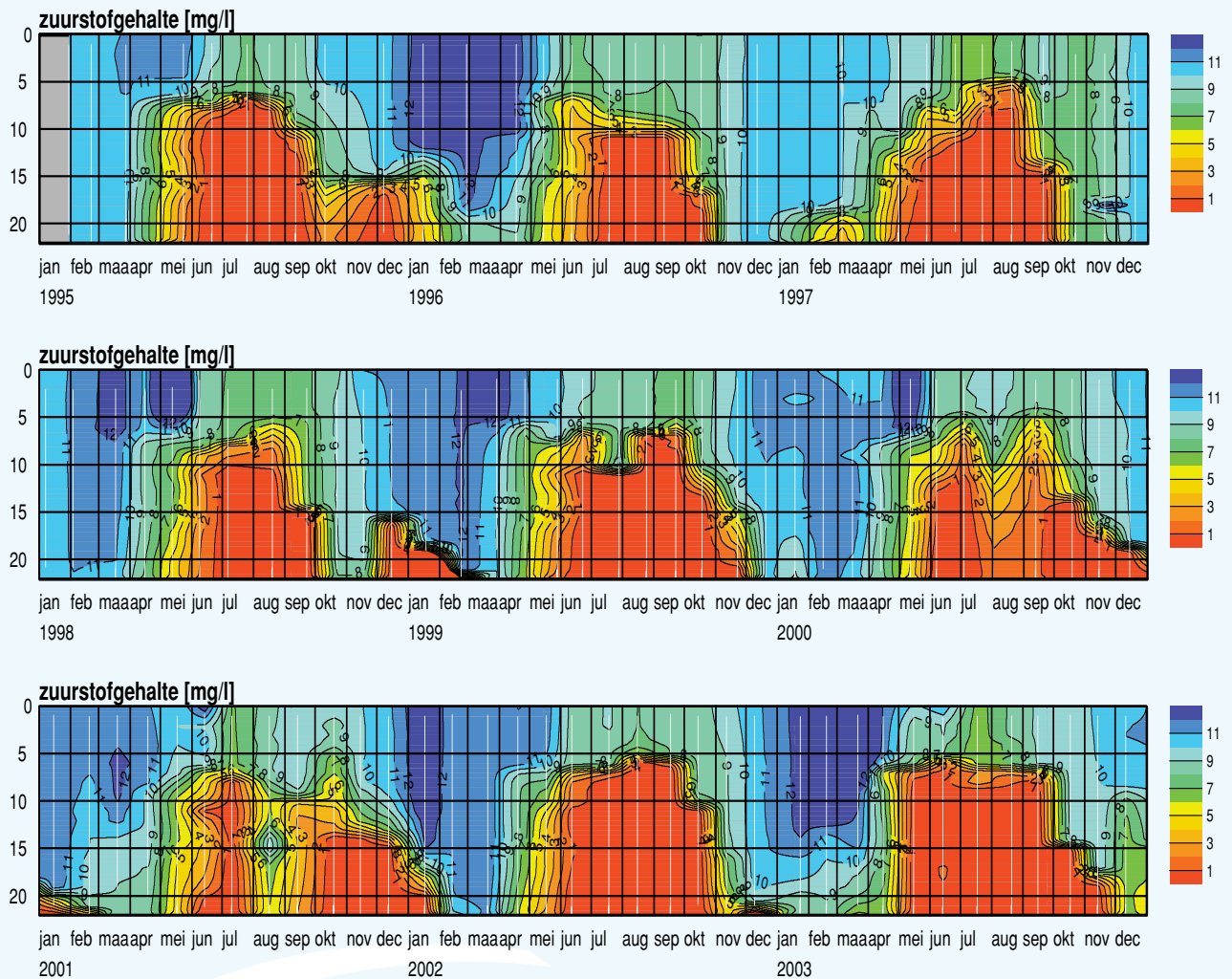
Sinds 1995 worden maandelijks op 19 punten profielen (verticalen) in het water gemeten. In figuur 3.3 is als voorbeeld het chloridegehalte, de temperatuur en het zuurstofgehalte van oppervlak tot bodem gegeven van 15 mei 2003 (Lievens 2004). In figuur 3.4 staat het langjarig seizoensverloop van het zuurstofgehalte in mg/l van het profiel, gemeten in de diepe put te Soelekerke sinds 1995. De figuren 3.3 en 3.4 zijn voorbeelden uit de complete set van

### Veerse Meer



Figuur 3.3  
 profielmetingen 15 mei 2003.

VTSO put Soelekerke



**Figuur 3.4**  
Zuurstofgehalte op een locatie in het Veerse Meer.



figuren die op de cd-rom van dit rapport staan. Bijlage 1 geeft het overzicht van alle figuren die, via die bijlage, op de cd-rom te bereiken zijn.

**Beschrijving van het optreden van gelaagdheid en het daaraan gekoppelde verloop van het zuurstofgehalte in het water**

Vanaf 1 april, na het verhogen van het peil, neemt de

gelaagdheid sterk toe. In het oostelijk deel van het meer is dit effect vooral merkbaar, door de korte afstand tot de Zandkreeksluis, waar het Oosterscheldewater door wordt aangevoerd. Er is hier overigens sprake van een nagenoeg permanent aanwezige gelaagdheid door verschil in zoutgehalte. In het midden van het meer is de gelaagdheid in iets mindere mate aanwezig en dan voornamelijk in het

voorjaar en in de zomer. Westelijk van de lijn Veere-Kamperland treedt nauwelijks gelaagdheid op. Door gelaagdheid wordt het diepere water na verloop van tijd zuurstofloos. De diepte waarop 'zuurstofloosheid' zich manifesteert, varieert vanaf circa 6 à 8 m tot de bodem. De laatste jaren lag deze grens op circa 5 à 7 m. In ondiepere delen is het water dus niet zuurstofloos. Ongeveer 740 van de 2030 hectare bodemoppervlakte ligt dieper dan 6 meter en dat betekent dat boven ruim 36% van de bodem zuurstofloos water (<2mg/l) staat. Vooral het jaar 2003 was extreem te noemen. Er was al vroeg sprake (begin mei) van zuurstofloosheid op geringe diepte. Ook in de put bij Vrouwenpolder, waar normaliter geen zuurstofloosheid optreedt, werd gedurende de gehele zomer zuurstofloosheid geconstateerd. Wanneer in het najaar de gelaagdheid wordt opgeheven door menging van de waterlagen door de wind, bereikt de zuurstof weer de bodem van de putten. Een uitzondering is de meest oostelijke put, waar de zuurstofloosheid zich tot maart van het volgend jaar kan handhaven. Opvallend is verder dat er op grote diepte (15 à 20 m) zuurstofloosheid kan optreden in het najaar en in de winter, voornamelijk bij Soelekerke en De Piet, locatie 13 in figuur 3.3. Het percentage oppervlak, waarboven het zuurstofgehalte 2 respectievelijk 7 mg/l is, staat figuur 3.5. De 2 mg/l norm komt voor in een functie-eis van het Regionaal Beheerplan Nat en de 7 mg/l norm

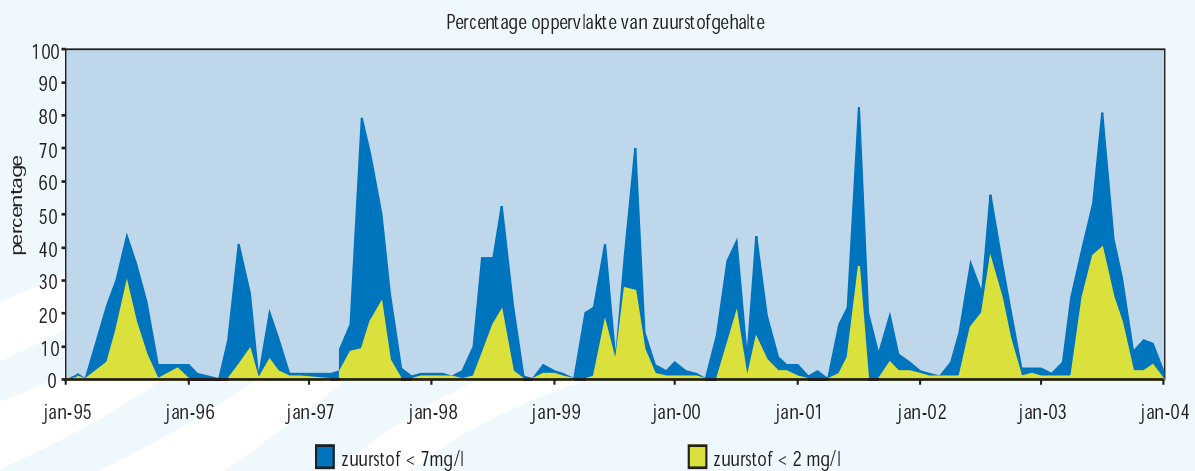
hoort bij de beoordeling van een watersysteem voor de functie schelpdierwater.

Bijna elk jaar was er sprake van een percentage van 20% of meer 'zuurstofloos' water.

Een duidelijker beeld van het oppervlak van de bodem, waarboven water staat met een zuurstofgehalte van 2 respectievelijk 7 mg/l, wordt verkregen door figuur 3.6 in ogenschouw te nemen. Duidelijk is te zien dat het de diepste delen betreft. Het water is arm aan zuurstof onder de spronglaag en daarboven bevat het water genoeg zuurstof.

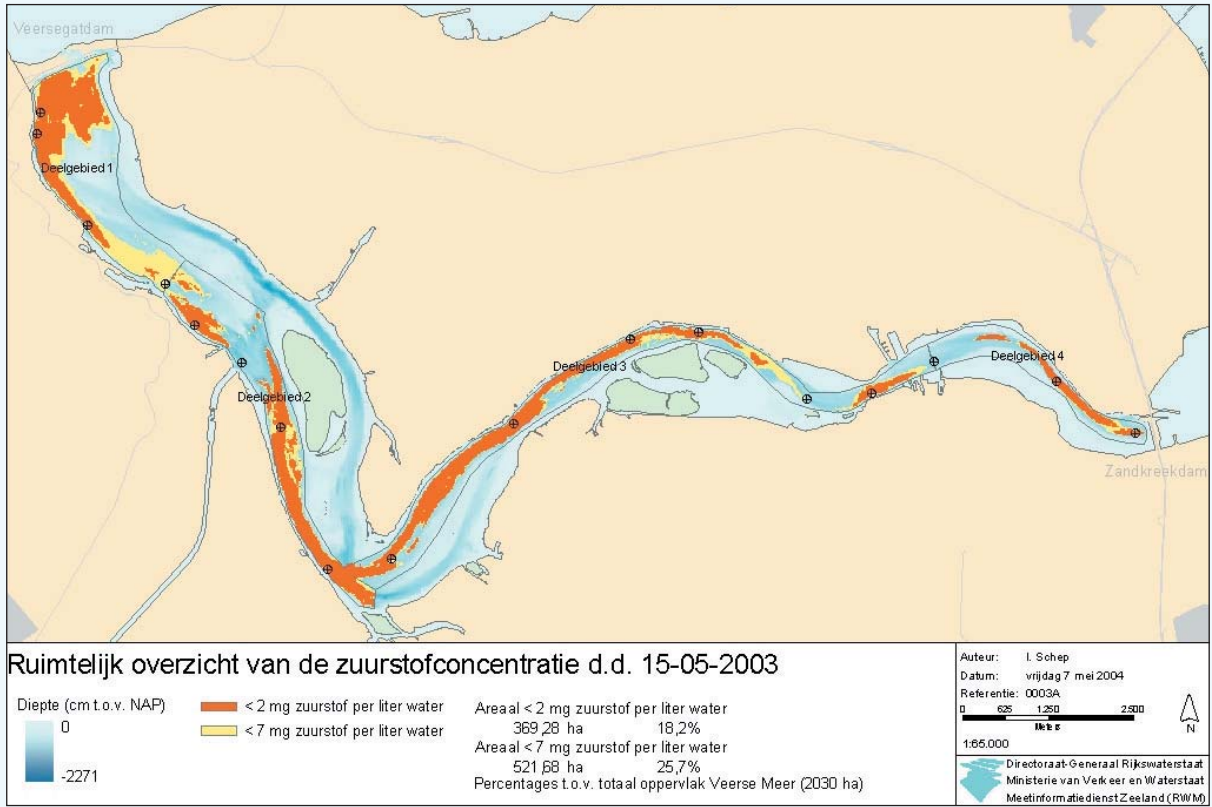


Meetschip de Argus



**Figuur 3.5**  
Percentage oppervlakte zuurstofarme delen.





**Figuur 3.6**

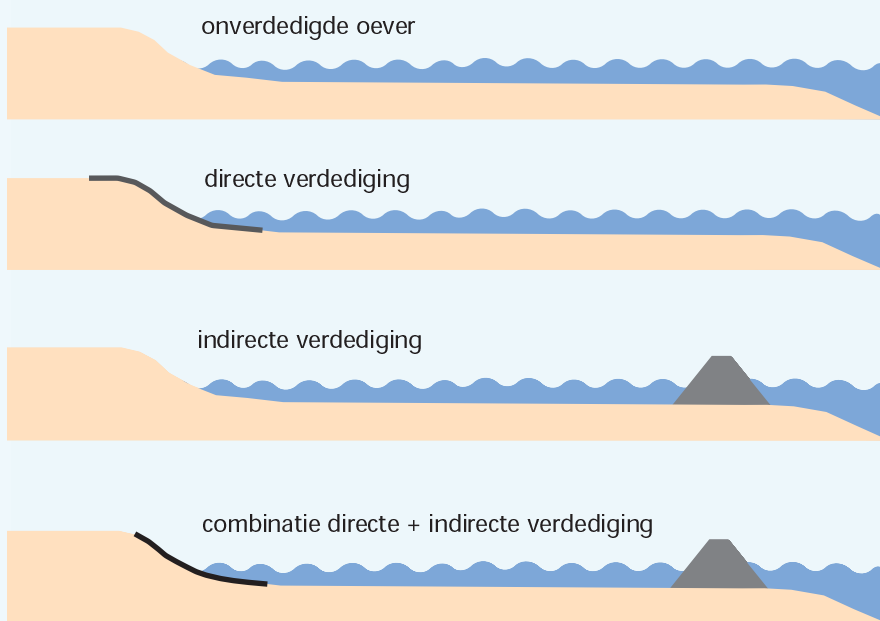
Ruimtelijk beeld van het bodemoppervlak waarboven zuurstofarm water staat.

### 3.3 OEVERS

Profielontwikkelingen 1993-2003

#### INLEIDING

Vóór de afsluiting van het Veersche Gat en de Zandkreek zorgde het dynamische getijdsysteem voor aan- en afvoer van zand en slib op de (voor)oever. Na de vorming van het meer met een vast zomerpeil op NAP en een vast winterpeil op 0,70 m beneden NAP, blijven de door de wind opgewekte golven op één en hetzelfde niveau de oever aanvallen. Hierdoor wordt deze geërodeerd. Het geërodeerde sediment wordt veelal naar diepere delen verplaatst. De oevers die ten opzichte van de



Figuur 3.7  
Soorten oevertypen

overheersende windrichting het sterkst aan de golven zijn blootgesteld, eroderen het snelst. Dat is ook nog afhankelijk van de hoogte van de onderwateroever. Door het eroderen van oevers wordt het oppervlak droog gebied kleiner en het oppervlak ondiep water gebied groter. Hierdoor verandert de habitat van bodemdieren.

Over grote afstand zijn de oevers in het Veerse Meer met bestortingen en constructies verdedigd tegen golfaanvallen. Daardoor wordt in de huidige situatie de erosie beperkt. De ontwikkeling van de oevers wordt onregelmatig gevolgd door profielmetingen van de (voor)oevers uit te voeren. Oude kreken die in verbinding staan met het meer zijn echter niet in het meetprogramma opgenomen. De beoordeling van de oevers betreft daarom alleen de oevers van het meer zelf. Aanvullend zijn in 2003 opnieuw een groot aantal oeverprofielen ingemeten. Het aantal bruikbare dwarsprofielmetingen in het meer is dus beperkt en voor de diverse gebieden ongelijksoortig van karakter.

Hieronder worden de oeverontwikkelingen van de laatste 10 jaar geschetst. Vanwege de beperktheid en gedateerdheid van de beschikbare informatie, zoals hierboven aangegeven, kan slechts een beperkt beeld geschetst worden. Vooral het beeld van een afnemende erosie in de tijd, dat uit eerder onderzoek (Leeuwenstein en Schoot, 1988) is gebleken, kan daardoor niet altijd met voldoende informatie worden onderbouwd.

#### OEVERTYPEN

Er worden vier typen oever onderscheiden: a. Onverdedigde oevers, b. Direct verdedigde oevers, c.

Indirect verdedigde oevers en d. Combinatie van direct en indirect verdedigde oevers (figuur 3.7):

#### PROFIELONTWIKKELINGEN PER OEVERTYPE.

De profielontwikkelingen zijn sterk afhankelijk van de oeverbescherming die is aangebracht, maar ook van de oriëntatie van het gebied, de golfopbouw (de

strijklengte over het wateroppervlak) en de diepte vóór de betreffende oever.

Hierna worden de profielaanpassingen bij de verschillende oevertypen nader toegelicht. In tabel 3.1. staat de beoordeelde oeverlengte en een samenvatting van de veranderingen.

#### a. Onverdedigde oevers.

Dit is een oever zonder oeververdediging, de totale oeverlengte hiervan (1,9 km) is beperkt.

Kwistenburg oostelijk van Wolphaartsdijk, is ongeveer 1 km lang. De NAP-lijn bij Kwistenburg gaat op de meeste plaatsen in de laatste tien jaar enige meters achteruit. De NAP -0,70 m lijn gaat er veelal meer dan 10 m achteruit. Dit betekent dat later ook op de oeverlijn een grotere erosie zal plaatsvinden omdat het profiel nu steiler wordt. Op sommige plaatsen gaat ook de NAP -2m lijn sterk achteruit. Dit is waarschijnlijk het gevolg van zandwinning of vaargeulonderhoud die heeft plaatsgevonden vóór 1986.

Bij de Goudplaat is de onverdedigde oever ca. 200 m lang. De zuidelijke punt van de Goudplaat is flink (over 142 m) aan het eroderen. Dit is van grote invloed op de gemiddelde profielverplaatsing (tabel 3.1.).

Het strand van Vrouwenpolder, dat recreatief wordt gebruikt, strekt zich over een lengte van 300 m uit. Het is niet in het huidige meetprogramma opgenomen. Visueel is hier eveneens erosie van de oeverlijn geconstateerd.

#### b. Direct verdedigde oevers

Dit is een oever waar oeverbekleding is aangebracht rechtstreeks tegen een droogvallende oever ter plaatse van de waterlijn. De constructie en het profiel van de oeverbekleding is niet altijd hetzelfde. Meestal wordt een kunststofweefsel gebruikt met daarop puin of grind. Ook komen oeverbeschermingen voor bestaande uit een gecombineerde constructie waarbij asfaltbeton is verwerkt. Dit type oeververdediging komt het meeste voor in het meer en is vaak toegepast in recreatiegebieden.

Op de oeverlijn komt door het effect van de aangebrachte beschermingen in het algemeen geen erosie voor. Bijna overal schuift de NAP -2 m lijn in de richting van de geul. Dit wordt veroorzaakt door sediment dat uit de vooroever wordt verplaatst naar



Strand Vrouwenpolder

de rand van de geul. Dit betekent dat vóór de oeverbescherming een verdieping van de oever plaatsvindt. Vaak bedraagt de verdieping 0,10 à 0,20 m in de afgelopen 10 jaar.

#### c. Indirect verdedigde oevers

Een indirect verdedigde oever is zelf niet beschermd, maar er is op wisselende afstand voor de oeverlijn een beschermende constructie aangebracht, een indirecte oeververdediging of vooroeververdediging. Vaak is dit een grinddam. Deze grinddam ligt tijdens het winterpeil altijd boven water en kan tijdens het zomerpeil zowel boven als onder het waterniveau liggen. Door de afstand tussen de vooroeververdediging en de droogvallende oever, is de oever minder goed beschermd en dynamischer, en daardoor ecologisch meer verantwoord dan bij de onder b genoemde constructie.

Deze oeververdediging is op één na de meest toegepaste verdediging. Op de oeverlijn komt over het algemeen weinig erosie voor. De verplaatsing van de NAP -0,70 m lijn is op enkele plaatsen bij de Middelplaten meer dan 10 m. Deze verplaatsingen liggen buiten de vooroeververdediging. Op deze plaatsen treedt dus een verlaging van het profiel op, vaak is dat circa 0,15 m in 10 jaar. Tussen de indirecte verdediging en de oeverlijn bedraagt de verdieping meestal niet meer dan enkele centimeters. Het door erosie verdwenen sediment zorgt ervoor dat de NAP -2 m lijn geulwaarts verplaatst waardoor de oppervlakte ondiep water toeneemt.

Op enkele plaatsen is op de onbeschermd oever een vegetatie van riet aanwezig. Deze vegetatie vormt een natuurlijke oeverbescherming en beperkt de eventueel optredende erosie.

oevertype	Oeverlengte		Gem. profielverplaatsing/afslag			verandering oppervlakte onderzochte oevers	
	Gemeten en correct [m]	Niet onderzocht of incorrect [m]	NAP [m]	NAP -0,70 m [m]	NAP -2,00 m [m]	Droogvallend [m <sup>2</sup> ]	Ondiep [m <sup>2</sup> ]
onverdedigd	1.150	750	-13,55	-14,55	-1,45	-14.950	12.750
direct verdedigd	7.170	21.045	-0,21	-1,31	1,49	-1.610	12.780
indirect verdedigd	3.425	4.190	-0,36	-3,76	1,42	-1.200	6.450
direct + indirect verdedigd	1.765	3.525	-0,47	-3,32	2,37	-900	5.500

**Tabel 3.1.**  
Samenvatting profielveranderingen 1993-2003

**Toelichting:**

Negatieve waarde: landwaartse verplaatsing

Positieve waarde: geulwaartse verplaatsing

De gemiddelde profielverplaatsing op NAP bij de onverdedigde oevers wordt gedomineerd door een waarneming op de Goudplaat. Als deze (overigens correcte) waarneming wordt weggelaten, wordt de gemiddelde profielverplaatsing op het niveau van NAP verminderd van 13,55 m tot 0,70 m.

**d. Combinatie van direct en indirect verdedigde oevers**

Dit oevertype, zie afbeelding, komt vaak voor op plaatsen met een flinke erosie. Door de directe verdediging wordt de oeverlijn vast gehouden.

Hiervoor wordt meestal grind gebruikt, maar in recreatiegebieden komen ook oeverbeschermingen van asfaltbeton voor. Door de beschermende grinddam van de indirecte verdediging blijft een rustige zone met ondiep water bestaan. In een recreatiegebied wordt zo een spartelplas voor kinderen gecreëerd.

Deze vorm van oeverbescherming komt het minst voor. De oeverlijn is veelal stabiel. Op twee plaatsen langs de Middelpalen vindt een achteruitgang van de oeverlijn plaats van respectievelijk 5 en 10 m. Dit kan zijn veroorzaakt door werkzaamheden langs de oever ter plaatse van het recreatiegebied de Piet. Hetzelfde doet zich voor op een diepte van NAP -0,70 m. De gemiddelde achteruitgang op dit niveau is ruim 3 m, maar als de achteruitgang bij de Piet niet wordt meegerekend, is deze kleiner dan 1 m. De breedte van het ondiepe gebied vergroot enkele

meters. Dit wordt ook hier veroorzaakt door sediment dat afkomstig is van een dieper wordende oever buiten de vooroeververdediging. De grootste voorkomende verdiepingen zijn in de beoordeelde periode omstreeks 0,25 m. Vaak bedraagt de verdieping minder dan 0,10 m. In de oeverzone tussen de beide verdedigingen bedraagt de verdieping niet meer dan 0,08 m.

**INDICATIEVE ONTWIKKELINGEN 1993-2003  
VAN ALLE OEVERS**

Aan de hand van de onderzochte profielontwikkelingen van de oever is in tabel 3.2. een indicatie uitgewerkt van de ontwikkelingen die zich de afgelopen 10 jaar hebben voorgedaan over alle oevers samen. Hiervoor is als uitgangspunt aangehouden dat per type oeverbescherming de gemiddelde ontwikkeling gelijk is. Bij de onverdedigde oevers is de ontwikkeling bij de Goudplaat niet meegerekend. Vanzelfsprekend is deze berekende oppervlakte niet correct, de gevonden oppervlakten moeten worden beschouwd als een indicatie van de veranderingen



Combinatie direct en indirecte verdediging

die zich in de afgelopen 10 jaar hebben voorgedaan. In de afgelopen tien jaar is dus 2,7 ha droog gebied veranderd in ondiep water; in de afgelopen 30 jaar is dit ongeveer het drievoudige. Ruim de helft van deze achteruitgang van de oever vindt plaats in gebieden waar geen oeverbescherming aanwezig is. Relatief gezien is hier de achteruitgang dus groot.

### 3.4 WATERKWALITEIT

In dit hoofdstuk wordt de waterkwaliteit van het Veerse Meer beschreven. Achtereenvolgens komen aan de orde: chloride, stikstof(verbindingen), fosfaat, chlorofyl, doorzicht en verontreinigingen, (Peperzak 2004a en Wolfstein 2004a).

**Tabel 3.2**  
Indicatie oeverontwikkelingen 1993-2003

oevertype	totale oever- lengte[m]	veranderingen oppervlakten onderzochte oevers		berekende veranderingen overige oevers		som van de veranderingen	
		NAP [m <sup>2</sup> ]	NAP -2 m [m <sup>2</sup> ]	opp. NAP [m <sup>2</sup> ]	opp. NAP -2 m [m <sup>2</sup> ]	NAP [m <sup>2</sup> ]	NAP -2 m [m <sup>2</sup> ]
onverdedigd	1.900	-14.950	12.750	-525	-675	-15.475	12.075
direct verdedigd	28.215	-1.610	12.780	-4.440	35.861	-6.050	48.641
indirect verdedigd	7.615	-1.200	6.450	-1.525	7.492	-2.725	13.942
direct + indirect verdedigd	5.290	-900	5.500	-1.671	10.018	-2.571	15.518
<b>TOTAAL(over 10 j.)</b>	<b>43.020</b>	<b>-18.660</b>	<b>37.480</b>	<b>-8.162</b>	<b>52.696</b>	<b>-26.822</b>	<b>90.175</b>

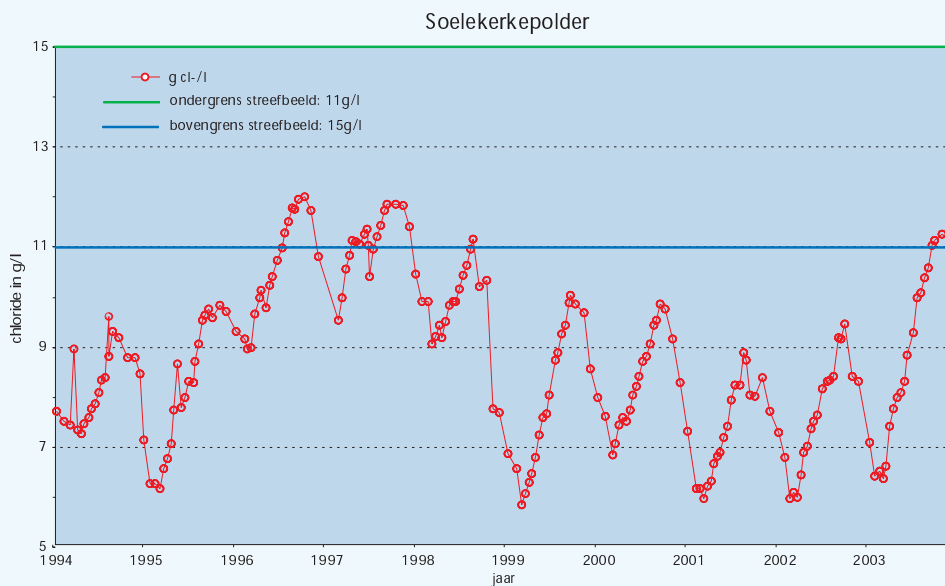


### 3.4.1 DE CHLORIDECONCENTRATIE

De chlorideconcentratie van het Veerse Meer (Fig. 3.8) wordt sterk beïnvloed door de uitslag van polderwater. Natte en droge jaren weerspiegelen zich in de chlorideconcentratie. In de winter valt veel regen en wordt er dus veel polderwater op het meer geloosd. De chlorideconcentraties zijn in de wintermaanden dan ook het laagst. In de zomer gaat de chlorideconcentratie in de oppervlaktelaag naar een maximum doordat er weinig polderwater wordt geloosd en de uitwisseling met de Oosterschelde als gevolg van het schutten van de Zandkreeksluis groter is dan in de winter.

### 3.4.2 NUTRIENTENCONCENTRATIES: STIKSTOF EN FOSFAAT

De basis van de voedselketen van een watersysteem is de primaire productie; de vorming van algen uit zonlicht, koolzuur en voedingsstoffen of nutriënten, waarbij tevens zuurstof ontstaat. De omvang van de primaire productie wordt dus bepaald en begrensd door de hoeveelheid zonlicht die doordringt in het water en de hoeveelheden nutriënten. Stikstof en fosfor (fosfaat) zijn de belangrijkste nutriënten. Heel vaak bepaalt in zowel zoet als zout water de hoeveelheid zonlicht onder water de primaire productie. Als voedingsstoffen dat doen (limiterend zijn voor de groei van algen) dan is dat in zoet water meestal fos-



**Figuur 3.8**  
Het verloop van de chlorideconcentratie op locatie Soelekerkepolder (oppervlak).

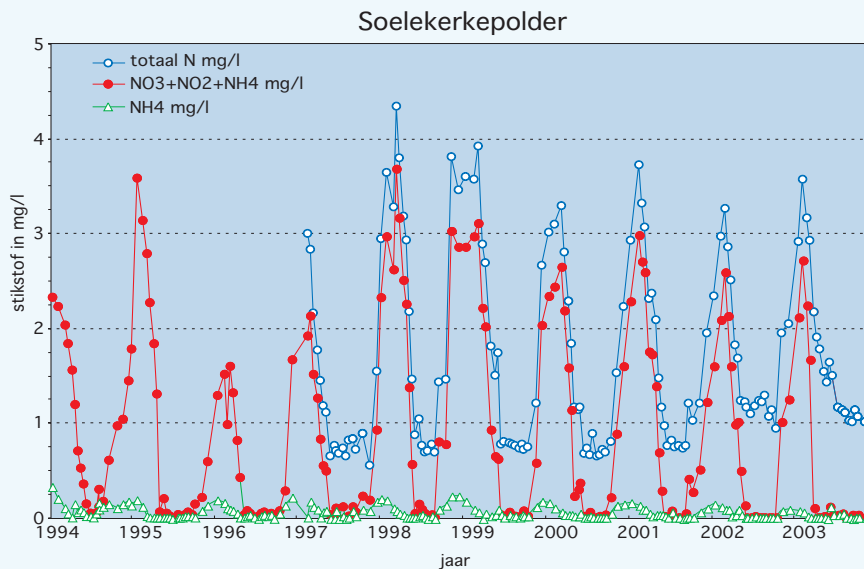
Figuur 3.8 laat zien dat na een periode van lage chlorideconcentraties in de jaren 1994-1995 een stijging tot zomerwaarden van 11 g Cl<sup>-</sup> per liter of hoger in de jaren 1996-1998 volgt. Het najaar van 1998 was bijzonder nat en dat is duidelijk terug te zien in de chlorideconcentratie die begin 1999 een minimum bereikt van 5,9 g/l. De chlorideconcentratie in de daaropvolgende jaren blijft laag mede omdat ook de winters van 2000 t/m 2003 relatief nat waren.

for en in zout water meestal stikstof.

#### STIKSTOF

De stikstofconcentratie is de verzameling van concentraties stikstofverbindingen ammonium, nitraat+nitriet, opgelost organisch stikstof en particulier stikstof. Het algemene beeld in de jaren 1994 tot en met 2003 is, dat zowel het opgeloste anorganische stikstof als het totaal stikstof maximale waarden bereiken in de winter als de polderuitslagen het hoogst zijn (Figuur 3.9). In de drogere jaren 1996 en 1997 is de stikstofvrucht beduidend lager dan in de





**Figuur 3.9**

Het verloop van de stikstofconcentraties op Soelekerkepolder (oppervlak): ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), som van stikstofverbindingen ( $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ ) en totaal stikstof (vanaf 1997).

natte jaren 1999 en later. De opgeloste anorganische stikstofverbindingen bereiken minimale waarden aan het eind van het voorjaar en het begin van de zomer. Deze anorganische nutriënten zijn dan deels uitgespoeld naar de Oosterschelde en deels opgenomen door algen, hetzij fytoplankton hetzij zeesla. De ammonium concentratie is het hele jaar door laag. Ammonium wordt als eerste stikstofverbinding door algen opgenomen. De concentratie is daardoor in de zomer zeer laag. Nitraat dat niet voor de groei van algen wordt gebruikt, wordt in de zomer door een proces dat denitrificatie heet omgezet in stikstofgas dat naar de atmosfeer verdwijnt.

Een jaarlijkse chlorofyl-a voorjaarspiek van  $25 \mu\text{g}$  per liter komt overeen met  $0,2 \text{ mg}$  stikstof per liter. Een Zeesla-biomassa van 1 miljoen kg drooggewicht (zomer 1999) heeft ook  $0,2 \text{ mg}$  stikstof per liter opgenomen. Ondanks dat de winterconcentraties anorganisch stikstof met  $2 \text{ mg}$  per liter een factor 5 hoger liggen dan wat de algen kunnen consumeren is stikstof toch het groei limiterende nutriënt in het Veerse Meer.

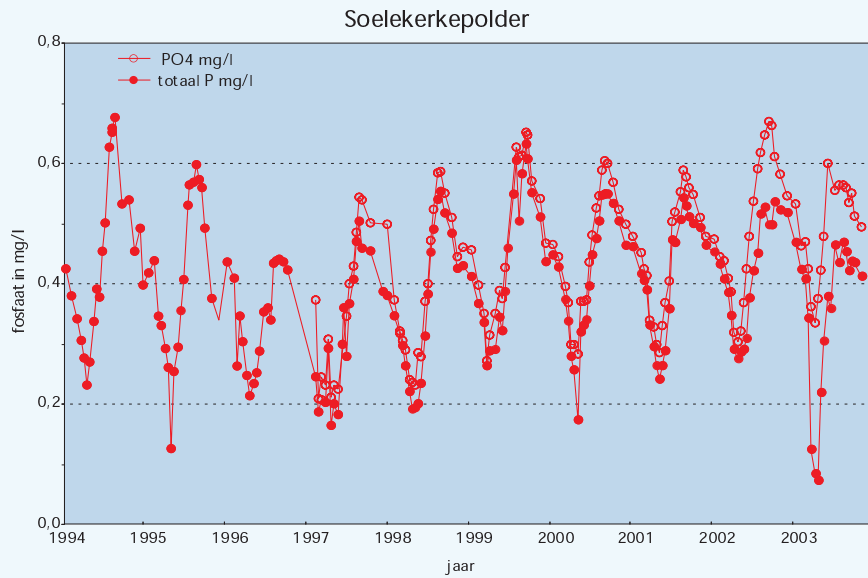
's Zomers is de totaal stikstofconcentratie niet nul omdat er dan opgeloste organische stikstofverbindingen en ook stikstofbevattende planktonalgen in het water aanwezig zijn (Figuur 3.9)

## FOSFAAT

Bij fosfaat worden de concentraties van opgelost anorganisch fosfaat en van totaal fosfor onderscheiden. Kenmerkend zijn de hoge fosfaatconcentraties in het najaar als gevolg van het vrijkomen van fosfaat na het afsterven van algen (Figuur 3.10). In tegenstelling tot het anorganische stikstof wordt fosfaat nooit een limiterende nutriënt. Zelfs in 2003 tijdens de voorjaarsbloei met zeer hoge chlorofylwaarden (Figuur 3.11) dook de fosfaatconcentratie slechts kort onder de  $0,1 \text{ mg}$  per liter.

### 3.4.3 DE CHLOROFYLCONCENTRATIE

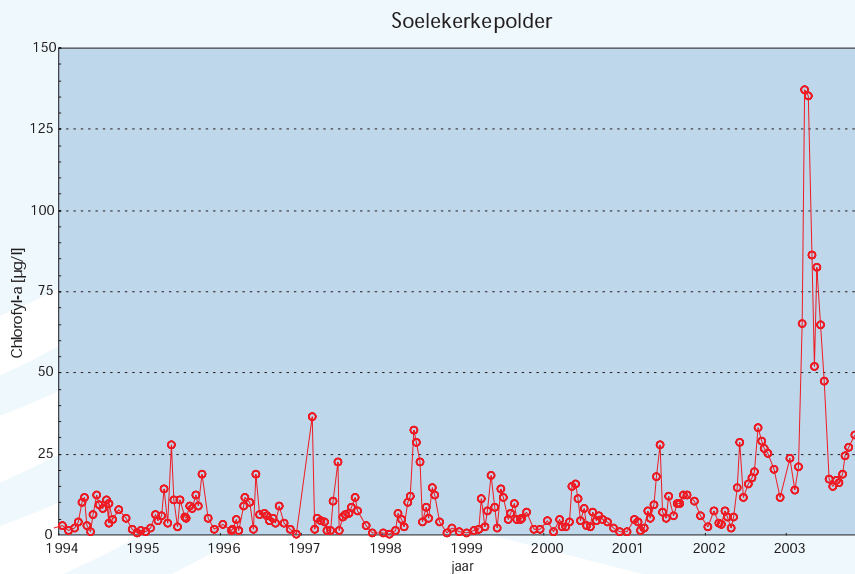
De chlorofyl-a concentratie is een maat voor de hoeveelheid microscopische algen in het water. De hoeveelheid algen bepaalt mede het doorzicht van het water. In de gehele periode van 1994 tot en met 2001 zijn er voorjaarspieken in de concentraties. In de periode maart tot mei tot ca.  $15$  tot  $35 \mu\text{g}$  chlorofyl-a per liter met lage concentraties van  $< 2 \mu\text{g}$  per liter in de winterperiode (Figuur 3.11). In de winter van 2001-2002 start er een nieuw fenomeen. De winterconcentraties blijven boven de  $2 \mu\text{g}$  per liter. Na een hoge zomerbloei van  $33 \mu\text{g}$  chlorofyl-a per liter dalen de daaropvolgende winterconcentraties niet meer onder de  $10 \mu\text{g}$  per liter. Vervolgens wordt in het voorjaar van 2003 een piek gemeten van  $135 \mu\text{g}$



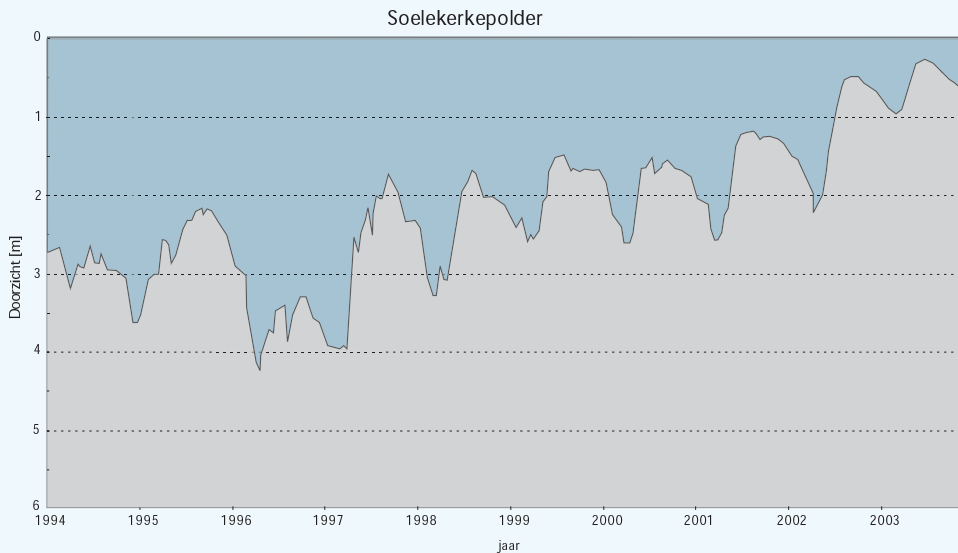
**Figuur 3.10**  
 Het verloop van de fosfaatconcentraties op Soelekerkepolder (oppervlak): opgelost fosfaat ( $PO_4^{3-}$ ) en totaal fosfaat

chlorofyl-a per liter.  
 Naast veel chlorofyl-a kwam in het voorjaar van 2003 een chlorofyl-b concentratie voor die 10 µg per liter boven de normale waarden van ca. 5 µg per liter lag. Dit pigment is specifiek voor groenwieren en wordt gevonden in zowel zeesla als ééncellige, planktonische groenwiertjes.  
 Uit metingen en berekeningen blijkt dat de totale chlorofyl-b biomassa in zeesla in het jaar 1999 zo'n

1000 kg was. In 2003 was diezelfde hoeveelheid chlorofyl-b biomassa aanwezig in de planktonische groenwieren. In 2003 werd geen zeesla in het Veerse Meer waargenomen, zie verder 3.6.2 Met andere woorden: in 2003 hebben de in het water zwevende ééncellige groenwieren de zeesla vervangen als 'levancier' van chlorofyl-b.



**Figuur 3.11**  
 Het verloop van het chlorofyl-a concentratie op Soelekerkepolder (oppervlak).



**Figuur 3.12**  
Het verloop van het doorzicht op meetpunt Soelekerkepolder (oppervlak). De lijn is het voortschrijdend gemiddelde van 6 meetpunten.

### 3.4.4 HET DOORZICHT

Het doorzicht, de doordringing van licht in de waterkolom, is van belang voor de groei van planktonische algen, Zeesla en Zeegras. Voor de bemachting van voedsel is doorzicht van belang voor zichtjagende vissen en vogels zoals de Middelste Zaagbek. En indirect, via de voedselketen, is doorzicht dus ook belangrijk voor Zeesla-etende vogels als de Meerkoet.

Uit Figuur 3.12 blijkt dat het goede doorzicht in de droge jaren 1996-1997 in de jaren erna een sterke daling vertoont. In de winter van 2002-2003 blijft het doorzicht onder de 2 meter en tijdens de voorjaarsbloei van april tot en met juni 2003 is het doorzicht zelfs minder dan 1 meter. De stikstofconcentraties, en in mindere mate de fosfaatconcentraties, lijken gerelateerd (omgekeerd evenredig) aan het beeld dat uit het verloop van het doorzicht naar voren komt.

In het Grevelingenmeer is ook eens een dalende trend in het doorzicht waargenomen. Dat was in de periode 1990 tot 1997, met een opvallende relatie in het verloop van het afnemende doorzicht en een toename in fosfaatconcentratie en in veel mindere mate het verloop in stikstofconcentratie (Hoeksema, 2002).

Uit berekeningen blijkt dat door een verminderde lichtintensiteit op 1 meter diepte de potentiële groei-

snelheid van Zeesla in 2002 en 2003 slechts 50, respectievelijk 10% is van de jaren 1998-2001 (Peperzak 2004b). Ook voor andere ondergedoken planten, zoals Zeegras en algen (wieren) op hardsubstraat heeft deze hoge troebelheid negatieve gevolgen.

### 3.4.5 VERONTREINIGENDE STOFFEN IN HET WATER

Met het water dat naar het Veerse Meer stroomt wordt ook een scala aan verontreinigende stoffen naar het Veerse Meer getransporteerd. De bron van deze stoffen is verschillend. Het grootste deel is meestal echter afkomstig van diverse menselijke activiteiten. Omdat de landbouw een prominente plaats inneemt in het gebied, waarvan het polderwater naar het Veerse Meer stroomt is in 1999 een uitgebreid onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen in het Veerse Meer en in de polderwateren daaromheen (Wattel 2000, Withagen 2000). Afhankelijk van de aard van een stof, komt een stof vaak voor het grootste deel in opgeloste toestand dan wel voor het grootste deel gebonden aan sediment voor. De opgeloste stoffen worden daarbij, vanwege het waterregiem, voor een deel via het Veerse Meer naar de Oosterschelde getransporteerd. De stoffen gebonden aan het sediment in het water daarentegen komen uiteindelijk voor een groot deel in de bodem van de diepe delen van het Veerse Meer

terecht. De giftigheid van de stoffen en het gedrag van stoffen in het watersysteem is verder ook heel verschillend. Stoffen die in het milieu vrijwel niet worden afgebroken, zich in de voedselketen ophopen en al bij lage gehalten schadelijk zijn, vormen het grootste risico (Wolfstein 2004a). Hieronder wordt nader ingegaan op de verschillende groepen stoffen.

### Gewasbeschermingsmiddelen

Gewasbeschermings- en onkruidbestrijdingsmiddelen omvatten herbiciden (tegen plantengroei), insecticiden (tegen insecten), fungiciden (tegen schimmels) en (grond)ontsmettingsmiddelen. Uit de routinemetingen en uit het onderzoek uitgevoerd in 1999 komen Diuron en tributyltin (TBT) als meest problematische stoffen in het Veerse Meer naar voren. Tributyltin komt voor in scheepsverven die gebruikt worden om de aangroei van organismen op de huid van schepen in zoutwater te voorkomen. De bron van Diuron is vermoedelijk het gebruik van de stof als onkruidbestrijdingsmiddel in het openbare groen.

Voorals Diuron en tributyltin in de waterfase vormen een probleem voor het meer. Op alle meetlocaties (Vrouwenpolder, Soelekerkepolder en Wolphaartsdijk) werden in het oppervlaktewater in 1999 waarden van Diuron boven het toegestane risiconiveau vastgesteld, terwijl de stof verboden is. Het

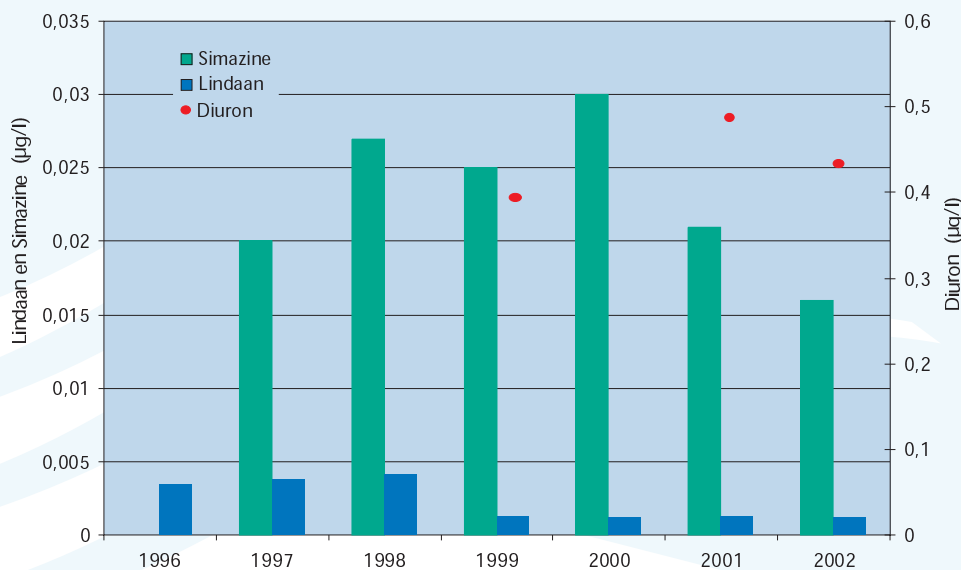
middel is waarschijnlijk uitgespoeld van het openbaar groen rondom het meer waarop het werd toegepast. De waarden lagen ook in 2001 en 2002 boven de MTR-waarde.

Op de meetpunten “Vrouwenpolder” en “Wolphaartsdijk” zijn in 1999 de MTR-waarden van TBT overschreden. De concentraties van Simazine en Lindaan (g-HCH) lagen in de jaren 1996-2002 wel boven de streefwaarde maar duidelijk beneden de MTR-waarde. De Lindaan gehalten namen van 1998 tot en met 2002 af, die van Simazine pas vanaf 2000 (fig. 3.13).

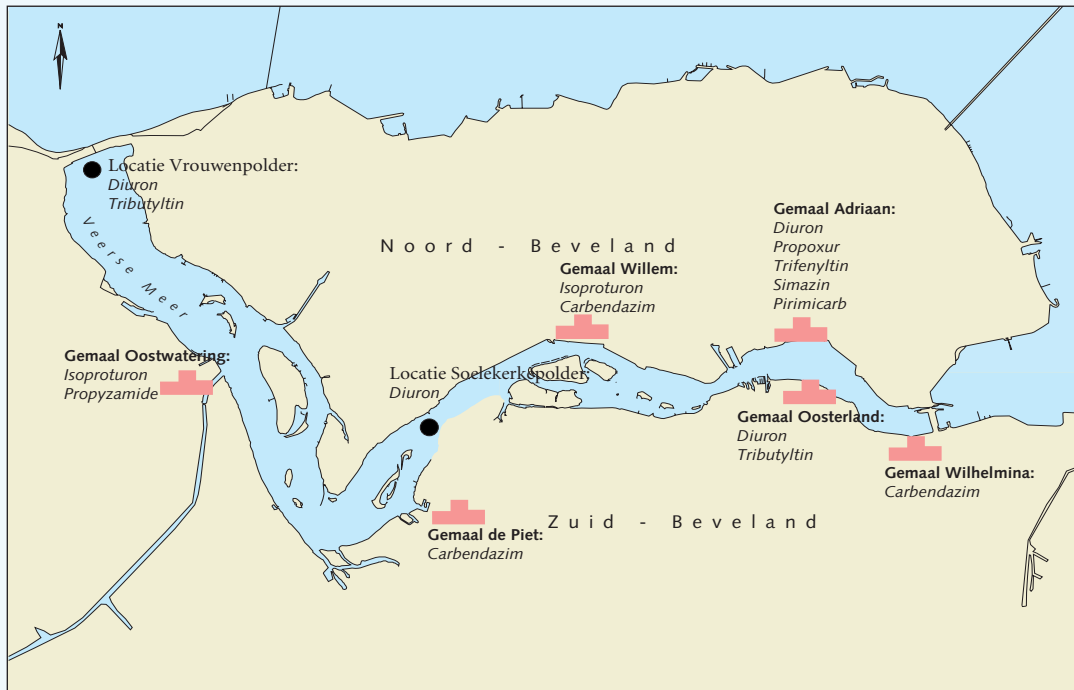
Verdere analyses die in 1999 werden uitgevoerd in het water afkomstig van verschillende gemalen, lieten overschrijdingen zien van de streefwaarde (SW) en/of MTR-waarde door vooral Diuron en TBT en door nog andere stoffen (de Haan 2002).

Figuur 3.14. laat op twee locaties in het meer en op zes in het polderwater bij de gemalen de stoffen zien die in hoge concentratie werden gemeten.

Het achterland van de gemalen wordt hoofdzakelijk gebruikt voor fruitteelt (“Wilhelmina”), landbouw (“De Piet” en “Adriaan”) en een combinatie van landbouw en recreatie (“Oostwatering”) of bestaat uit grasland (“Willem”). De hoogste concentraties deden zich voor bij het Gemaal “Adriaan” en werden meestal in de zomer (juni-juli) gevonden en daarnaast incidenteel in september of oktober.



**Figuur 3.13**  
Verloop van de gehalten van enkele gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater in de periode van 1995 t/m 2002



**Figuur 3.14**  
Gemalen in het Veerse Meer met overschrijdingen van enkele bestrijdingsmiddelen

**Zware metalen**

De concentraties zware metalen waren de laatste jaren nauwelijks nog een probleem voor het Veerse Meer. Langer geleden waren de concentraties van met name koper en zink hoog, doordat toen nog indirect ongezuiverd industrieel afvalwater op het Veerse Meer werd geloosd, onder andere door fabrieken aan het Kanaal door Walcheren.

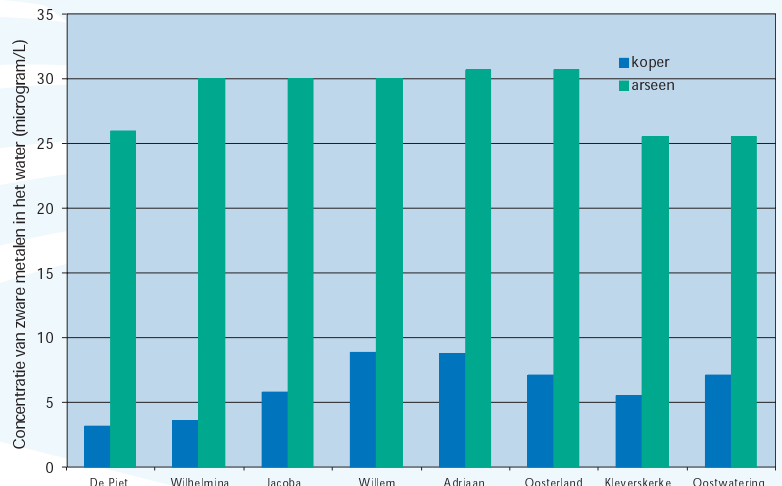
De laatste jaren lagen de concentraties van arseen, cadmium, chroom, koper, kwik en zink in het oppervlaktewater beneden de MTR-waarde. In 1999 bijvoorbeeld waren de waarden zelfs lager dan de streefwaarden, met uitzondering van arseen en koper (Wattel 2000).

In de polderwateren bij de gemalen voldeden de gehalten van de zware metalen in 1999 niet altijd aan de MTR-normen. De grootste overschrijding gaf koper, waarvoor op bijna alle polderwaterlocaties concentraties boven de MTR-waarde werden gemeten. Van arseen, nikkel en zink werd de MTR-waarde enkele keren overschreden

De hoogste concentraties zijn tijdens de zomer gemeten. De polderwateren vertonen kleine ver-

schillen in koper- en arseengehalten, zie figuur 3.15. Ter hoogte van de gemalen Willem”, “Adriaan” en “Oosterland” werden de hoogste jaargemiddelde gehalten koper en arseen gemeten.

**Figuur 3.15**  
Jaargemiddelde gehalten van koper en arseen in polderwater bij gemalen rond het Veerse Meer in 1999.





### Overige verontreinigingen

Onder overige toxicanten vallen onder andere PCB's (polychloorbifenylen) en PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen). PAK's en PCB's hechten vrijwel geheel aan het zwevend sediment dat in het meer sedimenteert. Het gehalte zwevend sediment in het oppervlaktewater op de meetlocaties in het Veerse Meer is niet hoog. Vandaar dat van deze stoffen in het oppervlaktewater geen meetbare concentraties gevonden zijn.

## 3.5 BODEMKWALITEIT

### 3.5.1 DE MEERBODEM

In 1998 en 2001 zijn in bodemmonsters zware metalen, TBT, PAK's en PCB's gemeten en getoetst aan de MTR en de SW.

TBT vormt voor het sediment van het meer een probleem met een gehalte boven de MTR-waarde. De concentraties PAK's voldeden in beide jaren aan de MTR-waarden maar niet aan de streefwaarden. Van de zeven verschillende PCB-typen lagen er vijf beneden het streefbeeld, en twee boven de MTR-waarden. Van de zware metalen was alleen koper een probleemstof met een gehalte van 109 mg/kg sediment in 2001, dat boven de MTR-waarde ligt.

### 3.5.2 BODEMKWALITEIT HAVENS

Gegevens van de havens zijn schaars en uit 1992. De beschikbare gegevens uit 1992 laten te hoge waarden (overschrijding van de uniforme gehaltetoets) zien voor de PAK's. Een omissie wat betreft de havens is zeker het ontbreken van TBT gehalten.

## 3.6 FLORA; MICRO EN MACRO

In en rondom het Veerse Meer komt een zeer gevarieerde flora voor. In het meer zelf zijn dat de microscopisch kleine plantjes of te wel het fytoplankton, de macro-algen waarvan Zeesla de belangrijkste vertegenwoordiger is, en zeegrassen. Rondom het Veerse Meer komt ook een zeer gevarieerde flora voor. Hieronder wordt de flora van het meer en rondom het meer besproken.

### 3.6.1 FYTOPLANKTON

Het Veerse Meer, met een hoge nutriëntenbelasting, sterk wisselende chlorideconcentraties, gelaagdheid en zuurstofloosheid, is voor veel mariene en zoete soorten fytoplankton ongeschikt. Ook het ontbreken van turbulentie is een factor die in grote mate de soortensamenstelling bepaalt.

Binnen het fytoplankton worden drie groepen onderscheiden: diatomeeën of kiezelwieren, dinoflagellaten of pantserswieren en 'overige soorten'. De groep overige soorten bevat vooral kleine soorten, die zich met behulp van flagellen (zweepdraden) kunnen voortbewegen.

Figuur 3.16 geeft een beeld van het verloop van de aantallen dinoflagellaten, diatomeeën en overige soorten in oppervlaktemonsters (1m diepte) in de jaren 1990 t/m 2003.

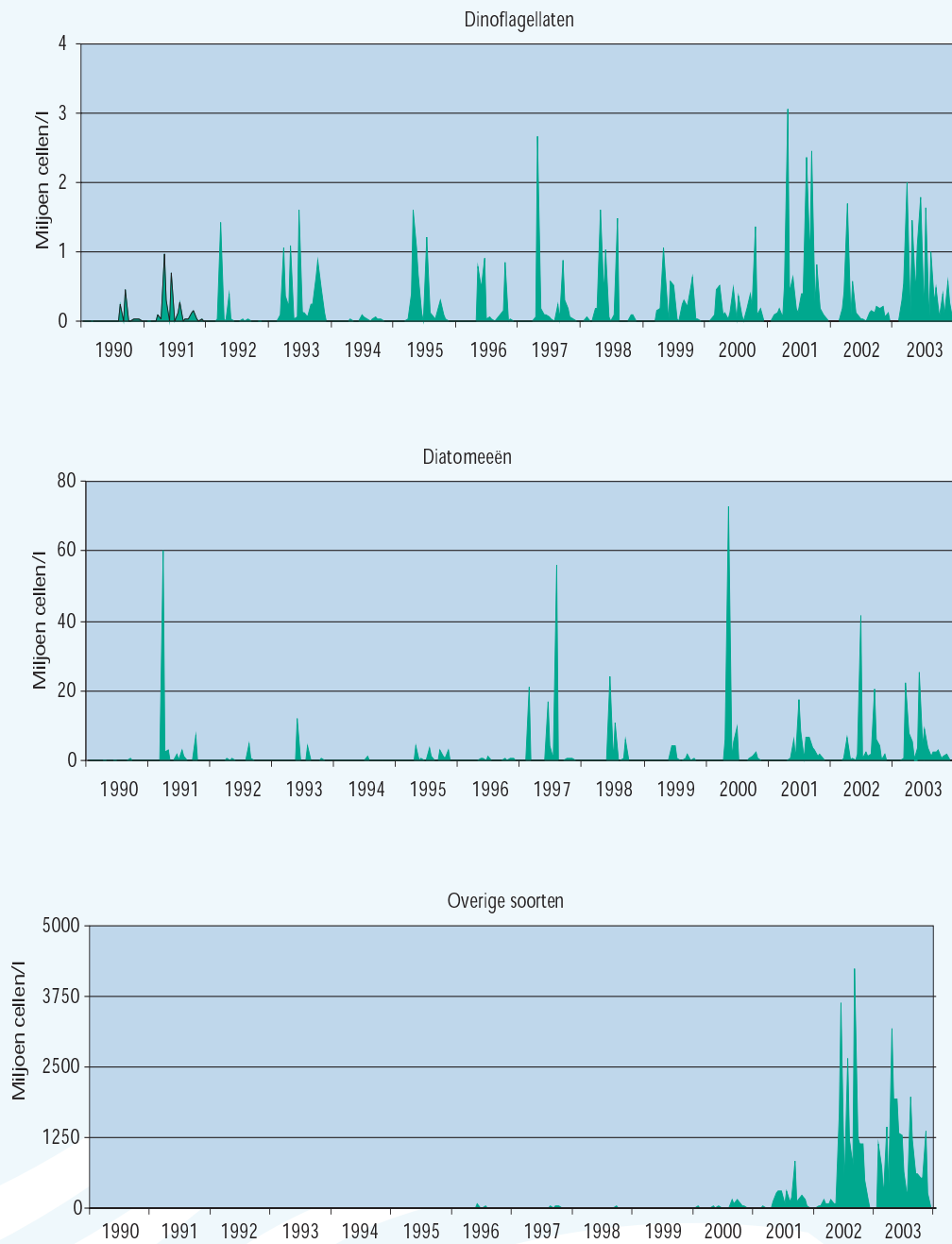
Het verloop van de aantallen dynoflagellaten laat geen speciale trend zien. Ook het verloop van de aantallen diatomeeën niet.

Het verloop van het aantal cellen/l van de categorie overige soorten laat een geheel ander verloop in de tijd zien. Tot augustus 2000 zijn de aantallen overige soorten lager dan 100 miljoen cellen/l. Vanaf augustus 2000 t/m december 2001 worden concentraties gemeten tot 800 miljoen cellen/l, vanaf mei 2002 zijn de aantallen regelmatig hoger dan 1000 miljoen cellen/l, met uitschieters tot meer dan 3000 miljoen cellen/l. De hoge aantallen van meer dan 1000 miljoen cellen/l worden in 2002 en 2003 veroorzaakt door zeer hoge concentraties groenwieren en zeer hoge

*Heterocapsa minima*, een belangrijke dinoflagellaat uit het Veerse Meer.

Totale maatstrep = 2 µm.





**Figuur 3.16.**  
*Dinoflagellaten, diatomeeën en overige soorten in aantal/l.  
Watermonsters afkomstig van 1 m. diepte, op locatie Soelekerkepolder.*



*Skeletonema costatum*, een belangrijke ketenvormende diatomee.

Totale maatstreek = 10 µm.

concentraties Ondetermineerbare algen <3 µm. In augustus 2003 komen daar ook nog blauwwieren bij. Tot de waar genomen groenwieren behoren zoet water soorten die in brak water ook goed groeien. Groenwieren behoren niet echt tot het zoutwaterfytoplankton. De grote hoeveelheden groenwieren hebben zich kunnen ontwikkelen als gevolg van de lagere saliniteiten in het oppervlaktewater, vooral in de jaren 2002 en 2003 maar ook al in de negentiger jaren.

#### Diversiteit van het fytoplankton

Van de belangrijkste soorten/groepen is een top tien opgesteld. Tabel 3.3. geeft de top tien van de soorten fytoplankton voor wat betreft het percentage van het totaal aantal cellen waarmee de soort/groep is waar-

genomen. In het werkdocument “Fytoplankton Veerse Meer” wordt een nadere uitwerking gegeven van aantallen soorten of soortgroepen fytoplankton, ook in vergelijking met de Oosterschelde. (Wetsteyn 2004a)

Als belangrijkste groepen komen dan heel duidelijk de *Chlorophyceae* (bijna 50%) en

“Ondetermineerbare alg < 3 µm” (bijna 40%) naar voren. Dit is vooral een gevolg van de uitbundige fytoplanktonbloeien in 2002 en 2003.

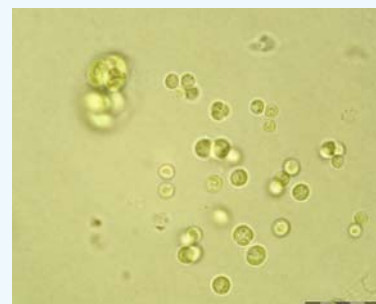
In het Veerse Meer zijn (potentieel toxische) algen en plaagalgen waargenomen. Deze hebben echter tot op heden geen problemen veroorzaakt.

#### Primaire productie

De primaire productie van het fytoplankton in het Veerse Meer werd voor het eerst gemeten in de periode 1969 t/m 1971; de jaarproductie bedroeg toen 250-360 g C m<sup>-2</sup> en het grootste deel van de jaarproductie vond plaats tijdens het vroege voorjaar (Bakker & Vegter, 1978). In 1980, 1982 en 1983 (januari t/m juli) werd de primaire productie op een drietal locaties gemeten; de jaarproductie in de jaren

*Dactylosphaerium jurisii*, een veel voorkomend groenwier in 2002 en 2003.

Totale maatstreek = 10 µm.



Nr	Soort/groep	Klasse	Totaal aantal x miljoen	%
1	Chlorophyceae	Groenwieren	22528	48.6
2	Ondetermineerbare alg < 3 µm	Ondetermineerbaar	17538	37.9
3	Chroococcales	Blauwwieren	2426	5.2
4	Monoraphidium	Groenwieren	921	2.0
5	Ondetermineerbare alg < 10 µm	Ondetermineerbaar	502	1.1
6	Cryptophyceae	Cryptophyceëen	351	0.8
7	<i>Skeletonema costatum</i>	Diatomeeën	288	0.6
8	Cryptomonadales < 10 µm	Cryptophyceëen	209	0.5
9	Chryomonadales < 10 µm	Cryptophyceëen	207	0.4
10	Centrales < 10 µm	Diatomeeën	178	0.4

Tabel 3.3.

De tien belangrijkste soorten/groepen fytoplankton voor wat betreft het percentage in aantallen, waarmee de soort/groep is waargenomen op de locatie Soelekerkepolder in de periode 1990 t/m 2003.

1980 en 1982 varieerde tussen 229 en 377 g C m<sup>-2</sup> en 65 a 80 % van de jaarproductie werd gerealiseerd in de periode maart t/m juli (Stronkhorst et al., 1985). De hoogste jaarproductie werd gemeten in het oostelijke deel; in het midden en westelijke deel lag de primaire productie op een duidelijk lager niveau.

Na 1983 werd geen primaire productie meer uitgevoerd in het Veerse Meer. Omdat het beheer in al die jaren steeds hetzelfde is gebleven is het redelijk te veronderstellen dat de jaarproductie zich steeds op een ongeveer vergelijkbaar niveau heeft bevonden. In de jaren 2002 en 2003, met grote algenbloeien, zal de primaire productie zeker hoger geweest zijn.

### 3.6.2 MACROALGEN: ZEESLA

De waterkwaliteit van het Veerse Meer wordt sterk beïnvloed door de toevoer van nutriëntenrijk water uit de omliggende polders. Dit leidde in het verleden tijdens de zomer tot een massale ontwikkeling van groenwieren of macroalgen, vooral in de ondiepe delen en oeverzones van het meer. Het meest dominante wier is Zeesla met als voornaamste soort *Ulva lactuca*, (foto) gevolgd door een andere groenwiersoort met de naam *Chaetomorpha* sp. (Wolfstein 2004b) Grote hoeveelheden Zeesla worden als hinderlijk ervaren door pleziervaart en andere vormen van recreatie. Als het waterpeil voor de winterperiode wordt verlaagd kunnen grote massa's Zeesla enige tijd zorgen voor stankoverlast. Daarnaast wordt op plaatsen waar Zeesla dichte matten vormt de zuurstofvoorziening van het onderliggende sediment sterk beïnvloed, wat negatieve gevolgen heeft voor onder andere de bodemfauna.

Zeesla ontwikkelt zich optimaal in een waterdiepte tussen 0 en 1,5 m en bij een zoutgehalte van ongeveer 10 - 17 g chloride/l. De bloei van zeesla begint



Zeesla

ongeveer medio mei en de maximale omvang (biomassa) wordt in juli bereikt.

Gegevens van de verspreiding en de biomassa van Zeesla zijn schaars (zie tabel 3.4.). De resultaten in tabel 3.4 laten zien dat de bedekkingsgraad in 1989 en 1999 rond 30% was, een gebied met een oppervlakte van ruim 600 ha. De biomassa laat echter grotere variatie zien wat erop duidt dat de hoeveelheid zeesla per m<sup>2</sup> in de tijd wel flink varieerde. Figuur 3.17. geeft de ruimtelijke verspreiding en de bedekkingsgraad van de Zeesla. Uit onderzoek uitgevoerd in 1999, bleek een mogelijk verband tussen de hoeveelheid neerslag en daarmee de mate van aanvoer van nutriëntenrijk polderwater en de biomassa van Zeesla. (Kamermans et al. 1999)

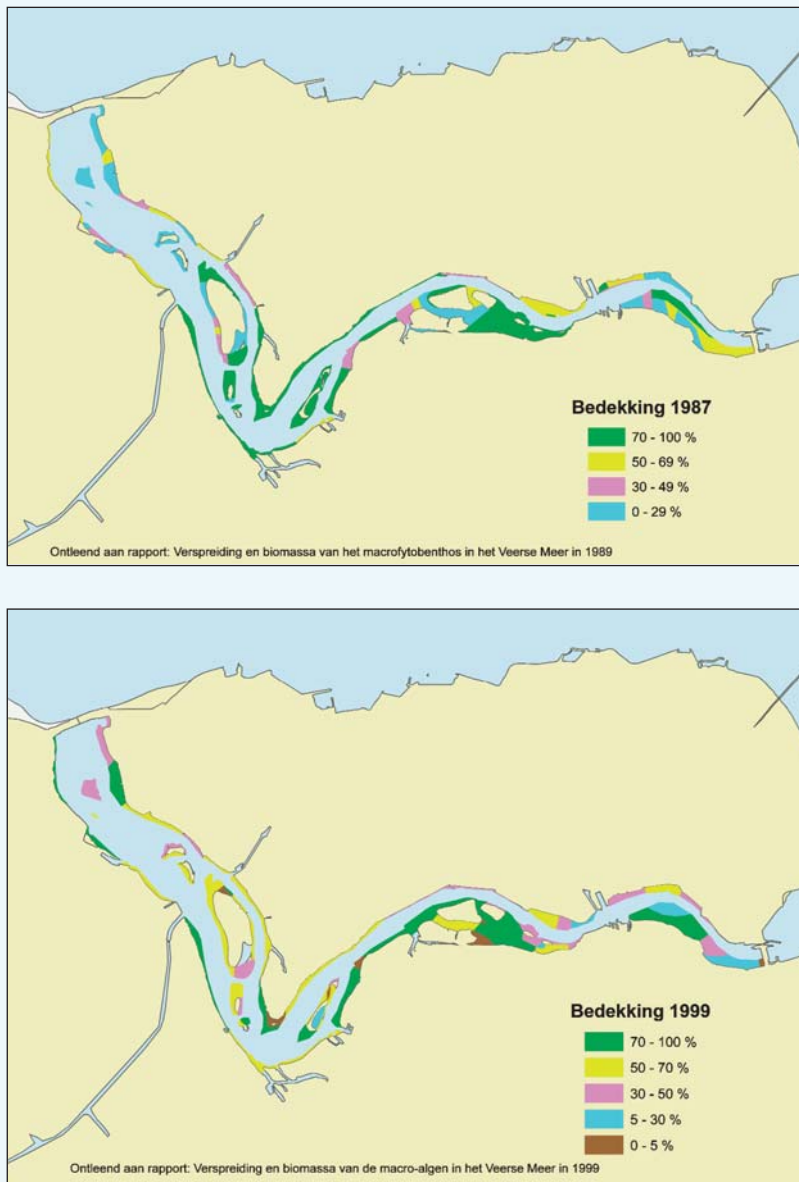
In 2003 is Zeesla vrijwel niet meer aanwezig. Dit is veroorzaakt door een hoge biomassa van (micro)fytoplankton dat in het water zweeft, en waardoor lichtbeperking optrad (Peperzak 2004b).

Het is, met de beperkte gegevens die van Zeesla ter beschikking staan, onmogelijk een harde relatie te

Tabel 3.4

Ontwikkeling Zeesla in het Veerse Meer van 1989 t/m 2003

Jaar	Oppervlakte ha	Bedekkingsgraad	Asvrijdrooggewicht (t)	Bron
1987	715	35%	615	Hannewijk 1988
1989	592	29%	376	Apon 1989
1992			458	Wattel 1994
1999	676	33%	848 (berekend)	Kamermans et al 1999
2003	nihil	nihil	nihil	Wetsteyn, pers. med.



**Figuur 3.17.**  
Verspreiding van Zeesla in 1987 en 1999

leggen met de variatie in aantallen vogels die direct of indirect van Zeesla afhankelijk zijn.

### 3.6.3 MACROFYTEN: ZEEGRASSEN

Zeegrassen zijn geen echte grassen maar behoren tot de familie der Fonteinkruidachtigen. Door Zeegras

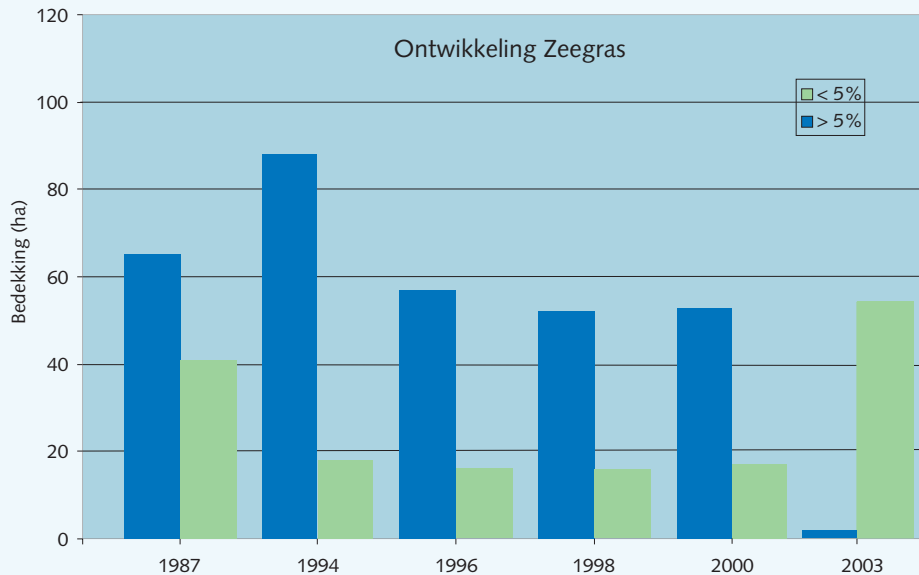
gedomineerde ecosystemen behoren tot de rijkste en meest productieve systemen op aarde. Zij vervullen verschillende functies, zoals het bieden van schuilplaats en kinderkamer voor veel organismen, bovendien stabiliseert Zeegras de bodem. De bladeren en stengels bieden een oppervlak voor andere microscopisch kleine planten en dieren, en ze functioneren als voedselbron (direct voor vogels of indirect via epifyten die op de planten leven). Ze staan vermeld op de 'Rode Lijst', wat de status van een plantaardig of dierlijk organisme aangeeft zoals 'kwetsbaar', 'bedreigd' of 'uitgestorven'. Zeegrassen vallen in de klassen 'ernstig of zeer ernstig bedreigd'. Het zijn planten die volledig aangepast zijn aan een permanent overstromd brak- of zoutwater milieu met een range van 5 tot 17 g chloride/l. In de jaren vóór en kort na de sluiting in 1960, kwamen er twee soorten voor in het meer: Groot Zeegras en Klein Zeegras (Wijgengangs & de Jong 1999). Alleen Groot Zeegras bleef over. De zeegrasvelden liggen merendeels in het oostelijke gedeelte van het meer tussen de Zandkreekdijk en Kortgene, uitgezonderd plaatselijke velden westelijk van de Schotsman (Wolfstein 2004b)

Het begroeide oppervlak was altijd beperkt, vermoedelijk omdat het water periodiek erg troebel

kan zijn en omdat de ondiepe delen 's winters droogvallen of zo ondiep worden dat er grote kans is op winterschade (vorst, uitdroging) aan de wortelstokken en zaden. De biomassa liep in de loop van de jaren '90 tot en met 2003 fors achteruit: van 35 ton naar 1 ton asvrij drooggewicht.

In 1987 was 65 ha nog met meer dan 5% zeegras





**Figuur. 3.18**  
Oppervlaktebedekking van Zeegras in de jaren 1994 t/m 2003 (arealen met minder en meer dan 5%)

bedekt, en 40 ha waar de bedekkingsgraad minder dan 5% was. In 2003 was er geen oppervlak meer met een bodembedekking door Zeegras van meer dan 5% en op 55 ha was de bedekking minder dan 5% (zie figuur 3.18).

Het verloop in de tijd van het zeegras kan mogelijk verklaard worden door de toename van het zeesla en door de foerageerdruk door vogels. Mogelijke andere oorzaken zijn wintervorst schade en warmere zomers. In 2003 heeft de fytoplanktonbloei de groei van Zeegras verhinderd.

Er zijn verschillende factoren die in 2003 een rol hebben gespeeld bij de achteruitgang van het Zeegras: toename van Zeesla, toename van de foeragering door vogels, wintervorstschade of warme zomers. De belangrijkste is waarschijnlijk de groot-schalige ontwikkeling van groenwieren en fytoplankton, die met Zeegras in competitie treden, vooral om het licht. Hoge nutriëntengehaltes, met name stikstof en fosfor leidden tot groot-schalige ontwikkeling van groenwieren zoals Zeesla, en fytoplankton die het Zeegras verdrongen. Daarnaast heeft de fytoplanktonbloei in 2003 voor hoge troebelheid van het water gezorgd (zie vorige paragraaf over Zeesla) wat vooral in het voorjaar en de zomer tot lichtlimitatie leidde en de groei van Zeegras ern-

stig heeft bemoeilijkt.

### 3.6.4 (OEVER)VEGETATIE

De flora van de oevers van het Veerse Meer is zeer gevarieerd. In 1983 werden op de oevers 103 soorten gevonden, in 2003 met een andere meetmethode 79 soorten (Pluijm, van der & De Jong 2003). De vegetatie is deels ingeplant en ingezaaid (Everts & de Vries 1999). De soortensamenstelling van de planten wordt grotendeels bepaald door de ontzilting van de bodem.

De brakke tot zilte kwelder- en dwergstruwelengemeenschappen van deze gebieden zijn waardevol. Op het laaggelegen deel vindt men soortenrijke, natte, kalkrijke zogenaamde 'schraallanden' met Zilte Zegge, veenmossen, orchideeën en andere zeldzame soorten zoals Rode Oogentroost of Zeealsem. Op de hogere delen groeit een kalkrijke duingraslandvegetatie. Hogere water- en moerasplanten ontbreken grotendeels als gevolg van het brakke water en het onnatuurlijke peilregime.

De zoute plaatsen of oeverzones zijn vaak kaal of er is een schaarse begroeiing van zoute pionierplanten zoals Zeekraal en Schorrekruid. De 'zoute pioniers' worden opgevolgd door brakke soorten met Schijnspurrie, Zilte Rus en Gewoon Kweldergras als



Oevervegetatie Veere Meer

voornaamste soorten. Ze worden weer opgevolgd door een zoete graslandvegetatie op de wat hogere delen, met onder andere Rood Zwenkgras en Struisgras. Rietvelden vindt men vooral langs oevers waar op enkele meters diepte zoetwaterbellen voorkomen.

Middelplaten, Goudplaat en Kwistenburg hebben de status van natuurreservaten. Deze gebieden kennen een beheer dat grotendeels bestaat uit extensieve begrazing met rundvee en paarden (Van Haperen & van Wijngaarden 1991). Verder is het foeragegebied voor brandganzen, rotganzen en andere vogels. Het brakke Veerse Meer heeft waardevolle brakke- en zilte kwelder- en dwergstruwelen oevervegetaties. De aanwezige vegetatie wordt daarbij beïnvloed door het tegennatuurlijke peil van het Veerse Meer. Verder weg van het meer wordt de aanwezig vegetatie in de eerste plaats bepaald door het gebruik (landbouw, recreatie). Daarnaast speelt de afnemende invloed van het zout een rol.

### 3.7 FAUNA; ZOÖPLANKTON, BODEMDIEREN, VISSSEN EN VOGELS

In het water komen dieren voor die bodemgebonden zijn en er zijn er die in het water zwemmen of zweven. Bodemgebonden heeft een dubbele betekenis. De dieren kunnen zich op een harde bodem (het hardsubstraat) vastgezet hebben, zoals pokken, oes-

ters en mosselen of ze kunnen de zachte bodem (het zachtsubstraat) gebruiken als schuilplaats en voedselgebied, zoals de brakwaterkokkel, wormen en garnalen.

Zoöplankton is de grote groep dieren die in het water zwemt of zweeft. De afmetingen variëren van microscopisch klein (ciliaten of trilhaardiertjes) via grotere soorten (copepoden of roeipootkreeftjes) tot groot (aasgarnalen).

Alle bodemdieren beginnen hun leven als zoöplankton. De microscopisch kleine larven vestigen zich letterlijk op de bodem, om uit te groeien tot wormen, schelpdieren en kreeftachtigen.

#### 3.7.1 ZOÖPLANKTON

Het zoöplankton vervult een belangrijke rol in het pelagische voedselweb.

Er zijn slechts gegevens van 2003. Deze zijn echter niet relevant voor de uitgangssituatie omdat 2003 een bijzonder jaar was. Voor een uitgebreid overzicht van het onderzoek dat in 2003 is uitgevoerd, en dat zeker van belang is om de kennis van het ecosysteemfunctioneren te vergroten, wordt verwezen naar het werkdokument "Zoöplankton, een onderschatte groep", (Wetsteyn 2004b). Dat werkdokument is overigens wel gebruikt om in hoofdstuk 4 te toetsen



Middelplaten begrazing met paarden



*De cyclopoïde copepode Oithona similis (♂).*  
Totale maatstreef = 100 µm (0,1 mm).

aan de functie-eisen die voor zoöplankton zijn opgesteld.

### 3.7.2 BODEMDIEREN

Het overgrote deel van de bodem van het Veerse Meer bestaat uit zand en/of slib, men noemt dat 'zacht substraat'. Zacht substraat biedt een leefomgeving aan veel bodemdieren. Met bodemdieren worden de in de bodem levende organismen bedoeld die achterblijven op een zeef met gaatjes van één millimeter. De dieren hebben een grootte van enkele millimeters tot in uitzonderlijke gevallen enkele tientallen centimeters. Het gaat vooral om tientallen soorten wormen, schelpdieren en kreeftachtigen. Bodemdieren zijn, als voedsel voor vissen en vogels, een belangrijk onderdeel van het voedselweb. Ook dragen ze bij aan de biodiversiteit van het Veerse Meer.

Elk voor- en najaar worden in het kader van het MWTL-monitoringprogramma op zestig locaties, gelegen in een westelijk en oostelijk deel van het Veerse Meer, bodemmonsters genomen van het zacht substraat, (zie figuur 3.19). In die monsters worden de soorten, aantallen en biomassa van de bodemdieren bepaald. De beschrijving van de Ausgangssituatie voor de bodemdieren op zacht substraat is in dit rapport beperkt tot het geven van enige sprekende voorbeelden over soortendiversiteit uit de omvangrijke data-set van het MWTL-monito-

ringprogramma.

Voor een volledig overzicht van bodemdieren wordt verwezen naar de achterliggende documenten (Escaravage & Hummel, 2003; Escaravage et al., 2003 en Stikvoort, 2004) die op de bij dit rapport gevoegde cd-rom beschikbaar zijn gesteld. Voor nadere achtergrondinformatie over de analyses, methodieken en conclusies wordt de lezer dan ook naar deze documenten verwezen. Die kennis is te omvangrijk om allemaal in dit rapport mee te nemen, maar wordt wel gebruikt bij het toetsen aan functie-eisen, het beschrijven van de toekomstige ontwikkeling en het doen van een monitoringsvoorstel in hoofdstuk 4.

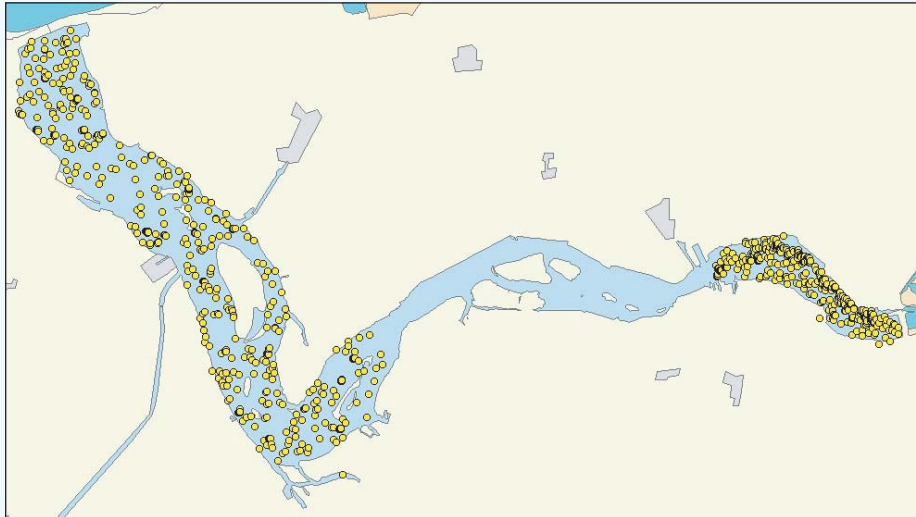
In het Veerse Meer komt op beperkte schaal ook 'hard substraat' voor. Dat zijn stenen, of betonnen bestortingen en kaden, waaronder oeververdedigingen, maar ook houten palen en steigers enz. Deze vormen een ondergrond voor een specifieke groep organismen die echter niet in het kader van het MWTL-programma door Rijkswaterstaat wordt onderzocht. Al meer dan tien jaar houdt het Onderzoeksbureau Aquasense op twee locaties de ontwikkelingen van de hardsubstraat-begroeiing bij. Op verzoek van RIKZ hebben de onderzoekers de belangrijkste ontwikkelingen in een memo beschreven (Kluijver, de & Dubbeldam, 2004) ter aanvulling van de kennis over bodemdieren op hard substraat.

Van de bodemdieren op het zachte en harde substraat van het Veerse Meer is hierna de Ausgangssituatie (T0-situatie) beschreven op basis van gegevens van ruwweg de afgelopen 10 jaar. De soortendiversiteit staat daarbij voorop.

Wie soortendiversiteit zegt, denkt ook meteen aan de Japanse oester die momenteel erg in de belangstelling staat. De Japanse oester wordt, met andere soorten, besproken in de paragraaf 'Exoten'.

#### Bodemdieren zachtsubstraat

In twaalf jaar monitoren zijn zo'n 90 soorten bodemdieren in het zachte substraat van het Veerse Meer aangetroffen, waarvan meer dan 90% bestond uit wormen, weekdieren en kreeftachtigen. In vergelijking met de andere Deltawateren is het Veerse Meer in de huidige situatie qua bodemdieren veruit het minst diverse systeem, hetgeen te verwachten



**Figuur 3.19**  
De MWTL-bemonsteringslocaties van bodemdieren van het zachte substraat in het Veerse Meer in de periode 1990-2003.

valt omdat de biodiversiteit van brakwater lager is dan van zoet- of zoutwater.

Slechts vijf soorten zijn (totnogtoe) alleen in het Veerse Meer aangetroffen, het zijn gekende brakwater soorten, waaronder een zeepissebed (zie afbeelding).

De soorten komen ook wel in andere wateren van de Delta voor (bijvoorbeeld Kanaal door Walcheren, Zeeschelde, inlagen en krekken). In totaal zijn 10 brakwatersoorten in het Veerse Meer aangetroffen. Figuur 3.20 geeft de verspreiding van de acht brakwatersoorten die in de jaren 1990-2002 het meeste voor kwamen.

De ene brakwatersoort komt meer verspreid voor

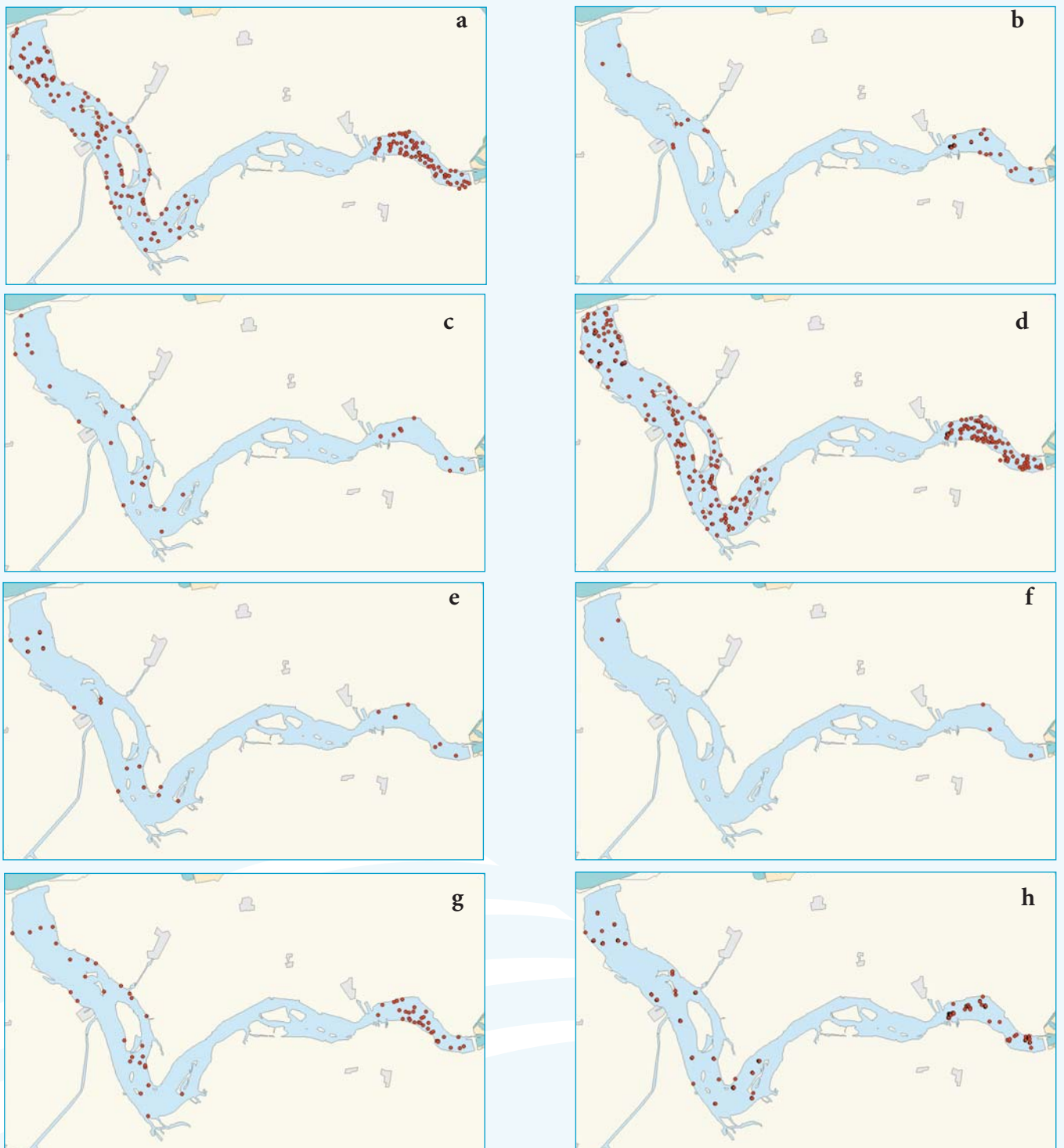
dan de ander. Er is echter geen duidelijke eigen ruimtelijke spreiding per soort.

Het Veerse Meer wordt vaak als een brak meer gekarakteriseerd, maar brak is een zeer breed geïnterpreteerd begrip. In de afgelopen tien jaar is het Veerse Meer zelden gedurende een heel jaar minder zout geweest dan 9 g Cl/l. En de 'bovengrens' van de brakke range ligt op 10 Cl/l. Met tien brakke soorten (die hun optimum in de range van circa 5 tot 10 g Cl/l hebben liggen) en de overige circa tachtig soorten van mariene oorsprong kan de bodemfauna dan ook eerder gekwalificeerd worden als verarmd marien, dan brak.



*De Zeepissebed (Sphaeroma rugicauda).*





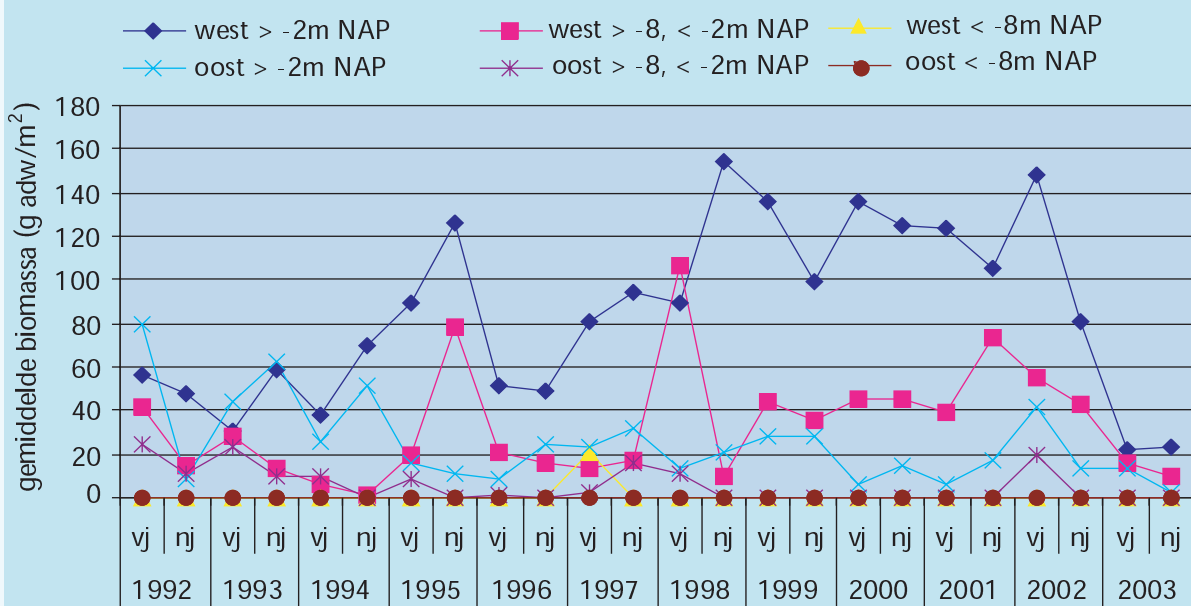
**Figuur 3.20**

Verspreiding van de brakwatersoorten brakwaterkokkel (a), *Cyathura carinata* (b), de trompetkalkkokerworm (c), *Polydora ligni* (d), het Zuiderzeekrabbetje (e), de ruwstaartige kogelpissebed (f), de Oproller (g) en *Streblospio shrubsolii* (h) in het Veerse Meer, 1990-2002.



## Typisch Veerse Meer: de strandgaper

Een 'bijzonder' dier van het Veerse Meer is de strandgaper (*Mya arenaria*). Het is een tweekleppig schelpdier dat in de Nederlandse wateren een algemene verschijning is en een groot formaat kan bereiken (tot meer dan tien centimeter). Plaatselijk kan de soort talrijk zijn, maar zo talrijk als in het Veerse Meer is uitzonderlijk. In het monitoringsprogramma wordt de soort veelvuldig en in grote hoeveelheden in de monsters aangetroffen. In figuur 3.21. komt dat tot uitdrukking in de waarden van het asvrijdrooggewicht per vierkante meter ( $\text{adw}/\text{m}^2$ )



Figuur 3.21

Ontwikkeling van de gemiddelde biomassa (asvrijdrooggewicht per  $\text{m}^2$ ) van de strandgaper in de monsters van het Veerse Meer, per plot, per dieptestratum, 1992-2003.

De biomassa's van deze soort zijn (plaatselijk zeer) hoog. In de Nederlandse zoute tot brakke wateren worden biomassa's van deze omvang doorgaans nog lang niet door alle bodemdieren tezamen bereikt! In het Grevelingenmeer bijvoorbeeld hebben alle bodemdieren samen een omvang van  $70 \text{ gram adw}/\text{m}^2$ . Daarnaast is er nóg een opvallend fenomeen aan deze soort. Normaliter is de strandgaper een soort die diep ingegraven in de bodem leeft. Tot enkele centimeters lengte leeft de soort in estuaria nog vrij ondiep – tot circa 10 centimeter diepte – maar grotere exemplaren bevinden zich dieper in de bodem, tot wel dertig centimeter of meer. Met een lang uittrekbare zogenaamde siphon kan de strandgaper vanaf die diepte de waterkolom bereiken. In het Veerse Meer echter leeft de soort zeer ondiep en ligt zelfs ook óp de bodem.

### Bodemdieren hard substraat

De dominante soorten van het harde substraat zijn voornamelijk exoten. De Japanse oester lijkt zich vanuit het oosten naar het westen uitgebreid te hebben. In 2002 blijkt de trompetkalkkokerworm explosief te zijn toegenomen. De trompetkalkkokerworm werd in 1968 voor het eerst in Nederland gevonden, in het Veerse Meer. De soort duikt ook op als aangroei op boten, zie afbeelding. Aangenomen mag worden dat de soort momenteel wijd verbreid voorkomt.



*Aangroei van trompetkalkkokerwormen op een meerpaal in het Kanaal door Walcheren*



*Aangroei van trompetkalkkokerwormen op het roer van een boot uit het Veerse Meer.*

### 3.7.3 VISSEN

Nog juist voordat het Veerse Meer in 1961 tot stand kwam, werd het visbestand met een boomkor geïnventariseerd. Later werden de ontwikkelingen tot september 1966 en in de periode 1971-1973 met dezelfde methode gevolgd. Daarna is er pas in 1987 weer enig visonderzoek uitgevoerd. Vervolgens is in december 1996 in het kader van onderzoek door de de Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVB) door het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) met een boomkor en kuilnet gemonsterd in de diepere delen van het meer. En tenslotte heeft de OVB in 2002 een uitgebreid onderzoek uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat., (Kemper 2003). Tijdens duikonderzoek, verricht op respectievelijk dertien (1984) en twee (1987-1998) transecten, werd aantekening gemaakt van de waargenomen vissen.

Aan de hand van deze resultaten wordt een beeld geschetst van de uitgangssituatie voor de vis in het Veerse Meer, waarna een vergelijking wordt gemaakt



*Visserschip voor de afsluiting van de Veeregatdam*

met de situatie in het Grevelingenmeer. Al komen in de resultaten van de inventarisaties ook vissoorten voor die voor consumptie geschikt zijn, de betekenis van de visstand voor de beroeps- en sportvisserij blijft hier buiten beschouwing.

#### Vissen in troebel water: de huidige situatie.

In september 2002 is met de door de OVB uitgevoerde inventarisatie het vóórkomen in kaart gebracht van zowel op of nabij de bodem verblijvende, als zich vrij over de waterkolom bewegende vissen. Afhankelijk van de waterdiepte en het type vissen werden daarbij verschillende vangtechnieken ingezet. Behalve van slagnet, raamkuil en boomkor voor de bodemvisserij werd ook gebruik gemaakt van kuilnet en sonarregistraties van visscholen voor de pelagische visserij (Kemper 2003, Twisk 2004). Het aantal waargenomen soorten is onder andere afhankelijk van de bemonsteringsinspanning. Na het afleggen van in totaal bijna 14 kilometer zijn vijftien soorten in het boomkornet aangetroffen. Zes andere soorten werden, in minimale hoeveelheden, gevangen met het pelagische kuilnet. Daaronder waren vier pelagische soorten (Geep, Diklipharder, Beekforel, Regenboogforel) en twee bodemvissoorten (Schol en Dikkopje). Twee soorten (Beekforel en Regenboogforel) komen niet van nature in het Veerse Meer voor, maar worden regelmatig uitgezet ten behoeve van de sportvisserij. In de zone tot twee meter diepte werden slechts vier soorten aangetroffen: Brakwatergrondel, Zwarte Grondel, Driedoornige Stekelbaars en Koornaarvis. Tien soorten kwamen algemeen voor in de bodemvisserij: de bodemvissen Brakwatergrondel, Zwarte Grondel, Zeedonderpad, Puitaal en Botervis, en de pelagische soorten Haring, Zandspiering, Glasgrondel, Koornaarvis en Driedoornige

Stekelbaars. In de vangsten met het pelagische kuilnet waren daarnaast Sprot en Paling algemeen. De verschillende nettypen vangen dus soorten uit beide categorieën vissen.

Aan de hand van andere onderzoeken die sinds 1984 aan vissen in het Veerse Meer zijn verricht kan het bovenstaande beeld worden aangevuld. Een aantal kabeljauwachtigen werd in sommige van die oudere studies in fuiken aangetroffen, maar ontbreekt in de vangsten van de OVB in 2002. Het gaat om Kabeljauw, Pollak, Steenbolk en Wijting. Het minder algemene voorkomen en de matige vangbaarheid van die soorten met de door de OVB gebruikte vistuigen verklaart dat verschil. Ook Schar en Tong, twee platvissoorten, werden wel incidenteel in fuikvangsten aangetroffen, maar niet in de OVB-bemonstering. Daarnaast zijn er incidentele vermeldingen



*Huidige vissers op het Veerse Meer*



*Haven van Wolphaarsdijk*

Soort						pelagisch of bodem?	Dichtheid (n/1000m <sup>3</sup> )					Presentie	
	0-0.7m	0.7-2m	2-5m	5-10m	>10m		0-0.7m	7-2m	2-5m	5-10	>10m	kor	kuil
Beekforel				o		p							7
Bot			xo	xo		b						20	20
Botervis			x		x	b						40	
Brakwatergrondel	x	x	x	x	xo	b	685	12	83	28	4	87	13
Dikkopje				o		b							7
Diklipharder			o			p							7
Driedoornige Stekelbaars	x	x	x		x	p	20	0,3				33	
Geep						p							7
Glasgrondel			xo	x	xo	p			3	28	250	53	13
Haring			xo	xo	xo	p			32	7	3451	93	100
Koornaarvis	x	x	xo	xo	xo	p	9	4	34	2	1	47	67
Paling			xo	xo	o	b						13	93
Puitaal			xo	xo	xo	b						53	27
Regenboogforel				o		p							7
Schol			o			b							7
Sprot			xo	o	o	p			293	1004	1064	7	93
Steenbolk				x		(b)							7
Zandspiering			x	x	x	p			9	5	0.1	87	
Zeebaars			xo			p						20	20
Zeedonderpad			x	xo	xo	b			6	1	2	80	13
Zwarte Grondel		x	xo	xo	x	b		0,3	7	0,4		33	27

x: aanwezig in bodemnet

o: aanwezig in pelagisch net

*Tabel 3.5  
Aangetroffen vissoorten in september 2002*

van Groene Zeedonderpad, Grote Zeenaald, Makreel en de Kleine Koornaarvis en de Kleine Zeenaald. Tabel 3.5 toont de aan- of afwezigheid en, voor de talrijkste soorten, de dichtheid in verschillende dieptezones in september 2002. Tevens is het percentage monsters waarin de soort voorkwam vermeld (presentie, alleen dieper water).

### Ontwikkelingen in de visstand in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer.

In de eerste periode na afsluiting gingen de vissengemeenschappen in beide meren op een vergelijkbare manier afwijken van de oorspronkelijke situatie. In het Grevelingenmeer deed zich enig herstel voor nadat er opnieuw een verbinding met de Noordzeekustzone werd gerealiseerd.







Haring gevangen in het Veerse Meer



Sportvissers bij de Zandkreekdam

In september 2002 trof de OVB plaatselijk zeer grote hoeveelheden jonge Haring aan in het Veerse Meer. De migratie van deze vissoort via de Zandkreeksluis trekt sportvissers aan. Overigens wordt al jaren door sportvissers vanaf steigers in de buurt van de Zandkreekdam op volwassen Haring gevestigd. Een grote populatie Haringen in het Veerse Meer is mogelijk indirect van invloed op de ontwikkeling van microscopische algen in het water, omdat het dierlijk plankton dat die algen normaal begraast zelf de belangrijkste prooi vormt van de Haring.

### 3.7.4 VOGELS

Het Veerse Meer vervult voor vogels de volgende functies: foerageergebied voor plantenetters en viseters, broedgebied voor kustbroedvogels en rustgebied voor vogels als ganzen en Kleine Zwanen (Meininger, Strucker en Wolf 2003).

Vanuit de vogelrichtlijn die van toepassing is op het Veerse Meer, zijn de aantallen van vier vogelsoorten maatgevend. Het zijn de Brandgans, Middelste Zaagbek, Smient en Meerkoet.

#### 3.7.4.1 WATERVOGELS

De belangrijkste functies van het Veerse Meer zijn dus foerageergebied voor plantenetende en viseten

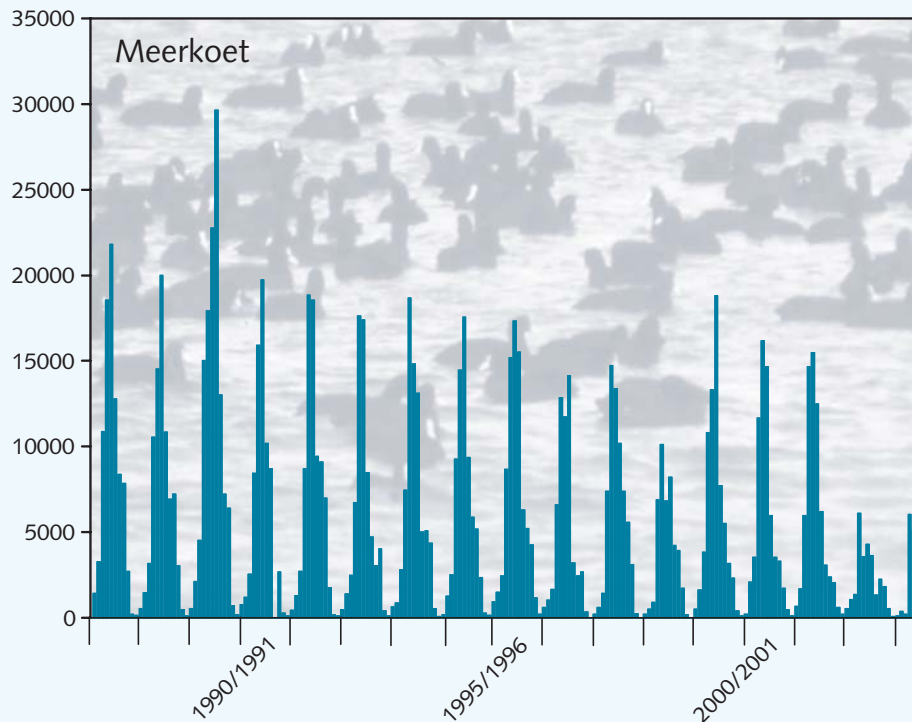
de vogels en rustgebied voor onder andere ganzen en Kleine Zwanen. Hierna worden de ontwikkelingen binnen deze groepen beschreven aan de hand van een of meerdere soorten.

#### Plantenetters

In de afgelopen tien jaar bestond tweederde van de getelde watervogels in het Veerse Meer uit plantenetters. De talrijkste soorten in deze groep zijn Smient en Meerkoet. (Berrevoets et al. 2003)

Het voorkomen van grote aantallen Smienten is erg afhankelijk van koude winters. Vooral tijdens vorstperiodes met een aanzienlijk sneeuwdek kunnen veel





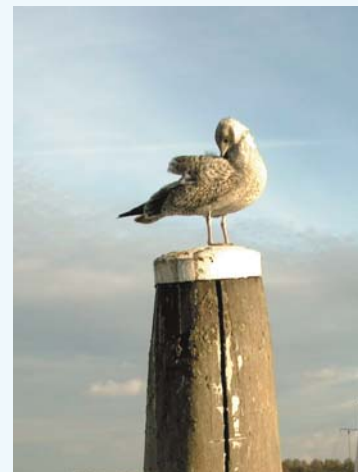
*Figuur 3.22*  
Aantallen Meerkoet  
Veerse Meer.

(soms meer dan 30.000) Smienten op de graslanden in en om het Veerse Meer voorkomen. Zij gebruiken het gebied dan als foerageerplaats. Buiten deze periodes gebruiken Smienten het meer overdag vooral als rustplaats. In de avondschemering vertrekken ze naar binnendijks gelegen foerageergebieden (graslanden, akkers). Sinds eind jaren tachtig zijn de aantallen Smienten in het Veerse Meer licht gestegen, parallel aan de toename van de totale Noordwest-Europese populatie.

Meerkoeten foerageren in het najaar in de ondiepe waterzones op Zeesla (en andere waterplanten), in de wintermaanden schakelen ze over op graslanden. Sinds eind jaren tachtig zijn de aantallen Meerkoeten in het Veerse Meer relatief stabiel. Vrijwel jaarlijks worden in oktober/november 15.000-20.000 Meerkoeten geteld. In het najaar van 1998 waren de aantallen echter aanzienlijk lager, net als in het seizoen 2002/2003. In die winters werden slechts 6.000 Meerkoeten in plaats van de gebruikelijk 15.000-20.000 geteld werden (figuur 3.22).

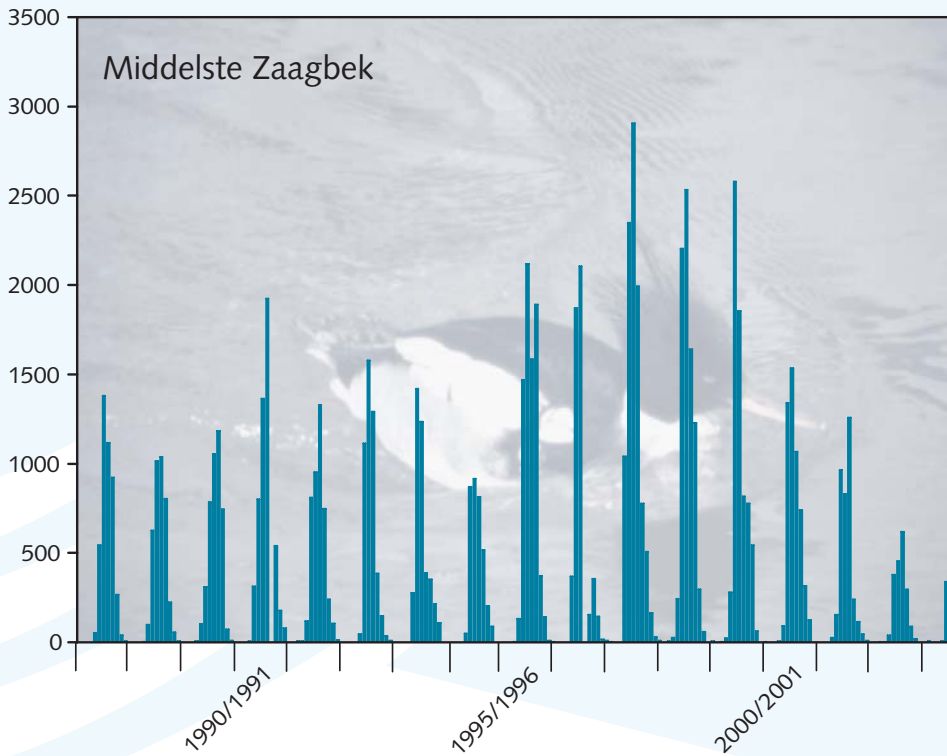
#### Viseters

In vergelijking met planteneters zijn de aantallen viseters klein te noemen. In de wintermaanden zijn meestal 2.000-3.000 viseters aanwezig, waarvan de Middelste Zaagbek (figuur 3.23) en de Fuut de talrijkste zijn. Het voorkomen van de Middelste Zaagbek is de laatste 15 jaar erg variabel. Na een toename vanaf 1995/96 zijn de aantallen sinds 2000/2001 weer afgenomen. De huidige aantallen zijn inmiddels lager dan ooit. De oorzaken van deze snelle verandering zijn onduidelijk; het meest waarschijnlijk is de afgenomen beschikbaarheid of zichtbaarheid van vis.





Foeragegebied



Figuur 3.23  
Aantallen Middelste  
Zaagbek Veerse Meer.

### Diversiteit vogels uitgedrukt in één getal.

De functie-eis in het Regionaal BeheerPlan Nat stelt, dat de diversiteit aan vogels in het Veerse Meer vergelijkbaar moet zijn met die van het Grevelingenmeer maar lager kan zijn dan die in de Oosterschelde. Vergelijking van de diversiteit tussen watersystemen is mogelijk op basis van het aantal soorten watervogels dat jaarlijks gedurende minimaal drie maanden is waargenomen. In de periode 1993 - 2002 varieerde het aantal soorten watervogels in het Veerse Meer tussen de 45 en 53 (gemiddeld 48), in het Grevelingenmeer tussen 54 en 65 (gem. 60) en in de Oosterschelde tussen 62 en 75 (gemiddeld 68). Dat betekent dat de diversiteit niet vergelijkbaar is met het Grevelingenmeer, maar lager. In Grevelingenmeer en Veerse Meer samen worden jaarlijks gemiddeld 62 verschillende soorten waargenomen. Ook is het mogelijk om de zogenaamde Shannon-Wiener index uit te rekenen, deze index wordt zowel gebaseerd op het aantal waargenomen soorten als op het aantal individuen dat is waargenomen van een soort. Gebaseerd op het aantal vogels dat per seizoen is waargenomen in Veerse Meer over de periode 1998/1999 - 2002/2003 is de gemiddelde jaarlijkse index 2.3. Over dezelfde jaren was deze index in het Grevelingenmeer 2.9 en 2.7 in de Oosterschelde. Ook op deze manier wordt duidelijk dat de diversiteit aan watervogelsoorten in het Veerse Meer het laagst is.

#### 3.7.4.2 KUSTBROEDVOGELS

In het Veerse Meer komen tegenwoordig bijna vierduizend broedparen kustbroedvogels voor. Nog in de jaren tachtig was sprake van 4500 broedparen van de Kokmeeuw alleen al en 400 van de Visdief, tegen nu respectievelijk 165 en 110 broedparen (Meininger et al. 2003). De talrijkste kustbroedvogels zijn momenteel de Zilvermeeuw (2430 broedparen) en de Kleine Mantelmeeuw (675), die voornamelijk broeden op de Middelpaten. Daarnaast bevindt zich op de Middelpaten een kolonie van 500 paren Aalscholvers. Deze soorten nemen in aantal toe of zijn relatief stabiel. Van de "echte" kustbroedvogels zijn de aantallen echter gedaald: zo zaten er in 2002 slechts vijftien paar Kluten, terwijl er in de jaren tachtig regelmatig meer dan 80 paren werden geteld. De Strandplevier, de Bontbekplevier, de Noordse Stern en de dwergstern zijn vrijwel of geheel verdwenen. Er zijn echter ook nieuwkomers: in de jaren negentig broedden er regelmatig enkele Grote Mantelmeeuwen (eerste broedgevallen in Nederland) en ook de Zwartkopmeeuw broedde er recent.

De afname van de aantallen kustbroedvogels heeft te maken met afname van hun ecotoop/habitat als gevolg van de begroeiing die in en om het Veerse Meer optrad na 1960, hetgeen een normale ontwikkeling is.

De toename van de aantallen Aalscholver is een

sprekend voorbeeld van een landelijke trend die zich ook in het Veerse Meer manifesteert.

Naast kustbroedvogels biedt het gebied ook ruimte aan allerlei andere soorten broedvogels. Het betreft hier o.a. Lepelaar, Kleine Zilverreiger (incidenteel), Havik en Bruine Kiekendieven.



*Kluten boven Veerse Meer*





*Doorlaatmiddel Oosterschelde zijde*



*Doorlaatmiddel Veerse Meer zijde*

## 4 MONITORINGSVOORSTEL

Het monitoringsvoorstel, dat hierna is samengevat, is gebaseerd op de beoordeling van de haalbaarheid van de streefbeeldens die voor het Veerse Meer zijn opgesteld en die onverkort uit het RBPN 2002 zijn overgenomen. In hoeverre die streefbeeldens nu of in de toekomst bereikbaar zijn, is bepaald met behulp van de kennis over de uitgangssituatie (hoofdstuk 3). Voor de beoordeling van de haalbaarheid van de streefbeeldens is per aspect een hypothese uitgewerkt en een monitoringsvoorstel beschreven op het niveau van de functie-eisen waarop de streefbeeldens zijn gebaseerd.

Deze monitoringsvoorstellen zijn deels voor Rijkswaterstaat Directie Zeeland en deels voor de provincie Zeeland of het Waterschap Zeeuwse Eilanden van belang vanwege hun beheersverantwoordelijkheid. Het RIKZ van Rijkswaterstaat hecht als specialistische dienst groot belang aan het verkrijgen van kennis over het ecosysteemfunctioneren, bovendien is het RIKZ verantwoordelijk voor een goede uitvoering van het MWTL programma en sommige voorstellen moeten dan ook door RIKZ op haalbaarheid getoetst worden.

Kennis van het ecosysteemfunctioneren is in het bijzonder van belang, omdat voor sommige andere watersystemen in het Deltagebied een nieuw beheer wordt ontwikkeld, waarbij ook die watersystemen van karakter zullen veranderen. Het meest aansprekend is het herstel van estuariene gradiënten en het mogelijk weer zout maken van het zoete Volkerak-Zoommeer als oplossing van de eutrofiëringsproblematiek.

Het hierna volgende totaaloverzicht van voorstellen om de monitoring te handhaven, uit te breiden of te verbeteren is gestructureerd naar de eisen vanuit richtlijnen en de rol van de verschillende belanghebbende diensten.

### TOTAALOVERZICHT VAN DE MONITORINGSVOORSTELLEN PER JURIDISCH- OF BELEIDSKADER.

#### KADER RICHTLIJN WATER

- de toekomstige monitoring afstemmen op de monitoringsinspanning die voor het toetsen aan de Kader Richtlijn Water nodig zal zijn.

#### EUROPESE ZWEMWATERRICHTLIJN EN HET NEDERLANDS BESLUIT HYGIENE EN VEILIGHEID ZWEMGELEGENHEDEN

- monitoring in het kader van Europese zwemwatterrichtlijn en Nederlands Besluit Hygiëne en veiligheid zwemgelegenheden voldoet

#### BESLUIT KWALITEITSDOELSTELLINGEN EN METINGEN OPPERVLAKTEWATEREN

- monitoring in het kader van MWTL voldoet, na enige jaren evalueren of het huidige aantal monsterpunten moet blijven bestaan

#### VOGELRICHTLIJN

- huidige monitoring voldoet

#### STREEFBEELD RBPN, RIJKSWATERSTAATSTAAK

- de huidige inventarisatie van peilen en in- en uitgaande debieten handhaven
- na instellen evenwicht een incidentele monitoring in het Veerse Meer, van alle gewasbeschermingsmiddelen en microverontreinigingen die (nog) geen deel uitmaken van de monitoring voor de KRW
- frequentie VTSO metingen direct na ingebruikname van het doorlaatmiddel opvoeren van 1 keer per maand tot 2 keer per maand, tot nieuw evenwicht is ingesteld, dan de frequentie heroverwegen
- de Zandkreek (Oosterschelde kant) meenemen in alle monitoringen
- de probleemstoffen Carbendazim, Isoproturon in water en koper, arseen, nikkel en zink in de bodem (van havens) gericht monitoren
- jaarlijkse monitoring van Zeesla en Zeegras en twejaarlijks monitoring oevervegetatie
- oeverprofielen monitoren in 2008, volgens een beperkt programma, daarna evalueren
- vastleggen omvang van afgestorven Zeesla en Zeegras op de oevers (na peilverlaging)
- huidige 'BIOMON' bodemdierenmonitoring



voortzetten

- monitoring van de opkomst en successie van de Japanse Oester en andere soorten bodemdieren, op hard en zacht substraat

#### Streefbeeld RBPN, taak Waterschap of Provinciale Waterstaat

- debieten gemalen en sluizen nauwkeuriger bijhouden
- monitoring belastingen polderwater verbeteren: proportioneel monstere
- monitoring in de polderwateren van ‘alle’ nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen en microverontreinigingen die (nog) geen deel uitmaken van de monitoring voor de KRW, afgestemd op vergelijkbare monitoring in het Veerse Meer

#### Monitoring ten behoeve van kennisontwikkeling ecosysteemfunctioneren, en MWTL procedures, taak RIKZ

- het huidige Mon\*biologie monitoringsprogramma uitbreiden met determinatie microzoöplankton, en gefixeerde monsters uit het verleden, indien mogelijk, onderzoeken
- flowcytometrische karakterisering fytoplankton (afmetingen, pigmenten) introduceren
- in 2005 en 2006 bemonstering en analyses van het micro- en mesozöplankton
- side scan sonar als Good Measuring Practice techniek ontwikkelen voor met name oesters en mosselen
- met ingang van 2005: jaarlijkse monitoring van haringachtigen met behulp van sonartechnieken
- in 2007 herhaling van het onderzoek naar de visstand in 2002
- onderzoek vismigratie en habitatgebruik
- uitbreiden van het vogelmonitoringprogramma met het monitoren van het door de vogels gebruikte voedsel

### 4.1 HYPOTHESE TOEKOMSTIG BEELD EN DE DAARVOOR BENODIGDE MONITORING.

Bovenstaande samenvatting bevat de monitoringsvoorstellen die in de paragrafen hierna zijn beschre-

ven voor dezelfde aspecten en volgorde als in hoofdstuk 3 “Toestand Veerse Meer (1993-2003)”. Per aspect is een hypothese opgesteld van verwachte ontwikkelingen na de ingebruikname van het doorlaatmiddel, afgezet tegen het streefbeeld. Daarvoor zijn deels ook modelresultaten gebruikt. Op basis van de hypothese is voor elk aspect een monitoringsvoorstel gedaan, op het detailniveau van de functie-eisen waarop de streefbeelden zijn gebaseerd.

#### 4.1.1 PEIL, WATERBALANS EN OEVERS

Streefbeeld RBPN:

- De afvoer naar de Oosterschelde van neerslag, schutverliezen en polderlozingen is zo optimaal mogelijk.
- Het watersysteem is stabiel, zonder eutrofiëringskenmerken.
- Het areaal ondiep water wordt niet kleiner.
- Het watersysteem heeft (voor)oeververdigingen tegen de oevererosie.

In de uitgangssituatie schommelde het zomerpeil rond NAP -0,05 m en het winterpeil rond NAP -0,7 m. In de uitgangssituatie is er geen andere uitwisseling van water dan als gevolg van het schutten van schepen en het openen van de schutsluis voor de peilopzet en peilverlaging. De evaluatie van de ontwikkelingen gedurende circa 5 jaar na ingebruikname van het doorlaatmiddel zal leiden tot een nieuw peilbesluit, waarbij een vast peil op NAP het meest waarschijnlijk wordt. Voorlopig blijft het oude zomer- en winterpeil gehandhaafd.

Bij een zomerpeil van NAP is straks de door de sluis getransporteerde waterhoeveelheid 40 m<sup>3</sup>/s jaargemiddeld in, en 40 m<sup>3</sup>/s jaargemiddeld uit. Bij een peil van NAP -0,70 m (winterpeil) is het debiet beduidend lager, circa 23 m<sup>3</sup>/s.

Zoals in hoofdstuk 3.3 is aangegeven, zijn de oeverzones nu niet stabiel, voortdurend treden nog veranderingen op. Naar verwachting zullen extra optredende veranderingen ten gevolge van het doorlaatmiddel gering zijn.

MONITORINGSVOORSTEL PEIL, WATERBALANS EN OEVERS

- Het bestaande meetnet, waarmee waterstanden en debieten wordt bijgehouden, dient te worden voortgezet. Het nauwkeurig bepalen van de

debieten door het doorlaatmiddel en door de schutsluis in het Kanaal door Walcheren en de Zandkreekdam is gewenst.

- Oeverprofielen inmeten in 2008. Het betreft zo'n 160 raaien in het gehele meer. Aan de hand van de resultaten van de metingen bekijken of het programma verder kan worden geëxtensieerd door het verminderen van het aantal raaien en/of verlagen van de meetfrequentie.

#### 4.1.2 GELAAGDHEID/ZUURSTOFHUISHOUDING

Streefbeeld RBPN:

- Het Veerse Meer heeft geen eutrofiëringskenmerken.
- De zuurstofarme periode is van korte duur.
- De stratificatie beperkt zich tot de diepere putten (stratificatie op 12 m diepte).

Op basis van modelberekeningen van WL | Delft Hydraulics wordt verwacht dat het oppervlak van het meer waarboven zuurstofloos water komt te staan, daalt van ruim 20% in de huidige situatie na de peilverhoging in april, naar 12% met het doorlaatmiddel. Een en ander blijft beperkt tot de diepere putten. De spronglaag ligt in de huidige situatie rond acht meter. Verwacht wordt dat het grensvlak in de toekomst circa 2 m dieper komt te liggen, op 10 m. (WL | Delft Hydraulics 2000 en 2002).

De functie-eis dat 5% van het oppervlak zuurstofloos mag worden is alleen met omvangrijke en kostbare maatregelen haalbaar. Een bijstelling van het streefbeeld ligt in de rede omdat een relatief groot oppervlak zuurstofloos water altijd voor komt, door de gelaagdheid die 'van nature' in het Veerse Meer aanwezig is. Ook de functie-eis ten aanzien van de diepte van de spronglaag behoeft daarom bijstelling.

#### MONITORINGSVOORSTEL

##### GELAAGDHEID/ZUURSTOFHUISHOUDING

- Een voortzetting van de huidige VTSO metingen, met een intensivering in de periode direct na de in gebruik name van het doorlaatmiddel. De grootste veranderingen zullen in de beginperiode optreden, nadat het doorlaatmiddel in gebruik genomen is. Voorgesteld wordt de frequentie van de metingen te verhogen tot twee maal per maand gedurende een periode die voldoende lang is om een evaluatie van de meetge-

gevens te kunnen uitvoeren. Afhankelijk van de seizoenen (nat/droog jaar) en een andere peilinstelling kan het nodig zijn die hogere frequentie enige jaren vol te houden.

#### 4.1.3 WATERKWALITEIT

Streefbeeld RBPN:

- Het watersysteem is helder, schoon en mesotroof (lage meststoffen belasting).
- Het watersysteem heeft geen eutrofiëringskenmerken.
- Het chlorofylgehalte in het voorjaar is laag, er is geen overmatige voorjaars-algenbloei en de primaire productie in de zomer is hoog.

#### MODELONDERZOEK

Door WL | Delft Hydraulics is in het jaar 2000 een modelonderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van het doorlaatmiddel voor de waterkwaliteit van het Veerse Meer. En er is een Verificatie Veerse Meer model 1999 uitgevoerd. Conclusie: het doorlaatmiddel levert een positieve bijdrage aan het herstel van het Veerse Meer omdat de chlorideconcentratie toeneemt en de nutriëntenconcentraties afnemen. Het meer blijft echter eutrofiëringsgevoelig. Dat betekent dat de kans bestaat dat, ondanks lagere nutriëntenconcentraties, de biomassa Zeesla groot wordt als gevolg van het verbeterde onderwaterlichtklimaat door de uitwisseling met Oosterscheldewater (WL | Delft Hydraulics, sept. 2000 en dec. 2000). De onzekerheid van het beschikbare model om uitspraken over de biomassa-ontwikkeling van Zeesla te doen is echter groot. Daarom zijn de uitkomsten van het modelonderzoek gebruikt om een expert opinion te krijgen van experts van RIVO, NIOO-CEMO, RIKZ Middelburg, de Katholieke Universiteit Nijmegen en WL | Delft Hydraulics (WL | Delft Hydraulics 2001). Geconcludeerd werd, dat aanvullende maatregelen nodig zijn om de verwachte hoeveelheid Zeesla terug te dringen. Te denken valt aan vergroting van de efficiëntie van het doorlaatmiddel en vermindering van, met name, de stikstofbelasting. In de expert opinion werd ook aanbevolen aanvullende maatregelen te nemen om een stabiel(er) systeem te creëren met een lagere nutriëntenbelasting. Daardoor neemt de eutrofiëringsgevoeligheid af en krijgen andere organismen meer kans.

Mogelijkheden zijn het handhaven van een vast peil, de aanleg van de Zoute Kreek en het afleiden van polderwater. In 2002 is het resultaat van het Onderzoek naar de toekomstige waterkwaliteit en ecologie van het Veerse Meer verschenen (WL | Delft Hydraulics 2002).

De uitzonderlijke ontwikkelingen in nutriëntenconcentraties, doorzicht, chlorofyl en Zeesla, die zich in het jaar 2003 hebben voorgedaan (en al eind 2002 zichtbaar werden), geven aanleiding te veronderstellen dat ook het zoöplankton, en de vissen en vogels een bijzondere tijd achter de rug hebben. Bijzondere aandacht voor het ecosysteemfunctioneren in de nieuwe situatie, door middel van monitoring, is daarom wenselijk.

#### CHLORIDECONCENTRATIE

De tweede helft van het afgelopen decennium varieerde de chlorideconcentratie van 6 à 7 g Cl/l in de winter en het vroege voorjaar, tot 9 à 11 g Cl/l in de zomer. Naar verwachting wordt aan de functie-eis van 13 g Cl/l met een afwijking van  $\pm 2$  g voldaan, zodra het doorlaatmiddel operationeel is. De verschillen tussen zomer- en winterwaarden worden kleiner.

#### NUTRIËNTEN.

Stikstof, fosfaat en silicaat vertonen een jaarlijks terugkerende seizoensdynamiek. Een opvallende uitzondering vormt het opgetreden minimum in fosfaat ( $\text{PO}_4$  mg/l) in het voorjaar van 2003, samenvallend met de geconstateerde voorjaarsbloei.

In de nieuwe situatie zal het nutriëntenrijke polderwater dat in het meer terecht komt sneller worden afgevoerd naar de Oosterschelde dan voorheen. Dit betekent dat van alle nutriënten zowel de winter- als de zomerconcentraties zullen afnemen.

Scenarioberekeningen resulteren in een vermindering met een factor 2 of meer, van de nutriëntenconcentraties binnen één jaar (Wattel 2001). Na langere tijd gaan de nutriëntenconcentraties nog méér overeenkomen met die van de Oosterschelde. Aan de functie-eis, dat de nutriëntenconcentraties laag zijn, wordt daardoor in de toekomst grotendeels voldaan. Voor het totaal P gehalte in de zomerperiode zal, net als bij stikstof, de vermindering meer dan een factor 2 bedragen als het doorlaatmiddel operationeel is.

#### CHLOROFYL-A

In de uitgangssituatie gaf chlorofyl-a een regelmatig terugkerend beeld te zien van voorjaarspieken met een maximum van 15 tot 35  $\mu\text{g/l}$ . Tot in 2003, toen er een gigantische voorjaarspiek van 135  $\mu\text{g/l}$  op trad.

Na het in gebruik nemen van het doorlaatmiddel zal het gehele Veerse Meer qua waterkwaliteit op den duur een Oosterschelde karakter krijgen en zullen de winterconcentraties van chlorofyl-a naar verwachting weer onder de 2  $\mu\text{g}$  per liter terecht komen, en daarmee voldoen aan de functie-eis.

Het doorlaatmiddel resulteert in een forse reductie van de voor het fytoplankton beschikbare hoeveelheid stikstof en andere voedingsstoffen (Peperzak 2004a). Daardoor zal de chlorofyl-a voorjaarspiek van maart-mei afnemen.

#### DOORZICHT

Door de hoge saliniteit die het Veerse Meer zal krijgen na ingebruikname van het doorlaatmiddel, en lagere nutriëntenconcentraties, zal naar verwachting het doorzicht flink toenemen, met name in de winterperiode. De nutriëntenconcentraties nemen nog verder af als er Zeesla gaat groeien.

#### OVERIGE STOFFEN, WAARONDER TOXICANTEN.

Met het MWTL programma wordt routinematig een aantal stoffen in het oppervlaktewater gemeten.

Tijdens het maken van dit rapport waren de resultaten van 2002 beschikbaar en die zijn getoetst aan de normen van de 4e nota waterhuishouding.

De toetswaarden van totaal P en Diuron overschrijden de MTR.

De toetswaarden van totaal N en Simazine overschrijden de streefwaarde (SW), maar blijven onder de MTR.

Ook van Metalochloor ligt de toetswaarde tussen SW en MTR, maar de toetswaarde is onbetrouwbaar.

De andere parameters voldoen allemaal aan de streefwaarde (of aan de MTR als er geen streefwaarde bekend is).

Door de grotere uitwisseling met de Oosterschelde zullen de concentraties van stoffen die door de polderwateren op het Veerse Meer worden geloosd, lager worden. Met name in het oostelijk deel gaan de

concentraties van alle stoffen in het water sterk lijken op die van de Oosterschelde. Stoffen die in de uitgangssituatie niet aan de MTR voldeden, zullen daaraan straks mogelijk wel voldoen, maar nog niet aan de streefwaarde (SW). Stoffen die bijna aan de SW voldeden, gaan dat in de nieuwe situatie zeker wel doen.

Verwacht mag worden dat de waterkwaliteit van jachthavens sterk zal verbeteren. De belangrijkste probleemstof daarin is TBT. Hoewel recente gegevens van jachthavens in het Veerse Meer ontbreken, is er in de jachthavens in andere Deltawateren een sterke daling van de TBT concentraties waargenomen als gevolg van het verbod op het gebruik van tributyltin-houdende aangroeiwerende verf op scheepsrompen (Trends in water 2004).

### TOEKOMSTIGE TOEPASSINGEN

De hoogfrequente metingen van temperatuur, zoutgehalte, zuurstof en dichtheid (VTSO) kunnen in de toekomst ook op een andere wijze van belang zijn en een belangrijke meerwaarde hebben. Bijvoorbeeld voor het project 'oplossingsrichtingen Volkerak-Zoommeer', inzake de blauwalgenproblematiek. Een van de alternatieven is daarbij het inlaten van zout water in het zoete Volkerak-Zoommeer. Indien tot een dergelijke maatregel wordt besloten, kan de ervaring van het Veerse Meer goed worden gebruikt voor het voorspellen van de toekomstige ontwikkelingen in het Volkerak-Zoommeer. Vanuit dit oogpunt lijkt een daarop afgestemd monitoringsplan zeer gewenst.

#### MONITORINGSVOORSTEL WATERKWALITEIT

- Voortzetting van het bestaande MWTL programma, en over enige jaren beoordelen of er met één, in plaats van drie monsterpunten kan worden volstaan.
- Introductie van nieuwe technieken, zoals flowcytometrie zou hand in hand kunnen gaan met een vermindering van de locaties: meer kwaliteit van de monitoring, bij minder kwantiteit.
- Zodra er evenwicht is (na een paar jaar) zou er, net als in 1999, een uitgebreide monitoring moeten worden uitgevoerd, simultaan in het Veerse Meer en in de polderwateren. Daarmee kan gecontroleerd worden, in hoeverre er aan

de functie-eisen is voldaan dat diffuse bronnen zijn aangepakt, dat lozingen van giftige, persistente en bioaccumulerende stoffen zijn beëindigd, en de zuiveringen van de puntbronnen op het niveau zijn van de 'stand der techniek'.

#### 4.1.4 BODEMKWALITEIT

##### STREEFBEEELD:

- Sterk vervuilde bodems zijn gesaneerd en vormen geen bedreiging meer voor de waterkwaliteit.
- Het storten van baggerspecie wordt slechts nog als onontkoombare sluitpost gehanteerd.

Verontreinigingen in de bodem komen in het Veerse Meer vooral in de havens voor. Deze stoffen worden slechts ten dele afgebroken, mede door de zuurstofloze omstandigheden en het gebrek aan bioturbatie. Met name de gehalten zware metalen zullen dan ook pas op zeer lange termijn wezenlijk veranderen.

##### MONITORINGSVOORSTEL BODEM

- In de havens zowel PAK's, zware metalen en TBT meten.

#### 4.1.5 FLORA, MICRO EN MACRO

##### STREEFBEEELD RBPN:

- Geen eutrofiëringskenmerken.
- Het chlorofylgehalte in het voorjaar is laag.
- Geen overmatige voorjaars-algenbloei.
- Het aantal toxische algen is minimaal.
- De primaire productie in de zomer is hoog.
- Er is een hoge biologische diversiteit.

##### FYTOPLANKTON

De eencellige groenwieren, die de laatste paar jaren de grote bloeien veroorzaakten, en die ook meer in het zoete en brakke water thuishoren, hebben zich de laatste jaren tot zeer hoge concentraties kunnen ontwikkelen. Het is aannemelijk dat het een gevolg is van de zoeter wordende oppervlaktelaag. Na ingebruikname van het doorlaatmiddel zal het Veerse Meer water aanzienlijk zouter worden. De grote bloeien van planktonische groenwieren zullen dan waarschijnlijk weer tot het verleden behoren. Het aantal brakwatersoorten zal minder worden en

het aantal echte zoutwatersoorten zal toenemen. Het aantal soorten en de diversiteit van het fytoplankton zal zeker gaan toenemen, vooral het aantal soorten diatomeeën en dinoflagellaten.

Wellicht zal het toekomstige Veerse Meer fytoplankton ook meer gelijkenis gaan vertonen met fytoplankton in het Grevelingenmeer. Deze veranderingen zullen zich grotendeels al na twee jaar voltrokken kunnen hebben.

De nu waargenomen soorten (potentieel toxische) algen en plaagalgan (waaronder Phaeocystis) zullen ook in de nieuwe situatie aangetroffen worden, vergelijkbaar met de concentraties in de Oosterschelde. Phaeocystis-algen die in het voorjaar vanuit de Oosterschelde in het Veerse Meer komen, zullen sedimenteren in het Veerse Meer en afgebroken worden.

#### MONITORINGSVOORSTEL FYTOPLANKTON

- Met de huidige fytoplankton monitoring (in kader van BIOMON), op de locatie Soelekerkepolder kan ook in de toekomst volstaan worden. Het is trouwens ook de enige locatie waarvan monitoring gegevens over een wat langere periode bekend zijn.

#### ZEESLA, ZEEGRAS EN OEERVEREGATIE

Hoewel er aan de functie-eis van minder Zeesla op de oevers in het jaar 2003 werd voldaan, is tegelijk het voldoen aan de functie-eis voor verbetering van de mogelijkheden voor Zeegras ver te zoeken. Ook de diatomeeënflora staat door de overmatige bloei van eencellige groenwieren onder druk. Chlorofylgehalten zijn in het laatste jaar van de uitgangssituatie veel te hoog.

Als de fytoplanktonbiomassa achterblijft door het vervensen met nutriëntenarmer Oosterscheldewater, en het water weer helderder zou worden, kan ervan worden uitgegaan dat eerder Zeesla terug zal komen dan Zeegras.

De toename in zoutgehalte door de uitwisseling met Oosterscheldewater zal de ontwikkeling van de drooggevallen gronden en de oeverzone kunnen beïnvloeden, in de zin dat er mogelijk meer zoute pioniervegetatie en zeldzame soorten gaan voorkomen.

Voor de vegetaties op vlakke oevers gaat dat verhaal niet op. De vlakke oevers worden door windopzet in

de zomer nu al meer of minder frequent overspoeld. Daarnaast is er sprake van geringe afvoer van zout grondwater door de vlakke en lage ligging. Door verzilting van het meerwater kan de vegetatie in deze oevers verzilten of zelfs afsterven. De rietvegetaties zijn afhankelijk van het peilbeheer en van zoetwater toevoer. Dat wordt aangevoerd vanuit het achterland of door middel van regen. Doordat het meer nu vrij zoet is, kan het riet overleven. Het is de vraag of dit ook kan overleven als het meerwater aanzienlijk zouter wordt. Indien het riet massaal verdwijnt zal dit effect hebben op watervogels en kan dit eventueel ook gevolgen hebben voor de oeverafslag.

#### MONITORINGVOORSTEL MICRO- EN MACROFYTEN EN OEERVEREGATIE

- Om tot een goede inschatting van de ontwikkeling van groenwieren en met name Zeesla te komen, is een jaarlijkse inventarisatie van bedekking van de wieren nodig. Het tegelijk bepalen van de biomassa is belangrijke informatie om de nutriëntenhuishouding te kunnen beoordelen.
- Tevens dient te worden geïnventariseerd hoe veel en op welke plaatsen Zeesla en Zeegras aanwezig is, en in hoeverre daardoor stankhinder ontstaat.
- Daarnaast wordt aanbevolen op meerdere locaties en dieptes de nutriëntenconcentraties van het water te (blijven) bepalen, om na te gaan hoe de uitwisseling met het Oosterscheldewater de nutriëntengehaltes van het meer beïnvloedt.
- Om de gevolgen van het veranderen van de oevervegetatie te volgen, wordt een (twee)jaarlijkse vegetatieopname op lokale schaal aanbevolen.

#### 4.1.6 FAUNA; ZOÖPLANKTON, BODEMDIEREN, VISSSEN EN VOGELS

Streefbeeld RBPN:

- Het watersysteem heeft een hoge biologische diversiteit.

#### ZOÖPLANKTON.

De diversiteit van het zoöplankton, die pas in 2003 is bepaald, is niet representatief voor “de uitgangssituatie”, in de periode 1993-2003.

De verwachting is dat in de nieuwe situatie de diver-



siteit van het microzoöplankton zal toenemen. Verdere ontwikkeling van deze planktongroep zal afhangen van de ontwikkeling van de copepodengemeenschap.

Diverse soorten, waaronder ook larven van bodemdieren, zullen in de nieuwe situatie een belangrijke rol blijven of gaan spelen in het pelagische voedselweb. Binnen de copepodengemeenschap zullen de zouttolerante soorten een belangrijkere rol gaan spelen. Deze soorten zijn nu ook aspectbepalend voor de copepodengemeenschap in de Oosterschelde (Bakker & van Rijswijk, 1994). Een onbekende factor bij de toekomstige ontwikkeling van de copepodengemeenschap in het Veerse Meer is de rol van predatoren als haring en andere pelagische vis. De diversiteit van het mesozoöplankton zal dus toenemen.

#### MONITORINGSVOORSTEL ZOÖPLANKTON

- Om de ontwikkeling van het microzoöplankton te volgen kan in eerste instantie volstaan worden met analyses van het microzoöplankton in de (met Lugol) gefixeerde fytoplanktonmonsters van de locatie Soelekerkepolder uit het lopende biomonitoringsprogramma.
- Een dergelijk programma met nieuwe monsters zou uitgevoerd kunnen worden in 2005 en 2006. Na evaluatie zal dan bekeken kunnen worden of en hoe verder te gaan.
- Een toekomstig monitoringprogramma voor mesozoöplankton zou uitgevoerd kunnen worden op de locatie Soelekerkepolder, op dezelfde manier als in 2003. Het is van belang de diepere delen mee te nemen om na te gaan hoe, bij verbeterde zuurstofomstandigheden, de verdeling van de copepodengemeenschap in de waterkolom zal zijn. Een dergelijk programma zou in eerste instantie uitgevoerd kunnen worden in 2005 en 2006. Na evaluatie zal dan bekeken kunnen worden of en hoe verder te gaan.

#### BODEMDIEREN

De diversiteit van bodemdieren in het Veerse Meer is in de huidige situatie veruit het minst van alle watersystemen in de Delta. Kenmerkend voor brakwater is dat het relatief soortenarm is. Enige typische brakwatersoorten komen daarentegen alleen in het Veerse Meer voor.

Uit de analyses bleek verder dat, hoe dieper de zone, hoe groter de fluctuaties. Dit houdt waarschijnlijk verband met de zuurstofhuishouding van het meer. Er is ruimte voor hardsubstraat bewoners, zoals de kalkkokerworm. Het is een hardsubsoort, maar wordt ook veel op het zachte substraat gevonden (als aangroei op kleine objecten zoals schelpen). Na de ingebruikname van het doorlaatmiddel zullen de specifieke brakwatersoorten (zoals de kalkkokerworm) worden teruggedrongen, bijvoorbeeld tot de directe omgeving van zoetwater lozingspunten. De algemene verwachting is dat het doorlaatmiddel tot een gunstiger zuurstofhuishouding zal leiden en daarmee tot een meer stabiele bodemdierengemeenschap.

#### EXOTEN.

Al lang komen 'exoten' in de Nederlandse wateren voor. Het zijn organismen die oorspronkelijk in een ander 'faunagebied' voorkwamen. Sommige soorten zijn al eeuwen geleden door de mens, bewust of onbewust, in onze contreien geïntroduceerd. Scheepvaart (verbindingen) spelen daarbij een belangrijke rol. Enkele soorten blijken hier zeer goed te gedijen. Het muiltje *Crepidula fornicata*, een zeeslak, is er zo een, en behoort in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer tot de qua biomassa belangrijkste soorten.

Afgezien van de verschuiving die exoten in de ecosystemen teweeg brengen, leiden die soorten over het algemeen niet tot overlast. Maar soms is er sprake van negatieve effecten. Zo begint de verspreiding van de Japanse oester *Crassostrea gigas* in de Deltawateren langzamerhand een schadelijke omvang te krijgen. In de Oosterschelde dreigt het een geduchte concurrent voor de inheemse kokkel te worden (Geurts van Kessel et al. 2003) en in het Grevelingenmeer leiden plaatselijk grote banken met deze scherpe schelpen tot overlast voor de recreatie (Hoeksema, 2002).

Na de ingebruikname van het doorlaatmiddel worden voor deze oester de mogelijkheden om zich in het Veerse Meer te vestigen veel gunstiger, dankzij de zoutere omstandigheden en de toegenomen aanvoer van oesterlarven vanuit de Oosterschelde. De soort is voor het eerst in 1994 in het oostelijke deel van het Veerse Meer aangetroffen in het MWTL-

monitoringsprogramma. In het kader van die monitoring is de Japanse oester daarna vooral in het oostelijk deel waargenomen. De bemonsteringstechniek is echter niet geschikt om deze soort te inventariseren. Het beeld van de verspreiding zal dan ook niet erg goed zijn.

#### MONITORINGSVOORSTEL BODEMDIEREN

- Monitoring van de bodemdieren van het zachte substraat vormt een vast onderdeel van het landelijke MWTL-programma. Met dit programma kan goed vastgesteld worden of met het doorlaatmiddel de diversiteit, de omvang en de stabiliteit van de bodemdierengemeenschappen zullen toenemen.
- Op detailniveau zijn aanvullingen echter wel wenselijk, namelijk het volgen van de ontwikkeling van de Japanse oester en de begroeiing van het harde substraat door de oester en andere exoten. Thans is niet goed bekend wat de huidige verspreiding van de Japanse oester in het Veerse Meer is. In de Oosterschelde is de verspreiding bepaald met een sonartechniek (Kater et al, 2002; Kater, 2003). Aanbevolen wordt om nog dit jaar (2004) een inventarisatie met deze techniek uit te voeren, zodat de uitgangssituatie vastgelegd is. Dat kan ook nog (kort) na de ingebruikname van het doorlaatmiddel, aangezien het effect van het doorlaatmiddel op korte termijn nog niet met de sonar zichtbaar zal zijn. Met het toepassen van deze techniek moet meteen worden geïnvesteerd in een onderzoek naar de toepasbaarheid van Side Scan Sonar techniek als Good Measurement Practice in het landelijke MWTL-programma.
- Voor hardsubstraat loopt momenteel geen monitoringprogramma bij Rijkswaterstaat. Bij het particuliere onderzoeksbureau Aquansense vindt er echter sinds 1991 monitoring op twee hardsublocaties plaats. Op basis van die dataset wordt voorgesteld de ontwikkelingen van bodemdieren op het harde substraat ná de ingebruikname van het doorlaatmiddel te volgen op vier locaties, gelegen in een gelijke oost-west verdeling van elkaar, gedurende enige jaren tot er een stabiele situatie is bereikt voor deze organismen.

#### VISSEN

Voorlopig volstaat het te constateren dat het aantal gevangen soorten in de diepere delen van het Veerse Meer in ongunstige zin afwijkt van die in het Grevelingenmeer in het najaar van 1988 en 1994. Berekening van de diversiteitswaardes wordt aanbevolen, omdat daarmee zichtbaar wordt of soorten ook een belangrijk aandeel in de visbestanden hebben.

In 2002 werd een omvangrijke populatie haringen in het Veerse Meer vastgesteld. Op gewichtsbasis werd het aandeel van deze soort geschat op 75% van het totale visbestand (Kemper 2003). Na de ingebruikname van het doorlaatmiddel zou het aandeel van de Haring in het visbestand af kunnen nemen omdat ze kunnen wegtrekken uit het meer.

#### MONITORINGSVOORSTEL VISSSEN

- Jaarlijkse monitoring van haringachtigen met behulp van sonar-technieken, te beginnen in 2005. Samen met incidentele bevissing van pelagische scholen vis levert dit kennis over de samenhang van fytoplanktonbloei met de predatiedruk van haringachtigen op het zoöplankton.
- In 2007 een integrale opname maken van het vissenbestand (vergelijkbaar met die van 2002). Dit levert informatie over de soortenrijkdom en biodiversiteit.
- Gericht onderzoek aan vismigratie nabij het nieuwe doorlaatmiddel en aan habitatgebruik door een aantal belangrijke soorten (het belang van hardsubstraatbodems) kan het inzicht in het functioneren van de vissengemeenschap in het Veerse Meer in belangrijke mate vergroten.

#### VOGELS

Streefbeeld vogels:

- Naast het streefbeeld van een hoge biodiversiteit voor vogels is op het Veerse Meer de Vogelrichtlijn van toepassing.

#### **DE VOGELRICHTLIJN.**

Het Veerse Meer is een gebied van internationale betekenis voor watervogels. In september-maart verblijven hier meer dan 20.000 watervogels. Vier soorten overschrijden de 1%-norm voor een gebied van internationale betekenis (1% van de totale populatie verblijft regelmatig in een gebied). Het betreft de Brandgans, Middelste Zaagbek, Smient en Meerkoet. Op grond hiervan is het Veerse Meer op 24 maart 2000 aangewezen in het kader van de Europese vogelrichtlijn. De aanwijzing in het kader van de Vogelrichtlijn geeft duidelijk aan dat het Veerse Meer een voor watervogels belangrijk gebied is binnen de Europese Unie. De aanwijzing vraagt van de beheerder om zorg te dragen voor de instandhouding en zo mogelijk versterking van de te beschermen vogelwaarden van een gebied. Bij alle activiteiten dient hier rekening mee te worden gehouden

In de uitgangssituatie zijn de aantallen vogels van de soorten van de vogelrichtlijn normstellend. Met het in gebruik nemen van het doorlaatmiddel neemt het zoutgehalte van het water toe en de nutriëntenconcentraties af. Desondanks neemt de hoeveelheid Zeesla mogelijk toe. Vogels die voor hun voedsel zijn aangewezen op Zeesla of op helder water, zullen in aantal toenemen. Er is meer onderzoek nodig om zeker te weten hoe doorzicht en chlorofyl gerelateerd zijn aan de hoeveelheid Zeesla en Zeegras, of dat die omvang meer bepaald wordt door andere factoren. Naast (streng) vorst in de winter kunnen verschillende vogelsoorten zoals Knobbelzwaan, Smient, Wilde eend, Wintertaling, Meerkoet of

Rotgans mogelijk ook aan de achteruitgang van het Zeegras hebben bijgedragen, doordat ze 's winters foerageren op de zaden. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat warme zomers een negatieve invloed hebben op de vitaliteit van het Zeegras. Bij een verminderde vitaliteit zijn de planten gevoeliger voor bijvoorbeeld parasieten.

#### **MONITORINGSVOORSTEL VOGELS**

- De huidige monitoringsinspanning voor vogels voldoet aan de eisen die gesteld worden vanuit de vogelrichtlijn.
- Het is van belang om voor een paar vogelsoorten meer inzicht te krijgen in de oorzaken van veranderingen, waardoor meer kennis wordt verkregen die gebruikt kan worden bij het doen van voorstellen voor maatregelen in andere watersystemen. Het regulier monitoren van het voedsel van deze soorten zou een eerste aanzet daartoe kunnen zijn.

## 5 LITERATUUR

**Anonymus 2002.** Regionaal Beheerplan Nat 2002-2013 (RBPN 2002), deel Veerse Meer. P2218 ZL Rijkswaterstaat Directie Zeeland, Middelburg.

**Apon, L. 1990:** Verspreiding en biomassa van het macrofytobenthos in het Veerse Meer in 1989. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Rapporten en verslagen 1990-02. With kind permission of Kluwer Academic Publishers.

**Bakker, C. & Vegter, F. 1978.** General tendencies of phyto- and zooplankton development in two closed estuaries (Lake Veere and Lake Grevelingen) in relation to an open estuary (Eastern Scheldt), S.W. Netherlands. Hydro-biol. Bull. 12: 226-245. With kind permission of Kluwer Academic Publishers.

**Bakker, C. & Van Rijswijk, P. 1994.** Zooplankton biomass in the Oosterschelde (SW Netherlands) before, during and after the construction of a storm-surge barrier. Hydrobiologia 282/283: 127-143.

**Berrevoets, C., Strucker, R., Arts, F. & Meininger, P. 2003.** Watervogels in de Zoute Delta. Rapport RIKZ/2003.001. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Consemulder, J. en Schouwenaar, A. 2004.** Profielontwikkelingen van de oevers in het Veerse Meer, periode 1993-2003. Werkdocument RIKZ/AB/805x Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ Middelburg .

**Escaravage, V. & Hummel, H. 2003.** Macrobenthos dynamiek Veerse Meer (periode 1990-2003). Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie (NIOO-CEME), Yerseke. NIOO-CEME-rapport 2003-03.

**Escaravage, V., Sistermans, W. & Hummel, H. 2003.** Definitie van een relevante T0 situatie voor de macrofauna van het Veerse Meer in verband met het Zandkreekdam doorlaatmiddel. Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie (NIOO-CEME), Yerseke. NIOO-CEME-rapport 2003-04.

**Everts, F. & De Vries, N. 1999:** Vegetatiekartering Schotsman, Haringvreter, Goudplaat en Kapelse Moer.- in opdracht van Staatsbosbeheer, Regio West-Brabant- Deltagebied.

**Geurts van Kessel, A., Kater, B. & Prins, T. 2003.** Veranderende draagkracht van de Oosterschelde voor kokkels. Rapport RIKZ/2003.043 Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ Middelburg; RIVO rapport C062/03.

**Haan, M. de 2002.** Toetsing onderzoek bestrijdingsmiddelen Veerse Meer. Werkdocument RIKZ/OS/2002.400x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Den Haag.

**Hannewijk, A. 1988.** De verspreiding en biomassa van het macrofytobenthos in het Veerse Meer in 1987. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Rapporten en verslagen 1988-2.

**Haperen, A. van & Wijngaarden, W. van 1991:** Vegetatie en beheer van de drooggevallen gronden in het Veerse Meer.- De levende Natuur 2: 62-66.

**Hoeksema, R. 2002.** Grevelingenmeer, van kwetsbaar naar weerbaar? Een beschrijving van de ontwikkelingen van 1996 tot 2001 en een toetsing aan beleid. Rapport RIKZ/2002.033. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg.

**Jonge, V. de & De Jong, D. 2002.** Ecological restoration in coastal areas in the Netherlands: concepts, dilemmas and some examples. *Hydrobiologia* 478:7-28, 2002. With kind permission of Kluwer Academic Publishers.

**Kamermans, P., Verschuure, JM. & Hummel, H. 1999.** Verspreiding en biomassa van de macro-algen in het Veerse Meers in 1999. NIOO-CEMO Rapporten en verslagen 1999-03.

**Kater, B., Baars, D., Perdon, J. & van Riet, M. 2002.** Het inventariseren van sublitorale oesterbestanden in de Oosterschelde: mogelijkheden met side-scan sonar. RIVO rapport nr. C058/02, Yerseke

**Kater, B. 2003.** De voedselsituatie voor kokkels in de Oosterschelde. RIVO rapport nr. C018/03, Yerseke

**Kemper, J.H. 2003.** Visonderzoek T0 situatie Veerse Meer. OVB-Onderzoeksrapport Ond00157, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.

**Kluijver, M. de & Dubbeldam M. 2004.** Een korte beschrijving van enkele kenmerkende soorten binnen de sublitorale hard-substraat levensgemeenschappen in het Veerse Meer in 1991-2003. Monitoringonderzoek project 2028 Aquasense, Colijnsplaat.

**Leeuwestein, W. en Schoot, P.1988.** Evaluatie oevers, eindrapportage van het project Oevererosie. Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft.

**Lievense, P. 2004.** Stratificatie in het Veerse Meer in de jaren 1995-2003. Memo ZLMID-04.001. Rijkswaterstaat Directie Zeeland.

**Meininger, P., Strucker R., en Wolf, P. 2003.** Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2002. Rapport RIKZ/2003.020. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Peperzak, L. 2004a.** Waterkwaliteit Veerse Meer 1994-2003. Werkdocument RIKZ/OS/2004.812x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Peperzak, L. 2004b.** Zeeslammodel Veerse Meer. Werkdocument RIKZ/OS/2004.815x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Pieters, J. 2004.** Waterbalans Veerse Meer 1994-2003. Werkdocument RIKZ/AB/2004.802x Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Pluijm, A. van der & de Jong, D. 2003:** Monitoring oevervegetatie Veerse Meer, T0 situatie. Werkdocument RIKZ/OS/ 2003.837x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Stikvoort, E. 2004.** Aanvullende toestandbeschrijving bodemdieren Veerse Meer. Werkdocument RIKZ/OS/2004.814w. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Trends in water.nl 2004.** Nummer 12, april 2004. RIZA Lelystad en RIKZ Den Haag.

**Twisk, F. 2004.** Het visvoorkomen in het Veerse Meer, Werkdocument RIKZ/OS/ 2004.826x Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Stronkhorst, J. ,Duin, R. & HAAS, H. 1985.** Primaire productie onderzoek in het Veerse Meer (1982-1983). Nota DDMI 85.10. Rijkswaterstaat Deltadienst. Middelburg



**Vogelrichtlijn 2000.** N/2000/325, 24 maart 2000. Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij, Directie Natuurbeheer.

**Wattel, G. 1994.** Veerse Meer Evaluatie systeemontwikkeling. Periode 1988 - 1993. Rapport RIKZ – 94.046. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Wattel, G. 2000.** Monitoring Veerse Meer 1999. Waterkwaliteit en –kwantiteit Veerse Meer en de daarop afwaterende gebieden (Monitoring 1999). Werkdocument RIKZ/AB / 2000.808x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Wattel, G. 2001.** Scenarioberekeningen Veerse Meer onder verschillende omstandigheden. Werkdocument RIKZ/AB / 2001.808x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Wetsteyn, L 2004a.** Fytoplankton Veerse Meer. Werkdocument RIKZ/OS/2004.816x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Wetsteyn, L 2004b.** Zoöplankton Veerse Meer. Werkdocument RIKZ/OS/2004.817x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Withagen, C. 2000.** Onderzoek bestrijdingsmiddelen Veerse Meer 1999. Werkdocument RIKZ/AB/2000.616x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**WL | Delft hydraulics sept. 2000.** Rapport Z2921, september 2000. Modelonderzoek naar de effectiviteit van een doorlaatmiddel voor de waterkwaliteit van het Veerse Meer. WL, Delft Hydraulics Delft

**WL | Delft Hydraulics dec. 2000.** Rapport Z3015, december 2000. Verificatie Veerse Meer model. WL, Delft Hydraulics Delft

**WL | Delft Hydraulics 2001.** Rapport Z3157, november 2001. Ontwikkeling van zeesla in het Veerse Meer. WL, Delft Hydraulics Delft

**WL | Delft Hydraulics 2002** Rapport Z3304, november 2002. Onderzoek naar de toekomstige waterkwaliteit en ecologie van het Veerse Meer. WL, Delft Hydraulics Delft

**Wolfstein, K. 2004a.** Verontreinigende stoffen in het Veerse Meer. Werkdocument RIKZ/OS/2004.825x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Wolfstein, K. 2004b.** Zeesla Veerse Meer. De ontwikkeling van Zeesla en Zeegras in het Veerse Meer. Werkdocument RIKZ/OS/2004.x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

**Wijergans, L. & de Jong, D 1999:** Een ecologisch profiel van Zeegras. En de verspreiding in Nederland. Rapportage in opdracht van het RIKZ, Middelburg.

**Wijsman, J. 2003.** Veldexcursie Veerse Meer. Werkdocument RIKZ/AB-2004.811x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg

## 6. BEGRIPPENLIJST

<b>Anorganisch stikstof</b>	Niet aan organismen gebonden stikstof
<b>Asvrij drooggewicht</b>	Het gewicht van de zachte delen van organismen na droging. Skelet- en schelpdelen zijn daarbij verwijderd.
<b>Beheer</b>	Het verantwoordelijk zijn en zorgdragen voor het handhaven of bereiken van een vooraf vastgesteld kwaliteitsniveau van het beheerde object of de beheerde functie.
<b>Beheerplan</b>	Het beheerplan maakt de wijze waarop beheerd wordt inzichtelijk, zowel voor de eigen organisatie als voor derden.
<b>Bekkenrapport</b>	Rapport waarin de (ecologische) toestand van een watersysteem wordt beschreven
<b>Bioaccumulatie</b>	In organismen opgenomen
<b>Biodiversiteit</b>	Verscheidenheid aan soorten
<b>Bioturbatie</b>	Omwoeling van de bodem door organismen
<b>Buitendijkse gebieden</b>	De gebieden in het Veerse Meer, gelegen buiten de dijken van de omliggende polders
<b>Chlorofyl</b>	Voor fotosynthese actieve stof in de cellen van groene planten
<b>Diatomeeënflora</b>	Microscopisch kleine kiezelalgen
<b>Diffuse bronnen</b>	Niet eenduidig te traceren toevvoer van (milieuvreemde) stoffen
<b>Duurzame ontwikkeling</b>	Alles zo doen, dat volgende generaties niet worden opgezadeld met ongewenste gevolgen van huidige acties.
<b>Dwergstruwelengemeenschappen</b>	Bossages van kleine heesters en struiken
<b>Ecologie</b>	Wetenschap die de betrekkingen tussen organismen en hun milieu bestudeert.
<b>Ecosysteem</b>	Geheel van planten- en dierengemeenschappen in hun territorium, beschouwd in hun wisselwerking met de milieufactoren
<b>Estuarium</b>	Wijde, terechtere vormige riviermond met getijdewerking
<b>Eutrofiëring</b>	Vergroting van de voedselrijkdom.
<b>Exoten</b>	Uitheimse plant- of diersoorten
<b>Flagellen</b>	Zweepdraden
<b>Foerageren</b>	Voedsel verschaffen
<b>Fysiografie</b>	Natuurbeschrijving
<b>Geërodeerd sediment</b>	Door waterbeweging losgewoeld zand of slib
<b>Graasdruk</b>	Mate waarin plantaardig materiaal wordt gegeten door dierlijke organismen
<b>Hardsubstraat</b>	Harde ondergrond
<b>Hypothese</b>	Stelling over een verschijnsel
<b>Kwelderstruwelengemeenschappen</b>	Planten- en struiksoorten van schorgebieden
<b>Lugol</b>	Conserveringsmiddel, fixatief
<b>Maatregel</b>	Beheersactiviteit ten behoeve van het op het gewenste kwaliteitsniveau houden of brengen van de

	vastgestelde functies van een watersysteem.
<b>Macro-algen</b>	Grote, met het oog goed zichtbare algen die lijken op planten (zoals Zeesla)
<b>Mediaanwaarde</b>	De middelste waarde in een frequentiediagram van bij elkaar horende getallen
<b>Mesotroof</b>	Matig voedselrijk
<b>Mezozoöplankton</b>	Klein dierlijk plankton van gemiddelde grootte
<b>Monitoren</b>	De ontwikkelingen volgen door gegevens te verzamelen
<b>Nutriënten</b>	Voedingsstoffen, meststoffen
<b>Parameter</b>	Veranderlijke grootheid
<b>Pelagisch</b>	Het waterlichaam
<b>Phaeocystis</b>	In de Deltawateren voorkomende (plaag)algensoort
<b>Planktonalgen</b>	In het water zwevende micro-algen
<b>Potentële groeisnelheid</b>	Groeisnelheid die bij optimale omgevingsfactoren haalbaar is
<b>Primaire productie</b>	Door fotosynthese te vormen organische stoffen
<b>Reaeratie</b>	(Natuurlijke) beluchting van het water.
<b>Scenario</b>	Mogelijke realisatie. van maatregelen op basis van een bepaald budget en volgens een bepaald prioriteitenmodel.
<b>Schraallanden</b>	Bodemtype met zeer weinig natuurlijke voedingsstoffen
<b>Streefbeeld</b>	Een streefbeeld is een beschrijving van de, volgens het vigerende beleid, gewenste situatie voor één functie. Deze situatie dient realiseerbaar te zijn en integraal met andere functies tot stand te zijn gekomen.
<b>Spronglaag</b>	De laag in een gelaagd watersysteem, waarboven en waaronder grote verschillen in dichtheid en/of temperatuur bestaan
<b>Stratificatie</b>	Gelaagdheid van het water: het ontstaan van verschillende waterlagen boven op elkaar, waartussen geen uitwisseling van onder andere zuurstof meer mogelijk is.
<b>Streefwaarde</b>	Het niveau waarbij 100% van het totale aantal organismen zonder problemen kunnen groeien en zich kunnen voortplanten.
<b>Toxische algen</b>	Algen die (door afsterven) giftige afbraakproducten in het water brengen
<b>T0-situatie</b>	De (uitgangs)situatie waarin het Veerse Meer zich bevindt, vóór ingebruikname van het doorlaatmiddel
<b>Watersysteem</b>	Een geografisch afgebakend, samenhangend en functionerend geheel van oppervlaktewater, grondwater, onderwaterbodems, oevers en technische infrastructuur, met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische kenmerken en processen.
<b>Zachtsubstraat</b>	Zachte ondergrond, zoals slib
<b>Zichtjagend</b>	Op het zicht jagende vissen en vogels in het water
<b>Zuurstofdeficiëntie</b>	Zuurstoftekort door gebrek aan beluchting.
<b>90 percentiel-waarde</b>	De waarde in een gesorteerde reeks oplopende getallen, waar 90% van de getallen onder ligt

## 7. AFKORTINGENLIJST

BIOMON	Biologisch monitoringsprogramma
BPRW	Beheersplan voor de Rijkswateren
DDMI	Deltadienst Milieu en Inrichting
DZL	Directie Zeeland van Rijkswaterstaat
GW	Grenswaarde
KRW	Kader Richtlijn Water
LNV	Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Marien	De zee betreffende
Mon*	Monitoringsprogramma (biologie, chemie)
MTR	Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau
MWTL	Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands
NAP	Nieuw Amsterdams Peil
NIOO-CEME	Nederlands Instituut voor Ecologie, Centrum voor Estuarine en Mariene Ecologie
NW4	Vierde Nota Waterhuishouding
OVB	Ortganisatie ter Verbetering Binnenvisserij
PAK's	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
PCB's	Polychloor Biphenylen
RBPN	Regionaal Beheerplan Nat
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIVO	RijksInstituut voor Visserij Onderzoek
RM	Regionale Monitoring
SW	Streefwaarde
TBT	Tributyltin
T0	Tijdstip nul
UGT	Uniforme Gehalte Toets
V&W	Verkeer en Waterstaat
WL   Delft	Waterloopkundig Laboratorium Delft
ZLMID	Rijkswaterstaat Directie Zeeland MeetInformatieDienst

## BIJLAGE 1. METADATA FIGUREN VTSO METINGEN

### 1.1. SEIZOENSVERLOOP

De zuurstofconcentratie(mg/l), temperatuur (°C), chloride (mg/l), dichtheid (kg/m<sup>3</sup>) en zuurgraad (pH) van de diepe putten van het Veerse Meer voor de jaren 1995 tot en met 2003. De figuren zijn terug te vinden op de CD.

De gemeten verticalen zijn daarin weergegeven door middel van witte lijntjes.

Vrouwenpolder	Zuurstof	Temperatuur	Chloride	Dichtheid	pH
Oostwatering	Zuurstof	Temperatuur	Chloride	Dichtheid	pH
De Piet	Zuurstof	Temperatuur	Chloride	Dichtheid	pH
Polder Soelekerke	Zuurstof	Temperatuur	Chloride	Dichtheid	pH
Middelplaten	Zuurstof	Temperatuur	Chloride	Dichtheid	pH
Kortgene	Zuurstof	Temperatuur	Chloride	Dichtheid	pH
Zandkreek	Zuurstof	Temperatuur	Chloride	Dichtheid	pH
Zandkreek OS*)	Zuurstof	Temperatuur	Chloride	Dichtheid	pH

\*) periode 2000-2003

### 1.2. PROFIELEN

Schematische langsdoorsnede door de hoofdgeul van het Veerse Meer met daarin gepresenteerd de zuurstofconcentratie(mg/l), temperatuur (°C) en chloride (mg/l) over de jaren 1995 tot en met 2003. Bedacht moet worden dat de diepte schaal en de lengteschaal sterk verschillen. De langsdoorsnede is een aaneenschakeling van de gemeten verticalen, en derhalve een geschematiseerde weergave van de werkelijke doorsnede. Het kaartje onder aan de figuur geeft de locaties van de monsterpunten in het Veerse Meer en de Zandkreek weer. De figuren zijn terug te vinden op de CD. De datums van de uitgevoerde VTSO metingen zijn:

19950130	19970304	19981117	20000801	20020517
19950211	19970401	19981215	20000912	20020611
19950327	19970429	19990118	20001018	20020718
19950523	19970527	19990222	20001114	20020815
19950620	19970624	19990329	20001214	20020917
19950725	19970721	19990426	20010115	20021014
19950816	19970819	19990528	20010219	20021111
19950911	19970919	19990622	20010319	20021209
19951010	19971021	19990728	20010418	20030123
19951207	19971119	19990824	20010517	20030218
19960115	19971219	19990922	20010613	20030321
19960227	19980107	19991018	20010710	20030415
19960416	19980203	19991122	20010816	20030515
19960513	19980317	19991220	20010913	20030613
19960610	19980415	20000118	20011019	20030717
19960717	19980512	20000215	20011114	20030820
19960812	19980608	20000315	20011212	20030915
19960909	19980706	20000412	20020117	20031017
19961016	19980819	20000511	20020213	20031113
19961111	19980922	20000606	20020320	20031211
19961210	19981022	20000703	20020419	



### 1.3. VERSPREIDING ZUURSTOF

Ruimtelijke verspreiding van zuurstof in het water van het Veerse Meer in 2003. Oppervlakte waar de zuurstofconcentratie in het bodemwater lager is dan 2 mg/l en tussen 2 en 7 mg/l. De figuren staan op de CD.

23 januari 2003	15 april 2003	17 juli 2003	17 oktober
18 februari 2003	15 mei 2003	20 augustus	13 november
21 maart 2003	13 juni 2003	15 september	11 december

## BIJLAGE 2. MONITORINGSINSPANNING VEERSE MEER IN 2003

### 2. HUIDIGE ROUTINEMATIGE MONITORING VEERSE MEER.

#### 2.1. MILIEUMEETNET ZOUTE RIKSWATEREN. WATER

##### LOCATIES WATER VEERSE MEER

Opdrachtgever RIKZ project Mon\*chemie/Mon\*biologie

SOELKKPDOT	COÖRDINATEN	
	X	Y
18-02a SOELEKERKEPOLDER Oost	040100	396110
18-02b SOELEKERKEPOLDER Oost $1/2$ d/spr.	040100	396110
18-02c SOELEKERKEPOLDER Oost BODEM+1m	040100	396110

Opdrachtgever Directie ZEELAND project Zeedelta

WOLPDK		
18-01a WOLPHAARTSDIJK DIEPTE OPP	048050	396610
18-01b WOLPHAARTSDIJK DIEPTE $1/2$ d/spr.	048050	396-610
18-01c WOLPHAARTSDIJK DIEPTE BODEM+1m	048050	396-610
VROUWPDR		
18-03a VROUWENPOLDER DIEPTE OPP	033900	398780
18-03b VROUWENPOLDER DIEPTE $1/2$ d/spr.	033900	398780
18-03c VROUWENPOLDER DIEPTE BODEM+1m	033900	398780

##### BEMONSTERINGS-/ANALYSEFREQUENTIE WATER VEERSE MEER

Gedurende het jaar, ongeveer elke 14 dagen (20 keer) voor analyse van de parameters "20" in het MWTL-programma

Gedurende het jaar, ongeveer elke maand (12 keer) voor analyse van de parameters "12" in het MWTL-programma

Gedurende het zomerhalfjaar (medio april t/m medio augustus), elke 14 dagen (9 keer) voor analyse van de parameters "9" in het MWTL-programma

Enmaal per kwartaal voor analyse van de parameters "4" in het MWTL-programma

Enmaal per jaar (medio augustus) voor analyse van de parameters "1" in het MWTL-programma

##### PARAMETERS WATER VEERSE MEER (zie bijlage 1.)

algemeen	VZ, T, pH, O <sub>2</sub> , %O <sub>2</sub> , DOC nf, POC, ZS, SALIN pss
fysisch	ZICHT, EXTINCTIE, LUCHTDRUK, INSTRALING, WIND
biologisch	SILI nf, P nf /PP, N nf /PN, CHLfa, Feo a, Fyp (Fytoplankton determinatie)
chemisch	PO <sub>4</sub> P nf, NO <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> N nf, NO <sub>3</sub> N nf, NO <sub>2</sub> N nf, NH <sub>4</sub> N nf, cHCH
Bestr.midd.	diverse
metalen	Cd nf, Cu nf, Zn nf, Organotin
bact.	TTCOFG

## 2.2. MILIEUMEETNET ZOUTE RIKSWATEREN VOGELTELLINGEN

### LOCATIES VOGELTELLINGEN

Het hele meer wordt met een vaarttuig bestreken.

### BEMONSTERINGS-/ANALYSEFREQUENTIE

Gedurende het jaar, medio elke maand.

In de maanden mei t/m augustus via land (en met ingang van 2004 gebeurt dat van april – september vanaf land)

### PARAMETERS VOGELTELLINGEN VEERSE MEER

Soorten en aantallen vogels

## 3. ROUTINEMATIGE MEETNET ZWEMWATERONDERZOEK VEERSE MEER.

De resultaten van deze monitoring worden door Rijkswaterstaat Directie zeeland gebruikt voor:

- Rapportage toetsing a.h.v. Europese zwemwaterrichtlijn  
Nr. 76/160/EG van 8 december 1975
- Rapportage toetsing a.h.v. Nederlands Besluit hygiene en veiligheid  
zwemgelegenheden van 3 februari 1994
- Rapportage toetsing a.h.v. Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen  
oppervlakte wateren van 3 februari 1994

### Monsterlokaties zwemwateronderzoek Zeeland in de badzones

Nr.	GEBIED	lokatiennaam	RD-coördinaten t.o.v. Parijs	
			X in m.	Y in m.
41	VEERSMR	Veersegat Dam meerzijde badstrand	33080	400840
42	VEERSMR	Schotsman Campensweg badstrand	34580	399850
43	VEERSMR	Kamperland Sint Felixweg badstrand	37540	397280
44	VEERSMR	Kortgene Schapendijk badstrand	47230	397500
45	VEERSMR	Wolphaartsdijk Schelphoek badstrand	44800	396030
46	VEERSMR	De Piet badstrand	39760	394830

### BEMONSTERINGS-/ANALYSEFREQUENTIE

Van eind april tot eind september ongeveer elke 14 dagen.

### PARAMETERS zwemwateronderzoek

Bacteriologische parameters

Visueel

Fysisch-Chemische parameters

Meteorologische parameters

Diversen

#### 4. VASTE MEETSTATIONS HYDRO METEO CENTRUM ZEELAND

##### LOCATIES

VM4 staat in de omgeving van 'De Piet' en VM3 staat bij de Zandkreek.

##### MEETFREQUENTIE

Beide meetstations meten continue het peil.

VM4 bovendien continue op 0,5 m. onder het wateroppervlak en op 3,5 m. onder NAP nog andere parameters.

##### PARAMETERS VTSO

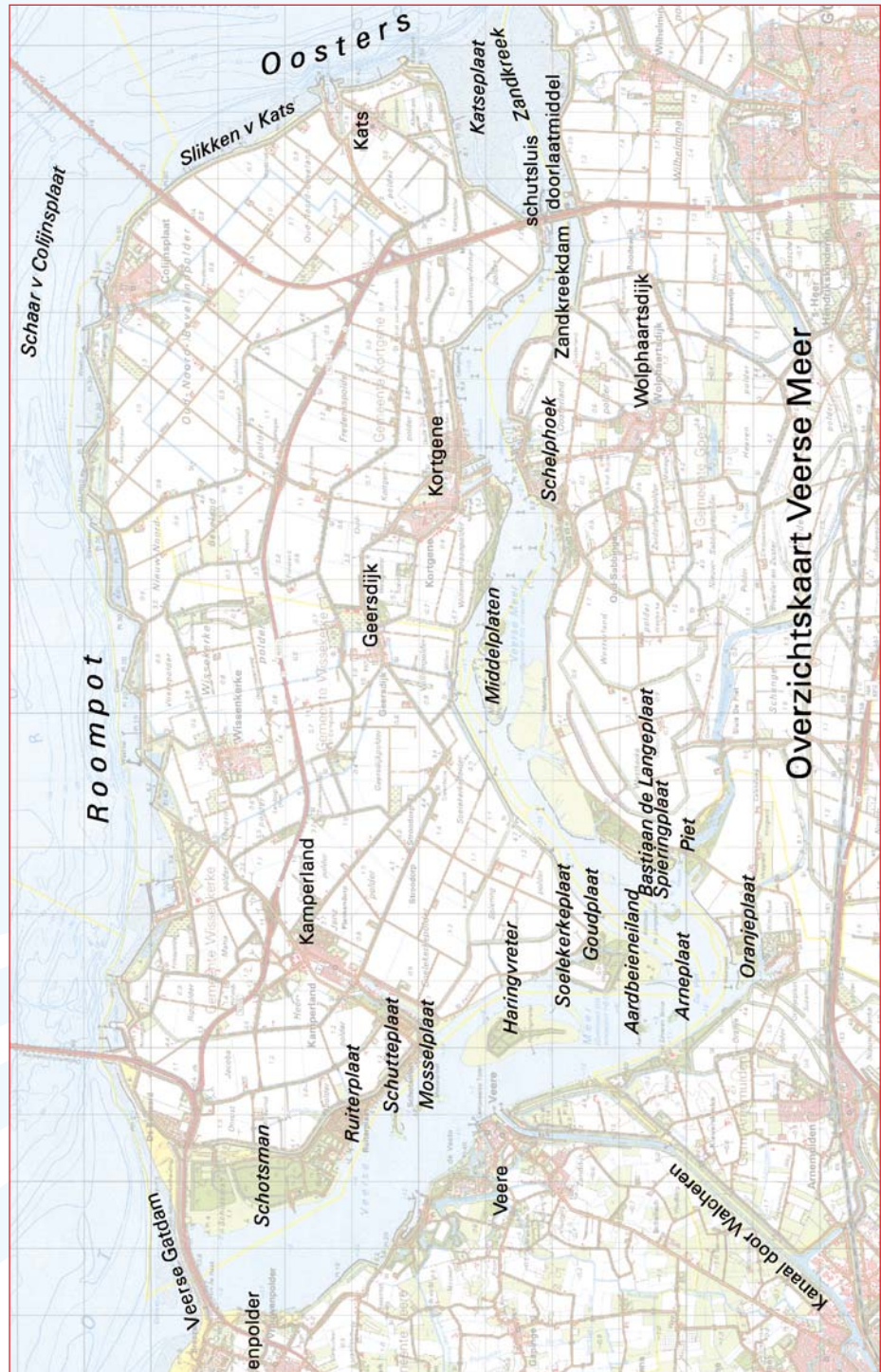
VM4: continue metingen van het waterpeil en geleidendheid en temperatuur (saliniteit) op 0,5 m. onder het wateroppervlak en op 3,5 m. onder NAP.

VM3: continue metingen van het waterpeil

#### 5. INCIDENTEEL UITGEVOERDE MONITORING (INVENTARISATIES) VEERSE MEER.

- gewasbeschermingsmiddelen, nutriënten en microverontreinigingen in het Veerse Meer en de polder wateren rondom het Veerse Meer; monitoring 1999
- oeverprofielen (hoogteligging van de bodem ten opzichte van NAP, gemeten over raaien vanaf de oever tot de geul); T0 bepaling in 2003
- vissen; T0 bepaling in 2002
- oevervegetatie, T0 bepaling in 2003
- zeesla en zeegras: 1987, 1989, 1999 en 2003.
- bodemkwaliteit (met name in havens)

## BIJLAGE 3. TOPOGRAFIE VEERSE MEER







*Noorderhoofd bij Veere*