

Een groot aantal van de meren in Zeeland, dat in het kader van de Deltawerken is ontstaan, heeft problemen met de waterkwaliteit. Zo ook het Veerse Meer waar de helderheid van het water vooral in de zomer minimaal is als gevolg van overmatige algengroei. In dit kader is in juni 2004 in de Zandkreekdam een doorlaatwerk geopend om de uitwisseling met (kwalitatief beter) Oosterschelde water te vergroten. Naar verwachting zal een hoger zoutgehalte leiden tot een stabielere situatie met een grotere variatie in soorten. Op grond van een visserijkundig onderzoek in september 2002 (Kemper, 2003) bestaat het vermoeden dat de aanvoer van grote hoeveelheden jonge Haring (*Clupea harengus*) uit de Noordzee een belangrijke rol speelt bij de waterkwaliteit in het Veerse Meer.

Het Veerse Meer is ontstaan in 1961 als eerste onderdeel van de Deltawerken. Aan de Noordzezijde is het meer volledig afgesloten door de Veerse Dam (fig. 1). Aan de andere kant sluit de Zandkreekdam het meer af van de Oosterschelde. De gemiddelde diepte is vijf meter, maar kan plaatselijk in voormalige stroomgeulen oplopen tot 24 meter. Via de schutsluizen in de Zandkreekdam wordt in het voorjaar water ingelaten om een zomerpeil op NAP-niveau in te stellen. In het najaar wordt het waterniveau weer verlaagd tot een winterpeil van -0,7 m NAP. Door het lage waterpeil in de winter heeft het meer als primaire functie het ontvangen van overtollig oppervlaktewater uit de omringende polders. Daarnaast is aan het meer een functie toegekend voor de landbouw, natuur, recreatie, scheepvaart en wonen.

#### Biotische en abiotische factoren

Al vrij kort na de afsluiting in 1961 kampte het Veerse Meer met onvoorziene waterkwaliteitsproblemen. Door het inlaten van zout water is het Veerse Meer brak met een wisselend chloridengehalte tussen de 8 en 12 gram per liter. In de praktijk blijkt dit chloridengehalte ongunstig voor een evenwichtige en soortenrijke flora en fauna. Bovendien mengt het ingelaten zee-

Jan Kemper

# Haring en waterkwaliteit

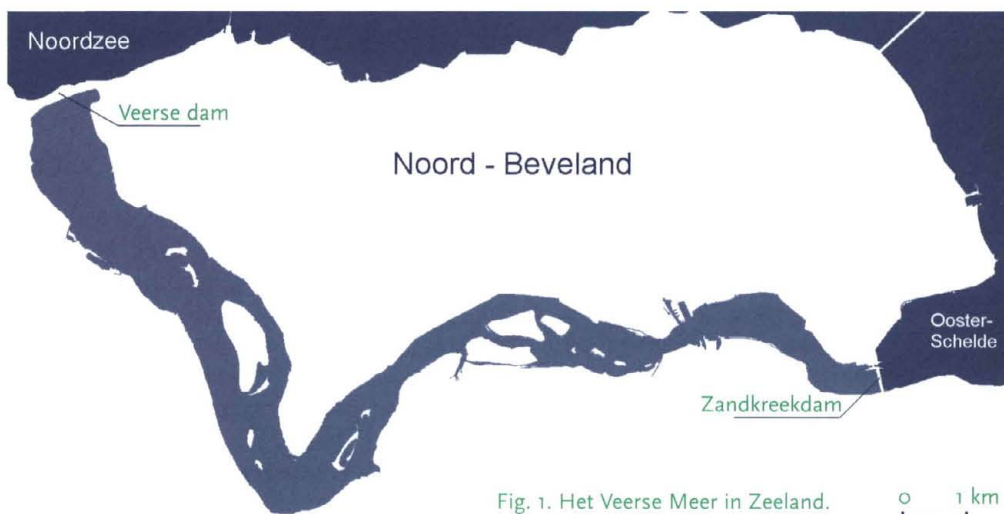


Fig. 1. Het Veerse Meer in Zeeland.

water slecht met het zoete water uit de polders. Vooral in de zomer resulteert dit in een sterke overgang van zoet, warm en zuurstofrijk water aan het oppervlak naar zout, koud en levenloos water beneden een diepte van een meter of acht. Naast de stagnerende waterlagen kampt het Veerse Meer met een hoge mate van eutrofiëring door voedselrijk water dat vanuit de omliggende landbouwgebieden wordt afgevoerd. De toestand van de flora en fauna in de periode 1993-2003 is recent beschreven door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (Holland, 2004). Een opmerkelijke ontwikkeling heeft zich in de oeverzone (0-1,5 m) afgespeeld sinds 1999. Tot die tijd werd dit deel van het Veerse Meer voor meer dan 30% overdekt met Zeesla (*Ulva spec.*). Afstervend Zeesla gaf in de nazomer stankoverlast als het losraakte en in dikke pakketten aan lagerwal ophoopte (Wolfstein, 2004). Tijdens het visserijkundig onderzoek in 2002 (Kemper, 2003) werd voor het eerst opgemerkt dat het groenwiel op vrijwel geen enkele locatie meer werd waargenomen en daar is tot op heden vrijwel geen verandering in gekomen.

De algenconcentratie in de zomer daarentegen, is sinds 1999 dramatisch toegenomen van minder dan 0,1 miljard cellen per liter tot meer dan 2 miljard cellen per liter in 2002 en 2003 (Peperzak, 2004). Groenwieren zijn hierbij verreweg dominant. De toename in de algenconcentratie wordt weerspiegeld in het doorzicht van het water in de zomerperiode. Sinds 1999 nam dit af van ruim 1,5 meter naar enkele decimeters in 2003.

In zout water is, naast licht, stikstof de beperkende factor voor de groei van algen in het Veerse Meer. Hoewel de concentraties van het voor algen direct beschikbare stikstof ( $\text{NH}_4^+$ ), door het seizoen heen sterk fluctueert, is er geen duidelijke trend waar te nemen sinds 1999.

Het dierlijk plankton speelt een grote rol in het ecosysteem, zoals later in dit betoog zal worden benadrukt. Met uitzondering van 2003 zijn hiervan echter geen gegevens beschikbaar.

De visstand in het Veerse Meer is sinds de afsluiting in 1961 onregelmatig onderzocht. Bovendien had veel visserijkundig onderzoek een beperkte focus. Veel onderzoek was gericht op uitzettingen en het beheer van Zeeforel (*Salmo trutta*) en Regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*) ten behoeve van de sportvisserij (Steinmetz, 1975a). In de jaren vlak na de afsluiting bleek Schol (*Pleuronectes platessa*) zich te kunnen ontwikkelen tot grote exemplaren, maar door gebrek aan intrekmoogelijkheden voor jonge exemplaren verdween deze vissoort vrijwel geheel uit beeld (Steinmetz, 1975b). In 1987 is door Waardenburg & Meijer (1989) de visstand onderzocht waaruit bleek dat Driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) in het open water één van de meest dominante vissoorten was. Vanuit de beroepsvisserij is bekend dat Paling (*Anguilla anguilla*) tot voor kort ook één van de meest talrijke vissoorten was. De teruggang in de palingstand is wellicht niet specifiek voor de situatie in het Veerse Meer, maar de weerspiegeling van een algehele teruggang op Europees niveau.

# iteit in het Veerse Meer

Het meest recente onderzoek naar de visstand is uitgevoerd in september 2002. De resultaten hiervan dienen als referentie voor de toestand in het meer van vóór het moment dat een doorlaatwerk in de Zandkreekdam in werking is genomen. Dit doorlaatwerk is sinds juni 2004 operationeel en beoogt een betere uitwisseling tussen het Veerse Meer en de Oosterschelde. Er wordt gestreefd naar een minimaal chloridengehalte van 13 gram/liter (Kamer & Bollebakker, 1991), waarbij de verwachting is dat de soortenrijkdom, mede door de uitwisseling met de fauna uit de Oosterschelde, vergroot zal worden.

De bemonstering had ten doel een schatting te maken van de omvang van de visstand in het meer. Het zwaartepunt lag op de kenmerkende vissoorten, die dominant zijn qua biomassa (kg/hectare) en dichtheid (aantal/hectare). Op basis van de verschillen in diepte werd het onderzoeksgebied verdeeld in vier strata (tabel 1). In de met een schepnet bemonsterde oeverzone werden slechts vier vissoorten aangetroffen; Brakwatergrondel (*Gobius microps*), Driedoornige stekelbaars, Koor-naarvis (*Atherina presbyter*) en Zwarte grondel (*Gobius niger*) waarvan de Brakwatergrondel het meest talrijk was. De bodem van het diepere deel van het meer werd bemonsterd met de boomkor en leverde in totaal 15 vissoorten op (tabel 2). Ook hier was Brakwatergrondel het meest talrijk. Wezenlijk anders was de samenstelling van de visstand in het open water dat met de kuil en sonarapparatuur (kader 1) werd onderzocht. In totaal zijn hier 17 vissoorten aangetroffen (tabel 2). Qua aantal werd 99% bepaald door Haring (75%) en Sprot (25%). Een schatting van de gemiddelde visdichtheid in het open water van het Veerse Meer kwam uit op een gewicht van 320 kg per hectare.

Er zijn aanwijzingen dat de omvang van de haringpopulatie pas in de laatste jaren zo is toegenomen. Hiervoor kunnen we ons baseren op de ontwikkelingen van de haringpopulatie in de Noordzee. Haring plant zich sinds de afsluiting niet meer voort in het Veerse Meer en aangenomen wordt dat de populatie zich in stand houdt dankzij de aanvoer van haringlarven vanuit de Noordzee (Kanaalharing). Dit gebeurt tijdens het inlaten van water vanuit de Oosterschelde in april. In verband met de

vangstbeperkingen voor Atlantische Haring wordt de populatie van jaar tot jaar op de voet gevolgd. Hieruit blijkt dat vooral de hoeveelheid Kanaalharing sinds 1995 is toegenomen tot een historisch hoogtepunt van 2 miljard kilo in 2003 (ICES, 2003). Bovendien worden in dit monitoringsonderzoek 1998 en 2000 aangemerkt als bijzonder sterke haringjaarklassen. Aangezien deze jaarklassen duidelijk zijn terug te vinden in de populatieopbouw van de Haring in het Veerse Meer (fig. 2), wordt aangenomen dat de ontwikkeling synchroon loopt met de ontwikkeling van de haringstand in Het Kanaal.

## Haring in relatie tot waterkwaliteit

Duidelijk is dat tussen 1999 en 2003 een plotselinge omslag heeft plaatsgevonden, waarbij Zeesla uit het Veerse Meer is verdwenen, de hoeveelheid eencellige algen sterk is toegenomen en als gevolg hiervan het doorzicht is beperkt. Daarnaast is in dezelfde periode de omvang van de haringpopulatie gegroeid als gevolg van de

ontwikkelingen in de Noordzee. De vraag is nu wat deze cascade van gebeurtenissen in werking heeft gezet. Toename in de algenconcentratie kan vaak in verband worden gebracht met een toenemende toevoer van voedingsstoffen (eutrofiëring). Hierdoor vermindert het doorzicht en dit voorkomt vervolgens dat waterplanten en macroalgen, zoals Zeesla, kunnen ontkiemen. Voor de meest beperkende voedingsstof (stikstof) is in de genoemde periode echter juist geen verandering waar te nemen.

Tot op heden werd de visfauna in het Veerse Meer als belangrijke component van het ecosysteem nog niet meegenomen (de Vries & de Vries, 1991). Dit is ongetwijfeld ingegeven doordat de omvang van de visstand in tegenstelling tot de huidige situatie beperkt was. In voldoende grote hoeveelheden kan de visstand echter grote invloed uitoefenen op het ecosysteem door predatie op dierlijk plankton. Uit de sonarbeelden (kader 1) is op te maken dat Haring 's nachts het dierlijk plankton

Tabel 1. Strata indeling van het Veerse Meer

Ondiep	0 -	2 m	841 ha	41 %
Middeldiep	2 -	5 m	420 ha	20 %
Diep	5 -	10 m	569 ha	28 %
Zeep diep	> 10 m		230 ha	11 %
Totaal			2.060 ha	100 %

Tabel 2. Procentueel aandeel per vissoort in de vangsten bij de boomkor en kuilvisserij in september 2002

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Boomkor (n)	kuil (n)
<i>Ammodytes tobianus</i>	Zandspiering	7 %	-
<i>Anguilla anguilla</i>	Paling	0.1 %	0,1 %
<i>Aphia minuta</i>	Glasgrondel	2 %	0,004%
<i>Atherina presbyter</i>	Koor-naarvis	19 %	0,4 %
<i>Belone belone</i>	Geep	-	0,001%
<i>Chelon labrosus</i>	Diklipharer	-	0,001%
<i>Clupea harengus</i>	Haring	20 %	73 %
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Zeebaars	0.1 %	0,01 %
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dried. stekelbaars	1 %	-
<i>Gobius microps</i>	Brakwatergrondel	41 %	0,02 %
<i>Gobius niger</i>	Zwarte grondel	5 %	0,1 %
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Zeedonderpad	4 %	0,001%
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenboogforel	-	0,001%
<i>Pholis gunnellus</i>	Botervis	0.2 %	-
<i>Platichthys flesus</i>	Bot	0.1 %	0,003%
<i>Pleuronectes platessa</i>	Schol	-	0,001%
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Dikkopje	-	0,01 %
<i>Salmo trutta trutta</i>	Beekforel	-	0,003%
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprot	0.1 %	26 %
<i>Trisopterus luscus</i>	Steenbolk	0.02%	-
<i>Zoarces viviparus</i>	Puitaal	0.3 %	0,01 %

### Kader 1. Schatting van de omvang van de visstand met sonarapparatuur

De omvang van de visstand (vissen per volume-eenheid) wordt bepaald, door een representatief deel van het onderzoeksgebied te doorkruisen met een boot. De schatting is gebaseerd op het, met de geluidsbundel bemonsterde, volume en het aantal waargenomen vissen tijdens de vaartocht. In diep water, zoals het Veerse Meer, wordt de geluidsbundel verticaal op de boot gemonteerd. Het echogram geeft een eenvoudige visuele presentatie van de resultaten (zie figuur), als een zijaanzicht van de waterkolom. Op de verticale as is de diepte af te lezen. Horizontaal staat de tijd uit. Omdat de boot zich voortbeweegt, is de horizontale as ook een maat voor de afgelegde weg. De resultaten in dit voorbeeld zijn representatief voor het midden en oostelijk deel van het onderzoeksgebied, waar in de zomer sprake is van een sterke gelaagdheid van het water met een spronglaag op 9 meter diepte. Tijdens de sonarvaartocht worden alle gegevens digitaal verzameld. Niettemin kan, zonder in te gaan op de cijfermatige resultaten, van het echogram al veel informatie worden afgeleid.

1. De donkere lijn geeft het bodemprofiel tijdens de boottocht weer. De harde overgang wijst tevens op een hard substraat. Een zachte bodem absorbeert veel geluid met als resultaat dat de overgang in het echogram geleidelijker plaatsvindt.

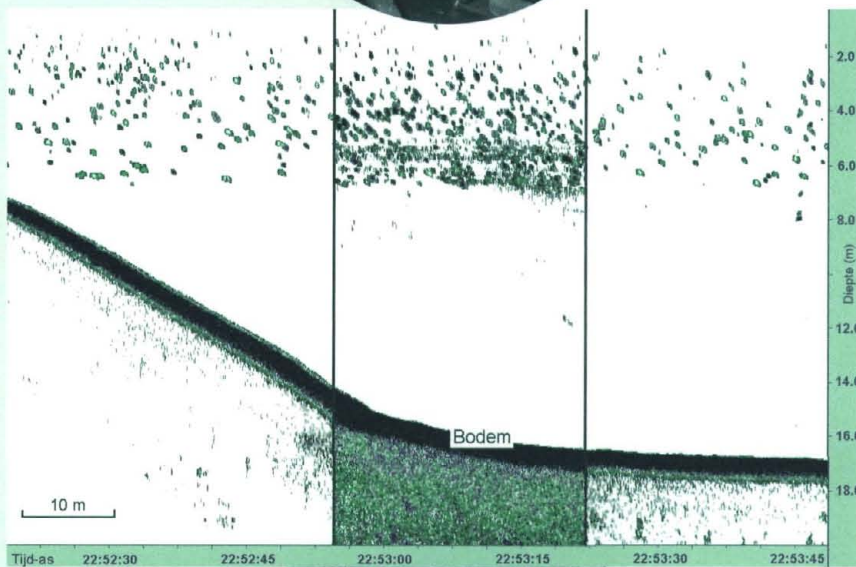
2. De vlekken zijn registraties van individuele vissen.

De 'kleur'verdeling is een eerste indicatie van de grootte van de vis. Voor een nauwkeurige bepaling wordt teruggegrepen op de digitale resultaten.

3. Het echogram geeft een duidelijk beeld van de verticale verdeling van de vissen. De meeste vis concentreert zich in dit voorbeeld in een laag van 6 tot 9 meter. Onder de 9 meter wordt geen vis waargenomen. Dit is het gevolg van de zuurstofloosheid onder de spronglaag, waar geen leven mogelijk is.

4. Links en rechts in het echogram zijn kleine partikels (< 1 cm) weggefilterd, zodat individuele vissen goed zijn te identificeren. In de middensectie is dit niet gedaan, zodat we ook een beeld krijgen van kleine objecten. Aangenomen wordt dat het hier dierlijk plankton betreft. Duidelijk is dat de vis (jonge Haring) zich concentreert in het deel van de waterkolom waar veel dierlijk plankton aanwezig is.

Haringvangst tijdens de kuilvisserij in het open water van het Veerse Meer



opzoekt om zich daar aan te goed te doen. Dierlijk plankton voedt zich o.a. met het plantaardige plankton. Als de concentratie dierlijk plankton door predatie van Haring drastisch vermindert, kan de algenconcentratie hoog oplopen. Het water wordt troebel en als gevolg van het beperkte doorzicht kunnen waterplanten en wieren niet ontkiemen. Er komen nog meer voedingsstoffen beschikbaar voor nog meer algen.

Het omgekeerde proces is bekend van het zoete water onder de naam 'Actief Biologisch Beheer' (Scheffer, 1990). Het beheer wordt toegepast in overmatig voedselrijk, troebel water, waarbij de omvang van de planktonetende visstand sterk wordt gereduceerd. Beoogd wordt de predatiedruk van de vis op het dierlijk plankton te beperken. Opmerkelijk is dat de overgang van troebel naar helder water en vice versa, acuut op kan treden als een drempel in het evenwicht wordt overschreden. Het heeft er alle schijn van dat in het Veerse Meer de omslag van helder naar troebel water heeft plaatsgevonden als gevolg van de hoge predatiedruk van Haring op het dierlijk plankton. De naar schatting

30 miljoen Haringlarven die in het voorjaar van 2000 zijn binnengespoeld en zijn opgegroeid, hebben in twee jaar een gezamenlijke biomassa bereikt van ten minste 300 ton. Zonder dat hier nadere berekeningen op zijn losgelaten, mogen we aannemen dat hiervoor op gewichtsbasis een veelvoud aan dierlijk plankton door Haring is geconsumeerd.

### Verwachtingen

Het is niet eenvoudig te voorspellen hoe de situatie zich in de komende jaren zal ontwikkelen. Vanzelfsprekend speelt het doorlaatwerk in de Zandkreekdijk hierbij een belangrijke rol. Momenteel stroomt bij hoog water gemiddeld 40.000 liter water per seconde vanaf de Oosterschelde naar het Veerse Meer en terug bij laag water.

Een stijging in het zoutgehalte zal naar alle verwachting leiden tot een stabielere en soortenrijker leefmilieu. Door de verbeterde uitwisseling met de Oosterschelde

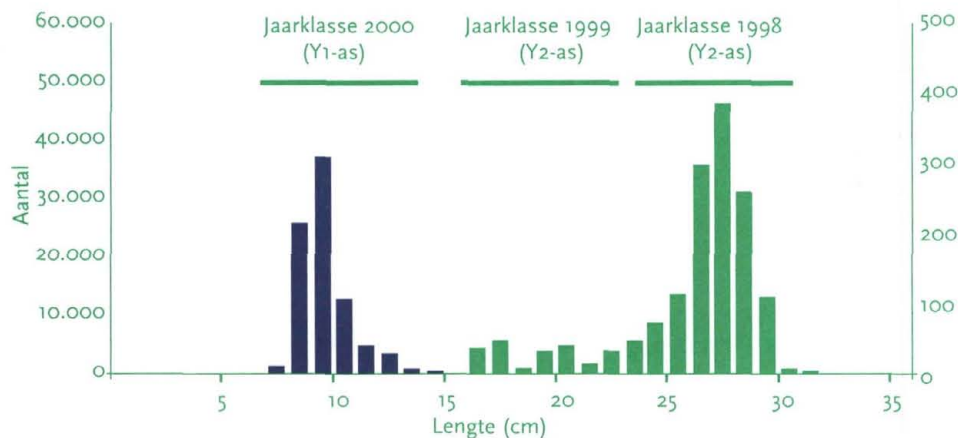


Fig. 2. Opbouw van de haringpopulatie, zoals deze in september 2002 tijdens de kuilvisserij is aangetroffen. De leeftijd van de verschillende lengtegroepen is bepaald aan de hand van jaarringen op de schubben van de Haring. De omvangrijke groep Haring van 7-15 cm is 2 jaar oud en behoort daarom tot jaarklasse 2000. De kleine groep volwassen Haring van 25-30 cm is vier jaar oud en heeft als geboortjaar 1998. De jaarklasse 1999 is zwak vertegenwoordigd, maar onderscheidt zich niettemin duidelijk herkenbaar van de overige jaarklassen.

wordt bovendien de kolonisatie van nieuwe soorten versneld. Tenslotte wordt met het doorlaatmiddel regelmatig voedselrijk water afgevoerd, wat de waterkwaliteit zeker ten goede komt. Het blijft echter de vraag of dit alles voldoende is om het water in het Veerse Meer weer helder te krijgen.

Vanuit de ervaringen met 'Actief Biologisch Beheer' kan worden aangenomen dat een reductie in de hoeveelheid voedingsstoffen alleen, het ecosysteem niet uit zijn huidige evenwicht kan halen. Een eenmalige en rigoureuze uitdunning van de plankton-etende visstand is dan noodzakelijk. De verbeterde uitwisseling met de Oosterschelde kan ertoe leiden dat Haring weer sneller het gebied verlaat en de predatiedruk op het dierlijk plankton voldoende wordt beperkt. Maar evenzogoed kan de aanvoer van vislarven juist nog verder toenemen, omdat er nu een permanente verbinding is met de Oosterschelde.

Als na circa twee jaar vanaf heden blijkt dat het beoogde doorzicht van het water uitblijft en de omvang van de haringstand onverminderd groot, zal serieus moeten worden overwogen een uitdunning uit te voeren. Uitgaande van de handleiding voor de uitvoering van 'Actief Biologisch Beheer' (Hosper et al., 1992) zal minimaal 75% vis moeten worden verwijderd, ofwel 200 ton vis in de huidige situatie.

#### Literatuur

- Holland, A.M.B.M., 2004.** Veerse Meer aan de Oosterschelde. Toestand ecosysteem Veerse Meer vóór ingebruikname doorlaatmiddel. Rapport RIKZ/2004.007, inclusief cd-rom.
- ICES, 2003.** Report of Herring Assessment WG for the Area South of 62° N. CM 2003/ACFM: 17.
- Kamer, J.P.G. & G.P. Bollebakker, 1991.** Een zouter meer bij nieuw beheer? De Levende Natuur 92 (2): 41 – 46.
- Hosper, S.H., M.L. Meijer & P.A. Walker, 1992.** Handleiding actief biologisch beheer: beoordeling van de mogelijkheden van visstandbeheer bij het herstel van meren en plassen. ISBN 90-800120-5-X.
- Kemper, J.H., 2003.** Visonderzoek To situatie Veerse Meer. OVB-Onderzoeksrapport Ondoo157. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Peperzak, L., 2004.** Waterkwaliteit Veerse Meer 1994-2003. Werkdocument RIKZ/OS/2004.812x. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Middelburg
- Scheffer, M., 1990.** Simple models as useful tools for ecologists. Proefschrift aan de Rijksuniversiteit Utrecht.
- Steinmetz, B., 1975a.** Resultaten van de experimentele foreluitzettingen in het Veerse Meer in de jaren 1968 tot 1971. Visserij 33 (8): 519 – 538.
- Steinmetz, B., 1975b.** Resultaten van de platvisuitzettingen in het Veerse Meer in de jaren 1965

en 1966 en de betekenis daarvan voor de Grevelingen. Visserij 28 (2): 106 – 116.

**Vries, M. de & I. de Vries, 1991.** De eutrofiëring van het Veerse Meer opgelost? De Levende Natuur 92 (2): 47 - 51.

**Waardenburg, H.W. & A.J.M. Meijer, 1989.** Onderzoek naar de presentie van kleine vissoorten in het Veerse Meer. Bureau Waardenburg, Culemborg.

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

#### Summary

##### Herring and water quality in Lake Veere

In September 2002 a fish stock assessment was carried out in Lake Veere. The brackish water lake is created in 1961, as part of the Delta Works. The study area was divided in four depth sampling strata. In addition, we distinguished pelagic and benthic samples. A simple sampling net was used in shallow areas (<2m). The bottom area was sampled with a bottom trawl and the pelagic with sonar equipment and a pelagic trawl. The principal aim was to make a quantitative estimate of the most abundant fish species in the lake. In the samples collected in the shore area, Common goby (*Gobius microps*) was the most common species. However, the abundance of 0,7 fish/m<sup>2</sup> is low compared to comparable lakes in the vicinity of Lake Veere. This may be explained by the lack of Sea lettuce (*Ulva spec*) in 2002, while this weed was very common in years proceeding to the year of this study. Common goby was also the most abundant species in the bottom samples. In the pelagic, juvenile Herring (*Clupea harengus*) and Sprat (*Sprattus sprattus*) proved to be the most abundant species with more than 99% of the total fish stock. The estimated total biomass in Lake Veere is 246 ton Herring and 82 ton Sprat. Locally, the biomass can be as high as 3000 kg/ha. With an estimated 30 million mouths to feed, Herring and Sprat may have caused the sudden disappearance of Sea lettuce. The high predation pressure of these planktivores on zoöplankton, limits grazing of zoöplankton on the phytoplankton. The resulting light limitation may have prevented the weed to germ.

Drs. J.H. Kemper  
Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij  
Postbus 433  
3430 AK Nieuwegein  
e-mail: kemper@ovb.nl