

Toestand en Ontwikkeling van de Westerschelde

Methodiekontwikkeling om waterkwaliteitgegevens
te presenteren. Met voorbeelden van zuurstof,
stikstof, fosfor en silicium.

Opleiding:

Rijkshogeschool IJsselland
Milieuopleidingen
studierichting Milieuchemie
R. v. Diepholtstraat 21
Deventer

Stage instelling:

Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ)
Grenadierweg 31
Middelburg

Middelburg, juni, 1994

K. ter Maat

VOORWOORD

In het kader van een afstudeeropdracht wordt in het vierde jaar van de studierichting Milieuchemie aan Rijkshogeschool IJsselland te Deventer stage gelopen.

Voor deze stage ben ik van 24 januari tot eind juni 1994 werkzaam geweest op de afdeling Advies en Beleidsanalyse afdeling Delta (ABD) van Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) te Middelburg.

Hierbij wil ik de medewerkers van de afdeling ABD, en met name mijn stagebegeleiders Albert Holland en Bert van Eck, bedanken voor hun hulp. Michiel Flooren wil ik bij deze graag bedanken voor de begeleiding vanuit school.

SAMENVATTING

Door een groeiende bevolking en een groter wordende welvaart zijn conflicten ontstaan tussen de functies die het Schelde-estuarium van nature in zich heeft en die het door de mens in de loop van de tijd opgelegd heeft gekregen. Om deze conflicten op te lossen is zowel landelijk als internationaal een krachtig beleid noodzakelijk. Voor de Westerschelde hebben het rijk, de provincie, de gemeenten en de waterschappen in het beleidsplan Westerschelde een integrale visie neergelegd en een concreet beleid geformuleerd om de problemen op duurzame wijze op te lossen.

Door de actuele ontwikkelingen van de waterkwaliteit in een zogenaamde Schelde atlas te presenteren wordt de toestand en ontwikkeling van de Westerschelde onder het huidige en toekomstige waterbeheer zichtbaar. Een Schelde atlas vormt zo een naslagwerk en zal een hulpmiddel bij een efficiënt beheer en beleid zijn.

De doelstelling van dit verslag is om, in het kader van een te ontwikkelen Schelde atlas, een methodiek te ontwikkelen die de toestand en ontwikkeling van de Westerschelde voor het onderdeel waterkwaliteit weergeeft. De informatie over de waterkwaliteit kent een verschillende herkomst. Het probleem daarvan is de vergelijkbaarheid. Daarom worden de gegevens in de Schelde atlas gestandaardiseerd weergegeven. Er is naar gestreefd per parameter de meest bruikbare informatie op één pagina weer te geven door middel van figuren en grafieken. Dit worden de zogenaamde atlasbladzijden. De parameters zuurstof, stikstof, fosfor en silicium zijn om te beginnen uitgewerkt.

De basis wordt gevormd door waterkwaliteitgegevens uit routinematige metingen met het milieumeetnet Rijkswateren. In de figuren zijn in het algemeen de resultaten van 1985 tot en met 1992 verwerkt. Het jaar 1985 dient als referentiejaar en 1992 is het meest recente jaar waarvan de gegevens verwerkt konden worden. De figuren zijn zo ontworpen dat de gegevens tot 1995 geaktualiseerd kunnen worden.

Voor de lay-out van de atlasbladzijden is gekozen voor A-4 formaat. Deze is ingedeeld in twee kolommen met tekst en figuren, te lezen van linksboven naar rechtsonder. Boven de linker kolom staat de naam van de parameter. Daaronder een stukje tekst met algemene informatie. Vervolgens een onderdeel processen en balans en een weergave van de situatie op de Belgisch-Nederlandse grens. Tot slot volgt een weergave van de situatie in de Westerschelde. Deze indeling komt in principe op iedere bladzijde terug.

Voor het onderdeel processen en balans zijn de belangrijkste processen met vermelding van procentuele bijdrage in een balans weergegeven.

De situatie op de Belgisch-Nederlandse grens is weergegeven door jaargemiddelde concentraties van het meetpunt Schaar van Ouden Doel.

De situatie in de Westerschelde is weergegeven door seizoenvariatiën van de meetpunten Vlissingen en Schaar van Ouden Doel en door het verloop van zomer- en wintergemiddelden tegen de saliniteit uit te zetten.

De situatie met betrekking tot het gevoerde en uit te voeren beleid wordt weergegeven in grafieken die de situatie van 1985 vergelijken met 1992 en in grafieken die de situatie met betrekking tot een eventuele norm weergeven.

De manier waarop de atlasbladzijden tot stand zijn gekomen is uitgebreid beschreven. Het vormt het voorschrift voor het maken van atlasbladen van andere parameters.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	-5-
1.1	AANLEIDING EN DOEL VAN EEN SCHELDE ATLAS	-5-
1.2	GEOGRAFIE EN HYDROGRAFIE	-6-
1.3	STREEFBEELDEN	-7-
1.4	FUNCTIES VAN DE WESTERSCHELDE	-7-
2	METHODIEKONTWIKKELING	-9-
2.1	ALGEMENE OPZET	-9-
2.2	SAMENVATTING LITERATUURSTUDIE	-10-
2.2.1	Zuurstof	-10-
2.2.2	Nutriënten	-11-
2.2.2.1	Stikstof	-12-
2.2.2.2	Fosfor	-13-
2.2.2.3	Silicium	-13-
2.3	KEUZE ATLASBLADEN	-14-
2.3.1	Algemene informatie	-14-
2.3.2	Processen en balans	-15-
2.3.3	Situatie op de Belgisch-Nederlandse grens	-16-
2.3.4	Situatie Westerschelde	-18-
3	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	-23-
	VERWERKTE LITERATUUR	-24-
	GEBRUIKTE LITERATUUR	-25-
	BIJLAGEN	
A	EMISSIONDOELSTELLINGEN	-I-
A	CONSUMPTIENORMEN VIS EN VISPRODUCTEN	-I-
B	EG NORMEN SCHELDPDIERWATERKWALITEIT	-II-
C	ZWEMWATERNORMEN	-III-
D	ATLASBLADZIJDEN	
	ZUURSTOF	-IV-
	STIKSTOF	-V-
	FOSFOR en SILICIUM	-VI-
E	TABELLEN ZUURSTOF	-VII-
F	TABELLEN STIKSTOF	-IX-
G	TABELLEN FOSFOR en SILICIUM	-XII-
H	OVERZICHT BESTANDEN	-XV-
I	OPVRAGEN EN BEWERKEN VAN MEET- EN ANALYSERESULTATEN	-XIX-
J	KAART EN LIGGING MONSTERPUNTEN	-XXI-

1 INLEIDING

1.1 AANLEIDING EN DOEL VAN EEN SCHELDE ATLAS

Door de toenemende druk op het Schelde-estuarium zijn er in het verleden allerlei conflicten ontstaan tussen de functies die het estuarium van nature in zich heeft en die het estuarium door de mens in de loop van de tijd opgelegd heeft gekregen. Het ontstaan van deze toenemende druk was het gevolg van een groeiende bevolking en een groter wordende welvaart. Om de conflicten tussen de natuurlijke functies en de door de mensen opgelegde activiteiten duurzaam op te lossen is zowel landelijk als internationaal een krachtig beleid noodzakelijk. Voor de Westerschelde is het beleid uitgewerkt in het beleidsplan Westerschelde (Lit 1). In dit plan hebben het rijk, de provincie, de gemeenten en de waterschappen een integrale visie op de Westerschelde neergelegd en een concreet beleid geformuleerd om de problemen op duurzame wijze op te lossen. Er zijn doelen gesteld die door het nemen van maatregelen kunnen worden bereikt. Deze beleidsmaatregelen worden gebaseerd op kennis over fysische, chemische en biologische processen in het estuarium. De belangrijkste kennisbron is inzicht in de toestand waarin de Westerschelde zich als gevolg van het beleid verkeert.

Om de ontwikkeling in het gevoerde beleid te kunnen volgen is informatievoorziening nodig. Het project Schelde Actie Plan (SAP) heeft als doel de informatie over de toestand en ontwikkeling van de Westerschelde onder het huidige en toekomstige waterbeheer te verstrekken. Dit gebeurt onder andere door rapportage over actuele ontwikkelingen in de waterkwaliteit.

De belangrijkste bron is gegevens uit routinematige metingen met het milieu-meetnet Rijkswateren (Lit 2). Daarnaast wordt informatieverstrekking opgesteld door gebruik te maken van kennis en gegevens uit onderzoeken. Deze onderzoeken vinden veelal plaats binnen andere projecten. De informatie over het stroomgebied is beschikbaar in literatuur en in de vorm van bestanden.

Het probleem bij gegevens van verschillende herkomst is de vergelijkbaarheid. Dit doet zich vooral voor bij chemische parameters die in lage concentraties worden gemeten en/of waarbij de bemonstering wordt beïnvloed door externe factoren.

Een Schelde atlas vormt een naslagwerk dat als basisinformatie kan dienen en een hulpmiddel is bij een efficiënt beheer en beleid. Bijkomend doel is om ook voor niet specialisten zichtbaar te maken welke factoren een ecosysteem beïnvloeden.

De algemene opzet van de Schelde atlas is conform de Wadatlas (Lit 3). Er wordt gestreefd naar één onderwerp per pagina. De pagina wordt altijd weergegeven met een kaart, tekst, bronvermelding van gegevens en eventueel een grafiek of tabel. Onderwerpen die behandeld worden gaan van Schelde op mondiaal gebied via het stroomgebied en het Schelde estuarium naar functionele deelgebieden.

De Schelde atlas wordt uitgevoerd via Geografisch Informatie Systeem (GIS). Hierdoor kunnen kaarten sneller aangepast worden met andere gegevens door kaarten over elkaar heen te leggen en ze zo te combineren.

De waterkwaliteit is een belangrijke factor binnen het ecosysteem van het Schelde estuarium en wordt daarom als onderdeel in de Schelde atlas opgenomen. Het doel van dit rapport is om, in het kader van een te ontwikkelen Schelde

atlas, een methodiek te ontwikkelen om de toestand en ontwikkeling van de Westerschelde voor het onderdeel waterkwaliteit te presenteren. Deze methodiek is ontwikkeld door enkele parameters concreet uit te werken. Hierbij is in eerste instantie gekozen voor een opzet welke ook voor de St. Lawrence rivier (Lit 4) centraal heeft gestaan. Dit houdt in dat op één pagina getracht wordt zoveel mogelijk informatie met betrekking tot de te bespreken parameters weer te geven door middel van figuren en grafieken. Deze pagina's worden atlasblad zijden genoemd.

Het onderzoeksgebied is beperkt tot de Westerschelde. Dit omvat het gebied tussen de lijn Vlissingen-Breskens tot Schaar van Ouden Doel. Schaar van Ouden Doel ligt op de grensovergang tussen België en Nederland.

Als achtergrondinformatie wordt in de volgende paragrafen de geografie en hydrografie, het streefbeeld en de functies van de Westerschelde beschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 2 de methodiekontwikkeling beschreven om de toestand en ontwikkeling van de Westerschelde voor de waterkwaliteitsgegevens weer te geven. De conclusies en aanbevelingen staan in hoofdstuk 3. De uitgewerkte voorbeelden voor de parameters zuurstof, stikstof, fosfor en silicium staan in bijlage D.

1.2 GEOGRAFIE EN HYDROGRAFIE

De Schelde ontspringt in het Noord-Franse heuvelland op de Mont St. Martin in de omgeving van St. Quentin en mondt als estuarium uit in de Noordzee in de omgeving van Vlissingen. De totale lengte van de rivier is 355 km. Het gedeelte van de Belgisch-Nederlandse grens tot de lijn Vlissingen-Breskens heet Westerschelde en heeft een lengte van ca. 55 km. De Westerschelde bestaat uit eb- en vloedgeulen, drempels, platen, slikken en schorren.

De breedte bij de Belgisch-Nederlandse grens is 2,2 km en 5 km bij Vlissingen. De maximale breedte is 7,8 km. De gemiddelde diepte is 10,8 m, met maximale guuldiepten van 30 à 40 m. De diepte ter plaatse van de drempels wordt, ten behoeve van de scheepvaart, gehandhaafd op 16 à 18 m beneden NAP. Dit gebeurt door het uitvoeren van onderhoudsbaggerwerkzaamheden.

Het getij is tot Gent merkbaar (160 km van Vlissingen). Het getijverschil bedraagt ter hoogte van Vlissingen 4 m. Het verschil wordt in stroomopwaartse richting groter tot maximaal 5,25 m bij Rupelmonde (95 km van Vlissingen).

De Schelde is een regenrivier. Het neerslagoverschot van het afwateringsgebied bepaalt de afvoer van de rivier. In de zomer vindt er een kleine en in de winter een grote afstroming naar de rivier plaats.

Het estuarine karakter van de rivier wordt met name bepaald door de afvoer van het zoete rivierwater en het binnendringen van het zoute zeewater. Door menging ontstaat een oost-west chloridegradiënt. Deze chloridegradiënt maakt dat er een schakering van levensgemeenschappen wordt gevonden. Belangrijke natuurgebieden zijn: het schorgebied Verdronken Land van Saeftinge, enkele andere schorregebieden en de bij hoogwater droogliggende zandplaat De Hoge Platen.

Het estuarium wordt door een groot aantal bronnen met vele stoffen belast. In de meeste gevallen zijn het verontreinigende stoffen. Belasting vindt plaats door de bovenstroomse rivieraanvoer, door afvalwater van huishoudens en industrie, door regenwater en door overtollig polder- en kanaalwater. De kwaliteit van het polderwater wordt bepaald door directe huishoudelijke lozingen, diffuse lozingen en kwel. Sinds 1992 wordt al het huishoudelijk afvalwater in het

Nederlandse deel van de Westerschelde in Rioolwaterzuiveringsinstallaties behandeld. Het lozen van afvalwater door bedrijven is aan vergunningen onderhevig. In het Nederlandse deel zijn deze steeds strenger geworden. Het estuarium wordt op diverse plaatsen met kanaalwater belast. Dit is doorspoel-, spui- en schutwater. In het regenwater dat het estuarium direct of indirect belast wordt een groot aantal verontreinigende stoffen aangetroffen als gevolg van de uitstoot door huishoudens, de landbouw, het verkeer en de industrie.

1.3 STREEFBEELDEN

Voor de zoute watersystemen zijn in de derde Nota waterhuishouding zogenaamde streefbeelden voor estuaria en zeeën aangegeven. Deze, over het algemeen kwalitatieve omschrijvingen, gelden als richtsnoer voor de beheerders. De streefbeelden zijn verder uitgewerkt in normen of doelstellingen op korte termijn (1995 en 2000) voor het gebruik en de gezondheid of kwaliteit van watersystemen. Veel doelstellingen zijn bestuurlijk vastgelegd in landelijke beleidsnota's. Een beperkt aantal doelstellingen is wettelijk vastgelegd.

Streefbeeld estuaria:

"In de estuaria met open verbinding naar zee worden zeehonden en bruinvissen regelmatig waargenomen. De belasting van water en waterbodem met verontreinigingen in de Westerschelde is zo laag, dat schelpdieren en zee kraal in het hele bekken een kwaliteit hebben die ze geschikt maakt voor menselijke consumptie. Schone baggerspecie, vrijkomend bij het onderhoud van de drukbevaren scheepvaartroute, wordt gebruikt voor het aanleggen en beschermen van schorren ten behoeve van de ontwikkeling van de natuur."

1.4 FUNCTIES VAN DE WESTERSCHELDE

Er worden voor de Westerschelde een aantal functies onderscheiden, die zowel op het ecologische (natuur) als op het economische (gebruik) vlak liggen. Deze functies stellen eisen aan de water- en bodemkwaliteit van de Westerschelde. Bovendien kunnen deze functies elkaar beïnvloeden en blijken dan vaak te conflicteren. In het streefbeeld van estuaria zitten deze conflicten ook: zeehonden/drukbevaren scheepvaartroute en natuur-ontwikkeling en natuurbouw. De belangrijkste gebruiksfuncties voor de Westerschelde zijn: scheepvaart, natuur en landschap, ontvangend oppervlaktewater, zandwinning, recreatie en visserij. Dominerend voor de Westerschelde is de scheepvaart.

Scheepvaart

De functie scheepvaart voor de zoute wateren is in het "Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer" voor de beroepsscheepvaart vastgelegd. De vaarwegen zijn verdeeld in hoofdtransportassen, hoofdvaarwegen en nevenvaarwegen. De hoofdtransportassen zijn vaarroutes met een belangrijke internationale distributiefunctie voor het goederenvervoer. De hoofdvaarwegen zijn de vaarwegen met een belangrijke nationale distributiefunctie. Alle overige vaarwegen zijn nevenvaarwegen. De Westerschelde behoort tot de hoofdtransportassen. De belangrijkste scheepvaartroutes gaan naar de havens van Vlissingen, Terneuzen, Gent en Antwerpen. De goederenstroom bestaat voornamelijk uit olie, chemicaliën, LPG en containers.

Natuur en landschap

De maatschappelijke toekenning van de natuurfunctie aan een gebied en de beleving van de waarden van natuur en landschap voor de mens is als uitgangspunt genomen. Het Natuurbeleidsplan legt het accent van het toekomstige beleid op de gebieden met bijzondere natuur- en landschapswaarden. Hoofddoelstelling is de duurzame instandhouding, ontwikkeling en herstel van natuurlijke en landschappelijke waarden.

Ontvangend oppervlaktewater

Op vele plaatsen in de Westerschelde wordt (zoet)water afgevoerd op het zoute oppervlakte water. Door het getij is er een intensieve uitwisseling tussen de Noordzee en de Westerschelde (maxima van 50 duizend m³/s). De belangrijkste bron van zoetwater is de rivier de Schelde (ca. 100 m³/s).

De Westerschelde wordt in hoge mate belast met zuurstofbindende stoffen, nutriënten en microverontreinigingen als gevolg van ongezuiverde lozingen in het grensoverschrijdende afwateringsgebied. Door de hoge vervuilingsgraad en het relatief grote debiet is de Schelde hiervan de belangrijkste bron.

Er bestaan geen normen voor de toevoer van verontreinigende stoffen vanuit de verschillende bronnen, maar wel zogenaamde emisiedoelstellingen voor directe lozingen van stoffen (bijlage A).

Zandwinning

Zandwinning dient zo veel mogelijk samen te gaan met onderhoud en verruiming van de vaargeul om effecten op het ecosysteem zo gering mogelijk te maken.

In de Westerschelde wordt jaarlijks ca. 3 miljoen m³ zand gewonnen. Dit zand is vooral bestemd voor particuliere concessies en voor de Nederlandse Staat in verband met dijkversterkingen en zandsuppleties.

Recreatie

De ontwikkelingsrichting voor het toeristisch beleid in de jaren '90 is in de Beleidsnota „Ondernemen in toerisme 1990" uiteengezet. De functie recreatie wordt onderverdeeld in watersport, strand- en oeverrecreatie, sportvisserij en sportvliegen.

Op de hoofdtransportassen voor de beroepsscheepvaart zal de recreatie niet mogen toenemen. Voor de functie zwemwater zijn zwemwaternormen vastgelegd zowel nationaal als in EG kader (bijlage C). Alleen de monding van de Westerschelde is geschikt voor strand- en oeverrecreatie.

Visserij

Er zijn consumptienormen voor vis- en visprodukten vastgesteld (bijlage A). Hierdoor worden er impliciet eisen aan de waterkwaliteit gesteld. In het westelijk deel van de Westerschelde wordt in het voorjaar en in de zomer tong gevangen. Het oostelijk deel van de Westerschelde is belangrijk voor tong als kinderkamer. Het westelijk deel van de Westerschelde heeft een schelpdierfunctie. Voor schelpdierwater zijn EG-normen schelpdierwaterkwaliteit geformuleerd (bijlage B).

2 METHODIEKONTWIKKELING

2.1 ALGEMENE OPZET

De basis voor uitvoering van de stageopdracht wordt gevormd door de waterkwaliteitgegevens die beschikbaar zijn uit routinematige metingen met het milieumeetnet Rijkswateren (Lit 2). De monsternamen daarvoor vindt in de Westerschelde alleen overdag plaats en is beperkt tot het wateroppervlak. In dit rapport worden daarom dag- en nachtritmes en verticale verschillen in concentraties van chemische parameters in de waterkolom niet meegenomen. Wat wel wordt meegenomen zijn de verschillen van oost naar west en de verschillen tussen jaren en seizoenen.

Alle meet- en analyseresultaten van het milieumeetnet Rijkswateren staan in een zogenaamd WORSRO-bestand. Deze gegevens worden overgehaald naar, en in bestand gezet op de HP9000 minicomputer. Deze gegevens worden periodiek aangevuld. De voor dit rapport gebruikte gegevens komen uit dit WORSRO schaduwbestand. Hoe deze gegevens opgevraagd kunnen worden en bewerkt zijn staat in bijlage I.

De bemonsteringslokaties hebben een WORSRO-code. Deze code wordt ook in het bestand van de meet- en analyseresultaten gehanteerd. Een overzicht van de bemonsteringslokaties met WORSRO-code en coördinaten staat in bijlage J.

De ligging van de bemonsteringslokaties is weergegeven op een kaart. Deze kaart zit in een plastic hoesje en kan daar uitgehaald worden, zodat de ligging van de bemonsteringslokaties naast de grafieken en figuren op de atlasblad zijden gehouden kan worden.

Om tot een bladzijde in een Schelde atlas te komen wordt altijd begonnen met een literatuurstudie naar de belangrijkste processen, de belastingen en eventuele normen die voor een parameter gelden. Vervolgens wordt de belangrijkste informatie in compacte grafieken en figuren weergegeven op die ene bladzijde.

Soort en omvang van de "belangrijkste" informatie hoeft niet per parameter hetzelfde te zijn. De keuze van de te presenteren informatie is een belangrijk onderdeel van het stagewerk en komt uiteindelijk in nauw overleg met de opdrachtgever tot stand. De methodiek is ontwikkeld door enkele parameters uit te werken. Er is begonnen met de parameter zuurstof. Vervolgens zijn de nutriënten stikstof, fosfor en silicium behandeld.

Het voordeel van de gekozen opzet volgens de St. Lawrence rivier is dat op één bladzijde veel informatie weergegeven kan worden. Een nadeel is de onoverzichtelijkheid van de informatie door de vele figuren, tekst en grafieken door elkaar. Voor meer overzicht is voor de lay-out van de uitgewerkte voorbeelden gekozen voor A-4 formaat welke in twee kolommen is verdeeld. Boven de linker kolom staat de naam van de parameter. Daaronder een stukje tekst met algemene informatie, vervolgens een onderdeel processen en balans, een weergave van de situatie op de Belgisch-Nederlandse grens en tot slot een weergave van de situatie in de Westerschelde.

De intentie van de atlasblad zijden is, dat deze zelfstandig te lezen/begrijpen moet zijn. Bij iedere figuur of grafiek staat daarom in het kort informatie over de weergave en zijn summier de belangrijkste conclusies vermeld.

In de figuren zijn in het algemeen de resultaten van 1985 tot 1992 verwerkt. Het jaar 1985 is gekozen vanwege de afspraken van de Noordzee Ministerconferentie en dient in dit verslag als referentiejaar. 1992 is het meest recente jaar waarvan de gegevens verwerkt konden worden. Bij alle figuren is rekening gehouden met de aktualisering van de gegevens. Door ruimte in te bouwen kunnen de figuren tot 1995 geaktualiseerd worden.

2.2 SAMENVATTING LITERATUURSTUDIE

2.2.1 Zuurstof

Zuurstof (O_2) wordt als opgelost zuurstof in water gemeten in mg O_2 /l. Bij 100% verzadiging is de zuurstof in het water in evenwicht met die in de atmosfeer. In principe streeft elk watersysteem hierna en bij niet al te grote belastingen met zuurstofconsumerende stoffen en/of algenbloei bereikt een watersysteem ook min of meer deze verzadigingswaarde die afhankelijk is van de temperatuur en het chloridegehalte. De zuurstofverzadigingsconcentratie kan volgens de volgende (empirisch gevonden) formule worden berekend.

$$\ln C_s = A_1 + A_2(10^2 \cdot T^{-1}) + A_3 \ln(T \cdot 10^{-2}) + A_4(T \cdot 10^{-2}) + S(B_1 + B_2 T \cdot 10^{-2} + B_3 \cdot T^2 \cdot 10^{-4})$$

waarin: C_s = verzadigingsconcentratie (mg/l);

T = thermodynamische temperatuur (K);

S = saliniteit (g/kg);

A_1 = -173,0731

B_1 = -0,033096

A_2 = 249,6339

B_2 = 0,014259

A_3 = 143,3483

B_3 = -0,001700

A_4 = -21,8492

De fractie van de gemeten zuurstofconcentratie ten opzichte van de verzadigingsconcentratie is het verzadigingspercentage. Als de zuurstof in het water in evenwicht is met die in de atmosfeer is er 100% verzadiging van het water.

Het zuurstofgehalte in de Westerschelde wordt bepaald door het samenspel van zuurstofproducerende en zuurstofconsumerende processen. Het belangrijkste zuurstofproducerende proces is de zuurstofproductie door algen. Daarnaast speelt reëratie een belangrijke rol. De belangrijkste zuurstofconsumerende processen zijn het biologisch en chemisch zuurstof verbruik (BZV en CZV), nitrificatie (de omzetting van ammonium in nitraat) en zuurstofopname door de bodem.

Reëratie is de uitwisseling van zuurstof tussen lucht- en water op grond van het zuurstoftekort of zuurstofoverschot in het water ten opzichte van de verzadigingsconcentratie. De verzadigingsconcentratie is in zoetwater hoger dan in zoutwater. Naast het zuurstofdeficiet is de windsnelheid de belangrijkste faktor die de reëratiesnelheid bepaalt: hoe hoger de windsnelheid, des te groter de reëratie.

Bij de primaire productie wordt zuurstof geproduceerd door algen. Deze primaire productie is afhankelijk van het nutriëntenaanbod, de hoeveelheid licht en de temperatuur. De hoeveelheid licht onder water vertoont bij Vlissingen een maximum en neemt af richting Schaar van Ouden Doel, doordat de troebelheid van het water in die richting toeneemt. Het nutriëntenaanbod is maximaal bij Schaar van Ouden Doel en neemt af richting Vlissingen door menging met zeewater. Hierdoor ontstaat in het midden van de Westerschelde een optimum voor algenbloei, waardoor daar in het algemeen de hoogste zuurstofconcentraties worden aangetroffen. Door de relatief hogere voorjaarstemperaturen van het zeewater ten opzichte van het rivierwater begint de voorjaarsbloei doorgaans op de Noordzee en lijkt dan de Westerschelde in te stromen. In dat geval worden ook in de omgeving van Vlissingen de hoogste zuurstofconcentraties aangetroffen. Op de grote droogvallende gebieden wordt zuurstof geproduceerd door het microphytobenthos, de bodemalgen. De bijdrage daarvan aan de zuurstofhuis-

houding van het water is relatief gering.

De afbraak van zuurstofverbruikende stoffen (BOD), uitgedrukt in BZV en CZV concentratie van de lozing, bepaalt in belangrijke mate de zuurstofconcentratie van het estuarium. Ook de (natuurlijke) toevoer van zoetwater algen naar het estuarium, die daar afsterven, kan als een belasting van het estuarium worden opgevat. Door de anaërobe reducerende omstandigheden in het stroomgebied kunnen de concentraties aan gereduceerde stoffen, uitgedrukt in BZV en CZV concentratie, hoog zijn. Een hoge BZV of CZV concentratie resulteert in een hoge zuurstofvraag. Door het inzetten van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) en saneringen aan de bron is de BOD belasting te verminderen.

Nitrificatie is de bacteriële omzetting van ammonium in nitraat. Dit proces vereist zuurstof en geschiedt alleen onder aerobe omstandigheden. Een stijging van de temperatuur heeft vooral een toename van de nitrificatie tot gevolg. Door nitrificatie kan zoveel zuurstof gebruikt worden dat er zuurstofloosheid optreedt. Het proces wordt dan afgeremd en stopt onder 0,1-0,3 mg/l.

In de waterbodems van estuaria speelt de zuurstofvoorziening en vooral de zuurstofloosheid een grote rol. De waterbodem bevat organisch materiaal. Die organische stof wordt microbiologisch afgebroken, waardoor zuurstof nodig is. De hoeveelheid organische stof in een slibrijke bodem is zo groot dat de zuurstofvraag hierdoor veel groter is dan de snelheid waarmee zuurstof de bodem in wordt getransporteerd. Zuurstof is daarom slechts in de bovenste millimeters van zo'n bodem terug te vinden.

Een lage zuurstofconcentratie houdt in dat de waterkwaliteit slecht is. Er wordt een norm gehanteerd van 5 mg/l. Deze waarde is vastgesteld in de algemene milieukwaliteit (kwaliteitsdoelstelling 2000) voor het zoete oppervlaktewater (Lit 5) en wordt ook voor de zoute wateren gehanteerd. Onder bijzondere omstandigheden kunnen er zuurstofconcentraties (ver) boven de verzadigingsconcentratie voorkomen. Ook dan is de waterkwaliteit niet goed. Er wordt van uitgegaan dat hoge zuurstofconcentraties schadelijk worden bij oververzadigingen >200%. De zeer hoge zuurstofconcentraties worden veroorzaakt door overmatige algengroei die weer het gevolg is van een teveel aan voedingsstoffen (eutrofiëring).

2.2.2 Nutriënten

Voor de groei van planten zijn nutriënten essentieel. De laatste decennia worden akkers daarom steeds zwaarder bemest met P- en N-meststoffen. Door uitspoeling komen deze stoffen via het oppervlaktewater in estuaria terecht. Hierdoor ontstaat een toenemende eutrofiëring van het kustwater en, daarmee samenhangend, een toename van het aantal algenbloeien.

Het gedrag van nutriënten in estuaria wordt beïnvloed door fysische, chemische en biologische processen. In de winter staat de biologische activiteit op een laag pitje. In het voorjaar en in de zomer neemt deze toe. Hierdoor worden de concentraties in de Westerschelde in de winter bijna uitsluitend bepaald door menging van het rivierwater met het zeewater. De concentraties nemen af bij toenemende saliniteit.

Door biologische processen nemen de nutriënten concentraties af. Dus in de zomer is er naast afname door menging met zeewater ook afname omdat nutriënten worden verwijderd door biologische opname in (micro)plant-materiaal (primaire

productie). Nutriënten komen bij mineralisatie van organische stof (afgestorven plantaardig en dierlijk materiaal) weer vrij. Als gevolg daarvan kunnen nutriëntenconcentraties weer toenemen.

Adsorptie en desorptie aan particulier materiaal zijn processen die de opgeloste concentraties doen variëren. Deze processen zijn ondermeer afhankelijk van de temperatuur, de pH en het zuurstof gehalte.

2.2.2.1 Stikstof

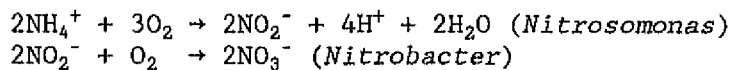
De stikstofbelasting van het estuarium is afkomstig van de landbouw, huishoudens, neerslag en de industrie. Een groot deel van de belasting gaat naar de Noordzee omdat stikstof een mobiel element is. Die mobiliteit uit zich vooral in de winter in een hoge transportsnelheid (goed oplosbare verbindingen) bij een relatief lage verdwijnsnelheid (microbiologische processen). Er bestaan geen normen voor de verontreinigende stoffen, maar wel zogenaamde emissiedoelstellingen voor directe lozingen van stoffen. Voor stikstofemissies geldt een vermindering met tenminste 50% ten opzichte van de omvang in 1985 vanuit de diverse bronnen (bijlage A).

In het oppervlaktewater treft men een aantal stikstofverbindingen in verschillende vormen aan. De belangrijkste vormen zijn: stikstof gebonden aan organisch materiaal, stikstof in de vorm van: ammonium (NH_4^+), ammoniak (NH_3), nitriet (NO_2^-), nitraat (NO_3^-), vrije stikstof (N_2) Kjeldahl-stikstof (KJ-N) en particulier stikstof. Kj-N is een somparameter voor particulier stikstof, organisch gebonden stikstof en ammoniumstikstof.

Deze stikstofhoudende verbindingen zijn aan een groot aantal chemische en biologische processen onderworpen; de stikstofprocessen. De belangrijkste processen zijn;

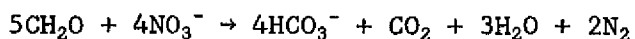
Ammonifikatie: Ammonifikatie is het proces waarbij organisch gebonden stikstof omgezet wordt in ammonium door heterotrofe bacteriën. Ammonium is in evenwicht met ammoniak. Hoe hoger de pH hoe hoger het ammoniakgehalte. Ammoniak is zeer giftig voor vissen. In de Westerschelde is de pH zo laag, dat de ammoniakconcentratie nooit problematisch wordt. De ammoniumbelasting in het Nederlandse deel is gestaag afgenomen door de ingebruikname van RWZI's in de tachtiger jaren.

Nitrificatie: Nitrificatie is een van de belangrijkste processen in de Westerschelde. Ammonium wordt bacterieel via nitriet omgezet in nitraat. Hierbij zijn twee bacteriegeslachten betrokken: *Nitrosomonas* oxydeert ammonium tot nitriet en *Nitrobacter* oxydeert nitriet verder tot nitraat.



De nitrietconcentratie is over het algemeen laag ten opzichte van de nitraatconcentratie, als gevolg van de hoge omzetsnelheid van nitriet in nitraat. Dit proces vereist zuurstof, vandaar dat het alleen plaatsvindt als er enige zuurstof in het water aanwezig is. Dit proces kan tot zuurstofloosheid leiden. Het proces wordt dan geremd.

Denitrificatie: Bacteriën (*Achromatium*, *Escherichia*, *Bacillus*, *Micrococcus*) kunnen nitraat, onder afbraak van organische stof, omzetten in vrije stikstof, dat grotendeels naar de atmosfeer verdwijnt. Bij de afbraak van organische stof komt ook weer ammonium vrij, omdat organische stof ook stikstofverbindingen bevat. Hieronder worden de gecompliceerde processen die bij denitrificatie betrokken zijn vereenvoudigd weergegeven.



Denitrificatie kan alleen gebeuren als er geen of bijna geen zuurstof meer is ($\text{O}_2 < 0,4 \text{ mg O}_2/\text{l}$; Lit 6). Het is dus een anaëroob proces. De benodigde zuurstof wordt door de denitrificerende bacteriën onttrokken aan het nitraat en nitriet. Denitrificatie vindt plaats in de bodem en 's zomers, bij zuurstofloosheid in het water, ook in de waterkolom. Er wordt dan echter bijna uitsluitend ammonium aangevoerd. Door denitrificatie verdwijnt netto stikstof uit een watersysteem. Het aanbod van nitraat bepaalt de verdwijnsnelheid van stikstof.

Assimilatie: Assimilatie is de opname van stikstofverbindingen door algen. Eerst als ammonium en als dit er niet meer is als nitraat. Dit is het omgekeerde van ammonificatie. Opname door algen verlaagt de ammonium concentratie in de zomer.

2.2.2.2 Fosfor

Fosfor komt in verschillende bindingsvormen voor. Het fosfor dat als totaalgehalte in water wordt bepaald heet het totaalfosfaat. Het bestaat voor een deel uit onopgeloste deeltjes fosfaat (particulaire (an)organische verbindingen) en voor een deel uit opgeloste organische fosforverbindingen en opgeloste fosfaten (het orthofosfaat). Van de particulaire (an)organische fosforverbindingen spelen in de Westerschelde ijzerfosfaten de belangrijkste rol.

De fosforhuishouding is nauw gerelateerd aan de zuurstofhuishouding en het daarmee samenhangende voorkomen van metaalionen. Bij zuurstofrijk water is orthofosfaat neergeslagen in de vorm van het zeer slecht oplosbare ijzerfosfaat (FePO_4). Als er geen zuurstof in het water zit en de concentratie gereduceerd opgelost ijzer (Fe^{2+}) hoog wordt komt veel van het fosfaat in opgeloste vorm vrij. Bezinking van aan deeltjes gebonden fosfaat, verdunning met zeewater en opname door algen zijn verantwoordelijk voor een afname van de fosfaat concentratie door het estuarium van bron naar monding.

Voor fosfaat geldt een doelstelling van een emissiereductie van tenminste 50% t.o.v. 1985 vanuit de diverse bronnen (bijlage A). De belangrijkste fosforbronnen zijn de huishoudens (bv. wasmiddelen), de industrie en de polders door afspoeling van (kunst)meststoffen uit de landbouw.

2.2.2.3 Silicium

Silicaten zijn mineralen die siliciumoxide bevatten, zoals kwarts en kleimineralen. Wat in de aquatische ecologie met "silicium" wordt bedoeld is de fractie opgelost reactief silicaat (H_4SiO_4), gemeten in mg Si/l . In zoutwatersystemen worden silicaatcomplexen gevormd. De vorming van silicaatcomplexen met ijzer- en aluminiumhydroxiden vermindert de oplosbaarheid van "silicium",

terwijl humus(zuur) de oplosbaarheid verhoogt.

In de winter wordt de concentratie volledig bepaald door de mate van menging met zeewater. In de zomer wordt de silicium concentratie lager door opname door kiezelalgen (diatomeeën). Deze gebruiken "silicium" voor de opbouw van hun skelet.

Er zijn geen grens- en streefwaarden beschikbaar om de concentraties silicaat te toetsen. De belangrijkste bron van opgelost silicaat is de verwerking van (alumino) silicaten. Lozingen spelen vrijwel geen rol.

2.3 KEUZE ATLASBLADEN

Vanuit de literatuurstudie naar de belangrijkste processen en belastingen die de zuurstof- en nutriëntenconcentraties beïnvloeden is een keuze gemaakt voor een aantal grafieken welke de toestand en de ontwikkeling van de Westerschelde met betrekking tot zuurstof, stikstof, fosfor en silicium weergeven. Deze mogelijkheden worden hierna gepresenteerd.

Per grafiek of figuur wordt een toelichting gegeven en tevens wordt aangegeven waarom een figuur of grafiek wel of niet op de atlasbladzijde wordt opgenomen. Uiteindelijk zijn de figuren en grafieken van zuurstof, stikstof, fosfor en silicium op drie atlasbladzijden weergegeven.

2.3.1 Algemene informatie

Iedere atlasbladzijde begint met een stukje tekst waarin algemene informatie met betrekking tot de parameter(s) vermeld staat. Allereerst wordt altijd de naam van de parameter vermeld. Voor iedere stof wordt een verwijzing naar de analysemethode gegeven. Deze is opgevraagd bij het hoofd van de afdeling laboratorium van RIKZ. Verder wordt de eenheid gegeven waarin een stof wordt gemeten of gepresenteerd. Wanneer aanwezig wordt ook de norm vermeld.

Voor zuurstof geldt dat deze wordt gemeten als opgelost zuurstof. Dit kan worden omgerekend in percentage verzadiging. De zuurstofconcentratie horend bij 100% verzadiging bij verschillende temperaturen is voor zowel zout- en zoetwater als concentratierange weergegeven. Voor zuurstof de detectielimiet niet van belang en is gekozen voor een vermelding van de aantoonbaarheidsgrens.

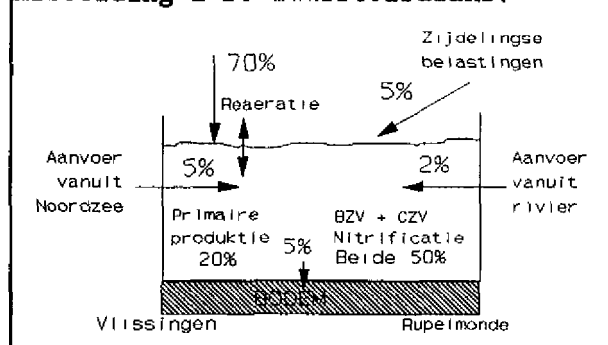
Van stikstof en fosfor zijn niet alleen de gemeten verbindingen vermeld, maar is een overzicht gegeven van de belangrijkste verbindingvormen. Hierbij is het relatieve aandeel van de verbindingen ten opzichte van het totaal gegeven. Dit percentage is bepaald door van de concentraties in 1992 van de desbetreffende verbinding tussen Schaar van Ouden Doel en Vlissingen een gemiddelde te berekenen en de (afgeronde) procentuele verhouding ten opzichte van het totaalgehalte te bepalen. Bepalend voor de keuze van de detectielimiet van de verschillende verbindingen was de hoogste detectiegrens van die verbindingen.

2.3.2 Processen en balans

ZUURSTOF

De belangrijkste processen worden bij voorkeur weergegeven in een balans. Door vermelding van (afgeronde) percentages is de orde van grootte en daarmee het belang van deze processen aangegeven. Bij de balans voor zuurstof is de opname van zuurstof door de bodem berekend door uit te gaan van een opnamesnelheid van $12 \text{ mg O}_2/\text{m}^2/\text{uur}$ (Lit 7). Voor het totale oppervlak van de Westerschelde is uitgegaan van 200 km^2 . Dit zijn geen nauwkeurig bepaalde gegevens. De hiermee berekende zuurstofopname door de bodem geeft alleen een orde van grootte aan. Om de absolute belasting te kunnen berekenen is onder de figuur op de atlasbladzijde het aantal tonnen gegeven dat met 100% aanvoer overeenkomt. Voor zuurstof is dat 400 kiloton per jaar.

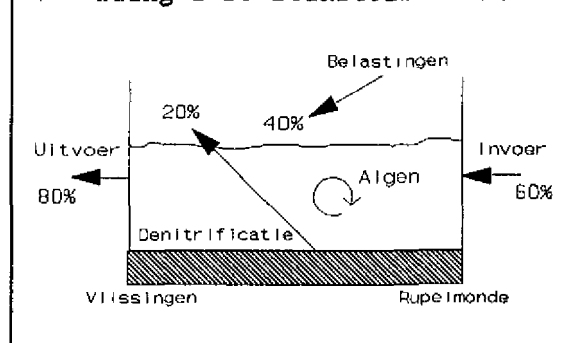
Afbeelding 1 De zuurstofbalans.



STIKSTOF

Ook de belangrijkste stikstof processen zijn in een balans weergegeven. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen opgelost en particulier stikstof, maar zijn voor de vereenvoudiging van de figuur de totale percentages als in- en uitvoer weergegeven. De geringe bijdragen van sedimentatie en marien slib zijn weggelaten. In eerste instantie is bij de stikstofbalans Rupelmonde links en Vlissingen aan de rechterkant van de figuur geplaatst. Dit is gedaan om consequent te blijven met de figuren waarin het verloop van de concentratie tegen de saliniteit wordt weergegeven. Daarin ligt Rupelmonde links en Vlissingen rechts. De voorkeur gaat echter uit naar een weergave van Rupelmonde rechts (oosten) en Vlissingen links (westen). Daarom is de balans alsnog gewijzigd. Dit houdt in dat per blad-

Afbeelding 2 De stikstofbalans.



zijde de ligging van Vlissingen en Rupelmonde niet voor alle figuren en grafieken gelijk hoeft te zijn.

FOSFOR

Voor fosfor is nog geen balans opgesteld. De belangrijkste processen zijn in het kort beschreven. De voorkeur gaat echter uit naar een weergave in een balans. Omdat fosforprocessen zich niet alleen in het water afspelen is de gemiddelde fosfaatconcentratie in de bodem gegeven. Deze varieert van $250\text{-}1500 \text{ mg/kg}$. Deze gegevens zijn afkomstig van een onderzoek dat in september 1993 in de Westerschelde plaatsvond.

2.3.3 Situatie op de Belgisch-Nederlandse grens

Omdat Schaar van Ouden Doel zowel grenspunt is als locatie in de Westerschelde is de toestand bij Schaar van Ouden Doel weergegeven.

Jaargemiddelde concentratie

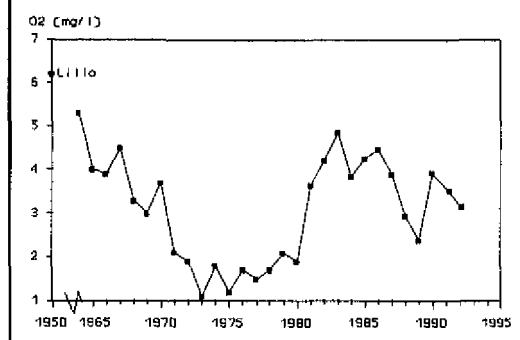
ZUURSTOF

Om het verloop in zuurstofconcentratie over lange tijd te illustreren is van de jaargemiddelde concentratie van Schaar van Ouden Doel een plaatje gemaakt. Hierbij zijn metingen zover mogelijk terug in de tijd meegenomen. Vanaf 1964 zijn gegevens beschikbaar. Voor die tijd daarvoor is alleen een jaargemiddelde waarde voor Lillo in 1950 bekend (Lit 8).

Voor zuurstof is in het WORSRO-bestand voor enkele jaren in de zomerperiode de meetwaarde zowel bij een zomer- als een wintertijd ingevoerd. Eén van deze waarden is, voor berekening van het jaargemiddelde, verwijderd, omdat anders de zomerperiode oververtegenwoordigd is.

In de tweede helft van de zestiger jaren daalt het zuurstofgehalte tot een laag niveau waar het de zeventiger jaren blijft. De plotselinge verbetering van de jaargemiddelde zuurstofconcentraties begin tachtiger jaren komt overeen met de afname van de organische stofbelasting (Lit 9). Aan de verslechtering in 1988 en 1989 is een aparte studie gewijd (Lit 10). Deze verslechtering blijkt niet geheel te verklaren. De relatief hoge watertemperatuur in de winter speelt in ieder geval een belangrijke rol. Allerlei zuurstofverbruikende processen, zoals nitrificatie, verlopen bij hogere temperatuur sneller, resulterend in een lager zuurstofgehalte.

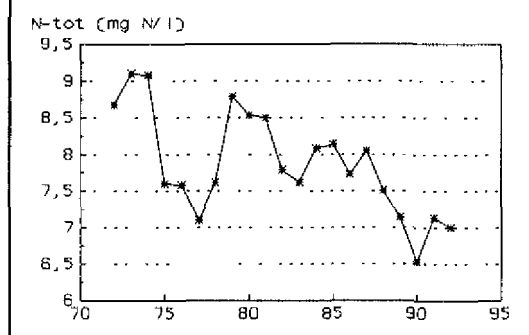
Afbeelding 3 Jaargemiddelde zuurstofconcentratie.



STIKSTOF

Ook van het verloop in de jaargemiddelde concentraties van N-totaal bij Schaar van Ouden Doel is een plaatje gemaakt. Hierbij zijn metingen vanaf 1972 meegenomen. N-totaal is berekend door sommatie van Kjeldahl-stikstof, nitraat en nitriet.

Afbeelding 4 Jaargemiddelde concentratie N-totaal.



N-totaal is berekend door sommatie van Kjeldahl-stikstof, nitraat en nitriet. Hiervoor zijn alle verbindingen afzonderlijk opgevraagd. Nitraat en nitriet zijn soms als somparameter en soms afzonderlijk geanalyseerd.

Tot 1977 is geen nitriet bepaald. Door de nitriet concentraties uit latere jaren te bekijken zou de gemiddelde concentratie N-totaal 0,2 mg N/l hoger kunnen liggen.

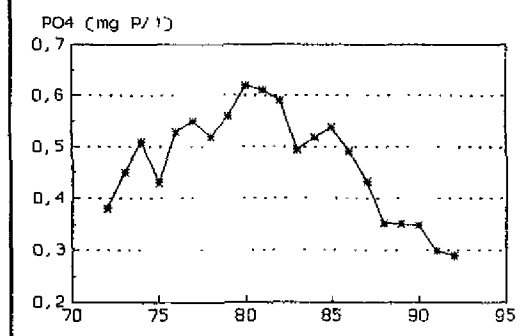
Maximale concentraties nitriet zijn 0,5 mg N/l. Dit is als verwaarloosbaar beschouwd. Vanaf 1992 is N-totaal bepaald na filtratie over 0,45µm. De daling in de zeventiger

jaren wordt deels veroorzaakt door de geringe rivierafvoer in die jaren.

FOSFOR

Om het verloop in fosforconcentraties te illustreren is van de jaargemiddelde concentraties orthofosfaat van Schaar van Ouden Doel een plaatje gemaakt. Hierbij zijn metingen vanaf 1972 meegenomen. Er is voor orthofosfaat gekozen omdat dat de vorm is waarin algen deze nutriënt opnemen. Van 1986 tot 1990 is orthofosfaat bepaald als orthofosfaat na filtratie. Het verschil tussen orthofosfaat en orthofosfaat na filtratie is verwaarloosbaar. Bij gebrek aan andere meetgegevens zijn deze resultaten als een doorlopende reeks aan elkaar gevoegd. De meetwaarden in 1975 zijn gecontroleerd op extreme waarden. Deze zijn niet geconstateerd.

Afbeelding 5 Jaargemiddelde concentratie orthofosfaat.



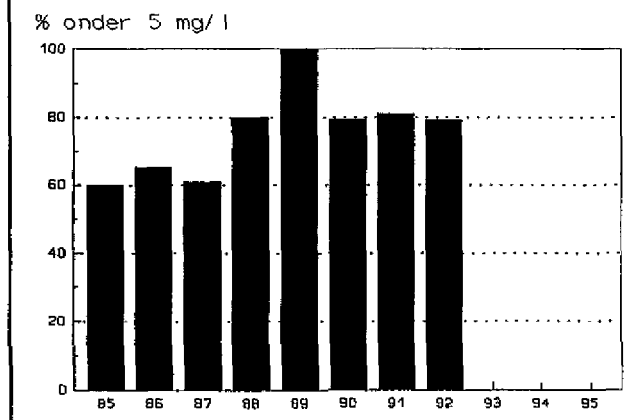
Norm

ZUURSTOF

Voor zuurstof is een absolute norm beschikbaar. De laagste zuurstofconcentraties bevinden zich bij Schaar van Ouden Doel. Om de mate waarin de zuurstofconcentratie onder de 5 mg/l ligt te illustreren, is van 1985 tot nu het percentage van het aantal metingen bij Schaar van Ouden Doel dat onder de 5 mg/l ligt weergegeven. Omdat niet continu bemonsterd wordt kan alleen bij benadering een conclusie over de duur van de onderschrijding worden getrokken.

Voor stikstof en fosfor zijn in de derde Nota waterhuishouding (Lit 11) wel normen voor zoetwater gegeven, maar die worden uitgedrukt als zomergemiddelde waarde. Het bepalen van het aantal onderschrijdingen is daardoor zinloos.

Afbeelding 6 Percentage aantal metingen onder 5 mg/l bij S v Doel.



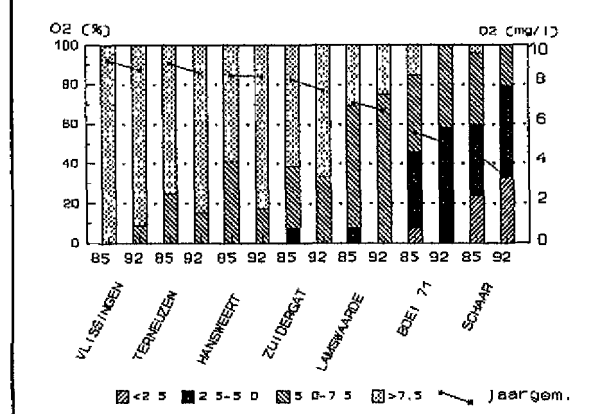
2.3.4 Situatie Westerschelde

Situatie 1985 en 1992

ZUURSTOF

Voor een aantal karakteristieke plaatsen van de Westerschelde is de jaargemiddelde concentratie voor 1992 en 1985 weergegeven. Het jaar 1992 is het meest recente jaar waarvoor gegevens beschikbaar zijn en 1985 is het referentie

Afbeelding 7 Procentuele verdeling en jaargemiddelde concentraties.



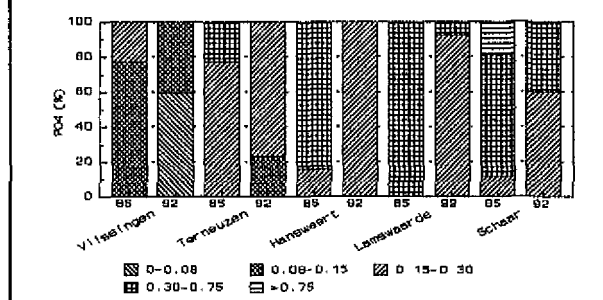
jaar. De jaargemiddelde concentraties van 1985 en 1992 zijn in de diagram per plaats met elkaar verbonden. De verandering over de jaren is daarmee duidelijk. De gemeten concentraties op de diverse lokaties gedurende het jaar zijn verdeeld in vier klassen. Voor zuurstof is de klasseindeling <2.5 , $2.5-5.0$, $5.0-7.5$ en ≥ 7.5 gekozen. Bij de klassen $5.0-7.5$ en ≥ 7.5 voldoet zuurstof aan de norm. Bij de klassen <2.5 en $2.5-5.0$ niet. Door de bovenkanten tot $5 \text{ mg O}_2/\text{l}$ met elkaar te verbinden kan uit de grafiek worden afgelezen hoeveel procent van de meetwaarden een zuurstofconcentratie lager dan de norm van $5 \text{ mg O}_2/\text{l}$ had. De resultaten van Vlissingen, Terneuzen,

Hansweert, Zuidergat, Lamswaarde, Boei 71 en Schaar van Ouden Doel zijn in deze diagram opgenomen. Er is met opzet gekozen voor meer plaatsen in het oosten van de Westerschelde, omdat daar de concentratie het grootste verloop heeft.

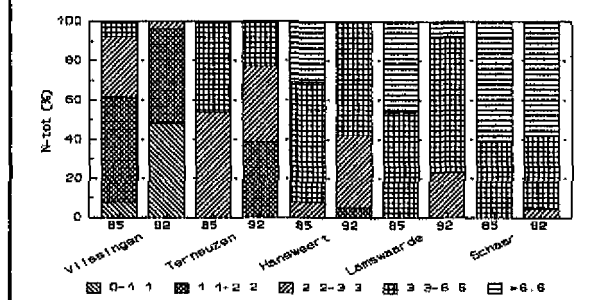
STIKSTOF EN FOSFOR

De gemeten concentraties N-totaal in 1985 en 1992 zijn voor verschillende plaatsen in de Westerschelde verdeeld in de klassen $0-1.1$, $1.1-2.2$, $2.2-3.3$, $3.3-6.6$ en >6.6 . Voor orthofosfaat zijn de gemeten concentraties verdeeld in de klassen $0-0.08$, $0.08-0.15$, $0.15-0.30$, $0.30-0.75$ en >0.75 . Omdat zowel stikstof als orthofosfaat geen absolute norm hebben is de kwaliteit van het water in deze grafieken niet af te lezen. De arcering van de verschillende klassen en het onderscheid tussen de plaatsen is moeilijk te interpreteren. Vooral wanneer het zo klein mogelijk afgedrukt moet worden. Om deze redenen is besloten deze grafieken niet op de atlasbladzijde te presenteren.

Afbeelding 8 Verdeling PO_4 in klassen voor 1985 en 1992.

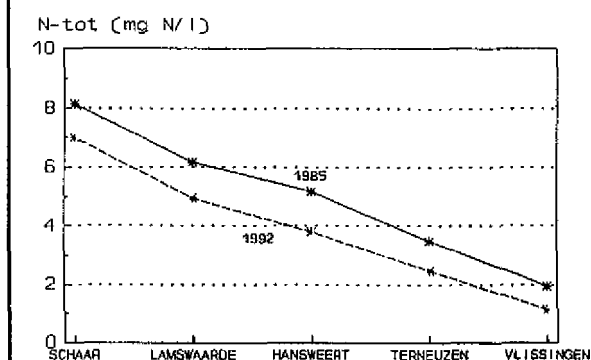


Afbeelding 9 Verdeling N-totaal in klassen voor 1985 en 1992.

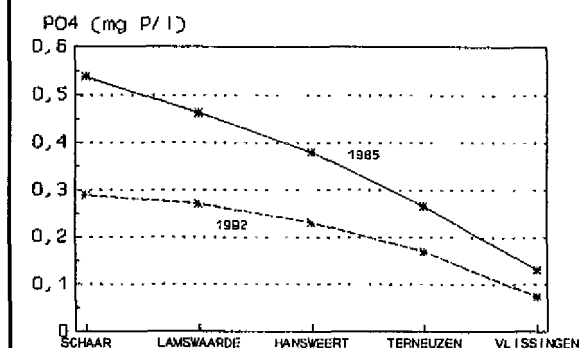


Om toch een indruk te krijgen van de toestand in 1985 en 1992 is voor deze jaren de concentratiegradiënt voor N-totaal en orthofosfaat weergegeven. De concentraties van 1985 en 1992 zijn met elkaar verbonden d.m.v. een lijn. Het relatieve voorkomen in klassen is niet meer af te lezen. Voor nutriënten zijn uitschieters van nature toegestaan. Belangrijker is de gemiddelde concentratie. N-totaal is berekend door sommatie van Kjeldahl-N, nitraat en nitriet. Vanaf 1992 wordt N-totaal geanalyseerd na filtratie over $0,45\ \mu\text{m}$. De fractie die daardoor in 1992 niet meegenomen wordt zal zeer klein zijn en wordt daarom als verwaarloosbaar beschouwd.

Afbeelding 10 Jaargemiddelde concentratie 1985 en 1992.



Afbeelding 11 Jaargemiddelde concentratie 1985 en 1992.

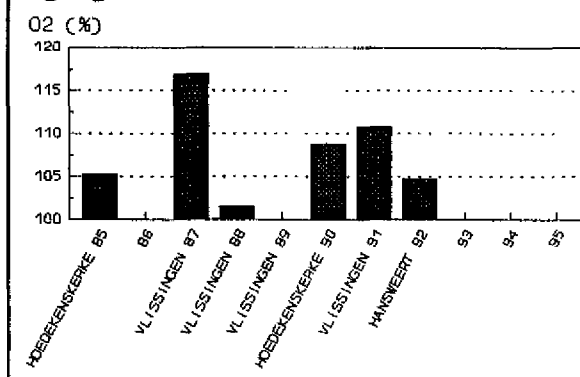


Maximale verzadiging

ZUURSTOF

Om de omvang van de algenbloei in zuurstoftermen in de Westerschelde weer te geven is het gemiddelde percentage oververzadiging ($>100\%$) gegeven vanaf 1985. Van het absolute maximum is tevens de plaats waar dit voorkwam vermeld. Er kunnen hogere zuurstofpercentages zijn geweest, maar doordat er maar op bepaalde datums gevaren (en dus bemonsterd) wordt is de kans aanwezig dat een periode van overmatige algenbloei gemist wordt. Op andere plaatsen zal in dat jaar een algenbloei zijn voorgekomen. Hierbij komt 1986 en 1989 niet voor. In 1986 is slechts 24 maal een zuurstofverzadiging bepaald en wel alleen bij Schaar van Ouden Doel en bij Lamswaarde. Bij deze plaatsen is geen hoge algengroei te verwachten vanwege een lichtlimitatie. Het feit dat 1986 niet is ingevuld in de grafiek wil dus niet zeggen dat er geen (overmatige) algengroei plaatsgevonden heeft. In 1989 is de hoogst gemeten zuurstofverzadiging 100% .

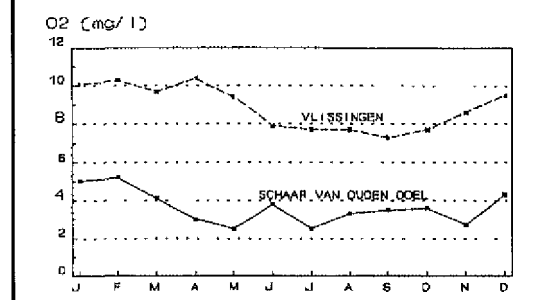
Afbeelding 12 Maximale zuurstofverzadiging.



Seizoenvariatie

ZUURSTOF

Afbeelding 13 Seizoenvariatie zuurstof 1985-1992.

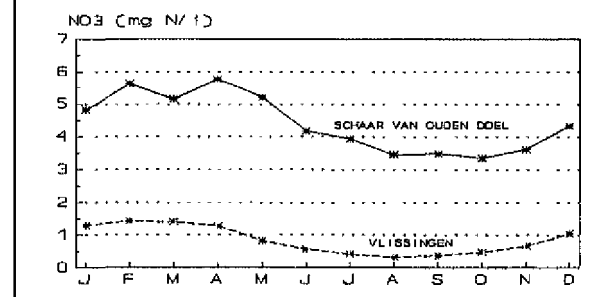


Het seizoenverloop in de Westerschelde is weergegeven middels het over 1985-1992 maandgemiddelde verloop bij Schaar van Ouden Doel en Vliissingen. Het maandgemiddelde is bepaald door alle metingen van 1985 tot 1992 per maand te sorteren en te middelen. Het aantal metingen is niet voor alle maanden gelijk. De betrouwbaarheid van de resultaten wordt daardoor beïnvloed.

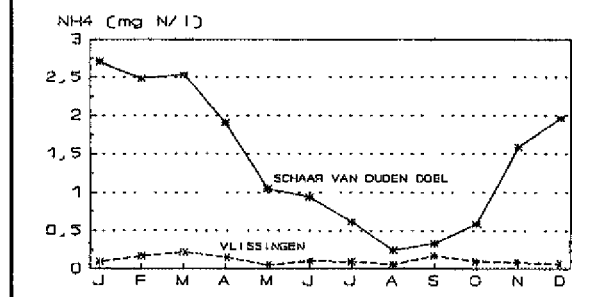
STIKSTOF

Zowel het seizoenverloop van nitraat als ammonium is weergegeven op de atlasbladzijde. Nitraat laat het seizoenverloop bij hoge (Vliissingen) en bij lage saliniteit (Schaar van Ouden Doel) zien. Het Ammonium verloop geeft de omzetting en opname door algen weer.

Afbeelding 14 Seizoenvariatie nitraat 1985-1992.



Afbeelding 15 Seizoenvariatie ammonium 1985-1992.



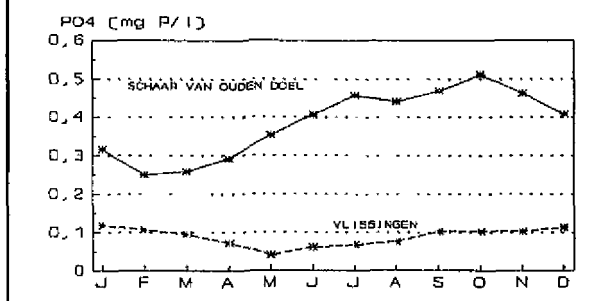
De analyseresultaten van maart in figuur 14 zijn gecontroleerd op extreme afwijkingen. Dit is niet geconstateerd.

FOSFOR

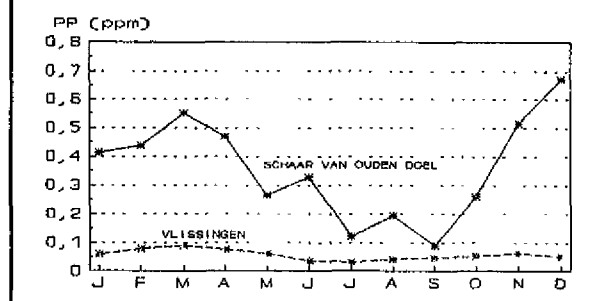
Het seizoenverloop van particulier fosfaat bij Vliissingen en Schaar van Ouden Doel is berekend voor 1991 en 1992. Hier is niet voor de periode 1985-1992 gekozen, omdat particulier fosfaat sinds 1991 (uitgezonderd Schaar van Ouden Doel) gemeten wordt. Om de variaties onderling te kunnen vergelijken is ook voor Schaar van Ouden Doel dezelfde tijdperiode gekozen. Voor Schaar van Ouden Doel is particulier fosfaat berekend door gemeten orthofosfaat concentraties af te trekken van P-totaal.

De seizoenvariatie voor orthofosfaat is weergegeven middels het over 1985-1992 maandgemiddelde verloop bij Schaar van Ouden Doel en Vliissingen.

Afbeelding 16 Seizoenvariatie ortho-fosfaat 1985-1992.



Afbeelding 17 Seizoenvariatie particulier fosfaat 1991-1992.



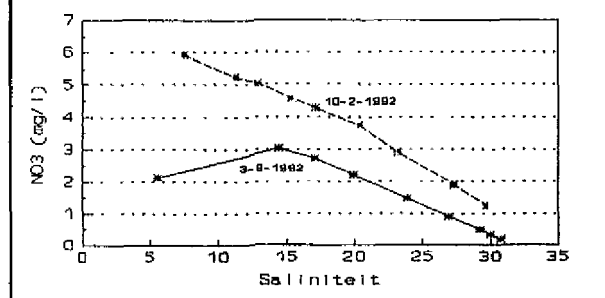
Het orthofosfaat-verloop in de tijd laat een temperatuur-afhankelijkheid zien bij Schaar van Ouden Doel, terwijl er bij Vlissingen een effect van orthofosfaat-opname door algen zichtbaar is in het verloop. Het gedrag van particulier fosfaat is veel meer gerelateerd aan het gedrag van slib dan aan dat van de temperatuur.

Verloop concentratie tegen saliniteit

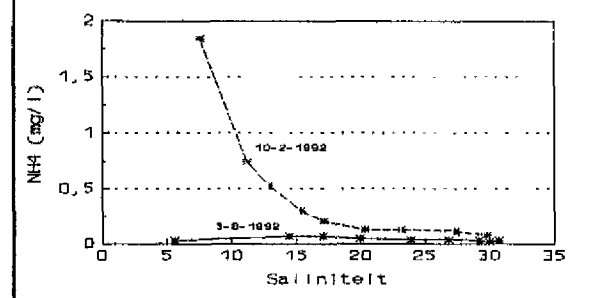
STIKSTOF

Door het verloop van de concentraties van een zomer- en wintertocht tegen de saliniteit uit te zetten zijn de omzettingen in N-verbindingen waar te nemen. De concentratie neemt af door menging met zeewater. Door vorming van nitraat uit ammonium is de daling in de winter bij het verloop van nitraat minder dan alleen door verdunning. De daling van de ammonium concentratie is groter dan alleen door verdunning. Dit komt door omzetting naar nitraat en de opname door algen. Deze figuren zijn niet opgenomen op de atlasbladzijde omdat ze geen algemeen beeld van de situatie weergeven, maar een momentopname.

Afbeelding 18 Nitraatconcentraties bij een zomer- en wintertocht.



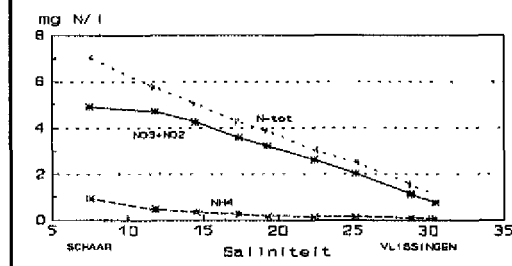
Afbeelding 19 Ammoniumconcentraties bij een zomer- en wintertocht.



Om toch een beeld te geven van het verloop van de concentratie nitraat + nitriet, ammonium en totaal stikstof in de Westerschelde zijn gemiddelde concentraties van 1991 en 1992 uitgezet tegen de gemiddelde saliniteit per monsterpunt. Er is gekozen voor 1991 en 1992 om een algemeen beeld van de huidige situatie te krijgen. De spreiding in concentraties van saliniteit en stikstof-componenten per monsterpunt is klein, zodat de gemiddelden niet door extremen worden bepaald. Het voordeel van jaargemiddelde concentraties is dat de concentraties van nitraat + nitriet, ammonium en totaalstikstof in één grafiek weergegeven kunnen worden. De concentraties van nitraat en nitriet zijn gezamenlijk weergegeven, omdat de concentratie nitriet laag is. Een nadeel is dat

bij jaargemiddelde concentraties geen onderscheid te zien is tussen zomer- en winterconcentraties. Duidelijk blijkt dat de gesommeerde concentratie N-totaal een verdunningslijn van zoet- en zoutwater representeert. De bolle en holle vorm van respectievelijk nitraat en ammonium is het gevolg van de omzetting van de laatste in de eerstgenoemde verbinding.

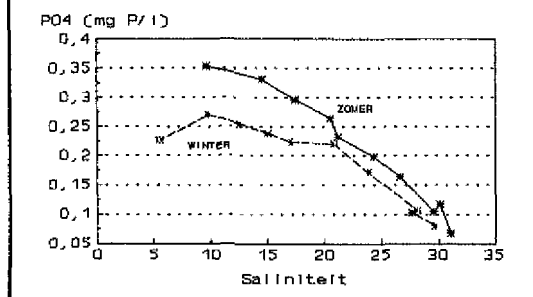
Afbeelding 20 Verloop in jaargemiddelde concentraties 1991-1992 tegen saliniteit.



FOSFOR

Het verloop van concentraties orthofosfaat in de Westerschelde is weergegeven door een zomer- en wintergemiddelde concentratie over de periode 1991-1992 uit te zetten tegen de saliniteit. Uit de seizoenvariatie zijn de zomer- en winterperiodes bepaald. Als zomerperiode zijn de maanden juni, juli, augustus, september en oktober gekozen. Als winterperiode zijn de maanden december, januari, februari, maart en april gekozen. November en mei zijn niet meegenomen. Dit zijn maanden waarin de zomer- en winterperiode in elkaar overgaan.

Afbeelding 21 Winter- en zomer-gemiddelden orthofosfaat.



Het onderscheid tussen een zomer- en winterperiode is gemaakt om de invloed van een seizoen op de concentratie weer te geven. In de zomer wordt de concentratie orthofosfaat voornamelijk door de mate van menging met zeewater bepaald. Bij zuurstofrijk water in de winter slaat orthofosfaat neer, waardoor dit temperatuur-effect zichtbaar

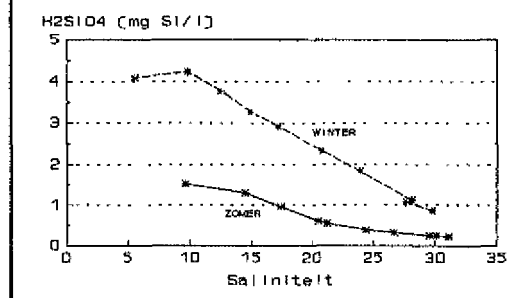
wordt in lagere winterconcentraties.

SILICIUM

Het verloop van de siliciumconcentratie in de Westerschelde is ook weergegeven met een zomer- en wintergemiddelde. Ook hier is voor de periode 1991-1992 gekozen en is het onderscheid tussen zomer- en winterperiode gebaseerd op dezelfde indeling van maanden als bij orthofosfaat.

Het belang van silicium wordt duidelijk uit het verloop van de zomer- en winterconcentraties. De concentratie in de winter wordt alleen bepaald door de mate van menging met zeewater. In de zomer wordt de reactieve Si-fractie vastgelegd in diatomeeën en zijn de concentraties veel lager. De enige aanvoerbron van silicium is het rivierwater. Ook daarom zijn de winterconcentraties hoger dan in de zomer.

Afbeelding 22 Zomer- en winter-gemiddelden silicaat.



3 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Met de in hoofdstuk 2 beschreven methodiekontwikkeling kunnen bladzijden voor een Schelde atlas gemaakt worden, waarbij de toestand en ontwikkeling van de Westerschelde voor het onderdeel waterkwaliteit weergegeven wordt. Het voordeel van de gekozen opzet volgens de St. Lawrence rivier is dat op één bladzijde veel informatie staat. Het nadeel is de onoverzichtelijkheid van de informatie door de vele figuren en grafieken. Bij de methodiekontwikkeling is daarom gekozen voor een indeling in: algemene informatie, processen en balans, situatie op de Belgisch-Nederlandse grens en situatie in de Westerschelde. Deze indeling komt in principe op iedere bladzijde terug. Voor het onderdeel processen en balans zijn de belangrijkste processen met vermelding van procentuele bijdrage in een balans weergegeven. De situatie op de Belgisch-Nederlandse grens is weergegeven door jaargemiddelde concentraties van het meetpunt Schaar van Ouden Doel. De situatie in de Westerschelde is weergegeven door seizoenvariatiën van de meetpunten Vlissingen en Schaar van Ouden Doel en door het verloop van zomer- en wintergemiddelden tegen de saliniteit uit te zetten. De situatie met betrekking tot het gevoerde en uit te voeren beleid wordt weergegeven in grafieken die de situatie van 1985 vergelijken met 1992 en in grafieken die de situatie met betrekking tot een eventuele norm weergegeven.

De parameters zuurstof, stikstof, fosfor en silicium zijn als voorbeeld uitgewerkt. Voor een totale weergave van de waterkwaliteit zullen ook parameters uit andere stofgroepen op dergelijke atlasbladzijden weergegeven moeten worden. Omdat niet alle parameters in een Schelde atlas opgenomen kunnen worden zal een keuze gemaakt moeten worden. Parameters die belangrijk zijn voor de Westerschelde, een probleem vormen of representatief zijn voor meerdere parameters hebben voorkeur.

Deze methodiekontwikkeling om waterkwaliteitsgegevens van de Westerschelde te presenteren is beperkt tot het gebied tussen de lijn Vlissingen-Breskens tot Schaar van Ouden Doel. De kwaliteit van de Westerschelde wordt echter bepaald door het hele stroomgebied van de Schelde. Veel processen blijken zich ook stroomopwaarts van Schaar van Ouden Doel af te spelen. Hieruit blijkt dat voor de Westerschelde een internationaal beleid noodzakelijk is. Om de toestand en ontwikkeling van de Westerschelde als gevolg van het internationale beleid in beeld te brengen is het zinvol de waterkwaliteit van het Belgische deel van de Schelde te koppelen aan het Nederlandse deel.

De analysemethode van veel stoffen is in de loop der jaren veranderd. Dit levert vaak moeilijkheden op bij het weergeven van de kwaliteit over een langere periode of bij het vergelijken van verschillende jaren met elkaar. Onderzoek naar de plaatsgevonden veranderingen geeft inzicht in de (on)mogelijkheden die weergave van de desbetreffende parameters hebben. Sommige fracties kunnen, ook al worden ze niet gemeten, berekend worden. Vaak zijn dergelijke berekeningen een oplossing om toch een gegevensreeks over een langere periode te verkrijgen.

Voordat gegevens bewerkt kunnen worden moeten de meet- en analyseresultaten gecontroleerd worden op dubbele waarden. Door het verschil in zomer- en wintertijd zijn van een aantal jaren in de zomerperiode de meetresultaten met een zomer- en een wintertijd ingevoerd. Wanneer deze dubbele waarden meegenomen zouden worden is de zomerperiode oververtegenwoordigd.

In de grafieken zijn alle meet- en analyseresultaten meegenomen. Sommige van de gepresenteerde grafieken bevatten gegevens die afwijken van het verwachte patroon (zie figuur 5 en 14). Dit kan door uitbijters zijn veroorzaakt die op zich na controle bij het laboratorium niet verworpen kunnen worden.

VERWERKTE LITERATUUR

- Lit 1 Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. (1991). Beleidsplan Westerschelde.
- Lit 2 Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren/Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rijksinstituut voor Zuivering Afvalwater. (1993). Jaarboek Monitoring Rijkswateren (Presentatie van Fysische, Chemische en Biologische kenmerken).
- Lit 3 Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. (1989). Wadatlas.
- Lit 4 Environmental Canada, St. Lawrence Centre. (1993). St. Lawrence Update. The river at a Glance.
- Lit 5 Jonkers, D.A. en Everts, J.W. (1992). Zeewaardig. Afleiding van risiconiveaus voor microverontreinigingen in Noordzee en Waddenzee. Publikatiereeks nr.2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en milieubeheer.
- Lit 6 Zwolsman, G. (1986). Nutriënt biogeochemistry in Estuaries, with an emphasis on the Scheldt estuary.
- Lit 7 Holland, A.M.B. en Al, J.P. (1977). Zuurstofopname door bodem en bodemdieren bij ontziltiging van het Zoommeer. Notitie DDMI-77.304. Ministerie van verkeer en waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst getijdewateren.
- Lit 8 Meel, L. van. (1958). L'Escaut à Liefkenshoek (Doel). Etudes hydrobiological des eaux saumetres de Belgique. Bull.K.Belg.Inst.Nat.Wet. 34:1-60.
- Lit 9 Eck, G.T.M. van, *et al.* (1991). Emissies, gehalten, gedrag en effecten van (micro)-verontreinigingen in het stroomgebied van de Schelde en Schelde-estuarium. Water nr 60, september/oktober. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.
- Lit 10 Wattel, G. (1993). Zuurstofgehalten bij Schaar van Ouden Doel en nutriëntengehalten bij Rupelmonde. Werkdocument GWWS-93.826x. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.
- Lit 11 Ministerie van Verkeer en Waterstaat. (1989). Derde Nota waterhuishouding. Water voor Nu en Later.

GEBRUIKTE LITERATUUR

Grasshoff, K. *et al.* (1983). *Methods of Seawater Analysis*. Verlag Chemie.

Holland, A.M.B. *et al.* (1991). *De belasting van het Schelde-estuarium (1980-1988)*. Ministerie van Verkeer en waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Nota GWWS-91.082.

Holland, A.M.B., en K. Kramer. (1991). *Zuurstofgehalten 1989 bij Schaar van Ouden Doel*. Nota GWWS-91.085. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.

McNeely, R.N., *et al.* (1979). *Nitrogen. In Water Quality Sourcebook. A Guide to Water Quality Parameters*. Water Quality Branch, Inland Waters Directorate, Environment Canada.

MILBOWA. (1992). *Beleidsstandpunt over de notitie 'Milieukwaliteitsdoelstellingen bodem en water'*. Kamerstukken II, 1990-1991, 21 990 nr 1.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. (1993). *Beheersplan voor de Rijkswateren 1992-1996*.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst getijdewateren. (1992). *Ontwikkeling in de belasting en de waterkwaliteit van het Schelde-estuarium in de periode 1980-1991*, DGW 92-042.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst getijdewateren. (1991). *Trends en toestand zoute wateren 1980-1990. Een goede start voor beheer en verkenning*.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Zeeland. (1992). *Regionota Zeeuwse Rijkswateren, 1993-1996*.

Provincie Zuid-Holland, Dienst Ruimte en Groen, Instituut voor Bos- en natuuronderzoek, DHV Milieu en Infrastructuur. (1993). *Natuurkentallen Zuid-Holland, 1992*.

Provincie Zuid-Holland, Dienst Water en Milieu. (1993). *Waterkentallen*.

Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. *Waterkwaliteitgegevens Deltagebied. jaarboek 1987 t/m 1992*.

Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Zuivering Afvalwater. *Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren. Kwartaalverslagen 1972 t/m 1986*.

Swertz, O.C. (1993). *Berekening 90-percentiel WSV*. Werkdocument GWIO-93.210x. Ministerie van Verkeer en waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.

Water. (1988). *De Schelde Toegang tot Antwerpen, Nr 43/1 en Nr 43/2, November/december 1988, referatenboek 1 en 2*.

EMISSIEDOELSTELLINGEN

De emissiedoelstellingen vóór 1995 voor de verontreinigende stoffen en nutriënten zijn in de „derde Nota Waterhuishouding“, in het Rijn-, en het Noordzee Actie Plan en in het Watersysteemplan Noordzee in het maatregelenpakket geformuleerd. Dit maatregelenpakket is in het Beheersplan Rijkswateren 1991 verder uitgewerkt.

Doelen zijn:

Nutriënten

- vermindering van de fosfaatemissies en de stikstofemissies met tenminste 50% ten opzichte van 1985 vanuit de diverse bronnen.

Zware metalen

- vermindering van de belasting van de oppervlaktewateren met tenminste 50 procent ten opzichte van de situatie in 1985. Voor kwik, cadmium en lood geldt een reductiepercentage van 70 procent.

Organische microverontreinigingen

- reductie van tenminste 50 procent ten opzichte van 1985.
Voor dioxines geldt een reductie van 70 procent.
Voor PCB moet een verbanning in 1995 worden nagestreefd (emissiereductie 100 procent).

Calamiteiten

- reductie van de uitworp als gevolg van calamiteiten bij vervoer te water met 75 procent ten opzichte van het gemiddelde van de periode 1984-1988.

CONSUMPTIENORMEN VIS EN VISPRODUCTEN (mg/kg nat product)

	cadmium	lood	kwik	PCB						
				28	52	101	118	138	153	180
schaaldieren	0,3	0,5	1,0							
schelpdieren	1,0	2,0	1,0							
vislever				1,5	0,6	1,2	1,2	1,5	1,5	2,0
makreel/ haring-										
achtigen	0,05	2,0	1,0	0,3	0,12	0,24	0,24	0,30	0,30	0,36
paling				0,5	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
overige										
vissoorten	0,05	0,5	1,0	0,1	0,04	0,08	0,08	0,1	0,1	0,12

EG NORMEN SCHELDPDIERWATERKWALITEIT

Schelpdierwater	Norm
Zuurgraad	$7,5 \leq \text{pH} \leq 9,0$
Temperatuur	De verhoging van de gemeten waarde ten opzichte van de natuurlijke waarden mag niet meer zijn dan 2°C
Kleurintensiteit	Het verschil tussen de gemeten waarde en de natuurlijke waarde mag niet meer zijn dan 10 mg Pt/l
Gesuspendeerde stoffen	De verhoging van de gemeten waarde ten opzichte van de natuurlijke waarde mag niet meer zijn dan 30% van de natuurlijke waarde (mg/l)
Saliniteit	≤ 40 g/kg Het verschil tussen de gemeten waarde en de natuurlijke waarde mag niet meer zijn dan 10% van de natuurlijke waarde
Olie	Geen zichtbare film op het wateroppervlak. Geen afzettingen op de schelpdieren
Geur	De schelpdieren mogen niet worden gekenmerkt door een onnatuurlijke geur
Smaak	De schelpdieren mogen niet worden gekenmerkt door een onnatuurlijke smaak
Thermotolerante bacteriën van de coli groep	≤ 3 aantal/ml in het schelpdiervlees en de vloeistof binnen de schelp van het schelpdier
Zuurstof opgelost	≥ 7 mg/l O_2
Gehalogeneerde organische stoffen en de metalen arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel, zilver, zink	De concentraties van deze stoffen in het schelpdierwater of in schelpdiervlees mogen geen schadelijke effecten veroorzaken op de schelpdieren en hun larven

ZWEMWATERNORMEN

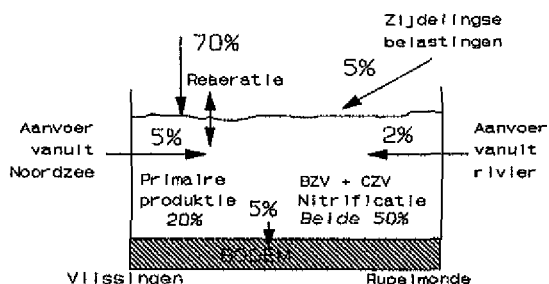
Zwemwater	Norm
Zuurgraad	$6,5 < \text{pH} \leq 9,0$
Doorzicht	$\geq 1,0$ meter
Thermotolerante bacteriën van de coli groep	aantal/ml ≤ 3
Kleur	Een niet anders dan door natuurlijke omstandigheden veroorzaakte kleur
Geur	Afwezigheid van rottingsgeuren of andere geuren die algemeen als hinderlijk worden ervaren, in het bijzonder de geur van fenolen
Schuim	Een niet anders dan door natuurlijke omstandigheden veroorzaakte hoeveelheid schuim
Olie	Geen zichtbare hoeveelheid olie op het wateroppervlak
Vuil	Afwezigheid in en op het water en op de bodem van afvalstoffen en dode organische materie in aanmerkelijke hoeveelheid
Faecale streptococci	aantal/ml ≤ 3
Salmonellae	niet aantoonbaar in 100 ml
Entero-virussen	niet aantoonbaar in 1 liter
Met waterdamp vluchtige fenolen	ug/l ≤ 10
Minerale olie	ug/l ≤ 200
Oppervlakte-actieve stoffen die reageren met methyleen-blauw	ug/l ≤ 200
Zuurstof opgelost	mg/l $\text{O}_2 \geq 5$
Organochloor- en fosforpesticiden	alleen onderzoek bij verdenking
Metalen en cyanide	alleen onderzoek bij verdenking

ZUURSTOF

Zuurstof (O_2) wordt als opgelost zuurstof in mg/l gemeten volgens NEN 6490 met een aantoonbaarheids-grens van 0,1 mg/l. De oplosbaarheid in water varieert met de temperatuur en het zoutgehalte. In zout water varieert de O_2 concentratie bij 100% verzadiging van 11 mg/l bij 0 °C tot 7 mg/l bij 25 °C. Voor zoet water is dit 15 en 8 mg/l. De norm voor zuurstof is 5 mg/l. Deze geldt voor elke plaats en elk tijdstip.

PROCESSEN EN BALANS

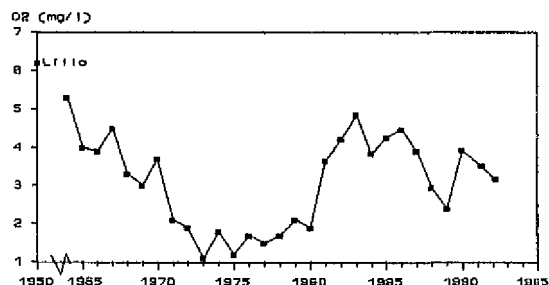
De belangrijkste zuurstof producerende en consumerende processen zijn tezamen met de zuurstofbalans voor het estuarium weergegeven.



Reëratie (70%) en primaire productie (20%) zorgen voor de zuurstof aanvoer, BZV en CZV (50%) en nitrificatie (50%) voor het zuurstof verbruik. (100% = 400 kton). De sanering van 100.000 i.e. verhoogt de concentratie bij Schaar op de grens met 0,2 mg/l.

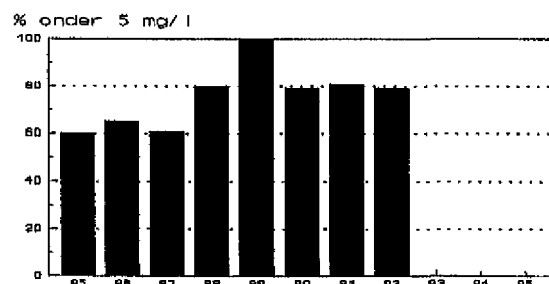
SITUATIE BELGISCH-NEDERLANDSE GRENS

Jaargemiddelde O_2 concentratie op de grens vanaf 1965.



De situatie in de 50-er jaren is goed, wordt slecht in de 60-er jaren en is slecht gebleven in de 70-er jaren. Verbetering trad op in de 80-er jaren. De huidige situatie is onstabiel.

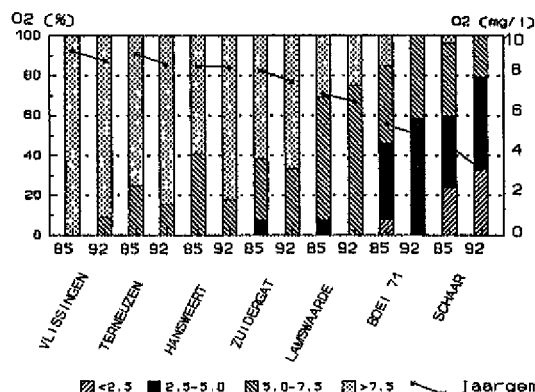
Het percentage metingen bij Schaar van Ouden Doel onder 5 mg/l is weergegeven vanaf 1985.



In 60 tot 80% van de metingen is de zuurstofconcentratie lager dan 5 mg/l.

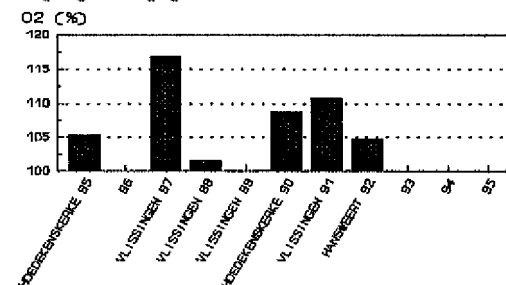
SITUATIE WESTERSCHELDE

De gemeten zuurstof concentraties in 1985 en 1992 op verschillende plaatsen in de Westerschelde zijn in vier klassen verdeeld. Het relatieve voorkomen in klassen is weergegeven. Tevens is voor beide jaren de jaargemiddelde concentratie vermeld.



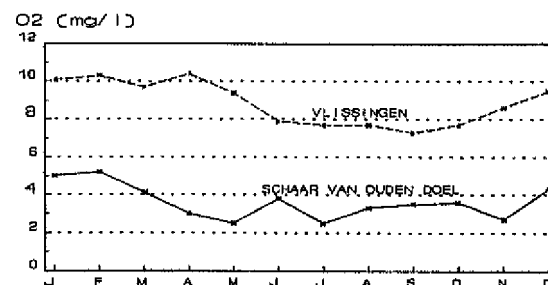
De O_2 concentratie neemt toe naar Vlissingen. Vanaf Lamswaarde komen geen waarden onder de norm meer voor. In de hele Westerschelde was de toestand in 1992 slechter dan in 1985.

Voor de Westerschelde is als illustratie van overmatige algengroei het gemiddelde van zuurstofverzadiging boven 100% en plaats van maximum O_2 -verzadiging weergegeven.



Overmatige algengroei speelt geen grote rol in de Westerschelde. Maxima treden vooral op als een algenbloom vanuit de Noordzee de Westerschelde binnen stroomt.

Seizoenvariatie voor Vlissingen en Schaar van Ouden Doel voor de jaren 1985-1992.



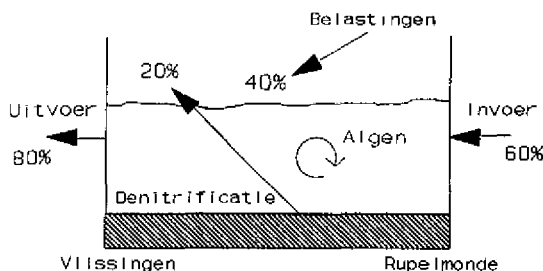
Bij Schaar is O_2 concentratie in de winter en bij Vlissingen in de winter en het voorjaar hoger dan in de zomer. Het hele jaar ligt het verschil tussen Schaar en Vlissingen rond de 6 mg/l.

STIKSTOF

De belangrijkste stikstofspecies zijn N-totaal (100%), nitraat (NO_3^- , 70%), ammonium (NH_4^+ , 10%), particulier stikstof, nitriet (NO_2^- , 2%) en opgelost organisch stikstof (DON). Deze worden bepaald volgens Methods of Seawater Analysis by Grasshoff (1983). De detectielimiet van N-species is 0,01 mg/l of lager.

PROCESSEN EN BALANS

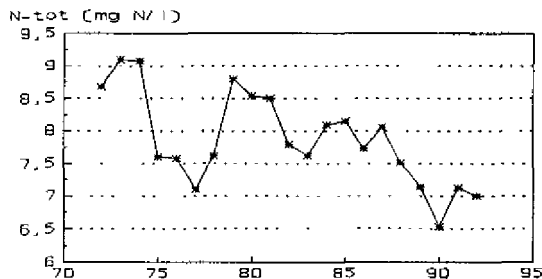
De belangrijkste stikstof processen zijn: nitrificatie, denitrificatie en opname door algen. De stikstofbalans (%) voor het Schelde estuarium is hieronder weergegeven.



Een groot deel van de belasting (80%) gaat naar de Noordzee. Door denitrificatie (20%) verdwijnt stikstof uit het estuarium. (100%, 70 kton).

SITUATIE BELGISCH-NEDERLANDSE GRENS

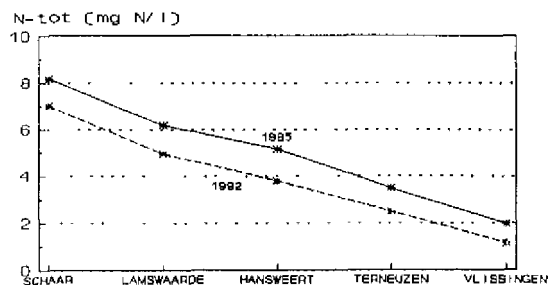
Jaargemiddelde concentratie N-totaal op de grens vanaf 1972.



In de 70-er jaren daalde de concentratie N-totaal. Eind 70-er jaren steeg de concentratie, waarna tot de huidige situatie de concentratie opnieuw daalde.

SITUATIE WESTERSCHDELDE

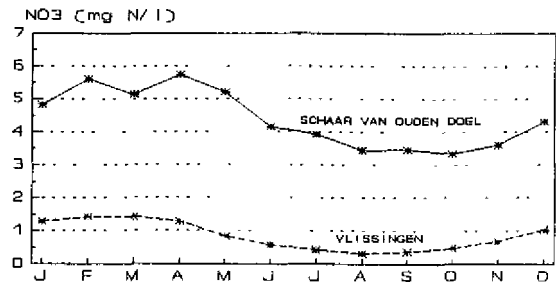
De jaargemiddelde concentraties N-totaal in 1985 en 1992 zijn voor verschillende plaatsen in de Westerschelde weergegeven.



De concentratie N-totaal neemt af richting Vlissingen. In de hele Westerschelde zijn in 1992 de jaargemiddelde concentraties afgenomen t.o.v. 1985.

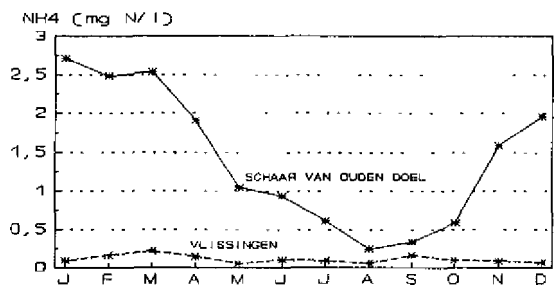
Bijlage D blad 2

Seizoenvariatie van nitraat voor Vlissingen en Schaar van Ouden Doel van maandgemiddelden van 1985-1992.



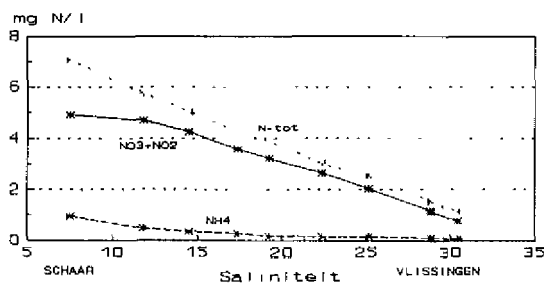
In de zomer zijn de concentraties NO_3 minimaal en in de winter maximaal. De concentraties bij Schaar liggen ca. 3 mg N/l hoger dan bij Vlissingen. Deze variatie is het gevolg van de seizoenvariatie van het zoutgehalte.

Seizoenvariatie van ammonium voor Vlissingen en Schaar van Ouden Doel van maandgemiddelden van 1985-1992.



Ammonium-opname door algen veroorzaakt lage concentraties in de zomer bij Schaar van Ouden Doel. Bij Vlissingen is de concentratie het hele jaar laag door opname door algen en door omzetting in nitraat.

Verloop van de concentratie nitraat+nitriet, ammonium en totaal stikstof van jaargemiddelde concentraties 1991-1992.



De concentratie N-tot neemt af bij toenemende saliniteit door menging met zeewater. NH_4^+ , NO_3^- en NO_2^- worden door (de)nitrificatie omgezet.

FOSFOR en SILICIUM

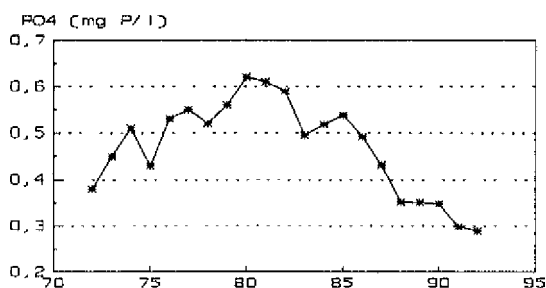
Fosfor wordt als totaal fosfaat (P-tot, 100%) en orthofosfaat (PO_4 , 50%) gemeten in mg P/l en als particulier fosfaat (PP) in ppm. Silicium wordt als opgelost reactief silicaat (H_2SiO_4) gemeten in mg Si/l. De bepalingen zijn volgens Methods of Seawater Analysis by Grasshoff (1983). De detectielimiet van P-tot en H_2SiO_4 is 0,01 mg/l.

PROCESSEN

De fosfaatconcentraties zijn gerelateerd aan de zuurstofconcentraties en algengroei. Bij zuurstofrijk water is orthofosfaat neergeslagen. De gemiddelde fosfaat concentratie in de bodem varieert van 250-1500 mg/kg.

SITUATIE BELGISCHE-NEDERLANDSE GRENS

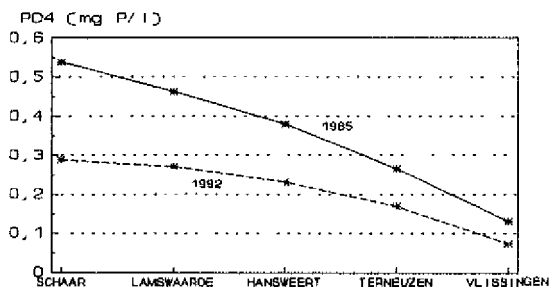
Jaargemiddelde concentratie PO_4 op de grens vanaf 1972.



In de 70-er jaren stijgt de concentratie PO_4 . Vanaf 1980 daalt de concentratie.

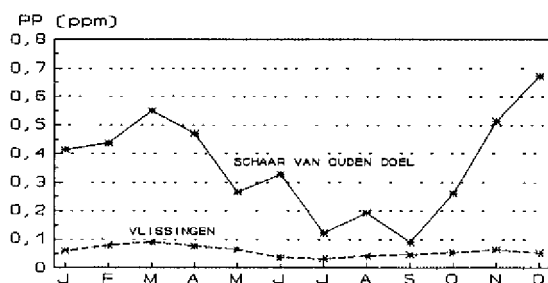
SITUATIE WESTERSCHELDE

De jaargemiddelde concentraties PO_4 in 1985 en 1992 zijn voor verschillende plaatsen in de Westerschelde weergegeven.



De PO_4 concentratie neemt af richting Vlissingen. In de hele Westerschelde zijn in 1992 de percentages in lagere klassen toegenomen t.o.v. 1985.

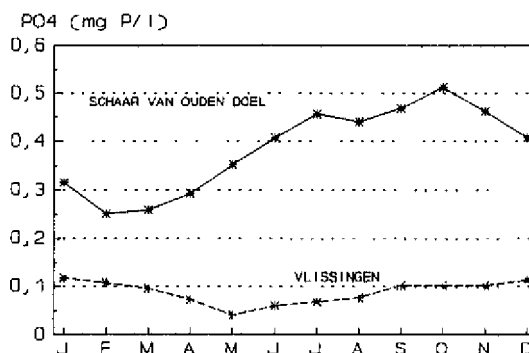
Seizoenvariatie particulier fosfaat voor Vlissingen en Schaar van Ouden Doel van maandgemiddelden van 1991-1992.



Het seizoenpatroon van particulier fosfaat is omgekeerd aan het seizoenpatroon van orthofosfaat.

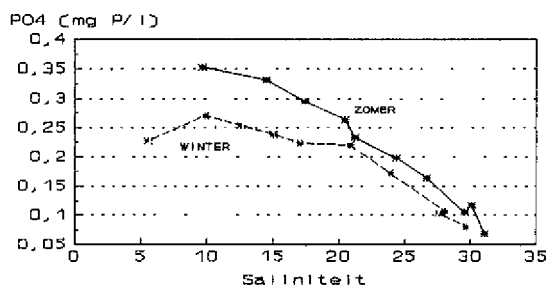
Bijlage D blad 3

Seizoenvariatie voor Vlissingen en Schaar van Ouden Doel van maandgemiddelden van 1985-1992.



Algengroei in voorjaar en zomer veroorzaken de lage PO_4 concentraties bij Vlissingen. Het seizoenpatroon bij Schaar wordt vermoedelijk veroorzaakt door de mobilisatie van P in het zuurstofloze estuarium stroomopwaarts.

Verloop van concentratie PO_4 in de Westerschelde van zomer- en wintergemiddelden van 1991-1992.

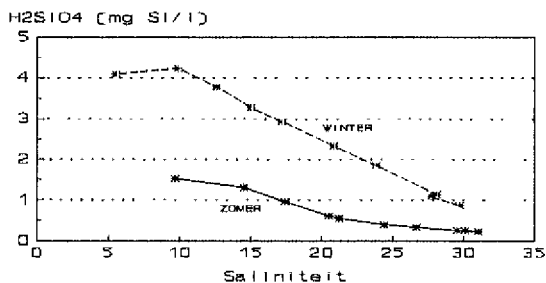


De concentratie neemt af bij hogere saliniteit. In de winter zijn de concentraties lager dan in de zomer.

De laagste waarden PO_4 variëren van 0,005-0,02 in de zomermaanden bij Vlissingen. PO_4 is niet limiterend voor algengroei.

SILICIUM

Verloop van concentratie Si in de Westerschelde van zomer- en wintergemiddelden van 1991-1992.



De concentratie in de winter neemt lineair af bij toenemende saliniteit door menging met zeewater. In de zomer is de concentratie veel lager door opname door kiezelalgen (diatomeeën). Rivierwater is de enige aanvoerbron, ook daarom zijn de winterconcentraties hoger dan in de zomer.

TABELLEN ZUURSTOF

Referentietoestand 1985 zuurstof verdeling (%) en jaargem. (mg/l)						
plaats	>7,5	5,0-7,5	2,5-5,0	<2,5	jaargem.	aantal
Vlissingen	100,0	0	0	0	9,4	12
Borssele	92,3	7,7	0	0	9,1	13
Hoofdplaat	92,3	7,7	0	0	9,3	13
Terneuzen	75,0	25,0	0	0	9,2	12
Hansweert	58,8	41,2	0	0	8,4	17
Zuidergat	61,5	30,8	7,7	0	8,1	13
Lamswaarde	30,8	61,5	7,7	0	7,0	13
Boei 71	15,4	38,5	38,5	7,7	5,4	13
S v Doel	4,0	36,0	36,0	24,0	4,2	25

Toestand 1992 zuurstof verdeling (%) en jaargem. (mg/l)						
plaats	>7,5	5,0-7,5	2,5-5,0	<2,5	jaargem.	aantal
Vlissingen	90,9	9,1	0	0	8,7	22
Borssele	76,9	23,1	0	0	8,8	13
Hoofdplaat	76,9	23,1	0	0	8,8	13
Terneuzen	84,6	15,4	0	0	8,6	13
Hoedekenskerke	76,9	23,1	0	0	8,6	13
Hansweert	82,4	17,6	0	0	8,3	17
Zuidergat	66,7	33,3	0	0	7,8	12
Lamswaarde	25,0	75,0	0	0	6,7	12
Boei 71	0	41,7	58,3	0	5,0	12
S v Doel	0	20,8	45,8	33,4	3,2	24

seizoenvariatie van maandgemiddelde 1985-1992 zuurstof (mg/l)								
maand	Schaar van Ouden Doel				Vlissingen			
	gem.	min.	max.	aantal	gem.	min.	max.	aantal
Jan	5,0	1,3	10,1	19	10,1	9,4	11,4	9
Feb	5,2	1,9	9,3	16	10,3	9,1	11,7	9
Mrt	4,1	0,5	9,2	17	9,7	7,2	11,8	8
Apr	3,0	0,5	5,3	18	10,4	9,2	14,8	10
Mei	2,5	1,1	5,2	17	9,4	8,6	11,0	9
Jun	3,8	1,2	11,9	17	7,9	7,0	9,4	11
Jul	2,5	1,1	3,9	16	7,1	7,0	8,4	11
Aug	3,3	1,0	6,6	18	7,7	7,0	8,9	11
Sep	3,5	0,9	5,7	16	7,3	6,5	8,1	8
Okt	3,6	0,6	7,4	18	7,7	6,7	9,0	10
Nov	2,7	0,8	6,1	17	8,6	8,0	9,9	10
Dec	4,3	1,4	7,4	12	9,5	8,8	10,0	9

Perc. metingen onder norm bij Schaar van Ouden Doel zuurstof (%)		
jaar	perc. onder norm	aantal metingen
1985	60,0	25
1986	65,2	23
1987	60,9	23
1988	80,0	25
1989	100,0	23
1990	79,2	24
1991	80,8	26
1992	79,2	24

Maximum zuurstof verzadiging zuurstof (%)						
jaar	grensw. (%)	streefw. (%)	gem.O ₂ % ≥100%	adsolute maximum	plaats maximum	aantal
1985	200	100	105,3	111	Hoedekenskerke	139
1986	200	100	-		-	24
1987	200	100	116,9	154	Vlissingen	129
1988	200	100	101,5	103	Vlissingen	108
1989	200	100	100,0	100	Vlissingen	130
1990	200	100	108,8	123	Hoedekenskerke	140
1991	200	100	110,8	120	Vlissingen	157
1992	200	100	104,7	111	Hansweert	144

TABELLEN STIKSTOF

Referentietoestand 1985 Stikstof verdeling (%) en jaargemiddelden (mg N/l) van Kjeldahl-N+NO3+NO2							
plaats	STAAT NIET OP DE ATLASBLADZIJDE						jaar- gem.
	0-1,1	1,1-2,2	2,2-3,3	3,3-6,6	>6,6	aantal	
Vlissingen	7,7	53,8	30,8	7,7	0	13	1,95
Terneuzen	0	0	53,8	46,2	0	13	3,48
Hansweert	0	0	7,7	61,5	30,8	13	5,17
Lamswaarde	0	0	0	53,8	46,2	13	6,18
S v Doel	0	0	0	38,5	61,5	26	8,15

Toestand 1992 Stikstof verdeling (%) en jaargemiddelden (mg N/l) van N-totaal							
plaats	STAAT NIET OP DE ATLASBLADZIJDE						jaar- gem.
	0-1,1	1,1-2,2	2,2-3,3	3,3-6,6	>6,6	aantal	
Vlissingen	48,1	48,1	3,8	0	0	27	1,14
Borssele	23,1	69,2	7,7	0	0	13	1,56
Hoofdplaat	16,7	58,3	25,0	0	0	12	1,66
Terneuzen	0	38,5	38,5	23,0	0	13	2,48
Hoedekenskerke	7,7	23,1	30,7	38,5	0	13	2,85
Hansweert	0	5,3	36,8	57,9	0	19	3,79
Zuidergat	0	0	25,0	75,0	0	12	4,23
Lamswaarde	0	0	23,1	69,2	7,7	13	4,94
Boei 71	0	0	8,3	66,7	25,0	12	5,59
S v Doel	0	0	4,2	37,5	58,3	24	7,00

Seizoenvariatie van maandgemiddelden 1985-1992 Nitraat (mg N/l)								
Maand	Schaar van Ouden Doel				Vlissingen			
	gem.	min.	max.	aantal	gem.	min.	max.	aantal
Jan	4,82	2,63	6,24	19	1,300	0,877	1,836	11
Feb	5,61	3,24	6,82	15	1,426	1,203	2,220	9
Mrt	5,15	3,27	6,99	17	1,407	1,141	1,640	11
Apr	5,75	4,16	9,13	17	1,276	0,515	2,030	11
Mei	5,21	2,85	6,38	17	0,839	0,097	1,610	11
Jun	4,17	2,93	5,52	16	0,573	0,172	0,850	11
Jul	3,93	2,71	6,27	16	0,426	0,123	0,670	11
Aug	3,64	2,12	4,33	18	0,326	0,054	0,738	11
Sep	3,48	3,01	3,87	16	0,378	0,143	0,785	9
Okt	3,35	2,70	4,16	18	0,483	0,370	0,664	10
Nov	3,61	2,06	5,15	17	0,681	0,414	0,956	10
Dec	4,32	2,61	5,91	12	1,046	0,646	1,859	9

Seizoenvariatie van maandgemiddelden van 1985-1992 Ammonium (mg N/l)								
Maand	Schaar van Ouden Doel				Vlissingen			
	gem.	min.	max.	aantal	gem.	min.	max.	aantal
Jan	2,71	0,81	5,44	19	0,098	0,03	0,22	11
Feb	2,48	0,68	5,01	15	0,170	0,05	0,49	9
Mrt	2,53	0,44	5,12	17	0,220	0,05	0,57	11
Apr	1,91	0,27	4,77	17	0,150	0,01	0,79	11
Mei	1,05	0,19	3,27	17	0,057	0,01	0,23	10
Jun	0,94	0,14	2,38	16	0,107	0,01	0,19	12
Jul	0,61	0,09	1,40	16	0,097	0,03	0,21	12
Aug	0,25	0,03	0,72	18	0,063	0,01	0,13	11
Sep	0,34	0,05	0,93	16	0,173	0,05	0,80	9
Okt	0,59	0,07	2,66	18	0,100	0,06	0,16	10
Nov	1,59	0,31	3,32	17	0,091	0,03	0,32	10
Dec	1,96	0,59	3,56	12	0,071	0,04	0,12	9

Verloop in Westerschelde (STAAT NIET OP DE ATLASBLADZIJDE) Nitraat (mg N/l)				
Plaats	Zomer (3-8-1992)		Winter (10-2-1992)	
	Saliniteit	concentratie	Saliniteit	concentratie
Vlissingen	30,73	0,181	29,79	1,225
Borssele	29,79	0,320	27,32	1,869
Hoofdplaat	29,21	0,476	27,28	1,908
Terneuzen	26,83	0,899	23,18	2,896
Hoedekenskerke	23,92	1,458	20,32	3,749
Hansweert	19,94	2,193	17,11	4,285
Zuidergat	19,92	2,215	15,40	4,558
Lamswaarde	17,06	2,721	12,87	5,030
Boei 71	14,45	3,039	11,21	5,251
S v Doel	5,57	2,120	7,51	5,920

Verloop in de Westerschelde Jaargemiddelde N-totaal concentraties 1991-1992 (mg N/l)				
Plaats	Saliniteit	Nitraat + nitriet	Ammonium	Totaal stikstof
Vlissingen	30,45	0,773	0,085	1,140
Borssele	28,85	1,114	0,100	1,516
Hoofdplaat	28,80	1,180	0,110	1,578
Terneuzen	25,13	2,041	0,155	2,508
Hoedekenskerke	22,41	2,640	0,155	3,021
Hansweert	19,26	3,221	0,175	3,878
Zuidergat	17,40	3,575	0,270	4,252
Lamswaarde	14,50	4,306	0,350	5,040
Boei 71	11,83	4,696	0,480	5,738
S v Doel	7,48	4,910	0,950	7,065

TABELLEN FOSFOR en SILICIUM

Referentietoestand 1985 Fosfor verdeling (%) van orthofosfaat en jaargemiddelden (mg P/l)							
plaats	STAAT NIET OP DE ATLASBLADZIJDE						jaargem.
	0-0,08	0,08-0,15	0,15-0,30	0,30-0,75	>0,75	aantal	
Vlissingen	0	76,9	23,1	0	0	13	0,131
Borssele	0	15,4	84,6	0	0	13	0,185
Hoofdplaat	0	7,7	92,3	0	0	13	0,202
Terneuzen	0	0	76,9	23,1	0	13	0,266
Hoedekenskerke	0	0	38,5	61,5	0	13	0,309
Hansweert	0	0	15,4	84,6	0	13	0,380
Zuidergat	0	0	0	100	0	13	0,411
Lamswaarde	0	0	0	100	0	15	0,463
Boei 71	0	0	0	100	0	13	0,512
S v Doel	0	0	11,5	69,3	19,2	26	0,538

Toestand 1992 Fosfor verdeling (%) van orthofosfaat en jaargemiddelden (mg P/l)							
plaats	STAAT NIET OP DE ATLASBLADZIJDE						jaargem.
	0-0,08	0,08-0,15	0,15-0,30	0,30-0,75	>0,75	aantal	
Vlissingen	59,3	40,7	0	0	0	27	0,074
Borssele	23,1	69,2	0	7,7	0	13	0,120
Hoofdplaat	15,4	76,9	7,7	0	0	13	0,115
Terneuzen	0	38,5	76,9	0	0	13	0,169
Hoedekenskerke	0	23,1	92,3	7,7	0	13	0,217
Hansweert	0	0	100	0	0	19	0,231
Zuidergat	0	0	92,3	7,7	0	13	0,249
Lamswaarde	0	0	92,3	7,7	0	13	0,271
Boei 71	0	0	61,5	38,5	0	13	0,295
S v Doel	0	0	60,0	40,0	0	25	0,289

Seizoenvariatie van maandgemiddelden 1985-1992 Orthofosfaat (mg P/l)								
Maand	Schaar van Ouden Doel				Vlissingen			
	gem.	min.	max.	aantal	gem.	min.	max.	aantal
Jan	0,316	0,155	0,683	19	0,119	0,071	0,169	11
Feb	0,250	0,107	0,450	15	0,107	0,073	0,139	9
Mrt	0,259	0,115	0,418	17	0,096	0,069	0,160	11
Apr	0,293	0,167	0,432	17	0,079	0,024	0,168	11
Mei	0,353	0,255	0,498	16	0,041	0,010	0,093	11
Jun	0,407	0,238	0,560	16	0,061	0,020	0,097	12
Jul	0,457	0,227	0,782	16	0,068	0,035	0,111	12
Aug	0,441	0,098	0,608	19	0,076	0,046	0,137	11
Sep	0,470	0,320	0,659	16	0,103	0,068	0,149	9
Okt	0,512	0,356	0,832	18	0,103	0,082	0,122	10
Nov	0,462	0,257	0,822	17	0,103	0,050	0,153	10
Dec	0,408	0,198	0,828	12	0,114	0,085	0,158	9

Seizoenvariatie maandgemiddelden 1991-1992 Particulair fosfaat (ppm)								
Maand	Schaar van Ouden Doel				Vlissingen			
	gem.	min.	max.	aantal	gem.	min.	max.	aantal
Jan	0,415	0,291	0,615	5	0,060	0,030	0,099	3
Feb	0,439	0,234	0,644	2	0,079	0,055	0,098	3
Mrt	0,552	0,327	0,810	4	0,090	0,040	0,142	4
Apr	0,471	0,300	0,949	4	0,076	0,030	0,158	6
Mei	0,266	0,177	0,435	4	0,064	0,039	0,071	5
Jun	0,329	0,169	0,544	4	0,036	0,008	0,059	5
Jul	0,153	0,062	0,249	4	0,033	0,021	0,049	6
Aug	0,193	0,084	0,342	5	0,042	0,022	0,085	5
Sep	0,091	0,015	0,170	4	0,047	0,026	0,074	3
Okt	0,262	0,078	0,550	4	0,055	0,019	0,120	3
Nov	0,515	0,287	0,982	5	0,065	0,026	0,125	4
Dec	0,672	0,522	0,756	3	0,052	0,023	0,077	3

Verloop in Westerschelde (STAAT NIET OP DE ATLASBLADZIJDE)				
Ortho fosfaat (mg P/l)				
Plaats	Zomer (3-8-1992)		Winter (10-2-1992)	
	Saliniteit	concentratie	Saliniteit	concentratie
Vlissingen	30,73	0,074	29,79	0,073
Borssele	29,79	0,344	27,32	0,109
Hoofdplaat	29,21	0,073	27,28	0,112
Terneuzen	26,83	0,117	23,18	0,165
Hoedekenskerke	23,92	0,173	20,32	0,193
Hansweert	19,94	0,248	17,11	0,220
Zuidergat	19,92	0,251	15,40	0,231
Lamswaarde	17,06	0,291	12,87	0,247
Boei 71	14,45	0,312	11,21	0,257
S v Doel	5,57	0,098	7,51	0,236

Verloop in Westerschelde (STAAT NIET OP DE ATLASBLADZIJDE)				
silicaat (mg Si/l)				
Plaats	Zomer (3-8-1992)		Winter (10-2-1992)	
	Saliniteit	concentratie	Saliniteit	concentratie
Vlissingen	30,73	0,115	29,79	1,023
Borssele	29,79	0,257	27,32	1,358
Hoofdplaat	29,21	0,269	27,28	1,367
Terneuzen	26,83	0,183	23,18	2,054
Hoedekenskerke	23,92	0,225	20,32	2,493
Hansweert	19,94	0,372	17,11	3,031
Zuidergat	19,92	0,337	15,40	3,360
Lamswaarde	17,06	0,606	12,87	4,098
Boei 71	14,45	0,823	11,21	4,463
S v Doel	5,57	0,400	7,51	5,300

Verloop van o-fosfaat (mg P/l) en silicaat (mg Si/l) in de Westerschelde Zomer- en wintergemiddelden van 1991-1992						
plaats	zomer			winter		
	saliniteit	o-fosfaat	silicaat	saliniteit	o-fosfaat	silicaat
Vlissingen	31,06	0,069	0,229	29,73	0,081	0,862
Borssele	30,08	0,117	0,260	27,67	0,103	1,088
Hoofdplaat	29,54	0,105	0,257	28,11	0,107	1,131
Terneuzen	26,65	0,164	0,327	23,84	0,172	1,840
Hoedekenskerke	24,36	0,198	0,391	20,82	0,221	2,320
Hansweert	21,21	0,233	0,550	17,16	0,223	2,927
Zuidergat	20,48	0,264	0,607	15,01	0,239	3,266
Lamswaarde	17,41	0,296	0,962	12,58	0,254	3,776
Boei 71	14,50	0,331	1,304	9,85	0,270	4,235
S v Doel	9,65	0,353	1,524	5,53	0,227	4,088

OVERZICHT BESTANDEN

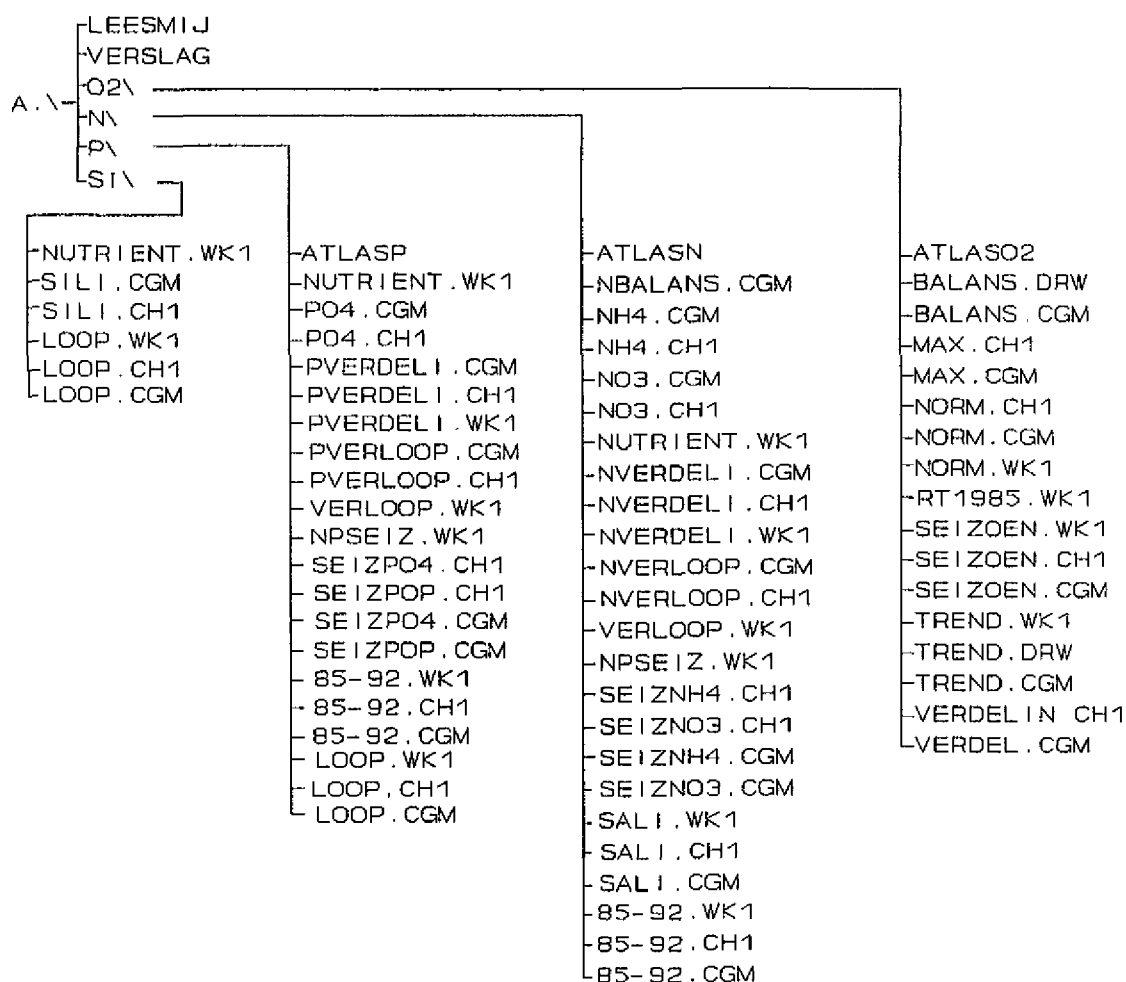
De toestand en ontwikkeling van de Westerschelde, zoals die is weergegeven in bladzijden met figuren en grafieken met begeleidende tekst is uitgewerkt voor de parameters zuurstof, stikstof, fosfor en silicium. Hieronder wordt een overzicht en beschrijving van de bestaande files gegeven.

Voor het bewerken van meetwaarden is gebruik gemaakt van het spreadsheet-pakket Lotus. Voor het maken van figuren en grafieken is gebruik gemaakt van het tekenpakket Freelance. Uiteindelijk zijn de figuren en grafieken ingelezen in Word Perfect waarna de tekst is toegevoegd.

VERKLARING UITGANGEN

- *.WK1 Lotus file voor het bewerken van de meetwaarden
- *.DRW In deze file is de figuur of grafiek opgeslagen zonder de bijbehorende waarden en instellingen. Veranderingen zijn alleen handmatig mogelijk.
- *.CH1 Chart file voor het inlezen van waarden uit Lotus. Deze file geeft een grafiek zonder toegevoegde tekst en tekens. Veranderingen in de opmaak en de instellingen zijn in een Chart file mogelijk.
- *.CGM Metafile voor het opslaan van een figuur of grafiek inclusief de toegevoegde tekst en tekens. Deze file kan door Word Perfect ingelezen worden.

BESTANDSNAMEN



BESCHRIJVING FILES

VERSLAG	Verslag "Toestand en Ontwikkeling van de Westerschelde. Methodiekontwikkeling om waterkwaliteitsgegevens te presenteren. Met voorbeelden van zuurstof, stikstof, fosfor en silicium." (inclusief bijlagen).
02\	
ATLAS02	Atlasbladzijde zuurstof. In Word Perfect zijn de Metafiles ingelezen en voorzien van tekst.
BALANS.DRW BALANS.CGM	De belangrijkste processen + absolute/procentuele bijdrage zijn weergegeven in een balans. De DRW-file bevat de absolute en de Metafile de procentuele bijdrage van de processen in het estuarium (Vlissingen-Rupelmonde).
MAX.CH1 MAX.CGM	Van het aantal metingen > 100% is op papier het gemiddelde berekend. Deze waarden zijn in de Chart file ingevoerd evenals de plaatsnamen van maximale zuurstofverzadiging. Het gemiddelde van zuurstofverzadiging boven 100% is in een staafdiagram weergegeven.
NORM.WK1 NORM.CH1 NORM.CGM	Het aantal keren dat een meetwaarde bij schaar van Ouden Doel onder de 5 mg O ₂ /l kwam is geteld en gedeeld door het totaal aantal metingen in een jaar. De procentuele bijdrage van het aantal metingen onder 5 mg O ₂ /l is in een staafdiagram weergegeven.
SEIZOEN.WK1 SEIZOEN.CH1 SEIZOEN.CGM	Alle meetwaarden van 1985-1992 zijn per maand gesorteerd en het gemiddelde van het aantal metingen per maand is berekend. In één grafiek is zowel voor Vlissingen als voor Schaar van Ouden Doel de seizoenvariatie d.m.v. een lijn weergegeven.
TREND.WK1 TREND.DRW TREND.CGM	In Lotus staan de jaargemiddelde concentraties vanaf 1972. Aangezien er al een plaatje bestond van jaargemiddelde zuurstofconcentraties van Schaar van Ouden Doel is deze gebruikt. 1991 en 1992 zijn handmatig toegevoegd, waarbij tevens de x-as tot 1995 doorgetrokken is.
RT1985.WK1 VERDELIN.CH1 VERDEL.CGM	Van 1985 en 1992 zijn de meetwaarden in de klassen 0-2.5, 2.5-5.0, 5.0-7.5 en >7.5 verdeeld. Per klasse en per jaar is het aantal keren dat een meetwaarde in die klasse voorkomt geteld en gedeeld door het totaal aantal metingen in dat jaar. De jaargemiddelde concentraties zijn handmatig toegevoegd.
N\	
ATLASN	Atlasbladzijde Stikstof. In Word Perfect zijn de Metafiles ingelezen en voorzien van tekst.

NBALANS.CGM	De belangrijkste processen + procentuele bijdrage zijn weergegeven in een balans van het estuarium (Vlissingen-Rupelmonde).
NUTRIENT.WK1 NH4.CH1 NH4.CGM NO3.CH1 NO3.CGM	De gegevens van 10-2-1992 en 3-8-1992 van saliniteit, nitraat en ammonium zijn in de Lotus file ingevoerd. De gegevens van nitraat en ammonium zijn als een zomer- en wintertocht uitgezet tegen de saliniteit.
NVERDELI.WK1 NVERDELI.CH1 NVERDELI.CGM	De procentuele verdeling van meetwaarden is in de klassen 0-1.1, 1.1-2.2, 2.2-3.3, 3.3-6.6 en >6.6 weergegeven. Van de plaatsen Vlissingen, Terneuzen, Hansweert, Lamswaarde en Schaar van Ouden Doel is de verdeling in een gestapelde staafdiagram weergegeven.
VERLOOP.WK1 NVERLOOP.CH1 NVERLOOP.CGM	N-totaal is bepaald door sommatie van Kjeldahl stikstof, nitraat en nitriet. Tot 1977 is geen nitriet bepaald. In 1992 is N-totaal bepaald na filtratie over 0,45 um. Van de jaargemiddelde concentratie van Schaar van Ouden Doel is vanaf 1972 een plaatje gemaakt.
NPSEIZ.WK1 SEIZNH4.CH1 SEIZNH4.CGM SEIZNO3.CH1 SEIZNO3.CGM	Alle meetwaarden van 1985-1992 van Vlissingen en Schaar van Ouden Doel zijn per maand gesorteerd en gemiddeld. Voor stikstof is het seizoenverloop van nitraat en van ammonium weergegeven.
SALI.WK1 SALI.CH1 SALI.CGM	Het gemiddelde van de jaargemiddelde concentraties N-totaal, nitraat + nitriet en ammonium van 1991-1992 is berekend. In een figuur zijn N-totaal, nitraat + nitriet en ammonium tegen de saliniteit uitgezet.
85-92.WK1 85-92.CH1 85-92.CGM	De situatie in 1985 en 1992 is weergegeven door van de plaatsen Schaar van Ouden Doel, Lamswaarde, Hansweert, Terneuzen en Vlissingen de jaargemiddelde concentraties van 1985 en 1992 in een grafiek te plaatsen.
P\	
ATLASP	Atlasbladzijde fosfor en silicium. In Word Perfect zijn de Metafiles ingelezen en voorzien van tekst.
NUTRIENT.WK1 PO4.CH1 PO4.CGM	De gegevens van 10-2-1992 en 3-8-1992 van saliniteit en orthofosfaat zijn in de Lotus file ingevoerd. De gegevens van orthofosfaat zijn als een zomer- en wintertocht uitgezet tegen de saliniteit.
PVERDELI.WK1 PVERDELI.CH1 PVERDELI.CGM	De procentuele verdeling van meetwaarden is in de klassen 0-0.08, 0.08-0.15, 0.15-0.30, 0.30-0.75 en >0.75 weergegeven. Van de plaatsen Vlissingen, Terneuzen, Hansweert, Lamswaarde en Schaar van Ouden Doel is de verdeling in een gestapelde staafdiagram weergegeven.

VERLOOP.WK1
PVERLOOP.CH1
PVERLOOP.CGM

Van de jaargemiddelde concentratie orthofosfaat van Schaar van Ouden Doel is vanaf 1972 een plaatje gemaakt.

NPSEIZ.WK1
SEIZPO4.CH1
SEIZPO4.CGM
SEIZPOP.CH1
SEIZPOP.CGM

Alle meetwaarden van 1985-1992 van Vlissingen en Schaar van Ouden Doel zijn per maand gesorteerd en gemiddeld. Voor fosfor is het seizoenverloop van orthofosfaat en van particulier fosfaat weergegeven. Voor particulier fosfaat zijn voor Vlissingen maandgemiddelden berekend van gemeten concentraties van 1991-1992. Voor Schaar van Ouden Doel zijn maandgemiddelden berekend van berekende concentraties van 1991-1992.

LOOP.WK1
LOOP.CH1
LOOP.CGM

Het verloop van de concentratie orthofosfaat is weergegeven door zomer- en wintergemiddelde concentraties over de periode 1991-1992 uit te zetten tegen de saliniteit.

85-92.WK1
85-92.CH1
85-92.CGM

De situatie in 1985 en 1992 is weergegeven door van de plaatsen Schaar van Ouden Doel, Lamswaarde, Hansweert, Terneuzen en Vlissingen de jaargemiddelde concentraties van 1985 en 1992 in een grafiek te plaatsen.

SI\

NUTRIENT.WK1
SILI.CH1
SILI.CGM

De gegevens van 10-2-1992 en 3-8-1992 van saliniteit en silicium zijn in de Lotus file ingevoerd. De gegevens van silicium zijn als een zomer- en wintertocht uitgezet tegen de saliniteit.

LOOP.WK1
LOOP.CH1
LOOP.CGM

Het verloop van de concentratie silicium is weergegeven door zomer- en wintergemiddelde concentraties over de periode 1991-1992 uit te zetten tegen de saliniteit.

OPVRAGEN EN BEWERKEN VAN MEET- EN ANALYSERESULTATEN

Alle meet- en analyseresultaten van het milieumeetnet Rijkswateren worden in een zogenaamd Worsro-bestand ingevoerd op een computer van het Informatica Centrum voor Infrastructuur en Milieu (ICIM) te Rijswijk. Dit bestand is niet gebruiksvriendelijk, waardoor besloten is om een schaduwbestand in een bepaalde format te maken. Dit schaduwbestand staat op de HP9000 minicomputer van Rijkswaterstaat te Den Haag. De gegevens van het WORSRO-bestand zijn in dit schaduwbestand gezet en worden periodiek aangevuld. Het schaduwbestand is voor iedereen met een login-naam toegankelijk.

In de WORSRO directory staan subdirectories van alle meetstations. In de subdirectories staan files van alle parameters die gemeten worden. Hierin staan gegevens vanaf 1980. Jaren waarin niet gemeten is worden niet vermeld. In het originele WORSRO-bestand zijn de gegevens vanaf 1970 beschikbaar.

De meet- en analyseresultaten in het originele- en schaduw bestand zijn zodanig beveiligd dat alleen de beheerder het bestand kan aanvullen en/of wijzigen. Er kan wel in gelezen worden en gedeelten ervan kunnen gekopieerd worden om er dan zelf mee te werken.

Het samenvoegen van files kan met behulp van meetprogramma's als MONIDEL en MATCOM. Zo kunnen van één meetstation meerdere parameters opgevraagd worden of van één parameter de gegevens van meerdere stations gecombineerd worden. Wanneer een parameter het ene jaar als somparameter en het andere jaar als afzonderlijke verbindingen gemeten is, moeten alle verbindingen opgevraagd worden. In Lotus kan later door berekeningen uit te voeren de gevraagde verbinding bepaald worden.

De files worden op een persoonlijke directory weggeschreven. Dit heeft altijd dezelfde naam. Voor het programma MATCOM is dit DGMMATCOM.TMP. Hieraan moet een andere naam gegeven worden anders wordt deze file weer overschreven. Hierna kan het programma afgesloten worden. Iedere nacht worden de files met de naam DGMMATCOM.TMP verwijderd.

Door in te loggen in het programma filetransport kunnen de gemaakte files op de harde schijf of op een discette gezet worden. Hiervoor moet na het inloggen de persoonlijke directory opgegeven worden. Met het commande "get" kunnen de files opgehaald en weggeschreven worden.

Deze files kunnen door Lotus ingelezen worden. De file wordt eerst als tekst ingelezen, waarna de getallen verwijderd moeten worden. Door de file opnieuw in te lezen, maar nu als nummer zijn de gegevens in kolommen verdeeld. Met deze file zijn bewerkingen uit te voeren.

Hierbij is het van belang om de gegevens op dubbele waarden te controleren. Voor enkele jaren zijn in de zomerperiode de resultaten met een zomer- en een wintertijd ingevoerd. Eén van deze dubbele waarden moet verwijderd worden, omdat anders de zomerperiode oververtegenwoordigd is. Deze dubbele waarden komen voor bij parameters die direct op het meetschip gemeten worden. Op dit schip werd het hele jaar de wintertijd gehanteerd. De zomertijd is er later bij het invoeren van de gegevens aan toegevoegd.

In de loop der jaren is de analysemethode van sommige stoffen veranderd. Bijvoorbeeld nitraat en nitriet. Soms zijn deze als somparameter en nitriet afzonderlijk en soms zijn beide parameters afzonderlijk geanalyseerd. De benodigde gegevens zijn meestal door berekeningen wel te verkrijgen.

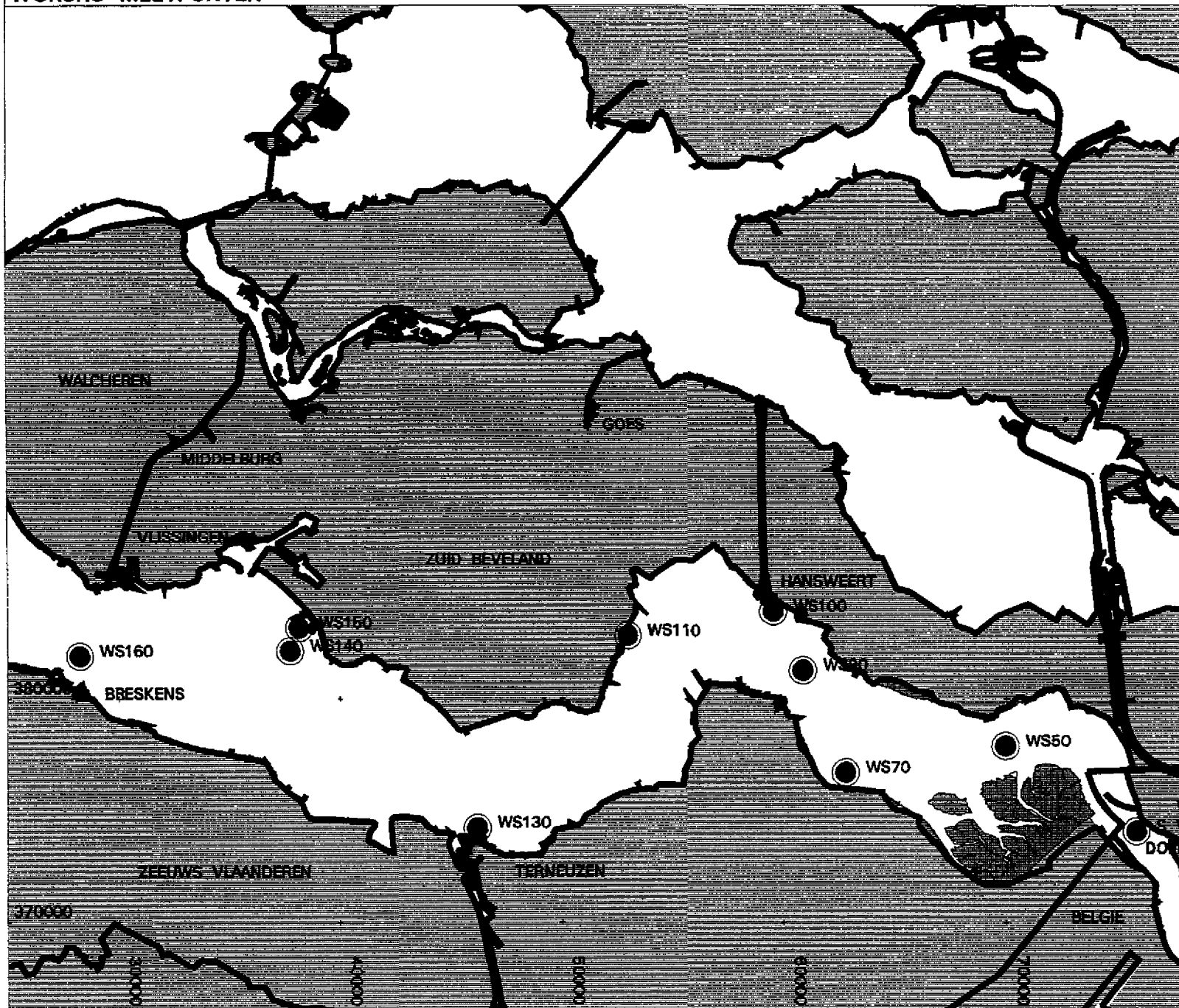
De uiteindelijk berekende gegevens kunnen door het tekenpakket Freelance ingelezen worden, waar ze in een figuur weer te geven zijn. Ook kan er handmatig nog extra informatie aan worden toegevoegd. Door deze figuren als Metafile op te slaan kunnen de figuren in Word Perfect weer ingelezen worden.

De gegevens van het kwaliteitsonderzoek van het Deltagebied zijn ook per jaar in een naslagwerk gebundeld. Deze naslagwerken bevatten alle beschikbare analyseresultaten van de routinebemonsteringen in het Deltagebied van 1987 tot en met 1992. Tot en met 1986 is door het RIZA verslag gedaan van het kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren; de RIZA kwartaalberichten. Om snel gegevens op te zoeken is het handig om deze naslagwerken bij de hand te hebben.

KAART EN LIGGING MONSTERPUNTEN

code	benaming	x-coördinaat	y-coördinaat
WORSRO			
WS160	Vlissingen	28280	381900
WS150	Borssele	38170	383170
WS140	Hoofdplaat	37750	382130
WS130	Terneuzen	46200	374200
WS110	Hoedekenskerke	53000	382800
WS100	Hansweert	59530	383900
WS90	Zuidergat	60850	381270
WS70	Lamswaarde	62770	376700
WS50	Boei 71	69950	377880
S V DOEL	Schaar van Ouden Doel	75825	374070

WORSRO MEETPUNTEN



LEGENDA

● Worsro meetpunten

+ snijpunt coördinaten

Basisgegevens : RIKZ Middelburg

Dieptegegevens 1990 (m NAP)

0 5 10 km



Ministerie van Verkeer
en Waterstaat
Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat
RIKZ