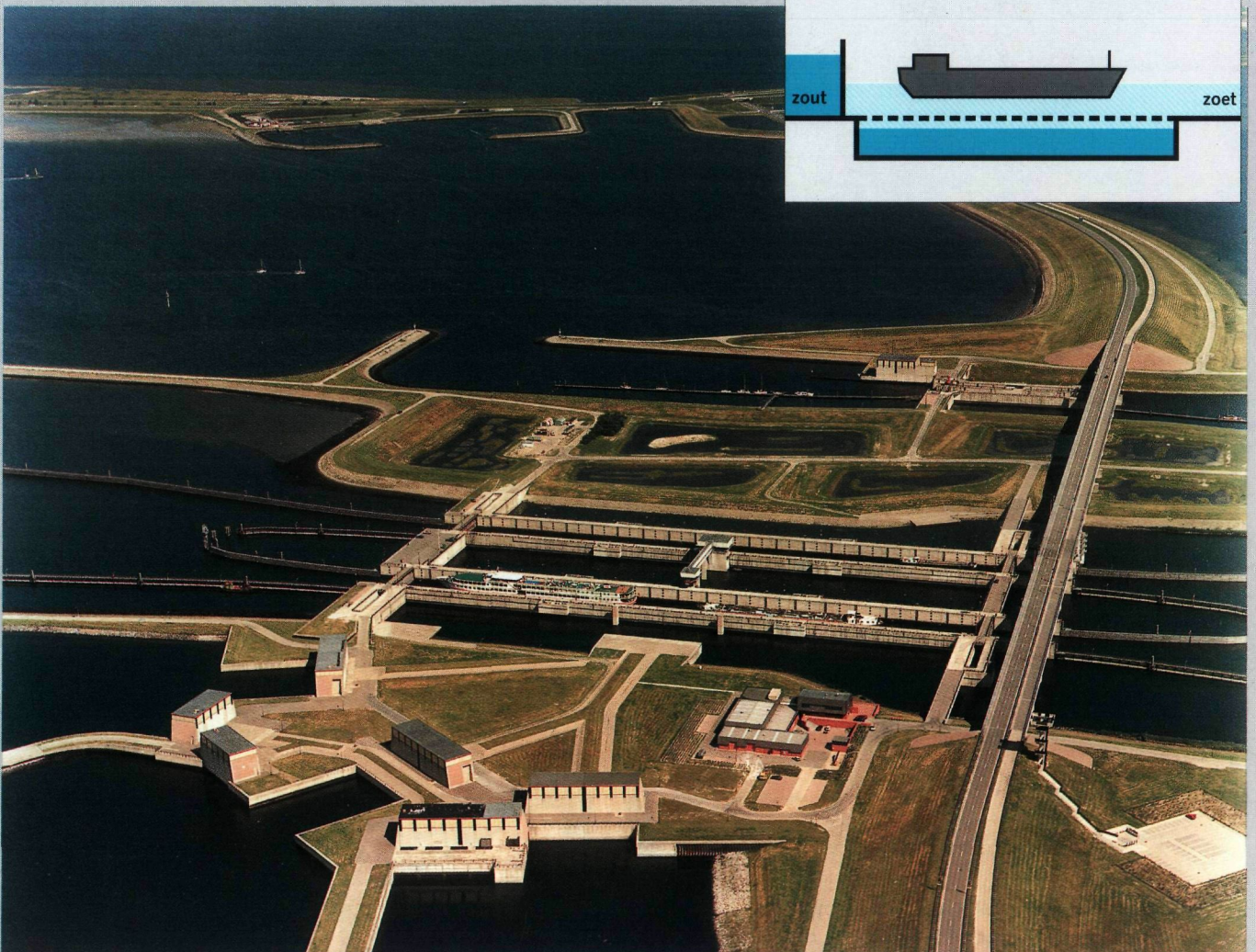
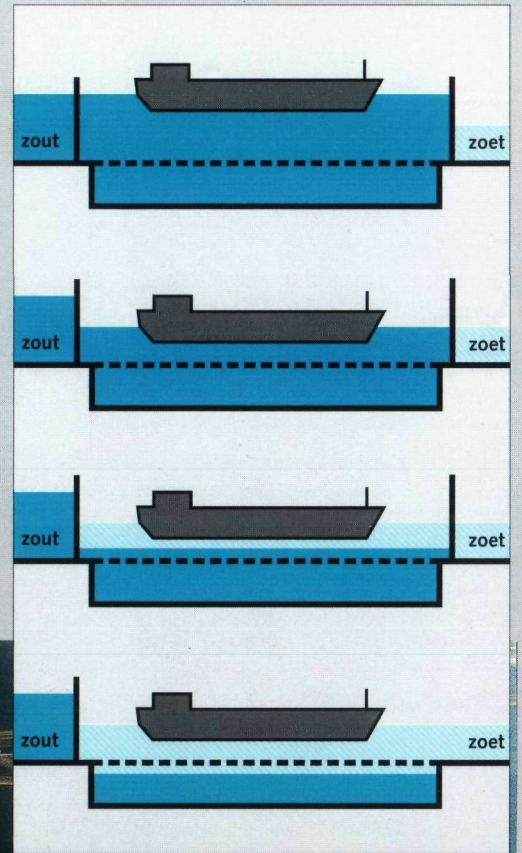
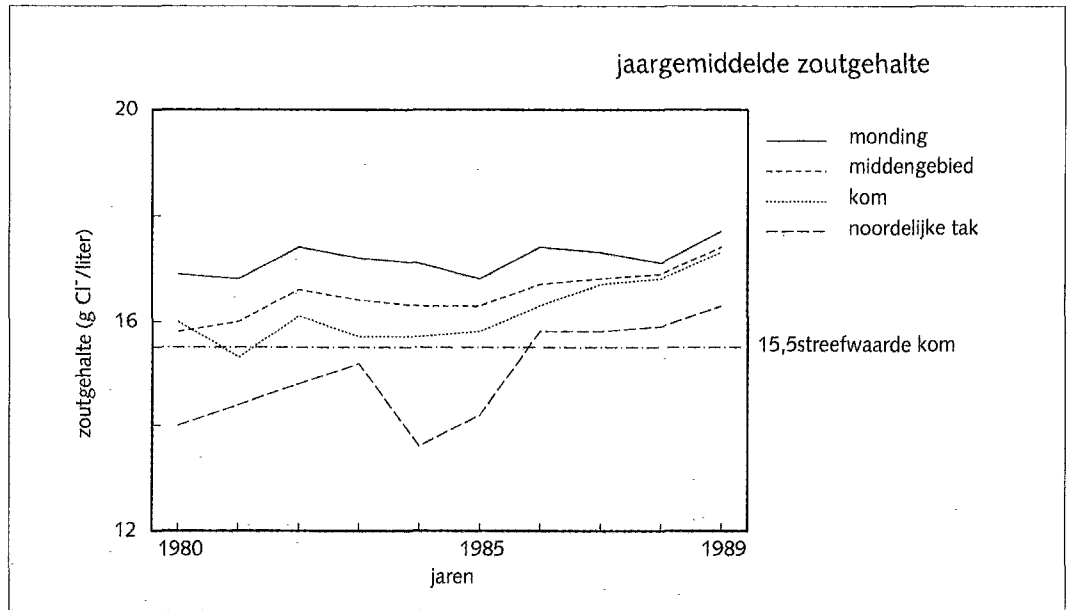


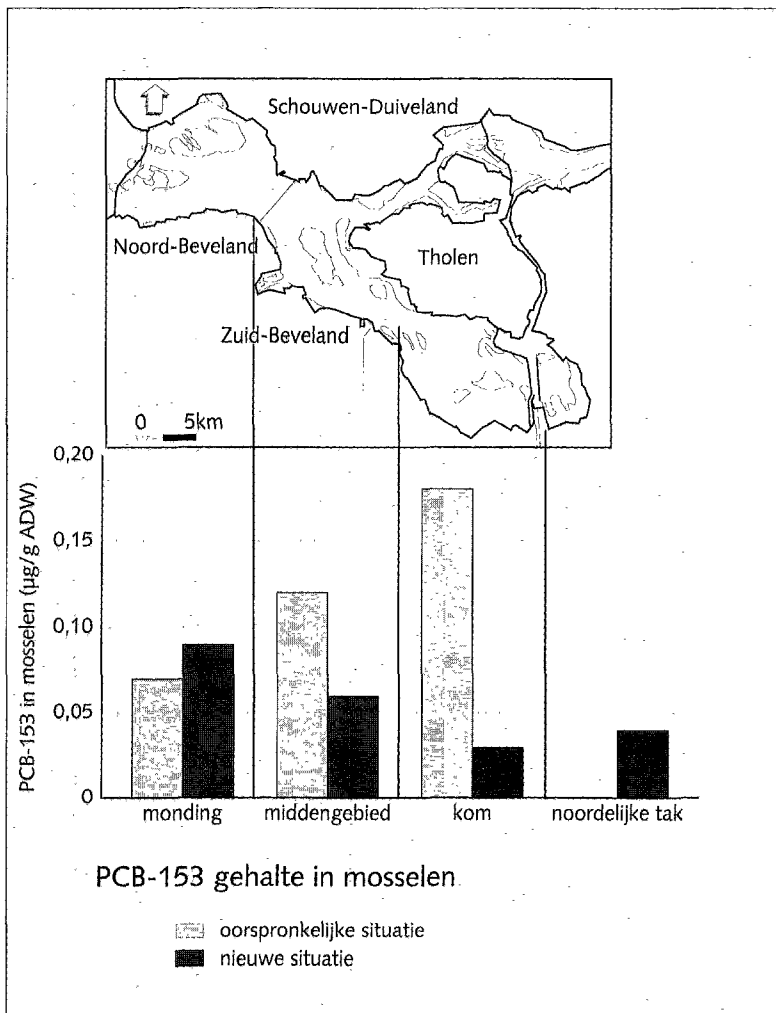
# Het zout-zoetscheidingsstelsysteem

Even uniek als de stormvloedkering maar minder bekend is het zout-zoetscheidingsstelsysteem in de Krammer- en de Kreekraksluizen. Gebruik makend van het feit dat zout water zwaarder is dan zoet water wordt voorkomen dat het Volkerak- en Zoommeer worden belast met zout water via de scheepvaartsluizen. Tegelijkertijd kan het zoetwaterverlies van het Volkerak- en Zoommeer worden beperkt. Dit is van belang om de aanvoer van vervuild water uit het Hollands Diep naar het Volkerak- en Zoommeer zo gering mogelijk te houden. Het systeem werkt zelfs beter dan verwacht. Zo is bijvoorbeeld door een optimale instelling het oorspronkelijk verwachte zoetwaterverlies van 27 m<sup>3</sup>/s via de Krammersluizen beperkt tot minder dan 10 m<sup>3</sup>/s. De zoutbelasting van het Volkerakmeer is ruim zes keer zo laag als waarvan eerst werd uitgegaan.





De Oosterschelde is zouter dan tevoren



De mosselen zijn nog schoner dan voorheen.

### waterkwaliteit

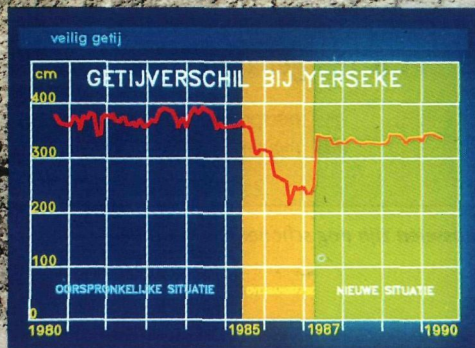
De waterkwaliteit in het bekken wordt nu in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het Noordzeewater in de Voordelta. Door afsluiting van het Krammer verminderde de belasting met zoet water en daarin opgeloste stoffen aanzienlijk; door een optimaal beheer van het zout-zoetscheidingsstelsel in de Krammersluizen zelfs meer dan verwacht. De waterkwaliteit is nu nog beter dan vóór de werken. Zo ligt bijvoorbeeld het PCB-gehalte in mosselen duidelijk lager dan voorheen. De zoutgehalten liggen ruim boven de in 1976 vastgestelde streefwaarden. Het zoutgehalte is nu 17,5 tot 18,5 g Cl/l in de kom en 16,5 tot 18 g Cl/l in de Krabbenkreek.

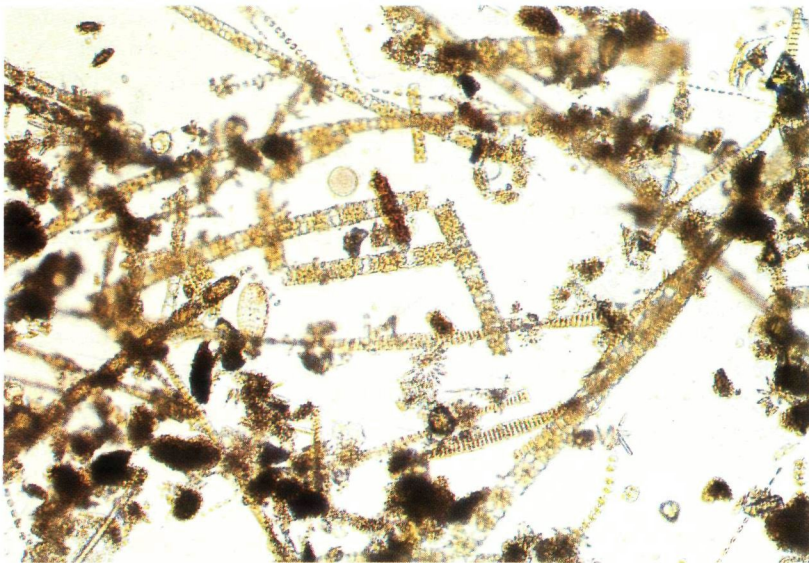
De gehalten opgeloste voedingsstoffen - zoals stikstof, fosfaat en silicaat - in water en bodem zijn lager dan in de oorspronkelijke situatie. Dat geldt evenzeer voor de gehalten zware metalen en microverontreinigingen. Het lichtklimaat is verbeterd door afname van de stroomsnelheden. Het zuurstofgehalte in het water is ongeveer gelijk gebleven en ligt tussen 7 en 12 mg/l.

## De overgangsfase

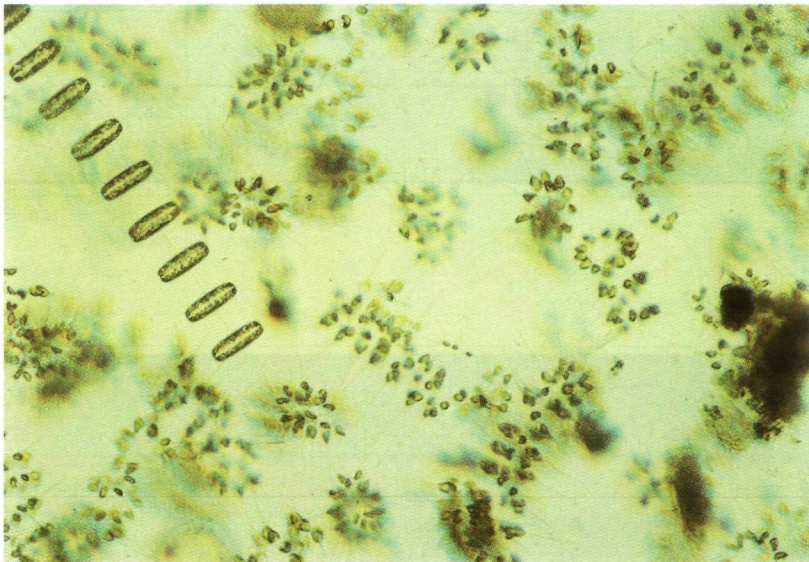
De invloed van het Deltaplan voor de Oosterschelde werd in 1965 al merkbaar door het gereedkomen van de Volkerakdam. De afsluiting van de Oosterschelde zelf begon in 1967 met het aanleggen van werkeilanden op ondiepe platen. Eind 1973 was vijf kilometer dam gereed; er moest nog drie kilometer worden voltooid in de sluitgaten van Hammen, Schaar van Roggenplaat en Roompot. Het werd dus geen dichte dam, maar een stormvloedkering, die in 1986 gebruiksklaar was. Vanaf midden 1985 liep door de bouw van de kering het getijverschil in het Oosterscheldebekken terug en daarmee verminderden ook de stroomsnelheden, het transport van zand, slib en ander materiaal en de overspoeling van de hogere delen van platen en schorren. Het getij werd tijdelijk geknepen.

Dat kwam door de afbouwwerkzaamheden voor de kering. Bovendien werd de kering ingezet om de compartimenteringsdammen gemakkelijker te kunnen sluiten. Voor natuurwaarden en visserij was deze overgangsfase een kritieke periode. Vanaf eind april 1987 bepalen de voltooide Oosterscheldewerken en het kortstondig gebruik van de kering tijdens stormvloeden de waterbeweging in het bekken.

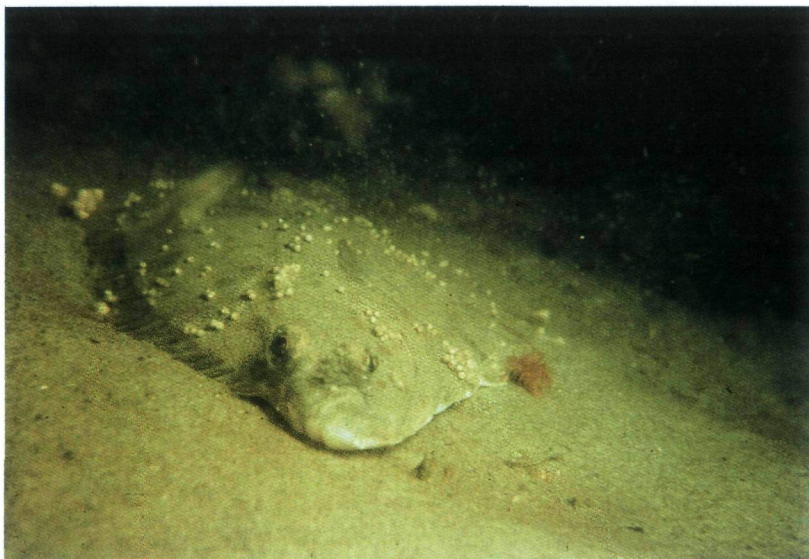




De voorjaarsbloei begint nu vroeger.



Een verschuiving naar kleinere algensoorten.



Voor vis is weinig veranderd.

## Leven in het water

De toegenomen helderheid van het water is gunstig voor de groei van het plantaardig plankton dat samen met de bodemalgen de basis vormt voor de voedselketen. Onder invloed van het veranderde lichtklimaat is een verschuiving opgetreden naar kleinere soorten plantaardig plankton. De planktonbloei begint nu eerder in het voorjaar. De totale hoeveelheid fytoplankton is enigszins afgenomen vanwege de lagere gehalten aan opgeloste voedingsstoffen. De dichtheid van het dierlijk plankton is toegenomen.

De soortensamenstelling van de vissen is niet wezenlijk veranderd. Enkele soorten, met name de zichtjagers komen iets meer voor; zoutwatervissen die paaïen in zoet water komen minder voor; mogelijk een gevolg van de werken. De opgetreden veranderingen bij commercieel belangrijke soorten (kabeljauw- en haringachtigen) hangen grotendeels samen met verschillen in jaarklassterkte van de Noordzeepopulatie. De garnalendichtheid is ongewijzigd gebleven. Het verlies van kinderkamergebieden in Krammer en Volkerak heeft geen duidelijke effecten gehad. De vestigingsmogelijkheden voor zeehonden zijn door de werken niet beïnvloed.

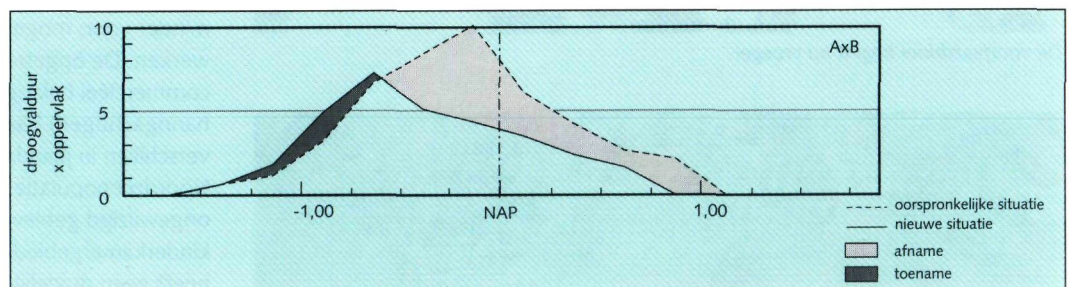
## Platen en slikken

### bodemligging

Door de aanleg van de Philips- en Oesterdam is 33% van het intergetijdegebied verdwenen. In het resterende intergetijdegebied heeft, zoals werd verwacht, erosie de overhand gekregen boven aangroei. Door het verminderd getijvolume zijn de geulen te ruim in verhouding tot de hoeveelheid water die erdoor stroomt. Om een nieuw evenwicht te bereiken is 400 - 600 miljoen m<sup>3</sup> zand nodig om de geulen op te vullen: de zandhonger van de Oosterschelde. Deze zandhonger blijft voorshands groot, omdat import van zand uit de Voordelta te verwaarlozen is.

De geulen worden daarom vooral opgevuld met zand en fijn slib van platen en slikken. Het gevolg is dat er sinds 1986 een erosie is opgetreden van circa 60 ha intergetijdegebied. De erosie heeft tevens tot afvlakking van de hogere plaatdelen geleid, waardoor de droogvalduur is afgenomen.

Doorgaande erosie lijkt voorlopig onontkennbaar. In 2020 zal circa 15% van het in 1987 aanwezige plaatareaal zijn verdwenen. De hogere plaatdelen zullen nog verder afvlakken en er zal een verflauwing optreden van de plaat-geul overgangen en een verlaging van het intergetijdegebied.



De platen vallen korter droog.

## Het leven op de bodem

De bodemdieren - in hoofdzaak schelpdieren, wormen en kreeftjes - hebben een groot aanpassingsvermogen. Ondanks veranderingen in bodemligging en -samenstelling zijn er geen opvallende veranderingen waargenomen. Op den duur worden wel veranderingen in de bodemdieren samenstelling verwacht als gevolg van de morfologische veranderingen.

Het areaal klein zeegras is afgenomen. Het groot zeegras nam juist toe, onder meer op niet gebruikte mosselpercelen. De stormen in voorjaar 1990 hebben de oppervlakten zeegras flink aangetast, zodat er nu over het geheel van een afname sprake is. De zeegrassen zijn kwetsbaar voor stormen en strenge winters. De concentratie bodemalgen is toegenomen als gevolg van de verminderde waterbeweging.



*Klein zeegras.*

## vogels

Vóór de bouw van de kering en de compartimenteringsdammen verbleven in de Oosterschelde inclusief het Kramer-Volkerakgebied 's winters grote aantallen watervogels, met name steltlopers, eendachtigen en meeuwen. Na het wegvallen van het getij in het Kramer-Volkerak is het aantal eendachtigen toegenomen en zijn de steltlopers in aantallen gedaald.

De resterende intergetijdegebieden in de Oosterschelde hebben het verlies van het Kramer-Volkerak niet kunnen opvangen. De Oosterschelde is "vol". De internationale waarde van het totale Oosterschelde/Kramer-Volkerakgebied als pleisterplaats voor watervogels ligt nu iets lager dan voorheen.

De aantallen vogels zijn in alle seizoenen afgenomen; voor sommige steltlopersoorten echter is de afname naar verhouding groot in augustus-september. Dit wijst erop dat de functie van de Oosterschelde als ruigebied is verminderd. Juist die ruiperiode valt samen met de piek van de recreatieve activiteiten in het gebied. In die tijd zijn steltlopers extra gevoelig voor verstoring, omdat het vliegvermogen dan minder is en de voedselbehoefte groot. Door de grotere toegankelijkheid van het gebied is de kans op verstoring vergroot.

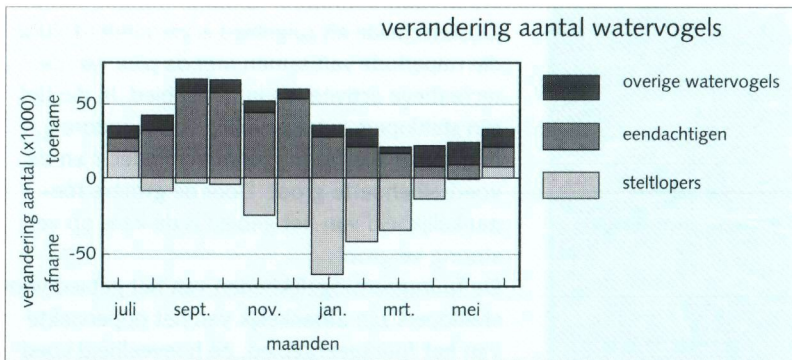
De fourageermogelijkheden van het gebied voor steltlopers zijn afhankelijk van het oppervlakte van het fourageergebied, de hoeveelheid voedsel die daar te vinden is, de bereikbaarheid van het voedsel (hoe lang kunnen vogels in het intergetijdegebied eten) en de rust om te kunnen fourageren. Hoewel er nog evenveel voedsel is



*Het bodemleven is onveranderd rijk.*

als voorheen, is met name de bereikbaarheid ervan afgenomen door de verlaging van de platen. Hierdoor is de droogvalduur afgenomen en is het beschikbare voedselareaal verminderd. De draagkracht van het gebied lijkt te zijn bereikt.

De aantallen broedvogels in de Oosterschelde zijn over het geheel genomen nauwelijks beïnvloed door de werken. Wel is een tijdelijke toename waargenomen na de aanleg van werkeilanden en na het droogvallen van oorspronkelijke intergetijdegebieden in het Krammer/Volkerak. Deze pas ontstane broedgebieden in de afgesloten en verzoete gebieden zullen hun functie voor kustbroedvogels door de snelle ontwikkeling van de vegetatie binnen enkele jaren verliezen. De vogels zijn dan weer aangewezen op de resterende broedgebieden in en langs de zoute meren en de getijdewateren van het Deltagebied.



Meer eenden, maar minder steltlopers.



De Oosterschelde is "vol".



Voedsel genoeg, maar slechter bereikbaar.

### Schorren

Door de bouw van de compartimenteringsdammen is 640 hectare van de oorspronkelijk aanwezige 1725 hectare overgebleven. Sinds 1982 is 16 hectare schor door erosie verdwenen. In tegenstelling tot de verwachting is de erosiesnelheid van de schorren toegenomen. De afname bedraagt nu vier hectare per jaar. Op den duur zal de erosiesnelheid ongeveer twee hectare per jaar bedragen.

De overspoelingsfrequentie van de schorren nam af met 15% (laag schor) tot 70% (hoog schor). In de periode april 1986 tot april 1987 (de overgangsfase) was deze afname zelfs 65% tot 100%. Hierdoor droogde een deel van de schorbodem uit en trad een versterkte bodemrijping op.

Door een aantal achtereenvolgende strenge winters en het lage aantal overspoelingen in de periode 1986-1987 heeft een verschuiving in de soortensamenstelling plaatsgevonden. Door de bodemrijping, die optrad in de periode 1986-1987, is op 10 tot 15% van het schorareaal de vegetatieontwikkeling blijvend verstoord.



De schorren eroderen meer dan verwacht.



Rijke dijken.

### Dijkglooiingen

Door de toepassing van onder meer gietasfalt bij dijkversterkingen, zijn zeldzame levensgemeenschappen op de glooiingen in het intergetijdegebied verdwenen. Zo ging een deel van de zeldzame groefwier levensgemeenschap verloren.

De effecten van de werken op de flora en fauna van de glooiingen onder water zijn niet duidelijk aan te geven, onder meer als gevolg van een tijdelijke overwoekering door de brokkelster.

Door verslibbing is enig verlies opgetreden van het oppervlak hard substraat onder water; dit is gecompenseerd door het ontstaan van nieuw areaal, met name bij de stormvloedkering. De levensgemeenschappen op de glooiingen zijn nog niet aangepast aan de nieuwe omstandigheden. De komende jaren kunnen dus nog veranderingen in soortensamenstelling en de biomassa verwacht worden.

### Productiviteit

De productiviteit van het Oosterschelde systeem staat voor de hoeveelheid voedsel die er wordt geproduceerd en ten goede komt aan grazers (schelpdieren, dierlijk plankton), sedimenteters (wormen, kreeftachtigen) en de dieren die hier weer van leven zoals vogels en vissen. Een hoge productiviteit is een van de belangrijkste kenmerken van getijdesystemen: de gouden randen van de zee ontlenen hun faam aan de voedselrijkdom.

De productiviteit van de Oosterschelde is berekend met behulp van het wiskundig model SMOES, waarbij tevens gebruik is gemaakt van veldmetingen (zie het intermezzo 'Voedselbalans Oosterschelde' en 'Grenzen aan de groei').



...Ook onder water.

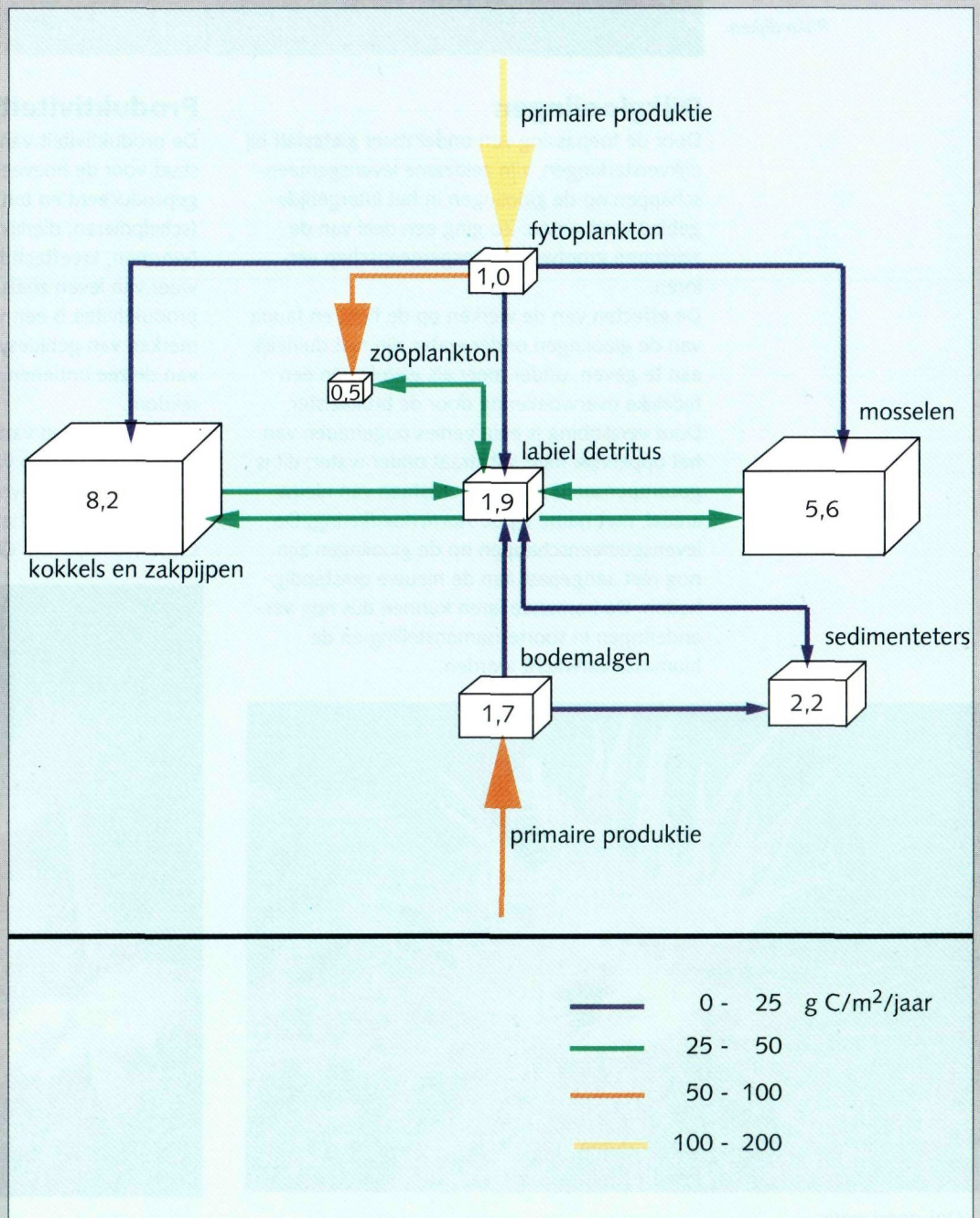


# Voedselbalans Oosterschelde.

De voedselbalans is berekend met behulp van een wiskundig model van het ecosysteem, waarin met allerlei interne processen van het systeem rekening is gehouden: het Simulatie Model Oosterschelde EcoSysteem (SMOES). Het model is geïkt voor de oorspronkelijke en de nieuwe situatie.

Uit de voedselbalans blijkt dat de Oosterschelde sterk wordt gedomineerd door de kokkel en de mossel. Plantaardig en dierlijk plankton, wormen

en andere bodemdieren dragen niet meer dan 10 - 20 % bij aan de biomassa van het systeem. De hoeveelheid voedsel die door deze groepen wordt omgezet, de 'turnover', verschilt sterk, zoals blijkt uit de omvang van de pijlen. Een geringe hoeveelheid plantaardig plankton levert een grote stroom voedsel aan de grazers, waarbij het dierlijk plankton bijna evenveel omzet als de mosselen of de kokkels, hoewel de biomassa van het dierlijk plankton veel geringer is.

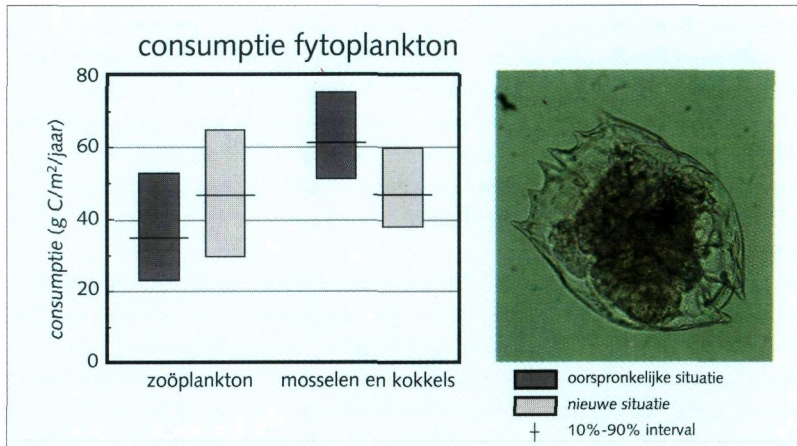


Onder invloed van licht, koolzuur en nutriënten (stikstof, silicaat, fosfaat) worden door algen via de fotosynthese organisch materiaal en zuurstof gevormd. Deze aanmaak van organisch materiaal wordt primaire productie genoemd. Over het hele gebied bezien is de primaire

De veranderingen in de produktiviteit van het systeem zijn dus gering. De structuur van het voedselweb, afgemeten aan de soortensamenstelling en de biomassa, is wel veranderd. De reactie van het ecosysteem op de veranderingen zoals die zich in de Oosterschelde hebben voorgedaan, bestaat uit aanpassingen van de structuur, terwijl de processen op ongeveer dezelfde manier blijven verlopen.

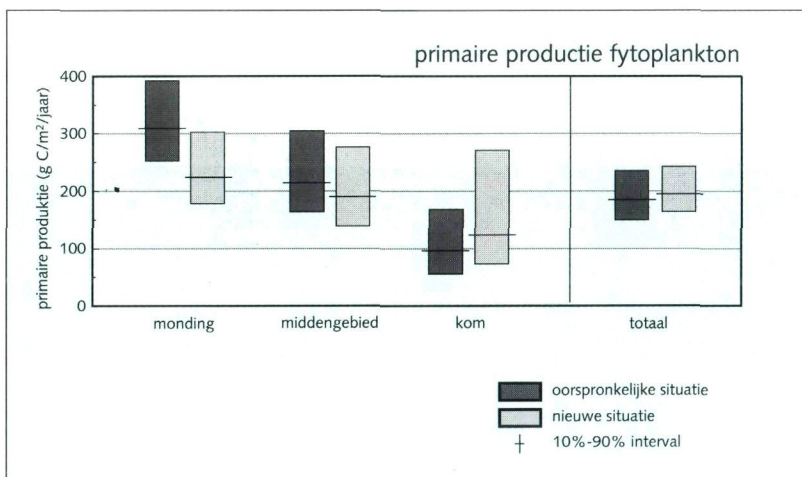
### Toekomstverwachting

De natuurwaarden van slikken en platen, schorren, dijkglooiingen en binnendijkse gebieden, geulen en ondiep water, zijn voor een belangrijk deel behouden gebleven. Areaalverlies van de platen echter heeft nu reeds vermindering van de aantallen steltlopers te zien gegeven; Een verdergaande verlaging van de platen zal dit effect versterken en kan verder invloed hebben op de bodemdieren. Verwacht wordt een areaalverlies van 15 % in dertig jaar. Op de schorren is schade ontstaan en is er een geleidelijk oppervlakteverlies, hetgeen op een termijn van dertig jaar zal leiden tot een verlies van 15 % van het waardevolle schorrensysteem. De veranderingen in de waterbeweging komen tot uiting in een verbetering van het lichtklimaat, een vermindering van het slibgehalte in het water en een verminderde uitwisseling tussen Oosterschelde- en Noordzeewater. Het gehalte aan voedingsstoffen in de Oosterschelde is nu echter méér dan voorheen afhankelijk van de concentraties in de Voordelta. De effecten komen niet zozeer tot uitdrukking in aanpassing van de produktiviteit van het ecosysteem, maar in een veranderde opbouw van het voedselweb. De samenstelling van de algen en de biomassa van het dierlijk plankton zijn beide veranderd. De produktiviteit zal naar verwachting op hetzelfde niveau gehandhaafd blijven.

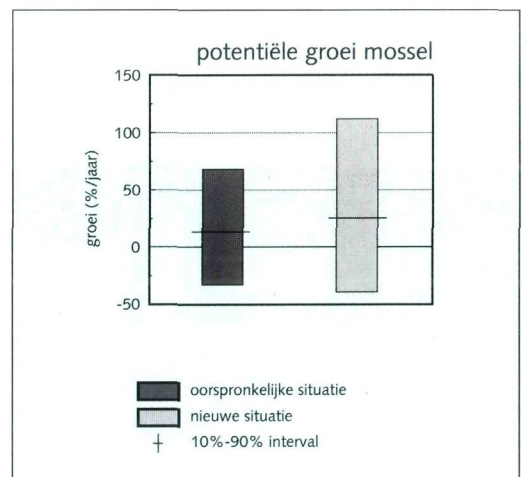


Er gaan meer algen naar het dierlijk plankton

productie vrijwel gelijk gebleven. Binnen het gebied zijn echter wel verschuivingen opgetreden. In het mondingsgebied is de primaire productie afgenomen en in het oostelijk deel wat toegenomen. De doorwerking van de primaire productie op de voedselketen is veranderd. De hoeveelheid dierlijk plankton is toegenomen. Een groter deel van de primaire productie komt nu ten goede aan het dierlijk plankton en er gaat minder voedsel naar de schelpdieren. Dit hangt samen met de betere voedselkwaliteit voor het dierlijk plankton en met het feit dat er in de evaluatieperiode door slechte zaadval minder mosselen in de Oosterschelde aanwezig waren. Verwacht wordt dat een toename van de hoeveelheid schelpdieren weer tot een afname van het dierlijk plankton zal leiden, de toestand is dus omkeerbaar. De groeimogelijkheden voor schelpdieren zijn over het geheel genomen niet veranderd.



De algenproductie is gelijk gebleven



Mosselen kunnen nog even goed groeien als vroeger

# Grenzen aan de groei

De draagkracht van de Oosterschelde voor mosselkweek wordt in de nieuwe situatie vooral bepaald door de primaire productie. Om de gevoeligheid van het systeem voor veranderingen te bepalen is een tweetal extreme situaties met het model SMOES verkend. Nagegaan zijn de effecten van een verdubbeling van de hoeveelheid mosselen en van een vermindering tot 10 %. Tevens is nagegaan wat de gevolgen zijn van een afname van nutriëntengehaltes als gevolg van het Rijn- en Noordzee-actieplan, dat onder meer gericht is op het halveren van de belasting van oppervlaktewateren met voedingsstoffen. Uit de scenario's blijkt dat verdubbeling van de hoeveelheid mosselen leidt tot een afname van de primaire productie met ca. 15 %. De primaire productie neemt toe met maximaal 15 % wanneer er veel minder mosselen in het systeem zitten. Het wetslagen van het Noordzeeactieplan heeft relatief weinig effect

op de primaire productie, die dan minder dan 10 % zal dalen. Wanneer de hoeveelheid mosselen wordt verdubbeld en tegelijkertijd de nutriëntenbelasting wordt gehalveerd zal de primaire productie volgens de berekeningen met meer dan 20 % dalen. Ook de groei van mosselen zal dan nadelig kunnen worden beïnvloed.

De conclusie is dat vooral intensivering van de mosselkweek kan leiden tot een afname van de primaire productie, en van de groei van de mosselen. De draagkracht van de Oosterschelde voor mosselkweek zou dan zodanig worden overschreden dat de primaire productie omlaag gaat, en daarmee de groei van mosselen, kokkels en dierlijk plankton. Een vermindering van de hoeveelheid mosselen leidt tot meer primaire productie die ten goede komt aan de overige planteneters.

resultaat berekeningen scenario's met SMOES

