



Hoe monitoren we de koolstofdynamiek op zee, in relatie tot zeewierproductie?

Arjen de Groot, Marcel Polling en Jeroen Veraart (Wageningen Environmental Research; WENR)

Edwin Foekema en Marnix Poelman (Wageningen Marine Research; WMR)

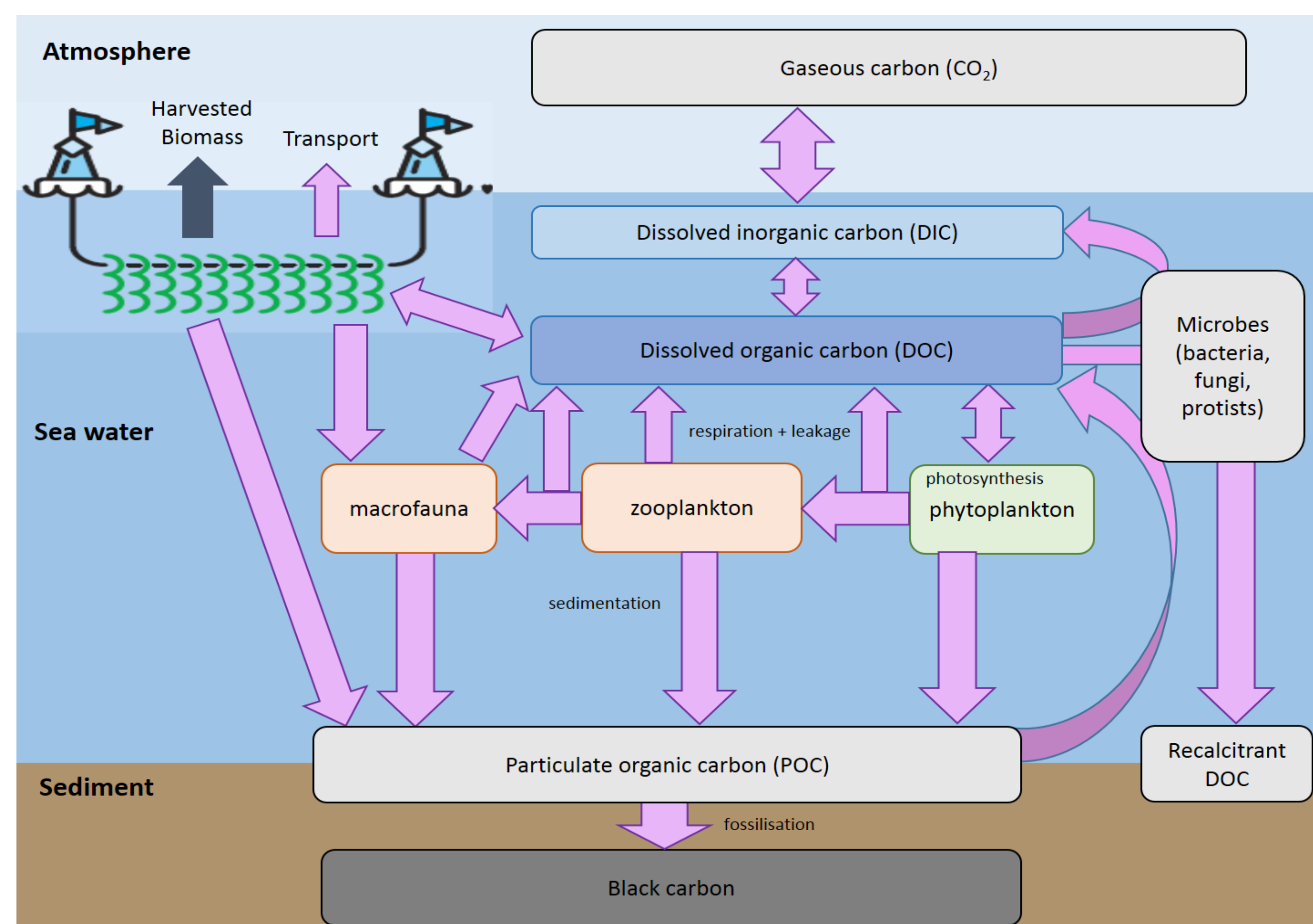
Achtergrond

Er is een groeiende vraag naar zeewierproducten, en daarmee naar de productie van zeewier in kustzones. Zeewierteelt wordt over het algemeen gezien als duurzaam en daarmee als een kansrijke bouwsteen in de eiwittransitie. Maar een verantwoorde teelt vraagt wel om rekening te houden met mogelijke effecten op natuur en omgeving. Het telen van zeewier onttrekt nutriënten aan het lokale ecosysteem. Dit kan de samenstelling van het voedselweb, oftewel de aanwezige organismen en hun onderlinge interacties, beïnvloeden en daarmee zowel de biodiversiteit als de daar aan verbonden ecosysteemdiensten, zoals het vastleggen van koolstof.

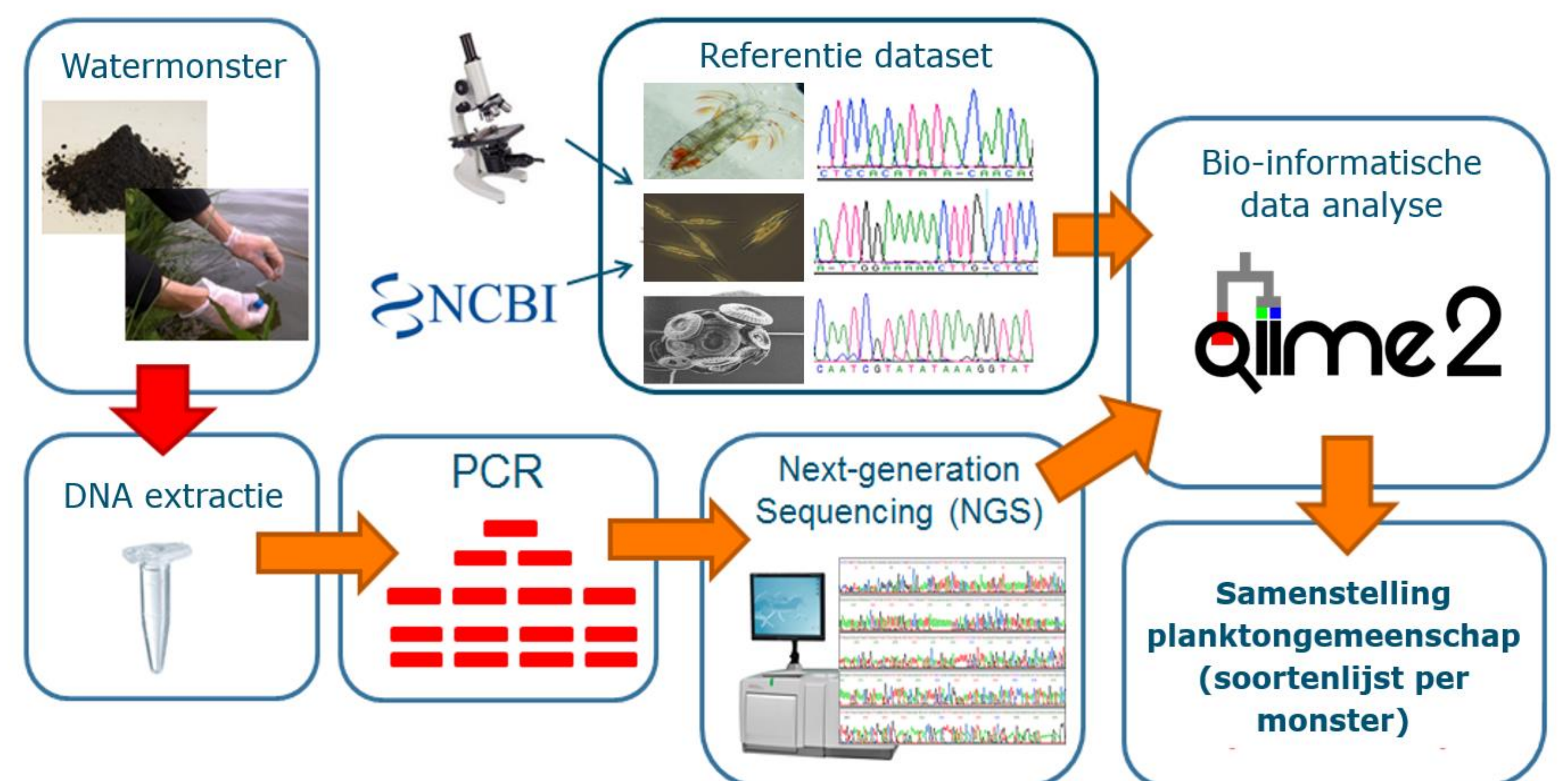
De koolstofdynamiek in zeewater is complex en omvat diverse reservoirs die bestaan uit levende of dode organismen (Figuur 1). Vooral in kustzones neemt de planktongemeenschap daarbij een centrale plaats in, vanwege haar grote totale biomassa en diversiteit. Zo produceren sommige algensoorten (fytoplankton) een koolstofrijk kalkskelet dat na hun dood in het sediment bewaard blijft, terwijl bij andere soorten alle koolstof direct oplost in het water. De samenstelling van het zooplankton dat deze algen begraast, heeft op haar beurt weer invloed op de verhouding tussen algen met en zonder kalkskelet.

Doelstelling

Sinds 2019 verkennen WENR en WMR de mogelijkheden om monitoring van deze planktongemeenschap in te zetten als bioindicator voor de koolstofvastlegging in en rond zeewierplantages. Op dit moment richt deze verkenning zich op de beste combinatie van methoden om deze monitoring vorm te geven.



Figuur 1. Schematisch overzicht van relevante koolstof reservoirs en stromen in het marine ecosysteem rond een zeewierkwekerij. Uit: Veraart et al. 2019 ¹



Figuur 2. Schematisch overzicht van de workflow bij bepaling van de biodiversiteit door middel van DNA metabarcoding.

DNA metabarcoding

Identificatie van planktonsoorten onder de microscoop is tijdrovend en vergt een grote, en vrij zeldzame, taxonomische expertise. Het meten van de planktondiversiteit met behulp van een genetische methode (zogenaamde DNA metabarcoding) kan daarom uitkomst bieden. Hierbij wordt allereerst het DNA van alle organismen in een watermonster geïsoleerd (Figuur 2). Vervolgens wordt ingezoomd op een DNA-fragment waarvan de exacte code verschilt tussen planktonsoorten. Door alle verschillende codes voor dit fragment in het monster uit te lezen, en te vergelijken met een referentie-set met codes van mogelijk aan te treffen soorten, kan een soortenlijst worden verkregen van de planktongemeenschap in het monster.

WENR en WMR passen deze methodiek toe voor het meten van biodiversiteit in diverse marine systemen, waaronder zeewierplantages (zie o.a. Bernard et al. 2019 ²). Voor detailmetingen aan de planktongemeenschap dient deze methode verder te worden verfijnd. Het onderzoek richt zich daarbij op:

- 1) De selectie van meest efficiënte monstertype(n) voor DNA analyse
- 2) De selectie van de beste DNA merker(s) voor het in hoge resolutie identificeren van de aanwezige plankton-taxa
- 3) De selectie van indicatorwaarden die relevante veranderingen in de planktongemeenschap onder invloed van zeewierkweek het beste beschrijven (aanwezigheid of diversiteit van bepaalde soortsgroepen, of de verhouding tussen meerdere soortsgroepen).

Na een *feasibility study* in 2019 (Veraart et al. 2019) zijn in 2020 en 2021 experimenten uitgevoerd in mesocosms voor het beantwoorden van de eerste twee doelstellingen. In 2022 zal de nadruk liggen op de derde doelstelling.

Referenties:

- ¹ Veraart J, G.A. de Groot, C. Jacobs, W. Jans, M. Velthuis. 2019. Methods to assess Blue Carbon Potential of seaweed culture at the North Sea: a feasibility study. Memo, Wageningen Environmental Research.
- ² Bernard M.S., L. Tonk, G.A. de Groot, S. Glorius, H.M. Jansen. 2019. Biodiversity monitoring in seaweed farms by DNA metabarcoding using settlement plates and water samples. Wageningen UR, research report C070/19.



Mesocosm experiment met zeesla

Om effecten van zeewier op het plankton onder gecontroleerde omstandigheden te kunnen bepalen en makkelijk verschillende methoden te kunnen testen en vergelijken, werd in 2020 een experimentele proef ingezet met kunstmatige ecosystemen (mesocosms, zie Figuur 3). Daarbij werd zeewier (zeesla; *Ulva lactuca*) in het water gebracht, dat vervolgens ofwel 8 weken de kans kreeg om te groeien, ofwel na 4 weken werd geoogst (beide behandelingen in drievoud, in vergelijking met 3 controle-mesocosms zonder zeesla; zie Keur & Foekema (2020³) voor detailinformatie).

Elke twee weken werden metingen uitgevoerd aan de zeesla-biomassa, het chlorofylgehalte (maat voor hoeveelheid algengroei), de zooplankton-biomassa en de nutriëntengehalten in het water. Hoewel de zeesla-groei na verloop van tijd duidelijk werd geremd door een tekort aan nutriënten, leek bij het einde van het experiment nog geen sprake van een kritische limitatie van de planktongroei als gevolg van nutriëntentekort. Om beter te kunnen meten op welke wijze de planktongemeenschap verandert bij een eventueel gebrek aan nutriënten, werd de proef in 2021 herhaald op een eerder moment in het jaar, zodat langer kon worden doorgemeten.

Bemonstering en analyse van plankton-DNA

Per meetmoment werden tevens DNA monsters genomen, volgens twee procedures: middels een filtercapsule (Figuur 4A; naar verwachting vooral geschikt voor fytoplankton) en middels een plankton-net (Figuur 4B; naar verwachting vooral geschikt voor zooplankton). In 2021 werd bemonstering van het perifyton (aangroei van benthische soorten aan de wand van de mesocosm) als derde methode toegevoegd.

Op basis van een literatuurscan werden twee DNA barcode-merkers geselecteerd, waarmee elk monster werd geanalyseerd.



Figuur 4A. Bemonstering met een filtercapsule. Zeewater wordt opgetrokken met een spuit en door de filtercapsule geduwd. Voorbeeld van bemonstering in een kwelder (foto: M. van den Heuvel, WMR)



Figuur 4B. Bemonstering met een plankton-net. Zeewater wordt opgetrokken met een emmer en in het net gegoten. Organismen komen terecht in een opvangpotje en worden overgespoeld in een monsterbuis.

Eerste resultaten

DNA-resultaten van het experiment in 2020 zijn reeds beschikbaar (Polling & De Groot 2021⁴). Hieruit bleek dat filters en plankton-net elk een ander deel van het plankton bemonsteren. Ook de beide barcode-merkers vullen elkaar aan: ze detecteren deels verschillende soorten uit zowel het fyto- als het zooplankton. Een methodiek op basis van beide monstertypen, en analyse van elk monster met beide barcode-merkers, levert het meest complete beeld van de totale planktondiversiteit op.

Resultaten van het experiment uit 2021 zijn begin 2022 beschikbaar en moeten uitwijzen of bepaling van deze totale diversiteit ook echt nodig is om effecten van zeewierkweek te meten.



Figuur 3. Experimentele opstelling met negen mesocosms te Den Helder



Referenties:

- ³ Keur M.C., E.M. Foekema. 2020. Zeewier en plankton; een eerste verkenning met zeesla in mesocosms. Wageningen UR, rapport C115/20.
⁴ Polling M., G.A. de Groot. 2021. Blue carbon dynamiek op de zeewierboerderij. Mogelijkheden van DNA metabarcoding als methode voor het meten van de effecten van zeewierkweek op de planktondynamiek in zeewater. Wageningen UR, interne notitie.