

De morfologie van zee-egels

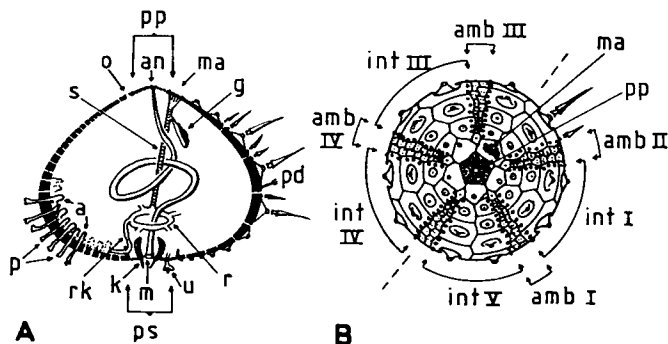
door dr. P.H. de Buissonjé

Zee-egels zijn vrij-levende, bolvormige tot half-bolvormige, soms afgeplatte stekelhuidigen. Ze bezitten een inwendig skelet, in het mesoderm gelegen, dat is overdekt door een opperhuid (ectoderm). De schaal bestaat meestal uit stevig aaneensluitende platen, de **corona** genoemd, met daarop beweeglijke stekels en kleine, vaak uit drie beweeglijke kaakjes bestaande **pedicellaria**.

De mond ligt aan de vlakke onderzijde, de anus ligt diametraal daartegenover, in het midden van de bovenzijde, of ligt daarbuiten in een interambulacraalveld. Zowel de mond als de anus zijn omringd door een groot aantal zeer kleine plaatjes, die in een leerachtig huidgedeelte liggen. Het gedeelte rond de mond heet **peristoom**, dat rond de anus heet **periproct**. Deze twee gedeelten met leerachtige huid fossiliseren zelden en behoren niet tot de eigenlijke corona.

Zee-egels werden vroeger wel ingedeeld in "regulaire" en "irregulaire" vormen, afhankelijk van het feit of de corona een duidelijke vijfstralige symmetrie vertoonde met vijf identieke ambulacraalvelden, of dat deze vijftallige symmetrie min of meer onderdrukt was, doordat een bilaterale (tweezijdige) symmetrie "gesuperponeerd" was over de oorspronkelijke vijftallige. Maar ook de "regulaire" zee-egels zijn nooit helemaal echt vijftallig symmetrisch. Immers de inlaatopening voor het watervatsysteem (**hydropora** als het een enkele opening is, **madreporenplaat** als het een zeefplaat is) ligt altijd uit het midden en verstoort dus eigenlijk een exact vijftallige symmetrie.

Voor de nu volgende bespreking wordt verwezen naar afb. 1: de schematische tekening van een zee-egel. In het bovenaanzicht



Afb. 1. Schematische tekening van een (regulaire) zee-egel.

A. Verticale doorsnede over het midden, ongeveer volgens de streepjeslijn in **B**. Hierdoor wordt bij **A** aan de linkerkant een ambulacraalveld gesneden en aan de rechterkant een interambulacraalveld. **B.** Boven-aanzicht.

a = ampullae; *amb* = ambulacraalveld; *an* = anus; *g* = geslachtsklier; *int* = interambulacraalveld; *k* = kaak, deel van de lantaarn van Aristoteles; *m* = mond; *ma* = madreporenplaat; *o* = oogplaat; *p* = podie; *pd* = pedicellaria; *pp* = periproct; *ps* = peristoom; *r* = ringkanaal; *rk* = radiaal kanaal; *s* = steenkanaal.

(B) is te zien hoe de corona is opgebouwd uit vijf ambulacraalvelden, vijf interambulacraalvelden en een zogeheten oculo-genitaalring. De **ambulacraalvelden** zijn hier opgebouwd uit twee rijen van vrij kleine plaatjes, die elk twee openingen dragen voor het doorlaten van de buisvoetjes of **podia**. Bij de zee-egel splitsen namelijk de buisvoetjes zich op de plaats waar ze door de wand van de corona naar buiten treden, om zich buiten de corona weer tot één buisje te verenigen. Hierdoor kan in de buisvoetjes een gerichte waterstroom in stand worden gehouden. Dit is van belang, omdat de podia bovenop de corona geen functie meer hebben bij het kruipen over de bodem, maar daarentegen van belang zijn voor de zuurstofhuishouding in het coeloom (de lichaamsholte).

Naar boven toe eindigen de ambulacraalvelden elk in een zgn.

oculairplaat, een oogplaat, waar een lichtgevoelig zenuwuiteinde uitmondt. Er zijn dus vijf van dergelijke oogplaten (soms wel eens minder). Iedereen die in de buurt van tropische of subtropische riffen heeft gezwommen heeft kunnen constateren, dat als een schaduw plotse-ling over een op de bodem levende zee-egel valt, deze via lichtgevoelige zenuwuiteinden (zgn. ogen) in een fractie van een seconde alle stekels m.b.v. deze spieren tot een dikke pijlenbundel overeind kan zetten. Wee de argeloze zwemmer die in deze verdedigingsorganen van zo'n zee-egel trapt!

Zoals de ambulacraalvelden in oogplaten eindigen, eindigen de **interambulacraalvelden** naar de top van de corona in vijf **genitaalplaten**, die elk een opening bezitten voor het doorlaten van de producten van de geslachtsklieren.

De oogplaten vormen nu samen met de tussenliggende genitaalplaten een ring: de **oculo-genitaalring**. Binnen deze oculo-genitaalring ligt het met zeer kleine plaatjes bedekte, leerachtige **periproct** met centraal daarin de anus.

Tenslotte bevindt zich bovenop de corona, maar enigszins excentrisch, de inlaatopening voor het watervatsysteem, bij zee-egels meestal als een zeefplaat ontwikkeld: de **madreporenplaat**.

Bij verschillende zee-egels is de madreporenplaat tevens de uitlaatopening voor een van de geslachtsklieren. In dat geval zijn er nog maar vier genitaalplaten te zien.

We moeten er hier even op wijzen, dat voor de beschrijving van zee-egels deze altijd in een bepaalde stand worden georiënteerd, en wel met de madreporenplaat in de rechter bovenhoek en het eerstvolgende ambulacraalveld links daarvan, in de noord-zuid-richting. I Het ambulacraalveld rechtsonder (zie bovenaanzicht afb. 1 B) wordt dan ambulacraalveld I genoemd met daaropvolgend, tegen de wijzers van de klok in draaiend, interambulacraalveld I, dan ambulacraalveld II, enz.

Dit oriënteren is van belang, vooral bij de bestudering van de zgn. irregulaire zee-egels. Deze hebben een min of meer duidelijke bilaterale symmetrie, niet alleen omdat ze als het ware zijdelings wat platgedrukt lijken, maar tevens doordat dikwijls de anus niet meer centraal ligt. Deze is vaak verplaatst vanuit het midden in de richting van interambulacraalveld V, soms zelfs zo ver, dat de anus aan de vlakke onderkant van de zee-egel is komen te liggen. Min of meer daarmee samenhangend heeft ambulacraalveld III (in afb. 1 B bovenaan) vaak een andere gedaante gekregen en is vaak ook het peristoom met de mondopening vanuit een positie middenonder in de richting van ambulacraalveld III "verschoven". Is de anus buiten de oculo-genitaalring gelegen, dan ontbreekt altijd de genitaalplaat die bij interambulacraalveld V behoorde. Bij zulke irregulaire zee-egels zijn er ook vaak duidelijke verschillen tussen de ambulacraalvelden I en II. De ambulacraalvelden I en V zijn dan onderling gelijk, maar kunnen aanzienlijk in vorm verschillen met de ambulacraalvelden II en IV, die ook onderling gelijk zijn.

Keren we terug naar de regulaire zee-egel van afb. 1 A, dan zien we dat de inwendige structuren eigenlijk vrij weinig verschillen van die van de zeester. In zekere zin kan een zee-egel zelfs worden opgevat als een zeester, waarvan de vijf punten van de armen bij elkaar zijn genomen en omhoog zijn gebracht. Daarbij is dan de anus verder omhoog meegegaan en zijn de ruimten tussen de armen met platen opgevuld: de interambulacraalplaten!

Bij de zee-egels is er een **steenkanaal**, dat vanaf de waterinlaat naar een **ringkanaal** leidt. Dit ringkanaal ligt dicht bij de mond en heeft vijf radiale kanalen aan de binnenkant van de ambulacraalvelden. De daaraan aan weerszijden ontspringende podia hebben, althans aan de bovenzijde van de zee-egel, de functie van zuurstoftoevoer naar het coeloom. Aan de onderkant hebben ze een functie bij het kruipen over de bodem en bij het transport van voedseldeeltjes naar de mond.

Een bijzonder opvallende structuur bij de regulaire zee-egels is de zgn. lantaarn van Aristoteles. Deze bestaat uit een veelvoud van vijf verschillende staafjes en plaatjes, waarvan vijf kaakachtige elementen met hun scherpe punten door het leerachtige peristoom naar buiten steken. Deze kaakjes worden bediend door buitengewoon krachtige spieren; de zee-egel is daardoor in staat om venijnige, knagende activiteiten te ontwikkelen.

Vele regulaire zee-egels hebben aan de buitenrand van het peristoom, waar dit leerachtige huidgedeelte aansluit tegen de corona, een aantal kieuwen, d.w.z. uitstulpingen van het coeloom buiten de schaal. Ook als dit peristoom bij fossilisatie verloren is gegaan, tonen inbochtelingen van de opening aan de onderzijde van de zee-egel nog de plaats aan, waar deze kieuwen zich bevonden.

Tenslotte iets over de **stekels**. In afb. 1 A zijn aan de rechterkant enkele stekels aangegeven. De grote stekels kunnen draaien over een tepelachtige verhoging, een **tuberkel**, van de interambulacraal-platen. Tussen de grote stekels bevinden zich vaak kleinere en zeer kleine stekels. Ze dienen voornamelijk als verdediging, maar kunnen aan de onderzijde ook gebruikt worden voor kruipbewegingen. Bij sommige zee-egels kunnen de stekels zeer dik zijn en soms zelfs mannetje aan mannetje staan, zodat de hele corona aan het oog onttrokken is. Losse stekels kunnen zelfs als gidsfossiel voorkomen (*Tylocidaris* sp.). Verder kunnen sommige regulaire zee-egels de stekels gebruiken om een soort holte uit te slijpen, bijvoorbeeld in harde kalksteen.

Een ander soort verdedigingsorganen zijn de pedicellaria. Dit zijn een soort klauwtjes, meestal met drie naar elkaar toe gerichte punten, bediend door spieren en voorzien van tasthaartjes en een gifklier.

Ter verduidelijking

aborea: zijde tegenover de mondopening; bovenzijde; de zijde waar zich o.m. bij regulaire zee-egels de anus bevindt.

adorea: zijde waar de mondopening ligt; de onderzijde.

ambitus: grootste horizontale omtrek van de corona. De plaatjes zijn bij de ambitus het grootst, dit zijn de **ambitale plaatjes**.

ambulacra: (enkelvoud: ambulacrum), of ambulacrale velden: vijf radiale segmenten van de corona, lopend van het apicale systeem (bovenaan) naar het periproct (onderaan), bestaande uit plaatjes, waarin zich gaatjes, de zgn. poriën, bevinden. De ambulacrale velden worden afgewisseld door interambulacrale velden.

ambulacraal stelsel: watervaatstelsel, voornamelijk dienend voor de ademhaling.

ampullen: spierzakjes, samentrekkende onderdelen van het watervaatstelsel. Elke ampul of ampula, binnen de schaal gelegen, staat via twee ambulacrale poriën in verbinding met een buisvoetje buiten de zee-egelschaal.

apicaal systeem: twee ringen van plaatjes aan het aborale einde (boveninde) van de ambulacrale en interambulacrale velden, bevattende de oculaire en genitale plaatjes.

buisvoetjes: eindvertakkingen van het watervaatstelsel (zie ampullen).

corona: het doosvormig skelet van een zee-egel, voorzover het bestaat uit ambulacrale en interambulacrale velden.

depressie: verdieping, indeuking van de schaal.

fasciole: smalle band van kleine, dicht opeenstaande, behaarde stekels, waarvan de haren een waterstroompje opwekken. Op het skelet: smalle band van kleine tuberkels (granules), die met deze stekels corresponderen (bv. bij *Spatangoida*).

floscelle: bloem- of stervormig patroon rondom de mondopening (peristoom), door ambulacrale depressies en interambulacrale welvingen (bv. bij *Cassiduloida*).

genitale plaatjes: meestal 5 in getal, behorend tot het apicaal systeem. Ze liggen boven de interambulacrale velden; 4 ervan zijn doorboord door de genitale poriën (gonopora) die doorgang verlenen aan de geslachtsellen. Het vijfde is de madreporiet (zie aldaar).

gonoporen: genitale poriën in de genitale plaatjes (zie aldaar).

granule: kleine, rondachtige uitwas op coronaplaatjes; ze vormen o.a. aanhechtingsplaatsen voor de pedicellariae.

interambulacra (enkelvoud: interambulacrum) of interambulacrale velden: de vijf radiale segmenten tussen de ambulacra. Ze bestaan uit plaatjes waarop o.m. de primaire tuberkels staan, die corresponderen met de primaire stekels.

irregulair: zee-egel met tweezijdige symmetrie (linker- en rechterkant). Hierbij ligt het periproct (de anusopening) niet centraal of zelfs helemaal niet in het apicaal systeem. Dit is het geval bij de meeste Euechinoidea.

lantaarn van Aristoteles: kauwapparaat, bij vele zee-egels aanwezig, bestaande uit maximaal 40 skeletelementen.

littoraal: deel uitmakend van de getijdzone, dus dicht bij de kust. **lunules**: openingen door de schaal heen, vanaf de aborale naar de adorale zijde. Deze "gaten" liggen op de sutuur van ambulacrale velden, ook wel van interambulacrale velden.

madreporiet: ook madreporienplaat of zeefplaat. Een van de (genitale) plaatjes van het apicaal systeem, doorboord door vele gaatjes (hydroporen) voor de inlaat van water in het watervaatstelsel.

mariën: voorkomend in de zee.

metamorfose: gedaanteverwisseling; hier de grote vormverandering van een dier van het larvale naar het volwassen stadium.

oculaire plaatjes: de vijf plaatjes van het apicaal systeem die boven de ambulacrale velden liggen. Ze zijn doorboord door een oculaire porie, die doorgang geeft aan een oculaire tentakel; het "oog".

orale zijde: mondzijde, liggend aan de onderkant.

pedicellariae: bepaalde kleine uitsteeksels op de zee-egelschaal, scharnierend op kleine tuberkels (granules).

periproct: opening voor de anus in de schaal, bij het levende dier bedekt door een systeem van kleine plaatjes, dat zelden fossiliseert.

Bij regulaire zee-egels ligt het periproct centraal in het apicale systeem, bij irregulaire zee-egels ligt het periproct excentrisch of erbuiten.

peristoom: mondopening, deze zit doorgaans centraal aan de onderkant.

petalen: ellipsvormige ambulacraalvelden, lijkend op de kroonbladen van een bloem (bv. bij *Clypeasteroida*).

phylum: stam. Grootste eenheid bij de systematische indeling van het planten- en dierenrijk. Daarna komen, in grote lijn, achtereenvolgens: klasse - orde - familie - geslacht (genus) - soort (species).

In wetenschappelijke publicaties worden deze eenheden nog verder verijnd.

plaatje: afgeplat skeletelement, bestaande uit een enkel calciëtkristal.

plastron: min of meer opgebeld en vergroot segment aan de mondzijde van interambulacraalveld V.

podia: zie buisvoetjes.

primaire stekels en tuberkels: de eerst gevormde en gewoonlijk grootste stekels en tuberkels, staande op plaatjes van de interambulacra.

radiaal/radiair: straalsgewijs, stervormig.

radioles: zie stekels.

regulair: zee-egel met vijfzijdige symmetrie. Hierbij zit het periproct (de anusopening) midden in het apicaal systeem. Dit is het geval bij de Perischoechinoidea en enkele Euechinoidea.

schale: het geheel van corona, apicaal systeem, periproct en peristoom.

secundaire stekels en tuberkels: deze verschijnen later dan de primaire, en zijn gewoonlijk kleiner. Ze kunnen op ambulacrale en interambulacrale plaatjes voorkomen.

sediment: hier: het losse bodemmateriaal waarin de zee-egel leeft of leefde.

sessiel: vastzittende leefwijze. Een vrijzwemmende leefwijze wordt aangeduid met **vagiel**.

spheridia: kleine uitstulpingen rond de mond, voor smaak, tast en evenwicht.

stekels: beweegbare skeletelementen, bevestigd op de schaal en scharnierend op de tuberkels.

superponeren: op elkaar plaatsen.

sutuur: contactlijn tussen twee rijen plaatjes. Een **perradiale** sutuur ligt tussen twee rijen ambulacrale plaatjes; een **interradiale** sutuur tussen twee rijen interambulacrale plaatjes.

symmetrisch: met systematische herhaling van gelijke kenmerken. Bij de regulaire zee-egels is de symmetrie vijfzijdig; de irregulieren zijn tweezijdig, ofwel bilateraal, symmetrisch.

tuberkel: knobbel op het plaatje, waarop de stekel scharniert.

voedselgroeven: smalle groeven in ambulacrale velden aan de onderzijde, leidend naar de mond. Er staan gespecialiseerde podia voor voedselopname en -transport (zoals bij de *Clypeasteroida*).

zeefplaat: zie madreporiet.