

gesloten is. De dwarsdoorsnede is rond of stervormig. Vaak ver-
toont het buisje verdikte ringen op regelmatige afstand. Indien het
fossiel tijdens de fossilisatie verdrukt is, komen deze ringen vaak
iets dwars op de lengterichting te liggen en kunnen Tentaculieten
dan doen denken aan hoog-torenvormige gastropoden.
Voorbeeld Tentaculita:

Tentaculites sp., afb. 92 Siluur tot Devoon
De schaalwand bestaat uit twee lagen. Op de buitenzijde ringvor-
mige verdikkingen op regelmatige afstanden. In het jeugdgedeelte
zijn enkele dwarssepta aanwezig. De maximale lengte bedraagt
enkele centimeters.

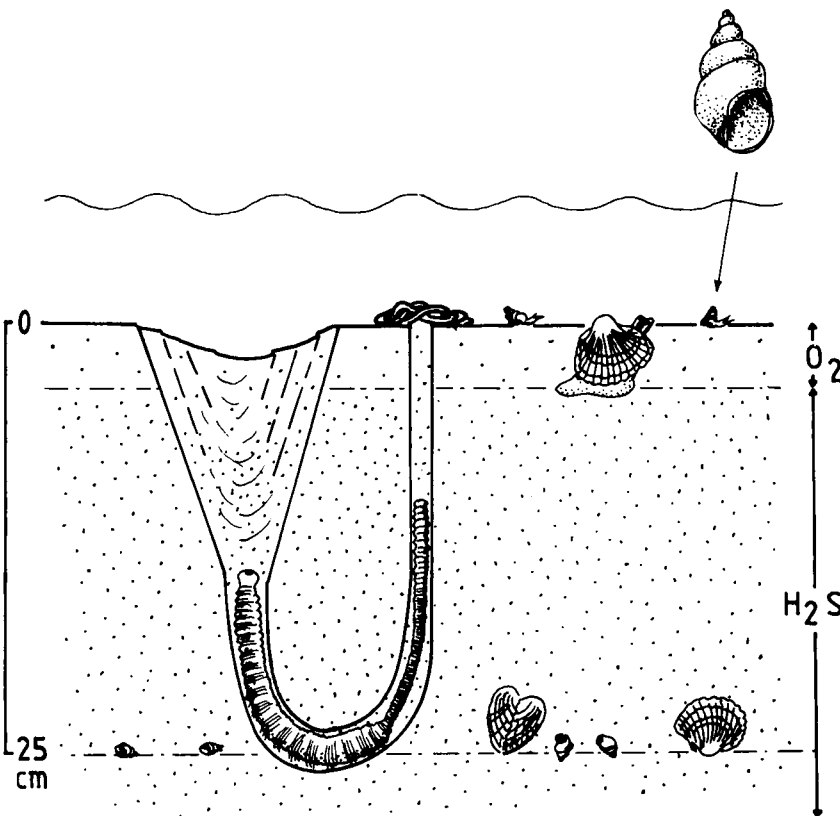
Klasse Calyptoptomatida (=Hyolieten)

Cambrium tot Perm

Dit zijn kleine, rechte tot zwak gebogen buisjes met een driehoeki-
ge, soms ovale dwarsdoorsnede. De lengte kan wel tot 15 cm zijn,
meestal echter slechts enkele centimeters. Ze zijn aan de punt
afgesloten. Aan het andere, brede uiteinde is een sluitdeksel, het
operculum, aanwezig. Volgens sommige auteurs worden de
Hyolieten tot de Pteropoda gerekend.
Voorbeeld Calyptoptomatida:

Hyolithes sp., afb. 93 Cambrium tot Perm
Driehoekige dwarsdoorsnede, ook het operculum is driehoekig van
vorm.

Annelida en andere wormen



Afb. 94. Schematische doorsnede door het
hoge deel van het wad, het deel dat bij
laagwater droog valt. Hier leeft de zeepier
Arenicola marina in een zelfgegraven, U-
vormige buis. Aan de mondzijde zakt
sediment langs trechtervormige breukvlakken
omlaag, gaat in de lengte door het
spijsverteringssysteem van de zeepier en
wordt - ontdaan van organische resten - als
een kronkelig hoopje zand aan het andere
eind van de U-vormige buis bovenop het wad
gedeponeerd.

In de bovenste paar centimeter van het wad is
er nog zuurstof aanwezig. Hier leeft o.a. de
lamellibranchiaat **Cardium edule** (korkkel), die
in het bezit is van twee korte siphobuizen aan
de achterzijde en een brede kruipvoet aan de
voor-onderzijde. Ook komt er de zeer kleine,
tot 8 mm hoge gastropode **Hydrobia ulvae**
(brakwaterhoortje) voor, dat met een
kruipvoet over het wad-oppervlak kan
bewegen. Direct onder het vrij dunne zuurstof-
rijke sediment is er een overmaat aan
zwavelwaterstof (H_2S) veroorzaakt door an-
aerobe, zwavel-reducerende bacteriën. Tot
een diepte van
 ± 25 cm onder het wad-oppervlak wordt hier
uit ijzerhydroxyde, dat als een dun laagje om
de zandkorrels aanwezig is, ijzer-monosulfide
(FeS) gevormd, en beneden de 25 cm diepte
zelfs zeer fijn verdeeld ijzerbisulfide of pyriet
(FeS_2). Een bijzonder gevolg van de gravende

levenswijze van de zeepier, die vaak in grote aantallen op de
wadden voorkomt, is dat er op ongeveer 25 cm diepte een laag
gevormd wordt van dode exemplaren van korkkels en brakwater-
hoortjes. Veelal zijn de dode korkkels daarbij nog dubbelkleppig,
maar worden in willekeurige posities aangetroffen, duidelijk **niet** in
levenspositie. Korkkels en brakwaterhoortjes zijn in de inzakkende
voedseltrechters van de zeepier geraakt en daarmee in de sedi-
menten die rijk zijn aan het dodelijke H_2S .
Hierdoor ontstaat dus een "kunstmatige" schelpenrijke laag op
ongeveer 25 cm diepte, het maximale bereik van de U-vormige
graafgangen van de zeepier.

Wormen kunnen biologisch worden ingedeeld in 9 phyla van zeer
uiteenlopende vormen. Hoewel wormen bekend zijn van Precam-
brium tot Recent, worden ze fossiel slechts zelden aangetroffen.
Ze vormen nooit gidsfossielen.

Phylum Annelida

Dit is de enige groep wormen die paleontologisch van belang is.
Annelida zijn **gesegmenteerde** wormen met één enkel segment
vóór de mond en een gespierde lichaamswand.

Aan de binnenzijde bevinden zich in de wand lengtespieren over
de gehele lengte van het lichaam. Per segment bevinden zich in
de lichaamswand meer naar buiten ook nog dwars geplaatste
spierbundels.

Er is een centraal zenuwstelsel in de vorm van een ladder: per
segment twee onderling verbonden zenuwknopen die ook elk
een verbinding in de lengterichting hebben met de voorgaande

en de volgende segmenten. De cuticula (opperhuid) is dun en
nooit verstevigd als bij de Arthropoda.

Bij sommige Annelida draagt een deel van de segmenten elk
twee uitstulpingen die ieder een stel chitineuze **borstels**

(chaetae) bezitten. Dit zijn de **Polychaeta**, een klasse waartoe o.a. de bekende recente zeeper, *Arenicola marina*, behoort (zie afb. 94).

Sommige Annelida bezitten aan de mondzijde een tweetal hoornachtige kaakjes, de zgn. **scolecodonten**, die een redelijke kans op fossilisatie hebben. Complete fossiele wormen zijn uiterst zeldzaam. Ze worden alleen aangetroffen in afzettingen die onder buitengewone omstandigheden zijn ontstaan, vrijwel steeds in een anaeroob milieu, zoals de Middenkambrische Burgess Shales in Canada of de Bovenjurassische Solnhofen plaatkalken in Beieren. Taxonomisch zijn de Annelida van groot belang, omdat ze beschouwd worden als de voorouders van de

Arthropoda of geleedpotigen, die hierna behandeld worden. Wormen zijn ook zeer belangrijk doordat ze enorme hoeveelheden sediment kunnen omwoelen. Meer dan 200.000 wormen per hectare zijn geen uitzondering en per jaar kunnen ze per hectare miljoenen kilogrammen sediment door hun spijsverteringssysteem voeren. Daarmee veranderen ze de oorspronkelijke sedimentaire structuren en tevens de chemische samenstelling van het sediment.

Ze leven in groten getale, zowel op het land als marien, zelfs tot grote diepten. Bij het bestuderen van sedimentstructuren moeten we dan ook steeds erop verdacht zijn, dat deze van organogene aard (en vaak door wormen veroorzaakt) kunnen zijn.

Arthropoda (geleedpotigen)

De geleedpotigen vormen de biologisch meest succesvolle diergroep die we kennen. Ze bezitten het grootste aantal soorten en ook het grootste aantal exemplaren per soort. Ze leven over enorme oppervlakten verspreid, in de meest uiteenlopende milieus, nemen meer voedsel tot zich dan alle andere diersoorten tezamen en hebben door hun **uitwendige skelet** de beste verdediging van alle dieren! Van alle beschreven diersoorten behoort meer dan driekwart tot de Arthropoda.

De lichaamsbouw van de Arthropoda kan ruwweg omschreven worden als een verbetering en specialisatie van de gesegmenteerde, bilateraal symmetrische bouw van de hiervoor genoemde Annelida.

Primitieve Arthropoda bestaan uit een serie gelijkvormige segmenten die ieder weer gelijkvormige aanhangsels dragen. Bij de hoger ontwikkelde Arthropoda is echter vrijwel elk segment iets anders gebouwd dan het voorgaande en heeft dan ook meestal een andere structuur en functie.

De **cuticula** die bij de Annelida nog een dun vliesje vormde, is bij de Arthropoda tot een dikke laag ontwikkeld, die een beschermende functie heeft. De buitenoppervlakte van de cuticula bestaat uit een dunne, wasachtige laag die de huid "water-proof" maakt.

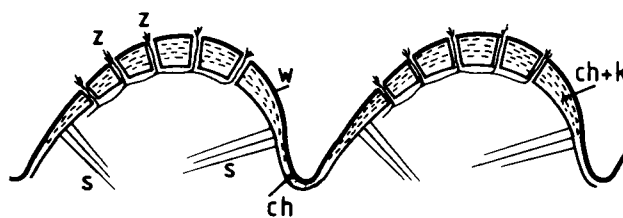
Daaronder bevindt zich een dikkere laag die bestaat uit proteïnen en **chitine**, een buigzame, hoornachtige stof, die aan het uitwendige skelet een grote elasticiteit verleent. Deze flexibele, chitineuze laag is op sommige plaatsen geïmpregneerd met kalkzouten, zoals calciumcarbonaat of calciumfosfaat. Op die plaatsen is het skelet niet meer flexibel, maar juist uitermate stevig. Aan de binnenzijde van deze verstevigde plaatsen grijpen de spieren aan, waardoor de verstevigde gedeelten, via de niet verstevigde tussenliggende gedeelten, ten opzichte van elkaar kunnen scharnieren, zie afb. 95.

Dit chitineuze uitwendige skelet met de wasachtige buitenste laag beschermt niet alleen tegen water en regen, maar vooral tegen uitdrogen van de inwendig gelegen weke delen. Daarom zijn de Arthropoda zo succesvol als groep, niet alleen in de zee, maar vooral ook op het land en in de lucht.

De cuticula vormt niet alleen het verstevigde skelet, maar tevens de kaken, de kauwvlakken, de boor- en tastorganen, de ooglenzen, de looppoten, de klauwen, de zwemorganen, de voortplantingsorganen, de vleugels en talrijke andere organen bij de hooggespecialiseerde insekten.

Bij vele Arthropoda kan het lichaam ruwweg in drie gedeelten worden onderverdeeld: een **kopgedeelte** (het **cephalon**), een **rompgedeelte** (de **thorax**) en een **staartgedeelte** of achterlichaam (het **abdomen**), dit laatste al of niet met een gespecialiseerd achterste segment, het zgn. **telson**.

Vele Arthropoda vervellen of ondergaan in de loop van hun leven een metamorfose (het kokerjuffertje wordt een libel en de rups een vlinder). Vooral bij de uitgestorven groep van de trilobieten hebben de vervellingsstadia vrijwel dezelfde kansen om te fossiliseren als



Afb. 95. Schematische doorsnede van de cuticula van twee segmenten van een Arthropode.

ch = chitine, buigzame laag door aanwezigheid van hoornachtige vezels; ch + k = chitine, geïmpregneerd met kalkzouten. Niet buigzaam, hard en stevig; s = spierbundels, die aangrijpen aan de binnenkant van de niet-buigzame, harde delen; w = wasachtige, dunne buitenlaag, die beschermt tegen invloeden van buitenaf; z = zenuwuiteinden. Deze steken door de harde cuticula vrij naar buiten.

(N.B. Door gebruik van DDT of spuitbussen met neurotoxinen is het daardoor makkelijk het zenuwstelsel van insekten te ontregelen en hen te doden)

een dode trilobiet, ze zijn alleen steeds kleiner dan een volwassen exemplaar, omdat de groei, met steeds opnieuw een versteviging van het uitwendige skelet, in trappen plaatsvindt.

Het Phylum Arthropoda kan onderverdeeld worden in een vijftal subphyla:

Trilobitomorpha: Een uitgestorven groep van trilobieten en trilobietachtige vormen. Ze bezitten een enkel paar antennes.

Chelicerata: Deze bezitten geen antennes. Ze hebben een enkel paar extremiteten in de vorm van klauwen vóór de mond.

Crustacea: Meestal in het water levende Arthropoda die twee paar antennes bezitten en bij de mond drie paar klauwen, die als kaken dienen.

Myriapoda: Deze Arthropoda hebben een langgerekt, wormachtig lichaam, met vele vrijwel identieke segmenten.

Hexapoda (insekten): Meestal terrestrische, op het land levende Arthropoda, die veelal vleugels bezitten en drie paar poten hebben.

Deze vijf subphyla zullen hier behandeld worden, met speciale aandacht voor de Trilobitomorpha en Chelicerata.

TRILOBIETEN

Subphylum Trilobitomorpha Cambrium tot Perm

Bij vertegenwoordigers van dit subphylum draagt elk lichaamssegment een enkel paar looppoten, waarbij vanuit het basale element van elke looppoot tevens een kieuwtak ontspringt.