

Eutrofiëring: van nutriënten tot algen

Probleemstelling:

Welke voedingsstoffen zijn belangrijk voor de groei van algen?

Hoe ontstaat en wat betekent het 'schuim' op onze stranden?

Methode: Chemische analyse

Vaardigheden: Onderzoeksvaardigheden

Doelgroep: 2^e-3^e graad

Theorie:

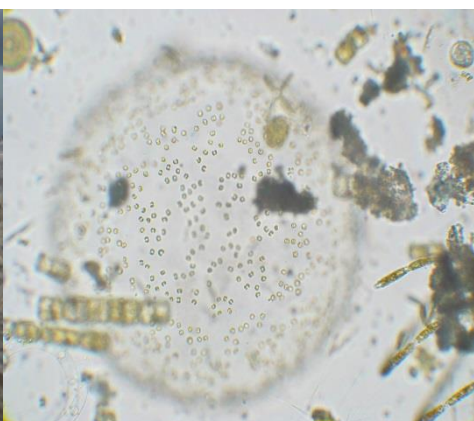
Schuim

Elk jaar in het voorjaar, wanneer het licht in duur en intensiteit gaat toenemen, beginnen o.a. microscopisch kleine wiertjes in het zeewater - het fytoplankton - zich sterk te ontwikkelen. Bij hun groei gebruiken ze de in het water aanwezige **voedingsstoffen** (nutriënten), **nitraten** (NO_3^-) en **fosfaten** (PO_4^{3-}). Als een overvloed van deze stoffen via onze rivieren in de zee terecht komt spreken we van **eutrofiëring** ('eu' = true or well; 'troph' = food). Hierdoor kunnen de algen zeer snel vermenigvuldigen en ontstaat er een algenbloei. De gevolgen van eutrofiëring zijn uiteenlopend: zuurstoftekort, wijzigingen in het ecosysteem, achteruitgang van de waterkwaliteit (slechte geur en smaak) en ontwikkeling van algensoorten die toxines produceren welke schadelijk kunnen zijn voor mens en dier.

De algenbloei die in de lente voor onze kust optreedt uit zich in de vorming van schuimvlokken op het strand (figuur 1) die ontstaan doordat resten van afgestorven **schuimalgen** (wetenschappelijke naam: *Phaeocystis*) (figuur 2) worden opgeklopt door de golven.



Figuur 1: Schuimalgen (*Phaeocystis*) op het strand
©VLIZ Fotogalerij Onze Kust / Copejans, Evy, 2007



Figuur 2: Microscopisch beeld van *Phaeocystis* cellen
Bron: PAE Ugent

Phaeocystis is een ééncellige algensoort (figuur 3) en de afmetingen van de individuele cel variëren van 3 tot 7 μm in diameter.



Figuur 3: Gedetailleerd microscopisch beeld van individuele *Phaeocystis* cellen
©Bob Andersen and D. J. Patterson – Courtesy of NCMA

Hoe kan zo'n kleine alg zoveel zichtbaar schuim veroorzaken? Dit is omdat de cellen de unieke eigenschap bezitten om zich in nutriëntrijke omstandigheden te gaan organiseren in grote sferische **kolonies** (figuren 4 en 5) die makkelijk zichtbaar zijn met het blote oog.



Figuur 4 en 5: *Phaeocystis* cellen vormen gelatineuze kolonies onder nutriëntrijke omstandigheden
©Bob Andersen and D. J. Patterson – Courtesy of NCMA

Deze kolonies kunnen zeer snel groeien waardoor er een algenbloei 'algal bloom' ontstaat. De meeste cellen bevinden zich ingebed aan de rand van de kolonie, welke we kunnen vergelijken met een slijmachtige waterige bal (gelatinelaag – een soort eiwit). Deze slijmlaag beschermt de alg tegen begrazing en dient tevens als opslagplaats voor voedingsstoffen waardoor deze algen ook 's nachts kunnen blijven groeien. Omdat de kolonies zo groot zijn, worden ze nauwelijks gegeten door 'grazers' zoals bijvoorbeeld kleine schaaldieren en microzoöplankton (dierlijk plankton met afmetingen tussen 20 en 200 μm). Wanneer alle voedingsstoffen in het water zijn opgebruikt, zullen de kolonies beginnen vervormen en uit elkaar vallen. Een deel zakt naar de bodem en een ander deel wordt aangevallen door speciale virussen waardoor de cellen uiteenvallen (lysis). Tijdens de rottingsfase worden de restanten van de algen opgeklopt door de golven. Hoewel het schuim zelf een natuurlijk fenomeen is en niet het rechtstreekse gevolg is van vervuiling, heeft het fenomeen eutrofiëring toch

een invloed op de hoeveelheid schuim die je zult vinden. Als er meer voedingsstoffen in het water terechtkomen, zullen er zich meer *Phaeocystis* algen ontwikkelen, en meer algen betekent meer schuim. Het schuim is niet toxisch maar een grote bloei van *Phaeocystis* kan visnetten doen verstopen. Zoals hierboven vermeld, wordt *Phaeocystis* nauwelijks gegeten door kleine schaaldieren die op hun beurt gegeten worden door andere jonge dieren en in een volgende fase dienen als voedsel voor de grotere vissen. Om deze reden zal *Phaeocystis* niet veel bijdragen aan de visserij. In zeer ernstige gevallen kan deze alg zich massaal vestigen op mosselbanken waardoor zuurstofgebrek kan ontstaan wat uiteindelijk kan resulteren in het afsterven van de mosselen.

Benodigheden:

- Microscoop
- SERA nitraat-en fosfaattestkit (te verkrijgen in elke aquariumshop)
- Zeewaterstaal
- Zeef
- (Koffie)filters
- Trechter
- Staalnamepotjes
- Kloppe
- Ei
- Koperen kom (opkloppen ei)
- Meststof (Rozenmeststof: 12 % N, 5 % P) en lepel
- Chronometer

Praktijk:

1. Bekijk een zeewaterstaal onder de microscoop en onderzoek of er plantaardig- en/of dierlijk plankton aanwezig is.
2. Maak volgende opstellingen:
 - Staal 1: Neem een staal zeewater en filter het zand weg tot je ongeveer 100 mL filtraat bekomt.
 - Staal 2: Neem 200 mL zeewater in een potje en voeg 4 lepels meststof toe. Schud hard gedurende een aantal minuten zodat de inhoud min of meer kan oplossen. Laat enkele minuten rusten. Giet deze inhoud langzaam over een (koffie)filter in een tweede potje tot je ongeveer 100 mL filtraat overhoudt.
 - Meet de nitraat –en fosfaatconcentratie van beide stalen aan de hand van de testkit (zie protocol).

Opm: De exacte meetwaarde is soms moeilijk af te lezen (zeker voor de fosfaattest, let daarom vooral op het kleurverschil tussen staal 1 en staal 2).

	Zeewater (blanco)	Zeewater (+ meststof)
NO_3^- (mg/L)		
PO_4^{3-} (mg/L)		
Kleur		

Hoe meten?

Fosfaatconcentratie

Protocol SERA fosfaattest

- Cuvette en deksel voor en na spoelen met leidingwater.
- De cuvette enkele malen met het te testen zeewater omspoelen en vervolgens vullen tot aan de **10 mL** markering. De cuvette aan de buitenkant afdrogen.
- Voeg **6 druppels reagens 1** toe en draai de cuvette tot de vloeistof goed verdeeld is.
- Voeg **6 druppels reagens 2** toe en draai de cuvette tot de vloeistof goed verdeeld is.
- Een **volle, niet afgestreken maatlepel reagens 3** toevoegen, de cuvette met het deksel sluiten en **kort schudden**. Vervolgens het deksel verwijderen.
- **10 min.** wachten.
- Aflezen (bij daglicht en zonder direct invallend zonlicht).
- Indien de afgelezen kleur donkerblauw is, is de concentratie hoger en kun je de test herhalen met een verdund staal. Hiervoor neem je 5 mL zeewater en 5 mL gedestilleerd water (resp. 2 mL en 8 mL). Vergeet dan de kleur niet af te lezen bij de juiste verdunning (zie hieronder). Indien er geen enkele blauwverkleuring optreedt is het water extreem laag in fosfaat of zelfs fosfaatvrij.

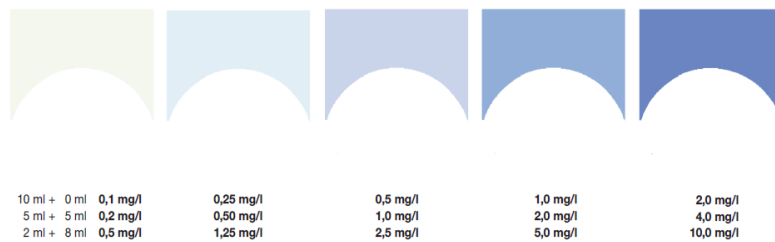
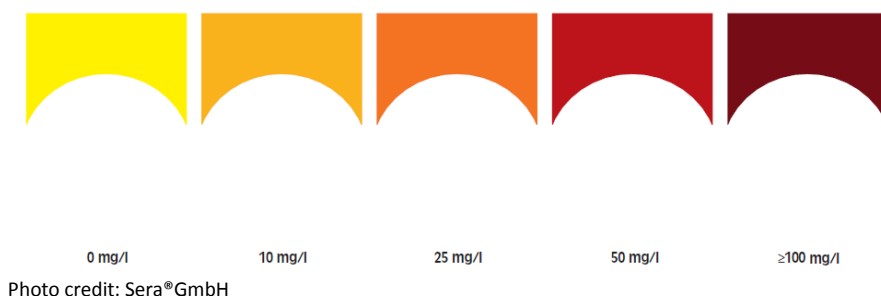


Photo credit: Sera®GmbH

Nitraatconcentratie

Protocol SERA nitraattest

- Cuvette en deksel voor en na spoelen met leidingwater.
- De cuvette enkele malen met het te testen zeewater omspoelen en vervolgens vullen tot aan de **10 mL** markering. De cuvette aan de buitenkant afdrogen.
- Voeg **6 druppels reagens 1** toe en draai de cuvette tot de vloeistof goed verdeeld is.
- Voeg **6 druppels reagens 2** toe en draai de cuvette tot de vloeistof goed verdeeld is.
- Een **gestreken maatlepel reagens 3** (rood) toevoegen, de cuvette met het deksel sluiten en precies **15 seconden** lang krachtig schudden.
- Cuvette openen en **6 druppels reagens 4** toevoegen. De cuvette ronddraaien tot de vloeistof goed is verdeeld.
- **10 min.** wachten
- Aflezen (bij daglicht en zonder direct invallend zonlicht).



3. Omdat het niet altijd evident is om natuurlijke stalen van *Phaeocystis* te krijgen (mede doordat het fenomeen bij ons seizoenaal voorkomt), verkiezen we het schuim na te bootsen aan de hand van een ei. Scheidt eerst het ei voorzichtig in eigeel en eiwit. Voeg wat water toe aan het eiwit. Neem een klopper en klop het geheel op. **Tip:** Indien een periode van bloei (meestal in de lente – mei/juni – aan de Belgische kust) kan je een staaltje (volle zee of havenmonding) nemen en toch eens nagaan of je dit daadwerkelijk lukt in de praktijk! (Als je een emmer zou vullen met zeewater op het moment dat de zee begint te schuimen, kun je de kolonies gemakkelijk zien).

Resultaten en opmerkingen:

Metten van nitraten en fosfaten

De grootste oorzaken van eutrofiëring in de Noordzee zijn het gebruik van meststoffen in de landbouw welke o.a. nitraten bevatten. Niet alle bestanddelen van de meststof worden opgenomen door de planten waardoor het overige deel wordt getransporteerd via grondwater en rivieren naar zee en estuaria. Door een overmaat aan nitraat kunnen algen sneller en beter groeien. Het gebruik van nitraten in organische en chemische meststoffen voor de landbouw is een belangrijke oorzaak van waterverontreiniging in Europa. Begin jaren negentig werd voor het eerst een gestage daling opgetekend in het verbruik van minerale meststoffen. Over het algemeen blijft de landbouw verantwoordelijk voor meer dan 50 % van de totale stikstofemissies in oppervlaktewater.

Ook fosfaten zijn aanwezig in meststoffen. Fosfor stimuleert de ontwikkeling van de planten en een hoog fosfaatgehalte leidt (net zoals hoge nitraatwaarden) tot een overmatige algengroei. Vroeger werden fosfaten gebruikt als ontharders (maken het water minder hard zodat het wassen makkelijker wordt) in waspoeders. Het gebruik van fosfaten werd sinds begin de jaren 2000 afgebouwd omdat ze bijdragen tot watervervuiling en eutrofiëring. De fosfaten die thans terecht komen in onze waterlopen zijn afkomstig van gezinnen, industrie en intensieve landbouw (meststoffen en veevoeder). Verschillende bedrijven zoals bijvoorbeeld ECOVER werkten in de loop van de jaren aan fosfaatvrije waspoeders- en tabletten waarbij fosfaten worden vervangen door alternatieve ontharders om milieuvriendelijker te wassen. Jammergenoeg wordt vandaag aan sommige vaatwastabletten terug fosfaat toegevoegd door de lagere kostprijs als ontharder.

Simuleren van schuim door opkloppen van eiwitten

Na intensief en hard werken is het je eindelijk gelukt om het fenomeen na te bootsen! We hebben als het ware de eiwitten afkomstig van de *Phaeocystis* algen opgeklopt tot schuim net zoals de golven

de slijmlaag opkloppen. Het schuim ontstaat in een mengproces tussen lucht (zuurstofgas) en de eiwitten.

Bronnen:

- http://www.vliz.be/docs/groterede/GR04_schuim.pdf
- **The life cycle of *Phaeocystis*: state of knowledge and presumptive role in ecology**
Rousseau, V.; Chrétiennot-Dinet, M.-J.; Jacobsen, A.; Verity, P.; Whipple, S. (2007)
in: Van Leeuwe, M.A. *et al.* (Ed.) (2007). *Phaeocystis, major link in the biogeochemical cycling of climate-relevant elements. Biogeochemistry*, 83(1-3): pp. 29-47.
- **Current understanding of *Phaeocystis* ecology and biogeochemistry, and perspectives for future research**
Verity, P.G.; Brussaard, C.P.D.; Nejstgaard, J.C.; Van Leeuwe, M.A.; Lancelot, C.; Medlin, L.K. (2007) *Biogeochemistry* 83(1-3): 311-330.
- www.iseca.eu
- Sera®GmbH: user manuals Phosphate (PO_4^{3-}) Test and Nitrate (NO_3^-) test
http://www.sera.de/en/products/in_category/single-water-test-312/product/sera-po4-test-phosphate-test.html
http://www.sera.de/en/products/in_category/single-water-test-312/product/sera-nitrate-test.html

Deze educatieve tool is ontwikkeld in kader van het ISECA project.



Voor meer informatie: www.ISECA.eu

