

## Sleutelaspecten: Fytoplankton

### Analysedocumenten voor de sleutelaspecten van de basismonitoring Wadden

Datum 7 april 2020

Rick Hoeksema, Lies van Nieuwerburgh, Louis Peperzak, Katja Philippart en Jos Schilder.

Dit document bevat het format voor de analysedocumenten basismonitoring. De analysedocumenten doorlopen vier fasen, zoals beschreven in tabel.

Het doel van basismonitoring:

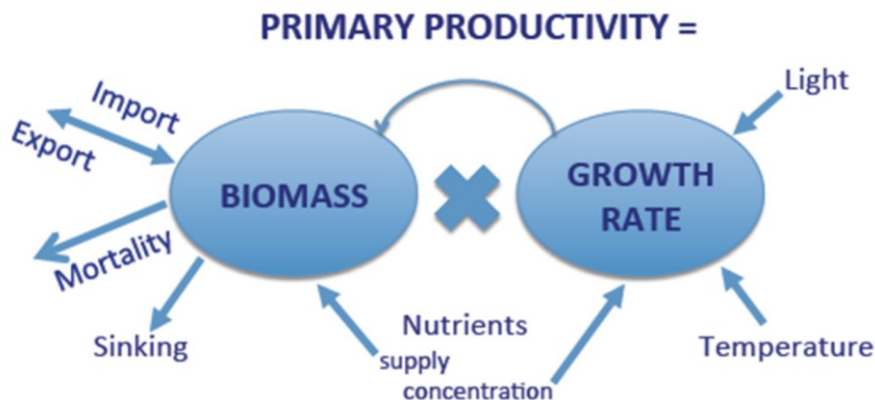
- Vaststellen of we datgene monitoren wat we nodig hebben om te kunnen beoordelen of we met het gevoerde beheer de overeengekomen beleidsdoelen bereiken.
- Adviseren over de monitoring die gewenst is, maar nog ontbreekt.

Het analysedocument beschrijft waar de monitoring niet toereikend is voor het analyseren van de doelen.

Fasering	Inhoud per fase
<b>Fase 1 - de wens &amp; het conceptuele model</b>	<b>A.</b> Bepalen van de informatiebehoeften vanuit beheer- & beleidsdoelen.
	<b>B.</b> Welke zijn meetbare omschrijvingen van die behoeften?
	<b>C.</b> Welke zijn geschikte indicatoren om vast te stellen in welke mate doelen zijn gerealiseerd?
<b>Fase 2 - het wat</b>	<b>A.</b> Wat wordt er al gemeten?
	<b>B.</b> Wat moet er nog worden gemeten?
<b>Fase 3 - het hoe</b>	<b>A.</b> Hoe meet je de parameters voor 2.B?
	<b>B.</b> Zijn die te integreren in bestaande c.q. zijn er aanvullende meetprogramma's nodig?
<b>Fase 4 - het advies</b>	<b>A.</b> Wie gaat er wat meten, waar en wanneer (ruimte en tijdschaal)?
	<b>B.</b> Wat zijn de kosten en wie zijn mogelijke financiers?.

#### Fase 1 De wens en het conceptuele model

**A** Beschrijf hier het sleutelaspect en de vastgestelde doelen en subdoelen van de leden van het kernteam (Rijkswaterstaat, LNV, CWN, SBB). Deze doelen zijn vastgelegd in het ambitiedocument (ambitiedocument basismonitoring Wadden).



Figuur x. Conceptueel model van relatie tussen primaire productie en biomassa van fytoplankton, waarbij lokale biomassa (vaak uitgedrukt als  $\text{mg CHL a m}^{-3}$ ) de uitkomst is van import, export, bezinking, opwerveling, sterfte en groei. Al deze structurende factoren worden bepaald door de combinatie van de omgevingscondities (b.v. licht, voedingstoffen, wind-gedreven golven) en de specifieke eigenschappen van de fytoplanktonsoorten (b.v. grootte, maximale groeisnelheid). Bron: <https://www.walterwaddenmonitor.org/en/themes/climate-nature/hoofdstuk/informatiebehoefte/>.

Sleutelaspect  
Fytoplankton

Doelen

### **Structuurvisie Wadden (PKB)**

De structuurvisie Wadden beschrijft het vastgestelde huidige beleid van de Wadden.

#### *Hoofddoel*

De flora en fauna zijn rijk, gevarieerd en in hoeveelheden aanwezig zoals die ook voor de periode van eutrofiering aanwezig waren.

#### *Informatiebehoefte fytoplankton*

In de Waddenzee gaat het om pelagisch en bentisch fytoplankton. Beide spelen een belangrijke rol in de Waddenzee. Wat betreft het belang van fytoplankton voor het voedselweb dient opgemerkt te worden dat ook bodemalgen een grote bijdrage (ca. 50%) leveren aan de totale primaire productie van de Waddenzee<sup>1</sup>, en een belangrijke voedselbron zijn voor veel soorten bodemdieren<sup>2</sup>. Recent is bovendien gebleken dat waar wadplaten onder invloed staan van de afvoer van rivierwater, bijvoorbeeld de westelijke Waddenzee, ook zoetwateralgen een belangrijk deel van het dieet van schelpdieren vormen<sup>3</sup>. Er bestaan voor de Waddenzee echter geen langjarige metingen aan biomassa, productie en soortensamenstelling van bodemalgen en zoetwateralgen. NIOZ heeft, op verzoek van RWS, verkent wat de mogelijkheden zijn om de biomassa en productie van bodemalgen aan de hand van satellietbeelden te volgen. De eerste resultaten zijn veelbelovend, en zouden mogelijk als een aanvullend analysedocument verder kunnen worden uitgewerkt voor de Basismonitoring Wadden.

In de basismonitoring is een voorlopige indicator opgesteld waarbij inzicht in fytoplankton van belang is. Deze indicator betreft de primaire productiviteit, aangegeven door bladgroenconcentraties in water en bodem (kwantiteit en ruimtelijke spreiding).

Het hoofddoel gaat ook in op rijk en gevarieerd en daarmee is er ook behoefte aan informatie over de soortensamenstelling van het fytoplankton en de variabiliteit daarvan om iets te kunnen zeggen over de rijkdom van de flora van de Wadden.

### **Agenda voor het Waddengebied.**

Dit is de opvolger van de Structuurvisie voor de Wadden. De agenda voor het Waddengebied is nog niet afgerond en vastgesteld.

#### *Hoofddoel*

'Het behoud en versterken van een robuuste, dynamische en veerkrachtige natuur. Natuur die tegen een stootje kan en nieuwe ontwikkeling als klimaatverandering kan opvangen. Maar ook een natuur waar mensen van leven en in leven, waar medegebruik mogelijk is mits het de natuur en het landschap niet aantast.'

Over kennisontwikkeling is het volgende opgenomen: 'De kennis over Waddenecosysteem langs meerdere sporen te ontwikkelen.'

#### *Informatiebehoefte fytoplankton*

Vergelijkbaar met die van de structuurvisie. Aanvullend is er expliciet behoefte aan inzicht in de robuustheid van de natuur om een nieuwe ontwikkeling als klimaatverandering op te vangen. Hier zou fytoplanktonmonitoring een rol kunnen spelen.

<sup>1</sup> Philippart C.J.M. & G.C. Cadée (2000). Was total primary production in the western Wadden Sea stimulated by nitrogen loading? Helgoland Marine Research 54, 55-62

<sup>2</sup> Christianen, M.J.A.; Middelburg, J.J.; Holthuijsen, S.J.; Jouta, J.; Compton, T.J.; Heide, T. van der; Piersma, T.; Sinninghe Damsté, J.S.; Veer, H.W. van der; Schouten, S.; Olff, H (2017) Benthic primary producers are key to sustain the Wadden Sea food web: stable carbon isotope analysis at landscape scale. Ecology 98, 1498-1512.

<sup>3</sup> Jung, A.S., H.W. van der Veer, M.T.J. van der Meer, C.J.M. Philippart (2019) Seasonal variation in the diet of estuarine bivalves. PlosONE, June 17, 2019, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217003>

## **Natura2000**

Natura2000 is een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden met als belangrijkste doelen het beschermen en behoud van soortenrijkdom en habitats.

### *Hoofddoel*

Er zijn geen specifieke doelen over fytoplankton opgesteld in het [Natura2000 beheerplan voor de Waddenzee](#). Ook zijn er geen typische soorten fytoplankton aangewezen voor habitattype H1110 (permanent overstromde zandbanken). Voor H1110 is beschreven dat fytoplankton en zoöplankton een belangrijke rol spelen als basis voor een grote productiviteit, voor de kinderkamerfunctie voor vele vissoorten en van betekenis voor broedvogels, trekvogels en zeezoogdieren. Het goed functioneren van H1110 is te herkennen aan de samenstelling en leeftijdsopbouw van de levensgemeenschap.

### *Informatiebehoefte fytoplankton*

Monitoring van fytoplankton (en zoöplankton) geeft inzicht in de basis van het voedselweb en daarmee de draagkracht van het ecosysteem (in dit geval habitattype H1110).

## **KRW/ KRM**

Voor het Nederlandse deel van de Waddenzee geldt (tot aan twee kilometer van de noordzijde van de kustzone van de eilanden) dat de kaderrichtlijn water (KRW) leidend is. De kaderrichtlijn marien (KRM) voegt zich in dit gebied dus naar de KRW. De KRW is een Europese richtlijn die tot doel heeft de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater te borgen. Voor de KRW valt de Waddenzee onder watertype K2. Op basis van de [vastgestelde maatlatten](#) betekent dat het volgende voor de informatiebehoefte in het kader van de KRW.

### *Informatiebehoefte fytoplankton*

Soortensamenstelling wordt voor K2 niet beoordeeld, chlorofyl a concentraties wel. De beoordeling daarvan gebeurt op basis van de 90-percentiel waarden van de zomermetingen (1 maart – 30 september), waarbij minimaal 1 maal per maand wordt gemeten.

## **PAGW (Programmatische aanpak Grote wateren) Waddenzee**

Dit behelst een divers pakket aan maatregelen voor het herstel van natuur. Alle maatregelen die genomen zullen worden in de Waddenzee hebben betrekking op het voedselweb. De kern van het herstel van de onderwatermatuur bestaat uit het aanpakken van de negatieve effecten van waterveiligheidswerken en het daar waar mogelijk wegnemen van andere invloeden van de mens, waardoor soorten en leefgebieden zich weer gaan herstellen. Voor effectevaluatie is voldoende inzicht nodig in het functioneren van het ecosysteem.

### *Informatiebehoefte fytoplankton*

Om de voortgang van de maatregelen te monitoren is het van belang te weten hoe de basis van het voedselweb er uit ziet en zich ontwikkelt als gevolg van de maatregel om de mate van herstel te kunnen inschatten.

## **UNESCO Werelderfgoed Wadden**

De Waddenzee is uitgeroepen tot UNESCO werelderfgoed op basis van de unieke geologische en ecologische waarden van dit gebied. Als onderdeel daarvan is een vereiste dat de bescherming en het beheer van het gebied effectief is veiliggesteld. Dit doet Nederland in samenwerking met Denemarken en Duitsland in de **Trilaterale Waddenzee Samenwerking**.

### *Informatiebehoefte fytoplankton*

In het [Wadden Sea Plan 2010](#) valt te lezen dat fytoplankton alleen wordt genoemd in het kader van eutrofiering, en dat de monitoring en beoordeling zich voegt naar de KRW.

## **Natuurbeheer Waddenzee in het kader van het Instandhoudingsplan natuur Waddenzee**

Rijkswaterstaat gaat uit van de ecosysteembenadering, zoals beschreven door [OSPAR](#) en ook nagestreefd in de KRM. Dit behelst het geïntegreerd beheer van de menselijke activiteiten, gebaseerd op kennis van de dynamiek van het ecosysteem, met als doel de invloeden die kritisch zijn voor de gezondheid van het systeem te identificeren en hierop actie te ondernemen, en

hierdoor een duurzaam gebruik van ecosysteemproducten en -diensten, en behoud van de integriteit van het ecosysteem te bereiken.

#### *Informatiebehoefte fytoplankton*

Om de ontwikkelingen en de verbeteringen van het voedselweb van de Waddenzee te kunnen volgen is het belangrijk informatie in te winnen over primaire productie, de basis van het voedselweb. De soortensamenstelling en biomassa van fytoplankton zijn van belang voor het overbrengen van energie naar hogere trofische niveaus.

#### **Fundamenteel Onderzoek**

Het NIOZ meet een aantal basis ecosysteemvariabelen met als doel om wetenschappelijke vragen te kunnen beantwoorden. Fytoplanktonbiomassa, soortensamenstelling en pelagische primaire productie zijn drie van deze variabelen. Voorbeelden van andere variabelen zijn zoutgehalte, temperatuur, zwevende stof, doorzicht en voedingsstoffen (stikstof, fosfaat en silicaat). Deze langjarige basismetingen vinden plaats bij hoogwater op één locatie, de meetsteiger in het Marsdiep<sup>4</sup>. Het fytoplankton wordt gezien als primair onderdeel van het mariene voedselweb en als een indicator voor lange termijn processen, zie de lijst hieronder. Deze lijst is niet compleet omdat in de toekomst nieuwe wetenschappelijke vragen zich zullen voordoen. De NIOZ fytoplanktondata kunnen ook voor de beantwoording van beleids- en beheersvragen gebruikt worden.

Fytoplankton is een goede variabele om verschillende ontwikkelingen en drukfactoren te onderzoeken. De samenstelling en de productie van fytoplankton leent zich uitstekend als indicator voor:

- Langjarige veranderingen in het ecosysteem t.g.v. veranderingen in nutriënten, temperatuur en andere fysische processen: de zogenaamde abiotische factoren
- Verschuivingen in de seizoendynamiek van het ecosysteem
- Gradienten van Waddenzee tot Noordzee: zijn deze geleidelijk of abrupt?
- Nutriëntenbelasting
- Klimaatverandering
- Vertroebeling (b.v. als gevolg van baggeren)
- Voedselbron voor algen etende, filterende mariene organismen
- Zoetwateralgen als onderdeel van het dieet van mariene organismen
- Bodemalgen als onderdeel van de zwevende algen
- Draagkracht voor maricultuur (b.v. mosselkweek)
- Introducties van exoten
- Een gezonde en veerkrachtige fytoplanktongemeenschap

Voor een natuurbeheerder is het belangrijk deze ontwikkelingen te kunnen volgen en de juiste maatregelen te kunnen nemen. Zonder lange termijn meetreeksen zijn effecten van beleid en beheer (eutrofiëring, ruimtegebruik) en veranderingen in het ecosysteem (klimaatverandering) niet te onderzoeken. Een ecosysteem ontwikkelt zich uitsluitend naar een natuurlijke dynamiek als de abiotische randvoorwaarden ook een natuurlijke dynamiek kennen. Aspecten als doorzicht, stroomsnelheid, zuurstof, voedselrijkdom enz. moeten eveneens voldoende variatie hebben om het ecosysteem voldoende dynamisch te maken. Zodra één aspect gaat veranderen, verandert de soortenrijkdom mee. Fytoplankton is hiervoor een goede indicator: eutrofiëring en de-eutrofiëring ging gepaard met een verandering in soortensamenstelling<sup>5</sup>, verschillende watermassa's in de Noordzee kunnen gelokaliseerd worden aan de hand van verschillen in seizoendynamiek in algensoortensamenstelling<sup>6</sup>.

Daarnaast is fytoplankton een belangrijke variabele om ook de effecten van de eigen activiteiten van de natuurbeheerder in beeld te hebben, zoals effecten van baggeren en verspreiding van

<sup>4</sup> Jacobs, P., J.C. Kromkamp, S.M. van Leeuwen, C.J.M. Philippart (2020) Planktonic primary production in the western Dutch Wadden Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 639: 53-71.

<sup>5</sup> Philippart, C.J.M., Beukema, J.J., Cadée, G.C., Dekker, R., Goedhart, P.W., van Iperen, J.M., Leopold, M.F. & Herman, P.M.J. 2007. Impacts of nutrient reduction on coastal communities. *Ecosystems* 10, 95-118.

<sup>6</sup> Jung, A.S.; Bijkerk, R.; van der Veer, H.W.; Philippart, C.J.M. (2017). Spatial and temporal trends in order richness of marine phytoplankton as a tracer for the exchange zone between coastal and open waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 97(3): 477-489

bagger, en het berekenen van de draagkracht van de Waddenzee i.r.t. Blue Growth (ruimte voor mosselweekpercelen, etc.).

#### **B Beschrijf hier de meetbare omschrijving van de doelen**

Op basis van de bovenstaande inventarisatie kan geconcludeerd worden dat een aantal thema's centraal staan in de diverse beleids- en beheerdoelstellingen: Eutrofiëring en Primaire productiviteit, Voedselweb en de draagkracht, invloed van Klimaatverandering, en Soortenrijkdom. Hieronder een opsomming van meetbare doelen en de beleids- en beheerdoelstellingen waar ze aan gekoppeld zijn.

#### **Eutrofiëring en Productiviteit**

(Allen doelen)

De Waddenzee wordt niet belast met nutriëntentoevoer die de waarden van voor 1950 overstijgen, te weten 150-350 mol s<sup>-1</sup> N en 5-10 mol s<sup>-1</sup> P<sup>7</sup>. Dagelijks debiet van de IJsselmeersluizen en de totaal N en P concentraties. Artikel 4,

De concentraties van chlorofyl a overstijgen de normen gesteld in de KRW niet. 90 percentiel zomerwaarde, 1 maart t/m 30 september, maandelijks of 2 wekelijks?

#### **Voedselweb – draagkracht**

(N2000, PAGW, (onderzoek?))

De primaire productie door algen is hoog genoeg en van voldoende kwaliteit om draagkracht te bieden voor de nagestreven biodiversiteit en abundanties in de rest van het ecosysteem.

De hoogte van de primaire productie is te meten aan de benthische en pelagisch algen, Benthische algen meten met zuurstofconcentratie<sup>8</sup> of satelietmetingen. Pelagische algen incubatie 14CO<sub>2</sub>.

De gevraagde voldoende kwaliteit is niet te meten als de waarden voor nagestreefde biodiversiteit en abundantie niet bekend zijn. Wel te meten is de kwaliteit op basis van diversiteitsmetingen, cel aantallen per liter. De kwaliteit is uit te drukken in diversiteit of verhouding van de diatomeeën en de flagelaten (literatuur 3), deze waarden kunnen uit huidige diversiteitsmetingen gehaald worden.

#### **Klimaatverandering (en andere veranderingen in abiotiek)**

(Instandhoudingsplan, Agenda voor het Waddengebied, (onderzoek?))

De effecten van klimaatverandering (of andere veranderingen in de abiotiek) op de fytoplanktongemeenschap worden gesignaleerd.

Hiervoor zijn meetreeksen nodig van aantalstellingen, aantal cellen per liter, langer dan 30 jaar.<sup>9</sup>

Tot 30 jaar meet je variatie in weersinvloeden. Andere gewenste variabelen, zout, temperatuur, ph, nutriënten en troebelheid (bv zwevend stof of doorzicht). (lit Louis )

#### **Soortenrijkdom**

(Instandhoudingsplan, PKB, (onderzoek?); ook van belang voor voedselweb/draagkracht)

De diversiteit van de fytoplanktongemeenschap (in tijd en ruimte) weerspiegelt de natuurlijke dynamiek in abiotische omstandigheden.

Voorkomen van plaag- en toxische algen is vergelijkbaar met die in de periode voor eutrofiëring, 1950. Dit is te meten met aantalstellingen in hoge frequentie, per week

<sup>7</sup> van Raaphorst, W & V.N. de Jonge (2004) Reconstruction of the total N and P inputs from the IJsselmeer into the western Wadden Sea between 1935–1998. J Sea Res 51, 109-131.

<sup>8</sup> **Benthic photosynthesis in submerged Wadden Sea intertidal flats**, MarkusBillerbeck, HansRøyKatjaBosselmann<sup>1</sup>MarkusHuetter<sup>2</sup>, [Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 71, Issues 3–4](#), February 2007, Pages 704-716

<sup>9</sup> 2) Abiotic drivers of interannual phytoplankton variability and a 1999–2000 regime shift in the North Sea examined by multivariate statistics Louis Peperzak & Harry Witte (2019). J. Phycol. 55: 1274-1289.

Voorkomen van nieuwe exotische fytoplanktonsoorten<sup>10</sup> is minimaal. Dit doel is een afgeleid doel en geeft aan in hoeverre sprake is van een diversiteit die aansluit bij natuurlijke dynamiek en abiotische omstandigheden. Dit is te meten met aantalstellingen.

De diversiteit en productie van de gemeenschap van benthische algen weerspiegelt de natuurlijke dynamiek in abiotische omstandigheden.

Wat is de periode van eutrofiering?

(zie plaatje hieronder; Peeters & Peperzak gaat meer over de Hollandse kustzone; Van Beusekom e.a. specifiek over de Waddenzee dus ik houd deze aan).

Pre-eutrofiering is voor 1950.

Eutrofiering is 1950-2010

Post-eutrofiering is na 2010.

## Periode voor Eutrofiering

Voor Eutrofiering is voor 1960. Zie Introductie Peeters & Peperzak 1990 (dus 20 jaar geleden):

"1. INTRODUCTION

In the last thirty years the riverine phosphorus and nitrogen loads into the North Sea have increased considerably (VAN BENNEKOM et al., 1975; POSTMA, 1985). Large-scale oxygen deficiencies in the German Bight (RACHOR & ALBRECHT, 1983; GERLACH, 1984) and the increase in phytoplankton and shifts in its species composition (CADF: E & HEGEMAN, 1986; RADACH & BERG, 1986) have been attributed to eutrophication." f na 1950 voor de Waddenzee. Zie van Beusekom et al. 2019:

"The Wadden Sea is a shallow intertidal coastal sea, largely protected by barrier islands and fringing the North Sea coasts of Netherlands, Germany, and Denmark. It is subject to influences from both the North Sea and major European rivers. Nutrient enrichment from these rivers since the 1950s has impacted the Wadden Sea ecology".

Na eutrofiering is niet zo duidelijk maar je zou kunnen zeggen na 2010: (zelfde ref): "During the past decade, the lowest nutrient inputs since 1977 were observed but these declining trends are leveling out for TP.

Phytoplankton biomass (measured as chlorophyll a) in the Wadden Sea has decreased since the 1980s and presently reached a comparatively low level."

Met opmaak: Engels (Verenigde Staten)

**C** Welke zijn geschikte indicatoren om vast te stellen in welke mate doelen zijn gerealiseerd? Graag input van experts d.m.v. een workshop!

De N:P wordt van belang als de N en P concentraties dalen tot groeilimiterend voor het fytoplankton. Dit gebeurt al gedurende ieder seizoen (eerst raakt P op, dan N in de zomer). Soorten die met relatief weinig N toekunnen (lage N:P in zomer) of soorten die met weinig P toekunnen (hoge N:P in voorjaar) kunnen dan gaan overheersen. Door afname van de N en P concentraties (de-eutrofiering of oligotrofiering) wordt de N:P verhouding belangrijker. De Si concentratie is ook belangrijk, en dus N:P:Si, ivm de diatomeengroei. Alle nutriënten worden in MWTL en door NIOZ gemeten. Hopelijk ook in de toekomst

Overige indicatoren nog invullen. (Actie)

<sup>10</sup> Meijer et al. (2015). Dominance of the non-indigenous diatom *Mediopyxis helysia* in Wadden Sea phytoplankton can be linked to broad tolerance to different Si and N supplies. J Sea Res 95, 36-44.

## Fase 2 het wat

**A** Beschrijf hier wat al wordt gemeten. Het gaat om het totaal aan monitoring dat plaatsvindt in het gebied met betrekking tot het onderwerp. Gebruik hiervoor de onderstaande invullijst die gebaseerd is op de factsheets van WaLTER, loop deze na en vul deze zo nodig aan (zie factsheets op <http://eva.walterwaddenmonitor.org/monitoringtools/#B1>). Check ook de excel tabel van de metingen vanuit RWS

### Huidige monitoring

Overzicht lopende monitoring fytoplankton Waddenzee staat op onderstaande website en bevat ook een overzicht/advies over monitoringsfrequentie (zie specifiek Figuur 4)

<https://www.walterwaddenmonitor.org/en/themas/climate-nature/>

O2	Eems-Dollard	Bocht van Watum	BOCHTVWTM	MWTL	KRW - vervalt
K2	Terschelling (kustvak)	Boomkensdiep	BOOMKDP	MWTL	KRW - vervalt
K2	Waddenzee oost	Dantziggat	DANTZGT	MWTL	KRW - vervalt
K2	Waddenzee west	Doove Balg west	DOOVBWT	MWTL	KRW - vervalt
O2	Eems-Dollard	Groote Gat noord	GROOTGND	MWTL	KRW - vervalt
O2	Eems-Dollard	Huibergat oost	HUIBGOT	MWTL	KRW - vervalt
K2	Waddenzee west	Marsdiep noord	MARSDND	MWTL	KRW - vervalt
K3	Waddenkust (Kustzone, NCP)	Rottumerplaat 3 km uit de kust	ROTTMPT3	MWTL	KRW - vervalt

### KRW

<div>- Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen juli 2014</div>

#### Ecologische Toestand of Potentieel

Plankton bestaande uit plantaardige organismen.

Toelichting: Omvat onder meer eencelligen, diatomeeën, groen-, goud-, pantsers-, juk en blauwwieren. Sommige soorten kunnen zich onder bepaalde omstandigheden explosief vermeerderen waardoor algenbloei ontstaat

De bemonstering en analyse methodieken worden door de CIV bijgehouden en noemen we RWSV's zie voor de zoute fytoplankton: <http://publicaties.minienm.nl/documenten/de-rijkswaterstaat-standaard-voor-de-inwinning-verwerking-en-uitgifte-van-biologische-gegevens>

**B** Beschrijf de monitoring die nog ontbreekt door middel van het benoemen van meetbare aspecten die nog niet gevolgd kunnen worden met de huidige monitoring.

De meetbare aspecten van de gewenste monitoring:

- plaagalgenbloeien (*Phaeocystis*, toxische algen),
- Aandeel zoetwater- en bodemalgen in zwevende algen
- biomassametingen (chlorofyl),
- diversiteitsmetingen (celaantallen)
- Seizoendynamiek in biomassa en soorten.

Er zijn meetreeksen nodig met een geografische spreiding in het hele gebied en met een meetfrequentie voor de monitoring van de huidige toestand en toekomstige veranderingen in de fytoplankton biomassa en samenstelling.

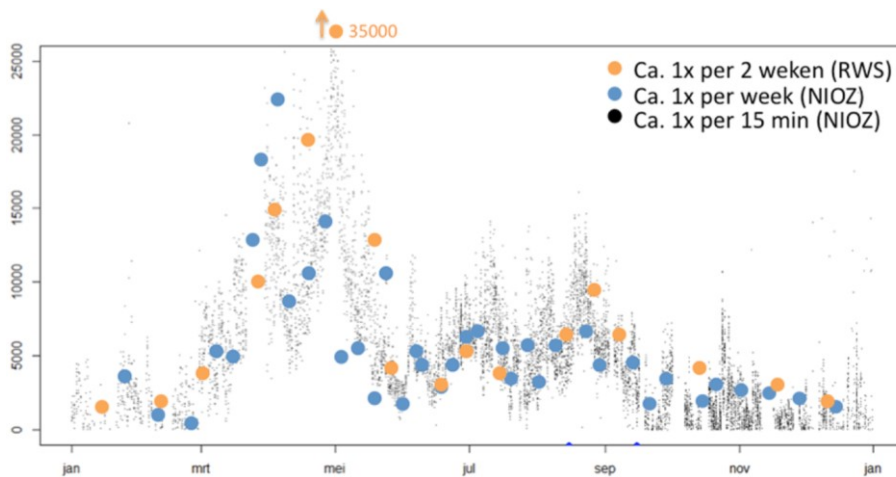
### Fase 3 het hoe

A Beschrijf hoe je de parameters van 2b meet (in de vorm van factsheets).

In totaal worden dan in 3 Waddenzee regio's 3 locaties bemonsterd, waarvan 1 door NIOZ (west), 1 door WUR (midden) en 1 door RWS.

De meetfrequentie neemt af met de lengte van het proces dat wordt bestudeerd (het doel):

- voor plaagalgenbloeien (*Phaeocystis*, toxische algen) zijn wekelijkse metingen het minimum (in voorjaar, zomer en herfst). Dit is de NIOZ en WUR frequentie.
- voor biomassametingen (chlorofyl), belangrijk voor eutrofiervraagstukken, zijn twee wekelijkse metingen het minimum (in voorjaar, zomer en herfst en maandelijks in de winter)
- voor diversiteitmetingen (oelaantallen), bijvoorbeeld in relatie tot klimaatverandering, zijn maandelijks metingen voldoende.



Figuur x. Biomassa van fytoplankton ( $\text{mg CHLa m}^{-3}$ ) in het Marsdiep in 2001 zoals gemeten met verschillende meetfrequenties. Bron: [https://www.walterwaddenmonitor.org/en/themas/dimate-nature/hoofdstuk/huidige\\_monitoring/](https://www.walterwaddenmonitor.org/en/themas/dimate-nature/hoofdstuk/huidige_monitoring/)

Het zal duidelijk zijn dat de hoogste meetfrequentie de voorkeur heeft op alle drie de locaties (NIOZ, midden, Bocht van Watterem): men kan nooit teveel, wel te weinig data hebben voor een goede analyse.

De meetfrequentie bepaalt uiteindelijk op welke termijn (jaren, decades) een signaal (b.v. toename in jaarlijks gemiddelde biomassa, vervroeging van algenbloei in het jaar) boven de ruis uitstijgt. Hoe lager de meetfrequentie en hoe hoger de natuurlijke variatie, hoe lager het detectieniveau van een signaal. Figuur x laat zien dat een tweewekelijkse bemonstering (oranje punten) een ander beeld geeft dan een wekelijkse bemonstering (blauwe punten) van de biomassa ontwikkeling (en daarmee ook van de gemiddelde biomassa) in een jaar.

De variatie ("ruis") wordt medebepaald door het moment van bemonsteren: metingen bij HW (of LW) geeft minder ruis dan metingen op een vast of willekeurig tijdstip op de dag. Ook is het belangrijk dat de metingen volgens planning worden uitgevoerd: uitstel of afstel van een monstername als gevolg van slecht weer, bijvoorbeeld, leidt tot een vertekend beeld van de werkelijkheid.



Om de waargenomen variatie in fytoplankton te kunnen verklaren is het van belang om tegelijkertijd monsters te nemen van de structurerende factoren (zoals zoutgehalte, temperatuur, zwevende stof, doorzicht en voedingsstoffen (stikstof, fosfaat en silicaat).

Monstername: Chla, fytoplankton celaantallen en primaire productie.

Het aantal monsters voor Chla en fytoplankton celaantallen per locatie bij een wekelijkse bemonstering in het fytoplanktonseizoen (maart-oktober, n = 32) en tweewekelijks in de winter (8) is: 40.

Het totaal aantal monsters is: NIOZ hoog en laag water, midden, en oost is  $4 \times 40 = 160$ .

Het aantal primaire productiemonsters, die direct door het NIOZ gemeten moeten worden is: NIOZ hoog en laag water is  $2 \times 40 = 80$ .

**B Beschrijf of de parameters van 3a zijn te integreren in bestaande meetprogramma's c.q. zijn er aanvullende meetprogramma's nodig?**

Om de huidige toestand en toekomstige veranderingen in de fytoplankton biomassa en samenstelling goed te kunnen meten zijn meetreeksen nodig met een geografische spreiding in het hele gebied en met een meetfrequentie die bepaald wordt door het doel.

Uitgangspunt is dat het beter is veel te meten op enkele locaties dan te weinig op veel locaties. Omdat monsternames vanwege de inzet van schepen duur is, is een vermindering van het aantal locaties ook kosteneffectief.

De huidige 13 locaties van RWS en NIOZ liggen in de Noordzee (3), in of bij een zeegat tussen Noordzee en Waddenzee (5), in de Waddenzee (3) of Eems-Dollard (2). Dit aantal wordt teruggebracht tot 3, gelegen in het westen, midden en oosten van de Waddenzee.

De regio's van de meetreeksen zijn:

1. west (NIOZ meetsteiger),
2. midden (Dantziggat, Zuidoost Lauwersoost,
3. oost (Eems-Dollard: Bocht van Watterm of Grote Gat Noord)

Van alle 12 RWS locaties komen er 10 of 11 te vervallen. Deze locaties kunnen vervallen omdat uit de maandelijkse Chl-a gegevens in Walter blijkt dat de biomassa op een groot aantal punten min of meer gelijk; een statistische toetsing loopt nog (actie Louis)  
In eerste instantie zijn dit de locaties in de Noordzee (zijn geen Waddenzee) en de zeegaten (wat wordt gemeten: water uit de Waddenzee of de Noordzee?).

Drie regio's blijven over:

West: Marsdiep Noord van RWS is een atypisch fytoplankton meetpunt, waarschijnlijk omdat het door het getij heen wordt bemonsterd (Peperzak & Witte 2019), vervalt, en wordt vervangen door Marsdiep-NIOZ dat alleen bij hoogwater wordt bemonsterd.

Midden: er zijn 3 RWS locaties in de Waddenzee

- a) Het westelijke Doovbot ligt dicht bij het NIOZ en vervalt. Het NIOZ gaat dan wel, naast de hoogwaterbemonstering, ook een laagwaterbemonstering uitvoeren. Bij laagwater staat de NIOZ meetsteiger namelijk in westelijk Waddenzeewater.
- b) Dantziggat ligt vrij centraal maar bij een zeegat; (zie West: Marsdiep Noord)
- c) Zuidoost Lauwersoost ligt relatief dicht bij een permanente RWS meetpaal ten noorden van de Eemshaven maar wel vrij oostelijk. Deze vervalt

Oost: Dit is de Eems-Dollard. Bocht van Watum of Grote Gat Noord. Bocht van Watterm ligt het dichtst bij de permanente RWS meetpaal ten noorden van de Eemshaven. Grote Gat Noord vervalt dan.

#### Fase 4 het advies

De huidige langjarige meetreeksen, KRW en NIOZ, van Fytoplankton chlorofyl a en celaantallen zijn waardevol en gewenst voor de informatie behoefte vanuit beleid en beheer van de Waddenzee. In dit analysedocument is het advies om voor dit jaar voor drie meetpunten de huidige analyse van celaantallen uit te voeren. Het aantal meetlocaties kan omlaag naar drie en voor de meetfrequentie is een aangepast voorstel. Ook is het gewenst om bentische algen te gaan monitoring aangezien die in de Waddenzee een belangrijke rol hebben en nu nog niet gemeten worden. Een nadere uitwerking van het advies staat hieronder.

#### Informatiebehoefte

De informatiebehoefte is samen te vatten in onderstaande vier hoofdonderwerpen:

- Eutrofiëring en Productiviteit  
Allen doelen
- Voedselweb – draagkracht  
N2000, PAGW, onderzoek
- Klimaatverandering (en andere veranderingen in abiotiek)  
Instandhoudingsplan, Agenda voor het Waddengebied, onderzoek
- Soortenrijkdom  
Instandhoudingsplan, PKB, onderzoek; ook van belang voor voedselweb/draagkracht

#### Meetbare aspecten

Voor deze doelen zijn de volgende meetbare aspecten beschreven:

- plaagalgenbloeien (celaantallen),
- biomassametingen (chlorofyl a),
- diversiteitsmetingen (celaantallen).

#### Locaties

Aangezien er niet veel onderscheidend vermogen zit tussen de verschillende locaties, wordt voorgesteld een aantal locaties de fytoplankton monitoring te later vervallen. Er zijn meetreeksen nodig met een geografische spreiding in het hele gebied en hogere meetfrequentie. Er is een efficiëntieslag mogelijk in het aantal meetlocatie. Dit voorstel staat beschreven onder **fase 3 B**. De volgende locaties worden voorgesteld:

1. west (NIOZ meetsteiger),
2. midden (Dantziggat),
3. oost (Eems-Dollard: Bocht van Watum) nagaan of meetpaal bij de Eemshaven op termijn dit meetpunt kan vervangen.

Vanaf dit jaar de analyses chlorofyl a en celaantallen van deze drie locaties. Van de andere locaties van de KRW is deze analyse niet nodig.

Er loopt nog een statistische toetsing om na te gaan of biomassa (Chl-a) op een groot aantal punten min of meer gelijk is, naar verwachting komt dit eruit.

#### Meetfrequentie

De meetfrequentie neemt af met de lengte van het proces dat wordt bestudeerd (het doel):

- a) voor plaagalgenbloeien (*Phaeocystis*, toxische algen) zijn wekelijkse metingen het minimum (in voorjaar, zomer en herfst). Dit is de NIOZ en WUR frequentie.
- b) voor biomassametingen (chlorofyl), belangrijk voor eutrofiëringvraagstukken, zijn twee wekelijkse metingen het minimum (in voorjaar, zomer en herfst en maandelijks in de winter)
- c) voor diversiteitsmetingen (celaantallen), bijvoorbeeld in relatie tot klimaatverandering, zijn maandelijks metingen voldoende.

#### Bentische algen

Uitbreiding naar bentische algen aantallenmeting en primaire productie is gewenst. Dit deel van het advies wordt nog nader uitgewerkt in een apart analysedocument.

Voor de langere termijn ontwikkeling is het gewenst te werken aan een combinatie van automatische metingen, satellietbeelden, modellen & handmatige metingen. Voor bentische algen wordt de toepassing van satellietbeelden als kansrijk gezien. De combinatie van metingen en modellen is een traject dat lastiger is.

#### **Kosten**

Kostenraming is gewenst.