

**SAMENVATTING EINDRAPPORT
T2009 RAPPORTAGE SCHELDE ESTUARIUM**

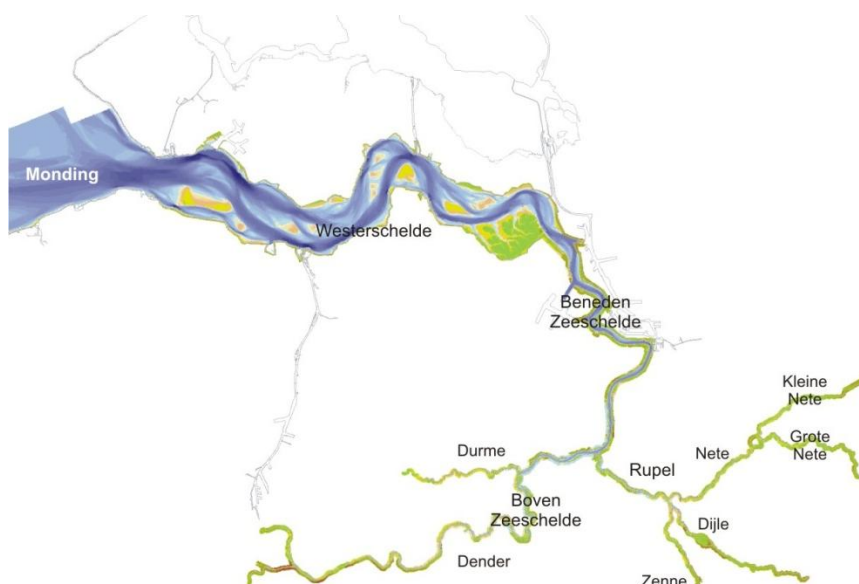
MINISTERIE VAN INFRASTRUCTUUR EN MILIEU
RIJKSWATERSTAAT ZEELAND, UITVOEREND
SECRETARIAAT VAN DE VLAAMS-NEDERLANDSE
SCHELDECOMMISSIE

11 juli 2013
077197707:A - Definitief
C03041.002718.0400

Samenvatting

Inleiding

Het Schelde-estuarium (figuur 1-1) is met een totale oppervlakte van ca. 33.000 ha een van de grootste estuaria van Europa. Met een lengte van 160 km en een volledige gradiënt van zoet naar brak en zout is het een natuurgebied dat internationale erkenning en bescherming geniet. Het vormt tevens de toegang tot verschillende belangrijke havens en een bron van diverse andere economische activiteiten zoals visserij, zandwinning of toerisme. Het estuarium moet enerzijds water vanuit het bekken afvoeren en anderzijds water kunnen bufferen tijdens stormen vanuit zee. Er kunnen daarom vanuit verschillende invalshoeken doelstellingen geformuleerd worden voor het estuarium, doelstellingen die soms tegenstrijdige belangen behartigen. Het grensoverschrijdende karakter van het Schelde-estuarium maakt het geheel niet eenvoudiger.



Figuur 1-1: Overzichtskaart van het Schelde-estuarium.

Door vele ingrepen en vervuiling uit het verleden is het ecologisch functioneren van het Schelde-estuarium onder zware druk komen te staan. Het is duidelijk dat verschillende ecosysteemdiensten - de voordelen die de maatschappij van het Schelde-ecosysteem ontvangt in de vorm van goederen en diensten - hieronder lijden, zowel kwalitatief als kwantitatief. Nederland en Vlaanderen hebben daarom een gezamenlijke visie uitgewerkt: de Langetermijn Visie (LTV), met een focus op de functies Toegankelijkheid, Veiligheid en Natuurlijkheid.

Om de ontwikkelingen in het estuarium op de voet te volgen en na te gaan of de gestelde doelen worden bereikt, is een beleidsondersteunende Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium ontwikkeld (Holzhauer et al., 2011). De uitgangspunten van deze methodiek zijn de beleidsdoelstellingen uit de LTV en het goed functioneren van het Schelde ecosysteem. Er wordt dus zeker niet vertrokken vanuit een historisch perspectief of ongerepte referentie.

Met het oog op toekomstige ingrepen in het estuarium en het eraan gekoppelde beleid, wordt in dit rapport de toestand anno 2009 onder de loep genomen, gebruik makend van de Evaluatiemethodiek. Voldoet het systeem aan de in de Evaluatiemethodiek gestelde criteria en welke historische trends zijn aanwezig? Op deze vragen geeft het T2009 rapport een onderbouwd antwoord. Daarnaast is in een afzonderlijke nota beschreven of de evaluatiemethodiek ook goed toepasbaar is op basis van de huidige, beschikbare data.

2. Vanuit waterbeweging en morfologie

In het Schelde-estuarium beïnvloeden water en land elkaar voortdurend: de vorm van het estuarium (de morfologie) bepaalt hoe het getij zich door het systeem voortplant, terwijl de beweging van het water – op een tijdschaal van decennia – de vorm van het estuarium beïnvloedt. De mens heeft sinds millennia een heel duidelijke impact op het estuarium. De inpolderingen en bedijkingen, overstromingen, rechttrekkingen, verruimingen, onderhoudsbaggerwerken, zandwinning en aanleg van verhardingen, kaaien en havenbekkens hebben de vorm van het estuarium veranderd en vastgelegd. De waterbeweging in het estuarium is ook beïnvloed door de menselijke ingrepen die de diepte van de geulen en daarmee de omvang van de droogvallende platen en slikken en de schorren hebben gewijzigd. De ingrepen hebben een invloed die soms onmiddellijk, en soms over lange tijd, zichtbaar worden in de waterbeweging, de morfologie en daarmee ook effect hebben op de leefomgeving voor dieren en planten.

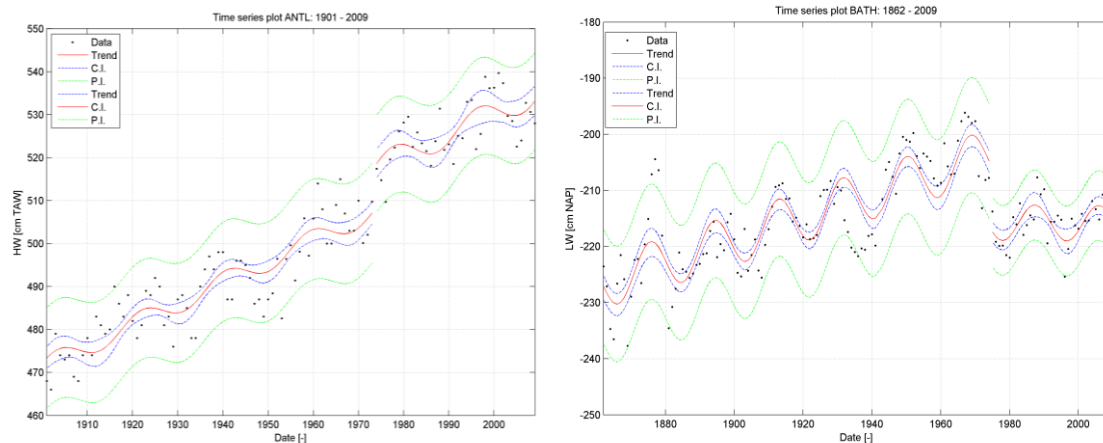
Voor de waterbeweging is de belangrijkste morfologische ontwikkeling gedurende de afgelopen eeuw de toename van de **omvang van de (hoofd)geul**. Het doorstroomoppervlak van de geulen in de oostelijke helft van de Westerschelde en in de Beneden-Zeeschelde is toegenomen met ongeveer 50%. In de rest van de Westerschelde is de omvang van de hoofdgeul ook toegenomen, maar is de mate van verandering minder groot geweest. Ingrepen in de sedimenthuishouding, zoals baggeren, terugstorten en winnen van zand, het transport van zand en slib door het getij, is verantwoordelijk voor de toename van de geulomvang.

Andere veranderingen in de morfologische vorm van de Westerschelde zijn het geleidelijke verdwijnen van de **kortsluitgeulen** in de Westerschelde en de toename van de hoogte van de platen. Kortsluitgeulen zijn de geulen die door de plaatcomplexen de hoofd- en nevengeulen verbinden. Door de afname van het aantal en omvang van de kortsluitgeulen zijn de platen steeds meer aaneengesloten en is het areaal ondiep sublitoraal afgenomen. De toename van de plaathoogte heeft zich niet overal in de Westerschelde in dezelfde mate en op hetzelfde moment voorgedaan. In de afgelopen tien jaar is de gemiddelde hoogte van de platen alleen nog toegenomen bij de Hooge platen en Platen van Ossensisse. Hoewel deze veranderingen in de morfologie ook hun invloed hebben op de waterbeweging, is de invloed ervan kleiner dan de toename van de geulomvang. Daarnaast komen op veel slikken in toenemende mate veenbanken langs de laagwaterlijn bloot te liggen door de toenemende golf- en stroominvloed.

De afgelopen honderd jaar is het **getij** sterk veranderd. Een eerste (externe) factor die het getij beïnvloedt, is de waargenomen zeespiegelstijging. Dit leidt tot een verhoging van zowel laag- als hoogwaterstanden, zoals in de monding van het estuarium wordt waargenomen. De invloed van het verdiepen en op diepte houden van de Wielingen, de zuidelijke hoofdgeul in de monding die naar de Westerschelde voert, alsook andere ingrepen en de natuurlijke erosie-sedimentatiedynamiek, hebben geen waarneembare invloed gehad op de waterstanden in de monding. Het karakter van het mondingsgebied is ook niet veranderd door andere menselijk ingrepen, zodat het open en weidse karakter behouden is gebleven.

In de Westerschelde, tussen Vlissingen en Bath, zijn naast geleidelijke veranderingen van de waterstanden ook trendbreuken waargenomen. De geleidelijke verandering van de getijslag buiten het estuarium in de

periode 1940-1960 lijkt de trend op de hoog- en laagwaters in het westen van de Westerschelde beïnvloed te hebben. Een sterke trendbreuk deed zich voor midden jaren '70 in het oostelijk deel van de Westerschelde met onder meer een sterke verlaging van de laagwaterstanden. Deze trendbreuk is het gevolg van de eerste verruiming in de jaren '70 waarbij ook grote volumes zand aan het systeem onttrokken zijn: dit heeft geleid tot een toename van het watervolume in het systeem, en sterke onmiddellijke toename van de getijslag.



Figuur 1-2: Illustratie trendbreuken: (links) evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstanden te Antwerpen (met trendlijnen) en (rechts) de jaargemiddelde laagwaterstanden te Bath.

De toename van de getijslag van Vlissingen tot Bath en verder in de Zeeschelde tot Dendermonde is een gevolg van de trechtervorm van het estuarium: de getijgolf wordt opgestuwd waardoor het verschil tussen hoog- en laagwater toeneemt. De getijslag is ook in de tijd in de hele Westerschelde en de Zeeschelde toegenomen, met de sterkste toenames in de Zeeschelde. De toename van de getijslag in de tijd is het gevolg van de gecombineerde effecten van verschillende veranderingen en ingrepen in het estuarium die niet individueel tot duidelijke trendbreuken hebben geleid. De maximale getijslag is gedurende de voorbije decennia systematisch meer stroomopwaarts (ongeveer 30 km) komen te liggen: rond 1900 lag dit punt tussen Liefkenshoek en Antwerpen, terwijl dit nu tussen Tielrode en Schelle ligt. De laatste decennia wordt op de Boven-Zeeschelde de sterkste toename van de getijslag waargenomen: het toenemen van de hoogwaterstanden, maar vooral de sterke afnames van de jaargemiddelde laagwaterstanden zijn voor onder meer de bevaarbaarheid een ongunstige evolutie.

De waargenomen extreme **hoogwaterstanden**, die van belang zijn voor de bescherming tegen overstromingen, vertonen over het algemeen dezelfde ontwikkelingen. De relatief sterke invloed van meteorologische condities op extreme hoogwaterstanden geeft echter een grotere spreiding op de resultaten. Vanaf Dendermonde neemt de stijging van de hoogwaters en daling van de laagwaters de laatste decennia heel sterk toe. Deze ontwikkeling is vanuit elk standpunt (veiligheid, bevaarbaarheid, ecologie) ongewenst.

De waterhuishouding rond Gent blijkt een meetbare invloed te hebben op de waterstanden tussen Melle en Dendermonde: de variatie in jaargemiddelde afvoer bij Merelbeke heeft een sterke positieve correlatie met die in de gemiddelde hoog- en laagwaterstanden. Verder zullen verdiepingen van de Zeeschelde mede aan de basis liggen van de waargenomen getijontwikkeling. Het recht trekken van verschillende bochten in het stroomopwaarts deel van de Zeeschelde voor 1900 en de morfologische adaptatie daaraan is voor de recente ontwikkelingen van het hoog- en laagwater niet van belang.

Een parameter die van belang is voor de scheepvaart, is de **looptijd van de getijgolf** door het estuarium. Deze blijkt in de 20^e eeuw ongeveer 20 minuten korter geworden tussen Vlissingen en Antwerpen en 40 à 50 minuten korter tussen Antwerpen en Melle. Voor de scheepvaart is dit een minder gewenste ontwikkeling. Het sneller doordringen van de getijgolf is een gevolg van het ruimer en dieper worden van het estuarium in zijn geheel, waardoor het water minder weerstand ondervindt en dus een hogere snelheid behoudt.

Ondanks de verschillende ingrepen is geen verandering in de **onderhoudsbaggervolumes** van de recente jaren waargenomen in de Westerschelde. In de Beneden-Zeeschelde wordt de laatste jaren (2002-2009) een stijgende trend in het onderhoudsbaggervolume waargenomen. De ingebruikname van het Deurganckdok en de onderhoudsbaggerwerken na de tweede verruiming hebben hier mogelijk een rol in gespeeld.

3. Over ecologische randvoorwaarden

Goede waterkwaliteit is essentieel voor het goed functioneren van het Schelde-estuarium. Voldoende zuurstof en voedsel in het water is onontbeerlijk voor vrijwel alle dierlijk leven. De primaire productie door algen in de waterkolom en op de bodem van slikken en platen vormt de basis van de estuariene voedselketen. Hoewel die primaire productie van levensbelang is voor de Schelde, zijn de data hierover schaars. Gegevens over de kwaliteit van de leefomgeving in het water en op oevers of platen worden pas sinds een aantal decennia gedocumenteerd. Vanaf de jaren '60 zijn sporadische gegevens over waterkwaliteit beschikbaar; vanaf de jaren '90 is sprake van een systematische monitoring van de waterkwaliteit. Pas sinds de laatste jaren wordt primaire productie in het gehele estuarium op regelmatige basis gevolgd en gemeten.

De Zeeschelde, had in de jaren '60 en '70 de trieste status van een zuurstofloze, dode rivier. De lozing van onbehandeld afvalwater bracht een hoge vracht aan nutriënten en organisch materiaal in het systeem. De mineralisatie van die koolstofverbindingen en de nitrificatie van ammonium onttrokken zeer veel zuurstof aan het water, veel meer dan door algen geproduceerd kon worden. De Zeeschelde was zo vervuild dat de bloei van algen erdoor onderdrukt werd. Onderdrukking van die primaire productie betekende minder zuurstof, en zodoende minder afbraak van de inkomende vuilvracht. Het was een vicieuze cirkel die de Zeeschelde in een anoxische (dit is zuurstofloze) toestand hield. Het gevolg was wel dat denitrificatie, het anoxische proces dat nitraat omzet tot stikstofgas en zo stikstof verwijdert uit het systeem, efficiënt kon doorgaan in de Zeeschelde. De transfer naar de Westerschelde bleef zo enigszins beperkt. De Westerschelde kende bovendien door sterke uitwisseling met zuurstofrijker zeewater nooit zeer lage zuurstofwaarden. Nutriënten waren in de Westerschelde wel ruimschoots aanwezig maar lichtlimitatie controleerde de algenbloei.

De Zeeschelde bleef tot in het begin van het nieuwe millennium kampen met zeer lage zuurstofwaarden ondanks vele inspanningen op het gebied van waterzuivering. Vanaf dan wordt een keerpunt bereikt: zuurstofproductie overstijgt de zuurstofconsumptie. Zodra zuurstof in het water is, wordt ammonium snel omgezet en de organische vracht snel gemineraliseerd. De toxische effecten van zuurstofgebrek die algenbloei onderdrukten verdwijnen en algen kunnen tot massale bloei komen. Sindsdien is oververzadiging met zuurstof veel voorkomend in de zoete Zeeschelde. De primaire productie wordt daar nu, net als in de Westerschelde, licht gelimiteerd verondersteld. Voor kiezelwieren kan ook het siliciumgehalte limiterend worden: kiezelwieren hebben immers silicium nodig voor de bouw van hun skeletje. Stikstof en fosfaat zijn ruimschoots voorradig door menselijke input. Het silicium gehalte is echter niet evenredig mee gestegen. Tijdens sterke algenbloei kan de silicium voorraad uitgeput raken.

Waterzuivering in Brussel

De verbetering van de waterkwaliteit in de Zeeschelde is spectaculair. Van een systeem dat jarenlang de hele zomer zuurstofloos was, zijn we op amper enkele jaren tijd naar een zuurstofrijke waterloop overgegaan. Hebben we dit alles te danken aan de waterzuivering te Brussel in amper enkele jaren? Tot voor 2007 loosde deze Europese hoofdstad het afvalwater van meer dan 1 miljoen inwoners ongezuiverd via Zenne, Dijle en Rupel in de Schelde. De Zenne was een open riool, waar leven uitgesloten was. Na de start van de waterzuivering is een onmiddellijke ommekeer zichtbaar: de Zenne kan herademem en anno 2009 is er weer vis aanwezig. Ook de waterkwaliteit van Dijle en Rupel gaat er fors op vooruit. De Zeeschelde geniet mee van deze verbetering. Echter, de grote omslag van zuurstofloos naar zuurstofrijk is vooral te danken aan het herstel van een sterke primaire productie in de Zeeschelde zelf. Die zogenaamde regime shift zette zich in rond 2003, en leidde reeds in 2005 voor de eerste maal terug tot oververzadiging met zuurstof in de Zeeschelde.

Waterzuivering leidde tot een sterke daling van de organische vracht die het estuarium binnenkomt. Parallel zien we ook de macrobenthos (dit zijn bodemdieren zoals wormen, schelpdieren en kreeftachtigen) biomassa en de aantallen watervogels sterk afnemen in de Zeeschelde. Is waterzuivering daarom de boosdoener voor de afnemende vogelaantallen? Deze vraag blijft voorlopig onbeantwoord. De allochtone koolstofvracht is enerzijds wel afgenomen, maar anderzijds is er een sterke toename van de lokale primaire productie, zodat er nog steeds een groot voedselaanbod is. De concentratie aan opgeloste organische koolstof is niet afgenomen. Mogelijk spelen toxische stoffen in de bodem, die door de zuurstoftoename meer beschikbaar komen, een rol. Harde bewijzen zijn hiervoor echter nog niet geleverd. Toegenomen predatie van de bodemdieren door vissen, die dankzij de verbeterde waterkwaliteit in toenemende mate de Zeeschelde koloniseren, kan eventueel gezorgd hebben voor een competitie met watervogels. Maar misschien heeft het herstellende ecosysteem gewoon nog wat tijd nodig: de grote veranderingen in het voedselaanbod kunnen immers leiden tot een shift in de benthische en pelagische gemeenschappen. Mogelijk zitten we in een overgangperiode. Het verdient in elk geval de nodige aandacht in de komende jaren.

Een belangrijke limiterende factor voor de primaire productie door algen is licht. De lichtbeschikbaarheid wordt enerzijds bepaald door de troebelheid van het water, anderzijds door de mengdiepte. Beide factoren zijn sterk beïnvloedbaar door ingrepen in het estuarium. De verschuiving in het areaal van ondiepe naar diepe ecotopen heeft de gemiddelde mengdiepte doen toenemen. In de Zeeschelde en Westerschelde is de gemiddelde diepte ten opzichte van NAP & TAW toegenomen en zijn de hoog- en laagwaterstanden toegenomen, zodat de gemiddelde mengdiepte ook groter is geworden. Door veranderingen in de hydro- en morfodynamiek kan ook de troebelheid toenemen. De voorbije 10 jaar werd een lichte toename van de zwevende stof in het water waargenomen in de Rupel en de Schelde nabij de Durmemonding; hier situeert zich de zone met maximale getijstanden. De laatste jaren nam ook het aantal uitschieters in de waarnemingen toe: deze zogenaamde "flickering" kan een voorbode zijn voor grote systeemveranderingen en verdient in de toekomst zeker de nodige aandacht.

Een andere randvoorwaarde voor het ecologisch functioneren van het Schelde-estuarium is de aanwezigheid van een grote variatie aan habitats (leefgebied) en ecotopen (ecologisch onderscheidbaar gebied). Heersende omstandigheden, bv. van zoutgehalte, temperatuur, stroomsnelheid, mobiliteit van sediment, helderheid van het water, voedselbeschikbaarheid, etc., verschillen sterk van plaats tot plaats. De grote variatie in habitats volgt uit de aanwezigheid van verschillende gradiënten. Op grote schaal bijvoorbeeld de overgang van zoet naar zout en meer lokaal van diep (geul) naar hoog (schor). Op kleinere schaal gaat het bv. over de overgang van zandig naar kleiig substraat eventueel al op een plaat van enkele

honderden vierkante meters merkbaar. De dynamiek in het estuarium draagt ook bij aan de variatie in habitats, waarbij onder dynamiek de veranderlijkheid van patronen en processen in de tijd wordt verstaan.

Het areaal van de kenmerkende ecotopen is veranderd als gevolg van autonome morfologische ontwikkelingen, menselijke ingrepen of een combinatie van beide. In de Westerschelde is de verhouding tussen sublitorale ecotopen (geulen) en de combinatie van litorale (platen en slikken) en supralitorale (schorren) ecotopen relatief stabiel. In de Zeeschelde is het areaal van de sublitorale ecotopen toegenomen, vooral ten koste van de litorale habitats. Het schorareaal in de Zeeschelde is voor een belangrijk deel vastgelegd door de steenbestortingen langs de randen. In de Westerschelde hebben zich binnen de litorale ecotopen wel belangrijke verschuivingen voorgedaan. Het areaal hoogdynamisch litoraal is in de afgelopen 50 jaar toegenomen ten koste van het areaal laagdynamisch areaal. De meest recente ontwikkelingen (na 2006) van de ecotopen in de Westerschelde zijn niet te beschrijven en te vergelijken met eerdere ontwikkelingen, omdat de beschikbare ecotopenkaarten hiervoor nog niet geschikt zijn.

Deze verschuiving naar hoogdynamisch areaal is ten koste gegaan van de draagkracht van het litoraal, bijvoorbeeld voor (op bodemdieren) foeragerende vogels. Verder is de hoogte van de platen toegenomen en wel meer dan de toename van het niveau van hoogwater. Ook deze verandering betekent een achteruitgang van de kwaliteit van de platen voor foeragerende steltlopers. Op twee plaatcomplexen in de Westerschelde is de hoogte dusdanig toegenomen dat daar grote oppervlaktes pionier schor is ontstaan, die naar het zich laat aanzien blijvend is en waarschijnlijk nog zal uitbreiden.

De breedte van de schorren in het Schelde-estuarium is vooral in de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde voldoende voor de aanwezigheid van gradiënten in de vegetatie. In de Boven-Zeeschelde en de zijrivieren is het estuarium dermate smal dat deze minimale breedte zelden wordt aangetroffen. De oever die bestaat uit de schorren en slikken, moet bij voorkeur zo breed zijn dat er voldoende ruimte aanwezig is voor de erosie en nieuwvorming van schorren. In de Westerschelde is de oever op een beperkt aantal plaatsen voldoende breed voor erosie en nieuwvorming. In de Beneden-Zeeschelde is dat ook, maar geldt de kanttekening dat de schorcyclus ook wordt beperkt door de aanwezigheid van bestortingen. De Boven-Zeeschelde is in zijn geheel dermate smal dat er eigenlijk nergens voldoende ruimte op de oevers is voor erosie en vernieuwing. Kanttekening: maatregelen in het kader van het Sigmaplan (het creëren van overstromingsgebieden met gecontroleerd gereduceerd getij) zullen in de toekomst wel leiden tot een toename in getijdennatuur (slikken, schorren) langs de Zeeschelde.

4. Naar ecologisch functioneren

De leefomgeving voor planten en dieren in het Schelde-estuarium wordt gekenmerkt door een grote variatie aan habitats en sterk wisselende omstandigheden in de tijd. Het is aan de rijkdom van habitats dat het estuarium vooral zijn biodiversiteit ontleent. De organismen in het estuarium dienen aangepast te zijn aan de dynamiek van het abiotische systeem op verschillende tijdschalen. Binnen één getijdencyclus is op getijdenplaten variatie in overspoeling en droogstand, in stroomsnelheden, in zoutgehalte van het water, slibconcentratie, voedselconcentratie, zuurstof, nutriënten, etc. Met de seizoenen kunnen al deze parameters drastisch wijzigen met de variatie van zoetwaterafvoer, terwijl op langere tijdschalen gehele habitattypes (bv. platen, geulen, ondiep water) zich van de ene naar de andere plaats kunnen verleggen. Niet heel veel soorten kunnen de dynamiek met zijn extreme variabiliteit aan. Weliswaar zijn brakke estuariene habitats soortenarmer dan vergelijkbare habitats in zoetwater of in de zee, door de (soms grote) zoutschommelingen, maar de soorten die voorkomen zijn echter typisch voor estuaria, en verschillen binnen een estuarium ook aanzienlijk van plaats tot plaats.

In het Schelde-estuarium is voor vogels, zoogdieren, vissen, benthos, zoöplankton, fytoplankton en vegetatie gekeken naar de diversiteit, biomassa en de aanwezigheid van exoten. Ook is gekeken naar de samenhang tussen de verschillende groepen, bijvoorbeeld door de energiedoorstroom in het voedselweb.

Grondige verschuivingen in de soortensamenstelling van het **fytoplankton** kunnen invloed hebben op het functioneren van de voedselketen. De diversiteit aan fytoplankton soorten in het Schelde-estuarium verandert over het algemeen niet, behalve in de mesohaliene zone (zone waar rivierwater en getijdestroom elkaar ontmoeten), waar de gemiddelde soortenrijkdom is afgenomen. De aantallen exoten onder het fytoplankton lijken af te nemen in de Westerschelde. De afname van het aantal exoten is niet geheel los te zien van de algehele afname van de fytoplankton biomassa in de Westerschelde. De ontwikkelingen en de toestand in de zones met sterk wisselend zoutgehalte, waar de soortenrijkdom afneemt of reeds bijzonder laag is, zijn verontrustend. Voor de hand liggende verklaringen zijn fluctuaties in saliniteit of afvoerdebieten, of verschuivingen in de ruimte van de zone van maximale turbiditeit, of mogelijke toename van de maximale turbiditeit. Dergelijke patronen zijn echter niet altijd duidelijk waargenomen.

In de waterkolom vervult het **zoöplankton** als schakel tussen primaire producenten (of detritus) en hogere trofische niveaus een zelfde essentiële rol als het **macrobenthos** op de slikken en platen. Verschuivingen in de diversiteit blijken moeilijk te bepalen vanwege verschillen in het determinatieniveau door de jaren heen, maar de soortenrijkdom is gedurende de laatste jaren laag te noemen. De sleutelsoort *Eurytemora affinis* vertoont de laatste jaren een toename in biomassa in de zoete delen van het Schelde-estuarium (enkel in de Durme is dit niet duidelijk), vermoedelijk het gevolg van de verbeterde waterkwaliteit waardoor deze soort zich stroomopwaarts uitbreidt. De totale biomassa van het zoöplankton neemt dan echter weer af in de Rupel en de zoete zone met korte verblijftijd. Mogelijke oorzaken zijn effecten van toxische stoffen, een verhoogde begrazing door een toename van de zoöplanktivore vissen, of door verandering in het determinatieniveau.

Vissen in het estuarium vormen een zeer diverse groep. Er zijn soorten die gebruik maken van het gehele estuarium waarvoor de natuurlijke gradiënten (saliniteit, dynamiek, bathymetrie, e.d.) van essentieel belang zijn. Andere soorten zijn voor diverse levensbehoeften (voedsel, voortplanting) specifiek gerelateerd aan bepaalde zones en/of habitats in het estuarium. Deze kunnen verschillen naargelang het levensstadium. De diversiteit aan vissen neemt toe in het gehele Schelde-estuarium, maar tegelijkertijd neemt ook het aantal exoten toe. Dit is het meest uitgesproken in de Zeeschelde, waar een verbeterde waterkwaliteit leidt tot een langzaam herstel van het visbestand. Een gezonde ecologische toestand voor vissen is echter nog niet bereikt.

De bodemdieren (het **macrobenthos**) vormen een belangrijke schakel in het estuariene voedselweb, als consument van de primaire productie en voedselbron voor hogere trofische niveaus zoals vissen en vogels. In het Schelde-estuarium doen zich verspreid over het gehele systeem een aantal problemen met betrekking tot de bodemdieren voor. De populaties van verschillende soorten exoten breiden uit en kunnen in de toekomst algemeen voorkomend worden in het systeem. In de polyhaliene (mariene) zone maken exoten een substantieel deel van de biomassa uit. De ontwikkelingen met betrekking tot de exoten zijn zorgelijk te noemen, omdat een toename in (met name) de biomassa een groot effect kan hebben op het ecologisch functioneren, zoals mogelijke effecten op de energiedoorstroom in het voedselweb en effecten op de aanwezigheid van inheemse soorten. Toenemende exoten, in aantallen en biomassa, duiden over het algemeen ook op een systeem waar frequent (lokale) verstoringen plaats vinden. Anderzijds kan het ook zo zijn dat momenteel exoten in de bovenstroomse delen juist de eerste soorten zijn die weten te profiteren van de verbeterde waterkwaliteit, met name met betrekking tot de zuurstofcondities. De totale biomassa aan bodemdieren in de Zeeschelde en de zijrivieren is sinds het begin van deze eeuw sterk afgenomen. Een significante afname van het aantal waargenomen soorten in de niet zo soortenrijke zone

met een sterke saliniteitsgradiënt kan duiden op een toename van de hydrodynamiek, of grote fluctuaties in de afvoerdebieten en saliniteit. De abiotische meetgegevens duiden echter niet op een recentelijke substantiële toename van die fluctuaties.

Het Schelde-estuarium is van internationaal belang voor heel wat **vogelsoorten**. Ruim 150 000 vogels (hoofdzakelijk watervogels) kunnen in het Schelde-estuarium verblijven. Van sommige soorten komt een aanzienlijk deel van de NW-Europese populatie voor in het Schelde-estuarium, vooral tijdens de winterperiode en de doortrek wanneer vogels zich verplaatsen van hun noordelijke broedgebieden naar het zuiden en andersom. In de Westerschelde gaat het met name om steltlopers, ganzen en eenden, in de Zeeschelde vooral om eendachtigen. Een aantal soorten die bij laag water hun voedsel (bodemdieren) zoeken op de slikken en platen, zoals de bergeend, bonte strandloper en wulp nemen toe in aantallen in de Westerschelde, terwijl de scholekster een cyclische trend vertoont en de laatste jaren in aantal afneemt. Opvallend is de dalende trend voor grauwe gans, smient en in mindere mate pijlstaart sinds de eeuwwisseling. Voor deze planteneters is het Verdrongen Land van Saefthinghe het belangrijkste gebied langs de Westerschelde.

Na jaren van toename vertonen de aantallen overwinterende watervogels in de Zeeschelde sinds 2001 een aanhoudende dalende trend. In het jaar 2000 werden nog maandmaxima (januari, december) van ruim 70 000 vogels in de Zeeschelde gehaald, nu zijn de aantallen gedaald tot ruim onder de 20 000. Met name wintertaling, kraakeend, tafeleend en pijlstaart zijn afgenomen. Opvallend is dat dit in de tijd gepaard ging met een ruimtelijke verschuiving, waarbij de Zeeschelde minder belangrijk werd en de vogels gedeeltelijk 'opgeschoven' naar de zijrivieren zoals de Rupel en de Zenne. Deze verschuivingen in de tijd en ruimte weerspiegelen de verbetering in de waterkwaliteit en daarmee waarschijnlijk een veranderend voedselaanbod (zie box Waterzuivering in Brussel).

Zeehonden staan aan de top van de voedselketen en stellen belangrijke habitateisen. Ze zijn daarom indicatief voor de algehele ecologische kwaliteit. De gewone zeehond was tot in de 18^e eeuw zeer talrijk aanwezig in het Schelde-estuarium. Door jacht, vervuiling en verstoring was de soort nagenoeg verdwenen in de jaren '50. Sinds begin jaren '90 zien we een voorzichtig herstel in het Deltagebied en de Westerschelde. De trend is positief en jaarlijks wordt tevens een klein aantal jongen geboren in de Westerschelde. Dit is echter niet voldoende om de groei te verklaren en de populatie is afhankelijk van immigratie van individuen van elders. Aandachtspunt is dat het areaal aan ongestoord rustgebied moet toenemen zodat het beter geschikt wordt voor de voortplanting van de gewone zeehond.

Hogere planten (**Macrofyten**) vormen de structurerende levensvorm op de schorren van het Schelde-estuarium. Schorren zijn een belangrijk en kenmerkend habitattypen van estuaria wegens de vele functies die ze vervullen. De soortensamenstelling en productie bepalen in belangrijke mate het belang en functie van de schorren in het ecosysteem. Hierbij spelen areaal van de schorren (en vegetatietypes), structurele habitatkwaliteit (topografische index, connectiviteit) en de biologische habitatkwaliteit (vegetatiediversiteit en de verdeling van de vegetatiezones of ecotopen) een rol. In de Westerschelde zijn de laatste decennia grote wijzigingen opgetreden in de biologische habitatkwaliteit. Abiotische en biotische processen liggen hieraan ten grondslag. De sterke ophoging van schorren leidt tot een toename van zeekweek (in de zoute en brakke zone) en riet (brakke zone) en een afname in soortendiversiteit. De lage schortypes nemen af in oppervlakte. Ophoging van de platen leidt tot ontwikkeling van pioniervegetaties op de hogere delen. Een voorbeeld hiervan is de sterke uitbreiding op de Hooge Platen van de pioniervegetatie, die begint te evolueren naar laag schor. Door deze ontwikkeling gaat belangrijk voedselhabitat voor steltlopers langzaam verloren, en de schorontwikkeling op de platen wordt dan ook als ongunstig geëvalueerd. De zeebies vegetatie (figuur 1.2) neemt sterk af, waarschijnlijk als gevolg van vraat door de sterk toegenomen grauwe ganzenpopulatie. De aantallen grauwe ganzen nemen de laatste

jaren weer fors af; in hoeverre dit een gevolg is van een overbegrazing van hun geprefereerd voedsel is nog onduidelijk.



Figuur 1-3: Geleidelijke overgang van slik naar schor met zeebies vegetatie bij Bath (2012).

De biodiversiteit van het Schelde-estuarium laat heel wat verschillende gezichten zien, en het is niet mogelijk om een eenduidige evaluatie te maken. Sommige trends zijn positief, andere zijn negatief, en hetzelfde geldt voor de toestand anno 2009. De verklaring hiervoor is vaak niet eenduidig. Daarnaast kunnen sommige aspecten moeilijk geëvalueerd worden door een gebrek aan (geschikte) informatie. Samenvattend kan gesteld worden dat vooral in de bovenstroomse, zoete delen de diversiteit toeneemt onder invloed van verbeterende waterkwaliteit, met name door verbeterde zuurstofcondities en een lagere nutriënten influx. Daar profiteren ook een aantal exoten van. De verbetering van de zuurstofcondities en een lagere organische input kan mogelijk als negatief neveneffect zorgen voor een verhoogde bio-beschikbaarheid van reeds jaren in de sedimenten aanwezige toxische stoffen. Daardoor ontbreken misschien een aantal gevoelige groepen onder het zoöplankton en het macrobenthos. Opvallend is de enorme afname in overwinterende vogelaantallen, terwijl de visbestanden positief evolueren.

De grootste problemen met betrekking tot de diversiteit lijken zich momenteel te bevinden in de zone met een sterke saliniteitsgradiënt, waar een toename van de hydrodynamiek, en grote fluctuaties in de afvoerdebieten en saliniteit, mogelijk de dalende trends verklaren.

In de Westerschelde vertoont de diversiteit een gemengd beeld, met sommige (sleutel)soorten die een positieve trend vertonen, en andere soorten juist afnemen. Het voorkomen van de gewone zeehond evolueert gunstig, sommige stellopersoorten nemen toe, terwijl grauwe gans en smient afnemen. Exoten zijn met name onder het macrobenthos succesvol, en bepalen in toenemende mate de biomassa in de Westerschelde. Veranderingen in de arealen van dominante macrofyten vegetatietypes wijzen op een toenemende verhoging en daarmee verarming van de schorren in de Westerschelde.

De macrobenthos biomassa in de Westerschelde fluctueert sterk van jaar tot jaar. Fluctuaties in de schelpdierbestanden (bijv. kokkel) zijn hiervoor in hoofdzaak verantwoordelijk. Schelpdieren hebben nu en dan een jaar met massale broedval, dat wordt afgewisseld met enkele jaren zonder substantiële broedval. Dit betekent dat er ook behoorlijke schommelingen in de balans tussen primaire productie en de benthische productie plaatsvinden in de Westerschelde. Verschuivingen in het litoraal en sublitoraal, zoals de verschuiving van laagdynamische naar hoogdynamische litorale gebieden, kan er voor zorgen dat

primaire productie minder efficiënt benut gaat worden door het macrobenthos (in hoogdynamische gebieden komen veel lagere macrobenthos biomassa's voor). Dit kan de balans tussen primaire productie en macrobenthos productie negatief beïnvloeden. Het feit dat er geen algehele afname in de vogel- en vissen- aantallen worden waargenomen, laat zien dat de energiedoorstroom in het voedselweb redelijk in orde is. Echter, het is mogelijk dat de momenteel aanwezige grote biomassa van exotische origine niet geheel ten goede komt van de hogere trofische niveaus.

Met betrekking tot de energiedoorstroom op het systeemniveau is de Zeeschelde met de zijrivieren minder belangrijk dan de Westerschelde vanwege een factor 10 verschil in de verhouding oppervlak en volume. Met betrekking tot de biodiversiteit is het bovenstroomse gedeelte in potentie echter zeker zo belangrijk als de benedenstroomse delen. Daar komt bij dat wanneer het ecosysteem functioneren in de Zeeschelde en de zijrivieren nog niet optimaal is, dit direct zal doorwerken naar de benedenstroomse gebieden, daar het een efficiënte doorstroom van energie in het voedselweb kan belemmeren en diverse soorten gebruik maken van het gehele estuarium. De achterblijvende biomassa en diversiteit van de macrobenthos gemeenschappen is daar één aspect van. Daardoor gaat de primaire productie grotendeels pas stroomafwaarts verder het voedselweb in, waardoor de energie recycling minder efficiënt is dan wat potentieel mogelijk is. Het zou er samen met de versnelde doorvoer door het systeem (korte verblijftijden) tevens voor kunnen zorgen dat de mortaliteit van met name fytoplankton zorgt voor een door detritivoren (schimmels en bacteriën) gedomineerd voedselweb, terwijl in potentie de filterende organismen belangrijker zouden kunnen zijn. Problemen profileren zich nu vanaf de zone met een sterke saliniteitgradiënt stroomafwaarts tot aan de monding. Een verhoogde dynamiek werkt eveneens de succesvolle vestiging van inheemse schelpdierbanken (zoals kokkels en mossels) tegen. Deze soorten hebben in het verleden toch al te leiden gehad onder visserijdruk en hebben momenteel te maken met concurrentie door exoten als de Amerikaanse zwaardschede.

5. Conclusies anno 2009

De evaluatie voor het jaar 2009 gebeurt aan de hand van de Evaluatiemethodiek. Deze methodiek volgt een piramide-aanpak: van een aantal globale communicatie-indicatoren (eenvoudige termen die het Schelde-estuarium beschrijven) wordt ingezoomd tot verschillende systeem verklarende factoren.

De communicatie-indicatoren, opgebouwd rond de thema's uit de Langetermijnvisie (LTV), worden in deze rapportage hoofdstuk per hoofdstuk behandeld. De evaluatie van elke communicatie-indicator is gebaseerd op een beperkt aantal toetsparameters.

De communicatie-indicator **Dynamiek Waterbeweging** krijgt in het jaar 2009 een negatieve beoordeling. Vanuit het standpunt van de veiligheid is de toename van de jaargemiddelde en extreme hoogwaterstanden negatief. Vanuit de analyse van de golfwerking kan geen conclusie getrokken worden.

De communicatie-indicator **Bevaarbaarheid** wordt negatief beoordeeld. De afname van de looptijden van het getij en de toename van de getijslag is ongewenst. De bevaarbare diepte (uitgewerkt als de parameters jaargemiddeld hoog- en laagwater, en onderhoudsbagger volumes) kent vooral op de Zeeschelde een negatieve ontwikkeling, terwijl dit voor de Westerschelde eerder positief is.

Voor de communicatie-indicator **Plaat- en geulsysteem** wordt geconcludeerd dat de toetsparameters monding en enkelgeulsysteem positief scoren. Voor het meergeulstelsel krijgen de westelijke macrocellen (1, 2 en 3)¹, een positieve score en de oostelijke macrocel (5, 6 en 7) een negatieve score. In macrocel 4

¹ De macrocellen in de Westerschelde bestaan uit de hoofdgeul en de nevengeul die rondom een plaatcomplex liggen. Binnen de macrocel zijn de waterbeweging, het transport van zand en door het getij en de ontwikkelingen van de bodem gekoppeld. In de

wordt de ontwikkeling van de platen, waarvan de hoogte is toegenomen en het aantal is afgenomen, negatief beoordeeld. De sedimenttransportcapaciteit in het meer- en enkelgeulstelsel is niet beschouwd, aangezien de wijze van berekenen, periode, getijcondities, sedimenttransportformule etc. nog vastgesteld moeten worden. In het enkelgeulstelsel is weinig veranderd aan de meandering. De veranderingen hierin hebben zich voorgedaan in periode voor 1910, voorafgaand aan de periode waarvan (tegenwoordig) digitale gegevens beschikbaar zijn.

De communicatie-indicator **Waterkwaliteit** scoort voor alle toetsparameters negatief, maar de trend is duidelijk positief. De slechte score is vooral te wijten aan de nog grote nutriënt- en vuilvracht die de Zeeschelde en haar zijrivieren binnenstroomt. Dit leidt tot een te grote zuurstofvraag met soms te lage zuurstofwaarden en ongunstige nutriëntverhoudingen. Gelukkig is de input van vervuilende stoffen doorgaans in dalende lijn.

De communicatie-indicator **Leefomgeving** voor flora en fauna is geëvalueerd op de toetsparameters oppervlak en kwaliteit. De ontwikkeling van het areaal diep en ondiep in de Zeeschelde scoort negatief, net als de breedte van oever en schor. De beperkte beschikbaarheid van onderlinge vergelijkbare ecotopenkaarten, maakt het trekken van conclusies voor de andere parameters vooralsnog niet mogelijk.

De communicatie-indicator **Flora en Fauna** laat een gemengd beeld zien. Het is dan ook een zeer diverse indicator met wel zeven toetsparameters. Geen enkele toetsparameter laat een volledig positief beeld zien, op de zeezoogdieren (gewone zeehond) na. De rekenparameters voor de Gewone Zeehond laten een positief beeld zien, maar de populatie is nog steeds afhankelijk van immigratie van individuen van elders. Voor de overige toetsparameters (vogels, vissen, macrobenthos, zoöplankton, fytoplankton en macrofyten) scoren bepaalde rekenparameters negatief: dit kan voor het volledige estuarium zijn, of voor een bepaalde zone in het estuarium. De verklaring hiervoor is vaak niet eenduidig. Ook kunnen binnen één rekenparameter bepaalde (sleutel)soorten een positieve evaluatie hebben, andere soorten een negatieve. Dit maakt één beoordeling lastig. Het is tevens duidelijk dat in de komende jaren werk gemaakt moet worden van goede referentielijsten, en lijsten met sleutelsoorten en exoten om een volledige toepassing van de evaluatiemethodiek toe te laten. Welke soorten geëvalueerd dienen te worden moet voor een aantal toetsparameters nader onderzocht worden, met een focus voor die soorten die een belangrijke rol, dan wel indicatief (positief, negatief) zijn voor het ecologisch functioneren van het estuariene systeem (zie evaluatie nota). Hierbij is het belangrijk dat niet alleen naar het voorkomen (occurrence) gekeken wordt, maar ook de aantallen/biomassa's (abundance) meegenomen worden. Deze laatste zullen beter onderscheidend zijn dan een evaluatie enkel op basis van voorkomen, zoals in deze rapportage is toegepast.

De communicatie-indicator **Ecologisch Functioneren** scoort over het algemeen onvoldoende. Op basis van de primaire productie zou men een hogere benthos biomassa moeten kunnen aantreffen in de Westerschelde. Ook in de Zeeschelde wordt de gewenste benthos biomassa niet gehaald. Daar komt bij dat de kokkelbestanden, reeds enkele jaren onder het minimaal gewenste niveau blijven, en lokaal toenemende exotenaantallen en -biomassa onder het macrobenthos voor een negatieve beoordeling van de macrobenthos diversiteit zorgen. De secundaire consumenten biomassa in het systeem haalt wel de orde van grootte die kan worden verwacht bij de huidige primaire consumenten biomassa.

hoofdgeul wordt de waterbeweging en het zandtransport door eb bepaald en in de nevengeul door vloed. Een belangrijk deel van het zandtransport vindt daardoor binnen de macrocel plaats en deze worden daarom als zanddelende delen beschouwd. Vanwege dat zanddelende karakter worden de macrocellen gebruikt voor het beheer en het beleid.