



## **SBIR<sup>1</sup> Oproep**

# **“Satellietdatagebruik voor monitoring van waterkwaliteitsvariabelen t.b.v. het berekenen van de primaire productie in het Eems-estuarium”**

**Openingsdatum:** 26 april 2017  
**Sluitingsdatum:** 24 mei 2017, 15:00 uur  
**Budget:** € 230.000,- (inclusief BTW)

Om een versnelling tot stand te brengen in het gebruik van satellietdata bij overheden en in de samenleving heeft het NSO innovatiegericht inkopen ruimtevaart (SBIR) geïntroduceerd. De financiële middelen hiervoor komen uit het nationaal flankerend ruimtevaartbeleid van het ministerie van EZ.

Deze SBIR is er op gericht om het gebruik van satellietdata te stimuleren. Het Satellietdataportaal is een faciliteit waarvan Nederlandse overheden, onderzoeksinstituten en bedrijven gebruik kunnen maken voor operationalisering van satellietdata toepassingen.

Rijkswaterstaat en het Netherlands Space Office (NSO) dagen gezamenlijk ondernemers uit om verschillende (basis)producten te ontwikkelen voor het Eems-Dollard estuarium die inzicht geven in de waterkwaliteit en die als input kunnen dienen voor het berekenen van primaire productie (PP) van pelagische en benthische microalgen in het Eems-Dollard estuarium.

De beste offertes krijgen een opdracht voor een haalbaarheidsonderzoek (SBIR fase 1). De beste haalbaarheidsonderzoeken krijgen een vervolgoopdracht om een prototype te ontwikkelen en te demonstreren (SBIR fase 2).

## **1. Het thema**

### Inleiding

Rijkswaterstaat (RWS) is het uitvoerende agentschap van het ministerie van Infrastructuur en Milieu in Nederland. De organisatie beheert in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu de rijkswateren, waaronder de zoutwatergebieden Waddengebied en Eems-Dollard estuarium. In deze gebieden is RWS coördinerend gebiedsbeheerder en stelt de beheerplannen op. RWS werkt samen met andere gebiedsbeheerders aan een goede waterkwaliteit en een goed leefgebied voor plant en dier, met ruimte voor menselijk medegebruik. Dit beheer is uitgewerkt in een aantal internationale, Europese, trilaterale en nationale richtlijnen, waaronder Natura2000 en de kaderrichtlijn Water. In november 2016

---

<sup>1</sup> SBIR staat voor Small Business Innovation Research



is het Eems-Dollard estuarium aangewezen als Natura-2000 gebied. Onderdeel van de genoemde richtlijnen vormt de monitoring van het waterlichaam, waarbij de ecologische en chemische toestand en trends van het waterlichaam worden gevolgd. Deze monitoring levert belangrijke en noodzakelijke informatie voor de uitvoering van het waterbeheer.

Naast de monitoring van waterkwaliteitsvariabelen zoals algen en troebelheid is het volgen van de ontwikkeling van de voedselproductie voor hogere organismen en de mens ook van belang voor het waterbeheer. Primaire producenten, zoals algen in het water en de benthische algen op de droogvallende platen, leggen onder invloed van licht  $CO_2$  vast tijdens de groei. Een verhoging van de troebelheid beïnvloedt de primaire productie door de beïnvloeding van het lichtklimaat. Het is belangrijk om de primaire productie te kennen, omdat dit proces de basis vormt van het mariene voedselweb en daarmee de draagkracht van het systeem bepaalt.

De ambitie van Rijk en regio rond het Eems-estuarium is dat de Eems-Dollard in 2050 ecologisch gezond functioneert. Onderdeel daarvan is het kennen en het monitoren van de in tijd en ruimte zeer sterk variërende troebelheid en primaire productie op basis van satellietbeelden. RWS heeft de intentie om basisvariabelen zoals troebelheid, benthische en pelagische algenconcentraties gebiedsdekkend en jaarrond te monitoren en jaarlijks in een vervolgstap de primaire productie in het Eems-estuarium te berekenen aan de hand van deze basisvariabelen. De primaire productie zal worden berekend in relevante tijdstappen, in verschillende gebiedsdelen en gesommeerd naar jaarproductie (kgC/jaar).

### Achtergrond

In het Waddengebied is het telkens weer de opgave om te komen tot een goede afweging van ecologische en socio-economische belangen ten behoeve van duurzame en rechtvaardige plannen voor alle betrokkenen. Er wordt veel geïnvesteerd in projecten die functies van het gebied moeten versterken of waarborgen. Ook zijn er meetprogramma's om de effecten van deze projecten te kunnen monitoren en, waar nodig, op lokaal of regionaal niveau bij te sturen. De huidige metingen geven geen inzicht in de primaire productie, bijvoorbeeld omdat ze vooral gericht zijn op toestandvariabelen (zoals concentraties en aantallen), en niet gebiedsdekkend zijn. In het Eems-Dollard gebied geldt dat de dynamiek in ruimte en tijd te groot is om kosteneffectief te monitoren met conventionele meettechnieken. Gezocht wordt naar een combinatie van (nieuwe) methodieken die met voldoende nauwkeurigheid de variabelen en de processen op de gevraagde tijd- en ruimteschaal kunnen volgen.

### Probleemstelling

De huidige monitoring heeft een tweewekelijkse frequentie op enkele puntlocaties in het estuarium. Dit is ontoereikend om voldoende gebiedsdekkende informatie over waterkwaliteit en primaire productie te verkrijgen. Omdat een sterke uitbreiding van het grondmeetnetwerk onbetaalbaar is, is RWS op zoek naar nieuwe (kosten)efficiëntere meetstrategieën. Daarbij kunnen satellietdata mogelijk een oplossing bieden. De inzet van dergelijke nieuwe technieken lijkt veelbelovend, maar is zeker nog niet gebruiksklaar. Met name door de complexiteit in ondiep troebel water met getij, door de grote variatie in ruimte en



tijd en de interacties met bodemreflecties, ligt voor dit gebied een grote uitdaging bij het bepalen van de basisvariabelen in het algemeen en de primaire productie in het bijzonder.

### Vraagstelling

In deze oproep wordt gevraagd om het leveren van een basisset aan dataproducten vervaardigd uit satellietdata, die zelfstandig van belang zijn voor het waterbeheer en nodig zijn voor het berekenen van de primaire productie (PP) van pelagische en benthische microalgen in het Eems-Dollard estuarium. Deze basisset moet, bij voorkeur over een geheel jaar, informatie over de volgende parameters bevatten.

Voor berekening van de primaire productie van het fytoplankton:

1. De temperatuur van het water (in °C);
2. De instraling (PAR, in  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ uur}^{-1}$  en  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$ );
3. De concentratie van zwevende stof ("Suspended Particulate Matter") in de bovenste laag van de waterkolom (in g SPM  $\text{m}^{-3}$ );
4. De concentratie van gekleurde opgeloste organische stoffen ("Coloured Dissolved Organic Matter") in het water (in mg CDOM  $\text{m}^{-3}$ );
5. De lichtverzwakkingscoëfficiënt ( $k_d$ ) van het water (in  $\text{m}^{-1}$ );
6. De concentratie van de biomassa van de pelagische microalgen van het fytoplankton (in mg chlorofyl-a  $\text{m}^{-3}$ ).

Voor berekening van de primaire productie van het microfytobenthos:

7. De temperatuur van het oppervlak van drooggevalen wadplaten (in °C);
8. De instraling (PAR, in  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ uur}^{-1}$  en  $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$ ), is hetzelfde als voor het fytoplankton;
9. Het sedimenttype van drooggevalen wadplaten, bij voorkeur als mediane korrelgrootte (in  $\mu\text{m}$ ) en slibgehalte (als % van deeltjes < 63  $\mu\text{m}$ );
10. De dichtheid van de biomassa van de benthische microalgen (in mg chlorofyl-a  $\text{m}^{-2}$ ) en de waarde van de proxy (NDVI of andere index) waaruit het chlorofyl-a van de algen wordt berekend.

Hierbij zijn de parameters m.b.t. temperatuur (#1, #7), SPM (#3), CDOM (#4) en biomassa (#6, #10) essentieel, en die m.b.t. instraling (#2, #8), lichtverzwakking (#5) en sedimenttype (#9) optioneel.

Bijzondere aandachtspunten hierbij zijn:

- De kwantificering van de nauwkeurigheid van de berekende basisvariabelen, ondermeer beïnvloed door de atmosfeer, de aanwezigheid van CDOM in het water, het watergehalte op de wadplaten, het getij, en bodemreflectie bij lage waterstanden e/o helder water. Hiervoor wordt per onderdeel een duidelijke beschrijving van de specifieke aanpak gevraagd rekening houdend met de genoemde invloeden, een onderbouwing van gekozen methode, en een kwantificering van de gevolgen van deze aanpak voor de nauwkeurigheid van de dataproducten;
- Een zo hoog mogelijke resolutie in de ruimte (waardoor de patronen van geulen en platen goed kunnen worden meegenomen) en in de tijd



(waardoor de seizoensdynamiek in waterkwaliteit en primaire productie goed kan worden vastgelegd, maar ook tijdens extreme milieumomstandigheden zoals stormvloed(en));

- De pilot dient zoveel mogelijk dataproducten over een heel jaar te genereren. Liefst wordt een zo recent mogelijk jaar gekozen (bijvoorbeeld 2015 of 2016), waarbij rekening gehouden dient te worden met de beschikbaarheid van hoge kwaliteit satellietdata en velddata.
- De snelheid waarmee actuele en kwaliteitgecontroleerde dataproducten kunnen worden aangeleverd om eventueel direct ingrijpen vanuit beheer mogelijk te maken.
- Bij de actualiteit, frequentie van update, kan gedacht worden aan seizoensgebonden informatie en (indien mogelijk) aan maandelijks updates en "near real time" informatie. Ontwikkel een dienst / product waarbij het mogelijk is middels het gebruik van satellietdata de hierboven genoemde actuele informatie te leveren, en geef aan op welke wijze de dataproducten aan RWS zullen worden aangeleverd.

Het perspectief van RWS is om de dataproducten en de daarop gebaseerde berekeningen van primaire productie in een later stadium op te schalen naar het Waddengebied en andere zoutwatergebieden in NL, als onderdeel van de reguliere MWTL monitoring van deze gebieden.

## **2. Beschikbaar budget**

Het maximum budget in fase 1 bedraagt € 30.000,- (incl. btw) per haalbaarheidsonderzoek. Er worden in fase 1 maximaal 3 haalbaarheidsonderzoeken gecontracteerd.

Het maximum budget voor fase 2 bedraagt € 70.000,- (incl. btw) per project. Er worden in fase 2 maximaal 2 projecten gecontracteerd.

In totaal wordt een budget van € 230.000,- beschikbaar gesteld door RWS en het ministerie van EZ samen voor fase 1 en fase 2 van deze SBIR.

## **3. Beoordeling**

De beoordeling van de haalbaarheidsonderzoeken en projecten vindt plaats door deskundigen van Rijkswaterstaat, en het Netherlands Space Office. Daarnaast zullen externe experts van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) en het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) betrokken zijn. Deze partijen zijn daarmee uitgesloten om zelf een projectvoorstel in te dienen voor deze oproep dan wel deelname in aanbiedende consortia. In de SBIR handleiding (versie januari 2017, <https://mijn.rvo.nl/documents/20448/80899/SBIR-handleiding+2017/198eeefb-9cf3-4bcf-b0e9-69c1e969aef0>) vindt u de voorwaarden en beoordelingscriteria die voor SBIR-projecten in het algemeen gelden.



Bij de beoordeling is per criterium maximaal het volgende aantal punten (100) toe te kennen:

1. Impact: het voldoen aan de vraag van de klant, ondermeer afhankelijk van de (vereiste en optionele) parameters waarvoor een oplossing geboden wordt, de nauwkeurigheid ervan en in welke mate deze een hoge resolutie in ruimte en tijd hebben: 50 punten
2. Technologische haalbaarheid: 30 punten
3. Economisch perspectief van het product: 20 punten

Voor deze SBIR zijn voor het eerste criterium de volgende aspecten van belang:

- a. Kwaliteit van de te leveren producten;
- b. Kwaliteit van de onderbouwing van de op te leveren producten;
- c. Mate waarin de innovatie bijdraagt aan het oplossen van de vraagstelling: hoe groot is de 'doorbraak' en hoeveel nieuwe functionaliteit ontstaat er voor RWS?
- d. Bruikbaarheid; de mate waarin de innovatie en technologie geschikt is voor het einddoel (monitoring van de basisvariabelen met satellietbeelden). En hoe personeel- en kennisintensief is het product/dienst voor RWS?
- e. Hoeveel waarde levert het voorstel voor het gevraagde budget ('value for money')?

#### **4. Informatiebijeenkomst**

Op 10 mei 2017 vindt bij RWS te Lelystad (Zuiderwagenplein 2, 8224 AD Lelystad) een informatiemiddag plaats. U kunt zich hiervoor aanmelden bij [info@spaceoffice.nl](mailto:info@spaceoffice.nl) met vermelding van uw persoons- en firmagegevens.

Het programma van de informatiemiddag ziet er als volgt uit:

- 13:30-14:00 uur: Inloop met koffie en thee
- 14:00-16:00 uur: Presentaties en gelegenheid tot het stellen van vragen.
- 16:00-16:45 uur: Napraten met een drankje.

#### **5. Uitvoering**

Het Netherlands Space Office (NSO) voert samen met RWS deze SBIR uit. NSO als dé Nederlandse ruimtevaartorganisatie ontwikkelt in opdracht van en in overleg met de Nederlandse overheid het Nederlandse ruimtevaartprogramma en voert dat uit. Een belangrijke randvoorwaarde voor het slagen van het Nederlandse ruimtevaartprogramma is een goede vraagsturing vanuit de overheid, de wetenschap en/of de markt, bijvoorbeeld via de topsectoren. Dit is essentieel voor het behoud van draagvlak voor investeringen in de ruimtevaart.



## 6. Informatie en contact

Alle informatie over deze tender vindt u op de volgende website:

<http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/aanbesteden-van-innovaties-sbir>

Op <https://mijn.rvo.nl/aanbesteden-van-innovaties-sbir> vindt u de SBIR handleiding (versie januari 2017) en de formats voor het indienen van een SBIR offerte.

Heeft u vragen met betrekking tot de SBIR "Satellietdatagebruik voor monitoring van waterkwaliteitsvariabelen t.b.v. het berekenen van de primaire productie in het Eems-estuarium" dan kunt u deze stellen aan het emailadres:

[info@spaceoffice.nl](mailto:info@spaceoffice.nl).

Het NSO secretariaat is telefonisch bereikbaar op nummer 088-6024500.

## 7. Indienen van de offerte

In de SBIR handleiding (versie januari 2017, paragraaf 2.1) staat beschreven waar een volledige offerte uit bestaat. Het elektronisch exemplaar moet vóór 15:00 uur per mail zijn ontvangen door NSO op **info@spaceoffice.nl** op de sluitingsdatum 24 mei 2017.

## 8. Publiciteit en intellectueel eigendom

In de SBIR handleiding (versie januari 2017) staan de afspraken ten aanzien van publiciteit en intellectuele eigendom beschreven in paragraaf 4.2 en 7.2.

## 9. Tijdspad

Informatiebijeenkomst	10 mei 2017
<b>Sluiting tender</b> , indienen fase 1 offertes	<b>24 mei 2017, 15:00 uur</b>
Bekendmaking uitslag	8 juni 2017
Opdrachtverstrekking fase 1	15 juni 2017
Inleveren rapport fase 1 en fase 2 offertes	oktober 2017
Bekendmaking uitslag fase 2	oktober 2017
Opdrachtverstrekking fase 2	oktober 2017
Deadline eindrapport fase 2	mei 2018

De Rijkswaterstaat (RWS) en het Netherlands Space Office (NSO) behouden zich het recht om bijgevoegd tijdspad indien nodig aan te passen. Dit zal tijdig aan (potentiële)opdrachtnemers worden gecommuniceerd.



## **Bijlage 1: Achtergrond**

### *Langjarige metingen Waddenzee*

Het Waddengebied geldt als één van de belangrijkste getijdengebieden van de wereld. In 2009 kreeg de Waddenzee een plek op de UNESCO Werelderfgoedlijst. De natuurwaarden van het gebied genieten speciale institutionele en juridische bescherming. De Waddenregio kent tegelijkertijd een intensief en gevarieerd gebruik door bewoners en bezoekers. Bestuur en beheer van de Wadden wordt voor een belangrijk deel bepaald door de vraag waar menselijk medegebruik (zoals visserij, recreatie, delfstoffenwinning en scheepvaart) strijdig is met het behoud van de Wadden als natuurgebied. De opgave is telkens weer te komen tot een goede afweging van ecologische en socio-economische belangen ten behoeve van duurzame en rechtvaardige plannen voor alle betrokkenen.

Het behoud van dit unieke en kwetsbare natuurgebied is daarom geen vanzelfsprekende zaak. Tal van bedreigingen liggen op de loer. Voorbeelden hiervan zijn de mogelijke "verdrinking" van de wadplaten en kwelders als gevolg van de stijging van de zeespiegel, de gevolgen van de huidige onbalans tussen invoer van stikstof, fosfor en silicaat voor de kwaliteit van de microalgen als voedsel voor zooplankton, macrozoobenthos (waaronder schelpdieren), de mogelijk toegenomen vertroebeling van het water en de verdere mondiale homogenisering van de Waddenzee flora en fauna als gevolg van import en het binnendringen van exoten. Soms is duidelijk wat de grote bedreigingen zijn en waar ze vandaan komen, maar soms is niet duidelijk wat de oorzaak is van een ontwikkeling (zoals het verlies van de functie van de Waddenzee als kraamkamer voor platvissen) of wat de gevolgen zijn van bepaalde ontwikkelingen (zoals de enkelvoudige en cumulatieve effecten van menselijke activiteiten waaronder delfstofwinning, visserij en baggerwerkzaamheden).

Om de bedreigingen het hoofd te bieden en het gebied haar waarde te laten behouden, wordt veel geïnvesteerd in projecten die functies van het gebied moeten versterken of waarborgen. Om de effecten van deze projecten te monitoren worden vaak afzonderlijke meetprogramma's opgesteld en uitgevoerd. De data die deze programma's opleveren geven de mogelijkheid om de vinger aan de pols te houden en, waar nodig, op lokaal of regionaal niveau bij te sturen. Het gevolg hiervan is een relatief grote meetinspanning rond het natuurlijk systeem. Gegevens worden verzameld door een groot aantal organisaties waaronder overheidsinstanties, onderzoeksinstellingen, beheerinstanties, bedrijven en vrijwilligersorganisaties.

Samengevat worden langjarige metingen om de volgende redenen uitgevoerd:

- In het kader van EU, trilaterale en internationale afspraken, zoals de KaderRichtlijn Water (KRW), de KaderRichtlijn Marien (KRM), Natura2000 (Vogel- en Habitatrichtlijn), Trilateral Monitoring and Assessment Programme (TMAP) en de Oslo-Paris Convention (OSPAR);
- Effectief beheer & beleidsondersteuning, vaak nationaal of regionaal van aard, zoals het Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL); Deltares ondersteunt RWS m.b.t. kustmorfologie en slib; IMARES meet jaarlijks bestanden van schelpdieren, vissen en garnalen, en toxische algen;



- Effecten studies, voor het in kaart brengen van gevolgen van potentieel schadelijke activiteiten, bijvoorbeeld in opdracht van GroningenSeaPorts (GSP) in de Eems-Dollard estuarium en de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) in de oostelijke Waddenzee, of van herstelprogramma's, bijvoorbeeld zoals nu besproken in het kader van de VisMigratieRivier (VMR) als onderdeel van De Nieuwe Afsluitdijk (DNA). Deze effectstudies zijn niet altijd langjarig;
- Ecosysteembegrip, bijvoorbeeld voedselaanbod voor wadvogels en sturende factoren voor de groei van microalgen, uitgevoerd door universiteiten en onderzoeksinstituten zoals de Rijksuniversiteit Groningen en het NIOZ.

Dergelijke meetinspanningen hebben ons inmiddels een schat aan informatie opgeleverd over een aantal ecologische ontwikkelingen in het Waddengebied. Men zou verwachten dat met al deze gegevens de bestuurders en beheerders zich een goed beeld kunnen vormen over het ecologisch functioneren van de Waddenzee en dat er voldoende indicatoren en parameters bekend zijn om de bedreigingen het hoofd te bieden. Dit is echter niet het geval.

De resultaten van de verschillende meetinspanningen in het Waddengebied zijn onderling niet altijd of moeilijk vergelijkbaar. Dit komt omdat de metingen vaak in een beperkt aantal geografische deelgebieden zijn uitgevoerd en het daardoor niet goed mogelijk is om een totale schatting voor het hele waddengebied te geven. Ook zijn metingen vaak op verschillende tijdstippen uitgevoerd (verschillende jaren, seizoenen of momenten in het tij). Het kan ook zijn dat de temporele resolutie van bepaalde metingen (b.v. hoogte- en dieptebepalingen, sediment korrelgrootte) te beperkt is om veranderingen voldoende duidelijk te volgen of om de relevante dynamiek van de processen goed te kunnen beschrijven. Daarnaast zijn de huidige metingen vooral gericht op toestand variabelen (zoals concentraties en aantallen) en niet op belangrijke ecologische processen als primaire productie.

Waar het monitoring ten behoeve van ecosysteembegrip en adaptief beleid betreft, zal gezocht moeten worden naar meest efficiënte monitoring strategie ("de hoogste informatiedichtheid voor de laagste kosten") waar processnelheden een expliciet onderdeel zijn. Voor veel processen geldt dat de dynamiek in ruimte en tijd te groot is om kosteneffectief te kunnen beschrijven met behulp van conventionele meettechnieken. Er wordt daarom gezocht naar een combinatie van nieuwe methodieken die met voldoende nauwkeurigheid de processen op de gevraagde tijd- en ruimteschaal (nl. gebiedsdekkend en tijdgeïntegreerd) kunnen volgen.

Denk hierbij ondermeer aan het gebruik van satellietbeelden en andere EO ("Earth Observation") technieken voor de kartering van bodemtypen van de wadplaten. Bij inzet van deze nieuwe technieken blijven de tijdrovende handmatige metingen nodig voor ijking, maar kan het aantal metingen gereduceerd worden terwijl de informatiestroom toeneemt. Ook al zijn de eerste resultaten veelbelovend, de technieken zijn nog niet geheel gebruiksklaar. De uitdaging is om deze methodieken zo vroeg mogelijk in te zetten voor monitoring en in gebruik nog verder te ontwikkelen.





### *Primaire productie*

Primaire productie, in dit geval alleen-primaire productie van microalgen, is het proces waarin algen d.m.v. fotosynthese CO<sub>2</sub> fixeren en de gefixeerde CO<sub>2</sub> omzetten in nieuwe algen-biomassa. Dit proces is belangrijk omdat het de basis vormt van het mariene voedselweb, en aldus de grenzen stelt aan de draagkracht van het systeem. De primaire productie in de Waddenzee zal vooral bepaald worden door de volgende factoren: de beschikbare hoeveelheid licht in de waterkolom, de beschikbaarheid van nutriënten en de begrazing en eventuele sterfte door virusinfecties. Daarnaast speelt de uitwisseling van algen in een bepaald gebied met andere gebieden een rol in de opbouw van lokale algenpopulaties.

In de Waddenzee wordt onderscheid gemaakt in twee groepen microalgen: het fytoplankton (de algen in de waterkolom) en het microfytobenthos (de microalgen die leven op de wadplaten en slikken). Net als voor fytoplankton zijn ook licht, nutriënten en begrazing belangrijke sturende factoren voor het microfytobenthos (MPB). Echter, voor MPB spelen ook het type sediment, de droogvalduur en hydrodynamische energie een rol. Intergetijde-sediment, bestaande uit fijn zand en slib, zal i.h.a. een hogere MPB biomassa hebben dan grover zand. Het grovere zand bevat meestal een lagere MPB biomassa, en bevat een groter aandeel aan algensoorten die zich hechten aan de zandkorrels.

Zowel het fytoplankton als het microfytobenthos (MPB) zijn een belangrijke voedingsbron voor de hogere trofische niveaus, waarbij het belangrijk is te realiseren dat iedere groep zijn eigen deel van het voedselweb subsidieert. Het microfytobenthos is daarnaast een "ecosystem engineer": doordat MPB extracellulaire polymeren (EPS) uitscheidt verhoogt het de cohesie van het sediment, en dit gaat erosie tegen. Het gevolg is dat het sediment wordt vastgelegd, vooral tijdens het groeiseizoen, en dat als gevolg hiervan de waterkolom helderder wordt. Zo beïnvloedt het MPB zijn eigen lichtklimaat positief.

### *Eems-Dollard estuarium*

Het beheer van het Eems-Dollard estuarium valt zowel onder de Duitse als de Nederlandse regering, die beiden streven naar een goede waterkwaliteit en een goed leefgebied voor plant en dier, met ruimte voor menselijk medegebruik. Dit beheer is uitgewerkt in een aantal internationale, Europese, trilaterale en nationale richtlijnen, waaronder Natura2000 en de kaderrichtlijn Water. In november 2016 is het Eems-Dollard estuarium aangewezen als Natura-2000 gebied. Onderdeel van deze richtlijnen vormt een vanuit de overheid opgezet monitoringnetwerk, waarbij onder andere gevolgd kan worden in hoeverre de gewenste ecologische en chemische toestand van de Waddenzee gerealiseerd is.

De afgelopen periode is er door regio en Rijk gewerkt aan het opstellen van het meerjarig adaptief programma Eems-Dollard 2050 (ED2050). Het doel van ED2050 is om te komen tot een samenhangende inzet van maatregelen en onderzoek ter verbetering van de kwaliteit van de Eems-Dollard estuarium, waaronder een reductie van hoge slibgehalten in het water en een toename in de pelagische primaire productie. Vanwege de onzekerheden en de nieuwe kennis en inzichten die zeker beschikbaar komen, werkt ED2050 met uitvoeringsfasen



voor de duur van vijf jaar. Aan het eind van een vijfjarige periode vindt een evaluatie plaats die de basis voor de volgende uitvoeringsfase vormt. Zo is het mogelijk de programmering steeds optimaal af te stemmen op de kennis, inzichten en nieuwe ontwikkelingen.

Voor toekomstige opschaling van de huidige monitoring o.b.v. puntmetingen m.b.t. waterkwaliteit in het Eems-Dollard estuarium naar een ruimtelijk beeld kan mogelijk gebruik gemaakt worden van verschillende satellietinstrumentaria, waaronder de Europese Sentinel satellieten. Gestreefd wordt naar een zo hoog mogelijke resolutie van de informatie in ruimte en tijd. Met dergelijke instrumenten zouden (bij onbewolkt weer) waterkwaliteitsparameters zoals algenbiomassa, zwevende stof, doorzicht en temperatuur kunnen worden gemeten, op voorwaarde dat de atmosferische correctie goed genoeg is om deze basisvariabelen uit de beelden te verkrijgen. Aan de hand van zogenaamde BPI modellen kan in een vervolgstap de primaire productie van het fytoplankton en microfytobenthos worden geschat.

#### *Basis data vs berekening primaire productie*

Naast het gebruik van de informatie over seizoensvariatie (en extreme waarden) in waterkwaliteit en de primaire productie voor het lokale waterkwaliteitsbeheer van het Eems-Dollard estuarium, zal deze informatie ook gebruikt gaan worden om mogelijke veranderingen/trends in gebiedsdekkende schattingen van de totale primaire productie per jaar te detecteren. Hierbij zal de variatie in primaire productie van zowel het microfytobenthos als het fytoplankton in ruimte en tijd worden geïntegreerd tot een schatting van de jaarproductie (in kg C/jaar) van het Eems-Dollard estuarium.

Voor de berekening van de pelagische en bentische primaire productie zal dan (buiten deze opdracht) de procedure gevolgd worden beschreven in het rapport "Primaire Productie in de Waddenzee: meten en berekenen" (Kromkamp & Philippart, 2015). Voor deze berekeningen zijn een aantal input variabelen nodig die (mogelijk) door middel van satellietdata, bijvoorbeeld uit het satellietdataportaal en het Copernicus Sentinel Programma, vervaardigd kunnen worden. Deze oproep richt zich dus niet op het ontwikkelen en toepassen van een rekeninstrument voor primaire productie, maar geheel op het leveren van basisdata die voor deze berekening nodig zijn (zie "vraagstelling").

Voor een effectief en efficiënt beheer van waterkwaliteit en productie van het Eems-Dollard estuarium is het kunnen beschikken over juiste en actuele informatie noodzakelijk. Een universele basisset van relevante data voor dit gebied zou een enorme aanvulling zijn, en de nieuw te ontwikkelen technieken waarschijnlijk ook toepasbaar voor het beheer van andere grote zoutwatergebieden in Nederland.