

MODESHOW

Zeenaaktslakken zijn onbetwist de sterren van het rif. Geen enkel dier kan met meer patronen en een grotere kleurenrijkdom pronken, niemand kan de slimme trucs overtreffen waarmee ze zich verdedigen. Wij presenteren je enkele van de meest opvallende schoonheden en verraden het geheim van de gejatte netelcellen en de geleende 'zonnepanelen'.

Schoonheidswedstrijd op de catwalk

1. *Chromodoris annae* 2. *Chromodoris geometrica* 3. *Hypselodoris maridailus* 4. *Chromodoris diana* 5. *Jorunna funebris* 6. *Flabellina rubrolineata* 7. *Nembrotha purpureolineolata* 8. *Phyllodesmium briareum* 9. *Hydatina physis* 10. *Cerberilla* sp. 11. *Halgerda malesso* 12. *Hypselodoris bullocki*.

Foto's: S. Zankl/www.seapics.com





Chemie
Naaktslakken kunnen met hun rhinoforen chemische substanties in het water waarnemen. Op de foto de *Halgerda malesso*.

Showtime
De 40 centimeter lange Spaanse danseres *Hexabranchus sanguineus* kan zwemmen dankzij haar mantel.

Je moet bewust op zoek gaan. Anders zie je ze niet en zwem je er gewoon overheen. En dat zou jammer zijn, want deze hele kleine schepsels doen allesbehalve onder voor elke grote vis, murene en kleurige koraalvis. In elke wereldzee presenteren zeenaaktslakken zich met hun kleurenpracht en veelheid aan vormen; het zijn net kleine modellen. Maar ze betoveren ons niet alleen met hun uiterlijk. Ook hun leefwijze en beschermingstactieken zijn buitengewoon interessant.

Dakloos

In tegenstelling tot huisjesslakken kunnen naaktslakken zich niet simpelweg verdedigen door zich in hun huis terug te trekken. Daarom hebben veel naaktslakken andere strategieën ontwikkeld om zich tegen vijanden te wapenen. Een vaak toegepaste methode is de verdediging met behulp van chemische middelen. Ze nemen giftige stoffen in de vorm van chemische verbindingen of netelkapsels via het voedsel op. Deze wapens slaan ze in hun lichaamsweefsels op totdat ze deze nodig hebben. Als ze zich moeten verdedigen, gaat dit gepaard met de typische

waarschuwingskleuren van de dieren (aposematisme). Aangenomen wordt dat de naaktslakken tijdens de evolutie, naarmate het huisje kleiner werd en uiteindelijk helemaal verdween, chemische verdedigingsmechanismen hebben ontwikkeld. Deze strategieën werden steeds efficiënter en vormden samen met enkele andere aanpassingen uiteindelijk een gelijkwaardige vervanging voor het ontbrekende huisje. Bij enkele soorten is duidelijk te zien dat de voortschrijdende achteruitgang van het huisje samenvalt met de toename van alternatieve verdedigingsstrategieën.

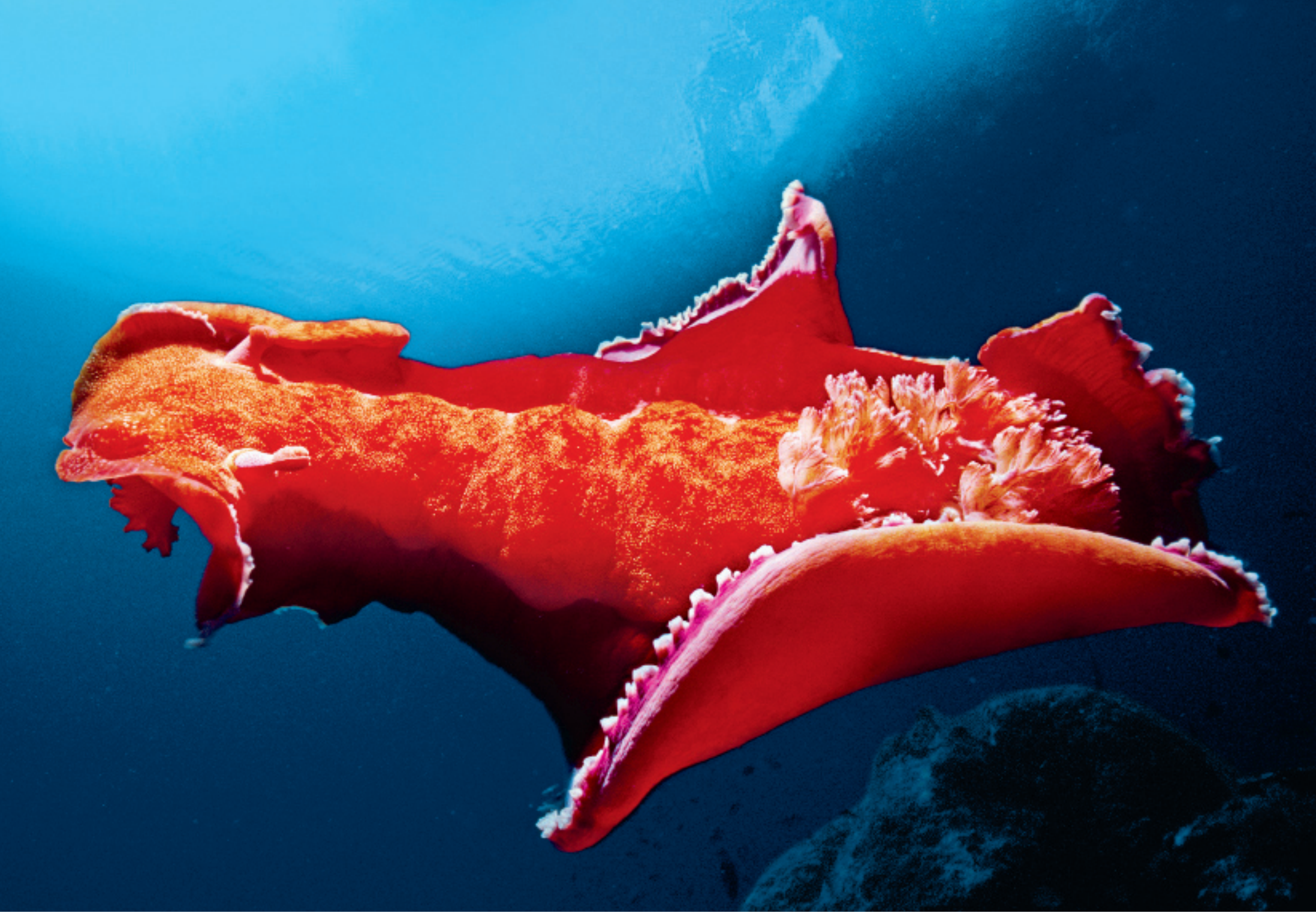
De parapluslak van het geslacht *Tylodina*, die in de Middellandse Zee voorkomt, heeft slechts een matig ontwikkeld huisje, eet sponzen en slaat de giftige metabolieten van de sponzen op. De chemische bescherming is echter even matig ontwikkeld als het huisje. Maar samen bieden beide verdedigingsstrategieën de slak voldoende bescherming om vijanden op afstand te houden.

Chemisch wapen

De zeehazen, de zeer grote naaktslakken van het geslacht *Aplysia*, hebben niet meer dan een heel klein inwendig huisje dat een leek

niet meer kan zien. Hun afweermechanisme is veel effectiever: ze kunnen net als inktvissen, hun vijanden zowel optisch als chemisch afschrikken door een krachtige rode of witte vloeistof af te scheiden. Hun aanvaller raakt daarvan in de war. Het gif van de volledig naakte zeenaaktslakken is vaak afkomstig van sponzen of neteldieren. De naaktslakken kunnen deze gifstoffen opnemen zonder zelf schade op te lopen dankzij speciale aanpassingen, zoals immuniteit of het voorkomen dat de netelkapsels worden ‘afgevuurd’.

Foto: C. Bell/www.seapics.com



DEFINITIE: NAAKTSLAKKEN

De algemene naam ‘naaktslak’ is vanuit het standpunt van biologen bekeken heel vaag, omdat hiermee alle slakken worden bedoeld die geen huis hebben of een huis hebben dat zo sterk is gereduceerd dat het met het blote oog niet meer te zien is. Het woord ‘naaktslak’ slaat daarom zowel op de bekende, vervelende wegslakken (*Arion spp.*) die tot de orde van de longslakken behoren, als op de onder duikers bekende Nudibranchia (zeenaaktslakken) en veel andere slakken zonder huis die in

verschillende systematische groepen zijn ingedeeld. Als het om slakken gaat, prefereren veel auteurs de naam schelp in plaats van huis. Een goed argument hiervoor: een huis is een structuur die de bewoner kan verlaten. Een schelp, zoals we die van slakken en mosselen (schelpdieren) kennen, is echter een structuur die met het lichaam is verbonden. In plaats van huisjesslakken en huizen worden in wetenschappelijke teksten de termen ‘schelpdieren’ en ‘schelpen’ gebruikt.



Foto's: S. Kovacs/www.seapics.com (links), C. Villich/www.seatops.com (rechts)

Seks voor naaktslakken - Bij de dekking worden de zaadjes via de voortplantingsorganen uitgewisseld.

Liften - Een keizergarnaal lift mee op de *Ceratosoma trilobatum*. De naaktslak biedt veiligheid en is een comfortabel vervoermiddel (links).

PERFECTE NA-APERS

'Mimese' betekent: het nabootsen van levende of niet-levende structuren in de omgeving met als doel zich te camoufleren. Mimese kom je vaak tegen bij dieren die zich nauwelijks kunnen verdedigen. Maar ook komt het voor bij dieren die zich maar langzaam kunnen verplaatsen en daarom niet voor vijanden kunnen vluchten respectievelijk hun prooi niet snel genoeg kunnen achtervolgen. Een voorbeeld hiervan is de Maledivensponsslak *Coriocella* sp. die een spons zo goed nabootst dat een leek dit dier bijna niet als slak kan herkennen. De slak bootst zelfs de in- en uitstroomopeningen van de spons door middel van een donkerdere lichaamstekening perfect na.

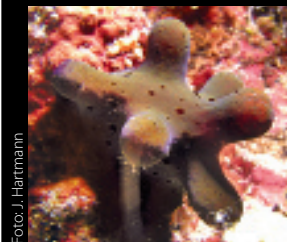


Foto: J. Hartmann

Camouflage-kunstenaar
De *Coriocella* sp. is een slak en geen zeenaaktslak.

Veel zeenaaktslakken zijn daarom echte voedselspecialisten die alleen een bepaalde soort voedsel opnemen. Deze substanties worden selectief opgenomen, in het lichaam verrijkt en op bepaalde plaatsen opgeslagen. Dit gebeurt bijvoorbeeld in de cerata, lichamelijke aanhangsels, of op de mantelrand, waar ze als bescherming tegen vijanden heel effectief zijn. Dit wordt als bewijs gezien dat de bescherming die de dieren op deze manier krijgen, niet toevallig is, maar het gevolg van natuurlijke selectie tijdens de evolutie. Het gebeurt maar heel zelden dat naaktslakken hun chemische wapens zelf produceren. Tot nu toe zijn maar enkele soorten bekend die in staat zijn om dit te doen. Het is zeker geen toeval dat deze eigenschap onder andere bij soorten werd ontdekt waarbij de voedselbron geen giftige stoffen of andere chemische substanties bevat die ter verdediging kunnen worden ingezet. Maar chemische afweermiddelen alleen

zijn niet altijd voldoende om te overleven. Daarom hebben veel naaktslakken ook andere slimme strategieën ontwikkeld om zich tegen hongerige vijanden te beschermen. Slakken kunnen kleurpigmenten uit hun voedsel opnemen. Door het opslaan van deze

pigmenten krijgen ze een kleur die op de ondergrond lijkt. Een perfecte camouflage dus.

Voedingsstoffen

In vergelijking met vertegenwoordigers van andere systematische groepen binnen

ENERGIECENTRALE IN HET LICHAAM

Een aantal naaktslakken leeft in symbiose met algen. De naaktslak *Elysia rufescens* die bij de achterkieuwige Opisthobranchia behoort, eet onder andere algen en neemt de chloroplasten van de algen in zijn eigen lichaamsweefsels op zonder deze te

verteren. De chloroplasten zijn de energiecentrale van de plantencellen die voor de fotosynthese verantwoordelijk zijn. Nadat ze door de slak zijn opgenomen, gaan ze door met hun 'werk' zodat de slak daardoor extra energie krijgt. Deze energie wordt onder andere gebruikt om verschillende secundaire metabolieten te synthetiseren die op hun beurt als chemische afweermiddelen dienen.



Foto: Genet/Wikipedia

Energiecentrale
Een Elysia-soort.



Groen van de honger
Een *Nembrotha cristata* valt manteldieren aan.

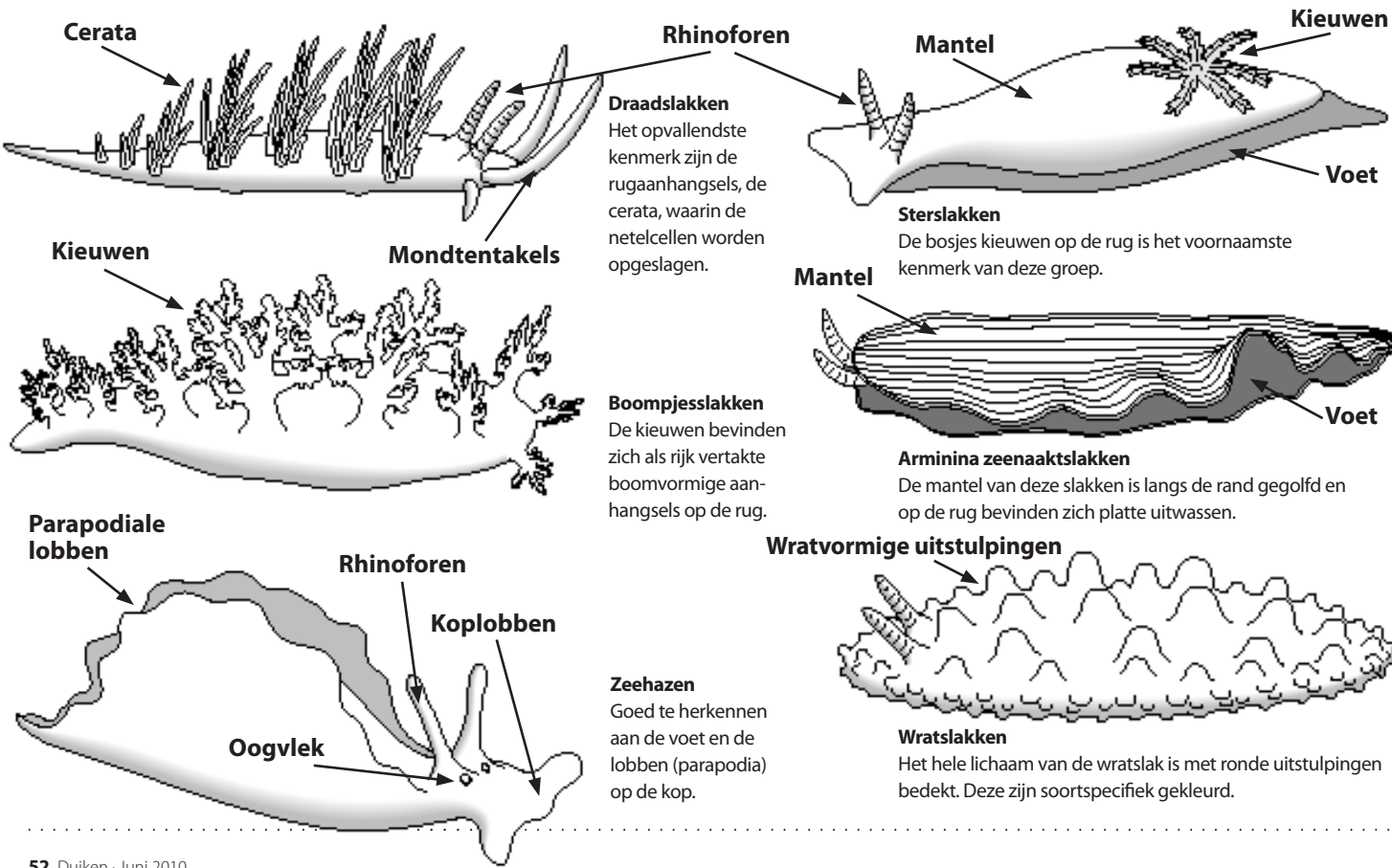
Fraaie ei-afzetting
De *Ceratosoma alleni* zet zijn eitjes in snoeren op onbeschermde plaatsen op het rif af.

Foto's: D.B. Fleetham/www.seatops.com (links), M. Conlin/www.seatops.com (rechts)



Ruimteschip - De *Melibe leonina* vangt met zijn grote 'muts' kleine kreeftjes. Hij is vaak in Pacifische kelpwouden te vinden.

OVERZICHT VAN DE BELANGRIJKSTE GROEPEN NAAKTLAKKEN



de slakken zijn de naaktslakken ook om een andere reden minder interessant voor roofdieren: hun lichaam bevat weinig voedingsstoffen waar een roofdier iets aan heeft. Dat betekent dat een roofdier meer moeite en energie moet opbrengen als hij naaktslakken eet, dan wanneer hij andere slakken eet. Ook een roofdier werkt volgens het economische principe. Als het op zoek is naar voedsel, moet dat zo min mogelijk tijd kosten en zo min mogelijk risico met zich meebrengen. Het eten van zeenaaktslakken is dus voor een roofdier minder efficiënt, tenzij er geen andere prooidieren te vinden zijn. En hoewel de voedingswaarde van een zeenaaktslak al geringer is dan die van andere slakken, zijn de voedingsstoffen in de slak ongelijk verdeeld. In de lichaamsdelen die het meest kwetsbaar zijn, de cerata en de mantelrand, is de concentratie het kleinst. In deze delen van het lichaam wemelt het

niet alleen van de netelcellen en giftige chemische verbindingen, maar deze hebben ook nog eens geen voedingswaarde. Potentiële vijanden slaan bij het eerste contact met een dier nooit toe zonder rekening te houden met het feit dat de aanval verkeerd kan aflopen. Eerst proberen ze erachter te komen of de prooi lekker en weerloos is en storten ze zich meestal op de aanhangsels of op de mantelrand. De aanvaller heeft dan heel snel door dat dit dier niet in zijn prooischema past. De lichaamsdelen van een zeenaaktslak die het meest aan vijanden zijn blootgesteld, zijn niet alleen het meest efficiënt beschermd, maar de slak kan deze delen missen omdat ze weer kunnen aangroeien. De luipaardslak *Discodoris atromaculata* die in de Middellandse Zee leeft, eet bijna niets anders dan vijgspunten van de soort *Petrosia ficiformis*. Je kunt de hooguit twaalf centimeter

grote slak, die duidelijk kleiner is dan de spons, het makkelijkst vinden als je de intens roodroze spons zoekt. De mooie slak zit vaak vlak bij of op de spons. Meestal kun je op de spons ook eetsporen van de slak herkennen. De spons bevat een gif dat de slak in zijn lichaam opslaat om zich tegen vijanden te beschermen. De Indopacifische wratslak *Phyllidia varicosa* voedt zich bijvoorbeeld met een spons die een gif bevat dat voor vissen giftig is. Hij slaat dit gif in zijn lichaam op zonder dat dit ten koste van hemzelf gaat. De slak gebruikt dus een gif dat door een ander dier werd geproduceerd om zichzelf tegen vijanden te beschermen. Van de Pelagische zeenaaktslak van het geslacht *Glaucus* die vlak bij de oppervlakte leeft, is bekend dat hij delen van sterk netelende hydroidpoliepen (zoals het Portugese oorlogsschip) eet en de netelcellen van deze poliepen opslaat. Ook



Een kroon van kieuwen
Bij de prachtsterslakken (op de foto de *Hypselodoris bullocki*) bevinden de kieuwen zich in bosjes op de rug (links).

Prikkend rugpantser
De *Flabellina affinis* wordt vijf centimeter lang. Zijn rugaanhangsels zijn voorzien van netelcellen.

MOOIE VERVALSING

Sommige platwormsoorten lijken sprekend op naaktslakken. Omdat de platwormen gewoonlijk niet over efficiënte afweermechanismen beschikken, moeten ze zich op andere wijze beschermen. Ze bootsen de vorm en kleur van giftige naaktslakken verbazingwekkend goed na. Biologen noemen het nabootsen van het uiterlijk en het gedrag van andere soorten mimicry. Als je heel goed kijkt, herken je de platwormen omdat ze een platter lichaam hebben. Bovendien ontbreken met uitzondering van de koplobben de typische lichamelijke aanhangsels van de naaktslakken. Veel platwormen zijn roofzuchtig.



Akteur
De *Prostheceraeus giesbrechtii*.

Foto: J. Hartmann

BOEKTIP

Het boek 'Nudibranchs of the World' of in het Duits 'Nacktschnecken der Weltmeere' van Helmut Debelius en Rudie Kuiter is 320 pagina's dik en geeft in de vorm van ruim 2000 kleurenfoto's een beeld van de grote verscheidenheid van de naaktslakken.



Bij elke foto zijn de vindplaats, verspreiding en belangrijke details voor het determineren opgenomen. Het boek kost 49,90 euro en is onder andere verkrijgbaar in de winkel van Duiken op www.duiken.nl.

als mensen met deze naaktslak in aanraking komen, kan dit ernstige gevolgen hebben, net zoals in het geval van een Portugees oorlogsschip. Soms doorloopt een biogeen gif in de voedselketen heel veel stadia zodat het de eters in meer of mindere mate kan beschermen tegen vijanden. Ook het gif van *Hexabranhus sanguineus*, een schitterende roodwit gekleurde naaktslak die duikers kennen als de 'Spaanse danseres', is afkomstig van een spons die als voedselbron voor de slak dient. De slak slaat het gif op om zijn legsel te beschermen. We hebben het al gezegd, deze vorm van bescherming werkt niet altijd. Een andere naaktslak, de *Favorinus japonicus*, heeft zich in de loop van de evolutie gespecialiseerd in het eten van eitjes van de Spaanse danseres en slaat het gif op zijn beurt op om zich

tegen vijanden te beschermen. De eeuwige strijd tussen rover en prooi, tussen eten en gegeten worden, vindt hier op chemische of fysiologische wijze plaats.

Als een dief

Tot de zeer grote orde van de zeenaaktslakken (Nudibranchia) die meer dan 2000 soorten omvat, behoort ook de onderorde van de draadslakken of *Aeolidina*, de bekendste kleptomanen onder de naaktslakken. Ze hebben in de loop van de evolutie een even buitengewone als succesvolle strategie ontwikkeld om vijanden op afstand te houden. Draadslakken voeden zich met de poliepen van neteldieren, bijvoorbeeld anemonen of Hydrozoa, en slaan de netelkapsels in het weefsel van hun eigen lichaam op. De netelkapsels komen via de

vertakkingen van de middendarm, die tot in de punten van de rug van de slak lopen, in de cerata terecht. Daar worden ze in een zakje, cnidosac genoemd, opgeslagen en dienen ze als bescherming tegen vijanden. De netelkapsels die op deze manier van vreemde organismen worden overgenomen, worden ook kleptocniden, dus 'gestolen netelkapsels', genoemd. Veel draadslakken hebben ook een dermate opvallende kleur dat ze potentiële vijanden al vanaf een grote afstand laten weten: «Ik ben giftig!» Maar dat is nog niet alles wat draadslakken met netelkapsels doen. Neteldieren bezitten verschillende types netelkapsel die bij de ene vijand beter werken dan bij de andere. De draadslakken kunnen op het moment dat een vijand in de buurt komt, meer van een bepaald type netelkapsel in hun cerata opslaan dat tegen deze specifieke vijand het meest effectief is. Verschijnt er een andere vijand op het toneel, dan worden weer andere netelkapsels opgeslagen. De slak herkent de aanwezige vijand aan de hand van zijn chemische stoffen in het water en

analyseert de stoffen met zijn rhinoforen, de zintuigen op zijn kop.

Bescherming

Maar hoe is het mogelijk dat de slak de netelkapsels eet zonder daar last van te hebben, en hoe kan de eigenlijke functie ervan, namelijk het neteldier beschermen tegen vijanden, op de slak overgaan? Onderzoek heeft uitgewezen dat draadslakken een lichaamseigen beschermende laag produceren die het afvuren van de netelkapsels voorkomt. De soorten die zich met verschillende neteldieren voeden, produceren zodra ze op een ander neteldier als voedselbron overgaan, binnen enkele dagen een beschermende slijm laag die voorkomt dat precies deze nieuwe soort netelkapsels wordt afgevuurd. Deze strategie is heel anders dan die van anemoonvissen die door herhaald contact het slijm van de anemoon overnemen, zodat de anemoon de vis niet als indringer herkent. Al deze merkwaardige ontwikkelingen en aanpassingen van

de zeenaaktslakken zijn waarschijnlijk verantwoordelijk voor de enorme soortenrijkdom van deze fascinerende orde van de slakken. En daardoor werd ook de verspreiding van de verschillende soorten beïnvloed en mogelijk. Zeenaaktslakken zijn dan ook uitstekende onderzoeksobjecten binnen de chemische en evolutionaire ecologie. Ze hebben nog veel geheimen die de mens tot nu toe niet heeft ontrafeld. Het is zeker de moeite waard om niet altijd alleen op grote vissen te letten, maar af en toe ook goed naar de zeebodem te kijken. De schoonheid en slimme verdedigingstrucs van deze kleine fascinerende zeebewoners zijn niet alleen verbazingwekkend, maar ook fascinerend. Zorg dus dat je de volgende exclusieve modeshow op het rif niet mist!



Dr. Jens Hartmann heeft in Wenen zoölogie en ecologie gestudeerd en zich gespecialiseerd in ecologie van het zoete water en mariene biologie. Hij duikt sinds 1986. Ook is hij duikinstruitor, onderwaterfotograaf en wrakspecialist.