

# Virussen, onzichtbare maar cruciale oceanbewoners

25 / 04 / 2024



Wat is het eerste wat in je opkomt als je denkt aan leven in zee? Vissen, dolfijnen en krabben? Of toch eerder kwalen, zeewier of octopussen? Maar denk je ook aan levende wezens die te klein zijn om met het blote oog te zien? Als je de oceaan van héél dichtbij bekijkt, gaat er een nieuwe wereld voor je open. Het knoelt er van de micro-organismen. Een theelepelt zeeewater bevat zelfs miljoenen virussen! Moeten we ons nu zorgen maken om nog in zee te zwemmen of vis te eten? Neen hoor. Ondanks hun beruchte imago zijn de meeste virussen niet schadelijk voor de menselijke gezondheid. Integendeel, velen zijn onmisbaar voor het leven op aarde en in de oceaan.

— BART DE SMET

De coronapandemie van 2020 bracht ons allen in nauw contact met virussen en leerde ons heel wat over hun eigenschappen. Plots had iedereen het over eiwitkapsels, mRNA, aerosolen, virologische lading, etc. Elk van ons waande zich een amateurviroloog. Maar het coronavirus SARS-CoV-2 en zijn onaangename neveneffecten troebelden ook onze kijk op de virussen. Ondanks dat er op deze aardkluit heel wat virussen voorkomen die schadelijk zijn voor mens, plant en dier, zijn niet alle virussen slecht. Integendeel!

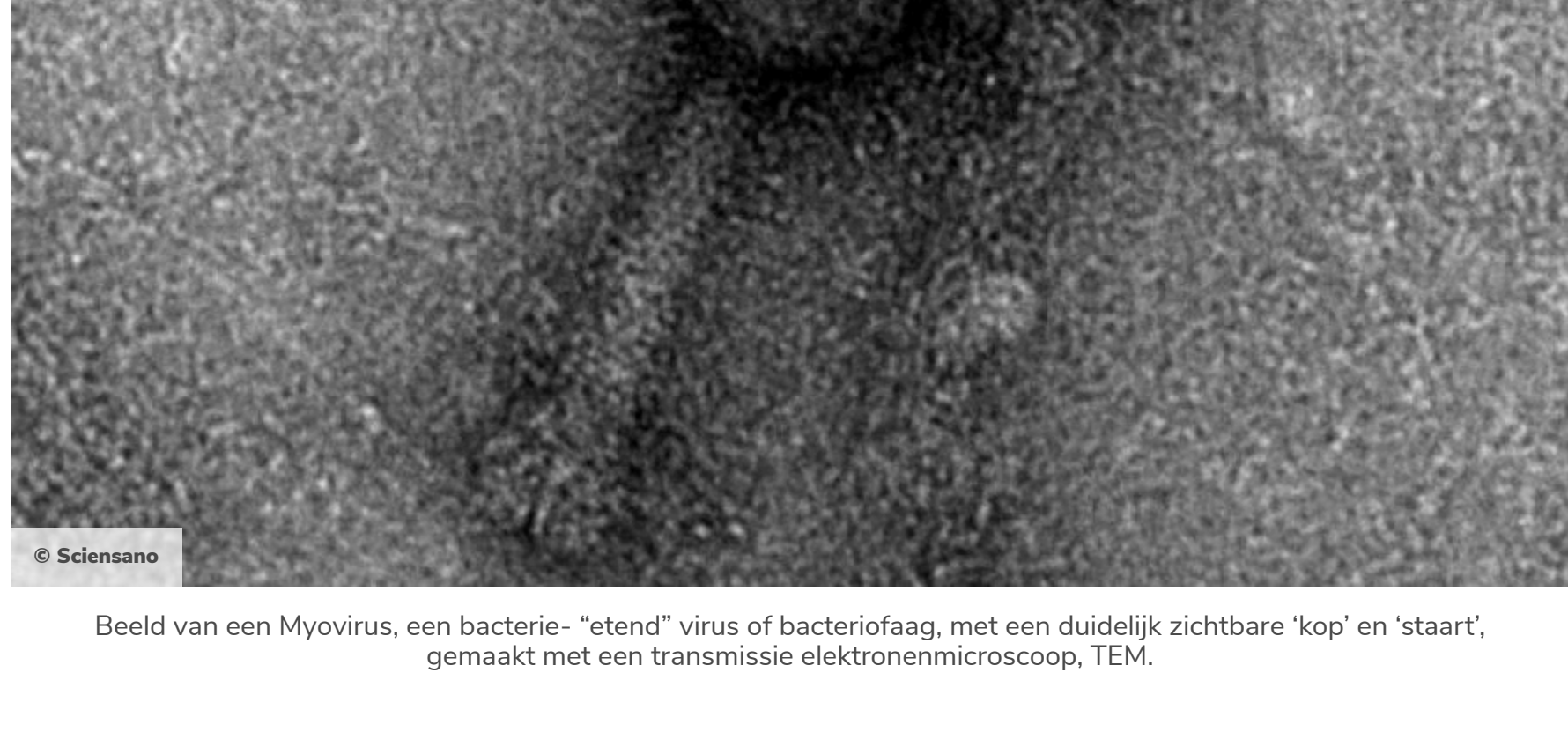
## Klein, statisch en divers

Laten we beginnen met een kleine oprissing. Wat zijn virussen nu weer juist? Het is een belangrijke groep van micro-organismen, maar het zijn geen cellen. We spreken dan ook over virusdeeltjes of viruspartikels. Deze zijn bijzonder klein. De kleinst gekende virussen zijn amper 10 nanometer (1 nanometer = 1 miljoenste van een mm) in diameter. Ter vergelijking, een gemiddeld haar is 0,06 mm dik; 6 miljoen keer groter dan de kleinste virussen! Onmogelijk dus om ze met het blote oog of onder een gewone microscoop waar te nemen. Maar met de hulp van een elektronenmicroscoop kunnen we er ons wel een beeld van vormen.

Virussen bestaan uit genetisch materiaal omhuld door een eiwitkapsel dat verschillende vormen kan aannemen. Daarnaast hebben vele virussen nog een extra omhulsel, de zogenaamde 'enveloppe'. Denk maar aan de karakteristieke uitsteeksel op het oppervlak van coronavirussen. Zowel het eiwitkapsel als de enveloppe spelen een sleutelrol in het eerste contact van een virus met een gastheer. Sommige virussen hebben een complexere structuur, en zijn opgebouwd uit verschillende onderdelen zoals een 'kop' en een 'staart'. Deze 'complexe virussen' zijn hoofdzakelijk virussen die bacteriën infecteren, ook wel (bacterio)phagen genaamd.

Wat virussen nog onderscheidt van levende cellen is dat het geen dynamische open systemen zijn, die zomaar voedingsstoffen kunnen opnemen en afvalstoffen uitscheiden. Integendeel, een viruspartikel is een eerder statische structuur die niet op zichzelf kan voortbestaan. Ondanks dat ze hun eigen genetisch materiaal hebben, zijn ze volledig aangewezen op de gastheer die ze infecteren om eiwitten en erfelijk materiaal te produceren, en zich voort te planten. Virussen infecteren alle levensvormen, van dieren en planten tot micro-organismen, en kunnen daarbij zeer specifiek zijn.

Nog even terug naar dat erfelijk materiaal. De algemene consensus onder wetenschappers is dat de meeste virussen hun genetische code vervat zit in dubbelstrengig DNA. Recent ontdekten onderzoekers ook virussen met enkelstrengig DNA. Daarnaast bestaat er een grote diversiteit aan virussen waarvan de erfelijke code vervat zit in RNA, een molecule die qua structuur erg lijkt op DNA. Het SARS-CoV-2 virus is zo'n RNA-virus.



Beeld van een Myovirus, een bacterie-"stend" virus of bacteriofaag, met een duidelijk zichtbare 'kop' en 'staart', gemaakt met een transmissie elektronenmicroscoop, TEM.

## Detectivewerk via DNA

Virussen bemonsteren en onderzoeken bleef lange tijd uitdagend. Want hoe bestudeer je iets wat je niet met het blote oog kan waarnemen? De uitvinding van DNA-gebaseerde detectiemethodes leidde tot dé grote doorbraak in het virusonderzoek. Hoewel het voor wetenschappers toch nog steeds een uitdaging blijft om genoeg genetisch materiaal te verzamelen van bacteriofagen.

Om voldoende virus-DNA uit de zee te halen, starten onderzoekers met een staal van 20 liter zeeewater. Dit water zeven ze om er de veel grotere hogere organismen en bacteriën uit te filteren zodat er vrijwel alleen nog virussen overblijven. Voor verdere analyse gaat de onderzoeker het staal concentreren tot er zo'n 20 milliliter overblijft. Dat doen ze door ijzerzouten toe te voegen. Het positief geladen ijzerzout bindt met de negatief geladen eiwitkapsels van de virussen. Zo vormen zich vlokken en concentreren de virussen in het waterstaal. In een volgende stap isoleren de onderzoekers de vlokken om dan het genetische materiaal uit de virussen te halen en te onderwerpen aan een DNA-analyse.

## Hallucinante hoeveelheden virussen in zee

En wat blijkt uit al dat detectivewerk? Virussen vind je werkelijk overal. Van de top van de Mount Everest tot het diepste puntje van de oceaan is de Marianentrog. Dat virussen in zeeewater voorkomen weten we al geruime tijd, maar hun aantallen zijn lange tijd flink onderschat. Vandaag kunnen we zonder twijfel zeggen dat virussen de meest voorkomende en genetisch meest diverse levensvormen in de oceaan zijn. Schattingen variëren van 3 miljoen virussen per milliliter zeeewater in de diepzee tot 100 miljoen virussen per milliliter zeeewater in kustwateren. Als we dit extrapoleren naar de volledige oceaan, dan bevat die naar schatting 4 x 1030 virussen (voor de meerwaardezoekers: dat is een quintiljoen). Als je een ketting van al deze virussen zou maken, dan zou die even lang zijn als 100 keer de diameter van onze Melkweg. In termen van hoeveelheid opgeslagen koolstof, bevatten al deze virussen samen evenveel koolstof als 75 miljoen blauwe vinvissen. Duizelt het ook voor jouw ogen?

Ook interessant én onverwacht is dat we om die hoge aantallen virussen te vinden niet eens naar een tropische of verafgelegen plek moeten reizen. De vindplaats met de potentieel hoogste aantallen virussen ter wereld, vinden we hier bij ons. Onderzoekers van het VLIZ vonden onlangs duizelingwekkende hoeveelheden virussen in de Oostendse Spuiikom. Ze vonden een concentratie van 700 à 800 miljoen virussen per ml; de helft meer dan de wereldwijd hoogst aangetroffen concentratie ooit (500 miljoen virussen per ml). Mogelijk is dit te wijten aan de hoge aantallen bacteriën in het gesloten systeem van de Spuiikom, met een hoog aantal virale infecties en herinfecties. Al hebben wetenschappers momenteel nog geen sluitende verklaring voor deze vondst.

## Onontgonnen diversiteit

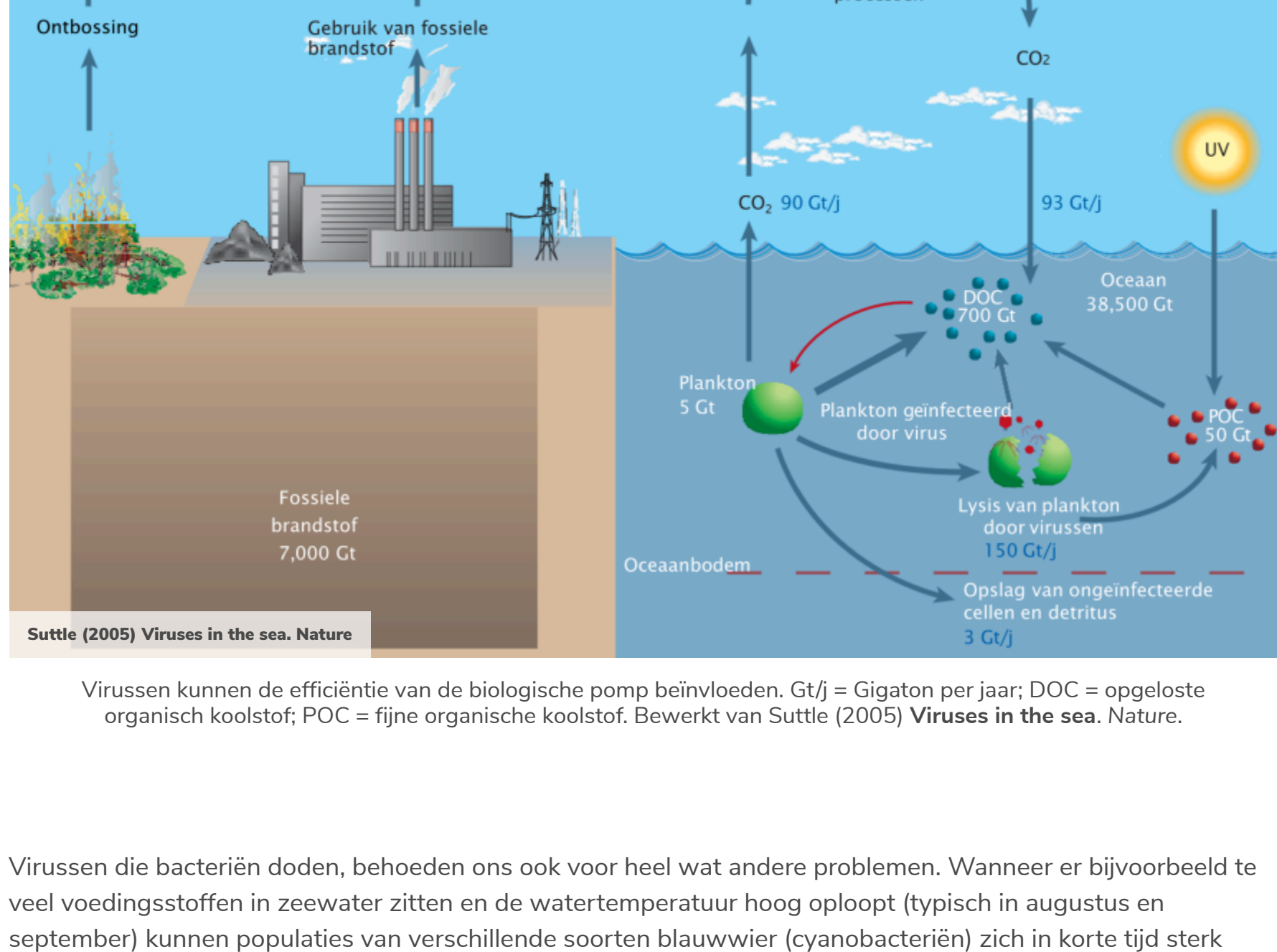
Mariene virussen zijn niet enkel alomtegenwoordig, ze herbergen ook een enorme biologische en genetische diversiteit. Studies van de virusgemeenschappen in zee met een transmissie elektronenmicroscoop (TEM) onthullen een overvloed aan vormen en types. Van fagen zonder staart tot fagen met een samentrekbare of lange flexibele staart. Sommige fagen infecteren een zeer breed assortiment aan gastheren, terwijl andere het net heel specifiek op een bepaalde gastheer hebben gemunt.

Het onderzoek naar de diversiteit van virussen in zee wordt gestuurd door metagenoomstudies: de analyse van al het aanwezige genetisch materiaal dat in een bepaalde omgeving voorkomt. Deze studies tonen dat virusgemeenschappen in zee een véél grotere genetische rijkdom vertonen dan hun eukaryote tegenhangers (organismen met een celkern). En dit ondanks dat virussen minder bemonsterd zijn.

## Een hoofdrol in de schaduw

Ze mogen dan wel niet met het blote oog zichtbaar zijn, de rol van virussen in het mariene ecosysteem is niet te onderschatten. Dat geldt niet in het minst voor de bacteriofagen, die het leeuwendeel van alle virussen uitmaken. Dat zijn bijzonder efficiënte moordenaars. De best beschikbare schattingen geven aan dat virussen op dagelijkse basis zo'n 20 tot 40% van alle bacteriën in zee doden. Deze schattingen liggen in dezelfde grootteorde als de dagelijkse bacteriesterfte ten gevolge van begrazing door dierlijk plankton.

Dit houdt in dat virussen een erg grote rol spelen in de mariene geochemische cycli, met name in de koolstofcyclus. Doodt virussen, na bacteriën, de grootste biomassa uitmaken in de oceaan, vangen ze heel wat koolstof weg. Louter en alleen door hun aanwezigheid. Daarnaast vervullen virussen belangrijke functies in de zogenaamde biologische pomp. Bij dit proces zinkt koolstof naar de bodem van de oceaan om daar voor millennia opgeslagen te blijven. Aan het oppervlak van de oceaan, waar de uitwisseling van CO<sub>2</sub> met de atmosfeer plaatsgrijpt, doet plantaardig plankton (fytoplankton) aan fotosynthese. Bij dit proces neemt het fytoplankton koolstof op en legt het vast in suikers. Virussen infecteren en doden dit fytoplankton, waardoor de geïnfecteerde cellen en celfragmenten kunnen afzinken naar de diepzee. Dit bevordert het transport van koolstof naar de bodem van de oceaan. Op weg naar beneden, breken bacteriën echter een deel van dit zinkende plankton en detritus (o.a. dierlijke uitwerpselen) af en bouwen de koolstof in hun eigen cellen in. Zo verhinderen bacteriën het zinken en begraven van koolstof. Maar virussen kunnen op hun beurt deze bacteriën opnieuw infecteren en doden (bekend onder de naam 'lysis'). Koolstof en nutriënten (zoals stikstof en fosfor) komen dan opnieuw vrij voor opname door het fytoplankton. Op deze manier versnellen virussen de koolstofcyclus van de oceaan, en kunnen er uiteindelijk meer koolstofrijke fracties, niet onderschept door bacteriën, afzinken. In het licht van de huidige klimaatverandering is dat zeer gunstig.



Virussen kunnen de efficiëntie van de biologische pomp beïnvloeden. Gt/j = Giga-ton per jaar; DOC = opgeloste organisch koolstof; POC = fijne organische koolstof. Bewerkt van Suttle (2005) *Viruses in the sea*. Nature.

Virussen die bacteriën doden, behoeden ons ook voor heel wat andere problemen. Wanneer er bijvoorbeeld te veel voedingsstoffen in zeeewater zitten en de watertemperatuur hoog oploopt (typisch in augustus en september) kunnen populaties van verschillende soorten blauwalg (cyanobacteriën) zich in korte tijd sterk vermeerderen en het natuurlijke evenwicht in het water verstoren. Met zuurstofgebrek voor andere soorten en de dood tot gevolg. Een verschijnsel dat we "algenbloei" of "blauwalg" noemen.

Virussen die hun pijlen gericht hebben op deze cyanobacteriën zorgen erdoor, dat door infectie en lysis, de aantallen van deze schadelijke bacteriën onder controle gehouden worden. Dit kan toxische algenbloeien verhinderen. Kortom, virussen doden de moordenaars en houden het ecosysteem gezond en in balans.

## Virussen in de Noordzee

Hoe is de situatie in de Noordzee? Zijn de hoge aantallen bacteriofagen en totu diversiteit ook van toepassing op ons stukje Noordzee? Daar hebben we voorlopig nog het gissen naar. Dit nu toe bestaat uit de virus-aanwezigheid in het Belgische deel van de Noordzee geen enkele wetenschappelijke studie. In de ruime Noordzee is er slecht één gepubliceerde studie, maar daar komt verandering in. Hisham Shaikh, doctoraatsonderzoeker verbonden aan het VLIZ, verdiept zich in bacteriofagen en in virussen van eukaryoten uit de Noordzee met DNA en RNA als genetische drager. Hij doet dit in nauwe samenwerking met onderzoekers van het Koninkrijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ). "Van die mariene virussen kennen we bacteriofagen al het langst en zelfs van deze groep weten we nog maar bitter weinig. Het onderzoek dat we voeren in het Belgisch deel van de Noordzee is dus echt pionierswerk", licht Hisham toe.

Doel van Hisham's onderzoek is om de diversiteit van virussen in de Noordzee in kaart te brengen, hun levensstrategieën te ontfeden en hun bacteriële gastheren te identificeren.[BD1] Hij analyseert water van verschillende locaties in de Noordzee vanop de onderzoeksschepen Simon Stevin (VLIZ) en Pelagica (NIOZ). Daarbij laat hij ultramoderne moleculaire technieken los op het bemonsterde virus-DNA/RNA. Tot nu toe identificeerde Hisham in zijn Noordzee-stalen al meer dan 3000 unieke bacteriële virussen, behorende tot alle gekende virusgroepen. Een schat aan informatie!



VLIZ | Decombel  
Doctoraatsonderzoeker Hisham Shaikh (VLIZ en NIOZ)

## From zero to hero

De voorbije dertig jaar is de mariene virologie geëvolueerd van een curiositeit naar een gevestigd wetenschappelijk onderzoeksdomein. En één dat van cruciaal belang is voor de oceanografie. Virussen in de oceaan worden zelfs beter bestudeerd dan in andere ecosystemen. We weten nu dat virussen, ondanks hun minuscule gestaltes, in termen van aantallen en diversiteit onze blauwe planeet domineren. En dat zonder virussen de onderwaterwereld er helemaal anders zou uitzien en compleet ontregeld zou zijn. Virussen sturen het voedselweb, vangen koolstof weg, maken voedingsstoffen opnieuw beschikbaar en controleren algenbloeien. Met al die recent opgebouwde kennis, heeft de mariene virologie een echte troefkaart in handen om andere onderzoeksvelden, variërend van ecosystemeconomie tot geneeskunde, te informeren en 'aan te steken'.

Virussen zijn dus veel meer dan die onzichtbare, ziekmakende levensvormen met een slecht imago. Hopelijk hebben we jou daar alvast van kunnen overtuigen. En als iemand je op café of op een familiefeest nog eens vraagt "Wat is het eerst wat in je opkomt als je denkt aan leven in zee?", kom dan eens onverwacht uit de hoek, en zeg zonder verpinken: "Virussen!". Het is ongetwijfeld de start van een boeiende en diepgaande gesprek.

## Lees meer

- Viruses in the sea. Suttle (2005) | [VLIZ-bib](#)
- Marine viruses: Truth or Dare. Breitbart (2012) | [VLIZ-bib](#)
- Het DNA van de zee: op speurtocht. Volckaert et al. (2019) | [De Grote Rede 49](#)

## Meer lezen over :

ZEE & GEZONDHEID	GEZONDHEID & WELZIJN	ZEELEVEN	MICRO-ORGANISMEN	VLAAMSE KUST	BELGISCHE NOORDZEE
EUROPESE ZEEËN	ONDIEPE KUST	BIODIVERSITEIT	VLIZ-ONDERZOEK	SDG 14 - LEVEN IN HET WATER	

## Suggesties

Heb je zelf ideeën, interessante weetjes ...

Stuur ons je suggestie

## Artikel delen

Lijkt dit artikel iets voor uw vrienden of collega's? Deel het met hen!

