



**Veerse Meer  
Evaluatie  
systeemontwikkeling  
Periode 1988 - 1993**

G. Wattel  
rapport RIKZ-94.046  
december 1994



# INHOUDSOPGAVE

	<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>1.</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Plangebied</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Huidig beheer</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Oppervlaktewater</b>	<b>12</b>
4.1	Chloridegehalte	12
4.2	Stratificatie	13
4.3	Zuurstofhuishouding	15
4.4	Nutriëntenhuishouding	16
4.4.1	Stikstofbelasting	16
4.4.2	Stikstofconcentraties	17
4.4.3	Fosfor	19
4.5	Toxicanten	21
4.5.1	Metalen	21
4.5.2	Organische microverontreinigingen	23
4.5.3	PAK's	23
4.5.4	Pesticiden en bestrijdingsmiddelen	23
4.5.5	Waterbodem	24
<b>5.</b>	<b>Natuur</b>	<b>25</b>
5.1	De voedselketen	25
5.1.1	Fytoplankton	26
5.1.2	Primaire produktie	27
5.1.3	Zoöplankton	27
5.1.4	Chlorofyl	28
5.2	Wieren en bodemalgen	29
5.3	Vegetatie	30
5.4	Bodemdieren	32
5.4.1	Levensgemeenschappen op sublitorale- en harde substraten	33
5.4.2	Macrozoöbenthos	33
5.5	Vissen	33
5.6	Vogels	34
<b>6.</b>	<b>Recreatie</b>	<b>37</b>
6.1	Bevaarbaarheid en infrastructuur	37
6.2	Dagrecreatie	37
6.3	Landschapsbeleving	38
6.4	Stankhinder en overlast door waterplanten	38
6.5	Ontwikkelingsmogelijkheden	39
<b>7.</b>	<b>Referenties</b>	<b>40</b>
	<b>Figuur 1 Overzicht Veerse Meergebied</b>	<b>42</b>
	Bijlage 1 Spronglaagdiepte periode 1990 t/m 1993	43
	Bijlage 2 De zomer van 1994	44



## SAMENVATTING

---

Het Veerse Meer is een brakwatermeer, ontstaan door de aanleg van de Veersedam en de Zandkreekdam. In de oostelijk gelegen Zandkreekdam bevindt zich een schut- en uitwateringssluis ten behoeve van de scheepvaart en de peilbeheersing van het meer. Het meer kent een zomer- en een winterpeil. Het chloridegehalte in het meer fluctueert sterk (van 9 tot 13 g/l Cl<sup>-</sup>) als gevolg van variaties in de lozing van "zoet" polderwater enerzijds en de inlaat van zout Oosterscheldewater anderzijds. De polderwaterlozingen veroorzaken tevens een hoge nutriëntenbelasting.

Tijdens de zomermaanden treedt in het meer een zout-stratificatie op, die nog wordt versterkt door een temperatuur-stratificatie, waardoor in grote delen van de onderste waterlaag zuurstofarmoede en/of zuurstofloosheid optreedt.

De sterk wisselende chloridegehalten, de hoge nutriëntenbelasting en de elke zomer weer optredende stratificatie hebben een negatieve invloed op de ontwikkelingsmogelijkheden voor de aquatische levensgemeenschappen in het meer.

Dit rapport analyseert de ontwikkelingen in de periode 1988 t/m 1993 in vergelijking tot de daaraan voorafgaande periode.

Het waterhuishoudkundig beheer van het meer veranderde in de beschouwde periode, niet ten opzichte van de periode daarvoor.

Toch zijn er enkele (kleine) veranderingen te zien.

- \* De peilbeheersing van het meer is minder problematisch dan voorheen. Dat komt door het vergroten van de schuifopeningen in de binnen ebdeuren van de Zandkreeksluis, waardoor de spuicapaciteit met  $\pm 40\%$  is toegenomen.
- \* De stikstofconcentraties in het meer waren in de beschouwde periode lager dan in de periode daarvoor. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de wat kleinere hoeveelheden neerslag gedurende de meeste winters in de periode 1988 t/m 1993, dan in de periode daarvoor.
- \* De fosfaatconcentraties in het meer waren in 1989 wat hoger dan normaal, maar daarna vertonen zij weer hetzelfde beeld als in de voorafgaande periode. De fosfaatconcentraties vertonen een vrij constant, sterk seizoensgebonden patroon.
- \* De resultaten van de biomonitoring voor fytoplankton, die vanaf 1990 weer is opgezet, vertonen geen bijzondere verschillen met de resultaten van vroegere bemonsteringen. Wel worden in het huidige monitoringsprogramma meer soorten aangetroffen dan vroeger en zijn er verschillen tussen de jaren onderling.
- \* De hoeveelheden Zeesla (*Ulva lactuca*) zijn ten opzichte van 1987 met  $\pm 25\%$  afgenomen. De aantallen herbivore watervogels zijn echter gelijk gebleven.
- \* Het belang van het Veerse Meer als hoogwatervluchtplaats voor steltlopers is toegenomen sinds de Stormvloedkering in de Oosterschelde in gebruik is genomen. Een deel van deze vogels blijft zelfs, tijdens de laagwaterperiode op de Oosterschelde, fourageren op en langs de in de winter droogvallende oevers van het Veerse Meer.
- \* Verhoging van het chloridegehalte met behulp van één of meer doorlaatmiddel(en) zal de potenties van het meer vergroten. Daarmee kan een **grotere soortenrijkdom** worden bewerkstelligd van



met name fytoplankton, zoöplankton, bentische gemeenschappen en bodemdieren; wat op zijn beurt weer een positieve uitwerking heeft op de aantallen watervogels in het gebied.



# 1. INLEIDING

---

De directie Zeeland heeft onlangs besloten om vanaf 1994 elk jaar een watersysteemrapportage uit te brengen. Deze rapportage moet de actuele stand van zaken weergeven, alsmede de ontwikkelingen in de afgelopen 5 a 10 jaar en de eventuele prognose voor de komende 5 jaar. Hierbij zal de nadruk worden gelegd op de zogenaamde "hot issues" ofwel die zaken, die het ecosysteem kwetsbaar maken. Voor het jaar 1994 is het watersysteem Veerse Meer gekozen, mede omdat het beheer van dit watersysteem in de nabije toekomst zal worden overgedragen aan de Provinciale Waterstaat van de provincie Zeeland. Aan het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) is gevraagd deze rapportage te verzorgen.

Omdat voor het Veerse Meer nog steeds geen definitief peilbesluit was vastgesteld, is in 1989 een Beleidsanalyse tevens Milieu-effectrapportage [Lit. 1] opgesteld. In deze Beleidsanalyse is de stand van zaken van de diverse aspecten van het Veerse Meer weergegeven en zijn een aantal aanbevelingen gedaan ten aanzien van het toekomstig beheer.

Zo is na afweging van een aantal alternatieven gebleken, dat voor het goed functioneren van het ecosysteem van het Veerse Meer, de bouw van één of twee doorlaatmiddel(en) van voldoende capaciteit in de Zandkreekdam en/of de Veersedam noodzakelijk wordt geacht. Hierdoor zou het mogelijk zijn om via doorspoelen (2 doorlaatmiddelen) of ademen (1 doorlaatmiddel) het chloridegehalte op een dusdanig hoog niveau te krijgen en te houden, dat een gezond, zout ecosysteem gewaarborgd is.

Tot op heden zijn hiervoor echter nog geen financiële middelen beschikbaar gesteld en is er aan het beheer van het watersysteem nog niets veranderd.

In dit rapport zal de stand van zaken worden weergegeven zoals die was medio 1993, waarbij tevens zal worden aangegeven of er veranderingen zijn te constateren ten opzichte van de periode vòòr 1988.

Als basis voor het rapport dienen de achtergronddocumenten, welke zijn gebruikt voor de in 1989 gemaakte Beleidsanalyse [Lit. 1]. Het rapport bevat informatie over de recente stand van zaken (chemisch, fysisch en biologisch), de trend over de afgelopen periode (ca 10 jaar) en zo mogelijk de prognoses bij het toekomstig beheer.

Voortbouwend op bovenvermelde beleidsnota zijn, na overleg met de opdrachtgever, de beoordelingscriteria voor oppervlaktewater, natuur en recreatie, uit bovenvermelde Beleidsanalyse, gekozen voor actualisering. In de diverse monitoringsprogramma's zijn de relevante parameters, zij het soms maar gedeeltelijk, meegenomen. Er is daarom gekeken welke criteria zinvol zijn voor het te maken rapport en in hoeverre voldoende monitoringgegevens beschikbaar waren. Er is daarbij afgesproken dat RIKZ geen extra meetinspanningen behoeft te verrichten.

De drie gekozen criteria of thema's zijn nader uitgewerkt in een aantal aspecten, analoog aan de in 1989 uitgebrachte beleidsnota.



- \* Oppervlaktewater wordt onderverdeeld in chloridegehalte, stratificatie, zuurstofhuishouding, nutriëntenhuishouding en toxicanten.
- \* Natuur wordt onderverdeeld in de voedselketen, wieren en bodemalgen, vegetatie, bodemdieren, vissen en vogels.
- \* Recreatie wordt onderverdeeld in bevaarbaarheid en infrastructuur, dagrecreatie, landschapsbeleving, stankhinder en overlast door waterplanten en ontwikkelingsmogelijkheden.



## 2. PLANGEBIED

Het Veerse Meer (Figuur 1) is ontstaan als onderdeel van het Deltaplan. Om ongewenste en onaanvaardbare stroomsnelheden in het sluitgat van de Veersedam te voorkomen, is in 1960 de Zandkreek door de bouw van de Zandkreekdam afgesloten. Daarna is in 1961 het Veerse Gat, tussen Walcheren en Noord Beveland afgesloten door de Veersedam. Deze dam was het eerste grote waterstaatswerk in het kader van de Deltawerken. Door de aanleg van deze twee dammen ontstond het Veerse Meer dat zich, als gevolg van het hydraulische regime van spuien en inlaten, ontwikkelde als een brakwatermeer. Het Veerse Meer wordt begrensd door de eilanden Walcheren, Noord Beveland en Zuid Beveland en door de Veersedam en de Zandkreekdam. Door deze dammen is het meer afgescheiden van de zoute getijdewateren. De begrenzing van het Veerse Meergebied met de landelijke gebieden van Walcheren en Noord- en Zuid Beveland, wordt gevormd door de voormalige oude zeedijken. In tabel 2.1 zijn de karakteristieke grootheden van het Veerse Meer vermeld.

Tabel 2.1  
Karakteristieke grootheden Veerse Meer

Oppervlakte Veerse Meergebied (bron waterstaatskaart van Nederland)	3990 ha
Wateroppervlak bij NAP	2030 ha
Wateroppervlak bij NAP- 0.70 m.	1742 ha
Buitendijksegronden en eilanden bij NAP	1960 ha
Buitendijkse gronden en eilanden bij NAP 0.-70 m.	2248 ha
Meervolume (inhoud bij NAP)	$102 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Meervolume (inhoud bij NAP- 0.70 m.)	$89 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Gemiddelde waterdiepte	5 m
Maximale waterdiepte	25 m
Lengte	25 km
Breedte	0.2 - 1.6 km
Oppervlakte afwateringsgebied	19335 ha

Toen het Veerse Meer in 1961 een feit was is er, volgens het in het Deltaplan opgenomen Drie-eilandenplan, een voorlopig waterhuishoudkundig beheer ingesteld. Het voorlopige waterhuishoudkundige beheer zou gelden tot het Deltaplan voltooid was. Die voltooiing werd indertijd in 1978 verwacht. Na de realisatie van het Deltaplan, zou een definitieve regeling voor het waterhuishoudkundige beheer worden getroffen. Men ging er toen nog vanuit, dat het Veerse Meer uiteindelijk een zoetwatermeer zou worden. Na het realiseren van de Deltawerken zou, vanuit het dan gevormde Zeeuwse Meer, genoeg zoet water beschikbaar zijn om via de Zandkreeksluis en een gemaal bij de uitmonding van het Kanaal door Walcheren, het Veerse Meer door te spoelen. Inmiddels zijn in de zeventiger jaren de inzichten veranderd en is de Oosterschelde niet afgesloten, maar is de veiligheid gegarandeerd door de aanleg van een Stormvloedkering in de monding van de Oosterschelde.



Als gevolg van deze beslissing is de mogelijkheid om het Veerse Meer met zoetwater door te spoelen en ook zoet te houden niet meer aanwezig.

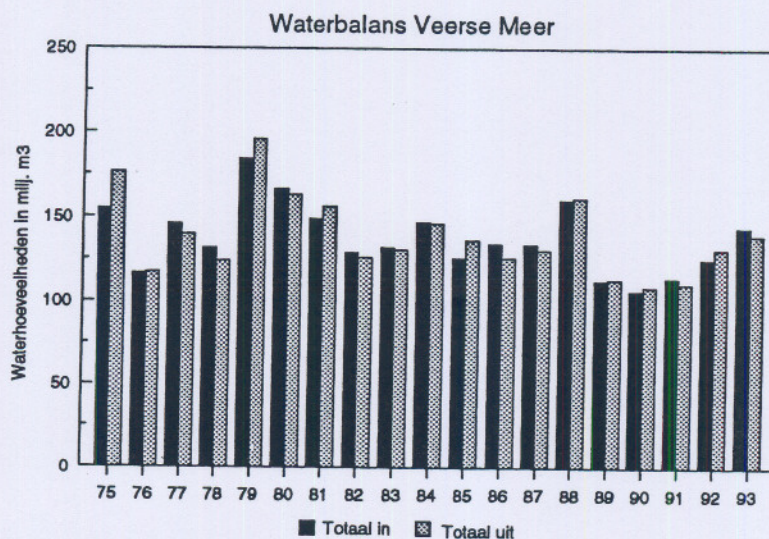
Het beheer werd, en is tot op heden gericht op, verbetering c.q. handhaving van de afwatering in het omliggende gebied en op de ontwikkeling van de recreatieve mogelijkheden op en rond het Veerse Meer.



### 3. HUIDIG BEHEER

Het beheer van het totale Veerse Meergebied is te onderscheiden in het gebiedsbeheer en het waterbeheer. Het gebiedsbeheer is in handen van Staatsbosbeheer en het "Recreatieschap" Het Veerse Meer. In dit rapport zal voornamelijk het waterbeheer aan de orde komen. Dit waterbeheer wordt tot op heden gevoerd door de directie Zeeland van de Rijkswaterstaat.

In het huidige beheer speelt de peilbeheersing de voornaamste rol. Gestreefd wordt naar handhaving van een zomerpeil (april t/m september) op NAP ten behoeve van de recreatie en de watervoorziening (hoog grondwaterpeil in droogtegevoelige gronden) en een winterpeil (oktober t/m maart) op NAP- 0.70m. ten behoeve van de afwatering van de rond het meer gelegen polders. Voor de peilbeheersing van het Veerse Meer wordt gebruik gemaakt van de gecombineerde schut- en uitwateringssluis in de Zandkreekdam. Wanneer dat voor de peilbeheersing nodig is, worden bij buitenwaterstanden lager dan het zomer- c.q. winterpeil van het Veerse Meer de buiten-ebdeuren en de rinketten in de binnen-ebdeuren geopend, waardoor het overtollige water naar de Zandkreek kan worden afgevoerd; hierbij fungeert de sluiskolk als stortebed. Dat het hier om forse hoeveelheden water gaat moge blijken uit de waterbalans in figuur 3.1. In deze waterbalans zijn alle in- en uitgaande posten cumulatief per jaar weergegeven; gemiddeld over een groot aantal jaren wordt er zo'n  $120 \text{ à } 130 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  water vanuit het Veerse Meer op de Oosterschelde geloosd.



Figuur 3.1 Waterbalans Veerse Meer in  $10^6 \text{ m}^3$ .  
Periode 1975 t/m 1993.

Omdat de scheepvaart in principe voorrang heeft ten opzichte van het aflaten van overtollig water, was het streefpeil, voornamelijk tijdens

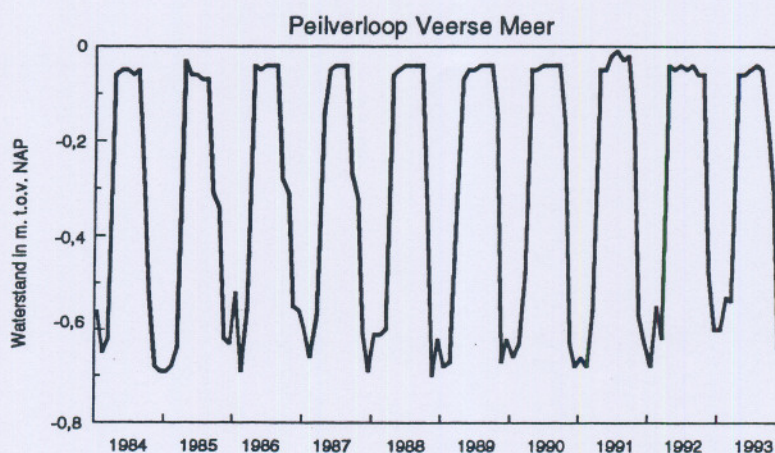


winterperiodes met grote neerslagoverschotten, moeilijk te handhaven. Omdat door de aanleg van de Stormvloedkering de spuicapaciteit verminderde als gevolg van de reductie van het getij op de Oosterschelde zijn in 1987 de schuifopeningen in de binnen-ebdeuren vergroot van 19.6 naar 34.4 m<sup>2</sup>. Door deze maatregel is de spuicapaciteit van de Zandkreeksluis  $\pm$  1.5 maal groter dan in de periode vòòr 1987. In eerste instantie zou men denken dat de spuicapaciteit bijna zou verdubbelen, omdat de schuifopeningen bijna 2 maal zo groot zijn, maar andere factoren, zoals de vorm van de doorlaatopeningen en weerstanden in de sluiskolk die als stortebed fungeert, spelen een voornamelijk rol waardoor de zogenaamde  $\mu$ -factor wat ongunstiger en als gevolg daarvan de spuicapaciteit iets lager wordt.

Het zomerpeil wordt in het voorjaar gerealiseerd door bij buitenwaterstanden hoger dan het dan aanwezige Veeerse Meerpeil via de Zandkreeksluis water vanuit de Zandkreek, die in open verbinding staat met de Oosterschelde, in te laten tot het zomerpeil van NAP is bereikt.

In de loop der jaren is het denken over ons leefmilieu verder geëvolueerd en zijn de inzichten over bepaalde zaken veranderd. Zo is het begrip "duurzaamheid" geïntroduceerd als het gaat over de inrichting en het gebruik van onze leefomgeving. Het peilbeheer wordt in principe hieraan ten dienste gesteld.

Een aantal jaren is er, voornamelijk om het recreatieseizoen te verlengen, een tussenpeil van NAP-0.30 m. ingesteld, dit peil werd gehandhaafd van 1 oktober tot na de herfstvakantie. Dit zogenaamde tussenpeil had enerzijds tot voordeel dat de bevaarbaarheid voor de pleziervaart redelijk gehandhaafd bleef, terwijl de afwatering van de omliggende polders niet al te zeer werd belemmerd; anderzijds gaf deze maatregel echter twee maal stankoverlast van drooggevalen rottende Zeesla. In de jaren 1989 t/m 1992 is geen tussenpeil in het najaar meer ingesteld, maar bleef het zomerpeil van NAP gehandhaafd tot na de herfstvakantie. In 1993 is het tussenpeil weer wel (tijdelijk) toegepast, omdat wegens een stremming van het Kanaal door Zuid Beveland veel scheepvaart gebruik moest maken van de Zandkreeksluis als alternatieve route. Door het instellen van een tussenpeil kon de ruimte van NAP tot NAP - 0.30 m. als boezem worden gebruikt om (tijdelijke) peilverhogingen op te vangen.



Figuur 3.2 Peilverloop Veeerse Meer in t.o.v. NAP. Periode 1984 t/m 1993.



Om het chloridegehalte in het meer te verhogen, bestaat in principe de mogelijkheid om met de Zandkreeksluis zogenaamd te ademen. Er kan dan bij buitenwaterstanden hoger dan het Veerse Meerpeil water met een hoog chloridegehalte vanuit de Oosterschelde via de Zandkreek worden ingelaten. Wanneer de buitenwaterstanden daarna weer lager zijn dan het Veerse Meerpeil kan vervolgens weer een deel van de (zoetere) bovenlaag worden afgespuid.

Modelonderzoek en praktijkproeven tijdens de winterperiode 1992 - 1993 hebben echter uitgewezen dat, met de huidige capaciteit van de Zandkreeksluis, het middel erger blijkt te zijn dan de kwaal. In het Veerse Meer is namelijk een min of meer permanente stratificatie aanwezig (meer daarover in par. 4.2); de capaciteit van de Zandkreeksluis is niet voldoende om met uitwisseling via ademen, het chloridegehalte in het gehele meer voldoende te verhogen. Bij deze vorm van uitwisseling komt de maatgevende spronglaagdiepte (dat is de grootste gradiënt in chloridegehalte) wat hoger te liggen, wat weer grote risico's met zich mee brengt.



## 4. OPPERVLAKTEWATER

In dit hoofdstuk zal aandacht worden besteed aan de waterkwaliteit van het Veerse Meer; dit zal worden gedaan aan de hand van de gegevens die via het monitoringsmeetnet van de Rijkswaterstaat zijn ingewonnen. Achtereenvolgens zullen de navolgende aspecten worden behandeld:

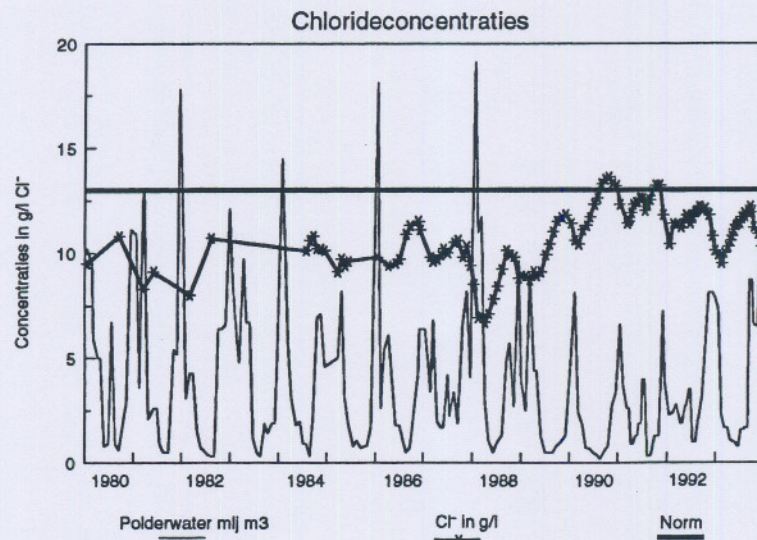
- \* Chloridegehalte
- \* Stratificatie
- \* Zuurstofhuishouding
- \* Nutriëntenhuishouding
- \* Toxicanten

### 4.1 Chloridegehalte (figuur 4.1)

Het chloridegehalte in het Veerse Meer vertoont een grillig verloop, door de seizoenen heen komen vrij grote verschillen voor.

Hiervoor zijn twee hoofdoorzaken te noemen:

- 1<sup>e</sup> De grote hoeveelheden overtollig polderwater die op het meer worden geloosd (afhankelijk van de meteorologische omstandigheden variërend tussen 40 en 70 \* 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> per jaar).
- 2<sup>e</sup> Het op zomerpeil brengen van het meer in het voorjaar (10 à 12 \* 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>) en schutten van schepen via de Zandkreeksluis wanneer de waterstand op de Oosterschelde hoger is dan in het Veerse Meer (10 à 12 \* 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/jaar).



Figuur 4.1 Chlorideconcentraties (g/l) aan de oppervlakte, meetpunt VM 50. Periode 1980 t/m 1993.

De onder ad 1 genoemde oorzaak heeft een verzoetende invloed; terwijl de onder ad 2 genoemde oorzaken het chloridegehalte in met name de diepere delen van het meer weer wat omhoog brengen.



De invloed van de polderlozingen is tijdens de wintermaanden het meest merkbaar; er valt dan meer neerslag en de verdamping is dan zeer gering.

In het voorjaar wordt het meerpeil, ten behoeve van de recreatie en om wegzijging in de omliggende polders zoveel mogelijk te beperken, van NAP-0.70m. naar NAP gebracht. Dit gebeurt door (zout) water vanuit de Oosterschelde via de Zandkreeksluis in te laten op het Veerse Meer; hierdoor stijgt het chloridegehalte in met name de diepe putten. De recreatievaart maakt druk gebruik van de Zandkreeksluis, dit heeft tot gevolg, dat door de schuttingen die plaatsvinden tijdens de perioden dat de waterstand van de Oosterschelde hoger is dan die van het Veerse Meer, er ook weer een hoeveelheid (zout) water vanuit de Oosterschelde op het Veerse Meer, terecht komt waardoor het chloridegehalte weer iets stijgt. Bij schuttingen die plaats vinden tijdens de perioden dat de waterstand in de Oosterschelde lager is dan die van het Veerse Meer, verdwijnt dan weer een hoeveelheid water met een lager chloridegehalte.

Via het sluizencomplex bij Veere komt jaarlijks als gevolg van schutten van schepen en de lek van de sluis nog eens  $\pm 20 * 10^6 \text{ m}^3$  (brak)water vanuit het Kanaal door Walcheren op het Veerse Meer.

Vooraf in de wintermaanden is als gevolg van polderwater dat, door het gemaal Boreel, op dat kanaal wordt geloosd, het chloridegehalte van het Kanaal door Walcheren lager dan dat van het Veerse Meer (anderzijds is dan bij het sluizencomplex bij Veere het aantal schuttingen ten behoeve van de scheepvaart ook beduidend minder).

Al deze factoren zorgen er voor, dat het chloridegehalte voortdurend aan fluctuaties onderhevig is.

De grafiek van figuur 4.1 laat duidelijk de fluctuaties in het chlorideverloop zien. In deze figuur zijn ter illustratie de polderwaterlozingen in  $10^6 \text{ m}^3$  per maand weergegeven, daaruit blijkt hoezeer de hoeveelheden polderwater de chloridegehalten beïnvloeden. Tot en met 1986 varieerde het chloridegehalte tussen de 9 g/l Cl<sup>-</sup> in de winter en 11 g/l Cl<sup>-</sup> in de zomer.

De sterke dalingen op het eind van 1987 is een gevolg van veel polderwaterlozing in de winter 1987/1988, ook in het begin van 1993 kwam zo'n zelfde situatie, zij het minder erg voor.

De zomers van 1988 t/m 1991 waren vrij droog met een vrij normaal verdampingspatroon, waardoor het chloridegehalte zich langzaam kon herstellen.

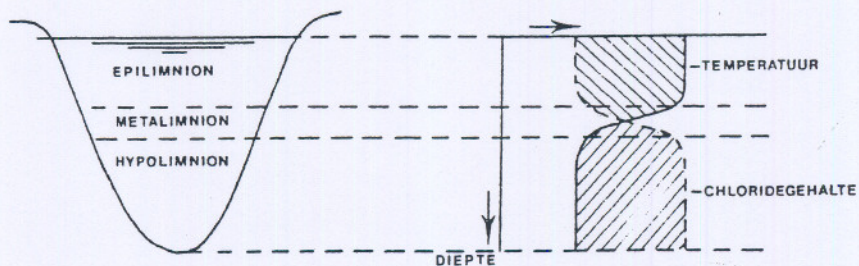
Een min of meer constant chloridegehalte van minimaal 13 g/l Cl<sup>-</sup>, wat een minimale voorwaarde is voor het duurzaam voortbestaan van een groot aantal zoute levensgemeenschappen, is met het huidige beheer echter niet haalbaar.

#### 4.2 Stratificatie

Stratificatie ofwel gelaagdheid in de waterkolom is het gevolg van dichtheidsverschillen in de verschillende waterlagen. Deze dichtheidsverschillen worden veroorzaakt door verschillen in temperatuur en/of chloridegehalte.

Stratificatie kan worden gedefinieerd als een niet uniform verloop van een grootte, in dit verband chloride en temperatuur, over de diepte van een waterlichaam. (figuur 4.2)





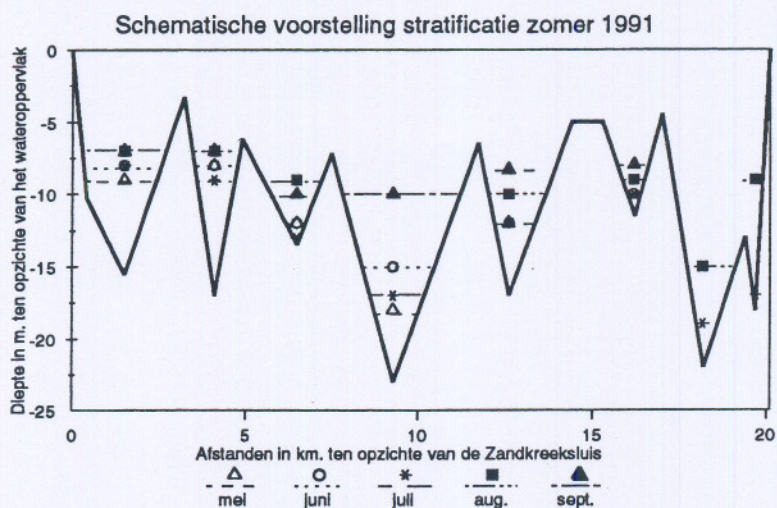
*Figuur 4.2 Verloop van de temperatuur, bij temperatuurstratificatie en het chloridegehalte bij chloridestratificatie*

In het Veerse Meer treedt op vrij grote schaal en langdurig stratificatie op, vooral in de diepere gedeelten van het meer. Het gevolg van de stratificatie, waardoor een voor zuurstof ondoordringbare spronglaag ontstaat, is zuurstofarmoede of zelfs zuurstofloosheid in de onderlaag en in de bodem.

Eén van de (hoofd)oorzaken van de optredende stratificatie is het inlaten van zout Oosterscheldewater in het voorjaar ten behoeve van het instellen van het zomerpeil van NAP.

Het relatief zwaardere zoute water vermengt zich niet geheel met de totale watermassa, maar zakt voor het grootste deel weg naar de onderste waterlagen. De grootste stratificatie wordt aangetroffen in het oostelijk- en in iets mindere mate, in het middendeel van het meer (zie figuur 4.3).

Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het schutbedrijf van de schutsluis in de Zandkreekdam, dat voor een continue (geringe) aanvoer van zout water zorgt. Bij elke schutting waarbij de buitenwaterstand hoger is dan het Veerse Meerpeil, komt een hoeveelheid zout water op het meer terecht; daarnaast is de uitwisseling tijdens het schutproces een belangrijke factor.



*Figuur 4.3 Schematische voorstelling van de opgetreden stratificatie tijdens de zomer van 1991.*



De uitwisseling is een fysisch proces, veroorzaakt door de dichtheidsverschillen die er bestaan bij water met verschillend chloridegehalte. Wanneer de deuren aan de binnenzijde van de sluiskolk enige tijd open staan wordt de (zoute) inhoud van de sluiskolk geheel vervangen door relatief zoet Veerse Meerwater, waarbij het zoute water in het Veerse Meer verdwijnt. Dit zoute water blijft hangen in de eerste diepe put vlak achter de Zandkreeksluis waardoor daar een verschil in chloridegehalte in de waterkolom ontstaat met als gevolg een min of meer permanente stratificatie op die plaats. Jaargemiddeld is als gevolg van stratificatie  $\pm 8\%$  van het bodemoppervlak van het Veerse Meer zuurstofloos; de "norm" hiervoor, hoewel die niet goed is gedefinieerd, bedraagt  $5\%$  van het bodemoppervlak. Tijdens warme zomermaanden kan dit percentage echter wel oplopen tot  $\pm 25\%$ . In bijlage 1, tabel 4.1 t/m 4.3, wordt een overzicht gegeven hoe het verloop in 1991 t/m 1993 is geweest.

Tijdens de warme zomermaanden van 1994 is dit percentage zelfs opgelopen tot  $45\%$  van het bodemoppervlak, in bijlage 2 is dit nader uitgewerkt.

### 4.3 Zuurstofhuishouding

De zuurstofhuishouding wordt in hoge mate beïnvloed door twee factoren; de nutriëntenbelasting en de aanwezige stratificatie in de diepere delen van het meer.

In de bovenste, relatief zoete waterlaag (6 tot 8 m.), schommelt het zuurstofgehalte, naar gelang het seizoen, tussen de 7 à 8 en 10 à 12 mg/l O<sub>2</sub>, waarbij de minima in de zomer- en de maxima in de wintermaanden worden bereikt. Bepalend zijn met name de watertemperatuur en het chloridegehalte.

In de diepere delen van het meer komt (zout) stratificatie regelmatig voor.

Dit geeft aanleiding tot zuurstofgebrek en veroorzaakt in de onderste lagen zuurstofloosheid. Die zuurstofloosheid treedt voornamelijk op in het gebied tussen de Zandkreeksluis en Veere, met name in de periode mei t/m oktober, dus langdurig in het groeiseizoen van de meeste dieren en planten. In het meest oostelijke deel van het meer, vlak achter de Zandkreeksluis, houdt de zuurstofloosheid meestal vrijwel het gehele jaar aan.

Tijdens het op zomerpeil brengen van het meer door middel van het inlaten van een vrij grote hoeveelheid zout en zuurstofrijk (Oosterschelde)water wordt die zuurstofloosheid tijdelijk voor het grootste deel opgeheven. Wanneer het meer eenmaal op zomerpeil is, ontstaat weer snel (zout)stratificatie en daardoor ook zuurstofloosheid met name in de diepe put achter de Zandkreeksluis. Naarmate meer zout water op het meer komt als gevolg van het schutbedrijf van de Zandkreeksluis, breidt die zich vervolgens verder uit over het gehele meer.

In het westelijk deel van het meer kan de onderlaag tijdens de zomer, mede als gevolg van de watertemperatuur, incidenteel gedurende korte tijd zuurstofloos worden. De stratificatie is hier echter niet zo stabiel als in de rest van het meer; de grens van 2 mg/l O<sub>2</sub> kan in die periode omhoog komen tot een diepte van maximaal 7 à 9 m.

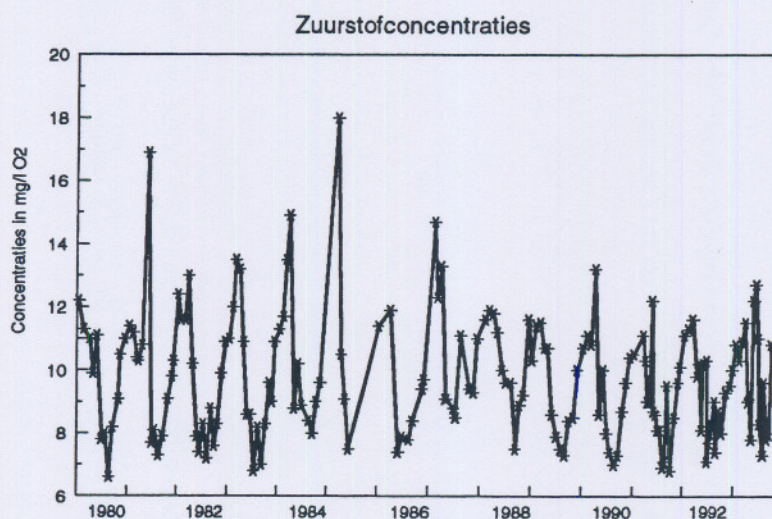
Over het gehele meer gezien varieert het zuurstofloos bodemoppervlak als gevolg van de stratificatie tussen de  $8\%$  (winter) tot  $25\%$  (zomer) van het totale bodemoppervlak. In de huidige situatie, onder het thans gevoerde beheer, is het risico niet denkbeeldig dat, in perioden met ongunstige weersomstandigheden, zoals een natte winter gevolgd door



een warme zomer met weinig wind, de zuurstofloosheid zich sterk kan uitbreiden (zie bijlage 2: situatie 1994). De chlorofylconcentraties nemen in die situatie toe, zij kunnen zelfs verdubbelen, als gevolg van warm en zonnig weer en de overmaat van de dan aanwezige voedingsstoffen, aangevoerd door het geloosde polderwater (zie ook 4.4). Door het afsterven en de daaropvolgende bacteriële afbraak van dit algenmateriaal, wordt de opgeloste zuurstof verbruikt, waardoor zuurstofarmoede en zuurstofloosheid toenemen.

Het inlaten van (Oosterschelde)water ten behoeve van het op zomerpeil brengen van het meer, heeft een kleine, tijdelijke, positieve invloed op de zuurstofconcentraties en dan nog voornamelijk in het oostelijk deel. De totale inlaat bedraagt maar  $\pm 10\%$  van de totale inhoud van het meer.

In figuur 4.4 is het verloop van de zuurstofconcentratie aan de oppervlakte van het meer te zien; de uitschieters, vallen samen met perioden van hoge algenbloei en zijn over het algemeen kortdurend (zie ook figuur 5.1); en worden gevolgd door perioden met lage(re) zuurstofgehalten.



Figuur 4.4 Zuurstofconcentraties (mg/l) aan de oppervlakte meetpunt VM50. Periode 1980 t/m 1993.

#### 4.4 Nutriëntenhuishouding

##### 4.4.1 Stikstofbelasting

De grote hoeveelheden water die jaarlijks in het Veerse Meer omgaan transporteren opgeloste- en particulier gebonden stoffen. De concentraties van die stoffen in het meer zijn van belang voor het functioneren van het ecosysteem. Chemische-, biologische- en fysische processen bepalen het concentratieverloop door de seizoenen heen en over langere perioden. Daar overheen komt nog de grote invloed van het waterhuishoudkundig beheer. In de te beschouwen periode van  $\pm 5$  jaar, is het beheer van het Veerse Meer ten aanzien van de nutriëntenbelasting niet of nauwelijks veranderd.

Dit gegeven zegt op zich nog niets over de waterkwaliteit want externe factoren, zoals een reductie van lozingen van meststoffen en bestrijdingsmiddelen die in de landbouw worden gebruikt en ook de meteorologische omstandigheden, kunnen eveneens grote invloed uitoefenen op de waterkwaliteit van het Veerse Meer.



In opdracht van de Provincie Zeeland, de Zeeuwse Waterschappen en de directie Zeeland is er een analyse gemaakt van de nutriëntenbelasting van het Veerse Meer vanuit de omliggende polders [Lit. 2].

Volgens dit rapport zijn de nutriëntenemissies in jaren met een groot neerslagoverschot veel groter, als gevolg van uitspoeling, dan in jaren met een gering neerslagoverschot. De verschillen tussen de afzonderlijke jaren kunnen zelfs oplopen tot een factor tien.

In de Beleidsanalyse voor het Veerse Meer [Lit. 1] wordt uitgegaan van een stikstofbelasting voor het Veerse Meer van  $40 \text{ g N/m}^2/\text{jaar}$ ; het aandeel van de polders hierin is  $21,5 \text{ g N/m}^2/\text{jaar}$ . Uitgaande van een wateroppervlak van 2030 ha bedraagt de stikstofbelasting vanuit de omliggende polders ( $2030 * 21,5 \text{ g N/m}^2/\text{j}$ ) = 430 ton N/jaar.

De berekeningen hiervoor zijn uitgevoerd door De Vries et al (1990); als basis voor die berekeningen zijn de meetgegevens gebruikt van slechts enkele jaren (1985-1987), die zelf ook nog ten dele waren geschat of geëxtrapoleerd.

Op basis van berekeningen [Lit. 2] met het scenario AUTONOOM (uitvoering van het huidige beleid) kan voor de belasting vanuit de omliggende polders een langjariggemiddelde van 290 ton N/jaar worden afgeleid. Het vrij grote verschil met de berekening van de Vries is grotendeels te verklaren door het feit dat in jaren met een groot neerslagoverschot de emissie veel groter is dan in jaren met een gering neerslagoverschot. De Vries heeft maar een korte periode (1985-1987) doorgerekend waarin vooral het jaar 1987 relatief nat was met als gevolg daarvan een vrij grote emissie, terwijl in het model met een veel langere periode is gerekend. Op basis van de door het scenario AUTONOOM berekende 290 ton N/jaar is het aandeel van de stikstofbelasting vanuit de omliggende polders ( $290 / 2030$ ) =  $14,5 \text{ g N/m}^2/\text{jaar}$ . Er vanuit gaande dat de nutriëntenbelastingen van de neerslag en de import vanuit de Oosterschelde niet veranderen en dat de belasting vanuit het Kanaal door Walcheren, op basis van het langjariggemiddelde zal reduceren omdat daarop de polderwateruitslag van het gemaal Boreel plaatsvindt, mag uit [Lit. 2] worden geconcludeerd, dat de langjariggemiddelde stikstof belasting op het Veerse Meer  $\pm 30 \text{ g N/m}^2/\text{jaar}$  bedraagt.

#### 4.4.2 Stikstofconcentraties

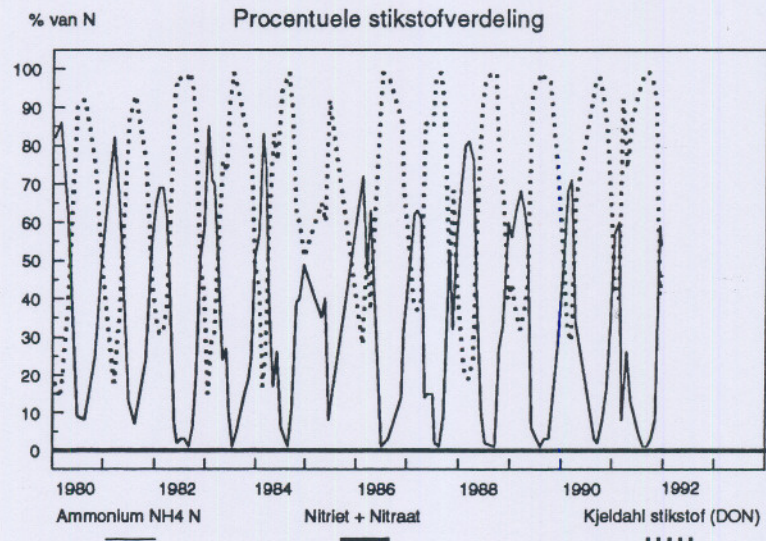
De stikstofconcentratie in het Veerse Meer, zie figuur 4.6, is opgebouwd uit de componenten:

Nitraat ( $\text{NO}_3 \text{ N}$ ), nitriet ( $\text{NO}_2 \text{ N}$ ), Kjeldahl-stikstof ( $\text{Kj N}$ ), ammonium  $\text{NH}_4 \text{ N}$  + opgelost organisch stikstof (DON) en particulier stikstof.

Allereerst dient nog te worden opgemerkt, dat stikstof (N-totaal) tot en met 1987 als zodanig is geanalyseerd, daarna zijn de gepresenteerde concentraties een optelsom van nitriet ( $\text{NO}_2 \text{ N}$ ) + nitraat ( $\text{NO}_3 \text{ N}$ ) + Kjeldahl-stikstof ( $\text{Kj N}$ ); hierdoor zouden misschien relatief kleine verschillen kunnen ontstaan ten opzichte van de periode daarvoor. Vanaf 1992 is zowel de parameter N-totaal als Kjeldahl-stikstof uit het monitoringspakket geschrapt. Om het verloop van de stikstofhuishouding goed te kunnen volgen verdient het zeker aanbeveling om minimaal één van de bovengenoemde, liefst beide componenten, weer zo spoedig mogelijk in het monitoringspakket op te nemen.

De stikstofconcentratie vertoont een sterk seizoenspatroon, variërend van  $\geq 3 \text{ mg/l N}$  (winter) tot  $\leq 1 \text{ mg/l N}$  (zomer). In figuur 4.5 is het procentuele aandeel van de verschillende stikstofcomponenten uitgezet.





Figuur 4.5 Procentuele verdeling stikstofcomponenten meetpunt VM 50. Periode 1980 t/m 1993.

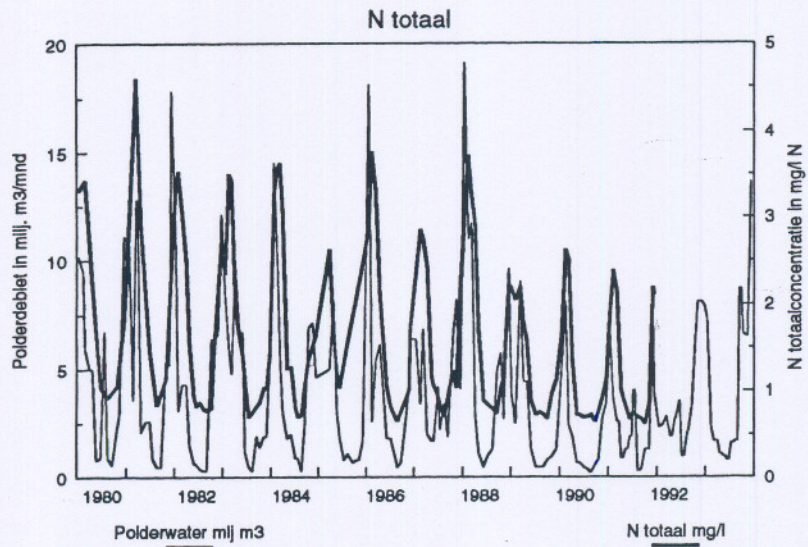
In figuur 4.5 is te zien dat het aandeel ammonium (NH<sub>4</sub> N) altijd verwaarloosbaar klein is en dat het aandeel nitriet + nitraat (NO<sub>3</sub>NO<sub>2</sub> N) in de zomermaanden ook bijna is te verwaarlozen. De stikstofconcentraties bestaan tijdens het voorjaar en de zomer, met weinig polderwaterlozingen en veel consumptie, voor 5 tot 10% uit NO<sub>3</sub>NO<sub>2</sub> N en voor 95 tot 90% uit Kjeldahlstikstof (DON); in de wintermaanden, met veel polderwaterlozing en weinig of geen consumptie, is de verdeling 60 tot 80% NO<sub>3</sub>NO<sub>2</sub> N en 40 tot 20% Kjeldahlstikstof.

De veronderstelling is nu, dat na de afbraak van de Zeesla, de uiteindelijke DON-concentraties na 1988 lager zijn dan van vòòr 1988; modelmatig (ANOVA) zijn de verschillen berekend, deze zijn niet groot, wel significant.

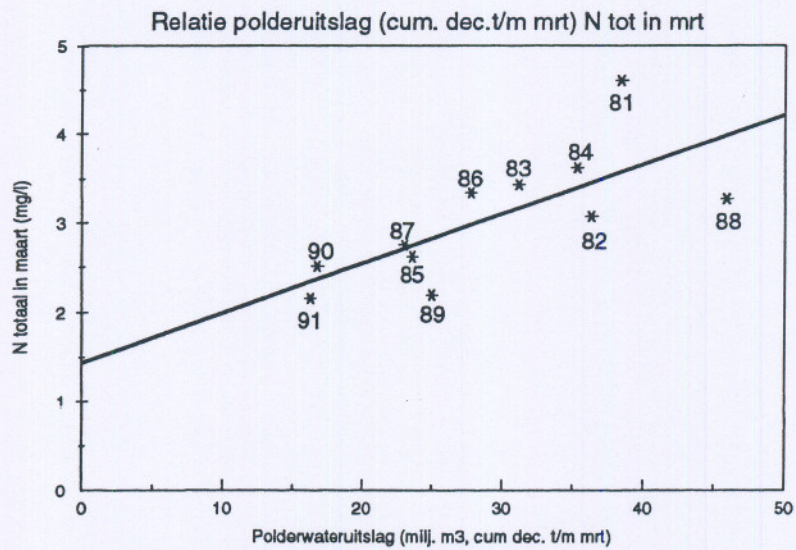
De hoogte van de voorjaarspiek in maart blijkt te worden veroorzaakt door de hoeveelheid uitgeslagen polderwater in de periode daarvoor (dec. t/m maart). Dit is goed te zien in de figuren 4.6 en 4.7; in figuur 4.6 is de tijdreeks van zowel de N-totaalconcentraties als de maandelijkse polderwateruitslag uitgezet. Daarin is goed te zien dat de stikstofconcentraties, met een vertraging van 1 á 2 maanden, dezelfde trend vertonen als de hoeveelheden geloosd polderwater. Tevens valt uit figuur 4.6 te concluderen, dat de afname van de concentraties na 1988 wordt veroorzaakt door de kleinere hoeveelheden uitgeslagen polderwater. Daaruit kan tevens worden geconcludeerd, dat het polderwater een min of meer constante N-totaalconcentratie heeft.

Uit figuur 4.7 blijkt nog eens duidelijk de relatie van de polderwateruitslag en de N-totaal concentratie. In deze figuur is de cumulatieve polderwateruitslag, van december tot en met maart, uitgezet tegen de in maart/april opgetreden N-totaal concentratie in het meer, over de periode 1980 t/m 1991.





Figuur 4.6 N-totaalconcentraties (mg/l) meetpunt VM50 en polderwaterlozingen ( $10^6 \text{ m}^3$  per maand) op het Veerse Meer. Periode 1980 t/m 1993.



Figuur 4.7 Relatie cumulatieve polderwateruitslag (dec. t/m mrt.) en N-concentratie in maart.

Omdat bijna al het  $\text{NO}_3\text{NO}_2 \text{ N}$  in het voorjaar en de zomer wordt opgeconsumeerd, kan worden gesteld dat het Veerse Meer een bijzondere stikstofcyclus bezit. Het is N gelimiteerd met geen (minder dan 1%)  $\text{NH}_4 \text{ N}$  en 's zomers bijna geen (minder dan 5%)  $\text{NO}_3\text{NO}_2 \text{ N}$ , maar bijna uitsluitend DON.

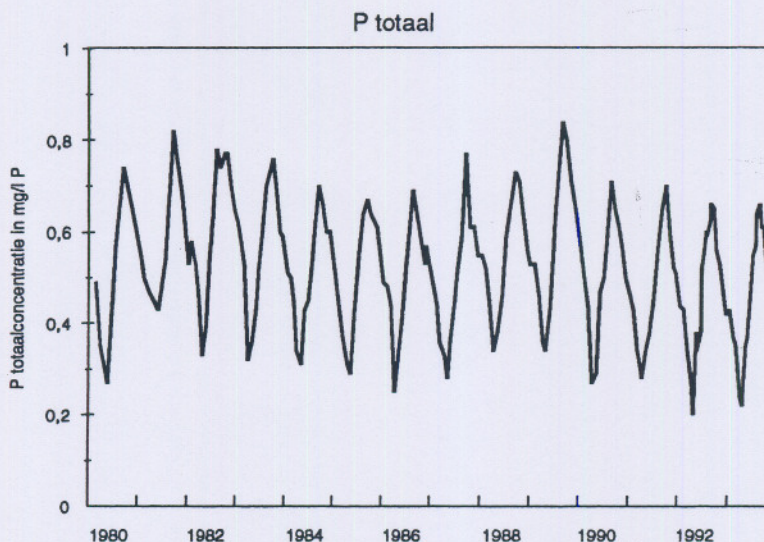
#### 4.4.3 Fosfor

Het verloop in de tijd van de totaal fosfor concentratie in het wateroppervlak, is te zien in figuur 4.8.

Op het eerste gezicht lijken de concentraties van P-totaal iets te zijn afgenomen ten opzichte van het eind van de tachtiger jaren.



Daarbij moet echter worden bedacht, dat de maximale waarden van de P-totaal concentraties ( $\pm$  sept.) in de jaren 1987 t/m 1989 hoger waren dan de jaren daarvoor. De maximale concentraties P-totaal van de laatste jaren komen nu weer overeen met die van de periode 1984 t/m 1986.



Figuur 4.8 P-totaalconcentraties (mg/l) meetpunt VM50. Periode 1980 t/m 1993.

Het fosfor laat een constant, sterk seizoensgebonden patroon zien. De minimum concentraties treden op omstreeks april/mei en de maximum concentraties worden omstreeks september bereikt. Tijdens de perioden met maximale fosforconcentraties in het meer ( $\pm$  sept) bestaat dit voor  $\pm$  90 % uit ortho fosfaat; tijdens de minimum concentraties is dit  $\pm$  70 a 80 %.

De concentraties zijn het hoogst in de onderste waterlagen. Daarbij zijn grote verschillen (factor 2 tot 4) te zien in de concentraties aan de oppervlakte en nabij de bodem. Dit voor zover er al gemeten is nabij de bodem, want van 1985 tot en met 1990 ontbreken daarvan de gegevens, terwijl vanaf 1991 deze metingen veel minder frequent zijn verricht dan in het begin van de tachtiger jaren en dan nog niet op alle monitoringspunten.

Het gedrag van fosfor vertoont een heel ander patroon dan dat van stikstof.

In tegenstelling tot stikstof, is het gedeelte van fosfor wat wordt gebruikt in het groeiseizoen verwaarloosbaar klein. Het fosforgesdrag wordt nagenoeg geheel bepaald door een periodiek optredend verschijnsel; vandaar dat de concentraties een relatief regelmatig patroon vertonen.

Dit periodiek optredend verschijnsel wordt gekenmerkt door een accumulatie van fosfaat in de bodem gedurende de laatste en de eerste drie maanden van het jaar (oktober t/m maart). Gedurende de overige maanden (april t/m september) treedt er een fosfaatmobilisatie op vanuit de bodem.

Een sluitende verklaring voor dit proces is zo uit de losse pols niet te geven, maar de gedachten gaan uit naar een aantal in [Lit. 3] genoemde oorzaken:



- a. Interne regeneratie van het fosfaat, veroorzaakt door sedimentatie en mineralisatie van algen. Hierbij sedimenteren de in het voorjaar geproduceerde algen en wanneer in de zomermaanden de watertemperatuur en daarmee de bacteriële activiteit stijgt, worden die gesedimenteerde algen weer gemineraliseerd en komt hun fosfaathouding weer ter beschikking aan de waterfase.
- b. Stoftransporten als gevolg van diffusie en entrainment vanuit het hypolimnion.
- c. Mobilisatie veroorzaakt door macrofyten.
- d. Adsorptie en desorptie van fosfaat vanuit de bodem.

De waargenomen fosfaathuishouding is alleen met een goede balans of een modelmatige aanpak te reconstrueren. Eerdere pogingen daartoe (v. d. Meulen 1982, [Lit. 3]) strandden echter door gebrek aan voldoende gegevens. Ook nu zijn deze nog niet beschikbaar. Een uitgebreid monitoringsprogramma over een aantal jaren, waarbij intensief in de verschillende waterlagen wordt gemeten; alsmede voldoende gegevens over de belastingen zou deze gegevens kunnen leveren.

Anderzijds kan men zich afvragen of het wel zinvol is om de fosfaathuishouding tot op het bot te ontrafelen, wanneer men weet dat het meer N-gelimiteerd is.

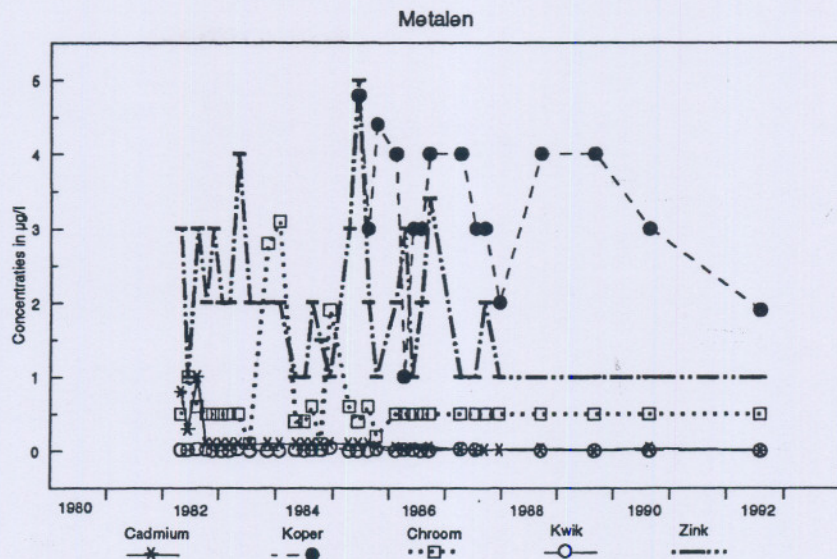
Uit het verloop van de nutriëntenconcentraties, zowel van stikstof als van fosfor, kan worden opgemaakt, dat het meer voor wat deze nutriënten betreft zich min of meer heeft gestabiliseerd. Wanneer het waterkwantiteitsbeheer geen wezenlijke veranderingen ondergaat mag dan ook niet worden verwacht dat er op korte termijn een wezenlijke verbetering in de nutriëntenhuishouding van het meer zal optreden.

## 4.5 Toxicanten

### 4.5.1 Metalen

Door de diverse belastingsbronnen, polderlozingen, lek- en schutwater via de schutsluizen bij Veere en (niet te vergeten) neerslag, wordt het Veerse Meer belast met toxicanten. Over de omvang van deze belastingen is weinig of niets bekend. De gegevens die nodig zijn om deze belastingen te bepalen zijn zeer fragmentarisch en/of onvolledig. In het Veerse Meer zijn in het verleden routine-metingen verricht naar zware metalen, met een frequentie van enkele malen per jaar. Omdat de meetresultaten weinig variatie vertoonden is de frequentie teruggebracht naar één keer per jaar. Dat er de laatste jaren geen noemenswaardige veranderingen in de gemeten concentraties zijn opgetreden, is te zien in figuur 4.9. Tevens blijkt uit deze figuur duidelijk, dat er de laatste jaren weinig onderzoek naar deze verontreinigingen is verricht.





Figuur 4.9 Zware metalenconcentraties (totaalconcentraties (µg/l),) Cadmium, Koper, Lood, Kwik, en Zink meetpunt VM50. Periode 1980 t/m 1993.

In de MILBOWA (Milieukwaliteitsdoelstellingen BODem en WATER) zijn grens- en streefwaarden voor (zoet)water en de waterbodems vastgesteld. Voor zoute wateren zijn vooralsnog geen normen gedefinieerd. In tabel 4.1 zijn de grens- en streefwaarden voor zware metalen voor de zoete wateren vermeld [Lit. 4].

Tabel 4.1

Grens- en streefwaarden zware metalen zoete wateren plus de opgetreden totaal concentraties in het Veerse Meer in µg/l

Metaal	Totaal gehalte		Opgelost gehalte		Opgetr.vanaf 1988	
	grensw.	streefw.	grensw.	streefw.	max.	jaar
Cadmium	0.2	0.05	0.06	0.01	0.03	1988
Chroom	20	5	2	0.5	0.5	1988/90
Koper	3	3	1.3	1	4	1988/89
Kwik	0.03	0.02	0.005	0.003	0.01	1988/90
Zink	30	9	2	2	1	1988/92
Nikkel	10	9	7	7		
Lood	25	4	1.3	0.2		

**\* Cadmium**

Op enkele uitschieters na in 1982 zijn alle gemeten waarden lager dan de gestelde grenswaarde. De detectielimiet is in 1985 verlaagd van 0.1 naar 0.01 µg/l Cd; vanaf 1988 zijn alle waarden lager dan de streefwaarde.

**\* Chroom**

Eind 1983/begin 1984 zijn enkele hoge waarden gemeten, daarna liggen de gemeten waarden ruimschoots onder de grens- en ook onder de streefwaarde.

**\* Koper**

Voor in het begin van de tachtiger jaren zijn de concentraties beduidend hoger dan de gestelde grenswaarde, de meetresultaten van de laatste jaren geven een daling van de concentraties te zien tot



beneden de grenswaarde en na 1990 zelfs tot beneden de streefwaarde. Dit is met een zekerheid grenzende waarschijnlijkheid het gevolg van het saneren van de lozingen op het Kanaal door Walcheren.

\* Kwik

Op één waarneming na zijn alle bemonsteringsresultaten lager of gelijk aan de grenswaarde, na 1988 zijn alle waarden lager dan de streefwaarde.

\* Zink

Op één waarneming na (1985) zijn alle meetresultaten lager dan de streefwaarde.

#### 4.5.2 Organische microverontreinigingen

Over de belasting met de zeer schadelijke organische microverontreinigingen, zoals PCB's, PAK's en pesticiden is zo goed als niets bekend.

In 1986 is vier maal in het midden van het meer, op routinemeetpunt VM50 onderzoek gedaan naar de PCB's 28, 52, 101, 138, 153 en 180. Alle analyseresultaten daarvan waren kleiner dan de detectielimieten. Door het RIVO is in 1989 éénmalig onderzoek verricht naar PCB-gehalten in aal. De gevonden gehalten bleven ver onder de norm die geldt voor menselijke consumptie en waren veel lager dan bij aal uit de Westerschelde en zelfs nog lager dan bij aal uit het Grevelingenmeer. Viseters aan het eind van de voedselketen, die grote hoeveelheden vis consumeren, lopen ondanks de gevonden lage gehalten toch nog wel enig risico [Lit 1].

#### 4.5.3 PAK's

In 1982 is op dat zelfde meetpunt (VM50) gekeken naar PAK's, ook voor deze schadelijke stoffengroep waren de analyseresultaten niet anders dan voor de PCB's.

#### 4.5.4 Pesticiden en bestrijdingsmiddelen

Verder is nog onderzoek gedaan naar de stoffen Aldrin, Dieldrin en Endrin, dit is in 1982 en 1986 gedaan met een frequentie van vier maal per jaar; er zijn toen van deze stoffen geen sporen aangetroffen, want alle analyseresultaten waren gelijk aan 0 of kleiner dan de detectielimiet. Gezien bovenvermelde onderzoeksresultaten heeft men blijkbaar geconcludeerd dat, als er al sprake zou zijn van verontreiniging met deze stoffen, deze verontreiniging zo gering (en bijna niet meetbaar) is, dat nader onderzoek of bewaking middels het routinematig bemonsteren niet noodzakelijk wordt geacht.

Voor zover bekend is alleen in 1989 een beperkt onderzoek naar het voorkomen van landbouwbestrijdingsmiddelen verricht. Dit is gedaan nabij het sluizencomplex te Veere (invloed van het Kanaal door Walcheren) en bij het gemaal De Piet. Op geen van beide plaatsen werden landbouwbestrijdingsmiddelen aangetoond, wat natuurlijk nog niet wil zeggen dat deze geheel ontbreken.

Een andere schadelijke groep van microverontreinigingen zijn de organotinverbindingen. De verbinding tributyltin (TBT) is en wordt nog steeds toegepast in aangroeiwerende scheepsverven. In 1989 is een onderzoek uitgevoerd in de havens van Veere en Wolphaartsdijk, daarbij zijn waarden gemeten van 66 - 550 ng/l. Deze waarden liggen ruim boven de toxische waarden van mosselen en oesters (meer dan 100 ng/l); de purperslak is daar nog gevoeliger voor deze kan



maar 2 ng/l verdragen. Vanaf 1990 mogen, volgens een EEG-richtlijn, aangroeiwerende scheepsverven die TBT bevatten niet meer worden toegepast bij plezierboten kleiner 25 m.

#### 4.5.5 Waterbodem

In 1989 is door de directie Zeeland van de Rijkswaterstaat, een éénmalig onderzoek uitgevoerd naar de kwaliteit van de onderwaterbodem van het Veerse Meer en van een aantal daarin aanwezige (jacht)havens. Daartoe zijn op 25 plaatsen bodemmonsters genomen die zijn onderzocht op zware metalen, PAK's, PCB's en bestrijdingsmiddelen. Toetsing van de analyseresultaten aan de normering uit de Evaluatienota Water, aangevuld met MILBOWA toont aan dat de genomen bodemmonsters in het bekken de klasse 0, 1 of 2 bezitten; met andere woorden, geen van de genomen bodemmonsters overschrijdt de toetsingswaarde. Indien een bodemmonster in de klasse 2 valt, is dat vrijwel steeds te wijten aan een verhoogd PAK- en/of kopergehalte. Daarbij moet nog worden vermeld, dat deze klassificatie slechts een beperkt aantal bodemmonsters betreft en dat die afkomstig zijn uit de vaarweg en de stortlocaties en derhalve geen volledig beeld geven van de huidige situatie.

Als gevolg van lokale activiteiten is de bodem in de havens over het algemeen matig tot sterk verontreinigd; regelmatig wordt de toetsingswaarde (klasse 2) en incidenteel zelfs de signaleringswaarde (klasse 4) overschreden.

Zolang er echter niet wordt gebaggerd, wat ook niet dikwijls nodig is omdat er geen slibaanvoer is, vindt er nagenoeg geen verspreiding plaats van het verontreinigde bodemmateriaal.

In een drietal havens (Wolphaartsdijk, Oostwatering en Kortgene) is in het kader van het Saneringsprogramma waterbodems Rijkswateren een inleidend nader onderzoek uitgevoerd. Sanering bleek niet urgent en op basis van de onderzoeksresultaten zijn de lokaties op de zogenaamde 'lage-urgentielijst' geplaatst.



## 5. NATUUR

Met de functie natuur wordt over het algemeen op het land iets anders beoogd dan in het water. Op het land wordt meestal een ruimtelijk afbakenende functie bedoeld, bijvoorbeeld ter onderscheid van de functie landbouw of recreatie.

In het water, dus ook in het Veerse Meer, is natuur een integraal onderdeel van het watersysteem. De natuurfunctie wordt uitgedrukt in het geheel van samenhangende biologische, fysische en chemische processen.

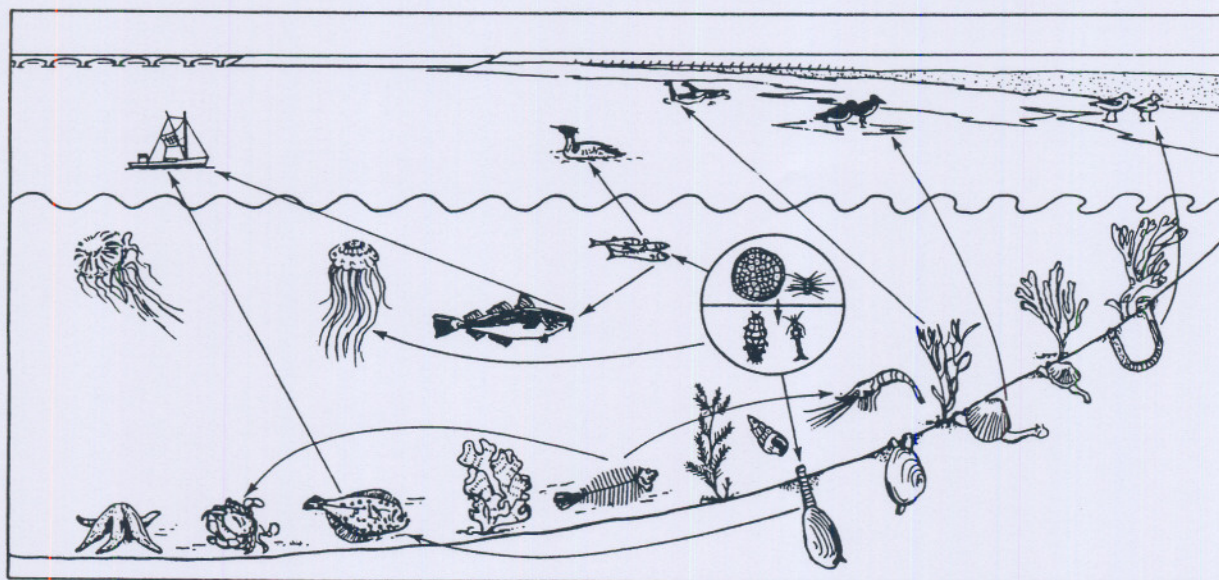
In het Veerse Meer zijn de sterk fluctuerende chloridegehalten, de jaarlijks terugkerende - en op sommige diepere delen permanente - stratificatie en de nutriëntenrijkdom in hoge mate bepalend voor het functioneren van het aquatisch ecosysteem. Het lage winterpeil is tevens van grote invloed, zomete bepalend, voor de ontwikkeling van de (voor)oevers.

In dit hoofdstuk wordt de functie natuur in termen van natuurwaarden en afzonderlijke aspecten van de natuur (plankton, wieren, bodemdieren, vissen, vogels en vegetatie) toegelicht.

### 5.1 De voedselketen

Het fytoplankton vormt, samen met de bodemalgen, de basis van de voedselketen. Onder invloed van omgevingsfactoren zoals licht, koolzuur en nutriënten wordt, via de fotosynthese, in de cellen organisch materiaal en zuurstof gevormd.

Algen dienen als voedsel voor zoöplankton, dat op zijn beurt weer dient als voedsel voor vissen. Vogels daarentegen kunnen zowel vis- als plantenetend zijn. Bacteriële afbraak van dood organisch materiaal zorgt voor recycling van nutriënten van organische- naar anorganische vorm. Als gevolg van dit proces kan, een nutriënt meerdere malen per groeiseizoen in het voedselweb worden gebruikt.



Figuur 5.1 Schematische voorstelling van de voedselketen.



### 5.1.1 Fytoplankton

In vergelijking met bijvoorbeeld de Oosterschelde is het Veerse Meer wat het aantal soorten fytoplankton betreft soortenarmer, maar wel individuenrijk. De combinatie van sterke schommelingen in het zoutgehalte en de hoge nutriëntenconcentraties maakt het milieu voor veel mariene en zoete soorten ongeschikt. Ook het ontbreken van turbulentie is een factor die in grote mate de soortensamenstelling bepaalt. Hiermee is het (relatief) lage aantal soorten (in de periode 1990-1993 gaat het dan wel om ca. 60-100 soorten!) verklaard.

De oudste fytoplanktongegevens van het Veerse Meer stammen uit de periode 1961 t/m 1972 [Lit. 5]. Karakteristieke voorjaarssoorten in het Veerse Meer waren vooral *Rhodomonas sp.* en andere kleine flagellaten, de ciliaat *Mesodinium rubrum* (met een alg als symbiont) en de diatomeeënsoorten *Skeletonema costatum*, *Nitzschia closterium* en *Detonula confervacea*. *Rhodomonas sp.* en andere kleine flagellaten, maar ook *Skeletonema costatum* kwamen het gehele jaar veel in het plankton voor. 's Zomers komen kleine dinoflagellaten, *Coscinodiscus ssp.* en *Chaetoceros ssp.* veelvuldig voor.

Vanaf 1990 worden er in het biomonitoring programma op 1 lokatie (VM50) in het Veerse Meer fytoplankton monsters genomen. In de periode april t/m september wordt tweewekelijks bemonsterd en gedurende de rest van het jaar maandelijks. De monsters worden altijd iets onder de oppervlakte genomen; bij stratificatie ook in de spronglaag en een paar meter boven de bodem. De monsternamen worden verzorgd door de meetdienst Zeeland. De resultaten van 1990 t/m 1993 zijn inmiddels gerapporteerd [Lit. 6,7,8 en 9].

De fytoplankton ontwikkeling begint in sommige jaren al in februari met kleine flagellaten. Gedurende het gehele jaar komen veel kleine flagellaten en dinoflagellaten voor. Belangrijke soorten in het voorjaar zijn kleine flagellaten, de ciliaat *Mesodinium rubrum*, de diatomeeën *Detonula confervacea*, *Skeletonema costatum*, *Nitzschia closterium*, *Thalassiosira rotula* en de dinoflagellaten *Gymnodinium ssp.* en *Heterocapsa triquetra*. Gedurende de zomer zijn er bloeien van kleine flagellaten en van de diatomeeën *Cerataulina bergonii*, *Chaetoceros ssp.* Karakteristieke zomersoorten zijn verder de diatomeeën *Coscinodiscus spp.*, *Chaetoceros ssp.*, *Ditylum brightwellii*, *Cerataulina bergonii*, en *Nitzschia seriata*, de dinoflagellaten *Katodinium rotundatum*, *Heterocapsa triquetra*, *Prorocentrum ssp.* en *Scripsiella trochiodea*. Tijdens stratificatie bevatten de oppervlakte monsters steeds het grootste aantal fytoplankton cellen. In het najaar zijn er veel diatomeeën zoals centrale diatomeeën < 30 µm, *Cerataulina bergonii* en *Chaetoceros ssp.* In het late najaar kunnen de ciliaat *Mesodinium rubrum* en de dinoflagellaat *Gymnodinium splendens* nog in hoge aantallen voorkomen.

In grote lijnen worden nu nog steeds dezelfde soorten fytoplankton aangetroffen als in de zestiger jaren; wel worden er in het huidige biomonitoring programma meer soorten herkend als vroeger. Ook de jaarlijkse successie in het fytoplankton is niet wezenlijk veranderd, al zijn er in de periode 1990 t/m 1993 wel verschillen tussen de jaren onderling, maar dat was in de zestiger jaren ook al zo.



### 5.1.2 Primaire produktie

De primaire produktie van het fytoplankton in het Veerse Meer werd voor het eerst gemeten in de periode 1969 t/m 1971; de jaarproduktie bedroeg 250-360 g C m<sup>2</sup>, daarvan vond het grootste deel plaats tijdens het vroege voorjaar [Lit. 10]. In 1980, 1982 en 1983 (januari t/m juli) werd de primaire produktie op een drietal lokaties gemeten; de jaarproduktie in de jaren 1980 en 1982 varieerde tussen 229 en 377 g C m<sup>2</sup> terwijl 65 a 80 % daarvan werd gerealiseerd in de periode maart t/m juli [Lit. 11]. De hoogste jaarproduktie werd gemeten in het oostelijk deel; in het midden en westelijk deel lag de primaire produktie op een duidelijk lager niveau.

Deze verschillen kunnen voor een deel worden toegeschreven aan de geringere mengdiepte in het oosten, maar ook de daar aanwezige kleinere biomassa suspensie-etende bodemdieren is een belangrijke factor, met als gevolg een verminderde graasdruk op het fytoplankton in dit deel van het Veerse Meer.

Uit modelberekeningen (1989) volgt dat van de fytoplankton produktie in het Veerse Meer ca. 45% door suspensie-etende bodemdieren en ca. 10% door zoöplankton wordt weggegraasd; door deze bodemdieren wordt in het westelijk deel ca. 60% van de fytoplankton produktie weggegraasd, in het midden ca. 35% en in het oostelijk deel ca. 15%.

Na 1983 werd geen primaire produktie meer gemeten in het Veerse Meer. Omdat het beheer in al die jaren steeds hetzelfde is gebleven is het redelijk te veronderstellen dat de jaarproduktie nog steeds vergelijkbaar zal zijn met de eerder gemeten waarden.

### 5.1.3 Zoöplankton

Het laatste jaar waarin zoöplankton onderzoek in het Veerse Meer werd uitgevoerd is 1987 [Lit. 12]. Oudere gegevens over zoöplankton in het Veerse Meer stammen uit de jaren 1965, 1966 en 1974.

Bij het onderzoek in 1987 werden 14 zoöplanktongroepen aangetroffen. De 6 belangrijkste groepen, zowel in aantal als in biomassa, zijn raderdieren (*Rotifera*), larven van bodembewonende wormen (*Polydora*), planktonkreeftjes (*Copepoda*), zeepoklarven (*Cirripedia*), larven van tweekleppige schelpdieren (*Bivalvia*) en larven van slakken (*Gastropoda*).

Van de kleinste dieren domineren vooral de raderdieren in het voorjaar (februari t/m april). De larven van de worm *Polydora* blijken in het Veerse Meer sterk tolerant te zijn voor verlaagde zuurstofgehalten; in zuurstofarme waterlagen werden ze in hogere aantallen aangetroffen en kunnen hiervoor als indicator worden beschouwd. Van de copepoden is *Eurytemora affinis* van belang in het voorjaar. De copepode *Acartia tonsa* domineert in de zomer en deze soort is tevens de belangrijkste copepode in het Veerse Meer. Aan de onderkant van de spronglaag werden minder copepoden aangetroffen dan in de zuurstofrijke oppervlaktelaag.

De in 1987 aangetroffen aantallen en biomassa van de kleinste zoöplanktoneters (raderdieren) en de minder beweeglijke soorten (larvenstadia van wormen, zeepokken en schelpdieren) komen overeen met die uit vroegere jaren. Van de belangrijke copepode *Acartia tonsa* echter waren de aantallen en biomassa in 1974 2 tot 5 maal zo hoog als

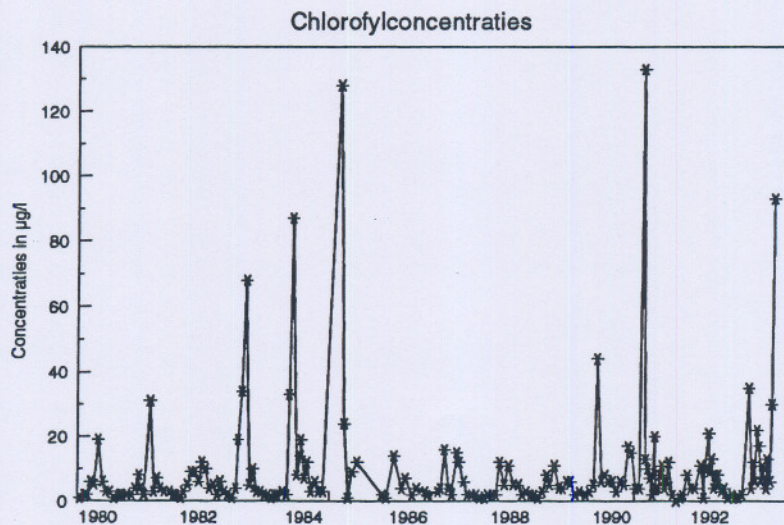


in 1987. Als oorzaak van de lagere aantallen en biomassa in 1987 wordt gedacht aan natuurlijke variatie en verschillen in gebruikte bemonsteringsmethodiek; in 1987 is een pomp gebruikt met een laag debiet, waardoor een deel van de grote, snelle zwemmers als copepoden, zeker in een stagnante omgeving, vrij waarschijnlijk ontsnapt zijn.

Na 1987 is er in het Veerse Meer geen zoöplankton onderzoek meer gedaan. Er zijn geen redenen om te veronderstellen dat de situatie m.b.t. zoöplankton erg veranderd zou zijn.

#### 5.1.4 Chlorofyl

Chlorofyl-a gehalten zijn de resultante van primaire productie enerzijds en verliezen als gevolg van afsterven en consumptie anderzijds. Door bacteriële afbraak neemt de zuurstofvraag toe, met als gevolg de kans op zuurstofarmoede of zuurstofloosheid met name in en nabij de bodem. Dit leidt op zijn beurt weer tot een toenemende kans op een fundamenteel verarmde levensgemeenschap. Kenmerkende symptomen daarvan zijn de in het voorjaar optredende hoge chlorofylconcentraties en de daarmee gepaard gaande (tijdelijke) vertroebeling in het meer en het massaal voorkomen van Zeesla (*Ulva lactuca*). Het zomergemiddelde chlorofyl-a gehalte is met meer dan 20  $\mu\text{g/l}$  relatief hoog te noemen voor een brak-watermeer. In figuur 5.2 wordt het verloop in de tijd van het chlorofyl-a gehalte weergegeven. Dit gehalte is een graadmeter voor de algenbiomassa, de hoge voorjaarsconcentraties zijn daarin goed te onderscheiden.



Figuur 5.2 Chlorofyl-a concentraties ( $\mu\text{g/l}$ ) aan de oppervlakte meetpunt VM50. Periode 1980 t/m 1993.

Tijdens het voorjaar worden zeer hoge chlorofyl-a concentraties van meer dan 100  $\mu\text{g/l}$  soms zelfs 200  $\mu\text{g/l}$  bereikt. De hoogste gehalten worden daarbij waargenomen in het oostelijk deel van het meer. De verschillen in de chlorofyl-a gehalten tussen het oostelijk en het westelijk deel van het meer worden grotendeels veroorzaakt door de verschillen in graasdruk. Dit heeft weer tot gevolg, dat het midden en oostelijk deel gaan lijden aan een zuurstofgebrek.



In tabel 5.1 wordt een overzicht gegeven van de jaarmediaan van de chlorofyl-a concentraties alsmede het winterminimum en het zomermaximum. De waarden zijn afkomstig van de drie routine-bemonsteringspunten in het Veerse Meer: VM20, VM50 en VM80. Het betreft in dit geval uitsluitend de waarden van de oppervlakte bemonsteringen, omdat van de diepere delen niet voldoende analyseresultaten beschikbaar zijn; desondanks geeft dit toch een indicatie van de situatie.

Tabel 5.1

Chlorofyl-a concentratie Veerse Meer  
(oppervlakte) Periode 1980 t./m 1993.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
jaarmediaan	3	4	4	4	5	12	4	5	3	4	6	5	4	13
wintermin	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zomermax	40	48	32	94	59	38	14	20	19	11	11	20	21	38
aantal	39	39	42	42	39	15	26	26	36	34	39	43	42	39

## 5.2 Wieren en bodemalgen

Er is een grote soortenrijkdom van microfyto bentos (bodemalgen). Voor een belangrijk deel hangt dit samen met de aanwezigheid van een relatief groot oppervlak ondiep gelegen bodem. Microfyto bentos is zeer geschikt als voedsel voor diverse soorten bodemdieren. De bruinwieren zijn, als gevolg van de afsluiting van het Veerse Meer van de zoute getijdewateren, verdwenen. Door het toenemen van de concentraties aan voedingsstoffen in het Veerse Meer, is het groenwier *Ulva lactuca* (Zeesla) (meer) dominant geworden.

Op een beperkt aantal plaatsen komt *Sargassum muticum* (Japans bessewier) voor; ook wordt op enkele plaatsen *Zostera marina* (groot zee gras) aangetroffen.

Er zijn in de loop der jaren enkele onderzoeken verricht naar het voorkomen van macrofyten in het Veerse Meer; het eerste onderzoek vond plaats in 1987 [Lit. 13], de resultaten daarvan zijn ondermeer verwerkt in de onderbouwende nota [Lit. 14] voor de Beleidsanalyse voor het Veerse Meer [Lit. 1]. In 1989 is er weer een onderzoek opgezet [Lit. 15] en in 1992 is een afstudeerverslag [Lit. 16] aan de groei en produktie van *Ulva* in het Veerse Meer gewijd waarvoor ook een bemonstering werd verricht. Op dit moment (1994) wordt er weer een onderzoek naar het voorkomen en de biomassa van de macrofyten verricht; dit onderzoek is vrij groot opgezet en zal ongeveer een jaar duren, de resultaten daarvan worden in de loop van 1995 verwacht. De voornaamste resultaten van de onderzoeken van Hannewijk 1987, [Lit. 13]; Apon 1989, [Lit. 15] en Malta 1992, [Lit. 16] zijn samengevat in tabel 5.2.



Tabel 5.2  
Verdeling van  
biomassahoeveelheden van de  
macrofytengroepen.

Macrofytengroep	Nat gew. (ton)			Droog gew. (ton)			Asvr. Dr. gew. (ton)		
	1987	1989	1992	1987	1989	1992	1987	1989	1992
Ulva spp.	3590	1979		750	460		615	376	458
Chaetomorpha	174	23		36	3		30	1	
Roodwieren	227	20		48	3		39	3	
Rest	56	9		12	2		10	1	
Totaal	4047	2031		846	468		694	381	

De resultaten van de verschillende onderzoeken laten zien, dat er vrij grote verschillen zijn tussen de verschillende jaren. Hierbij moet echter wel worden bedacht, dat de biomassa hoeveelheden zijn berekend uit een relatief klein aantal monsters, waarbij schattingen zijn gedaan van de bedekkingsklasse en de oppervlakten waarop deze bedekkingsklassen voorkwamen. Wanneer we de hoeveelheden asvrijdrooggewicht bezien is er vanaf 1987 een duidelijke vermindering ( $\pm 25\%$ ) opgetreden. Een aantal jaren zijn er pogingen gedaan om, vooral ten behoeve van de recreatie, de Ulva te bestrijden. Dit werd gedaan op twee manieren, de zogenaamde droge- en natte methode. Bij de droge methode werd(en) tijdens de wintermaanden drooggevallen gebied(en) bewerkt met een soort eg om de nog aanwezige wieren te verwijderen; dit had als nadeel, dat ook de bodemdieren werden "omgeploegd". Bij de natte methode werd in de zomermaanden de Ulva afgemaaid en met een speciaal vaartuig in de geul geschoven; dit bleek echter, gezien de groeisnelheid in die periode, dweilen met de kraan open. Medio 1989/1990 heeft men de bestrijding van de Ulva in het Veerse Meer gestaakt. Staatsbosbeheer heeft niet de indruk dat dit van invloed is geweest op de totale hoeveelheden in de afgelopen jaren.

### 5.3 Vegetatie

De vegetatie langs de oevers en binnen het Veerse Meer gebied is grofweg van tweeërlei aard. De vegetatie kan worden onderverdeeld in die met een natuurlijk karakter en in die met een gecultiveerd karakter.

Tot deze laatste categorie behoren de lig- en speelweiden die ten behoeve van de recreatie zijn aangelegd. Dit soort vegetatie blijft in deze nota buiten beschouwing, evenals de aangelegde bossen in de recreatiegebieden.

Bepalend voor de vegetatiekundige waarden op het land en langs de oevers is de aanwezigheid van een vrij hoog chloridegehalte in het grondwater. In relatie tot de beschikbare hoeveelheid grondwater zijn duidelijk gradiënten van nat naar droog te onderscheiden; waarbij in het algemeen de vochtigste plaatsen als het meest waardevol zijn aan te merken.

In het Veerse Meer gebied gaat het in totaal om 460 ha verdeeld over een zestiental gebieden. Deze gebieden zijn over het algemeen aangewezen als beschermd natuurgebied of het beheer en onderhoud is voornamelijk op de natuurwaarde gericht. De zogenaamde dubbelfunctie (natuur- en recreatiegebied) belemmert met name de ontwikkeling van de op die plaatsen aanwezige fauna. Het tot nog toe



ontbreken van duidelijke doelstellingskeuzen heeft tot gevolg dat de natuurfunctie in die gebieden meestal ondergeschikt is aan de recreatieve functie

De huidige peilwisselingen tussen zomer- en winterpeil zijn tegenstrijdig aan de natuurlijke situatie. In een niet gereguleerd systeem zijn immers de grondwaterstanden, als gevolg van neerslagoverschotten, in de wintermaanden beduidend hoger dan tijdens de zomermaanden. Als gevolg van de peilverlaging van het meer in de winter is dat in het Veerse Meer gebied net andersom. Een direct gevolg van deze bijzondere situatie, is een tijdens de wintermaanden droogvallende onbegroeide zone en het op de meeste plaatsen ontbreken van een goed ontwikkelde oevervegetatie. Ook de verruiging langs de oevers is een direct gevolg hiervan.

Als gevolg van het grofzandige profiel van de bodem op sommige plaatsen en de lage waterstand in het meer tijdens de wintermaanden, stromen de neerslagoverschotten voornamelijk ondergronds weg (wegzijging).

Door die wegzijging is het zout uitgespoeld en heeft zich over het algemeen een zoetwaterbel gevormd. Die zoetwaterbel kan zich op sommige plaatsen vrij diep doorzetten (Aardbeieneiland tot een diepte van  $\pm 6$  m. en midden op de Haringvreter tot een diepte van  $\pm 12$  m. onder het maaiveld). Daardoor is de zilte invloed van het meer voornamelijk beperkt tot de oeverstroken als gevolg van spatwater en/of overspoeling.

Door van der Salm [Lit. 17] is in 1989 een gedetailleerde beschrijving van de huidige vegetatie per gebied gegeven. Het ruimtelijke patroon van de vegetatie is door middel van zogenaamde ecotootypen te karakteriseren. In het Veerse Meer gebied zijn pionier-vegetaties zoals min of meer zoute graslanden, ruigten, struwelen en bossen te onderscheiden; waarbij alle typen nog kunnen worden onderscheiden naar verschillende klassen van vochtigheid en voedselrijkdom.

Voor de beschrijving van de ecotootypen is verder het successiestadium, de structuur en de kwaliteit (van fragmentair tot rijk ontwikkeld) van belang. Door de diverse beheersvormen (beweiden, maaien, niets doen) wordt de variatie in vegetatietypen nog versterkt. Hogere water- en moerasplanten ontbreken als gevolg van het brakke water en het onnatuurlijke peilregime grotendeels.

Het meest belangrijk zijn de (al dan niet brakke of zilte) natte en vochtige graslandvegetaties en de natte, voedselarme dwergstruelen. Deze zijn zowel in landelijk als in West-Europees verband gezien zeldzaam en daardoor waardevol. Het vermelden waard zijn de diverse orchideeënsoorten, maar ook een zeer zeldzame soort, voorkomend op droge schrale graslanden, als het Duits viltkruid. Als gevolg van te hoge chloridegehalten komt in het water langs de niet begraaide oevers slechts een soortenarme vegetatie voor, voornamelijk gedomineerd door riet en zeebies. Deze soorten zijn ook afhankelijk van zoet grondwater, maar zij kunnen met hun lange wortelstokken tot vrij ver in de bodem en daarmee in de zoetwaterbel doordringen.

Een uniek deelgebied in het Veerse Meer is het Aardbeieneiland; het eiland is bedekt met wilgenstruweel en wilgenbos. De ontwikkeling hiervan heeft ongestoord en op natuurlijke wijze plaats gevonden.

Incidenteel zijn er in de afgelopen periode enkele kleine wijzigingen in het beheer doorgevoerd.

Op de Haringvreter wordt voor de graslandstrook rondom het eiland een meer natuurlijk beheer toegepast; er wordt niet meer bemest, er



worden geen chemische bestrijdingsmiddelen meer toegepast en er wordt met minder dieren per ha beweid. Het resultaat van deze maatregelen is reeds zichtbaar in de vegetatie, zo komen er nu ook o.a. orchideeën voor.

Sinds medio 1986 is het maaibeheer van de recreatieterreinen bij de Piet en de Oranjeplaat aangepast. Daar wordt wel kunstmest toegepast en de terreinen worden diverse malen per jaar gemaaid, waarbij het gras de andere dag wordt weggehaald om als kuilgras te dienen. Het resultaat hiervan is een soortenarmere vegetatie dan voorheen.

Op de lagere termijn (15 tot 20 jaar) zullen naar verwachting de vegetatie-waarden van het Veerse Meergebied toenemen; momenteel vindt er op een aantal plaatsen een ontwikkeling plaats naar een hogere kwaliteitsklasse of naar een meer waardevol ecotootype [Lit. 1].

#### 5.4 Bodemdieren

Door de afsluiting van het Veerse Gat van de zoute getijdewateren, is het aantal bodemdieren indertijd sterk afgenomen. Zo waren er vlak voor de afsluiting bijna 70 soorten, na de afsluiting is dat aantal sterk gedaald tot  $\pm 20$  soorten; daarna is dat aantal weer langzamerhand gestegen tot  $\pm 45$  soorten in het voorjaar van 1993. De soortensamenstelling is na de afsluiting (1961) wel veranderd, maar de dominante soorten zijn nagenoeg dezelfde gebleven. Tijdens perioden met een wat hoger chloridegehalte verschijnen er ook andere soorten, die echter weer snel verdwijnen wanneer het chloridegehalte weer wat lager wordt en onder de voor deze dieren kritische grens komt te liggen. De opkomst van uitgebreide wierevelden had een heel spectrum aan kleine kreeftachtigen tot gevolg, dit duidt op het belang van deze wierevelden als habitat.

Kenmerkend voor het brakke karakter van het Veerse Meer zijn twee soorten bodemdieren: de brakwaterkokkel *Cerastoderma glaucum* en het borstelwormpje *Alkmaria romijni*. Filtreerders zoals mossel, brakwaterkokkel en strandgaper zijn dominante soorten. In de ondiepe zone, waar veel Zeesla aanwezig is, komt de hoogste biomassa depositfeeders zoals wadpier en diverse soorten wormen voor; ook worden daar verreweg de meeste grazers (slakken en kreeftachtigen) aangetroffen.

Zowel op de harde substraten zoals dijkvloeiingen als op de zandige en slijke bodems is de bodemdiersamenstelling in het Veerse Meer relatief soortenarm. De belangrijkste oorzaak hiervan is het wisselende en in het algemeen te lage chloridegehalte voor deze dieren.

Ook zijn er vrij grote verschillen over de lengte van het meer, wat een gevolg is van eutrofiëring en/of stratificatie.

Mosselbanken en de daarbij behorende levensgemeenschappen komen voornamelijk in het westelijk deel van het meer voor. Het nagenoeg ontbreken van mosselbanken, in het midden en het oostelijk deel van het meer, is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan de daar heersende zuurstofloosheid in de diepere delen en de grote organische stofbelasting van de bodem. De slijke geulen zijn regelmatig tot permanent anaëroob, waardoor zowel de biomassa als de soortenrijkdom van de bodemiergemeenschap hier dan ook uiterst laag zijn. In de zone tussen NAP en NAP-0.70 m. verdwijnt iedere winter een groot deel van de aanwezige soorten en de biomassa van de bodemdieren als gevolg van predatie, uitdroging en vorst. Ieder voorjaar moet deze zone weer opnieuw worden gekoloniseerd; alleen diep



wegkruipende soorten als o.a. de zeeduizendpoot zijn in staat om vorst en plaatselijke droogstand te overleven.

#### 5.4.1 Levensgemeenschappen op sublitorale- en harde substraten

In het voorjaar van 1989, 1990 en 1991 is op de twee vaste bemonsteringsplaatsen, Annapolder en Vrouwenpolder, een biomonitoring uitgevoerd. Bij de Annapolder werden in 1990 geen alikruiken waargenomen, in 1991 was deze soort weer wel aanwezig. Het biomonitoringsonderzoek is verricht in bovenvermelde jaren met een frequentie van één maal per jaar. De gegevens die daarbij zijn verzameld, zijn niet voldoende om hieruit trends of ontwikkelingen aan te geven, al geven zij wel aan dat er vermoedelijk geen noemenswaardige veranderingen hebben plaatsgevonden [Lit. 18].

#### 5.4.2 Macrozoöbenthos

In het kader van het project BIOMON zijn in de periode 1987 - 1993 jaarlijks, met uitzondering van 1989, bemonsteringen verricht om inzicht te verkrijgen in de ontwikkeling van de bodemdierfauna in het oostelijk-, midden- en westelijk deel van het Veerse Meer. De bemonstering vond daarbij plaats op drie diepte-strata. De bevindingen van het najaar 1987 en voorjaar 1988 zijn uitgewerkt in resp. [Lit. 19 en 20].

De onderzoeken in die jaren zijn verricht door de Rijksuniversiteit Gent. Tijdens de periode 1990 t/m 1993 zijn door het RIKZ een aantal bemonsteringen verricht, de resultaten daarvan zijn vastgelegd in [Lit. 21].

In dit werkdocument worden de resultaten van de bemonsteringen van de periode 1990 t/m 1993 vergeleken met die van 1987 en 1988.

Vergelijking van de resultaten is moeilijk, omdat de bemonsteringsmethode van beide perioden verschillend was. De Rijksuniversiteit Gent maakte gebruik van een van-Veenhapper, terwijl voor de RIKZ-bemonstering gebruik werd gemaakt van een Reineck-boxcorer en een flushing-sampler. Ondanks deze handicap komt men tot de volgende conclusies:

- \* de dichtheden en biomassa's vertonen van jaar tot jaar, maar ook van locatie tot locatie grote variaties.
- \* een meerjarige trend lijkt niet aanwezig te zijn.
- \* in het ondiep- en midden-stratum blijkt de laatste jaren een zekere stabiliteit te heersen tussen de taxonomische- en functionele groepen.
- \* in het diep-stratum (dieper dan NAP -8 m.) is de situatie verre van stabiel.

Voorzichtige conclusie is dat, ondanks grote seizoensinvloeden en jaarlijkse schommelingen, tot NAP -8 m. de laatste jaren de situatie betrekkelijk stabiel is gebleven. Dieper dan NAP -8 m. heerst een onstabiele situatie en met name in het oostelijk deel van het meer is het er de laatste jaren niet beter op geworden.

#### 5.5 Vissen

Voor de afsluiting van het Veerse Gat, dus voor de vorming van het Veerse Meer, waren naar alle waarschijnlijkheid alle mariene soorten en trekvisen in het Veerse Gat aanwezig. Daarbij waren schol, dikkopje en sprot de dominante soorten.

Na de afsluiting zijn als gevolg van het dalende chloridegehalte en door de eutrofiëring vele soorten verdwenen en zijn enkele soorten sterk



gaan domineren. Het aantal soorten is in de loop der jaren gedaald van  $\pm 35$  naar 18. Naast aal zijn de nu meest voorkomende soorten de driedoornige stekelbaars, zwarte- en brakwatergrondel, dikkopje, koornaarvis en haring.

Sinds 1989 is aan het beheer van het Veerse Meer niets veranderd, daarom mag dan ook redelijkerwijs worden aangenomen dat in het aantal vissoorten in deze periode geen verandering is gekomen. Ook van de zijde van de sportvissers zijn er geen signalen geweest die daar op zouden duiden.

Wel zijn de laatste jaren volgens de beroepsvissers de aalvangst drastisch teruggelopen; over de omvang van deze verminderde vangsten zijn echter geen gegevens (aantallen, kilogrammen etc.) beschikbaar gesteld. Eenzelfde verschijnsel doet zich echter ook voor in o.a. het Grevelingenmeer en ander wateren. De oorzaak hiervan is niet bekend, maar algemeen wordt aangenomen dat die moet worden gezocht in de teruggang van de hoeveelheden glasaal in de voorgaande jaren in het gehele Deltagebied.

## 5.6 Vogels

Met het verdwijnen van het getij in 1961, is er voor de vogels veel veranderd. Voor die tijd was het een belangrijk gebied voor steltlopers. Met het verdwijnen van het getij verdween een groot deel van de aanwezige steltlopers en werd het gebied bevolkt door benthivore eenden, bodemdieretende-, visetende- en plantetende vogels. De bodemdieretende- en visetende vogels bereikten in het midden en het eind van de jaren 70 de grootste aantallen. Daarna zijn hun aantallen gestabiliseerd op een iets lager niveau. De plantetende vogels zijn in dezelfde of zelfs nog iets hogere aantallen aanwezig gebleven. De huidige populatie bestaat uit ongeveer 65 soorten exclusief meeuwen en sterns.

In de nazomer nemen de aantallen sterk toe; de piek wordt bereikt in december, dan zijn er ca. 50.000 vogels aanwezig. Daarna nemen de aantallen geleidelijk weer af tot minimale aantallen in de zomer. Slechts elf soorten bepalen 97.5% van het totaal; daarbij zijn Meerkoet (*Falica atra*), Wilde eend (*Anas platyrhynchos*) en Smient (*Anas penelope*) goed voor resp. 40, 18 en 13%.

Internationaal gezien is het Veerse Meer van grote betekenis. De zogenaamde 1%-norm, vastgesteld naar aanleiding van de Ramsar Conventie, wordt door 5 soorten overwinteraars bijna 7 maal overschreden [Lit. 22]. Dit lijkt een achteruitgang ten opzichte van 1989 toen deze norm 11.5 maal werd overschreden. Hierbij moet wel worden bedacht, dat de vogeltellingen de laatste jaren steeds frequenter en nauwkeuriger worden verricht. Als gevolg daarvan stijgen de aantallen getelde vogels en daarmee ook de aantallen die nodig zijn om de 1%-norm te behalen. De relatieve achteruitgang ten opzichte van 1989 is dan ook geheel toe te schrijven aan het veranderen van de 1%-norm. De overwinterende soorten die de 1%-norm in de periode 1987 t/m 1991 overschreden zijn:

Brandgans (1.8), Meerkoet (1.5), Middelste Zaagbek (1.4), Smient (1.1) en Kleine Zwaan (1.0).

Daarnaast werd toen de 1%-norm bijna gehaald door soorten als: Kluut, Rotgans, Aalscholver, Wilde Eend, Pijlstaart, Slobeend, Brilduiker, Zilverplevier en Zwarte Ruiters.

Voor de Aalscholver en de Zwarte Ruiters fungeert het Veerse Meer bovendien nog als broedgebied van internationale betekenis.

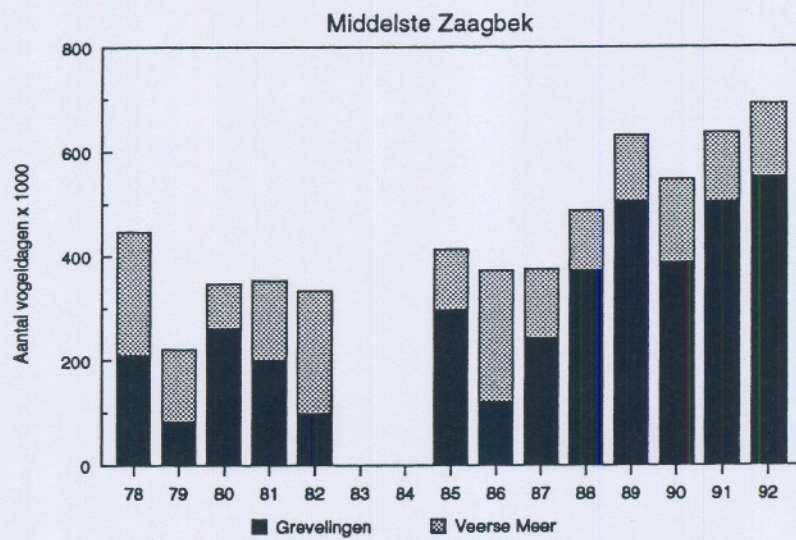


Door een combinatie van helder water en een groot, zij het wat eenzijdig, aanbod aan prooivissen is het Veerse Meer voor visetende vogels, de piscivoren, een zeer aantrekkelijk fourageergebied. De belangrijkste soorten daarvan zijn:

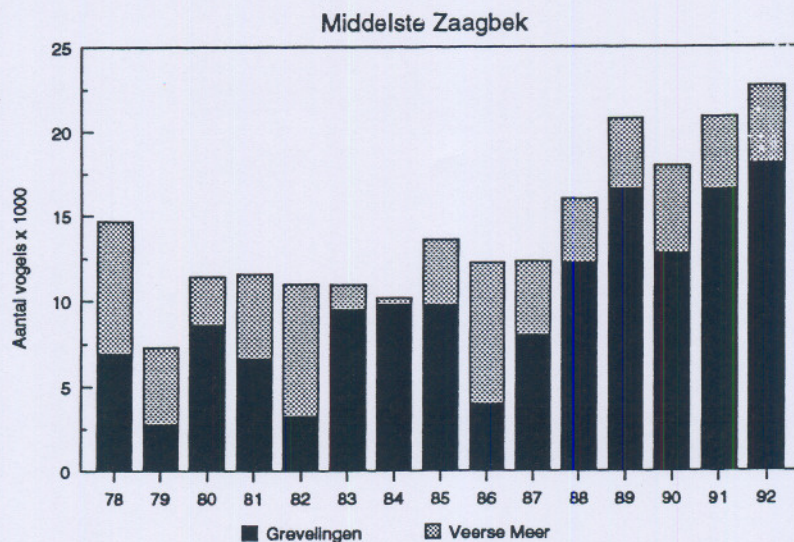
Dodaars, Fuut, Aalscholver en Middelste Zaagbek.

Met gemiddeld 385 exemplaren is het Veerse Meer het belangrijkste overwinteringsgebied in het Deltagebied voor de Dodaars.

Tussen het aantal Middelste Zaagbekken in het Grevelingenmeer en in het Veerse Meer lijkt een relatie te bestaan; de totale aantallen zijn in de te beschouwen periode iets toegenomen, maar de verdeling over de beide wateren kan jaarlijks aanzienlijk verschillen. Zie figuur 5.3 (aantal vogeldagen) en figuur 5.4 (aantal vogels) van de Middelste Zaagbek.



Figuur 5.3 Aantal vogeldagen x 10<sup>3</sup> (Middelste Zaagbek). Periode 1980 t/m 1992.



Figuur 5.4 Aantal vogels x 10<sup>3</sup> (Middelste Zaagbek). Periode 1980 t/m 1992.



Ook als broedgebied is het Veerse Meer gebied van groot belang; voor de afsluiting nestelden  $\pm$  17 soorten in het gebied; in 1979 zijn 69 soorten geteld.

Voor de Kluut is het gebied van internationaal belang, tussen 1979 en 1987 varieerde het aantal koppels tussen 70 en 136.

De belangrijkste consumenten van zoöbenthos zijn de benthivore watervogels zoals Bergeend, Brilduiker en Kuifeend. Deze laatste, de Kuifeenden, foerageren in de nacht op het Veerse Meer en verblijven overdag in de zoete krekken bij Veere en op de Westerschenge.

Het voorkomen van de herbivore watervogels in het Veerse Meer hangt nauw samen met de aanwezigheid van Zeesla (*Ulva lactuca*). De biomassa van Zeesla is sinds 1987 afgenomen (zie tabel 5.2). De aantallen van de belangrijkste consument hiervan, de Meerkoet, zijn op een onverklaarbare uitschieter in het seizoen 1989 na stabiel; zodat mag worden verondersteld dat er ondanks die afname nog steeds voldoende voedsel aanwezig is. Verdere belangrijke consumenten van Zeesla zijn: Knobbelzwaan, Smient en Wilde Eend. Ook de aantallen van deze watervogels zijn in de periode 1988 t/m 1993 redelijk stabiel gebleven. Al deze herbivore vogelsoorten bereiken hun hoogste aantallen in het najaar of in het begin van de winter en nemen, parallel aan de afname van de beschikbare hoeveelheden Zeesla, in de loop van de winter in aantal af.

De overgebleven steltlopers maken op verschillende wijze gebruik van het Veerse Meer. Na de peilverlaging in het najaar profiteren veel steltlopers van de dan vrijgekomen slikken. Daarnaast zijn de Middelpaten en Kwistenburg belangrijke hoogwatervluchtplaatsen (hvp's).

Op deze hoogwatervluchtplaatsen verblijven grote aantallen steltlopers uit het Oosterscheldegebied in afwachting van het volgende laagwater. De laatste jaren worden deze hvp's door een toenemend aantal Scholeksters, Zilverplevieren, Bonte Strandlopers en Kanoetstrandlopers als aanvullend fourageergebied gebruikt. Een deel van deze vogels keert zelfs bij laagwater niet meer terug naar de foerageergebieden in de Oosterschelde, maar blijft foerageren in het Veerse Meer. Dit is enerzijds een aanwijzing dat er in het Veerse Meer gebied voldoende voedsel aanwezig is en anderzijds geeft dit aan, dat de maximale draagkracht van de Oosterschelde voor steltlopers is bereikt.

Gegevens over aantallen en soorten die niet meer terug keren naar de Oosterschelde zijn (nog) niet beschikbaar. Wanneer er aanwijzingen zijn dat deze verschuivingen op wat grotere schaal plaats vinden, verdient het zeker aanbeveling om daar nader onderzoek naar te doen.



## 6. Recreatie

---

Het Veerse Meergebied is, voor wat de recreatie betreft, in de loop der jaren van grote betekenis geworden. De voor de landbouw minder geschikte gronden zijn, op basis van het uit 1967 daterende Bagger- en Eilandenplan, ingericht voor de recreatie. De vaargeul werd verbeterd en met de daarbij vrijkomende specie werden eilanden aangelegd en tevens werd het vaargebied voor de recreanten middels een bleesbebakening op NAP-1.50 m. gemarkeerd.

Er wordt een zonering nagestreefd in recreatie- en stiltegebieden (deze laatste worden als natuurgebieden geëxploiteerd).

Op en rond het meer vertoeven op drukke (zomer)dagen globaal 25000 mensen [Lit. 1]. Voor de verschillende recreatievormen is de capaciteit als volgt verdeeld:

- \* Watersport ± 3500 ligplaatsen voor jachten en sportvissers
- \* Dagrecreatie (openbare zonneweiden, zwemmen) 10000 personen
- \* Verblijfsrecreatie 26000 slaapplaatsen

In het navolgende zullen deze 3 vormen van recreatie nader worden besproken.

### 6.1 Bevaarbaarheid en infrastructuur

Het Veerse Meer is een onderdeel van de doorgaande scheepvaartroute van de Oosterschelde via het Veerse Meer en het Kanaal door Walcheren naar Middelburg, Vlissingen en het industriegebied Vlissingen-Oost aan de Westerschelde.

Ook is het Veerse Meer een belangrijk watersportgebied. De voorzieningen voor de watersport zijn zondermeer goed te noemen. Naast een aantal (jacht)havens met goede accommodatie, zijn er veel inrichtingsmaatregelen uitgevoerd ter vergroting van de mogelijkheden voor de watersport en is door middel van een bleesbebakening op NAP-1.50 m. het bevaarbare gebied goed aangegeven. De (in een later stadium opgespoten, kunstmatige) eilanden zijn middels zogenaamde dagsteigers goed toegankelijk voor de watersporters. Overnachten op die eilanden is niet toegestaan, maar op het water aan de steigers wel. Voor een groot aantal watersporters dient het Veerse Meer als thuisbasis; anderzijds is het meer een bestemmingsgebied voor vele watersporters die elders hun thuishaven hebben; ook is het meer een doorganggebied naar de Oosterschelde en de Noordzee.

Het meer is zeer geschikt voor plankzeilen, daarbij wordt op basis van vrijwilligheid een zonering nagestreefd. Om deze zonering te stimuleren zijn in het westelijk- en middengebied plankzeilcentra gerealiseerd.

### 6.2 Dagrecreatie

Hoewel dagrecreatie (zwemmen, zonnen, vissen etc.) in het gehele Veerse Meergebied plaatsvindt, concentreert deze vorm van recreatie zich met name rondom de Veersedam en in het middengebied (Oranjeplaat, nabij de Piet en Schelphoek.) Op de natuurlijke- en kunstmatige eilanden en op een aantal oevergebieden zijn ruime mogelijkheden aanwezig om meer extensieve recreatievormen te



beoefenen. De sportvisserij, die voor een belangrijk deel toch ook tot de dagrecreatie mag worden gerekend, is voornamelijk geconcentreerd in het westelijk deel van het gebied.

Door de Provinciale Waterstaat wordt op vijf plaatsen in het Veerse Meer, waar intensieve dagrecreatie plaatsvindt, onderzoek verricht naar de kwaliteit van het water; met name wordt daarbij gekeken of de waterkwaliteit voldoet aan de normen voor zwemwater. Vanuit de zogenaamde grondstofgedachte [Lit. 24] wordt door Rijkswaterstaat, tijdens de zomermaanden op één punt midden in het Veerse Meer, op bemonsteringspunt VM50, de waterkwaliteit getoetst aan de normen voor zwemwater. Op dit punt is al jaren geen overschrijding van die normen geconstateerd.

### 6.3 Landschapsbeleving

Als gevolg van het huidige peilbeheer, zomer NAP en winter NAP-0.70m., vallen in de wintermaanden grote delen van de vooroever droog. dit levert geen aantrekkelijk water/land beeld op tijdens de wintermaanden. Ook zijn alle (recreatie)voorzieningen gebaseerd op het zomerpeil, waardoor deze voorzieningen tijdens de wintermaanden wat onwezenlijk aandoen.

In het Veerse Meergebied nemen landbouw en recreatie een belangrijke plaats in. Het meer en de oevers zijn grotendeels ingericht voor de recreatie, de gronden die wat meer landinwaarts zijn gelegen zijn ingericht als landbouwgrond.

Bij de recreatie neemt de watersport een belangrijke plaats in, tijdens de te beschouwen periode is op de Oranjeplaat een surfschool annex hotel gerealiseerd en zijn er plannen om daar nog ± 500 recreatiewoningen te bouwen.

Het gebied biedt voldoende ruimte om alle facetten tot zijn recht te laten komen, hoewel conflicterende situaties niet altijd geheel zijn te vermijden (Vliegveld en bungalows Oranjeplaat).

### 6.4 Stankhinder en overlast door waterplanten

In het Veerse Meergebied komt op vrij grote schaal buitendijkse verblijfsrecreatie voor, die in hoofdzaak is georiënteerd op de oeverrecreatie en de watersport. Een nadeel voor de verblijfsrecreatie is de onderwaterbegroeiing nabij de accommodaties en de stankhinder die daarvan het gevolg is. Dit geldt ook voor de dagrecreatie.

In de ondiepe delen van het Veerse Meer komen tijdens de zomermaanden grote hoeveelheden Zeesla (groenwier) voor. Het gaat hierbij met name om een wierengeslacht waarvan vijf soorten in Nederland voorkomen en daarvan worden drie vertegenwoordigers in het Veerse Meer aangetroffen *Ulva lactuca*, *Ulva curvate* en *Ulva rigida*; daarvan is de eerste *Ulva lactuca* het meest dominant. Deze soorten gedijen voorspoedig in water met chloridegehalten van 10 tot 17 g/l Cl<sup>-</sup>. Deze eenjarige groenwieren ontwikkelen hun dunne, grote sla-achtige bladeren (thalli) omstreeks april-mei, om na een maximale ontplooiing vanaf eind juni tot begin augustus, in de loop van de nazomer weer te verdwijnen [Lit. 25].

Aanvankelijk zitten ze door middel van hun zogenaamde rhizoïden vastgeankerd aan het substraat, maar door wind stroming en golfslag worden ze losgerukt en gaan drijven, wat opeenhopen in ondiepe baaien en tegen de oevers tot gevolg heeft. Door rotting van de opeengedreven Zeesla ontstaat stankhinder, het water wordt minder



aantrekkelijk als zwemwater en de oeverzone wordt, vooral voor kleine bootjes, minder goed bevaarbaar.

Volgens waarnemingen in de periode 1987 tot 1990 was toen iets minder dan 30% van het totale meeroppervlak ( $\pm 600$  ha) min of meer bedekt met deze groenwieren. De laatste onderzoeken, die nog niet geheel zijn afgerond, duiden op een geringe afname daarvan.

### 6.5 Ontwikkelingsmogelijkheden

De beleidsmatige hoofdfunctie van het Veerse Meer is recreatie. Door de uitvoering van de Deltawerken en de inrichting van het gebied, zijn miljoenen guldens in het gebied geïnvesteerd. Het Veerse Meergebied is uitgegroeid tot een toeristisch-recreatieve bestemming van formaat. Op een mooie dag zijn in het totale gebied, op het land en in, op en aan het water,  $\pm 25.000$  mensen aanwezig. Gerelateerd aan de totale toeristisch-recreatieve capaciteit in Zeeland neemt het Veerse Meergebied daarvan  $\pm 15\%$  voor zijn rekening.

De belangstelling voor het Veerse Meergebied als vakantiebestemming of dagje-uit groeit nog steeds, maar van een onstuimige groei zoals in de jaren zestig en zeventig is geen sprake meer. Toch is in tegenstelling tot sommige andere recreatiegebieden in Nederland geen sprake van achteruitgang, eerder nog een toename. Deze toename doet zich hoofdzakelijk voor buiten het hoogseizoen als gevolg van betere spreiding van schoolvakanties, zowel in binnen- als buitenland en de opkomst van het sportsurfen.

Het toeristisch-recreatieseizoen is echter nog steeds dermate kort dat, zeker op jaarbasis gezien, de aanwezige faciliteiten weinig worden gebruikt. Rekening houdend met de belangen van natuur, landschap en milieu, ligt een betere benutting en kwaliteitsverbetering van de huidige capaciteit meer voor de hand dan de uitbreiding daarvan.



## 7. REFERENTIES

---

- Lit. 1. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Waterbeheer Veerse Meer, Nota nr. AXW-89.50 (1989).
- Lit. 2. Ruigh, E. F. W. e.a. Analyse van de nutriëntenbelasting van het Veerse Meer vanuit de omliggende polders. Toepassing van de modellen DEMGEN NITSOL/PHOSOL en DIWAMO; Waterloopkundig Laboratorium, verslag onderzoek juni 1993.
- Lit. 3. Samson, H. D. e.a. STOFFEN EN NORMEN Overzicht van belangrijke stoffen en normen in het milieubeleid 1993-1994, Directoraat-Generaal Milieubeheer, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- Lit. 4. Meulen, J. v.d. Waterkwaliteitskenmerken stofbalansen van het Veerse Meer over de periode 1972 - 1977, Rijkswaterstaat, Deltadienst, Milieu en Inrichting Middelburg, Nota DDMI-81.24, januari 1982.
- Lit. 5. Bakker, C., & Pauw, de N., 1974. Comparison of brackish water plankton assemblages of identical salinity ranges in an estuarine tidal (Westerschelde) and stagnant (Lake Veere) environment (S.W.-Netherlands). I. Phytoplankton. *Hydrobiol. Bull.* 8: 179-189.
- Lit. 6. Koeman, R., Rademaker, M., & Gremmen, W., 1991. Biologische monitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute en brakke wateren 1990. Rapport TRIPOS Rijswijk/Haren.
- Lit. 7. Koeman, R., Rademaker, M., & Buma, A., 1992. Biologische monitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute en brakke wateren 1991. Rapport TRIPOS Rijswijk/Haren.
- Lit. 8. TRIPOS, 1994a. Biomonitoring van fytoplankton in de Delta 1992. Rapport TRIPOS nr. 94002.
- Lit. 9. TRIPOS, 1994b. Biomonitoring van fytoplankton in de Nederlandse zoute en brakke wateren 1993. Rapport TRIPOS nr. 94003.
- Lit. 10. Bakker, C., & Vegter, F., 1978. General tendencies of phyto- and zoöplankton development in two closed estuaries (Lake Veere and Lake Grevelingen) in relation to an open estuary (Eastern Scheldt), S.W. Netherlands. *Hydrobiol. Bull.* 12: 226-245.
- Lit. 11. Stronkhorst, J., Duin, R.N.M., & Haas, H., 1985. Primaire produktie onderzoek in het Veerse Meer (1982-1983). Nota DDMI 85.10.
- Lit. 12. Revis, N.J.P., & Bakker, C., 1988. Zoöplankton van het Veerse Meer in 1987. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Rapporten en Verslagen 1988-5.
- Lit. 13. Hannewijk, A. De verspreiding en biomassa van macrofyten in het Veerse Meer, 1987, Delta Instituut voor Hydrobiologisch



Onderzoek, rapporten en Verslagen 188 - 2.

Lit. 14. Walhout, T. Ecologie en Natuur Veerse Meer, Rijkswaterstaat, Dienst getijdewateren Middelburg, Nota GWWS-91.084

Lit. 15. Apon, L.P. Verspreiding en biomassa van het macrofytobenthos in het Veerse Meer in 1989, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Rapporten en verslagen 1990 - 02.

Lit. 16. Malta, E.J. Effecten van eutrofiëring, licht en temperatuur op de groei en produktie van *Ulva Rigida* C.A.G. in het Veerse Meer (Z.W. Nederland), Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie, Studentenver slagen D6-1993.

Lit. 17. Salm, v.d. J.N.C. Peilveranderingen Veerse Meer. Effecten op de vegetatie, januari 1989.

Lit. 18. Waardenburg, H.W. e.a. Biomonitoring van levensgemeenschappen op sublitorale harde substraten in de Grevelingen, Oosterschelde, Veerse meer en Westerschelde, resultaten t/m 1991, Bureau Waardenburg BV Culemborg, april 1992.

Lit. 19. Seys, J., Meire, P. Macrozoöbenthos van het Veerse Meer: najaar 1987. Rapport WWE 2, Laboratorium voor Oecologie der Dieren, Zoögrafie en Natuurbehoud, Rijksuniversiteit Gent, 1988.

Lit. 20. Seys, J., Meire, P., & Buyse, M.A. Macrozoöbenthos van het Veerse Meer: voorjaar 1988. Rapport WWE 3, Laboratorium voor Oecologie der Dieren, Zoögrafie en Natuurbehoud, Rijksuniversiteit Gent, 1988.

Lit. 21. Stikvoort, E. Evaluatie systeemontwikkeling Veerse Meer: Bodemdieren 1990 t/m 1993, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee Middelburg, Werkdocument RIKZ/AB-94.857x.

Lit. 22. Meininger, L. e.a. (1994) Watervogeltellingen in het zuidelijk Deltagebied, 1987-91, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ-94.005, NIOO-CEMO, Middelburg/Yerseke.

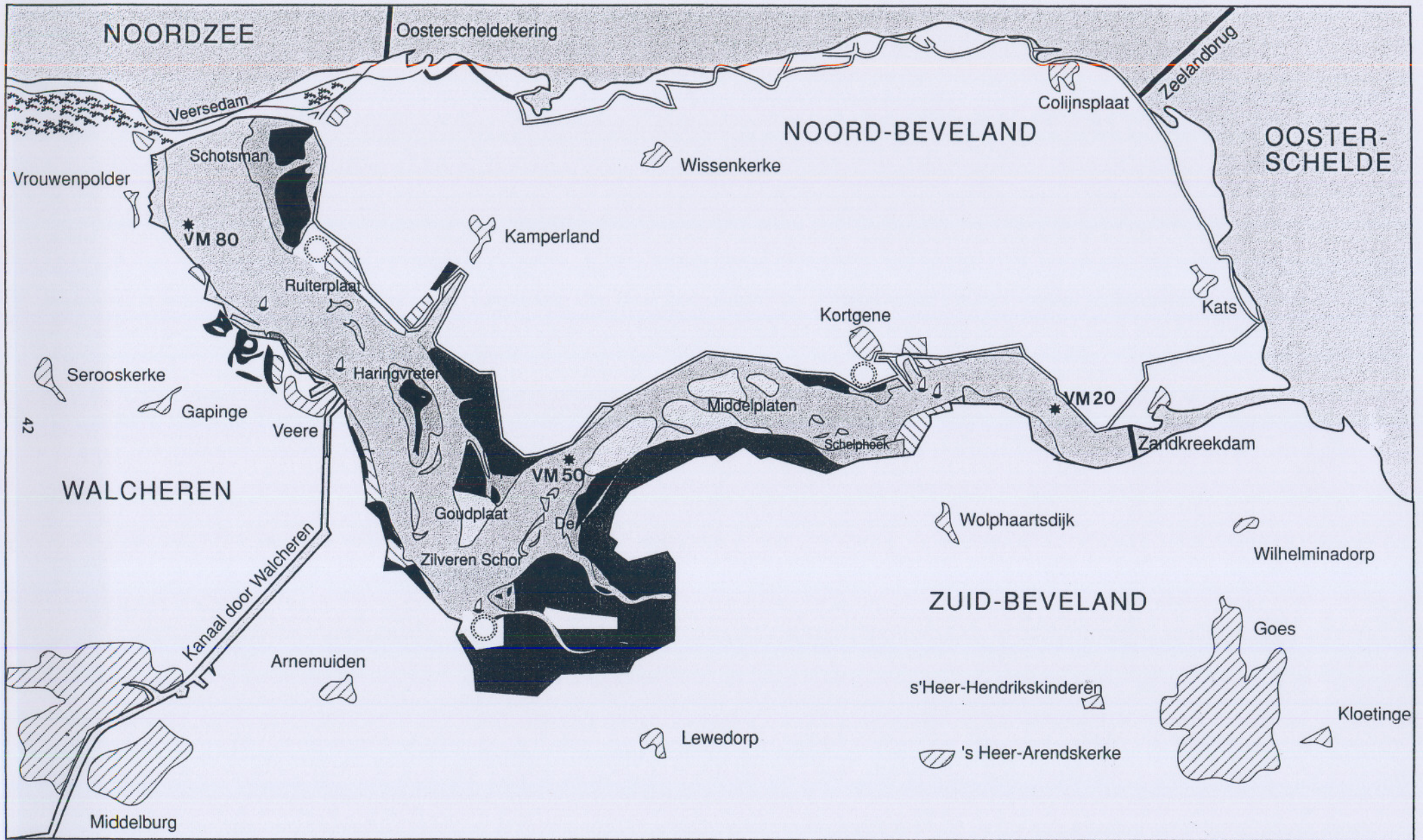
Lit. 23. Provincie Zeeland, Directie Milieu en Waterstaat, Zwemwateronderzoek Zeeuwse recreatiewateren in 1991-1992, april 1993.

Lit. 24. Wattel, G., Holland, A.B.M. Toetsing waterkwaliteit voor het Beheersplan Rijkswateren 1992 - 1996, Rijksinstituut voor Kust en Zee Middelburg, Rapport DGW-93.036.

Lit. 25. Seys, J. e.a. Zeesla en bodemdieren in het Veerse Meer, De Levende Natuur, nr2 (1991) p 52-56.



**Figuur 1**  
Veerse Meer



- |     |  |               |                    |          |                 |
|-----|--|---------------|--------------------|----------|-----------------|
| bos | open terrein evt. met gras lage begroeing e.d. | natuurterrein | verblijfsrecreatie | landbouw | recreatiecentra |
|     |  |               |                    |          | jachthavens     |



BIJLAGE 1

Tabel 4.1 Diepte van de spronglaag (O2 lager dan 5 resp. 2 mg/l O2 in meters beneden het wateroppervlak)

Jaar 1990										Jaar 1991										Vakverdeling volgens het "STRESS-model"	
Vak	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Vak	Vertic.			
	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2			
jan.																			I	2	
febr.																			II	4	
mrt.																			III	6	
apr.																			IV	8	
mei																			V	10	
juni	8	10	9	10	-	-	14	16	8	12	8	-	-	-	-	13	-	VI	13		
juli																		VII	15		
aug.																		VIII	17		
sept.																					
okt.	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
nov	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-				
dec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

Jaar 1992										Jaar 1993										
Vak	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2	<5	<2		
jan.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
febr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mrt.	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
apr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mei	9	10	8	-	11	14	11	-	10	-	11	12	-	-	-	-	-	-	-	-
juni	7	9	6	11	7	12	7	10	10	14	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
juli	7	8	6	9	8	9	7	9	9	12	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
aug.	7	9	7	10	10	-	12	14	11	13	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sept.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
okt.	7	8	9	13	8	12	16	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nov	12	14	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.2 Oppervlakte per vak (ha) bij de aangegeven diepte (m.) ten opzichte van NAP. (Berekend met formule uit Notitie DDMI-81.466 Volume-diepte relatie Veerse Meer) en gecorrigeerd naar oppervlak (2030 ha inplaats van 1892 ha).

Diepte	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Totaal
0	164.4	96.8	126.9	370.8	455.0	267.5	419.7	130.0	2030
1	138.8	81.9	110.1	312.9	392.3	229.8	360.2	122.2	1748
2	117.0	68.8	94.6	262.3	335.6	195.9	307.0	114.4	1496
3	97.6	57.4	80.6	218.2	284.7	165.4	259.8	106.6	1270
4	80.8	47.4	67.8	180.3	239.3	138.4	217.9	99.0	1071
5	66.0	38.8	56.4	147.5	198.9	114.4	181.1	91.4	895
6	53.4	31.5	46.2	119.1	163.3	93.3	149.0	84.0	740
7	42.6	25.3	37.2	96.1	132.3	75.0	121.2	76.7	606
8	33.6	20.0	29.4	76.3	105.5	59.2	97.3	69.5	491
9	25.9	15.6	22.6	59.8	82.6	45.8	77.0	62.4	392
10	19.4	11.9	16.8	46.2	63.3	34.7	60.0	55.6	308
11	14.4	9.0	12.1	35.2	47.2	25.4	45.8	48.7	238
12	10.3	6.7	8.3	26.3	34.1	18.0	34.2	42.2	180
13	7.2	4.8	5.3	19.2	23.7	12.1	24.9	35.7	133
14	4.7	3.3	3.0	13.7	15.8	7.7	17.5	29.4	95
15	3.0	2.3	1.5	9.5	9.8	4.5	11.9	23.4	66
16	1.7	1.5	0.5	6.4	5.5	2.4	7.7	17.7	43
17				4.2	2.7	1.1	4.7	12.2	25
18				2.6	1.1	0.3	2.6	7.2	14
19				1.5	0.3		1.3	2.7	6
20				0.9			0.5		1

Tabel 4.3 Percentage zuurstofloos (<2 mg/l O2) en zuurstofarm (<5 mg/l O2) bodemoppervlak in het Veerse Meer tijdens de jaren 1991 t/ 1993

Maand	1991		1992		1993	
	<2	<5	<2	<5	<2	<5
jan.						
febr.						
mrt.						
apr.		1				
mei	1	3	2	9	10	15
juni	5	7	5	14	10	18
juli	4	7	8	16		
aug.	7	13	4	10	7	12
sept.	6	11				
okt.			2	5		
nov.				1		
dec.						

Opm. Omdat de gegevens-reeks van deze jaren een aantal hiaten vertoont, is het niet mogelijk om hieruit een representatief jaargemiddelde te bepalen.



## BIJLAGE 2

**Het Veerse Meer tijdens de zomer van 1994**

Tijdens de warme zomermaand juli 1994 is gebleken, dat het bodemoppervlak wat beneden de grens van 5 mg/l O<sub>2</sub> ligt onder extreme omstandigheden veel groter kan worden dan tot nu toe werd verwacht.

Tussen 5 juli en 5 augustus 1994 nam dit zuurstofarme oppervlak toe met 20 a 25%. Wanneer deze plotselinge toename precies heeft plaatsgevonden is niet geheel duidelijk, omdat er in die tussenliggende maand geen VTSO-metingen zijn verricht.

Zeker is wel, dat het percentage zuurstofarme oppervlak (< 5 mg/l O<sub>2</sub>) toenam van 19 naar 45% en het percentage zuurstofloos oppervlak (< 2 mg/l O<sub>2</sub>) van 5 naar 36% (tabel 1).

Zo'n plotselinge stijging van het zuurstofloze bodemoppervlak is echter geen uitzondering. Dit is ook voorgekomen in 1982, zij het dat het toen wat eerder in het jaar gebeurde. Er zijn echter wel een paar overeenkomsten tussen deze twee perioden.

In beide gevallen, zowel in 1982 als in 1994 was de voorafgaande winter vrij nat, met forse polderwateruitslagen waardoor de chlorideconcentraties in de bovenlaag wat lager en daardoor de dichtheidsverschillen tussen de boven- en onderlaag wat groter waren dan in andere jaren.

In 1982 was er tussen de opnames van 19 mei en 2 juni een plotselinge toename van de maximum temperaturen van 10 tot 15 gr. C, die bijna twee weken duurde om daarna weer tot vrij normale waarden te dalen. Tijdens deze periode nam het zuurstofarme bodemoppervlak toe met 20 a 25%.

In juli 1994 was er een vergelijkbare situatie, begin juli namen ook nu de maximumtemperaturen plotseling toe met ± 10 gr. C, met dit verschil, dat de begintemperatuur uiteraard wat hoger was dan in mei 1982.

In 1982 hield deze toestand wat langer stand, omdat de stratificatie toen al 1 a 2 maanden eerder in het seizoen begon dan in 1994.

In de tabellen 1 en 2 zijn de spronglaagdieptes en de percentages zuurstofarm en -loos oppervlak per vak en voor het totale meer vermeld voor resp 1994 en 1982. In deze tabellen zijn de overeenkomsten tussen deze twee jaren goed te zien; tevens blijkt hieruit, dat er in al die jaren in het Veerse Meer eigenlijk niets is veranderd en dat er, zonder verdere beheersmaatregelen, met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid geen verbetering is te verwachten.

Diepte van de spronglaag (O<sub>2</sub> concentratie kleiner dan 5 resp. 2 mg/l) in m. ten opzichte van het wateroppervlak en het percentage van het bodemoppervlak wat beneden deze grens ligt  
Tabel 1 (zomer 1994)

Vak	5 juli 1994				5 aug. 1994				15 aug. 1994				23 aug. 1994				31 aug. 1994			
	<5 mg/l		<2 mg/l		<5 mg/l		<2 mg/l		<5 mg/l		<2 mg/l		<5 mg/l		<2 mg/l		<5 mg/l		<2 mg/l	
	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%
I	10	12	13	4	6	33	7	26	7	26	8	20	8	20	9	16	8	20	8	20
II	8	21	10	12	6	33	7	26	7	26	8	21	7	26	8	21	8	21	9	16
III	11	10	15	1	5	44	6	36	8	23	10	13	8	23	12	7	9	18	12	7
IV	11	10	13	5	5	40	6	32	9	16	9	16	8	21	10	13	8	21	10	13
V	8	23	13	5	5	44	6	36	7	29	9	18	9	18	9	18	8	23	9	18
VI	7	28	10	13	5	43	6	35	7	28	8	22	6	35	10	13	7	28	8	22
VII	10	14	21	-	4	52	6	36	6	36	10	14	8	23	19	-	11	11	-	-
VIII	10	43	17	9	4	76	5	70	5	70	10	43	13	28	16	14	11	38	17	9
Totaal	383 ha		110 ha		919 ha		730 ha		605 ha		388 ha		474 ha		237 ha		428 ha		258 ha	
	19 %		5 %		45 %		36 %		30 %		19 %		23 %		12 %		21 %		13 %	

Tabel 2 (zomer 1982)

Vak	19 mei 1982				2 juni 1982				17 juni 1982				7 juli 1982				19 juli 1982				18 aug. 1982			
	<5 mg/l		<2 mg/l		<5 mg/l		<2 mg/l		<5 mg/l		<2 mg/l		<5 mg/l		<2 mg/l		<5 mg/l		<2 mg/l		<5 mg/l		<2 mg/l	
	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%
I	8	20	10	12	7	26	8	20	7	26	8	20	7	26	8	20	6	32	8	20	7	26	8	20
II	6	33	15	2	6	33	6	33	7	26	8	21	7	26	9	16	5	40	7	26	7	26	8	21
III	8	23	13	4	6	36	7	29	8	23	12	7	12	7	14	2	6	36	10	13	10	13	13	4
IV	10	12	22	-	6	32	7	26	8	21	9	16	15	3	15	3	7	26	10	12	13	5	13	5
V	15	2	-	-	6	36	7	29	7	29	8	23	9	18	10	14	7	29	8	23	5	44	7	29
VI	10	13	-	-	7	28	7	28	7	28	8	22	7	28	7	28	6	35	7	28	6	35	7	28
VII	23	-	-	-	6	36	-	-	7	29	8	23	11	11	14	4	8	23	8	23	7	29	9	18
VIII	17	9	18	6	6	65	-	-	8	53	10	43	9	48	12	32	7	59	8	53	9	48	10	43
Totaal	197 ha		28 ha		711 ha		406 ha		572 ha		439 ha		352 ha		260 ha		634 ha		469 ha		580 ha		418 ha	
	10 %		1 %		35 %		20 %		28 %		22 %		17 %		13 %		31 %		23 %		28 %		21 %	



**Grafische verzorging**  
RIKZ  
Afdeling Visuele Vormgeving  
Middelburg