

Van ei tot haai

Fr. de Graaf

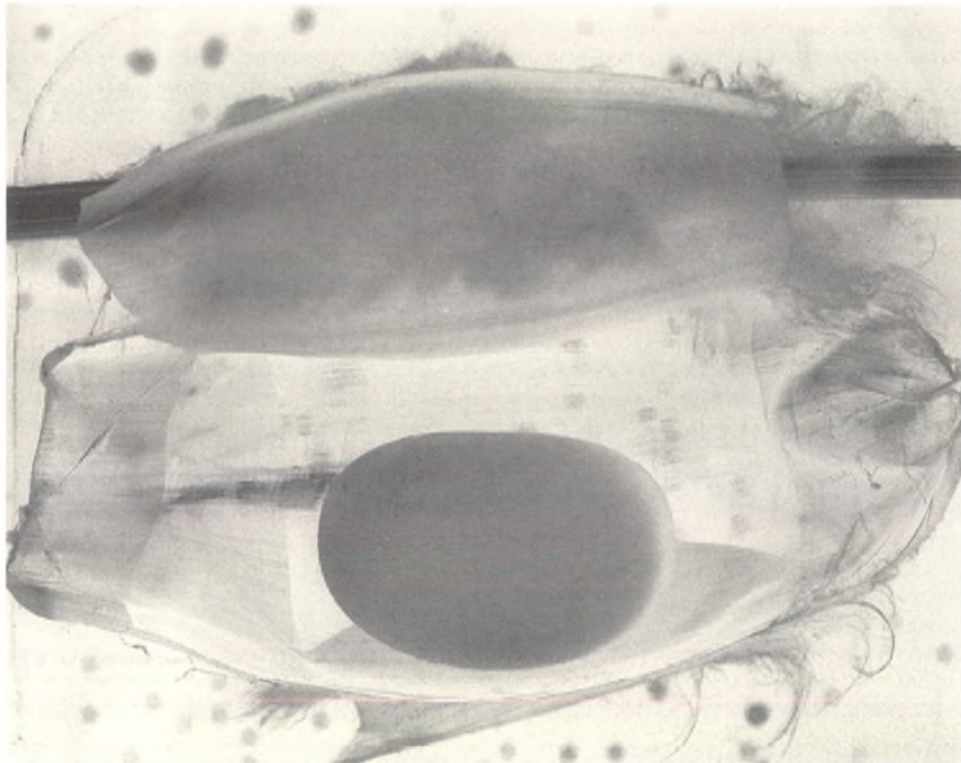
Haaïen bewonen sinds het einde van het geologische tijdperk Devoon -395 tot 350 miljoen jaar geleden- de zeeën van onze aarde. Het waren aanvankelijk weliswaar primitieve soorten, die nog in vele opzichten afweken van de moderne haaiën, maar zij droegen reeds de kenmerken, waaraan wij nu haaiën op het eerste gezicht herkennen. De moderne haaiën begonnen zich gedurende het Krijt - 135 tot 65 miljoen jaar geleden - te ontwikkelen en bereikten hun bloeiperiode gedurende het Tertiair. Zo'n 12 tot 26 miljoen jaar geleden behoorden zij tot de zeer algemene diersoorten in de zeeën. Bijna alle moderne geslachten waren toen reeds aanwezig. De bloeiperiode van de haaiën is nu allang voorbij, maar nog steeds zijn zij met ruim 300 soorten in onze moderne tijd vertegenwoordigd. Zij bewonen alle zeeën, van de ijzige poolstreken tot de tropische oceanen en zij zijn zelfs hier en daar doorgedrongen in het zoete water. Vele soorten bewonen de bovenste waterlagen, altijd maar zwemmend om niet in de diepte weg te zinken, want haaiën bezitten geen zwemblaas. Andere leven in de ondiepere kustwateren en hebben hun woongebied op de bodem gevonden. Onder deze vinden we echte grondbewoners en ook soorten, die gedurende perioden van activiteit in open water zwemmen, maar die zich om te rusten naar de bodem begeven. Weer andere leven in het duister van de diepzee. Haaiën vormen dus zonder meer een bijzonder succesvolle diergroep, goed toegerust voor de strijd om het bestaan, want anders zouden zij het niet al die miljoenen jaren hebben kunnen uithouden. Uit het feit, dat zij sinds het Tertiair niet wezenlijk meer zijn veranderd, zouden we mogen concluderen dat hun lichaamsbouw en levenswijze een succesformule vormen waaraan weinig meer valt te verbeteren. Maar hun overleving als groep gedurende miljoenen jaren is mogelijk ook te danken aan hun bijzondere wijze van voortplanten. Bij alle haaiën vindt namelijk de bevruchting van de eieren inwendig plaats, wat een zo gunstig mogelijk resultaat oplevert. Bij de meeste vissen wordt de bevruchting min of meer aan het toeval overgelaten; eieren en zaad worden vrij in het water uitgestoten. In ieder geval vindt bij de haaiën geen verspilling van geslachtscellen plaats dank zij deze wijze van voortplanting. Zij hebben geen duizenden eieren nodig om het voortbestaan van de soort te verzekeren.

Voor de inwendige bevruchting van de wijfjes hebben de mannetjes de beschikking over twee copulatieorganen, die zich hebben ontwikkeld uit de buikvinnen. De organen worden gesteund door kraakbeen en bezitten een groeve, waarlangs het zaad in het lichaam van de wijfjes wordt geleid. Zij worden in het wetenschappelijk jargon myxopterygia genoemd. Er is lang getwijfeld of bij de paring één of twee organen door het mannetje worden gebruikt. Waarnemingen aan in zee levende haaiën kunnen uiteraard slechts zelden worden gedaan en daarom moest de oplossing van het raadsel komen van dieren in gevangenschap. Gelukkig komt het door verbeterde technieken steeds meer voor dat haaiën zich in openbare aquaria en onderzoeksinstituten voortplanten en weten wij nu, dat bij de paring slechts een myxopterygium wordt gebruikt.

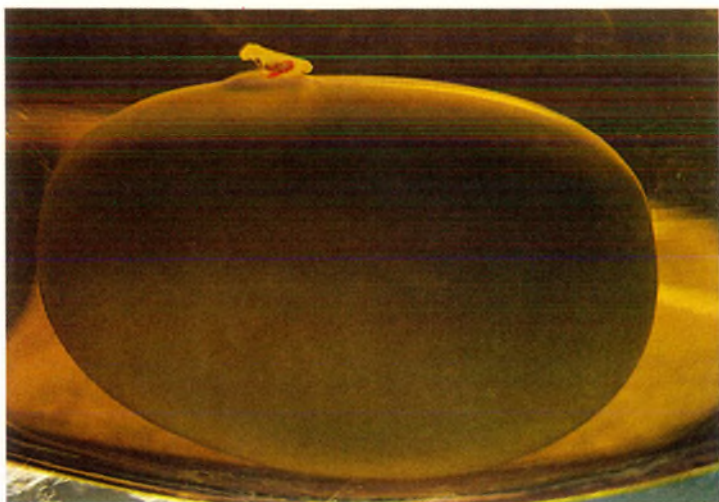
Wat er na de bevruchting gebeurt, is zeer verschillend en afhankelijk van de levenswijze van de soort. Bij de pelagische soorten, die voortdurend in open zee zwemmen en nimmer op de bodem rusten, ontwikkelen de eieren zich in een op een baarmoeder gelijkende uitstulping van de eileiders. De dooier van het ei ontwikkelt zich geleidelijk tot een zogenaamde dooierzakplacenta of dooierzakmoederkoek, die verbinding maakt met de wand van de eileider. Via deze verbinding wordt het groeiende embryo vanuit het moederlichaam gevoed. Pas wanneer de jonge haai zo ver is ontwikkeld dat hij op eigen benen kan staan, wordt hij geboren. De haaiën, die zich op deze wijze voortplanten, worden levendbarend of vivipaar genoemd. Hiertoe behoren soorten als de hamerhaai, de reuzenhaai, de glad-

de haai en de blauwe haai. Bij de halfpelagische haaiesoorten die veel zwemmen, maar ook op de bodem kunnen rusten - ontwikkelen de eieren zich eveneens in de eileiders van het wijfje, maar er komt geen verbinding tot stand tussen de dooierzak en het moederlichaam. De jonge haaitjes worden in de eileiders geboren en bezitten dan nog een gedeelte van hun dooierzak. In korte tijd ontwikkelen zij zich nu verder tot zij het lichaam van de moeder verlaten. Zij worden dus eigenlijk twee maal geboren. Ook deze haaitjes zijn bij de geboorte volledig ontwikkeld en direct in staat voor zich zelf te zorgen. De haaien, die deze wijze van voortplanting hebben, worden eierlevendbarend genoemd of ovovivipaar. Doornhaaien en tijgerhaaien behoren tot deze groep.

De groep van de echte grondbewonende haaien tenslotte is eierlegend of ovipaar. Bij deze soorten worden de eieren direct na de bevruchting op de bodem afgezet. Maar er zijn voorzieningen getroffen om deze eieren een zo groot mogelijke overlevingskans te geven. Na het passeren van de eileiders komen de eieren eerst langs de zogenaamde kapselklier, waar zij van een stevig en hoornig omhulsel worden voorzien. Het eikapsel bezit in vele gevallen hechtdraden, waarmee het door het wijfje aan wieren, stenen en dergelijke wordt vastgemaakt. Deze draden zijn slap en buigzaam wanneer het ei wordt gelegd, maar verharden en rollen zich kurkertrekervormig op.

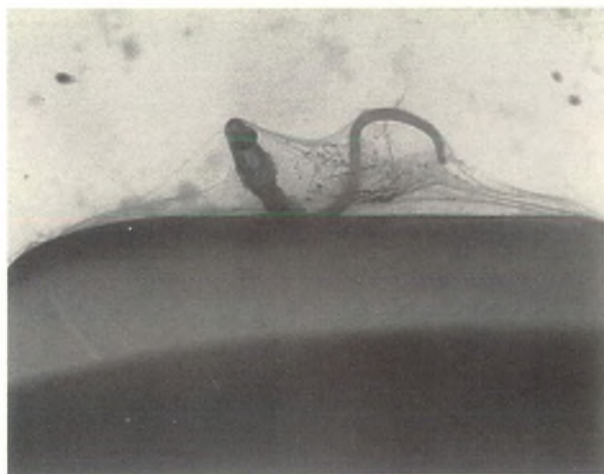


Afb. 1 Om de ontwikkeling van het ei in het kapsel beter te kunnen fotograferen werden een aantal lagen van het eikapsel afgepeld.



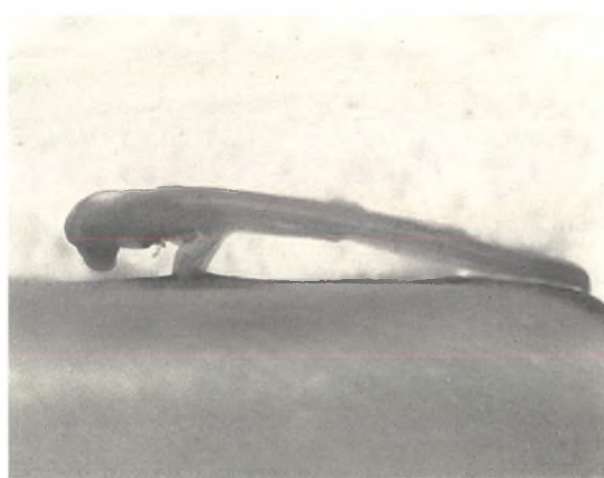
Afb. 2 - Het embryo is zeven dagen oud en heeft zich losgemaakt van de dooiermassa, waarmee het verbonden blijft door een streng. Hierin bevinden zich onder meer bloedvaten ten behoeve van de voeding.

In de harde kapsels zijn de eieren goed beschermd tegen vijanden en omdat zij worden vastgehecht, kunnen zij geen speelbal worden van golven en stromingen. Een dergelijke bescherming is noodzakelijk, omdat de eieren een lange ontwikkelingstijd voor de boeg hebben. Voor soorten, die in koude zeeën leven, kan die periode wel tien maanden bedragen terwijl er in de tropen nog altijd ruim twee maanden mee zijn gemoed voordat de jonge haai volledig is ontwikkeld en het kapsel kan verlaten. Tot de eierleggende behoren onder meer de hondshaaien, de varkens- of stierkophaaien en sommige tapijthaaien. Omdat de eieren -al zijn zij beschermd door hun kapsel- toch aan meer gevaren bloot staan dan die welke zich in het moederlichaam ontwikkelen, worden er door de eierleggende soorten meer geproduceerd dan door de levendbarende en eierlevendbarende vormen. Bij deze laatste worden per worp en afhankelijk van de soort een tot enkele tientallen jongen geboren, terwijl de eierleggende soorten per jaar tot ruim honderd eieren kunnen produceren. Vooral de eierleggende en kleinere haaiesoorten kunnen zich in gevangenschap, wanneer de omstandigheden gunstig zijn, langdurig voortplanten. In het Artis-aquarium zijn het twee soorten, die regelmatig voor nageslacht zorgen: de hondshaai (*Scyliorhinus canicula*) uit de Noordzee en Atlantische Oceaan en behorend tot de familie hondshaaien (*Scyliorhinidae*) en de bruine grondhaai (*Chiloscyllium griseum*) uit het tropische deel van de Indische- en Stille Oceaan. Deze behoort tot de familie der tapijthaaien of bakerhaaien (*Orectolobidae*). Voor zover na te gaan heeft de bruine grondhaai zich in het Artis-aquarium voor het eerst in gevangenschap voortgeplant. De beide ouderdieren van deze soort arriveerden in april 1968 vanuit Manilla in het aquarium. Het waren jonge dieren met een lengte van 22 cm. Zij groeiden samen zonder problemen voorspoedig op en vertoonden voor het eerst in het najaar van 1972 seksuele belangstelling voor elkaar toen het mannetje bijna 40 cm en het wijfje 46 cm lang waren. In het begin van 1973 begon het wijfje, na enkele geslaagde paringen, met het leggen van eieren. Het initiatief tot de paring wordt door het mannetje genomen. Hij zoekt het op de bodem rustende

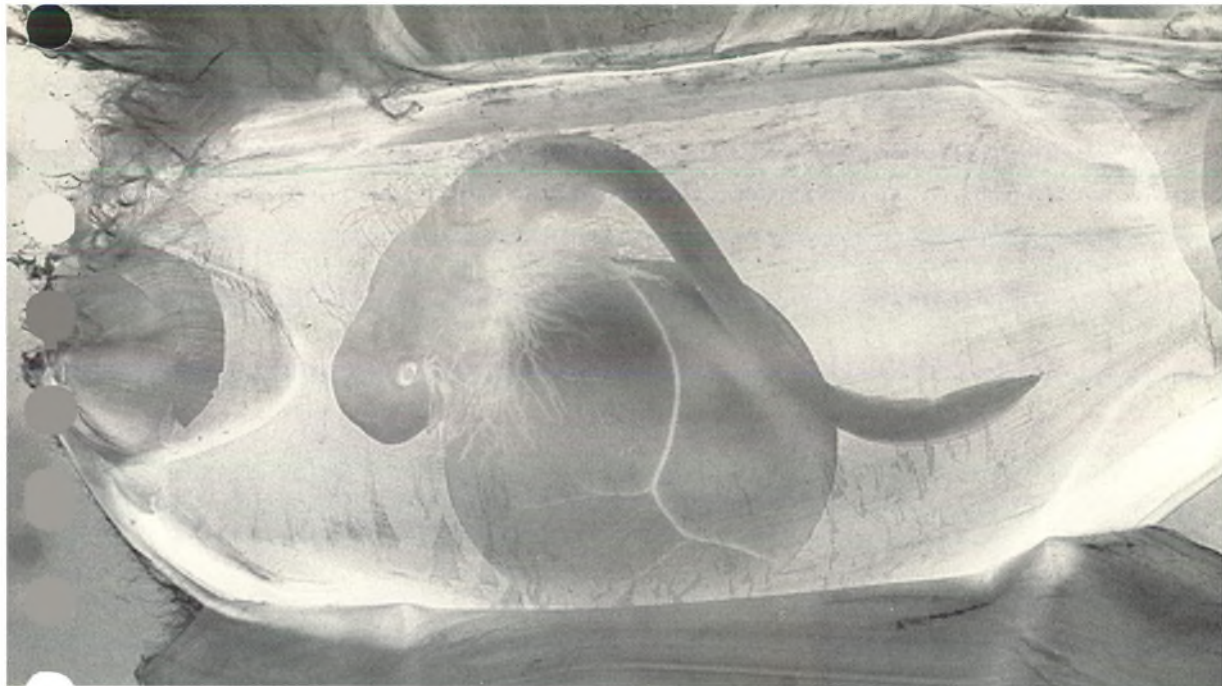


Afb. 3 Een 15 dagen oud embryo. Door de manipulatie aan het kapsel is het vlies om het ei beschadigd en ingezakt. Door de bewegingen van het embryo wordt dit vlies zichtbaar.

wijfje op en gaat naast haar liggen, terwijl hij met zijn kop en lichaam zachte stootjes tegen haar lichaam geeft. Vervolgens probeert hij de borstvin van het wijfje met de bek vast te grijpen, waarbij het nogal eens voorkomt, dat hij eerst in andere delen van haar lichaam bijt. Is het wijfje niet gediend van zijn avances dan zwemt zij snel weg, maar wordt dan door het mannetje achtervolgd. Lukken de toenaderingspogingen van het mannetje en bijt hij zich vast in een borstvin, dan reageert het wijfje doorgaans toch geïrriteerd en zij tracht weg te zwemmen en het mannetje af te schudden. Hij reageert daarop door heftig met de kop te schudden en zich vaster in de borstvin te bijten. Na korte of wat langere tijd blijft het wijfje rustig op de bodem liggen en spreidt zij als teken dat zij tot paring bereid is haar buikvinnen. De eigenlijke paring vindt nu plaats, wanneer het mannetje zijn achterlijf gedeeltelijk onder dat van het wijfje schuift. Op dat moment buigt hij beide copulatieorganen naar voren toe en



Afb. 4 Een 17 dagen oud embryo.



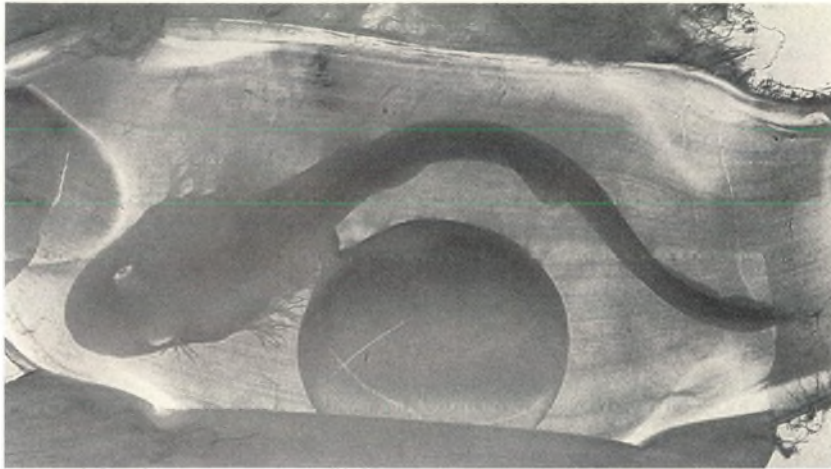
Afb. 5 Een 37 dagen oud embryo. Een groot aantal draadvormige uitwendige kieuwen heeft zich gevormd. De ogen zijn al ver ontwikkeld.

brengt een van de beide bij het wijfje in de cloacale opening. De paring kan meer dan 20 minuten in beslag nemen, waarna beide dieren hun eigen weg gaan. Het wijfje onrustig zwemmend, het mannetje blijft meestal zwaar ademend rusten op de bodem.

De ei-afzetting begint niet direct na de paring. Het kan dagen duren voordat zij er aan begint. De eieren worden dus niet tijdens of direct na de paring bevrucht, maar vaak geruime tijd later. Gewoonlijk legt het wijfje vier eieren achter elkaar, hetzij in een periode van 15 minuten hetzij van enkele (tot vier) dagen. Tot het afzetten van de volgende vier eieren kunnen er zes tot veertien dagen verlopen. Of voor iedere vier eieren een paring met het mannetje nodig is, weten we nog niet. Er worden slechts weinig paringen waargenomen en het zou kunnen zijn dat het wijfje het zaad opslaat en zo gebruikt voor het bevruchten van talrijke eieren.

Het wijfje produceerde in 1973 gedurende vijf en een halve maand 66 eieren, waarna zij zeven maanden rust nam. In 1974 zette zij gedurende negen maanden 89 eieren af, waarna zij weer ruim zeven maanden wachtte om in 1975 opnieuw met het leggen van eieren te beginnen. In dat jaar echter duurde het legseizoen slechts drie maanden en pas tien maanden daarna begon zij weer met de eierproductie. Merkwaardig genoeg wist zij toen van geen ophouden en zette regelmatig eieren af gedurende 21 maanden! Tegen het einde van dit lange legseizoen werd het mannetje in beide buikvinnen gebeten door een andere haaiesoort in het bassin en daardoor kwam voorlopig een einde aan de voortplanting.

In 1980 gaven we het wijfje gezelschap van een van haar in 1973 geboren zoons en kwam de haai-kweek opnieuw op gang. In dat jaar werden gedurende vijf maanden 94 eieren gelegd en in 1981 na zeven en een halve maand rust 70 eieren (weer gedurende vijf maanden). In 1982 produceerde ze 103 eieren in een periode van zeven maanden.



Afb. 6 Het embryo is 44 dagen oud. De uitwendige kieuwen beginnen kleiner te worden naarmate de inwendige kieuwen zich verder ontwikkelen.

Het wijfje zette alles bij elkaar in tien jaar 771 eieren af, een gemiddelde van 74 eieren per jaar. De eieren worden aan ruwe voorwerpen afgezet. Het wijfje zoekt voor het leggen van de eieren een geschikte plaats op en begint daar omheen te zwemmen met de buik tegen het substraat aan. Dan verschijnen eerst de hechtdraden van een eikapsel uit de cloacale opening. In het water waaieren deze draden uit en hechten zich meteen vast aan de ruwe ondergrond waarlangs het wijfje zwemt.



Afb. 7 Een 70 dagen oud haaitje vult het gehele eikapsel.



Afb. 8 Vijf dagen later wordt het haaitje geboren.



Afb. 9 De pasgeboren haai kan aanvankelijk het lichaam niet geheel strekken, omdat het zolang opgerold heeft gezeten. Aanvankelijk heeft het jonge dier smalle witte randjes langs de vinnen, die in de loop van ongeveer een week verdwijnen.

Door rond te blijven zwemmen, hecht het wijfje steeds meer van de fijne draden vast en tenslotte wordt het eikapsel daardoor min of meer uit het lichaam getrokken.

Het eikapsel heeft een afmeting van circa zeven bij drie cm. Aan één einde is het stomp en aan het andere draagt het twee zwak gebogen "horentjes". Aanvankelijk is het lichtbruin van kleur en doorzichtig, zodat de grote dooiermassa met een middellijn van ongeveer 18 mm duidelijk is te zien. Naarmate het kapsel ouder wordt, krijgt het een steeds donkerder kleur en wordt het ondoorzichtig. Om toch de ontwikkeling van het ei te kunnen blijven volgen en te fotograferen, werd door een van de dierenverzorgers van het aquarium (A. Dral) een methode ontwikkeld, waarbij de wand van het kapsel laagje voor laagje werd afgepeld tot een dun, goed doorzichtig wandje overbleef (afb. 1). Op de ontwikkeling van het ei had deze operatie, die onder water moest plaatsvinden, geen enkele invloed. De meeste van de bij dit artikel geplaatste foto's werden van dergelijke geprepareerde eieren gemaakt. De ontwikkelingsduur van de eieren is afhankelijk van de watertemperatuur en duurt bij 24 tot 26 graden Celsius 70 tot 80 dagen en bij uitzondering tot 91 dagen. Bij de geboorte is de jonge haai elf tot twaalf cm lang en volledig ontwikkeld. Kenmerkend voor de jonge dieren zijn de smalle witte randjes langs de vinnen, die in de loop van ongeveer een week verdwijnen. Merkwaardig is, dat de jongen soms pas twee weken nadat de dooierzak geheel was opgeteerd, uit het ei kwamen. Reeds enkele uren na de geboorte beginnen de jonge haaien voedsel te zoeken en te eten. De eerste tijd worden ze gevoerd met kleine stukjes zeepier en diepgevroren en uiteraard ontdooide aasgarnaaltjes. Later krijgen ze bovendien garnalen, stukjes visvlees en wat zoogdierhart en mosselvlees.

Tijdens de lange ontwikkeling heeft het embryo natuurlijk een goede zuurstofvoorziening nodig. Om dit te waarborgen, bevinden zich in het kapsel twee openingen waarmee het in verbinding staat met het omringende zeewater. Al vroeg in de ontwikkeling begint het embryo bewegingen in het kapsel te maken, die er ongetwijfeld toe bijdragen dat het water in het kapsel voortdurend van buiten af wordt verversd. Bij de geboorte verlaat de jonge haai het kapsel aan het stompe einde. Hoe dat precies wordt geopend, is nog niet duidelijk. Bij het pas gelegde ei bevindt zich aan het stompe einde een iets verdikte band, die het kapsel afsluit. Waarschijnlijk degenerereert deze band in de loop van de tijd, zodat tegen het ogenblik van de geboorte er een zwakke plek is ontstaan, die de jonge haai kan doorbreken. Juist bij de geboorte gaat het wel eens mis en is het haaitje niet in staat het kapsel te verlaten. Of het diertje dan te zwak is of de afsluiting nog te sterk, weten we niet. Omdat bekend is wanneer een haaitje geboren moet worden, grijpen we in wanneer het niet op tijd uit het kapsel komt. Het kapsel wordt heel voorzichtig onder water opengeknipt en het jonge dier uit zijn kleine gevangenis verlost.

Lang niet alle 771 eieren, die tot nu toe zijn gelegd, hebben zich voorspoedig ontwikkeld. Een klein percentage bleek onbevruucht te zijn, sommige embryo's stierven tijdens de ontwikkeling en enkele andere stierven omdat zij het kapsel niet konden verlaten. Van de geboren jongen groeiden ook niet alle op. Er waren er die vezwakt uit het kapsel tevoorschijn kwamen of mismaakt waren. Een enkele keer brak er onder de vele jongen, die achter de schermen in bassins worden gehouden, een besmettelijke bacteriële infectie uit.

BRONVERMELDING

Dit artikel is overgenomen uit het tijdschrift "Artis" (28e jrg., nr. 6, mrt./apr. 1983), een zeer fraaie en leerzame tweemaandelijks uitgave van de Stichting tot instandhouding van de diergaarde van het Koninklijk Zoölogisch Genootschap Natura Artis Magistra te Amsterdam. Wij zijn de auteur en de redactie bijzonder erkentelijk voor de toestemming tot het overnemen en het ter beschikking stellen van de litho's.