

Aan

Projektgroep SCHOON

Van

F.O.B. Lefevre

Datum

22 juni 1993

Onderwerp

**De belasting door de Schelde
bij Rupelmonde in 1980 t/m 1991.**

Doorkiesnummer

314

Bijlage(n)

27

Document nr.

GWWS-92.825X

1 Inleiding

Het 'Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium' berekent de invloed van de belasting op de concentraties van een geselecteerd aantal stoffen in het Schelde-estuarium en de effecten daarop van wijzigingen in deze belasting. Het model berekent als functie van de belasting de concentraties in het water en in de bodem. De berekeningsresultaten van dit model kunnen tevens dienen als input voor biologische modellen, waarmee de concentraties in een geselecteerd aantal organismen kunnen worden berekend. In lit.1 is een overzicht gegeven van de totale belasting van het gemodelleerde gebied, die berekend is voor de periode 1980-1988. Figuur 1 geeft een overzicht van dit gebied, dat zich uitstrekt van Rupelmonde tot (de denkbeeldige lijn tussen Breskens en) Vlissingen. Deze basisgegevens zijn in een database opgeslagen.

Om de ontwikkelingen in de waterkwaliteit van het estuarium ook met het waterkwaliteitsmodel op de voet te kunnen volgen en voor het vergroten van de proceskennis is het noodzakelijk het bestand met gegevens over de belasting van het estuarium, de database, zo actueel mogelijk te houden. De input voor het model is tenslotte deze zich voortdurend wijzigende belasting van het Schelde-estuarium.

Een steeds groter aantal en steeds meer betrouwbare gegevens komen beschikbaar. Bijvoorbeeld door de bemonsteringen die vanaf 1991 in het kader van het project SCHOON worden uitgevoerd en gerapporteerd en de gegevens van de bemonsteringen die door de VMM vanaf 1990 worden uitgevoerd en gerapporteerd. Aan de hand van deze nieuwe gegevens kunnen eventuele discontinuïteiten in de voor de periode 1980-1988 samengestelde gegevensreeksen worden aangegeven. Ook echter kunnen door het gebruik van gegevens van diverse laboratoria discontinuïteiten ontstaan. Actualisatie van het gegevensbestand is dus van belang. Deze actualisatie met de periode 1989 tot en met 1991 is binnen het project SCHOON uitgevoerd.

De totale belasting van het Schelde-estuarium, die gebruikt zal worden als input voor het waterkwaliteitsmodel, is om praktische redenen onderverdeeld in vijf componenten. Deze zijn de belasting met organische microverontreinigingen, de belasting bij de rivierrand van het model bij Rupelmonde, de zijdelingse belasting in België, de zijdelingse belasting in



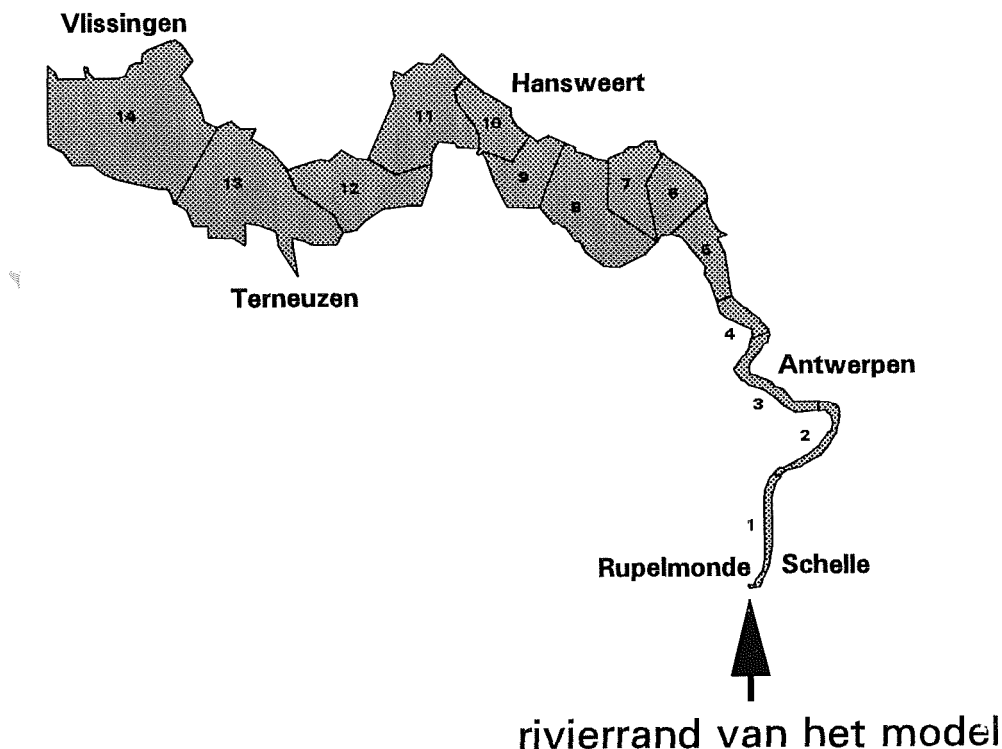
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Nederland en de atmosferische depositie. Deze componenten zullen elk afzonderlijk worden gerapporteerd.

In voorliggende notitie wordt beschreven op welke manier een deel van de totale belasting, namelijk de belasting van het gemodelleerde gebied door de rivier bij de modelrand bij Rupelmonde, is aangevuld met de jaren 1989 tot en met 1991. Ook worden enkele stoffen die van belang zijn voor de actualisatie van het rapport betreffende de belasting van het Schelde-estuarium behandeld.

Figuur 1 : Het gemodelleerde gebied van het Schelde-estuarium.



2 De stoffen en de gegevens

2.1 De geselecteerde stoffen

Het model berekent voor een geselecteerd aantal stoffen de concentraties in het water en in de bodem. De gegevens van de stoffen die gemodelleerd zijn, of die noodzakelijk zijn bij de berekeningen van de concentraties van de gemodelleerde stoffen, moeten of als tijdreeks of als constante aan het model worden aangeboden. Van de meeste stoffen zijn gegevensreeksen nodig. Een model-vereiste is dat deze reeksen een vaste tijdstap hebben van een maand. In 2.2 wordt aangegeven op welke manier en met welke gegevens deze tijdreeksen zijn samengesteld. De stoffen waarvan het model tijdreeksen nodig heeft, de input-stoffen, zijn in tabel 1 weergegeven. Niet van alle geselecteerde stoffen moeten tijdreeksen worden samengesteld. Het model maakt zelf een tijdreeks aan voor organisch stikstof door het verschil te bepalen tussen de gegevens uit de tijdreeksen van Kjeldahlstikstof en ammoniumstikstof. Verder maakt het model tijdreeksen aan voor de opgeloste concentraties van de zware metalen door uit de meetreeksen van de totaalgehalten, aan de hand van opgegeven partitievoëfficiënten, de verdeling tussen het particuliere en het opgeloste gedeelte te berekenen. De berekeningsmethodes hiervoor en de



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

motivering voor het gebruik ervan zijn in lit. 2 beschreven.

Van de inputstoffen Ca^{++} , Na^+ , K^+ , Mg^{++} en SO_4^{--} wordt voor elke stof een constante waarde aan het model opgelegd. Deze waarden zijn in lit. 2 gegeven. Verder wordt het zijdelings toestromende water door het model voorzien van een bepaalde hoeveelheid OH^- en CO_2 , die wordt uitgedrukt in de vorm van een constante. Doel hiervan is de juiste pH en alkaliteit(sconstante) tot stand te brengen. Deze wordt bepaald uit gemeten of geschatte tijdreeksen van HCO_3^- en pH en uit een geconstrueerde functie uit het verband tussen de pH en het verschil tussen CO_2 en OH^- .

Tabel 1: Modelvariabelen waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium.

nummer	parameter	omschrijving	input	output
p000010	TempWa	watertemperatuur	x	x
p000061	Afvoer	afvoer (maandgemiddeld)	x	-
p000300	O2	zuurstof	x	x
p000301	O2%	zuurstofverzadigingspercentage	x	-
p000310	BZV5	biochemisch zuurstofverbruik	x	x
p000400	pH	zuurgraad	x	x
p000600	Tot-N	totaal stikstof	-	x
p000608	NH4-N	ammoniumstikstof	x	x
p000625	Kjdl-N	kjeldahlstikstof	x	x
p000630	NO3NO2-N	nitraat + nitrietstikstof	x	x
p000681	DOC	TOC na filtratie	x	x
p000940	Cl	chloride	x	x
p001140	Opg-Si	opgelost silicaat	x	x
p032230	Chlf-a	chlorofyl-a	x	x
p001025	Opg-Cd	cadmium; opgelost	x	x
p001027	Tot-Cd	cadmium; totaal	-	x
p001030	Opg-Cr	chromium; opgelost	x	x
p001034	Tot-Cr	chromium; totaal	-	x
p001040	Opg-Cu	koper; opgelost	x	x
p001042	Tot-Cu	koper; totaal	-	x
p001090	Opg-Zn	zink; opgelost	x	x
p001092	Tot-Zn	zink; totaal	-	x

Tenslotte zijn de gegevensreeksen van de stoffen orthofosfaat, totaal-fosfaat, zwevend stof en totaal stikstof en van het chemisch zuurstofverbruik aangevuld omdat deze stoffen in het rapport 'Ontwikkelingen in de belasting van en de waterkwaliteit in het Schelde-estuarium in de periode 1980-1991' nader worden beschouwd (lit. 11).



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

2.2. De beschikbare gegevens

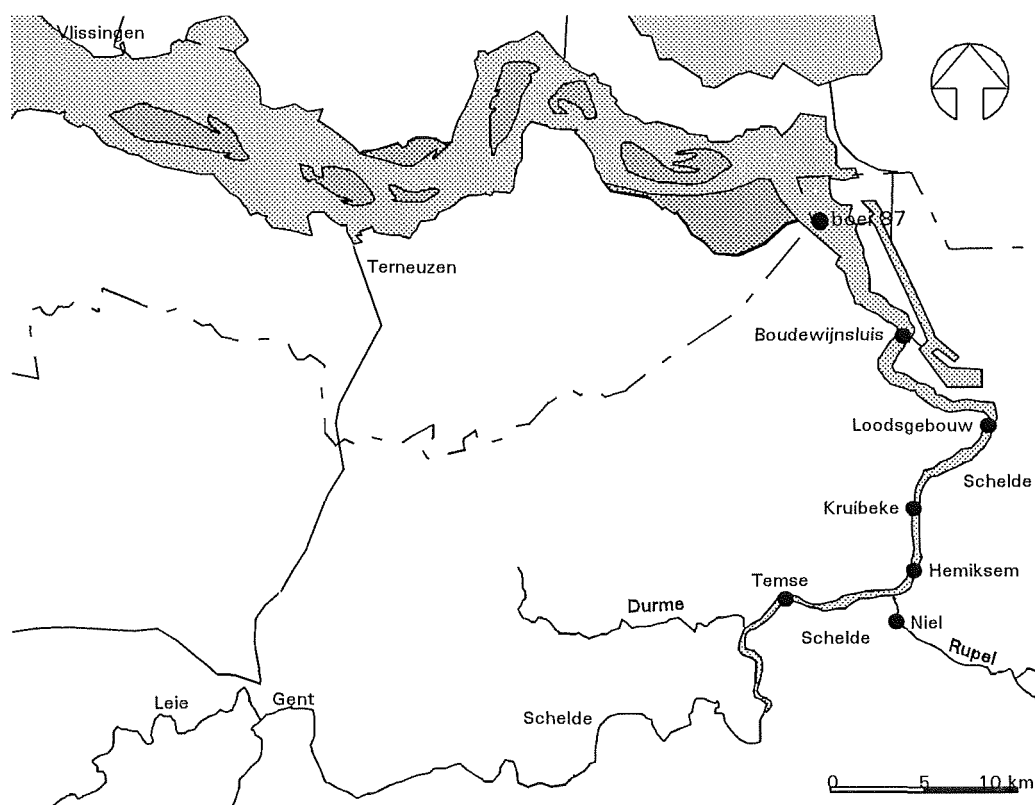
De belasting door de Schelde op de modelrand bij Rupelmonde wordt gevormd door de kwaliteit en de kwantiteit van het daar aangevoerde rivierwater. Dit water is een mengsel van het water dat door de Schelde en door de Rupel wordt aangevoerd.

Van de waterkwantiteit, de afvoer van de Schelde op de modelrand, zijn gegevens beschikbaar uit publikaties van de Antwerpse Zeediensten. Het zijn maandgemiddelde afvoeren van de Schelde bij Schelle, vlakbij Rupelmonde (figuur 1).

Van de kwaliteit van het aangevoerde water zijn, haast zonder uitzondering, onvoldoende gegevens beschikbaar om daar tijdreeksen uit te kunnen samenstellen.

In de directe omgeving van de modelrand bij Rupelmonde zijn slechts de analyseresultaten beschikbaar van de bemonsteringen aan het wateroppervlak bij Kruibeke, die door het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie te Brussel (IHE) worden uitgevoerd en gepubliceerd en vanaf 1990 de resultaten van de bemonsteringen bij Hemiksem die door de Vlaamse Milieumaatschappij te Aalst (VMM), voortgekomen uit de VMZ worden gepubliceerd. De frequentie van bemonsteren door het IHE is erg laag, slechts vier tot vijf keer per jaar. In de meeste gevallen is het bemonsteringstijdstip niet opgegeven, zodat niet bekend is in welke fase van het getij is bemonsterd. De VMM bemonstert acht keer per jaar. Voor de situatie van de bemonsteringslokaties zie figuur 2.

Figuur 2 : Overzicht van de bemonsteringslokaties in de omgeving van de rivierrand bij Rupelmonde.



Stroomopwaarts zijn er de IHE-bemonsteringslokaties bij Temse en op de Rupel bij Niel, met ook hier een zeer lage bemonsteringsfrequentie. Stroomafwaarts van Rupelmonde bevinden zich op de Schelde nog de bemonsteringspunten bij het Loodsgebouw en de Boudewijnsdijk in Antwerpen, die door de VMM worden bemonsterd. Gezien de ook daar geringe bemonsteringsfrequentie (acht keer per jaar) en de afstand t.o.v. Rupelmonde



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

kunnen deze gegevens niet gebruikt worden voor het bepalen van de belasting op de modelrand. Deze informatie is echter wel gebruikt ter beoordeling van de gegevens die uiteindelijk voor de belasting op de rivierand worden gebruikt.

Nederlandse gegevens zijn alleen beschikbaar vanaf 1991; het jaar waarin de SCHOON-bemonsteringen zijn gestart. Deze bemonsteringen vinden niet zoals bij de Belgische instituten aan het wateroppervlak plaats, maar op 60% van de waterdiepte. De bemonsteringen worden rond de laagwaterkentering uitgevoerd. De aan te vullen periode 1989 tot en met 1991 valt helaas voor het grootste deel juist in de periode tussen het beëindigen van de SAWES-bemonsteringen, die zijn uitgevoerd tot eind 1988, en de SCHOON-bemonsteringen, die begin 1991 werden opgestart. Lit. 8 geeft een overzicht van de analyseresultaten van de SCHOON-bemonsteringen.

Tevens zijn de analyseresultaten van de SCHOON-bemonsteringen gebruikt als leidraad bij de beoordeling van de kwaliteit (vooral in verband met systematische fouten) van de schaars beschikbare Belgische analyseresultaten en om een goede aansluiting te verkrijgen van de 'oudere' gegevens met de SCHOON-gegevens. Juist deze laatste zullen, samen met de VMM-gegevens, in de toekomst worden gebruikt bij het verder aanvullen van het gegevensbestand van de belasting op de modelrand.

Gezien het beperkte aantal gegevens dat beschikbaar is zijn aanvullingen gezocht om goede tijdreeksen te kunnen maken. Dit kan in principe met gegevens van andere bemonsteringslokalities op de Schelde in de nabije omgeving van de modelrand of moeten worden 'bijgemaakt' via statistische relaties, die zijn gebaseerd op een vrij groot aantal gegevens. Dit is, gezien de lage bemonsteringsfrequentie in de periode 1989-1991, vooral van belang voor stoffen waarvan de concentraties gevoelig zijn voor seizoensvariaties. Voor de validatie van de immissiegegevens, die zijn gebruikt voor het bepalen van de belasting op de modelrand, is de in lit. 4 gebruikte methode gehandhaafd.

Als alle gegevens zijn verzameld en gecontroleerd wordt voor elk waterkwaliteitskenmerk, waarvoor een gegevensreeks vereist wordt, een tijdreeks gemaakt met een tijdstap van een maand. Omdat in veel gevallen slechts een reeks met een erg lage dichtheid beschikbaar is worden deze gegevens aangevuld met interpolatie- en extrapolatiewaarden, die via de programma's INPOL en EXPOL (lit. 6) worden gegenereerd, zodat van elke gegevensreeks een reeks met de gewenste tijdstap wordt gecreëerd. Er is, zeker ook door het ontbreken van de tijdstippen waarop de bemonsteringen bij Kruibeke hebben plaatsgevonden, geen poging gedaan de gegevens van deze lokatie, die enkele kilometers stroomafwaarts ligt van Rupelmonde, naar de modelrand te 'verzeilen'. Gezien de vaak vrij flauwe hellingen van de gradiënten in de concentratieprofielen van de stoffen in de omgeving van Rupelmonde is dit te rechtvaardigen; er zal slechts een marginale fout worden gemaakt.

Alle gegevensreeksen zijn op de directory [/users/monidel/lefevre/S00090](#) op de HP9000 te vinden.

3 De tijdreeksen van de waterkwaliteitskenmerken

- De afvoer van de Schelde bij Rupelmonde (bijlage 1)

Gegevens voor de gewenste tijdreeks zijn direkt overgenomen uit publikaties van de Antwerpse Zeediensten (lit. 3), waarin maandgemiddelde afvoeren zijn opgenomen. De jaargemiddelde afvoer van de Schelde bij Schelle, vlakbij Rupelmonde, bedroeg in 1989 101 m³/s, in 1990 was dit 80 m³/s en in 1991 90 m³/s. De afvoer in de periode 1949-1991 was gemiddeld 106 m³/s, in de periode 1980-1991 was dit 118 m³/s.

De jaargemiddelde afvoer in 1989 komt dicht in de buurt van het langjarig gemiddelde. De afvoer was in 1990 het hele jaar door erg laag en ook in 1991 was de afvoer, vooral in het tweede en derde kwartaal, vrij laag. De in de zomer traditioneel lage afvoeren ontbreken in de zomers van 1987 en 1989 om daarna weer in het afvoerpatroon terug te keren. Hoge afvoerpieken ontbreken in de laatste jaren grotendeels.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

- Watertemperatuur (bijlage 2)

Van de watertemperatuur zijn van lokatie Kruibeke negen waarnemingen beschikbaar, drie in 1989, één in 1990 en vijf in 1991 en van lokatie Hemiksem zowel van 1990 als 1991 acht gegevens. Verder zijn er in de nabije omgeving van de modelrand, zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts, geen Belgische gegevens beschikbaar. Voor 1991 zijn ook negen SCHOON-gegevens bij Rupelmonde beschikbaar. Door dit lage aanbod is de watertemperatuur berekend met de relatie die ook voor de periode 1980-1988 is gebruikt (zie lit. 5): $T_w(i)_{\text{rand}} = 1,67234 + 1,0798T_{LV}(i) + 0,00827T_{LV}(i-1)$. Hierin staat i voor de betreffende maand (1 t/m 12), is T_w de temperatuur van het rivierwater bij Rupelmonde en T_{LV} de temperatuur van de lucht in °C gemeten door het KNMI in Vlissingen. De nauwkeurigheid van dit 'modelletje' is vrij hoog. De correlatiecoëfficiënt is $R^2 = 0,97$ (zie lit. 5). De berekende kromme is, waar nodig, iets aangepast zodat de gemeten waarden bij Kruibeke en Rupelmonde konden worden opgenomen in de geconstrueerde kromme. Vergelijking met de VMM-gegevens van lokatie Hemiksem rechtvaardigt dit. Het verband tussen de SCHOON-gegevens en de gegevens van het KNMI te Vlissingen van 1991 geeft een minder goede relatie ($R^2 = 0,94$) dan bovenstaand verband en is daarom niet gebruikt. In de berekende reeks watertemperatuurgegevens vallen de vrij hoge minima op in de winters van de laatste jaren.

- Zuurstofgehalte (bijlage 3)

Van de zuurstofconcentratie zijn van lokatie Kruibeke een beperkt aantal gegevens beschikbaar. De waarnemingen van maart 1990 (4,4 mg/l) en van 25 november 1991 (6,6 mg/l) zijn als uitbijter aangemerkt en voor het bepalen van de belasting uit de reeks verwijderd. Gezien de zeer beperkte dataset zal het effect van het verwijderen van deze extremen op de berekeningsresultaten met het model worden nagegaan. De SCHOON-bemonsteringen hebben in 1991 negen waarnemingen opgeleverd, die allen een zuurstofloosheid te zien geven. Inter- en extrapolatiewaarden vullen de IHE-gegevens van 1989 tot en met 1991 én de SCHOON-gegevens van 1991 aan tot een tijdreeks met maandgemiddelde waarden. De VMM-gegevens van Hemiksem zijn niet gebruikt omdat deze een hogere zuurstofconcentraties laten zien dan de IHE-gegevens en zeker hoger zijn dan de SCHOON-gegevens. Het niet bemonsteren tijdens de laagwaterkentering kan hier debet zijn aan deze hogere zuurstofconcentraties. Opvallend is de zich doorzettende daling van de zuurstofconcentratie in de jaren 1989 tot en met 1991. Deze tekent zich eigenlijk al af in de loop van 1987.

- Zuurstofverzadigingspercentage (bijlage 4)

Van het zuurstofverzadigingspercentage zijn van lokatie Hemiksem zowel in 1990 als in 1991 acht gegevens beschikbaar. De SCHOON-bemonsteringen leveren voor 1991 negen waarnemingen op; deze zijn allen 0%. De tijdreeks is berekend uit de tijdreeksen van de watertemperatuur (bijlage 2) en het chloridegehalte (bijlage 11) met de uit lit. 2 overgenomen formule: $O_2\% = (0,68 - 0,0006T_w)(755,4 - 0,032T_w^2)(1 - 0,009Cl)/(T_w + 35)$. Hierin is T_w de watertemperatuur in °C en Cl het chloridegehalte in g/l. Uit de variaties die wel in de reeksen van het zuurstof- en het chloridegehalte zijn te vinden maar niet in de op bovenstaande wijze geconstrueerde tijdreeks van het verzadigingspercentage tot uiting komt blijkt dat de uitkomsten van de gebruikte formule gemiddeld genomen een met de VMM-gegevens overeenkomend beeld te zien geven, zij het met een zeer gedempt patroon.

- Zuurgraad (bijlage 5)

Ten behoeve van de reeks van de zuurgraad zijn de gegevens van IHE-lokatie Kruibeke en de SCHOON-gegevens bij Rupelmonde gebruikt. De geringe gegevensdichtheid, in elk jaar vijf IHE-gegevens en in 1991 negen SCHOON-gegevens, levert voor het bepalen van de tijdreeks van dit waterkwaliteitskenmerk weinig problemen op. Wel liggen de waarden voor 1989 tot en met 1991 gemiddeld zo'n 0,4 SE hoger dan in de periode daarvoor.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Vergelijking met de VMM-gegevens van Hemiksem in 1990 en 1991 rechtvaardigen het gebruik van genoemde gegevens. De hoogste en de laagste waarde in 1989 lijken beide juist gezien de concentraties chlorofyl-a die op die data zijn gemeten (zie ook bijlage 16). Inter- en extrapolatiewaarden vullen de beschikbare gegevensreeks aan tot een tijdreeks met maandgemiddelde waarden.

- Biochemisch zuurstofverbruik (bijlage 6)

Na onderling vergelijking van de gegevens van het PIH, het IHE en van de SCHOON-bemonsteringen blijkt dat de gegevens van het IHE significant lager liggen dan de andere gegevens. In de periode 1980-1986 liggen de PIH-gegevens gemiddeld genomen 2,1 mg/l hoger dan de IHE-gegevens; het betreft hier een selectie van slechts die metingen die op dezelfde datums hebben plaats gevonden. De SCHOON-gegevens liggen gemiddeld genomen 4,75 mg/l hoger dan de IHE-gegevens; het betreft hier echter gegevens die niet op de IHE-bemonsteringsdatums zijn verkregen. Om een goede aansluiting met de overige gegevens te verkrijgen zijn de gegevens van het IHE in de periode van medio 1986 tot en met eind 1988 structureel (en arbitrair) verhoogd met 3,5 mg/l. De VMM levert geen gegevens over BZV5, zodat hier geen vergelijk mogelijk was. Het effect op de berekeningsresultaten van deze verhoging zal met het model worden onderzocht. Vanaf januari 1991 zijn de SCHOON-gegevens gebruikt. Inter- en extrapolatiewaarden vullen de beschikbare gegevensreeks aan tot een tijdreeks met maandgemiddelde waarden.

- Kjeldahlstikstof (bijlage 7)

Na vergelijking van de PIH-, IHE- en SCHOON-gegevens blijkt dat de gegevens van het IHE iets lager uitvallen dan de SCHOON-gegevens en vergelijkbaar zijn met die van het PIH. Gezien de kleine verschillen en de oplopende tendens in de IHE-gegevens, richting 'SCHOON-niveau' is de bestaande reeks 1980-1988 ongemoeid gelaten. De Kjeldahlstikstof belasting is voor de periode 1989-1990 berekend op basis van de IHE-gegevens van lokatie Kruibeke. Er is een grotere spreiding in de gegevens van 1989 en 1990 waar te nemen dan in de periode 1980-1988. Dit beeld zet zich tijdens de SCHOON-bemonsteringen in 1991 verder door. De belasting in 1991 is berekend op basis van deze SCHOON-gegevens. De extreme waarde op 3 juli 1991 van 20 mg/l, die echter door de toegepaste interpolatietechniek t.b.v. de tijdreeks die het model ingaat verlaagd is tot 15 mg/l, is niet als uitbijter aangemerkt omdat deze waarde het gemiddelde is van vijf waarnemingen op die dag. Met het model zal nagegaan worden of deze waarde ook voor een langere periode representatief gesteld kan worden. Inter- en extrapolatiewaarden vullen, op basis van genoemde gegevens, de tijdreeks aan tot maandgemiddelde waarden. Vanaf 1987 stijgen de concentraties Kjeldahlstikstof. VMM-gegevens ontbreken zodat geen vergelijking mogelijk was.

- Ammoniumstikstof (bijlage 8)

De belasting met ammoniumstikstof is voor 1989 en 1990 op basis van gegevens van lokatie Kruibeke van het IHE berekend en voor 1991 op basis van gegevens van de SCHOON-lokatie Rupelmonde. Er is in de jaren 1989 en 1990 in de IHE gegevens een veel grotere spreiding te vinden dan in de periode 1980-1988. Ook voor 1991 is in de SCHOON-gegevens een grote spreiding gevonden. Het gevonden patroon komt voor de jaren 1990 en 1991 overeen met de VMM-gegevens van lokatie Hemiksem. Inter- en extrapolatiewaarden vullen de beschikbare gegevens aan tot een tijdreeks met maandgemiddelde waarden.

- Nitraat- plus Nitrietstikstof (bijlage 9)

De nitraat- plus nitrietbelasting in 1989 en 1990 is op basis van de beschikbare gegevens van lokatie Kruibeke berekend. Vergelijking met gegevens van de VMM en van de SCHOON-bemonsteringen rechtvaardigt dit. Ook hier valt de grote spreiding in de gegevens op. Deze zet zich bij de SCHOON-gegevens, die voor 1991 zijn gebruikt, verder



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

door. In de periode 1986-1988 ontbreken de jaarlijks terugkerende zeer lage concentraties om vanaf 1989 weer in het patroon terug te keren. Dit patroon is ook, zij het enigszins gedempt, tot bij de Belgisch-Nederlandse grens terug te vinden. De hoge concentratie eind 1991 valt samen met een lage waarde voor Kjeldahlstikstof. Het totaalstikstof gehalte vertoont op die datum geen afwijkende waarde, zodat de hoge concentratie dan ook als juiste waarde is aangemerkt. De nitraat- plus nitrietbelasting in 1991 is op basis van SCHOON-gegevens bepaald. Deze hebben een met de VMM-gegevens vergelijkbaar niveau. Vanaf 1987 zijn de concentraties nitraat- plus nitrietstikstof dalend. Inter- en extrapolatiewaarden vullen genoemde gegevens aan tot een tijdreeks met maandgemiddelde waarden.

- DOC (bijlage 10)

De reeks met een constante concentratie die voor de periode 1980-1988 door het ontbreken van meetwaarden is gehanteerd, is voor de periode 1989-1991 aangevuld met meetgegevens van de IHE-lokatie Kruibeke. De analyseresultaten die in 1991 en ook in 1992 binnen SCHOON zijn verzameld rechtvaardigen dit. Voor 1991 zijn alleen IHE-gegevens gebruikt; SCHOON leverde slechts twee meetwaarden. De laatste jaren komen de DOC-concentraties steeds iets hoger te liggen. Inter- en extrapolatiewaarden vullen, op basis van de beschikbare gegevens, de tijdreeks aan tot maandgemiddelde waarden.

- Chloride (bijlage 11)

Van de chlorideconcentratie zijn van lokatie Kruibeke van 1989 en 1990 elk vier gegevens beschikbaar en van 1991 vijf gegevens. SCHOON bemonsteringen leverden in 1991 in totaal negen gegevens op. Zeker voor chloride is dit, gezien de invloed van de seizoenen op de gehalten, onvoldoende. Echter, een poging relaties te maken met de bij Niel of Temse of bij de Belgisch-Nederlandse grens bij boei 87 (zowel IHE als RIZA gegevens) en boei 74 gemeten chlorideconcentraties leverde niets op door de onderlinge verschillen o.a. als gevolg van het niet simultaan bemonsteren. Ook relaties, zowel multipale lineaire als niet-lineaire regressie, met de afvoer leveren te lage correlatiecoëfficiënten op om gegevens 'bij te maken'.

Van de beschikbare gegevens vallen de hoge concentraties overigens samen met lage afvoeren. De waarneming van 20 september 1991 (4199 mg/l) bij Kruibeke is als uitbijter aangemerkt en voor het bepalen van de belasting uit de reeks verwijderd. Genoemde gegevens zijn aangevuld met inter- en extrapolatiewaarden tot een equidistante tijdreeks met een tijdstap van een maand. De jaren 1987 en 1988 geven zeer lage chlorideconcentraties te zien met een zeer kleine spreiding; vooral de te verwachten hogere concentraties tijdens de zomer a.g.v. een lage rivierafvoer ontbreken. Het afvoerpatroon op bijlage 1 verklaart echter één en ander. De jaren 1989 tot en met 1991 geven weer een meer 'natuurlijk' beeld te zien. De VMM-gegevens van lokatie Hemiksem geven een vergelijkbaar beeld.

- Chlorofyl-a (bijlage 12)

De gegevens van de IHE-lokatie Kruibeke laten enkele erg hoge en op 5-9-1989 zelfs een extreem hoge concentratie (238,6 $\mu\text{g/l}$) zien. Ook op andere lokaties, zowel op de Schelde als op diverse zijrivieren, enkele op dezelfde meetdag, enkele op een andere meetdag maar wel in dezelfde periode, geven ook (soms extreem) hoge concentraties te zien. Meetcampagnes die door het DIHO in 1989 zijn uitgevoerd geven, o.a. ook in dezelfde periode waarop het IHE de extreme concentraties vond, ook zeer hoge meetwaarden te zien. Bij het DIHO-onderzoek was geen sprake van een uitbijter omdat in een onafgebroken periode van zes weken tijdens wekelijkse bemonsteringen elke week zeer hoge concentraties werden gemeten. De extreme waarde van 5-9-'89 is dan ook niet als uitbijter aangemerkt. De gegevensreeks van Kruibeke is in ongewijzigde vorm gebruikt, ook al omdat VMM- en SCHOON-gegevens ontbreken. Inter- en extrapolatiewaarden vullen, op basis van deze gegevens, de tijdreeks aan tot maandgemiddelde waarden. In 1987 en



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

1988 is er een zeer gedempt patroon met lage concentraties te zien. Vanaf 1989 stijgen de concentraties, waarbij vooral de veel grotere spreiding opvalt. Met het model zal worden nagegaan wat de invloed op de modelresultaten is van de zeer hoge chlorofyl-concentraties in de beschikbare meetreeks. Hieruit kan geconcludeerd worden of de extreme meetwaarden representatief gesteld kunnen worden voor een langere periode.

- Silicaat (bijlage 13)

Het kunstmatige patroon dat voor de periode 1980-1988 is ontworpen kan, gezien de concentraties die in 1991 tijdens de SCHOON-bemonsteringen zijn gevonden, doorgetrokken worden voor de jaren 1989 en 1990. Voor 1991 zijn de negen SCHOON-gegevens gebruikt. Inter- en extrapolatie vullen dit jaar aan tot een reeks met een tijdstap van een maand.

Zware metalen.

De gegevensreeksen voor zware metalen zijn samengesteld uit gegevens van het IHE, het PIH en DGW (project SCHOON). Doordat gegevens op verschillende manier zijn verzameld, zowel wat betreft lokatie, tijdstip in het getij, analysemethode en bemonsteringstechniek, zijn er discontinuïteiten in de samengestelde gegevensreeksen geïntroduceerd die er in werkelijkheid niet zijn geweest.

- Totaal cadmium (bijlage 14)

De tijdreeks is opgebouwd uit gegevens van het IHE (1980-1990) en SCHOON (1991). De IHE-gegevens betreffen het bij benadering opgeloste gehalte en de SCHOON-gegevens geven de totaalconcentratie aan. In de jaren '80, '85, '86 en '91 zijn hoge concentraties in de tijdreeks opgenomen.

- Totaal chroom (bijlage 15)

De tijdreeks is opgebouwd uit gegevens van het IHE (1980-1990) en SCHOON (1991). De IHE-gegevens betreffen het bij benadering opgeloste gehalte en de SCHOON-gegevens geven het totaalgehalte aan. Vooral in 1991 zijn daardoor hogere chroomconcentraties in de tijdreeks opgenomen.

- Totaal koper (bijlage 16)

De tijdreeks is opgebouwd uit gegevens van het PIH van 1980 tot medio 1986 (bij benadering de totaalconcentratie). Voor de periode medio 1986 tot 1989 is de gemiddelde concentratie van de periode 1980-1986 gebruikt. Voor 1989 en 1990 zijn IHE-gegevens (bij benadering het opgeloste deel) gebruikt en voor 1991 SCHOON-gegevens, wat totaalconcentraties zijn. Door deze combinatie zijn er in de periode 1989-1990 (te?) lage concentraties te zien.

- Totaal zink (bijlage 17)

De tijdreeks is opgebouwd uit gegevens van het PIH van 1980 tot medio 1986 (bij benadering de totaalconcentratie). Voor de periode medio 1986 tot 1989 is de gemiddelde concentratie van de periode 1980-1986 gebruikt. Voor 1989 en 1990 zijn IHE-gegevens (bij benadering het opgeloste deel) gebruikt en voor 1991 de SCHOON-gegevens, welke totaalconcentraties zijn. Daardoor zijn de concentraties in 1991 fors hoger dan in de voorafgaande periode. De periode 1989-1990 is vergelijkbaar met de rest van de reeks. Van de SCHOON-gegevens is een waarde (1000 $\mu\text{g/l}$) als uitbijter aangemerkt en uit de gegevensreeks t.b.v. het bepalen van de belasting op de modelrand verwijderd.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Zoals hiervoor al is aangegeven zijn de ruwe gegevens van de diverse labs (IHE te Brussel, PIH te Antwerpen en t.b.v. de SCHOON-bemonsteringen AL-control) voor de betreffende zware metalen voor de periode 1980-1988 in tijdreeksen gezet. Het blijkt dat daardoor discontinuïteiten en niet reële patronen in de reeksen zijn ontstaan. Als er vanuit gegaan wordt dat de gegevens juist en dus bruikbaar (zouden) zijn zou dit betekenen dat de waterkwaliteitstoestand in de afgelopen tijd v.w.b. zware metalen is verslechterd. Dit is echter in tegenspraak met de bevindingen in diverse onderzoeken, die aangeven dat voor wat betreft de zware metalen de kwaliteit van het water en vooral van het slib in het afgelopen decennium iets is verbeterd (lit. 9).

Een eerste simpele verklaring voor de in de samengestelde tijdreeksen gevonden tendensen is het verschil dat ontstaan is door de gehanteerde definiëring die met de door de diverse laboratoria gepresenteerde concentraties wordt meegegeven. Het IHE presenteert tot en met 1990 concentraties die zijn gevonden na bezinking, er vindt dus analyse plaats in de gedekanteerde vloeistof, m.a.w. de concentraties benaderen de opgeloste fractie. Van 1991 zijn van dit instituut totaalgehalten beschikbaar. Het PIH presenteert tot en met medio 1986 concentraties die zijn geanalyseerd in het centrifugaat. Dit komt erop neer dat deze concentraties het totaalgehalte benaderen. Tenslotte levert Al-control t.b.v. het SCHOON-onderzoek totaalgehalten.

Een tweede verklaring moet gezocht worden in de bemonsteringsmethode en de analyse-techniek (ontsluitingsmethode). Voor SCHOON wordt rond laagwater bemonsterd op 60% van de diepte. Dit kan inhouden dat de gevonden concentraties zwevend stof aan de lage kant zijn om representatief te kunnen zijn voor het bepalen van de belasting. Vergelijking van deze concentraties met de gegevens van het IHE leert dat dit instituut bij Kruibeke veel lagere (en dus voor de modelrand nog nauwelijks nog reële) zwevend stof concentraties meet dan op basis van de SCHOON-gegevens zou mogen worden verwacht. Het kan echter ook betekenen dat de aanname, de gegevens van Kruibeke ongecorrigeerd voor de modelrand bij Rupelmonde te gebruiken, zeker voor wat betreft de zware metalen, niet ongestraft kan worden toegepast. Verschillen ontstaan door het niet gelijk lopen van de waterhuishouding (hier de waterafvoer) en het slibtransport (zwevend stof concentraties). Niet duidelijk is echter hoe de afhankelijkheden liggen.

Een mogelijkheid de reeksen op een nette manier aan elkaar te knopen zou kunnen zijn rekening te houden met de concentraties van het zwevend stof, dat op de diverse bemonsterings-lokaties wordt gemeten. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de ruwe en de naar onderling vergelijkbaar zwevend stof niveau omgerekende concentraties (in dit geval het 'SCHOON-niveau'), waardoor een beter beeld verkregen wordt van de waarde van de in het verleden gebruikte gegevens.

Tabel 2 : Overzicht van de ruwe data van het IHE en SCHOON en aan de hand van het zwevend stof gehalte omgerekende IHE-gegevens naar SCHOON-niveau.

	ruwe data	ruwe data	omgerekend	omgerekend	omgerekend
	SCHOON	IHE	IHE	IHE	IHE
	1991	1991	1991	81-85	90
Cd	2,3	1,4	4,7	4,6	3,2
Cu	41,3	29,3	98,9	96,7	--
Cr	27,3	23,8	80,6	78,8	44,2
Zn	340,0	94,6	320,3	313,0	--



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Deze omrekening levert onvoldoende op. Wat bij het ene zware metaal wordt gewonnen moet bij het andere weer worden prijsgegeven. De tijdreeksen van de zware metalen voor de periode 1980-1988 worden in ieder geval voorlopig ongemoeid gelaten.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er voor de vier beschreven zware metalen verschillen bestaan tussen de Belgische gegevens en de resultaten van de SCHOON-bemonsteringen, ook na het vergelijkbaar maken van de gegevens door naar de concentraties zwevend stof te kijken. Uit de hierboven vermelde verschillen kan geconcludeerd worden dat bij een hercalibratie van het model de reeksen voor de periode 1980-1990 aangepast zouden moeten worden aan het SCHOON-niveau, zodat geval de discontinuïteiten in de reeksen verdwijnen.

4 Organische microverontreinigingen

De tijdreeksen van de organische microverontreinigingen PCB52, PCB153, c-HCH, BaP en Fla zijn samengesteld zoals in lit. 10 is beschreven. De reeks is met 1990 aangevuld op dezelfde wijze als voor de periode 1987 tot en met 1989 is gedaan, namelijk met de gemiddelde maandgemiddelden van de periode 1983-1986. De aanvulling met 1991 berust op meetwaarden verzameld in het kader van het project SCHOON. De bijlagen 23 tot en met 27 geven de samengestelde reeksen weer. Ook van 1991 zijn IHE-gegevens beschikbaar. De IHE- en SCHOON-gegevens van BaP, Fla en c-HCH zijn onderling goed vergelijkbaar. Voor de PCB's ligt dit anders; voor PCB52 meet het IHE slechts detectielimieten en voor PCB153 zijn de gegevens van SCHOON een factor vijf hoger dan de resultaten van het IHE.

5 Gegevens t.b.v. up-date belastingennota

Ten behoeve van de aktualisatie van het rapport over de ontwikkelingen in de belasting en de waterkwaliteit van het Schelde-estuarium (lit.11) zijn van een vijftal stoffen gegevens verzameld die niet voor het waterkwaliteitsmodel van belang zijn, (nog) niet zijn gemodelleerd, maar waarvan wel de belasting van het Schelde-estuarium is bepaald. Het gaat om de stoffen orthofosfaat, totaal fosfor, totaal stikstof, zwevend stof en het chemisch zuurstofverbruik.

- Orthofosfaat (bijlage 18)

De reeks bestaat voor de periode 1980-1990 uit gegevens van het IHE. De SCHOON-bemonsteringen van 1991 completeren de periode. De tijdreeks laat een over de gehele periode een enigszins dalende tendens zien. De gegevens van de VMM, beschikbaar vanaf 1990, zijn structureel hoger (globaal factor 2) dan die van het IHE en SCHOON en zijn daarom niet gebruikt.

- Totaal fosfor (bijlage 19)

De reeks is samengesteld op basis van de reeks orthofosfaat gegevens, rekening houdend met de verhouding orthofosfaat/totaal-fosfor. Voor de periode 1986-1990 zijn IHE-gegevens gebruikt. Voor 1991 zijn SCHOON-gegevens gebruikt. Vooral de grote toename van de concentraties in 1991 valt op, zeker gezien de juist grote afname van de concentratie in de VMM gegevens. De VMM-gegevens zijn niet gebruikt.

- Totaal stikstof (bijlage 20)

Deze reeks is samengesteld uit IHE-gegevens van Kjdl-N en NO₃NO₂-N van de periode 1980-1990. Voor de aanvulling met 1991 zijn SCHOON-gegevens gebruikt. Vanaf 1987 is een lichte maar constante steiging in de concentraties waar te nemen.

- Chemisch zuurstofverbruik (bijlage 21)

De reeks is opgebouwd uit IHE-gegevens van de lokaties Hemiksem en Kruibeke. De



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

VMM-gegevens van 1990 en 1991 rechtvaardigen deze keuze ook voor de laatste twee jaar. Vanaf 1987 is een grotere stijging in de concentraties waar te nemen, dan in de periode daarvoor het geval was.

- Zwevend stof (bijlage 22)

Tot en met 1990 is een constant meetwaarde opgelegd. Vanaf medio 1990 zijn SCHOON gegevens gebruikt, die een forse verhoging van de concentraties zwevend stofgehalte te zien geven vergeleken met de periode 1980-1990.

Tenslotte nog een algemene opmerking geldend voor alle waterkwaliteitskenmerken. In die gevallen waarin relatief veel meetwaarden als uitbijter en/of als meetfout worden aangemerkt, en dat is bij een zeer beperkt aantal gegevens al vlug het geval, zal met behulp van het model worden nagegaan hoe groot de invloed op de eindresultaten van het model is van het verwijderen van één of meerdere meetwaarden. Ditzelfde zal plaats vinden als er voor een periode gegevens van een laboratorium zijn gebruikt die, nu de analyseresultaten bekend zijn geworden van de bemonsteringen binnen het project SCHOON, achteraf minder geschikt blijken te zijn, zoals bij BZV5 het geval is.

6 Referenties

Lit. 1. A.M.B.M. Holland e.a. De belasting van het Schelde-estuarium (1980-1988). Nota GWWS-91.082, SAWES nota 91.07.

Lit. 2. Waterloopkundig Laboratorium, Waterkwaliteitsmodel Westerschelde. SAWES nota 91.01.

Lit. 3. De afvoer van de Schelde in resp. 1989, 1990 en 1991. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Antwerpse Zeedienst.

Lit. 4. F.O.B. Lefèvre. Controleprogramma immissiebestand Schelde voor de periode 1980-1988. Notitie GHWS-88.638.

Lit. 5. F.O.B. Lefèvre. Samenstellen riviertrand bij Hemiksem t.b.v. het SAWES model. Notitie GWWS-88.637 (herziene versie).

Lit. 6. J. van Dienst. Beschrijving extra- en interpolatieprogramma EXPOL en INPOL. Notitie GWIO-89.504.

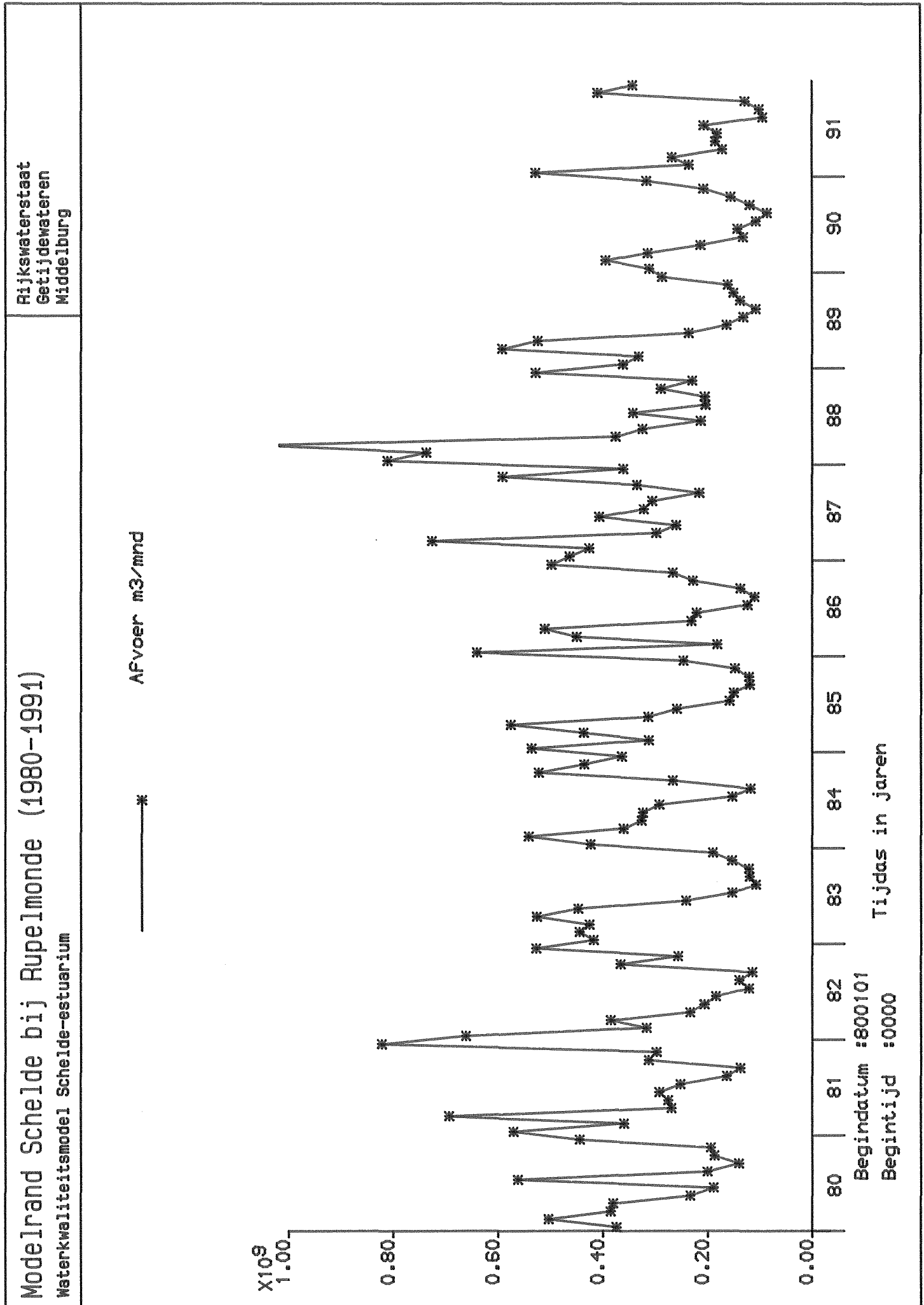
Lit. 7. Inventarisatie waterkwaliteitstoestand van het stroomgebied van de Schelde. VMM Bestuur Meetnetten en Planning - Dienst België, Aalst september 1991.

Lit. 8. G. Wattel. Resultaten uitgebreide bemonsteringen voor project SCHOON op de Zeeschelde ter plaatse van de Rupelmonding (diverse data). Notitie GWWS-91.13083.

Lit. 9. G. Th. M van Eck e.a. Emissies, gehalten, gedrag en effecten van (micro)verontreinigingen in het stroomgebied van de Schelde en Schelde-estuarium. Water nr 60 sept/okt.

Lit.10. R. van Zoest. OMIVE-invoerfiles voor DELWAQ-IMPACT, deel 1.

Lit.11. F.O.B. Lefèvre. Ontwikkelingen in de belasting en de waterkwaliteit van het Schelde-estuarium in de periode 1980-1991. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren. Rapport 92.042.

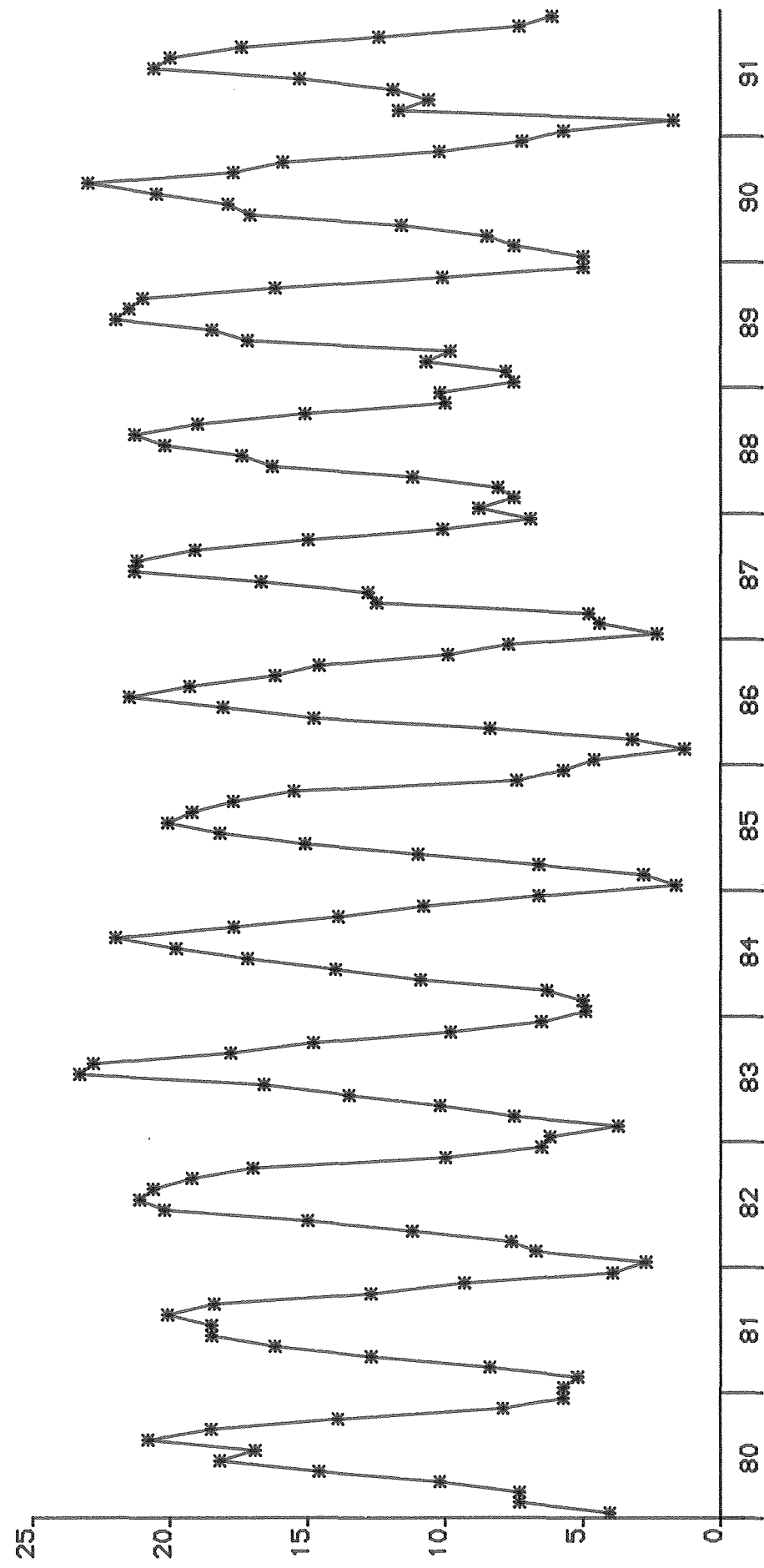


Rijkswaterstaat
Getijdewateren
Middelburg

Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)
Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

TempWa gr.C

— *



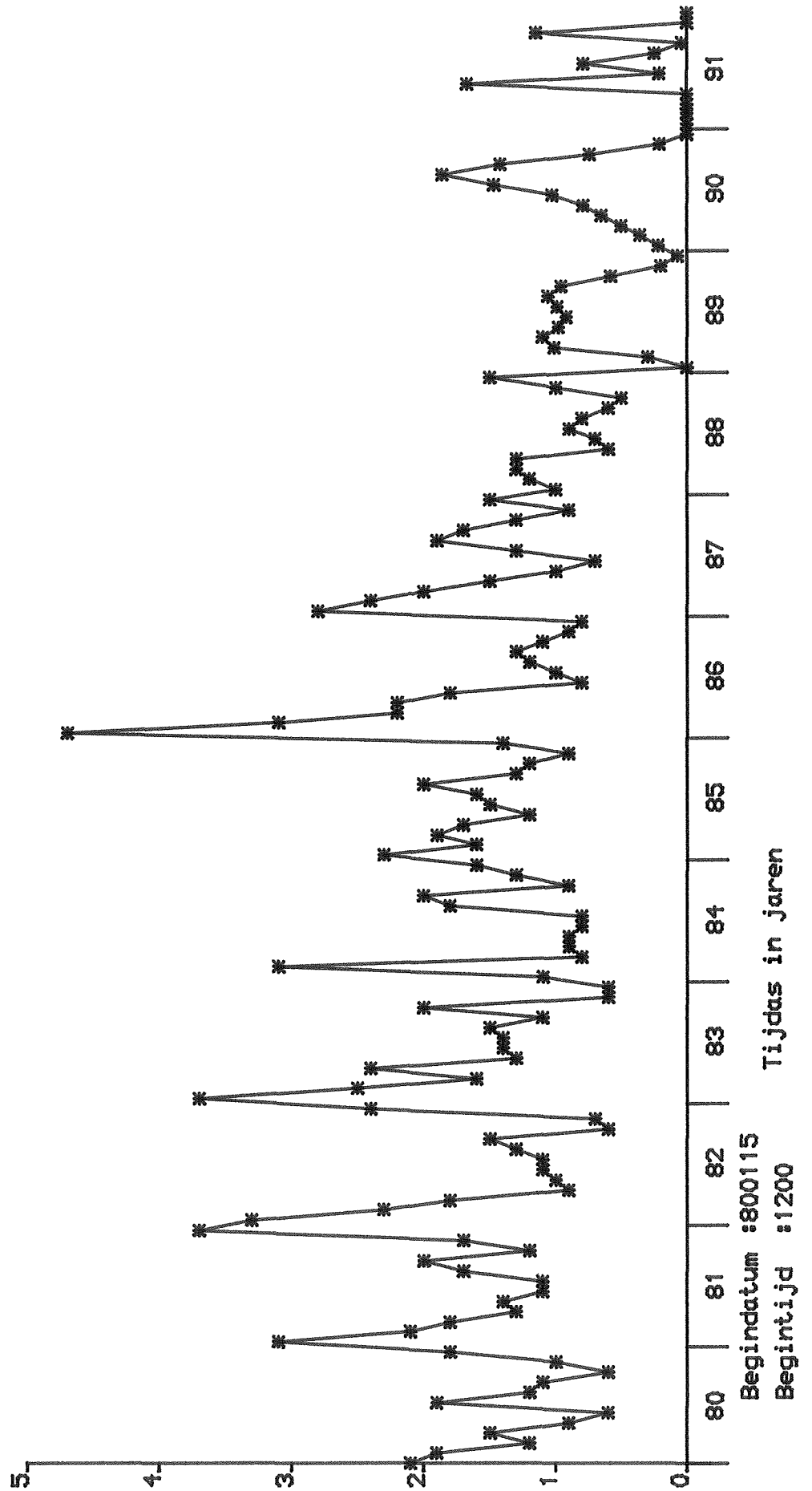
Begindatum :800101
Begintijd :0000
Tijdas in jaren

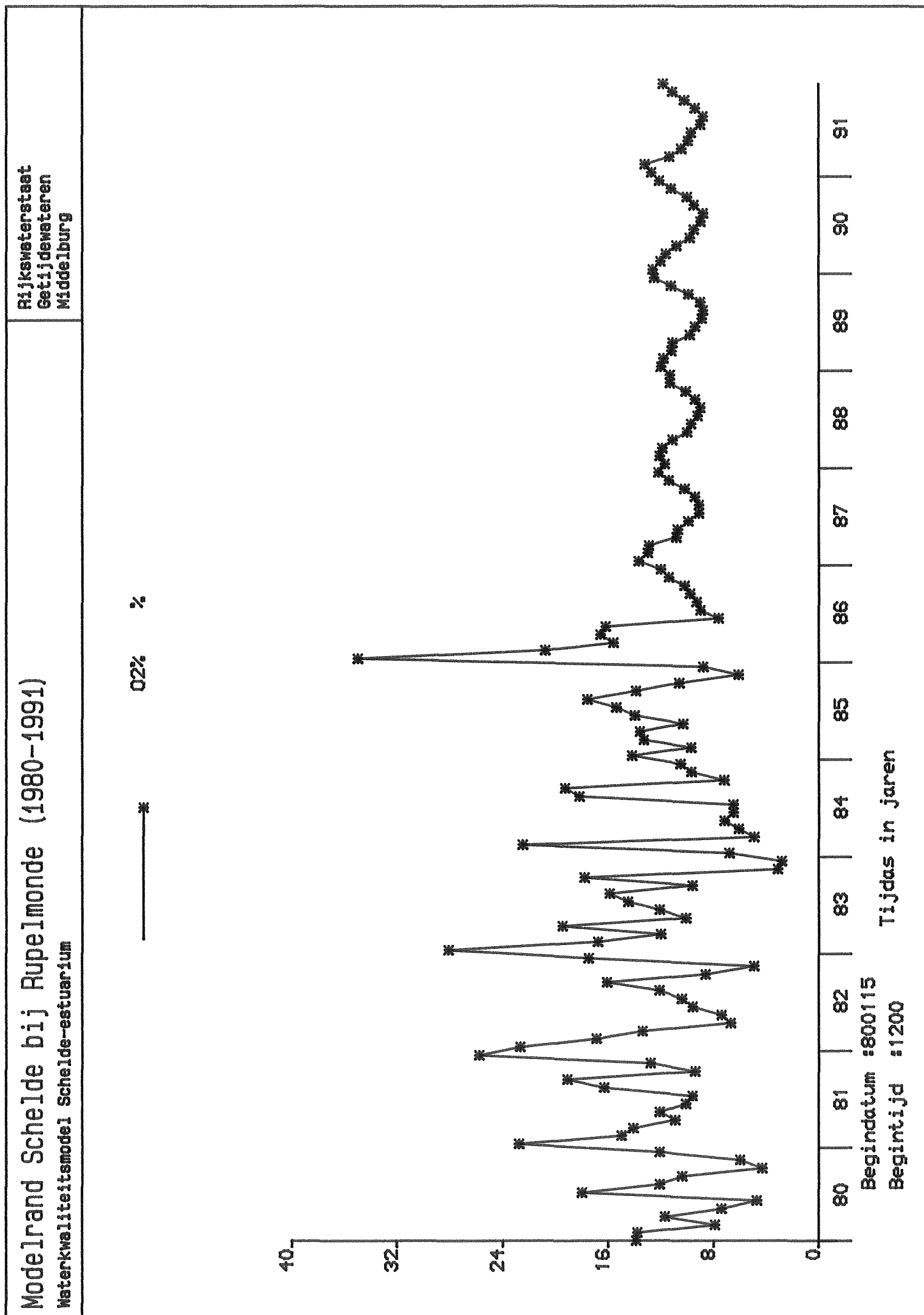
Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)

Waterkwaliteit Schelde-estuarium

Rijkswaterstaat
Getijdewateren
Middelburg

02 mg/L



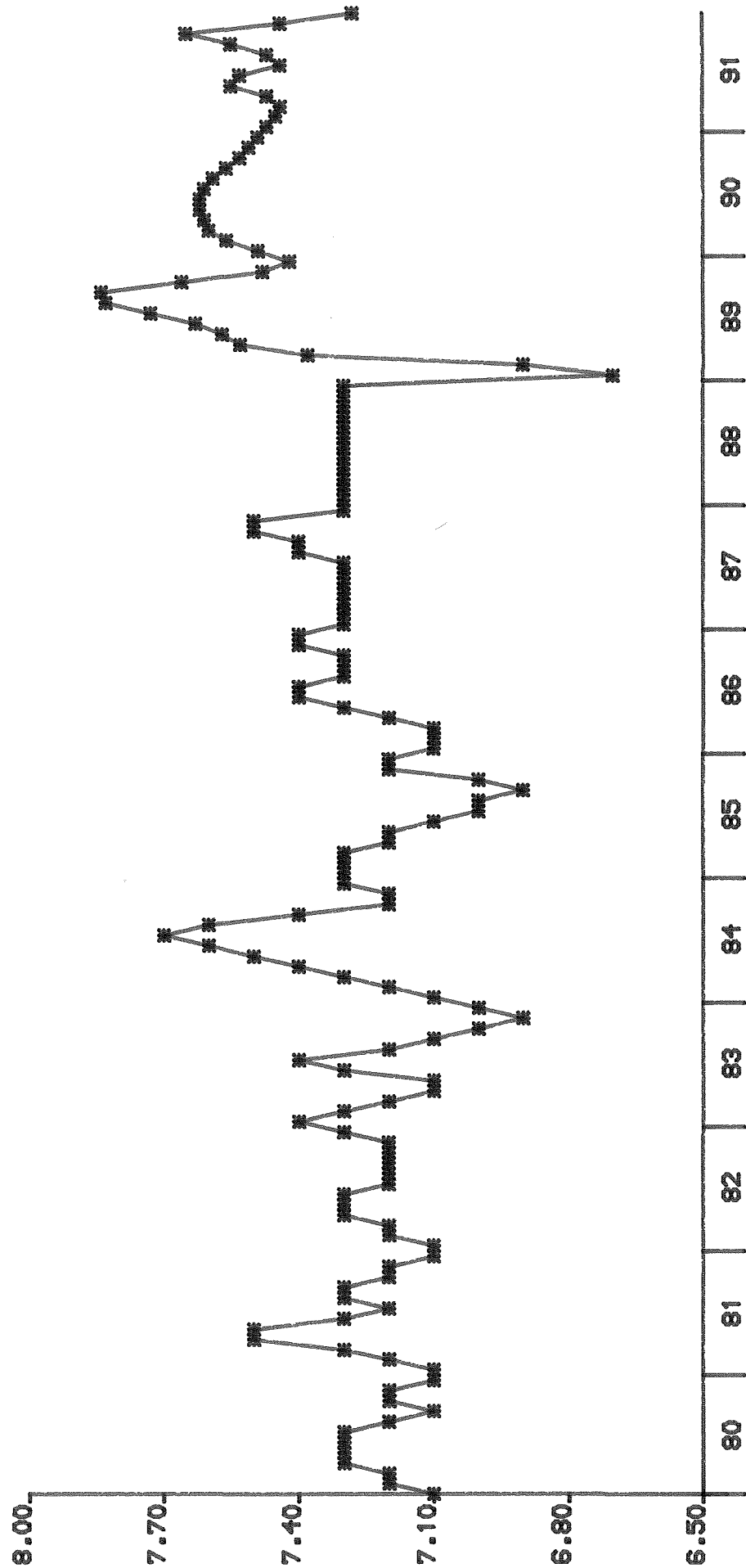


Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)
Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

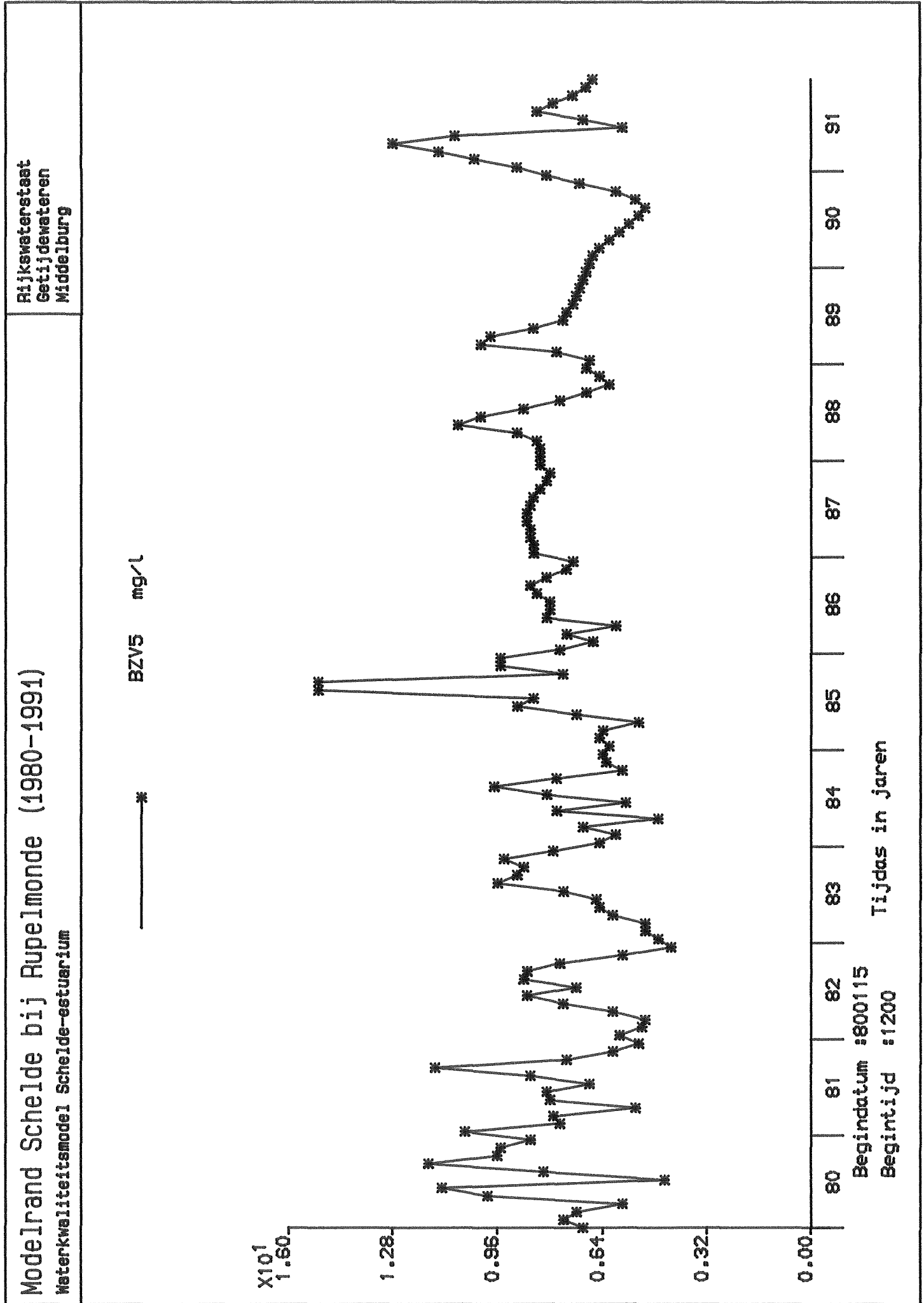
Rijkswaterstaat
 Getijdewateren
 Middelburg

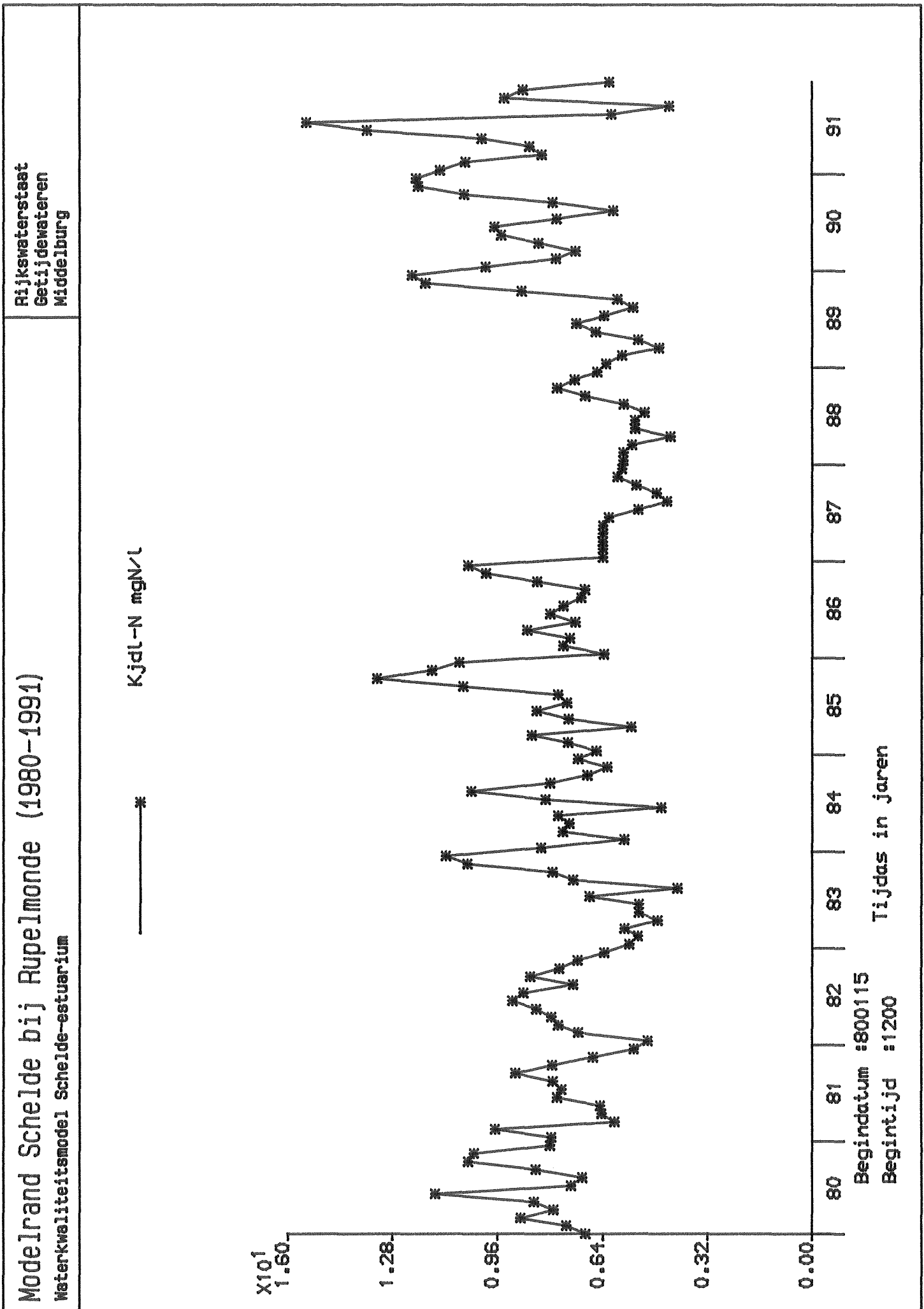
pH

—



Begindatum :800115
 Begintijd :1200
 Tijdas in jaren





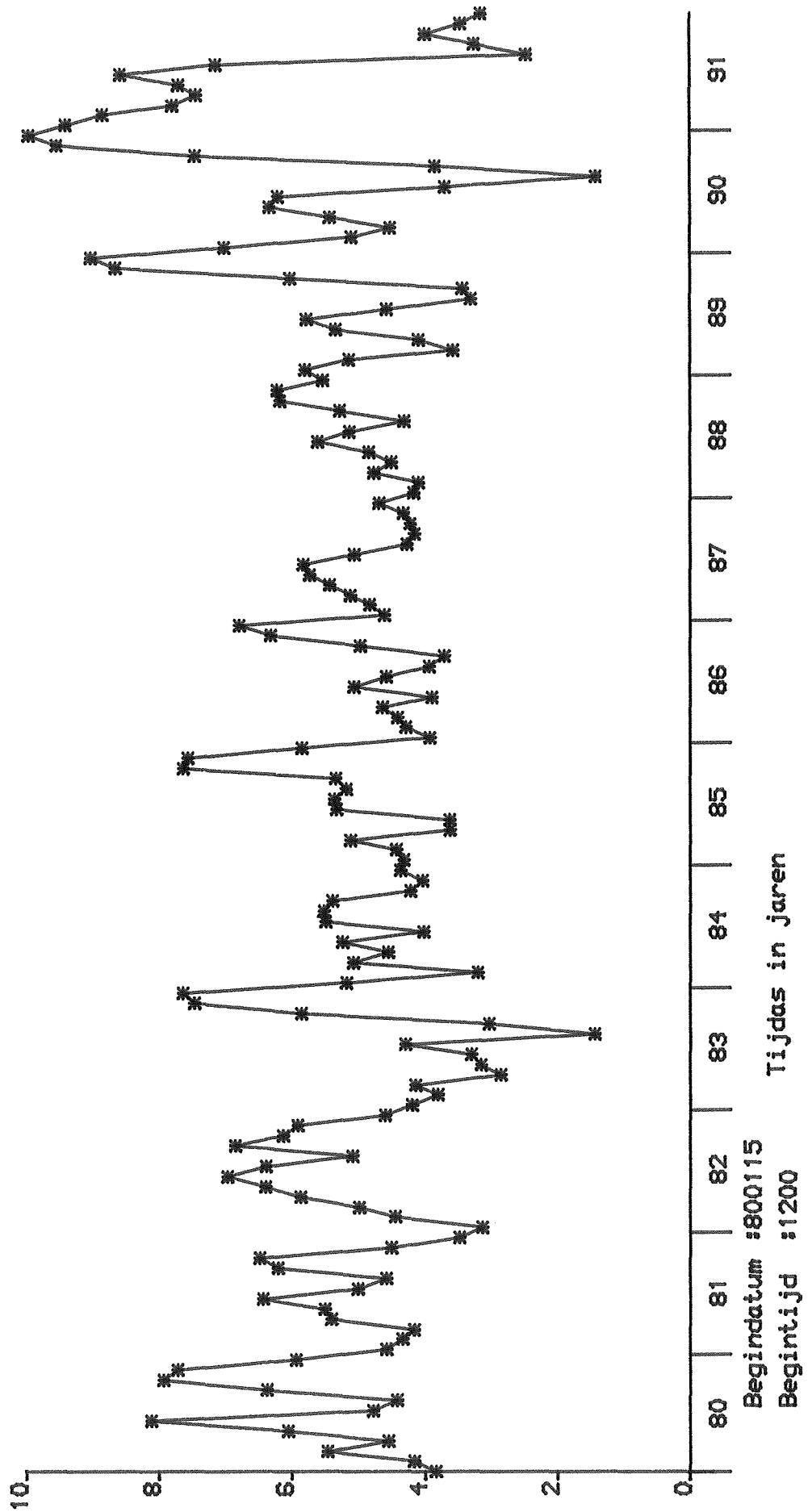
Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)

Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

Rijkswaterstaat
Getijdewateren
Middelburg

NH₄-N mgN/l

— *



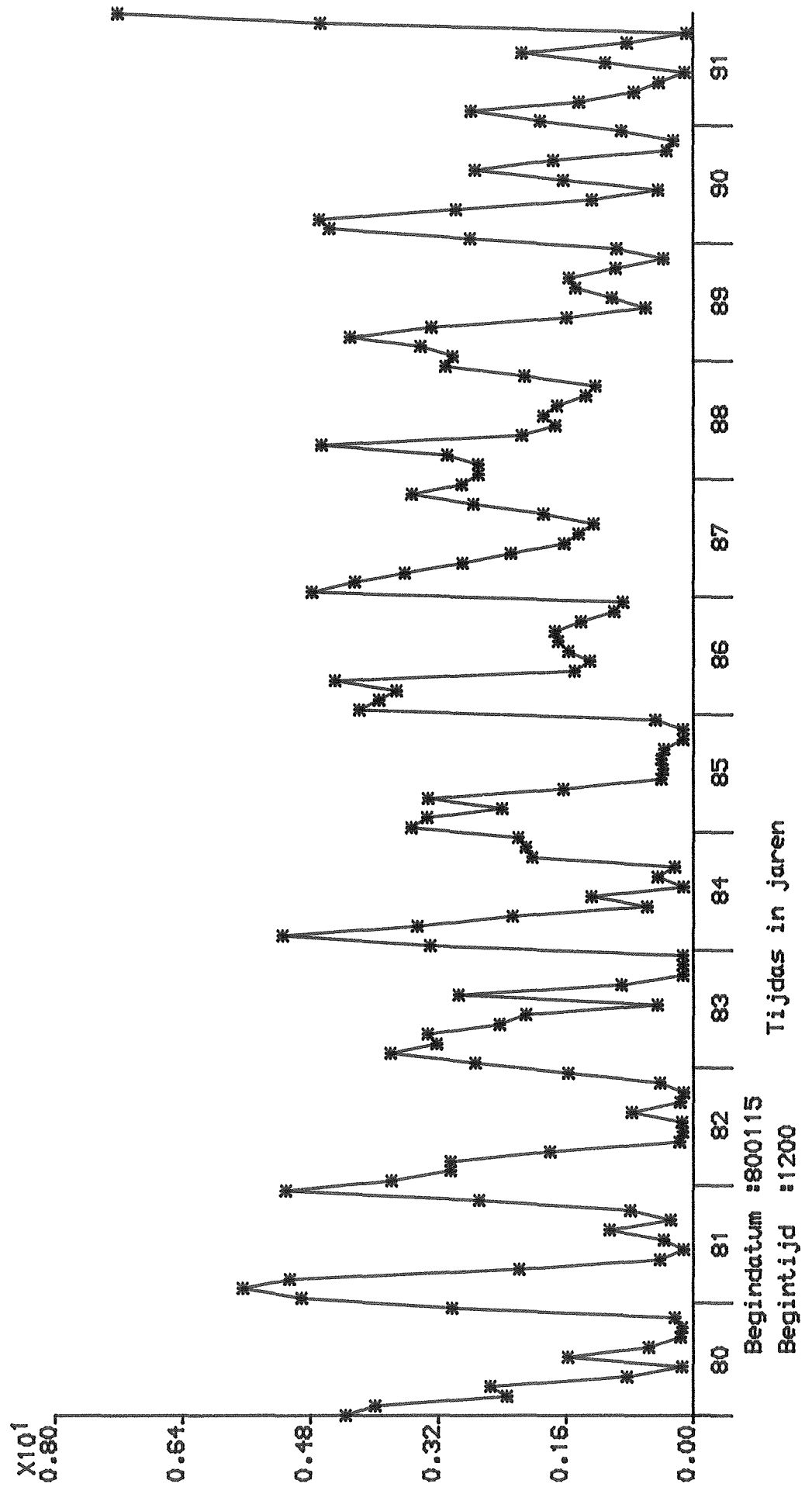
Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)

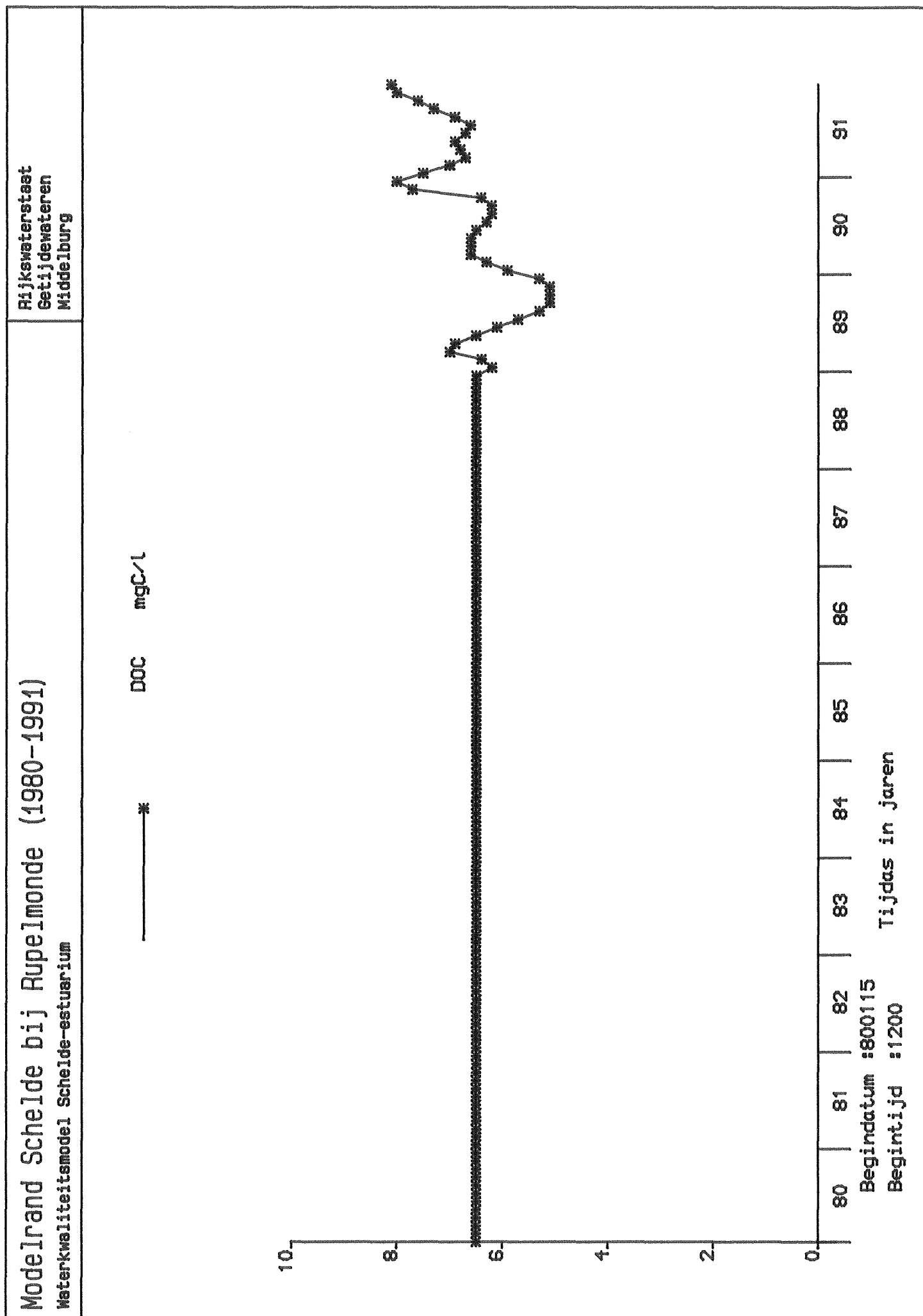
Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

Rijkswaterstaat
Getijdewateren
Middelburg

NO₂+3 mg/l

— *





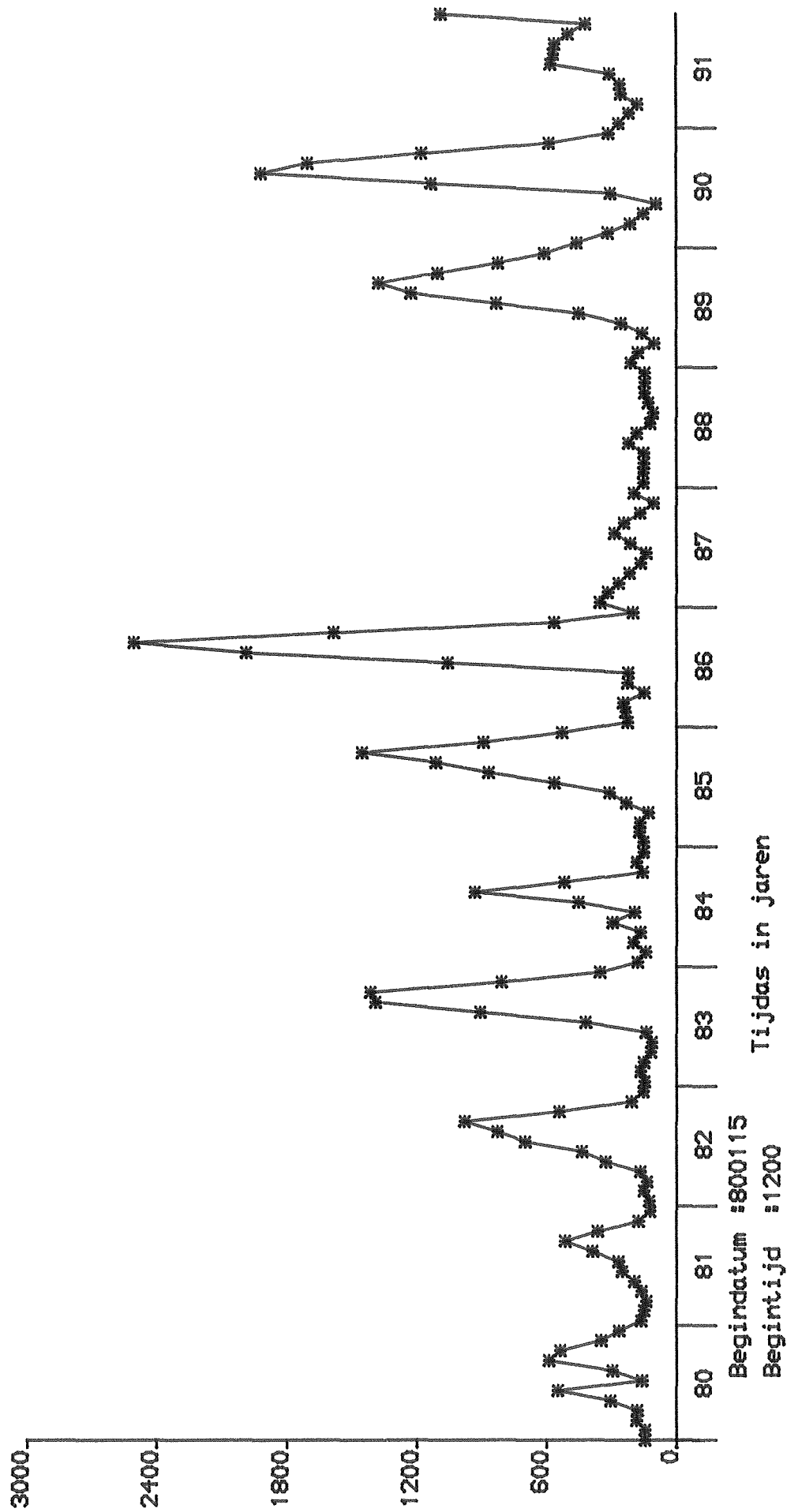
Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)

Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

Rijkswaterstaat
Getijdewateren
Middelburg

Cl mg/l

— *



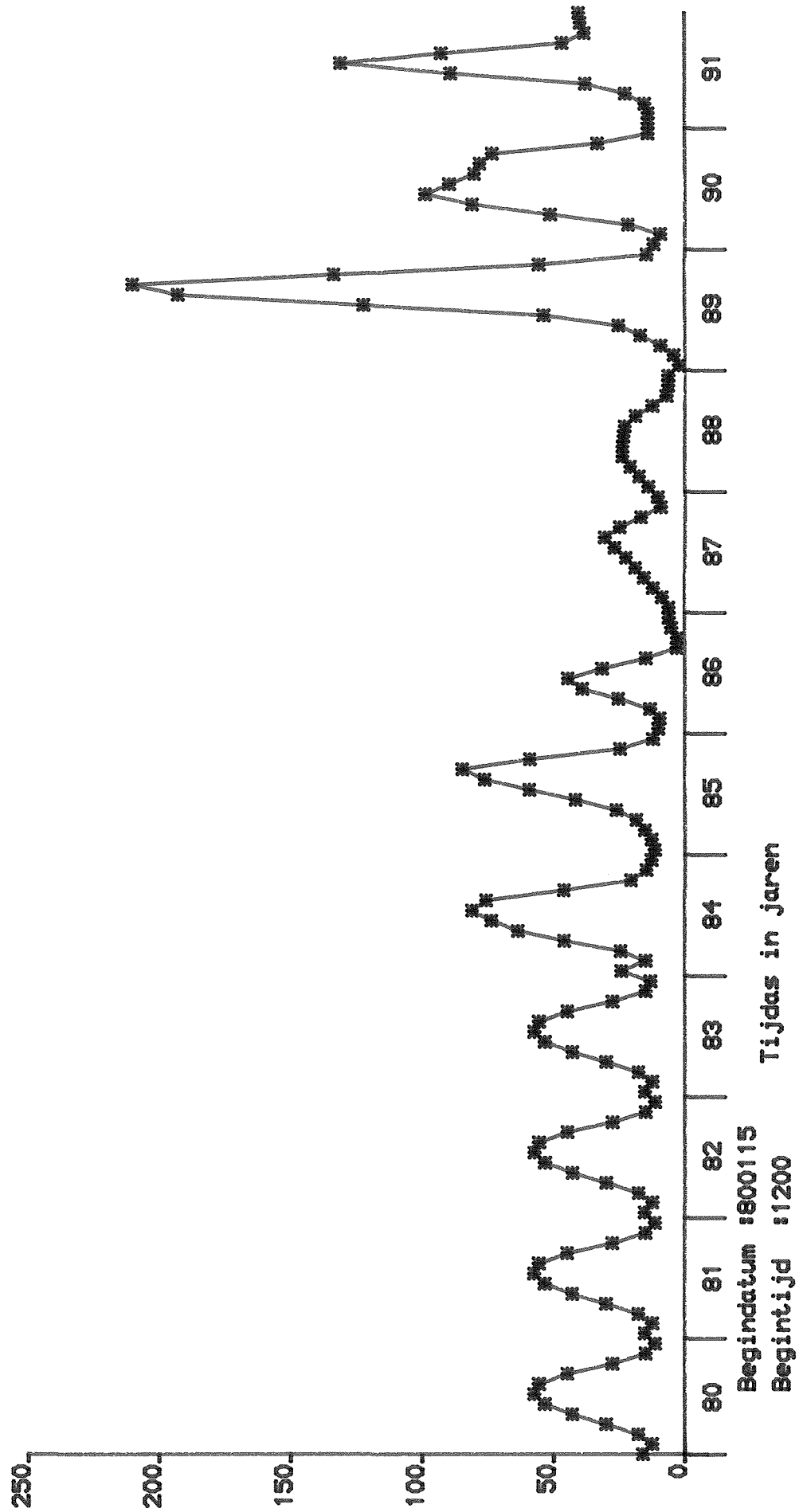
Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)

Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

Rijkswaterstaat
Getijdewateren
Middelburg

ChlF-A ug/l

—*



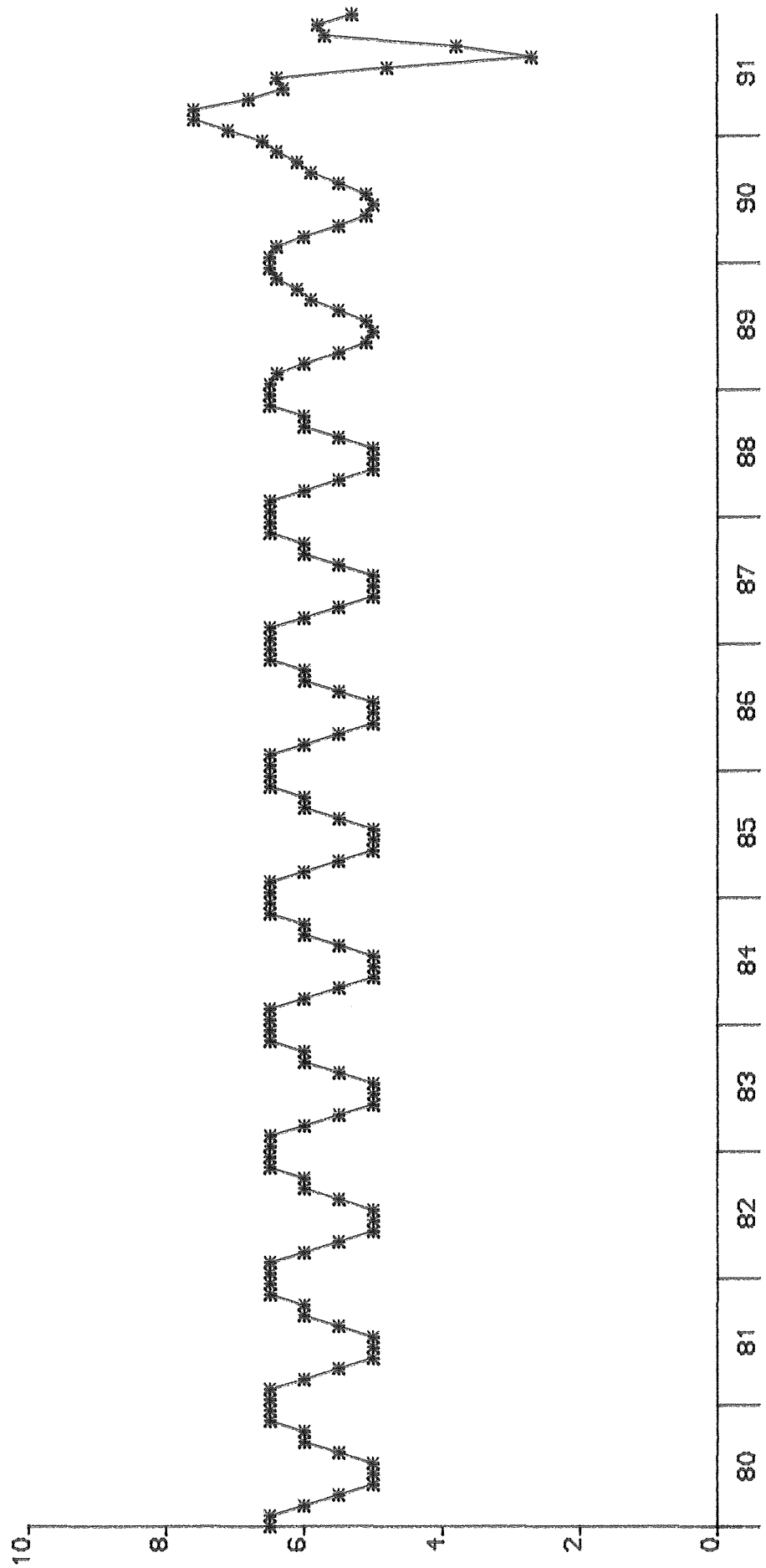
Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)

Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

Rijkswaterstaat
Getijdewateren
Middelburg

Silici mg/l

— *



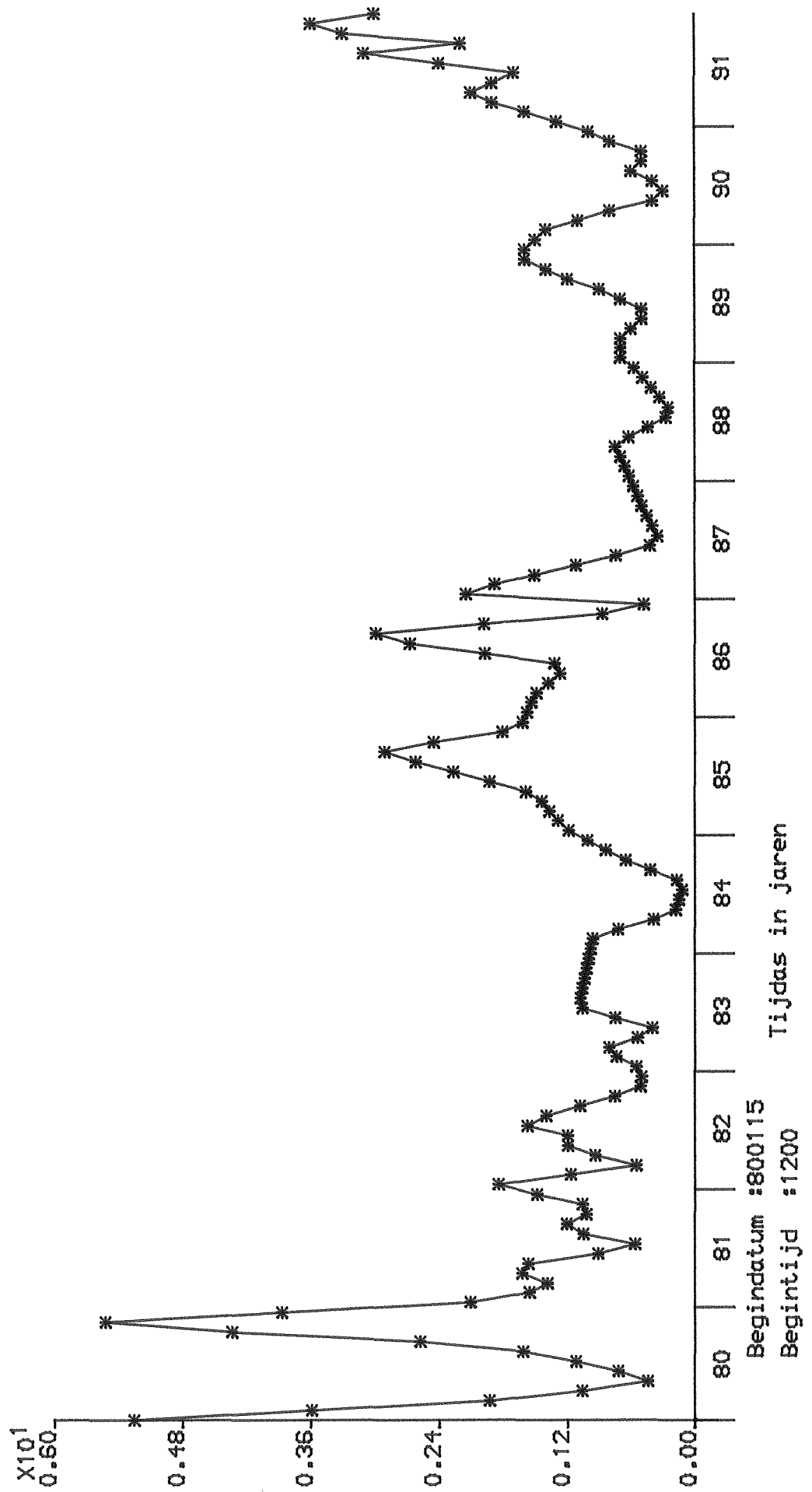
Begindatum :800115
Begintijd :1200
Tijdas in jaren

Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)

Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

Rijkswaterstaat
Getijdewateren
MiddelburgCd $\mu\text{g/l}$

* — *



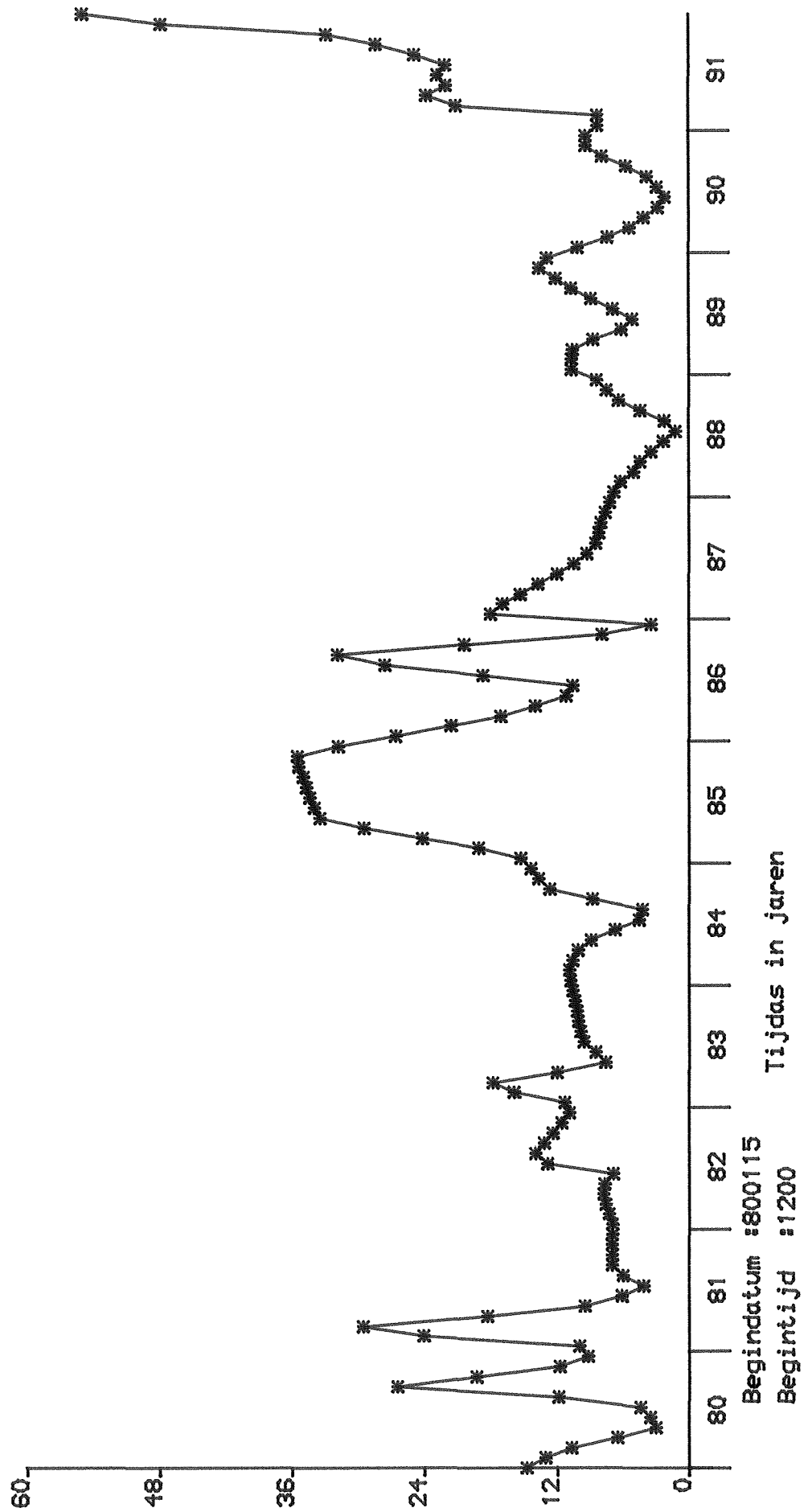
Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)

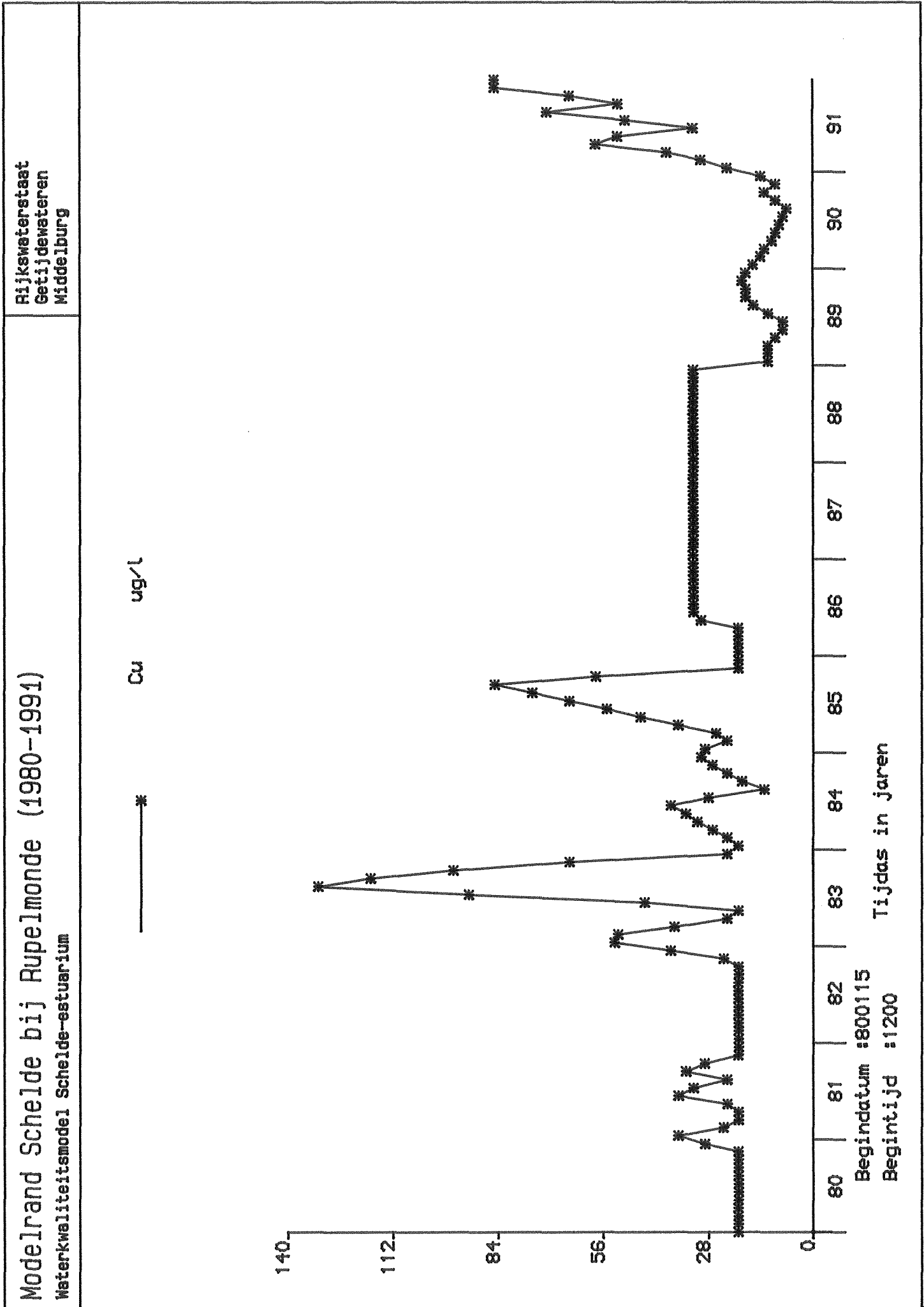
Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

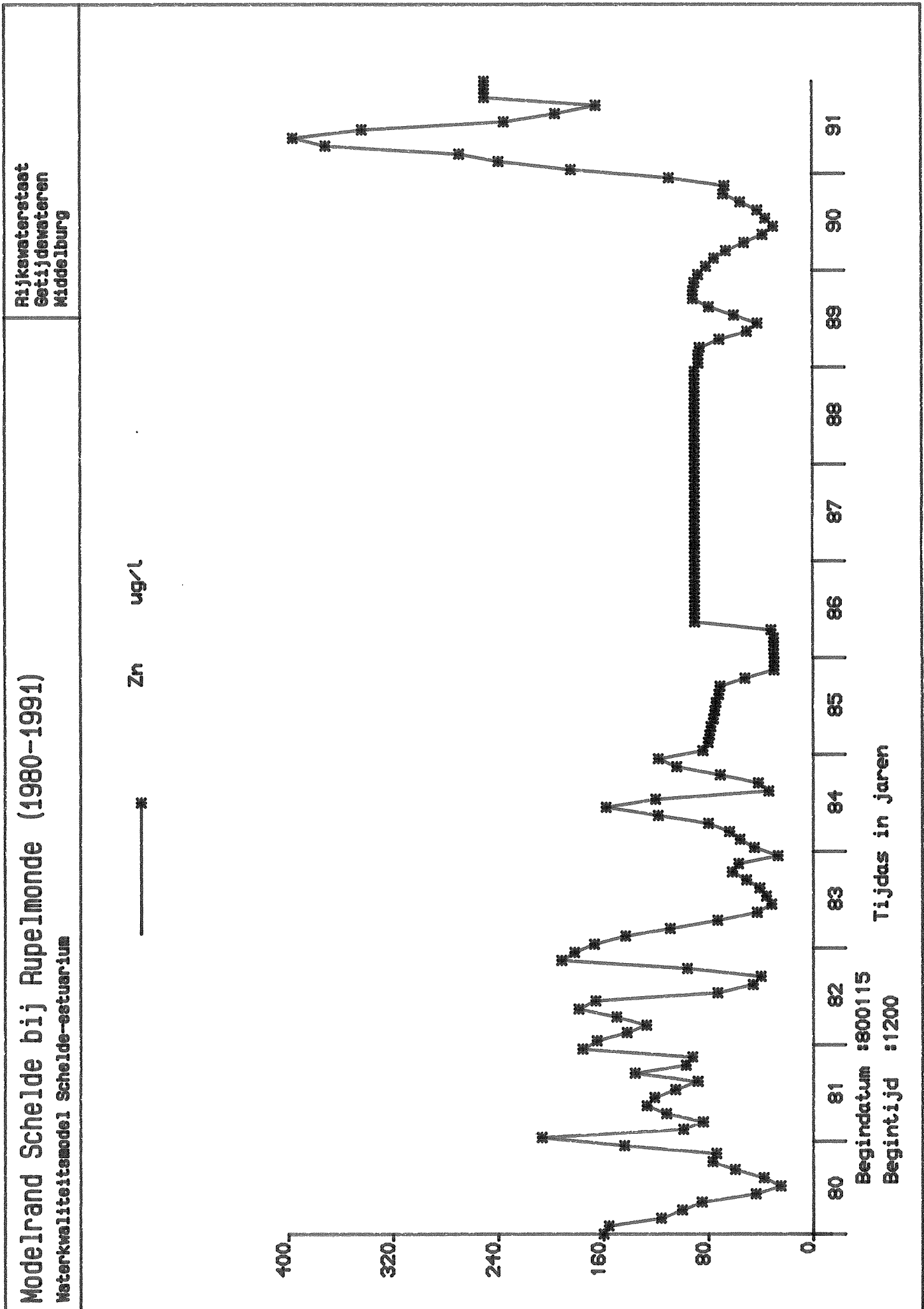
Rijkswaterstaat
Getijdewateren
Middelburg

Cr ug/l

*





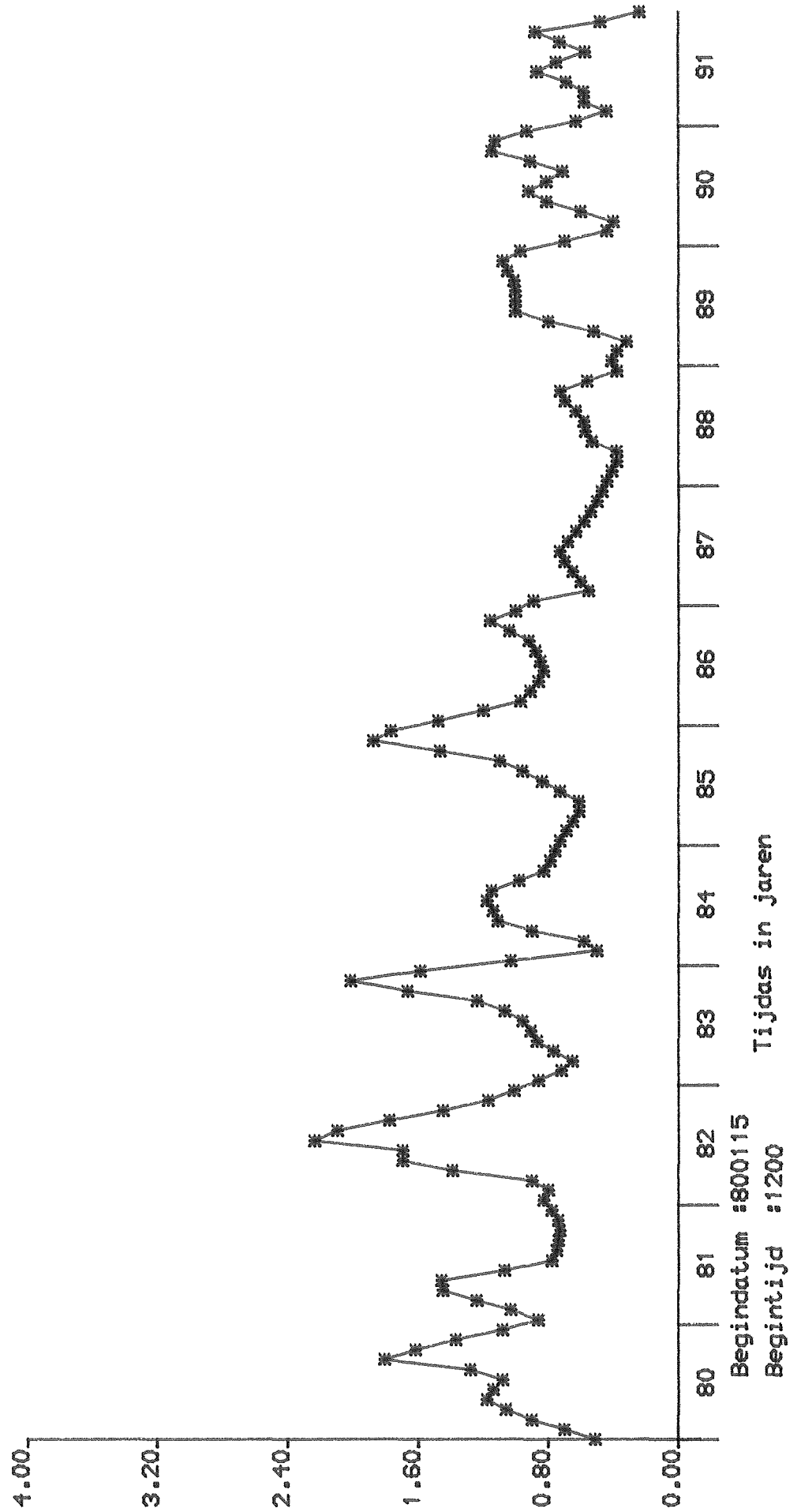


Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)

Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

Rijkswaterstaat
Getijdewateren
Middelburg

oP04-P mgP/l



Modelrand Schelde bij Rupelmonde (1980-1991)

Waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium

Rijkswaterstaat
Getijdewateren
Middelburg

tP04-P mgP/l

