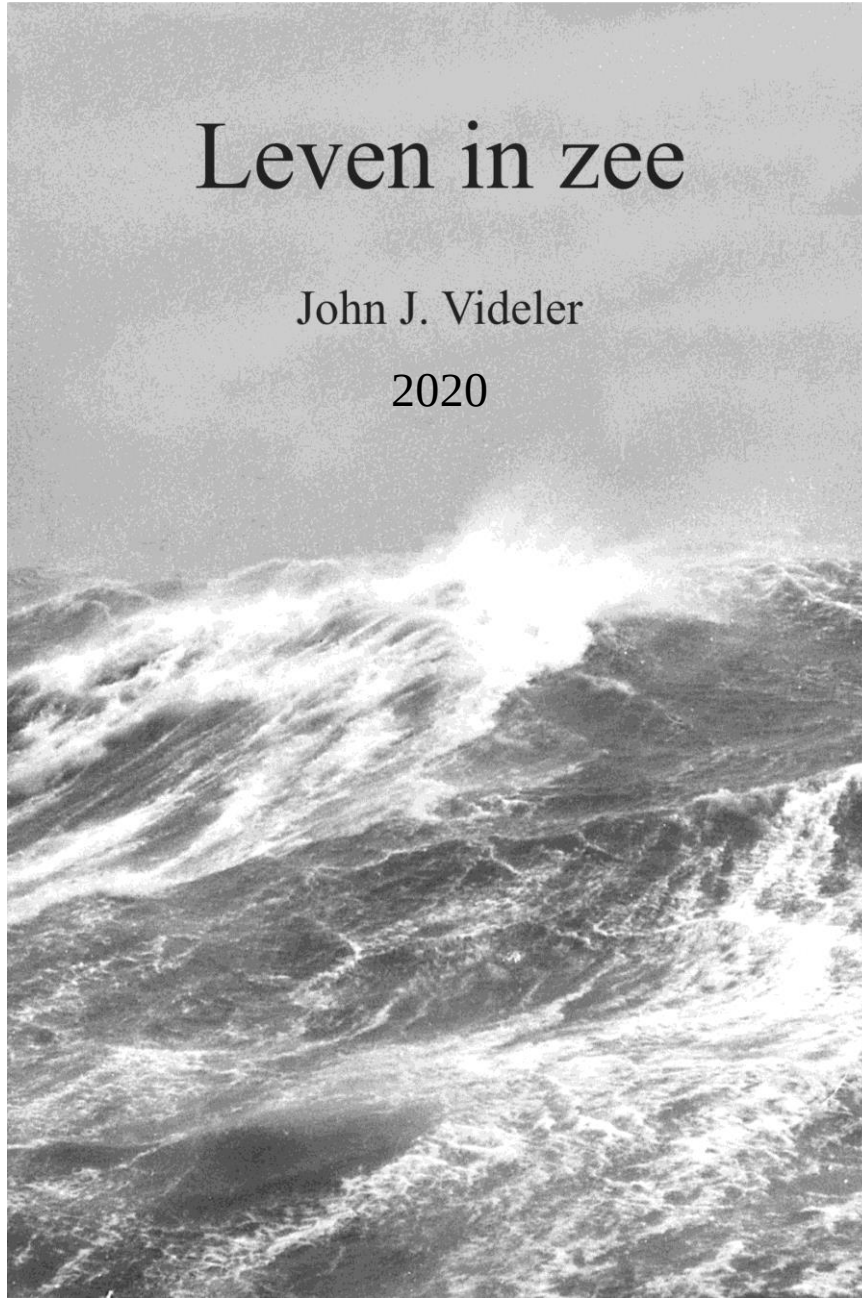


Leven in zee

John J. Videler

2020



j.j.videler@rug.nl

Leven in Zee

Verschillen met het leven op het land
Vrijwel alles is anders

Omvang en eigenschappen van de leefgebieden

Energetische bases

Twee voorbeelden van exclusieve mariene processen

Symbiose tussen dieren en primaire producenten

Voedselverwerving door filteren

Omvang en eigenschappen van de leefgebieden

Leven is in zee ontstaan

Er leven nog vertegenwoordigers van alle domeinen

Leven op het land is een extreme recente ontwikkeling

Op het land:

Lucht: 71% stikstof, 21% zuurstof

Zwaartekracht

Luchtdruk van 1 atmosfeer

In Zee:

Zout (35 g/kg) water met 0,5 – 0,8 % zuurstof

Zwaartekracht

Luchtdruk van 1 atmosfeer

Archimedeskracht

Druk van de kolom water (1 atm/10 m)

Zee

Zout water bedekt 71% van de planeet

Gemiddelde diepte 3.8 km

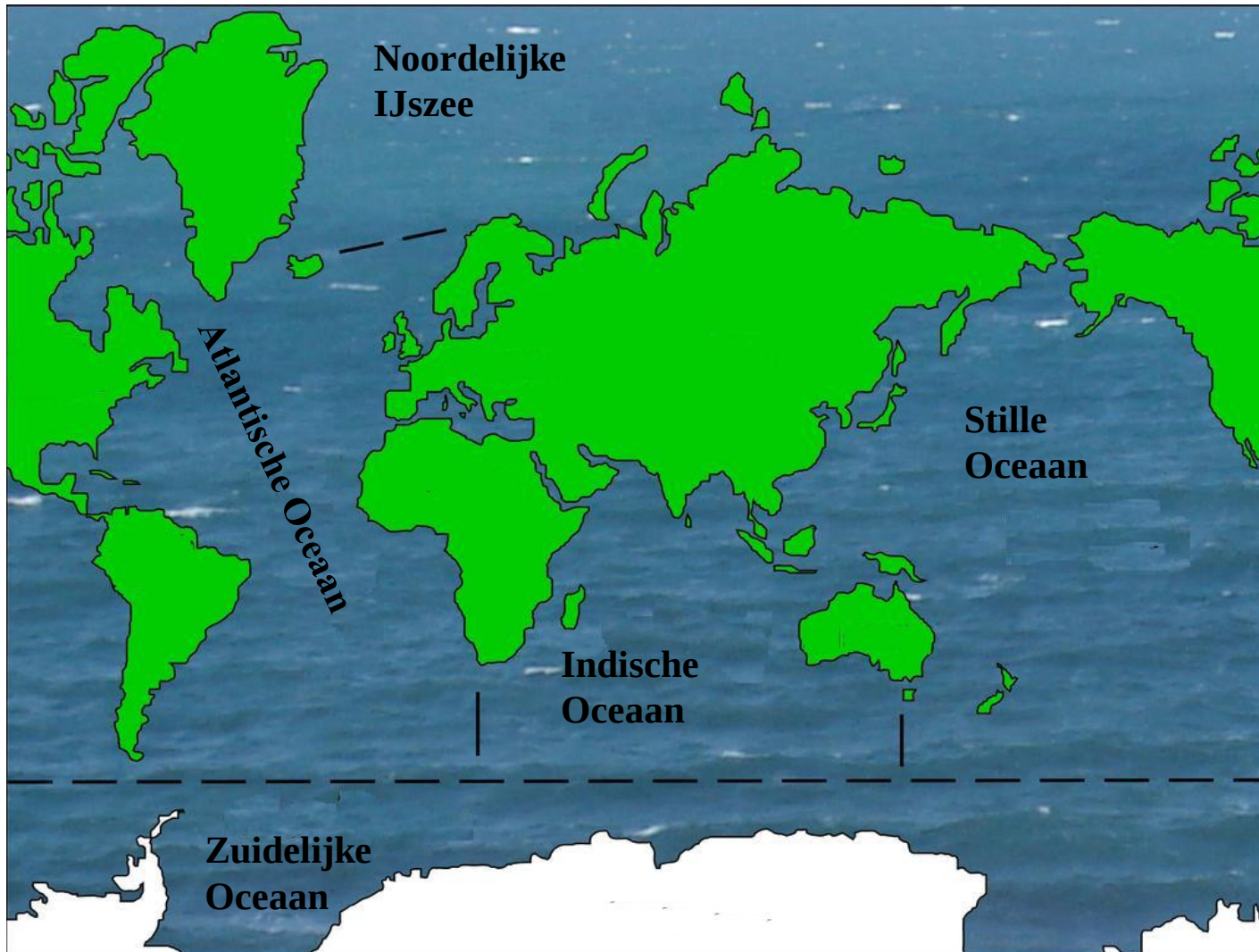
Totaal volume 1370 miljoen km³

Land

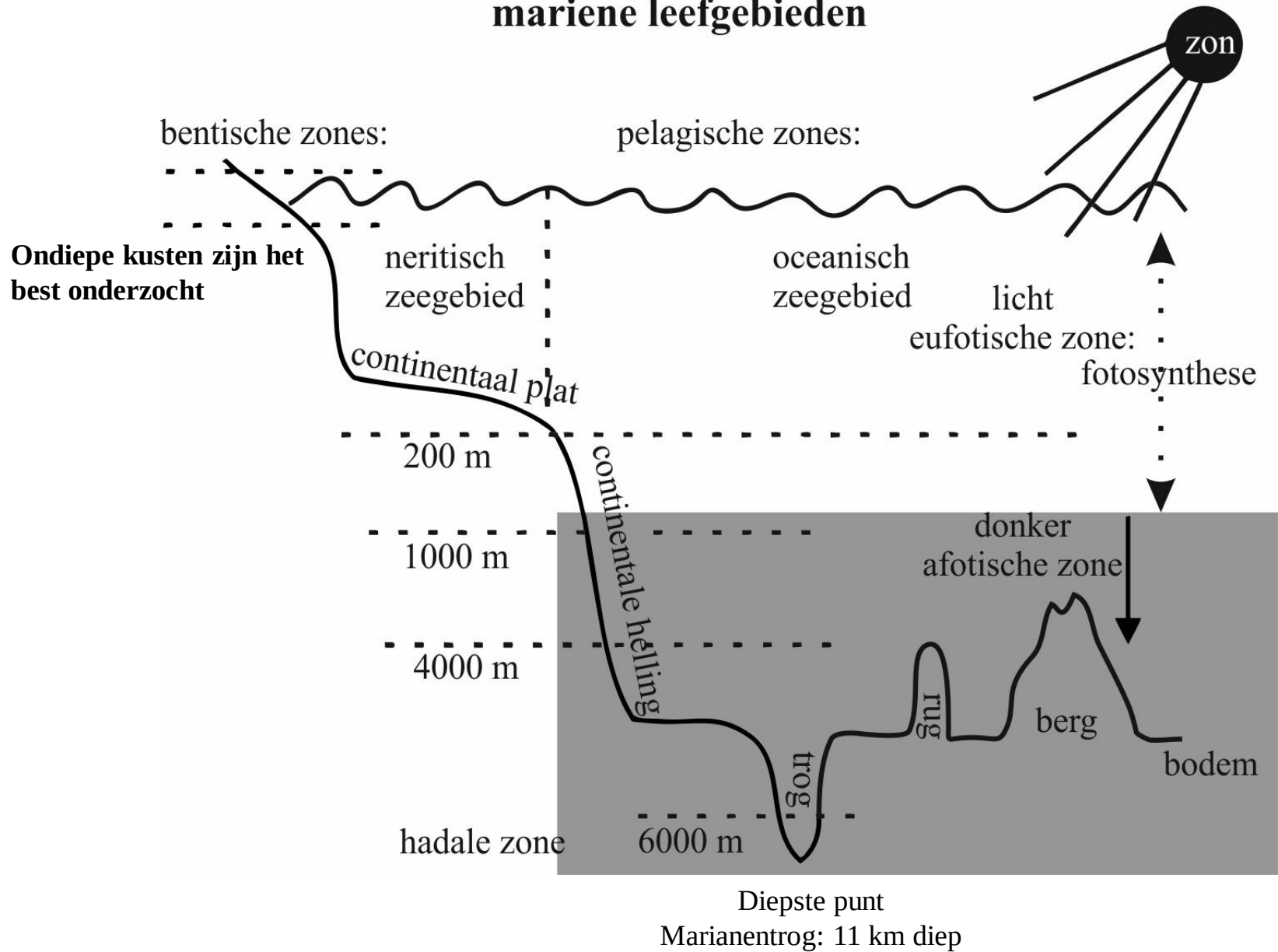
Landoppervlak: 29%, waarvan 4 % met ijs is bedekt,

Over: 25% waar tot 10 m hoogte leven kan bestaan

Totaal volume 1,27 miljoen km³



mariene leefgebieden



Wat leeft waar in zee?

Het enige insect

Oceaanschaatser



Bezaantje



Paarse zeezeiler



Pleuston

Neuston

400 000
Mariene diersoorten

Nekton

Plankton



Pelagische gemeenschap: 2%

Zoöplankton
Fytoplankton

Epilithisch

Vagiel

Demersaal

Benthos:

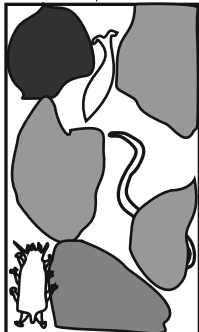
98%

Endolithisch

72 500

Soorten mariene algen

Meiofauna
in
interstitiële
ruimtes



Zeewieren:

Microalgen (Fytoplankton)

Macroalgen (Benthos)

Energetische bases

In zee en op het land

Autotroof: bacteriën en planten

Fotosynthese

zonlicht



Op het land en in zee

Chemosynthese

Energierijke koolwaterstofverbindingen uit: waterstofsulfide, methaan, ammoniak, nitriet, zwavel, waterstofgas of ferro-ijzerverbindingen

Bijvoorbeeld waterstofsulfide uit vulkanische heetwaterbronnen in de diepzee:



In diepzee-bacteriën

Heterotroof: herbivoren en predatoren

Op het land en in zee

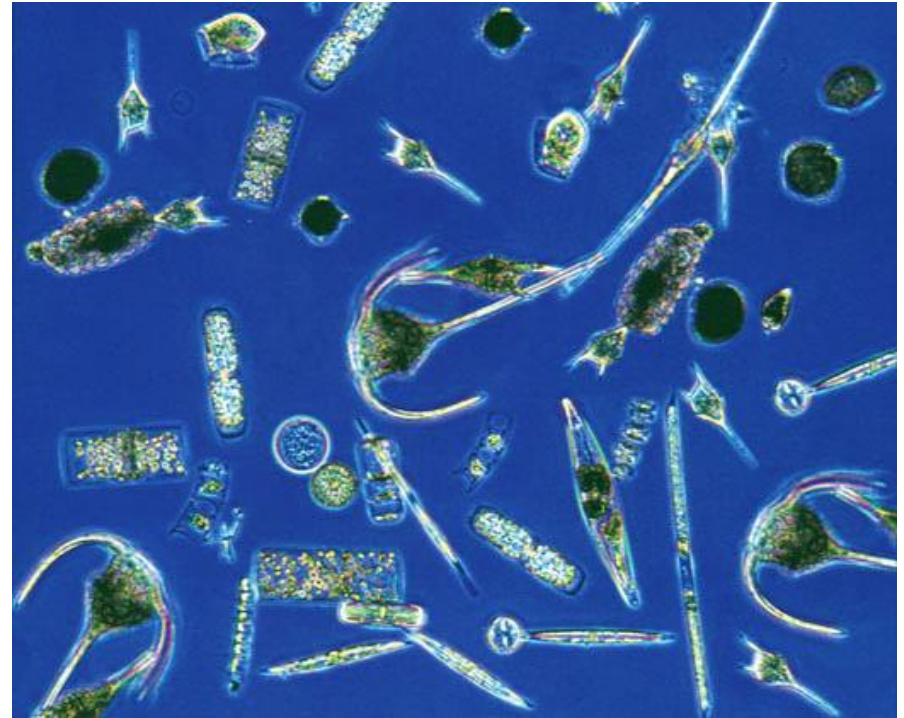
Organismen gebruiken energie uit organische koolwaterstofverbindingen

Primaire productie:
Autotroof in bacteriën en planten met fotosynthetische pigmenten
(o.a. bladgroen, chlorofyl)

Op het land vaatplanten en mossen



**In zee vooral bacteriën en eencellige algen
(o.a. diatomeeën en dinoflagellaten)**



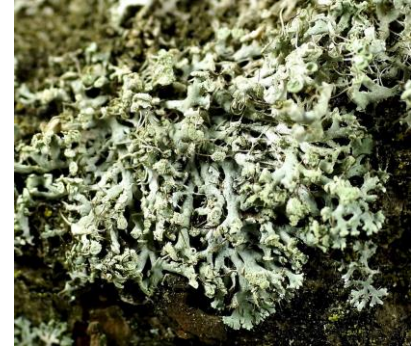
Symbiose tussen dieren en primaire producenten

Symbiose: wederzijdse voordelige co-existentie

Op het land:

Korstmossen: symbiose tussen schimmels en algen

Symbiose tussen dieren en primaire producenten ontbreken



In zee:

Symbiose tussen dieren en primaire producenten eerder regel dan uitzondering

De primaire producenten zijn:

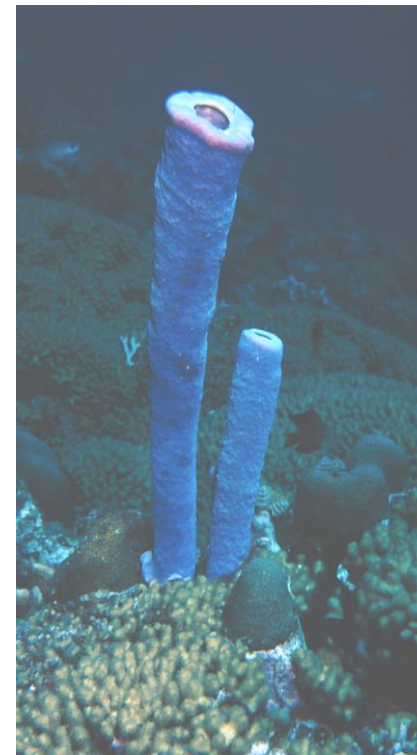
Fototrofe bacteriën of algen

Chemotrofe bacteriën

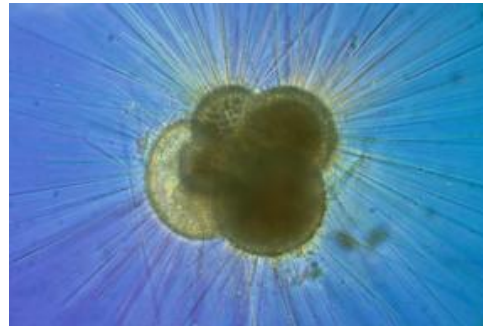
Symbiose met fototrofe primaire producenten

Cyanobacteriën in:
protozoa en sponzen

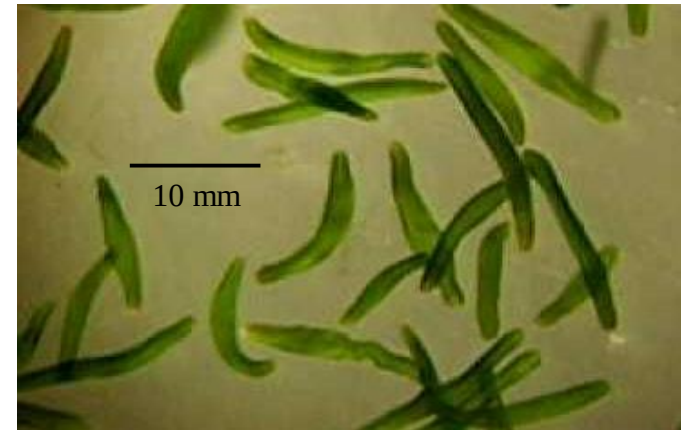
Grote buisspons *Aplysina lacunosa*
1 m lang
33% biomassa is *cyanobacterium*
levert 80% van de energiebehoefte



Groene algen: *Chlorella* in:
Protozoa (foraminifeer *Globigerina*)



Platwormen (*Symsagittifera roscoffensis*)

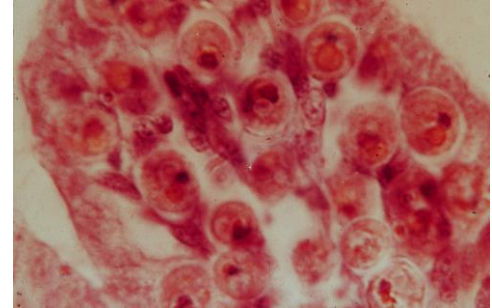


Weekdieren
(Dooptonschelp *Tridacna*)

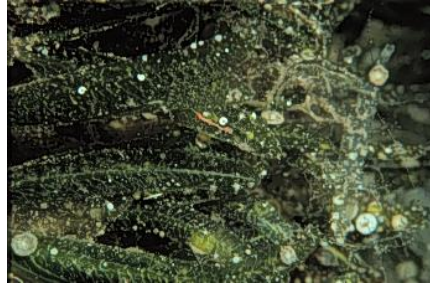


Symbiose met fototrofe primaire producenten

Zoöxanthellen: Dinoflagellaten (*Symbiodinium*) in:



Protozoa: radiolariën, foraminiferen, ciliaten



Sponzen: b.v. de broodspoon (*Halichondria panicea*)



Neteldieren: hydroidpoliepen, bloemdieren (koralen), kwallen (de onderstebovenkwal *Cassiopeia*)

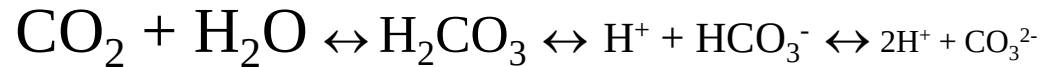


Symbiose bij koralen

De relatie tussen fotosynthese
en de calciumcarbonaat afzetting:



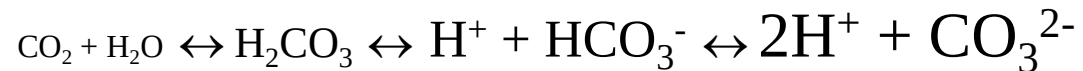
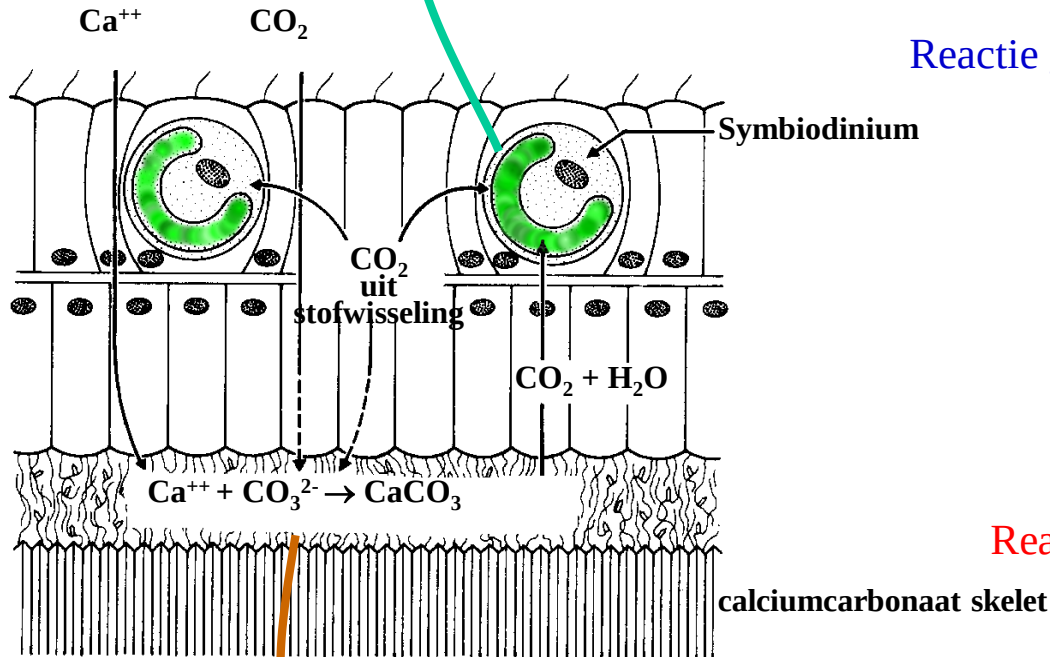
Fotosynthese: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$



Reactie gaat naar links als het aantal H^+ ionen toeneemt

Hoe?

Reactie naar rechts als het aantal H^+ ionen afneemt



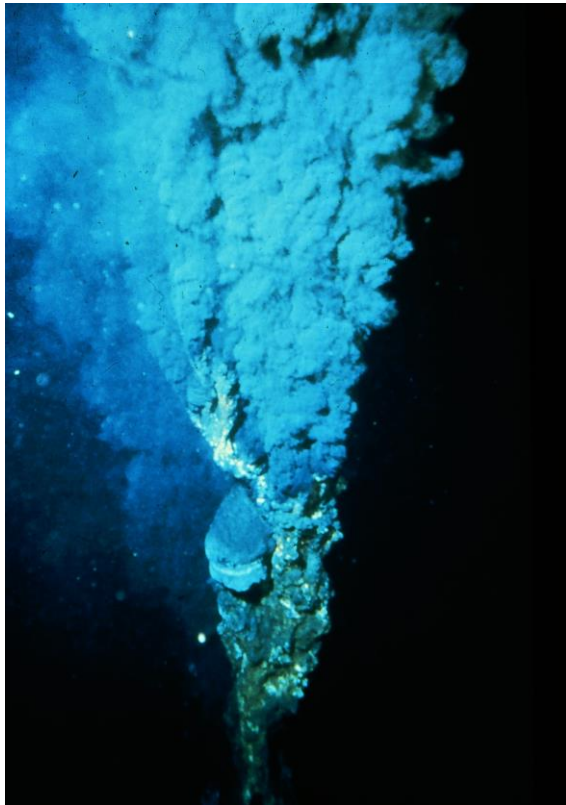
Calciumcarbonaat afzetting: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$
overdag **10x** zo hoog als 's nachts!

Symbiose tussen dieren en chemotrofe primaire producenten

Ontdekt in 1977 op 2500 m diepte (Alvin)

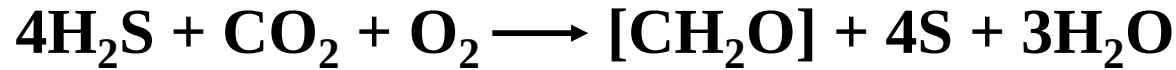
Rond zwavelbronnen (H_2S) bij midoceanische ruggen

Temperatuur in de bronnen is 350°C



Zwavelbacteriën

produceren koolwaterstoffen
door chemosynthese:

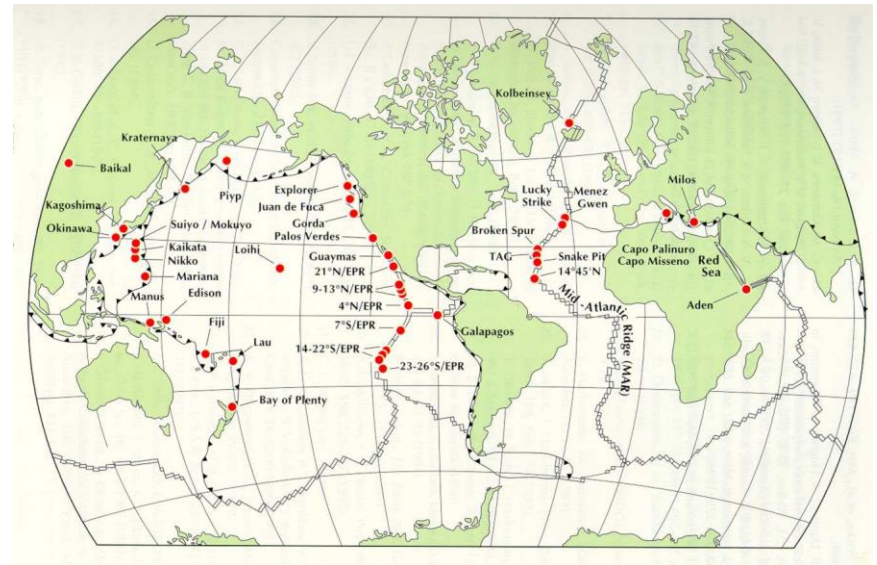


Zwavelbacteriën leven in symbiose met dieren
dieren zorgen voor O_2 , H_2S en CO_2
gebruiken de koolwaterstoffen en verwijderen S

1984: Hoge temperaturen zijn niet noodzakelijk

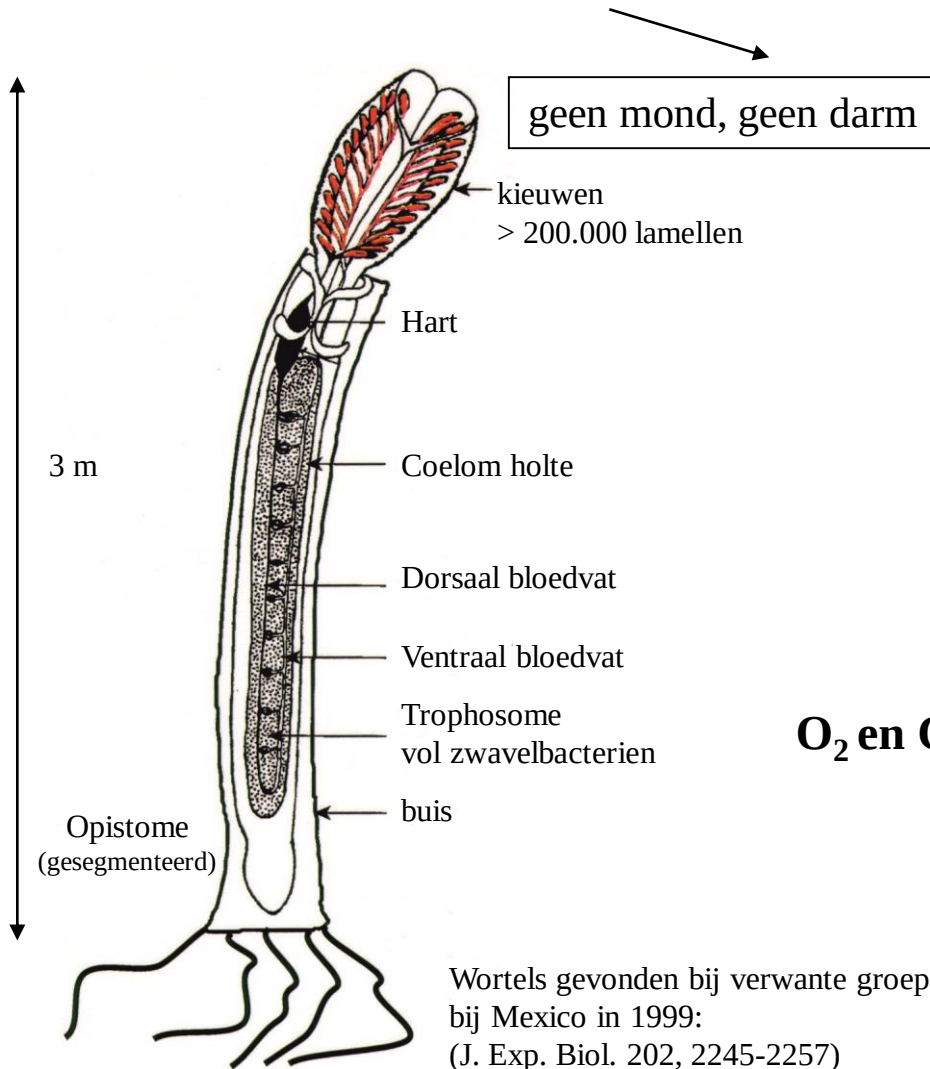
Ruggen vormen een groot gebied

Temperatuur van de ecosystemen: 2 - 30 °C



Baardwormen

Voorbeeld: *Riftia pachyptila*



O₂ en CO₂ opname door de kieuwen en de huid
H₂S opname door de wortels?

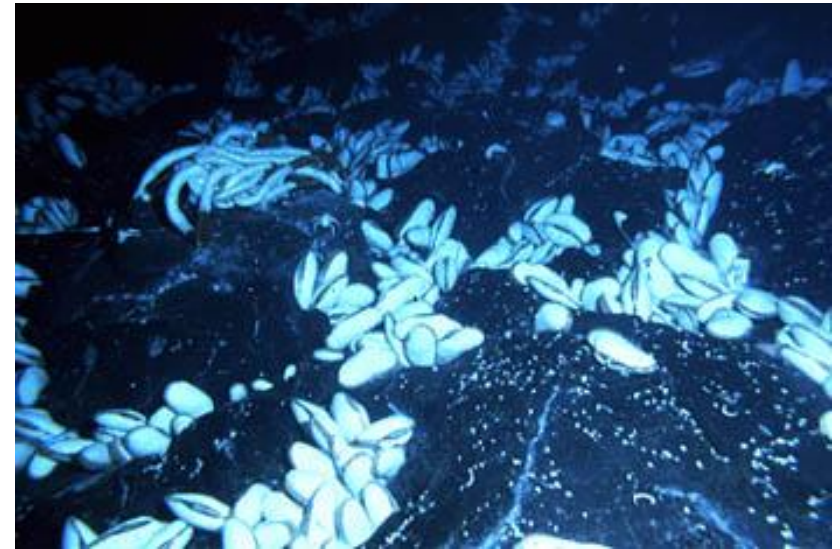
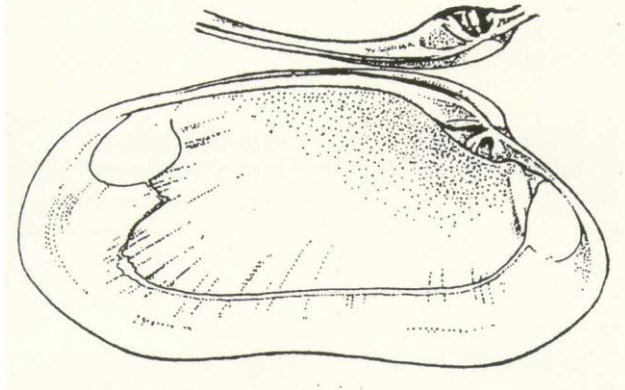
Tweekleppige weekdieren

Zwavelbacteriën in de kieuwen
Metabolisme 500 x zo hoog als dat van
vergelijkbare tweekleppigen



Calyptogena soyoae
(Japan 1200 m, koude bronnen)

1 cm



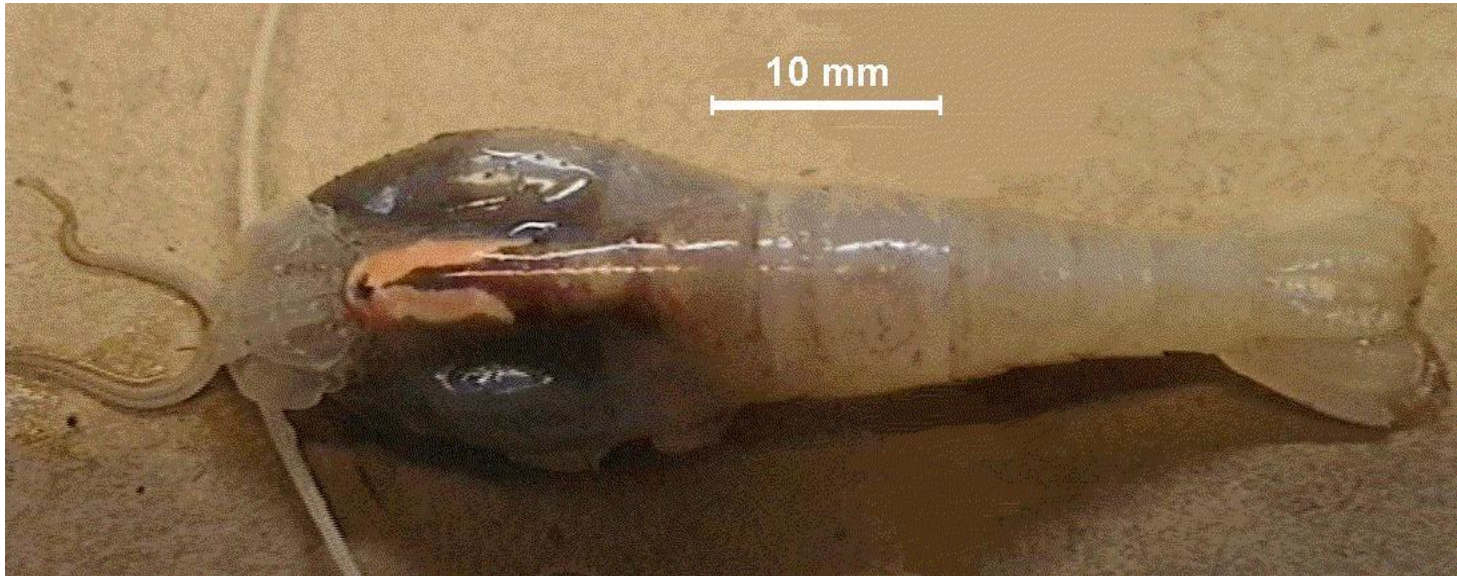
Calyptogena magnifica tot 26.3 cm lang



Bathymodiolus thermophilus tot 18.4 cm lang

Geleedpotigen

Blinde garnalen *Rimicaris exoculata*



Mid-Atlantische ruggen, 1700 tot 3650 m diep
zwermen met tot 2500 individuen/m³ in water
van 15 - 30°C

Zwavelbacteriën onder het borstskelet

Voedselverwerving door filteren

De zee is een hele dunne soep
Filteren is de belangrijkste techniek

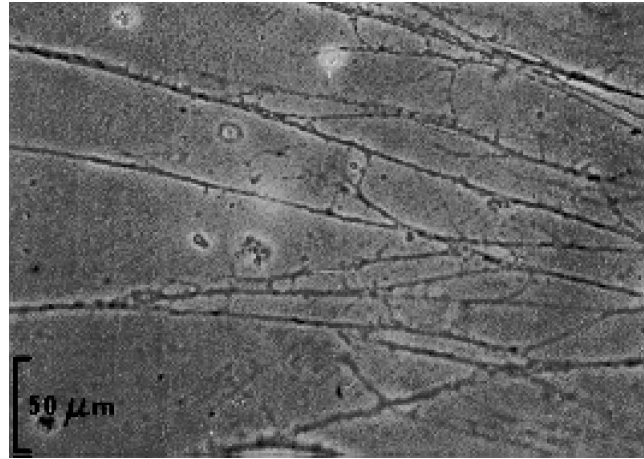


Fytoplanktonpartikels zijn dun gezaaid:
1 partikel op 10^5 tot 10^7 partikels water

Voedselverwerving door filteren

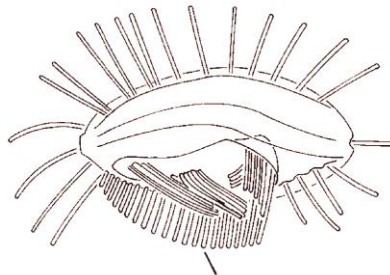
Filtertechnieken eencellig zoöplankton

Vrijwel elke soort zijn eigen techniek

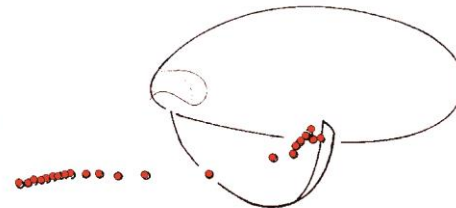


Foraminiferen
Filteren met een pseudopodia net

Eencellige ciliaat:
Cyclidium



Rij onbeweeglijke
ciliën
vormen het filter



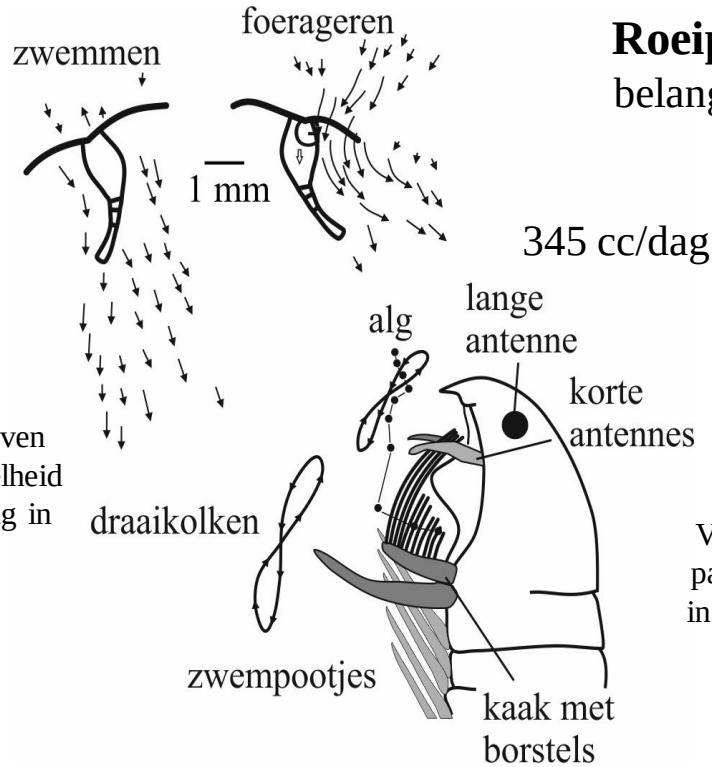
Tijd tussen de
partikelopnamen 20 ms

Maximale partikelsnelheid 300 mm/s

Filtertechnieken meercellig zoöplankton

Roeipootkreeftjes

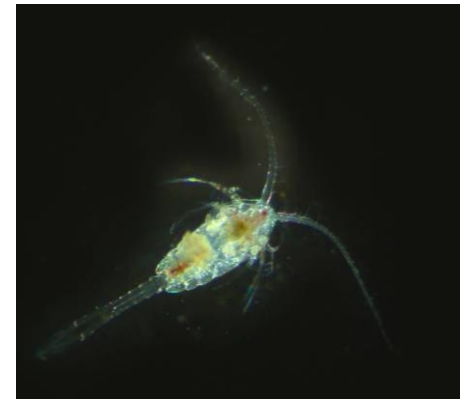
belangrijkste grazers



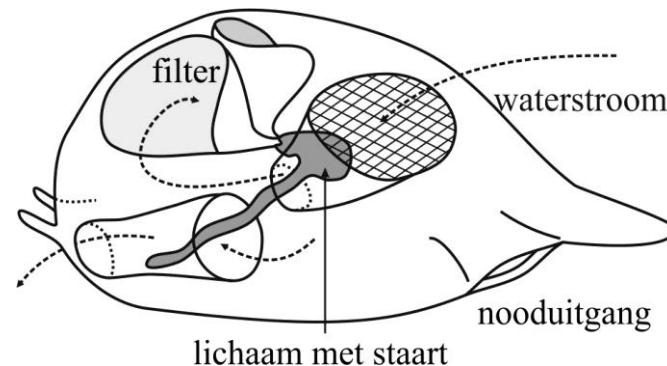
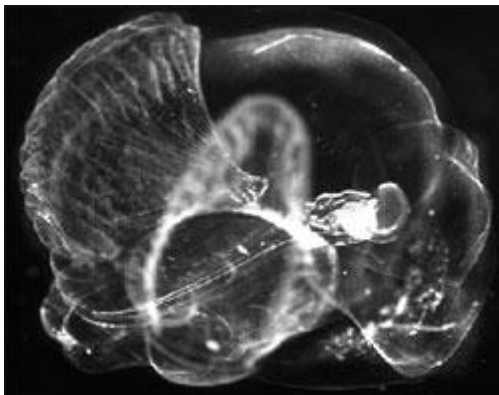
Roeipootkreeftjes zinken

Voordelen:

- versterking van de voedselstroom
- oriëntatie in de water column is gunstig door ligging zwaartepunt

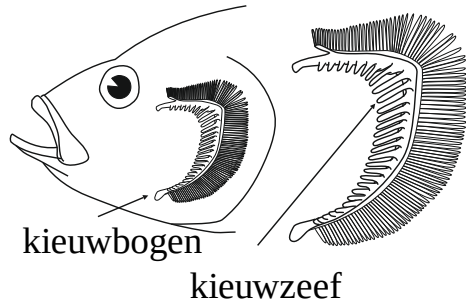


Manteldier *Oikopleura*



Filtertechnieken nekton

Vissen

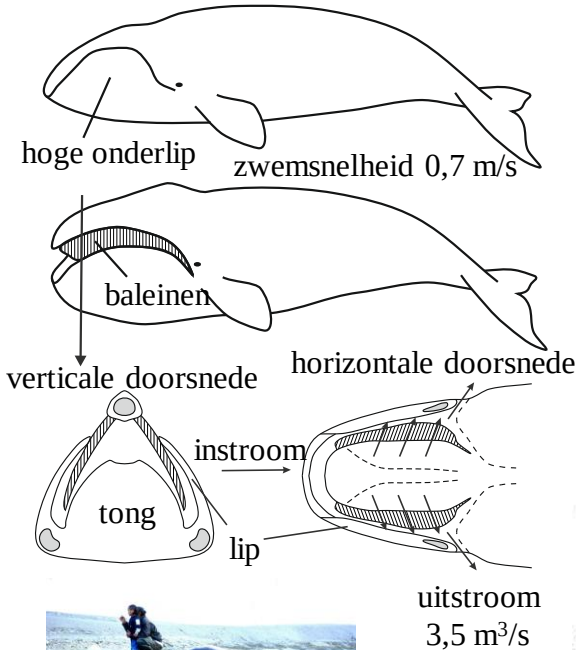


Manta roggen (*Manta birostris*)



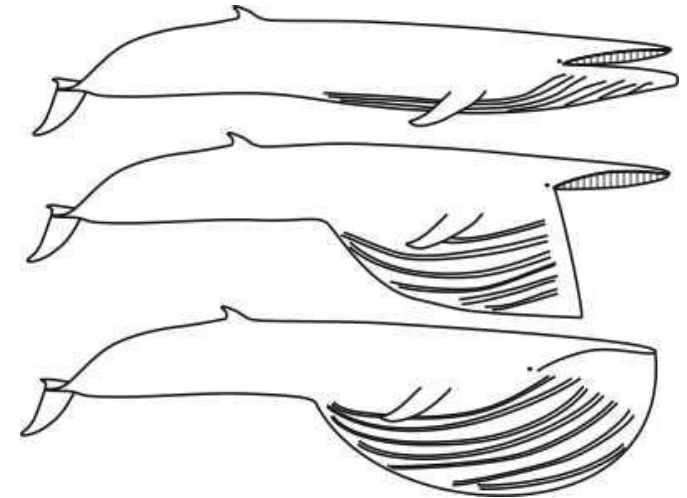
Echte walvissen

Groenlandse walvis *Balaena mysticetus*



Vinvissen

Gewone vinvis *Balaenoptera physalus*

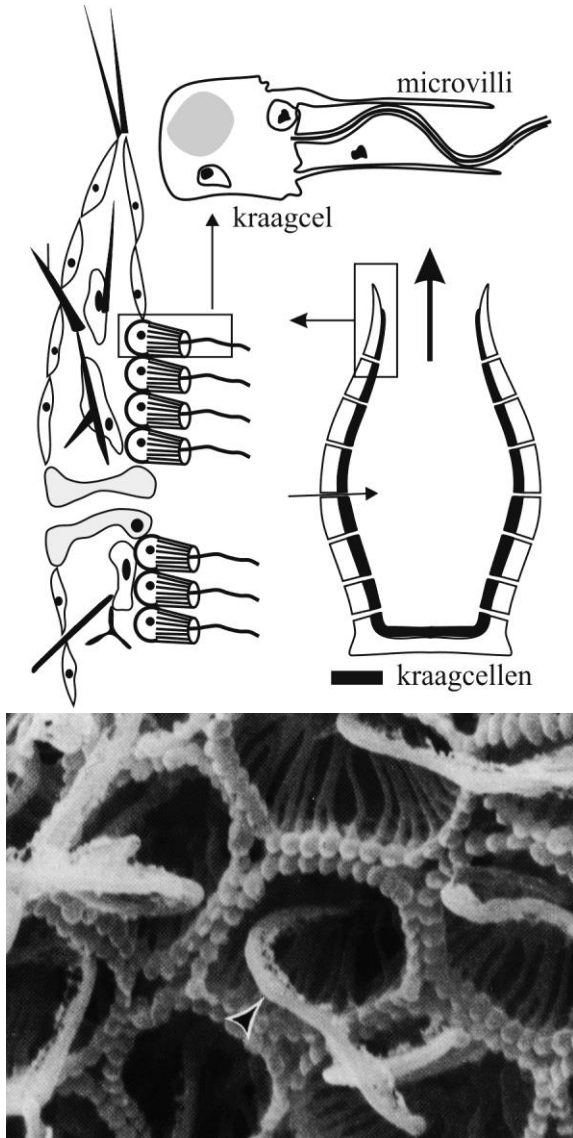


Filtertechniek actief

Bek omsluit 30 m³ water plus krill (blauwe vinvis 70 m³)
verschillende hapen achter elkaar om de 45 s
duur van een hap 16 s
filtersnelheid 1 m³/s;

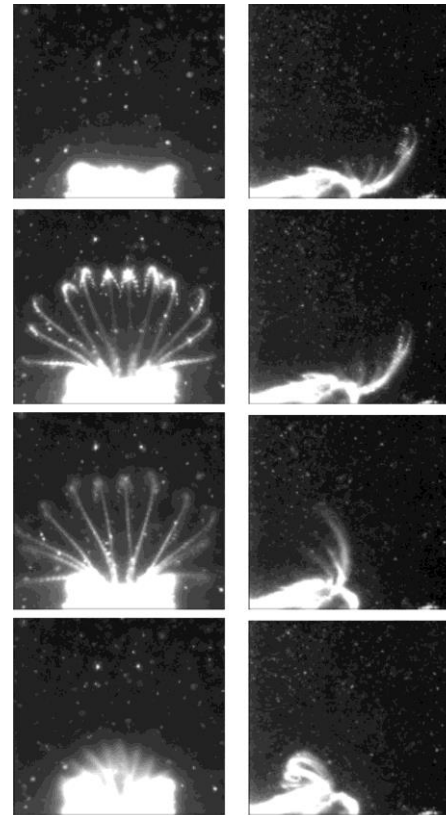
Filtertechnieken benthos

Filterfeeding sponzen



Flagellen van kraagcellen wekken stroming op
 Passieve doorstroming door schoorsteeneffect
 Microvilli filteren partikels, kraagcellen nemen ze op

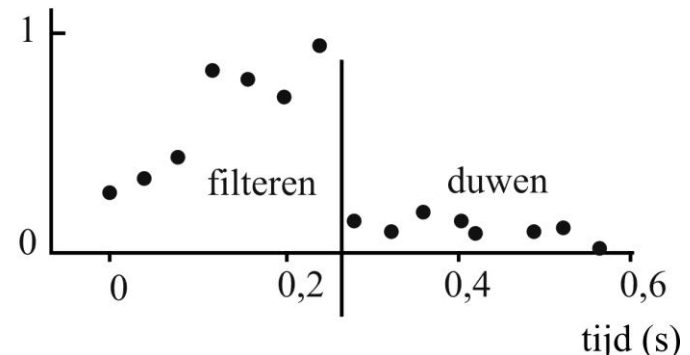
Filterfeeding zeepokken



Eerste helft van de slag filteren
 tweede helft water verplaatsen

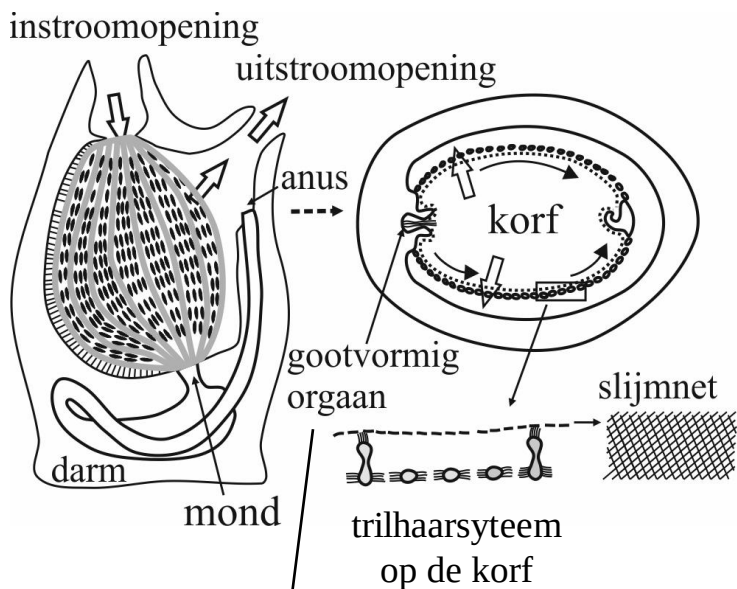
Bij sterke stroming geen slagen
 Pootjes loodrecht op de stroming

relatieve snelheid

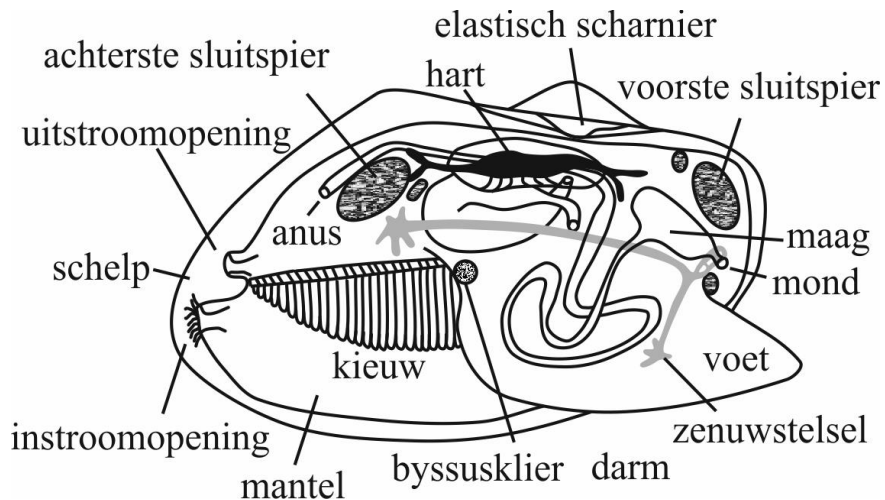


Filtertechnieken benthos doorstroming met trilharen

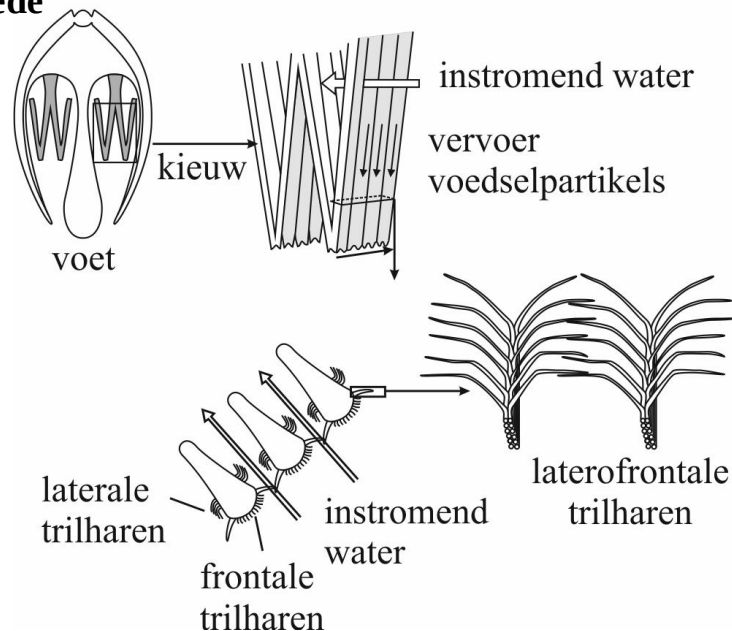
Manteldieren **zakpijp** (*Cyona intestinalis*)

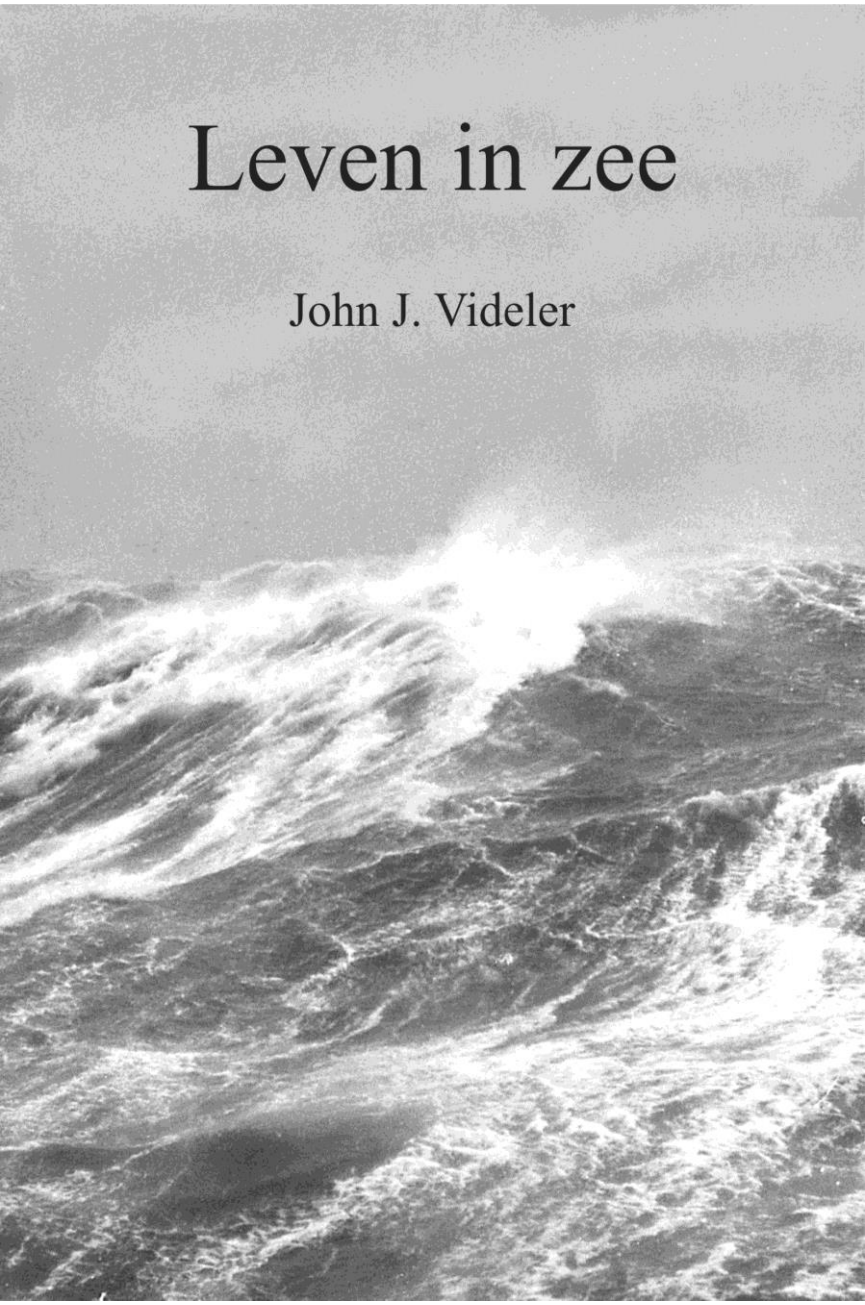


Tweekleppige weekdieren **mossel** (*Mytilus edulis*)



Dwarsdoorsnede





Leven in zee

John J. Videler

Leven in Zee

Inhoud (113 p)

1. Omvang en belangrijkste processen
2. Methoden in de Mariene Biologie
3. Plankton
4. Nekton
5. Benthos
6. Leven in de diepzee
7. Leven tussen water en land
8. Symbiose met primaire producenten
9. Licht in zee
10. De Nederlandse kust
11. Literatuur

j.j.videler@rug.nl