HYDROSTATISCHE TOESTELLEN IN HET DIERENRIJK.

DOOR

P. HARTING.

Men vergeve mij den wellicht voor sommigen onzer lezers ietwat vreemd en geleerd klinkenden titel van dit opstel. Maar ik ken in onze taal geen woord, dat het aan het grieksch ontleende woord "hydrostatisch" volkomen teruggeeft. Met hydrostatische toestellen worden hier echter "drijftoestellen", nog iets juister: luchtdrijftoestellen" bedoeld, en deze, zij het dan ook gebrekkige, vertaling kan reeds eene algemeene voorstelling geven van de soort van toestellen die ik hier op het oog heb.

Alvorens verder te gaan, zal het echter voor sommigen niet ondienstig zijn een woord te zeggen over hetgeen drijven eigenlijk is. Elk weet wel is waar dat er lichamen zijn die, in water geworpen, daarin niet onderzinken, maar daardoor als het ware gedragen worden, en dat men dit drijven noemt. Elk weet bovendien dat alleen zulke lichamen op water drijven, die een geringer soortelijk gewicht dan water hebben. Toch komen hierbij nog eenige omstandigheden voor, die minder algemeen bekend zijn, en waarbij wij dus wel een oogenblik mogen stil staan. Een stuk hout en een stuk kurk, beide van gelijke grootte en gedaante, drijven op het water, maar niet op volkomen gelijke wijze. Van het eerste steekt een veel kleiner gedeelte dan van het tweede boven het water uit. Wat is de oorzaak van dit verschil? Het antwoord is eenvoudig en laat zich als een algemeene hydrostatische wet aldus uitdrukken: "Elk drijvend lichaam verdringt

juist zooveel water als zijn eigen gewicht bedraagt." Helderen wij dit nog door een voorbeeld op. Een kubiek decimeter of liter zuiver water weegt juist een kilogram. Laten wij nu die zelfde hoeveelheid water bevriezen, dan zal het aldus verkregen stuk ijs $^1/_9$ tot $^1/_{10}$ grooter zijn, omdat water, bij den overgang van den vloeibaren tot den vasten toestand, zich uitzet, d. i. eenen grooteren omvang verkrijgt. Het soortelijk gewicht zal dus met $^1/_9$ — $^1/_{10}$ verminderd zijn. Werpt men nu dit kilogram ijs in water, dan zal het ook juist een kilogram water verdringen, en het overige, dus ongeveer $^1/_9$ van het geheele stuk, zal boven de watervlakte uitsteken. Zoo kan men uit de hoogte, waartoe de in zee drijvende ijsbergen zich daarboven verheffen, ten naastenbij hunne geheele hoogte of dikte berekenen.

Een drijvend lichaam, zoo als een stuk hout, kurk of ijs is echter nog geen hydrostatische toestel. Om daartoe te worden, moet er nog iets bijkomen. Zulk een toestel drijft niet alleen, maar neemt in water ook altijd eenen vasten evenwichtstoestand aan. Een vereischte daartoe is, dat een gedeelte van het drijvende lichaam soortelijk zwaarder is dan het overige; dat zwaardere gedeelte zal zich dan als van zelf altijd naar beneden keeren. Het beste voorbeeld daarvan biedt de vochtweger of areometer aan, een werktuig dat men bij elken apotheker zien kan, en waarvan men zich bedient om het soortelijk gewicht van vloeistoffen op eene gemakkelijke wijze te bepalen. Het bestaat uit eene glazen buis, die van onderen zich vernauwt en daar eindigt in een bol, waarin eenig kwikzilver wordt gebracht, juist genoeg om de buis in het vocht niet alleen rechtstandig te houden, maar haar ook, in zuiver water geplaatst, tot een zeker punt daarin te doen nederdalen, hetwelk dan het uitgangspunt is voor eene binnen in de buis aangebrachte verdeelde schaal. Brengt men nu zulk een areometer in een ander vocht, dat hetzij soortelijk lichter of soortelijk zwaarder is dan water, dan laat het zich gemakkelijk inzien, dat hij, in beide gevallen juist zijn eigen gewicht van het vocht verdringende, in het lichtere vocht dieper, in het zwaardere vocht minder diep zal inzakken.

Zulk een areometer leert ons nog iets anders, namelijk dat het mogelijk is hydrostatische toestellen te maken uit stoffen, welke soortelijk veel zwaarder zijn dan water en derhalve op zich zelve daarin zouden onderzinken. De eenige voorwaarde daartoe is, dat zij hol, d. i. met lucht gevuld zijn. Lucht heeft ook gewicht, maar dit gewicht is zoo gering, dat het bij dat van water schier verdwijnt.

Terwijl een kubieke decimeter water een kilogram weegt, bedraagt het gewicht van een kubieke decimeter gewone dampkringslucht slechts ongeveer 1,3 gram of $^1/_{770}$ van dat van een gelijk volume water. Ware het mogelijk een kubiek decimeter lucht op water te laten drijven, dan zoude de hoeveelheid van het verdrongen water derhalve zoo gering zijn, dat men het ter nauwernood zoude kunnen bemerken. Doch om lucht te laten drijven, moeten wij haar altijd op de eene of andere wijze binnen wanden begrenzen, en daar de hiervoor gebruikte stoffen in den regel zwaarder dan water zijn, zoo dringt de lucht daarmede ook dieper in, zoodat een gedeelte zich onder, een ander gedeelte zich boven de oppervlakte van het water bevindt. Zoo is het b. v. bij elk vaartuig. Een schip kan geheel vervaardigd worden van ijzer, dus van een metaal dat bijna 8 maal zwaarder dan water is. Het is de in de scheepsholte bevatte lucht, waardoor het drijvende wordt gehouden. Ook zulk een schip verplaatst juist zooveel water als zijn eigen gewicht bedraagt, en het laat zich derhalve gemakkelijk inzien, dat het, deels van de gedaante van het schip, deels van de dikte en zwaarte van den wand zal afhangen of het meer of minder diep in het water zal zinken, of, gelijk men het gewoonlijk noemt, eenen grooteren of geringeren diepgang zal hebben. Elk schip is een hydrostatische toestel, want niet alleen is het ingericht om te kunnen drijven, maar de scheepsbouwmeester streeft er ook naar om er eene genoegzame stabiliteit aan te geven, door, zooveel de overige inrichting zulks veroorlooft, de benedenste deelen het zwaarst te maken, hetgeen dan vervolgens nog bevorderd wordt door het innemen van ballast. Inderdaad is deze voor een schip wat het kwik voor den bovengenoemden areometer is.

Een gewoon schip is echter slechts zoolang een hydrostatische toestel als zijne holte met lucht gevuld blijft. Het gaat reddeloos naar de diepte, wanneer water door een lek binnenstroomt. Doch ook dat kan voorkomen worden. Men behoeft daartoe slechts het schip in een zeker getal van vakken te verdeelen, gelijk dan ook werkelijk tegenwoordig bij den bouw van groote schepen geschiedt. Al loopen dan ook een of twee dier vakken vol water; dan blijft het schip toch drijven, gedragen door de overige. Daartoe is het zelfs niet volstrekt noodig dat die vakken van onderen dicht zijn, mits slechts de zijwanden en het dek hen volkomen afsluiten. Dan toch kan de daarin bevatte lucht niet ontwijken. Men kan zich dit op eene gemakkelijke

wijze verzinnelijken, door een glazen klok of zelfs een gewoon groot bierglas met de opening naar beneden in water te dompelen; en die kleine proef wordt nog overtuigender, wanneer men vooraf op het water een weinig olie gegoten en daarop een brandend nachtpitje geplaatst heeft. Dit blijft branden, ook dan wanneer men het geheel tot op den bodem heeft gedrukt van het vat met water, zoolang als de aanwezige hoeveelheid zuurstof, die tot onderhouding der verbranding noodig is, zulks veroorlooft. Ook leert dezelfde eenvoudige proef nog eene andere merkwaardige eigenschap der lucht kennen. Laat men namelijk de glazen klok, — ditmaal zonder het brandend nachtpitje, — al dieper en dieper in het water dalen, dan zal men bespeuren dat dit laatste allengs een eindweegs in de holte der klok dringt. De verklaring hiervan is gemakkelijk te geven. De lucht is namelijk samendrukbaar. Ontmoet zij tegenstand en kan zij nergens ontwijken, dan wordt zij binnen eene kleinere ruimte samengeperst, maar om zich dadelijk weder uittezetten, zoodra de tegenstand ophoudt. Met andere woorden: lucht is een veerkrachtig lichaam, in tegenstelling met water en andere vloeistoffen, wier volume, zelfs bij hoogst aanmerkelijk verschil van drukking, nagenoeg volkomen onveranderd blijft.

In de zoo even vermelde proef is de volume-verandering der lucht slechts gering. Maar verplaatsen wij ons in onze gedachte in een duikerklok, die in de zee afdaalt. Ware het niet, dat daarin door een van boven inmondende buis voortdurend lucht werd aangevoerd, om de ademhaling der zich in de duikerklok bevindende menschen te onderhouden, dan zoude de lucht daarin, wanneer de klok op 10 meters onder de zee-oppervlakte was nedergedaald, tot op ongeveer de helft van haar volume zijn samengeperst. Een kolom water van 10 meters hoogte oefent namelijk eene drukking uit, die ten naastenbij gelijk staat met die van een kolom lucht van de hoogte van onzen dampkring of atmospheer. Om de lucht in de klok tot op een vierde van haar volume samen te persen, zoude zij nog 20 meters dieper moeten dalen, dus tot 30 meters, en wanneer zij tot op eene diepte van 70 meters gedaald was, dan zoude het volume der lucht nog slechts een achtste van dat aan de oppervlakte der zee bedragen.

In de tot hiertoe verondersteldo gevallen was de lucht besloten binnen stijve onbuigzame wanden, die alleen van onderen open zijn en het water toelaten. Men kan zich echter ook gemakkelijk hydrostatische

toestellen denken, waarin de lucht bevat is in ruimten, die van alle zijden begrensd zijn door vliezige, buigzame wanden, die zelve zich uitzetten en inkrimpen kunnen en derhalve de beweging van de daarin besloten lucht volgen. Zulke toestellen nu vindt men in groote verscheidenheid in het dierenrijk, en het zijn deze, waarbij ik de aandacht des lezers wensch te bepalen.

Reeds wij menschen zijn in het bezit van zulk een toestel. Het zijn onze longen. Elk zwemmer weet, dat, bij iedere diepe ademhaling, zijn lichaam iets boven het water uitrijst. Inderdaad is er dan ook slechts eene geringe toevoeging van lucht noodig, om het menschelijk lichaam drijvende te houden. Een paar kleine met lucht gevulde blazen is daartoe voldoende. De reden hiervan is, dat de zelfstandigheden, waaruit het lichaam van menschen en in het algemeen dat der dieren bestaat, een slechts weinig grooter soortelijk gewicht dan water hebben. Alleen de verkalkte weefsels, zoo als been, schelpen, enz., wegen merkelijk zwaarder dan water, maar daartegenover staat dat alle vetten een geringer soortelijk gewicht hebben. Nu bestaan er ten dien aanzien wel is waar bij de onderscheidene dieren nog tamelijk groote verschillen, maar toch kan men in het algemeen zeggen, dat het lichaam van de meeste dieren, wanneer het van alle zijden door water omringd is, hierdoor grootendeels aan de werking der zwaartekracht onttrokken wordt, zoodat er slechts zeer weinig lucht behoeft bij te komen, om het gewicht gelijk aan dat van het water te maken, in welk geval het lichaam daarin noch dalen noch rijzen zal en voortdurend op dezelfde plaats zoude blijven, indien het niet door andere oorzaken werd voortbewogen, waaronder het bezit van bijzondere, als roeispanen werkende bewegingsorganen in de eerste plaats in aanmerking komt. Eene zeer geringe vermeerdering, of, hetgeen op hetzelfde neerkomt, eene zeer geringe verdunning der reeds aanwezige lucht zal dan het lichaam van zelf in het water doen rijzen, terwijl daarentegen elke vermindering van het volume der lucht, hetzij doordat de hoeveelheid daarvan werkelijk afneemt of de reeds voorhanden lucht meer verdicht wordt, eene daling zal ten gevolge hebben.

Deze lucht nu kan op tweederlei wijzen in het lichaam geraken, namelijk hetzij door opneming van buiten of door inwendige afscheiding. Het naar binnen dringen der buitenlucht geschiedt het algemeenst door de ademhaling. Zoogdieren, vogels en reptilien ademen door longen, insekten door luchtbuizen, welker takken zich door het ge-

heele lichaam verbreiden. Alle tot deze klassen behoorende dieren, welke waterbewoners zijn, moeten althans van tijd tot tijd aan de wateroppervlakte komen om versche lucht in te ademen. Walvisschen, dolfijnen, zeehonden, walrussen kunnen wel is waar eenen geruimen tijd, zonder den stikkingsdood te sterven, onder water blijven, maar toch zijn zij genoodzaakt telkens weder den kop daarboven uit te steken om de lucht in hunne longen te vernieuwen. De daartoe noodige krachtsinspanning is trouwens uiterst gering, want men mag veilig aannemen dat het lichaam dezer dieren, reeds ten gevolge der dikke speklaag onder de huid, nagenoeg even zwaar als water is. Bij de zwemvogels keert zich zelfs de verhouding om. Hun lichaam is altijd veel lichter dan water, omdat, even als bij andere vogels, hun vederenbekleedsel lucht in tallooze kleine ruimten verdeeld bevat, terwijl bovendien een gedeelte hunner beenderen hol en met lucht gevuld is, en hunne longen zich in groote luchtzakken openen. Vele zwemvogels kunnen dan ook alleen met hun voorlichaam onderduiken. Wij zien het aan onze eenden, ganzen en zwanen. Anderen bezitten wèl dit vermogen, maar laten zich, gelijk de meeuwen en zeezwaluwen, daartoe uit de hoogte in het water nedervallen, of, wanneer zij gelijk de alken en pinguins, zich een tijdlang zwemmende onder water voortbewegen, dan vordert dit eene zeer groote krachtsinspanning, die slechts korten tijd kan worden volgehouden, en waarbij laatstgenoemden zich niet enkel van hunne van zwemvliezen voorziene pooten maar ook van hunne vleugels als van roeispanen bedienen.

Ook onder de in het water levende insekten treft men dergelijke verschillen aan. Eenigen bewegen zich altijd aan de oppervlakte des waters, zoo als de algemeen bekende zoogenaamde waterspinnen (*Hydrometra*, *Velia*) en draaikevertjes (*Gyrinus*), aan welker achtereinde zich een hen dragende luchtbel vertoont, die als een kwikzilverdroppel glinstert. Andere insekten daarentegen, zoo als eenige soorten van kevers (*Hydrophilus*, *Dytiscus*) en waterwantsen (*Notonecta*, *Corixa*, *Nepa*, *Ranatra*) zwemmen onder water en komen slechts van tijd tot tijd aan de oppervlakte om boven hunne ademgaten versche lucht te verzamelen. Zelfs leeft er in onze slooten een soort van spin (*Argyroneta aquatica*), die zich onder water ophoudt in een door haar uit spinsel gebouwd en aan de eene of andere waterplant bevestigd nestje. Dit nestje heeft eene halfbolvormige gedaante, met de opening benedenwaarts gekeerd. Daarin brengt de spin lucht, die zij met hare harige achterpooten

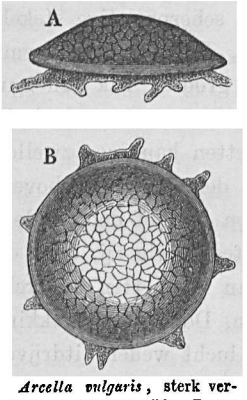
aan de wateroppervlakte verzamelt, en richt zich zoo een verblijf in, dat men een duikerklok in het klein zoude kunnen noemen.

Nog langs andere wegen dan die der ademhaling kan lucht in het lichaam geraken. Er zijn ook dieren, welke geen dampkringslucht inademen, maar deze inslikken en daardoor een geringer soortelijk gewicht verkrijgen. Het opmerkelijkste voorbeeld hiervan bieden de zonderlinge visschen aan, die men, wegens de scherppuntige stekelschubben, waarmede hun lichaam bedekt is, Egelvisschen noemt (*Diodon*, *Tetraodon*). Deze visschen hebben een grooten zak aan hun maag, waarin zich de ingeslikte lucht verzamelt, en, daar de huid aan den buik daar ter plaatse zich sterk uitzetten kan, zoo zwellen zij hierdoor tot een bal op en drijven dan, met den buik naar boven, aan de wateropvlakte, zonder gevaar te loopen van óf door andere visschen óf door vogels aangevallen te worden, tegen wie zij, door de scherpe, zich naar alle zijden als een bosch van bajonetten uitstrekkende stekels, op voldoende wijze beschermd zijn. Door samentrekking der spieren van den buikwand kunnen zij de lucht weder uitdrijven en dan, hierdoor soortelijk zwaarder geworden, wederom in het water afdalen om hun voedsel te midden der koraalriffen te zoeken.

Dat echter lucht in het lichaam geenszins noodwendig van buiten af daarin behoeft te geraken, maar door inwendige afscheiding binnen in de organen zelve ontstaan kan, weten wij door eigene, soms lastige ondervinding, zonder dat het noodig zij dit nader onder woorden te brengen. Die lucht bestaat dan geheel of grootendeels uit dezelfde gassen, welke ook de bestanddeelen van onzen dampkring uitmaken, t. w. zuurstof, stikstof en koolzuur, ofschoon in andere betrekkelijke hoeveelheden. Daarbij kan zich nog het zeer onaangenaam riekende zwavelwaterstofgas voegen, maar dit behoort gelukkig tot de uitzonderingen. Al die gassen kunnen tijdelijk opgelost zijn in het bloed of het voedingsvocht en daaruit, onder zekere omstandigheden, naar buiten treden, even als plaats heeft, wanneer men bloed onder de klok eener luchtpomp brengt en dan de lucht uitpompt. De in het bloed opgeloste gassen stijgen er dan als bellen in op en vormen een dik schuim aan de oppervlakte. Maar, — en dit moeten wij tot goed verstand van hetgeen later volgen zal, wel in het oog houden, — diezelfde gassen kunnen ook onder andere omstandigheden, b. v. door eene vermeerdering der drukking, wederom door het bloed worden opgenomen. Afscheiding en opslorping kunnen elkander derhalve beurtelings afwisselen.

Een fraai voorbeeld hiervan, waar wij die beurtelingsche afscheiding en opslorping van lucht onder onze oogen zien plaats grijpen, werd voor een paar jaren door mijn ambtgenoot ENGELMANN ontdekt. Het betreft een diertje, zoo klein, dat men het met het bloote oog ter nauwernood als een klein stipje even kan waarnemen, maar juist daardoor is het doorschijnend genoeg om door het mikroskoop te zien wat in zijn binnenste gebeurt. Dit diertje, dat een bewoner onzer slooten is, draagt den naam van *Arcella* (fig. 1.) Het is als het ware niets anders dan een klompje samentrekbare en bewegelijke gelei, aan de eene zijde overdekt met een doorschijnend schotelvormig schildje. Om zich te kunnen bewegen moet het met zijne vrije oppervlakte eenig vast voorwerp kunnen bereiken, waaraan het zich met korte, stompe verlengselen, die alleen ontstaan door vormverandering van het geleiachtig klompje, vasthecht. Legt men nu zulk een wezentje onder water op zijn rug, d. i. met het bolle schildje naar beneden gekeerd, dan is het even hulpeloos als een schildpad, die men in eene dergelijke houding heeft gebracht. Maar terwijl de schildpad elk middel mist om die onnatuurlijke houding te veranderen, bezit daarentegen de kleine, op zoo oneindig lageren trap staande Arcella zulk een middel wel. Allengs ziet men onder het mikroskoop binnen in haar lichaampje eenige luchtbelletjes ontstaan. Deze worden van lieverlede grooter, en tevens zwelt het geheele lichaampje iets op. Eindelijk is het in zijn geheel soortelijk lichter dan het omgevende water geworden, en het stijgt statig naar boven. Bereikt het dan eenig vast voorwerp, b. v. de ondervlakte van het glazen dekplaatje, dat men gewoon is op zulke mikroskopische voorwerpen tot bescherming der lenzen te leggen, dan hecht het zich daaraan vast, maar nu ook verdwijnen allengs weder de onnoodig geworden luchtbelletjes, even langzaam als zij ontstaan zijn. Keert men dan het glasplaatje om en legt men het diertje weder op den rug, dan herhaalt zich hetzelfde verschijnsel. Is het niet als of het diertje opzettelijk gas in zijn binnenste afscheidt, om zoo als een luchtballon naar omhoog te rijzen, en dan even opzettelijk dat gas weder vastlegt en bindt, om dit, wanneer het wederom noodig

Fig. 1.



Arcella vulgaris, sterk vergroot. A van ter zijde, B van boven gezien.

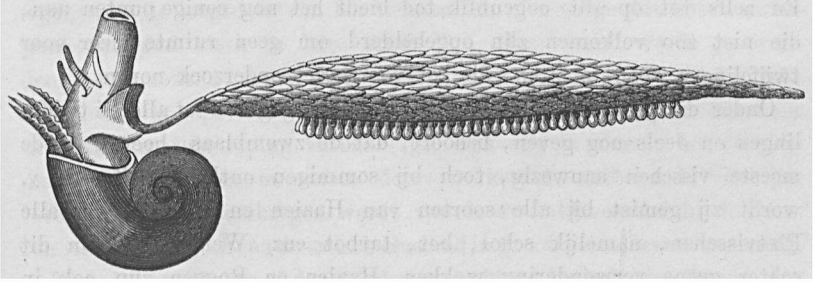
mocht zijn, nogmaals lostelaten, en op nieuw als drijfkracht te doen dienen?

Er leven trouwens in onze slooten nog een aantal veel grootere dieren, die op eene dergelijke wijze in het water rijzen en dalen. Vele waterslakken, van de geslachten *Limnaea*, *Planorbis*, scheiden in hunne kleine mantelholte, die tevens tot ademholte dient, lucht af, en, niettegenstaande zij een tamelijk zware schelp bezitten, rijzen zij dan tot aan de oppervlakte des waters; maar minder zuinig dan de zoo even genoemde kleine *Arcella*, drijven zij, wanneer zij weder willen nederdalen, de lucht uit die holte, door samentrekking van haren wand, naar buiten.

Wederom op eene eenigzins andere wijze bedienen zich eenige kleine, in zee tusschen wier levende slakken (*Rissoa*, *Litiopa*) van hetzelfde hulpmiddel. Wanneer zij door het geweld der golven van de onderlaag, waarover zij kruipen, zijn losgeslagen en gevaar zouden loopen reddeloos in de diepte te verzinken, scheidt zich in hare kieuwholte een luchtbel af; deze overdekt zich met het taaie, daarin tevens afgescheiden slijm en stijgt naar boven, onder het vormen van een draad, waaraan het diertje hangen blijft. Zoo drijft het, gedragen door zijn kleinen luchtballon, in de zee rond, totdat het weder eene goede gelegenheid vindt om zich aan wier of eenig ander voorwerp vasttehechten.

Een nog opmerkelijker drijftoestel wordt gevonden bij de soorten van *Janthina* (fig. 2). Deze slakken, kenbaar aan hare fraai blauwe of blauw en wit gestreepte schelpen, ongeveer van de gedaante van die onzer huisjesslakken, worden dikwijls drijvende in zee, ver van alle land, aangetroffen. Zij worden dan gedragen door eenen eigenen drijftoestel,

Fig. 2.



Janthina, met haar drijftoestel.

die is zamengesteld uit een aanmerkelijk getal van regelmatig nevens elkander geplaatste luchtblaasjes, elk omgeven van een vliezig wandje.

Aan de ondervlakte van dien drijftoestel hecht het wijfje hare eijeren vast, en zoo voert dus de moeder haar aanstaand kroost met zich mede. LACAZE-DUTHIERS heeft de gelegenheid gehad de wijze te zien waarop de Janthina dien drijftoestel bouwt. Even als andere slakken heeft dit dier een zoogenaamden voet. Aan het achtereinde daarvan scheidt zich een taai slijm af. Het voореinde van dien voet, dat zeer bewegelijk is, wordt door het dier gebruikt om luchtbellen tusschen dit slijm op te sluiten. Daartoe verheft het dit gedeelte van den voet even boven het water, kromt en plooit het totdat het de gedaante van een napje heeft aangenomen, dat nu natuurlijk lucht bevat, en voegt die lucht dan tegen de reeds gevormde en op hun plaats gebrachte luchtbellen aan, die, alle nagenoeg even groot zijnde, eene regelmatige, veelhoekige gedaante aannemen.

Al de tot dusver genoemde inrichtingen, waardoor dieren in het water drijvende kunnen worden gehouden, zijn echter zeer eenvoudig, vergeleken bij die welke de meeste visschen bezitten. Ik bedoel de zwemblaas. Inderdaad is dit deel een der merkwaardigste organen, die ergens in het dierenrijk bestaan, en reeds van oude tijden af heeft het de aandacht der natuuronderzoekers tot zich getrokken. Wij zouden eene lange reeks van namen moeten noemen, wilden wij die van allen optellen die op de eene of andere wijze tot de betere kennis van dit orgaan en van zijne verrichting hebben bijgedragen. Trouwens alleen eene vereenigde samenwerking van ontleedkundigen, physiologen, natuur- en scheikundigen is in staat de vele vraagstuken op te lossen, welke bij de nadere beschouwing van dit deel als van zelf oprijzen. En zelfs tot op dit oogenblik toe biedt het nog eenige punten aan, die niet zoo volkomen zijn opgehelderd om geen ruimte meer voor twijfelingen open te laten, die tot voortgezet onderzoek nopen.

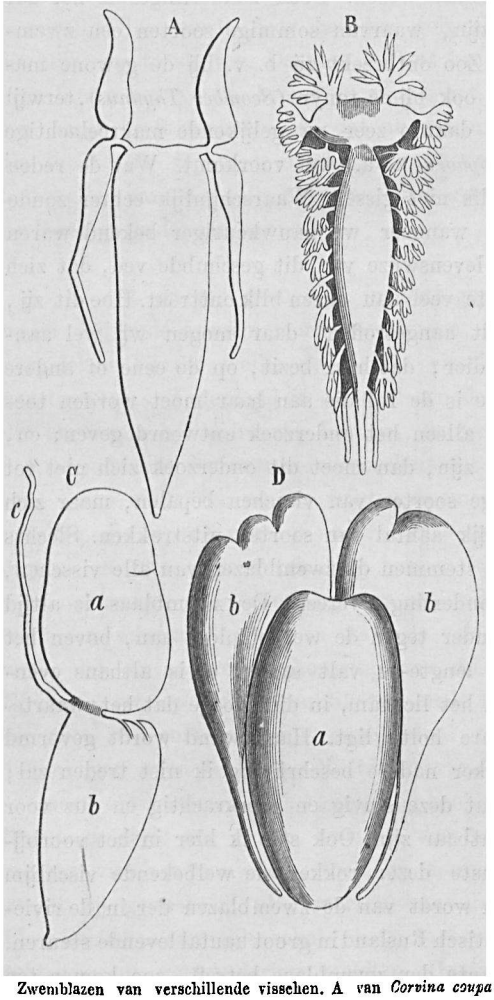
Onder die punten, welke aanleding hebben gegeven tot allerlei twijfelingen en deels nog geven, behoort, dat de zwemblaas, hoewel bij de meeste visschen aanwezig, toch bij sommigen ontbreekt. Zoo b. v. wordt zij gemist bij alle soorten van Haaien en Roggen, bij alle Platvisschen, namelijk schol, bot, tarbot enz. Wel bezien kan dit echter geene verwondering wekken. Haaien en Roggen zijn ook in andere opzichten zoo geheel van andere visschen verschillende wezens, dat men veilig beweren kan dat het tusschen hen bestaande onderscheid grooter is dan tusschen vogels en zoogdieren. En wat de schol-

len, botten enz. aanbelangt, zoo stemt het ontbreken eener zwemblaas bij hen en nog eenige andere visschen geheel overeen met hunne bijzondere levenswijze. Zij houden zich steeds aan den bodem der zee op en liggen daar met een hunner zijden benedenwaarts gekeerd, zoodat het bezit eener zwemblaas wel verre van voor hen voordeelig te zijn, hun integendeel tot last zoude wezen. Doch zonderlinger is het dat er eenige vischgeslachten zijn, waarvan sommige soorten een zwemblaas hebben, andere niet. Zoo ontbreekt zij b. v. bij de gewone makreel (*Scomber Scomber*) en ook bij de tonyn (*Scomber Thynnus*), terwijl zij daarentegen bij andere daarop zeer na gelijkende makreelachtige visschen (*Scomber pneumatophorus* e. a.) wel voorkomt. Wat de reden hiervan is, kunnen wij zelfs niet gissen. Waarschijnlijk echter zoude het raadsel zich oplossen, wanneer wij nauwkeuriger bekend waren met de bijzonderheden der levenswijze van dit geschubde vee, dat zich in de diepten des oceaans te veel aan onzen blik onttrekt. Hoe dit zij, waar een zwemblaas wordt aangetroffen, daar mogen wij wel aannemen, dat zij voor het dier, dat haar bezit, op de eene of andere wijze nuttig is. Maar welke is de rol die aan haar moet worden toegekend? Op die vraag kan alleen het onderzoek antwoord geven; en, zal dit antwoord voldoende zijn, dan moet dit onderzoek zich niet tot een enkele of eenige weinige soorten van visschen bepalen, maar zich over een zoo groot mogelijk aantal van soorten uitstrekken. Slechts in eenige hoofdpunten toch stemmen de zwemblazen van alle visschen, die dit orgaan bezitten, onderling overeen. De zwemblaas is altijd gelegen in de buikholte, onder tegen de wervelkolom aan, boven het spijsverteringskanaal; haar lengte-as valt samen of is althans evenwijdig met de lengte-as van het lichaam, in dier voege dat het zwaartepunt van den visch in hare holte ligt. Haar wand wordt gevormd door twee rokken, in welker nadere beschrijving ik niet treden zal; alleen doe ik opmerken dat deze stevig en veerkrachtig en dus voor uitzetting en inkrimping vatbaar zijn. Ook stip ik hier in het voorbijgaan aan, dat de binnenste dezer rokken de welbekende vischlijm levert, die vooral verkregen wordt van de zwemblazen der in de rivieren van Europeesch- en Aziatisch Rusland in groot aantal levende steuren.

Wat de grootte en gedaante der zwemblaas betreft, zoo komen ten dien aanzien allerlei verschillen voor. Er zijn visschen, waar de zwemblaas zich in de geheele lengte der buikholte uitstrekt, ja zelfs nog iets verder, in het zich daaraan sluitend staartgedeelte; andere daar-

entegen, waar zij slechts een klein gedeelte dier lengte beslaat. Vele visschen, b. v. snoeken, baarsen, hebben een eenvoudig langwerpig ronde zwemblaas, uit eene enkele holte bestaande, maar bij vele anderen is zij door een of meer insnoeringen in twee of meer holten verdeeld, die echter dan nog door openingen gemeenschap met elkander hebben. Zoo bestaat de zwemblaas van alle karperachtige visschen, (Cyprinoiden), – karper, zeelt, brasem, voorn, enz. — uit twee achter elkander gelegen, door een diepe insnoering gescheiden blazen (fig. 3 C); bij poonen of knorhanen (*Trigla* D) staan met eene groote middenblaas (*a*) twee zijdelingsche blazen (*b b*) in verband; nog merkelijk zamengesteldere zwemblazen worden aangetroffen bij de soorten uit de familie der Ombervisschen (Sciaenoiden), waar deze blaas niet zelden een aanmerkelijk getal van zich soms nog wederom door insnoeringen verdeelende blinde aanhangsels heeft (A en B). Ook aan zulke zwemblazen, die uitwendig geheel enkelvoudig en onverdeeld schijnen, kan de holte nog inwendig door naar binnen springende plooien in een grooter

Fig. 3.



Zwemblazen van verschillende visschen. A van *Corvina coupa*; B van *Corvina lobata*; C van *Cyprinus carpio*; D van *Trigla hirundo*.

of kleiner getal van vakjes verdeeld zijn, zoodat in sommige gevallen (bij *Lepidosteus*, *Erythrinus*, *Gymnarchus*, *Hemiramphus*) zelfs een maaksel ontstaat, hetwelk dat der longen van de in de lucht levende dieren herinnert.

Die overeenkomst wordt nog vergroot doordat in die gevallen, en bovendien in talrijke andere, de zwemblaas geen geheel gesloten zak is, maar zich door middel van een buis in het darmkanaal opent (fig. 3 C *c*), hetzij in den slokdarm of in de maag, soms (bij den haring) geheel aan het einde daarvan. Het vermoeden ligt voor de hand, dat die buis ook wel den zelfden dienst zoude kunnen doen als de luchtpijp aan de dieren bewijst die lucht inademen. Wat daarvan aan is, zullen wij straks zien. Hier bepalen wij ons tot de opmerking, dat om een zwemblaas tot luchtademhaling in staat te stellen, met andere woorden tot een long te maken, er nog zekere andere wijzigingen moeten bestaan, bepaaldelijk in den bloedsomloop, en dat deze, met zeldzame uitzonderingen (*Gymnarchus*, *Mormyrus*, *Lepidosiren*, *Ceratodus*), bij de visschen niet voorkomen. Ook is het er zoo verre af dat alle visschen zulk een luchtbuis zouden bezitten, dat integendeel het getal der gevallen, waarin de luchtbuis ontbreekt en derhalve de zwemblaas een volkomen gesloten zak is, veel grooter is dan dat der gevallen waarin zulk een luchtbuis wel voorkomt.

Men moet derhalve de beteekenis der zwemblaas voor het leven der visschen elders zoeken. Vooreerst is het duidelijk dat, door het bezit van een met lucht gevulde blaas, het soortelijk gewicht van het lichaam verminderd wordt en meer gelijk gemaakt aan dat van het water, waarin de visch leeft. Zulk een visch behoeft dan ook geen inspanning te doen om zich voor het nederzinken te behoeden. Wij zien het aan onze snoeken, die onbewegelijk, bijna zonder een vin te verroeren, in het water blijven "staan", gelijk men het noemt. Laat men de lucht uit zijn zwemblaas door een opzettelijk met een troiquart gemaakte opening ontsnappen, dan zinkt een snoek oogenblikkelijk naar den bodem. Hij heeft het vermogen om te blijven staan verloren.

Maar eene andere vraag is het: of de visschen het vermogen bezitten om, door samendrukking der wanden van de zwemblaas, de daarin bevatte lucht samen te persen, zoodat zij daardoor zwaarder worden en dalen, en vervolgens, door nalating dier drukking, wederom de lucht te doen uitzetten en dientengevolge te rijzen? Bij de beantwoording dezer vraag stuit men namelijk op de moeielijkheid, dat de vis-

schen klaarblijkelijk ook nog andere middelen dan dit tot rijzing en daling in het water bezitten. Zij doen dit door de beweging harer borst- en buikvinnen, en werkelijk heeft men bij sommige visschen, vooral zeelten, gezien, dat zij, zelfs nog nadat de lucht uit hun zwemblaas op boven gezegde wijze d. i. door een steek met een troiquart, verwijderd was en zij dus daardoor soortelijk zwaarder waren geworden, toch nog alleen door de spierkracht, waarmede zij hunne vinnen bewegen, tot rijzing in het water in staat zijn, al kost hun dit ook, zoo als van zelf spreekt, eene grootere inspanning. Bovendien, er zijn, gelijk wij boven zagen, vele visschen die een zwemblaas missen, en deze moeten zich dus alleen met hunne vinnen in het water op en neder bewegen. Dat derhalve de vinnen tot die beweging gebruikte werktuigen zijn, is ontegenzeggelijk. De vraag is alleen: of aan de samendrukking en uitzetting der zwemblaas door willekeurige spierbeweging ook een aandeel in die daling of rijzing toekomt. Dit nu is niet gemakkelijk uittemaken. Ook zonder den invloed van eenige spierwerking zal, bij het rijzen en dalen van den visch in het water, zich zijn zwemblaas uitzetten en inkrimpen, want dit is het noodzakelijk gevolg van het verschil in drukking. En met hoe groote kracht dit geschiedt, wordt bewezen door de gevallen, waarin bij visschen, die uit groote diepte zijn opgehaald, de ingewanden hetzij door den mond of zelfs door den gebarsten buikwand naar buiten worden gedreven, omdat de in de zwemblaas bevatte lucht eene grootere ruimte tracht intenemen en zich met geweld eenen weg baant. Ook zelfs dan wanneer men met zekerheid kon aantoonen, dat bij elke daling eene inkrimping, en bij elke rijzing eene uitzetting der zwemblaas plaats grijpt, zoude daarmede niet anders bewezen zijn dan hetgeen wij buitendien reeds lang weten, dat het volume der lucht afhankelijk is van de daarop uitgeoefende drukking.

Willen wij derhalve bovengestelde vraag beantwoorden, dan moeten wij naar andere gronden uitzien, en deze moeten in de eerste plaats ontleend worden aan het ontleedkundig maaksel van den visch. Nu is, gelijk wij reeds zeiden, de zwemblaas met haar bovenvlakte tegen de ondervlakte der wervelkolom aan gelegen, en wij kunnen er thans nog bijvoegen, dat bij sommige visschen (*Exocoetus*, *Cottus*) met de wervelkolom beenige platen verbonden zijn, die een gedeelte der zwemblaas nog meer inhullen. Deze kan zich derhalve niet in alle richtingen evenzeer uitzetten, maar alleen naar onderen en naar ter zijde.

Trekken zich nu de spieren van de zijdelingsche buikwanden zamen, dan ontstaat daardoor eene drukking op al de in de buikholte bevatte deelen, derhalve ook op de zwemblaas, en bij de inkrimping, die daarvan het gevolg is, wordt de visch niet alleen soortelijk zwaarder, maar de lucht wordt ook als het ware naar boven gedreven. Hierdoor wordt dus zijn zwaartepunt verplaatst, en wellicht is dit eene van de redenen waarom doode visschen met den buik naar boven drijven, ofschoon, gelijk opzettelijke proeven geleerd hebben, ook de vinnen medewerken om den visch eene rechtstandige houding in het water te doen bewaren.

Mocht er echter nog twijfel blijven bestaan, of de samentrekking der buikspieren alleen voldoende is om eene noemenswaardige drukking op de zwemblaas uit te oefenen, zoo ontbreekt het toch niet aan gevallen waarin aan dit deel inrichtingen voorkomen, welker duidelijke bestemming is haar beurtelings samentedrukken of te doen uitzetten. Zulke inrichtingen zijn in de eerste plaats spieren in de wanden van de zwemblaas zelve. Wel is waar ontbreken deze of zijn zij althans zeer gering bij de meeste visschen, maar tamelijk krachtige spieren daarin worden aangetroffen bij de reeds genoemde knorhanen, bij de kabeljauwachtige visschen e. a. In de tweede plaats zijn er ook eenige visschen bekend, die eigene beenige druktoestellen bezitten, welke door spieren beweegbaar zijn. Bij eenige soorten van het geslacht *Ophidium*, — kleine visschen, die als het ware het midden houden tusschen kabeljauwachtige visschen en aalachtige visschen, — bestaat aan het vooreinde van de zwemblaas een beenstuk, dat er als een prop indringt, maar door eigene spieren kan worden teruggetrokken. Eenigzins anders is de druktoestel, die bij sommige siluroiden of meervalachtige visschen (*Doras*, *Synodontis*, *Auchenipterus*, *Malapterurus*) door JOH. MÜLLER het eerst is waargenomen. Hier bestaat deze uit twee groote, ronde, beenige platen, die ontspringen aan den eersten wervel en tegen het vooreinde der zwemblaas aan gelegen zijn. Deze platen zijn zeer veerkrachtig. De drukking, die zij op de lucht in de zwemblaas uitoefenen, kan worden opgeheven door een krachtige spier, die van den schedel komt en zich aan haar inplant. Door hare werking wordt derhalve de lucht in de zwemblaas niet verdicht, maar verdund.

Zoo schijnt het derhalve als of de uitkomsten van het anatomisch onderzoek het bewijs leveren, dat de visschen werkelijk het vermogen

bezitten van zich naar willekeur lichter of zwaarder dan het hen omgevende water te maken, en het kan dan ook geenszins verwonderen, dat deze leer algemeen ingang in de wetenschap gevonden heeft, vooral sedert mannen als CUVIER en JOH. MÜLLER er hun zegel aan hadden gehecht. En toch leidt eene iets nadere beschouwing tot de overtuiging, dat die leer nog in geenen deele vast staat.

Uit de aangevoerde feiten blijkt namelijk wel dat althans eenige visschen inrichtingen bezitten, welke hen in staat stellen naar willekeur eene drukking op de zwemblaas uit te oefenen, waardoor de vorm van deze veranderd, de lucht van de eene plaats daarin naar de andere gedreven en zoo het zwaartepunt van den visch verplaatst wordt; doch of hierdoor het volume van de daarin bevatte lucht eene merkelijke vermindering ondergaat, zoodat de visch dientengevolge zwaarder wordt en in het water daalt, om wederom te rijzen wanneer de drukking ophoudt, dit blijkt daaruit nog volstrekt niet.

Hier komt bij dat nieuwere onderzoekingen geleerd hebben, dat in elk geval de zwemblaas volstrekt niet enkel een hydrostatische toestel is, maar dat zij nog andere verrichtingen heeft, die voor het leven der visschen van hoog gewicht zijn. Zij is namelijk ook een hulptoestel voor de ademhaling, ook bij zulke visschen, waar zij een op alle punten gesloten zak is, waarin rechtstreeks geen dampkringslucht kan dringen noch daaruit ontwijken. Zij is een soort van vergaderplaats of voorraadschuur voor de overmaat van zuurstof, welke de visschen, onder gunstige omstandigheden, door hunne kieuwademhaling, uit het water in hun bloed opnemen, om er gebruik van te maken wanneer, door het verdwijnen van de zuurstof in het water, de kieuwademhaling dreigt op te houden en zij dus gevaar loopen van den stikkingsdood te sterven.

Reeds in het begin dezer eeuw hebben BIOT en eenige jaren later DELAROCHE de samenstelling der lucht in de zwemblaas van een aantal visschen onderzocht. Zij vonden daarin zuurstof, stikstof en koolzuur, dus dezelfde gassen als die welke den dampkring samenstellen en ook in de wateren van beeken en rivieren en van de zee opgelost voorkomen. Doch de betrekkelijke verhouding dier gassen in de zwemblaas bleek eene geheel andere en aan groote wisseling onderhevig te zijn, zelfs bij eene en dezelfde soort van visch. Het opmerkelijkste resultaat van dit onderzoek was, dat bij vele visschen, vooral die welke uit groote diepten uit de zee waren opgehaald, de hoeveelheid der zuurstof in

het gasmengsel buitengemeen groot was en in enkele gevallen zelfs tot meer dan 90 proc. bedroeg. Dit nu was juist het tegenovergestelde van hetgeen men gewoon was te vinden bij de ontleding van gassen die binnen in holten van het dierlijk lichaam bevat zijn. Dierlijke weefsels nemen over het algemeen gretig zuurstof op; hier bleek juist het tegendeel plaats te grijpen, namelijk eene afscheiding, een vrij worden dezer voor onderhouding van het dierlijk leven zoo noodige zelfstandigheid. Alleen de groene deelen der planten scheiden onder den invloed des lichts ook zuurstof af; bij de visschen echter geschiedt die afscheiding niet enkel in een geheel kleurloos orgaan, maar op zoo groote diepte dat er volslagen duisternis moet heerschen.

Voor eenige jaren is door eenige onderzoekingen van ARMAND MOREAU nieuw licht over deze zaak verspreid. Hij bevond vooreerst, dat, indien men een visch in eene beperkte hoeveelheid water houdt, waarin deze na eenigen tijd, ten gevolge van het geheel verbruikt zijn der daarin bevatte hoeveelheid zuurstof, den stikkingsdood sterft, alsdan ook alle zuurstof uit de zwemblaas verdwenen is. De in dit orgaan aanwezige zuurstof keert dus, bij gebrekkige kieuwademhaling, in het bloed terug en dient nog een tijdlang tot onderhouding van het leven. In de tweede plaats verwijderde hij het grootste gedeelte der lucht uit de zwemblaas. Hij deed dit op twee manieren. Visschen die een luchtbuis bezitten werden onder de klok der luchtpomp gebracht; werd vervolgens de lucht uitgepompt, dan trad de lucht der zwemblaas door den mond naar buiten. Bij zulke visschen die een geheel gesloten zwemblaas, zonder luchtbuis hebben, werd de lucht daaruit verwijderd door een steek met een troiquart, en door vervolgens op den buikwand te drukken. Natuurlijk blijft in beide gevallen nog eene zekere hoeveelheid lucht in de zwemblaas achter. Deze visschen werden dan weder geplaatst in versch, luchthoudend water, dat van tijd tot tijd vernieuwd werd. Het bleek daarbij, dat weldra de zwemblaas zich weder met lucht vulde, en dat die lucht eene veel grootere hoeveelheid zuurstof bevatte dan die welke aanvankelijk daarin voorhanden was geweest. Door de ontlediging der zwemblaas bij een en denzelfden visch meermalen te herhalen, en dezen telkens weder gedurende de tusschentijden in luchthoudend water te laten verblijven, gelukte het MOREAU zelfs het gehalte aan zuurstof al grooter en grooter te doen worden. Zoo steeg het b. v. bij een baars van 19 tot 40 en 65 proc., bij *Sparus aurata* van 16 tot 59 proc., bij *Labrus variegatus* van 18 tot

57 en 85 proc. Daar het nu, gelijk gezegd is, onmogelijk is bij zulke proeven alle lucht uit de zwemblaas te verwijderen en er steeds eene zekere hoeveelheid achterblijft, die zich met de op nieuw daarin afgescheiden lucht vermengt, zoo mag men veilig uit die proeven besluiten dat deze laatste geheel of althans nagenoeg geheel uit zuurstof bestaat.

Deze zuurstof kan alleen afkomstig zijn uit het slagaderlijke bloed, dat, na zich in de kieuwen met zuurstof beladen te hebben, nu naar de zwemblaas stroomt en deze daar weder afgeeft. Werkelijk vindt men dan ook in de zwemblaas eenen grooten rijkdom van bloedvaten, die zoogenaamde wondernetten vormen, welke hetzij over de geheele binnenvlakte verspreid zijn of op bepaalde plaatsen naar binnen puilende kluwens vormen, die men, wegens hunne kleur, met den naam van de "roode lichamen" heeft bestempeld.

Zoo leeren wij derhalve in de zwemblaas een verwonderlijk ingericht orgaan kennen, dat den visch niet alleen zijne beweging in het water gemakkelijker maakt, maar waardoor hij ook een tijdlang aan den stikkingsdood ontsnappen kan, wanneer het water niet door de kieuwademhaling in zijne behoefte aan zuurstof voorziet. Ja, er zijn zelfs eenige weinige visschen (*Lepidosiren*, *Ceratodus*, *Mormyrus*, *Gymnarchus*), die daarin dampkringslucht kunnen inademen en zoo ook buiten het water hun leven voortzetten. Bij zulke visschen is dan niet alleen een luchtbuis aanwezig, waardoor de lucht kan in- en uittreden, maar wordt bovendien het aderlijke bloed uit het hart door eigene vaten (longslagaders) rechtstreeks naar de zwemblaas gevoerd. Hier is derhalve de zwemblaas in een ware long veranderd. Bij de overige visschen, waar de zwemblaas alleen bloed ontvangt, dat vooraf reeds door de kieuwen is gegaan, zoude men de zwemblaas kunnen vergelijken bij den door GALIBERT uitgedachten reddingstoestel om, bij brand of bij andere gelegenheden, in plaatsen doortedringen waar de lucht voor de ademhaling ongeschikt is geworden. Die toestel bestaat namelijk uit een grooten, lederen, met lucht gevulden zak, waaruit een buis naar den mond gaat, terwijl de neus door een daarop geplaatsten houten knijper gesloten wordt. De zak wordt op den rug bevestigd, en zoo toegerust kan een persoon eenigen tijd de lucht uit den zak in- en uitademen, zonder gevaar te loopen van in den door rook of andere oorzaken bedorven dampkring, waarin hij zich moet ophouden om het leven van menschen of kostbare voorwerpen te redden, den stikkingsdood te sterven.

Nog meer. De zwemblaas is bij sommige visschen ook een stemorgaan. Reeds lang is het bekend, dat uit de diepte des oceaans van tijd tot tijd tamelijk luide toonen naar boven komen en het oor der schepelingen bereiken, en wij willen gaarne de reizigers gelooven, wanneer zij ons verhalen, dat die toonen, bij stil weder en kalme zee, vooral des nachts gehoord, eenen geheel vreemden indruk maken, als kwamen zij van geheimzinnige wezens die in de diepte een concert gaven. Die toonen worden voortgebracht door tamelijk groote visschen, van het geslacht *Pogonias*, die eene van blinde aanhangsels voorziene zwemblaas hebben, en het is meer dan waarschijnlijk dat in dit geval en nog in eenige andere, het geluid eenvoudig ontstaat bij het drijven der lucht door de nauwe openingen heen, waardoor deze aanhangsels met de hoofdblaas in verband staan. Die openingen zijn als het ware zoovele stemspleten, die begrensd zijn door veerkrachtige wanden.

Eindelijk, de zwemblaas treedt bij sommige visschen ook op als een hulporgaan voor het gehoor, als een resoneerende trommel, waardoor de klanken versterkt worden, even als door de houten kas, waarboven de snaren van een guitaar of viool trillen. Waar dit het geval is, staat het vooreinde der zwemblaas door een keten van kleine beenstukjes in verband met het in de schedelholte gelegen gehoororgaan.

Doch genoeg om het straks gezegde te rechtvaardigen, dat de zwemblaas een der merkwaardigste organen is, welke het dierenrijk ons ter beschouwing aanbiedt, en dat zij in elk geval geenszins uitsluitend als een hydrostatische toestel mag worden beschouwd. Dat het zelfs volstrekt nog niet bewezen is dat de visschen, die haar bezitten, in het water dalen of rijzen ten gevolge eener willekeurig door hen op de zwemblaas uitgeoefende drukking en nalating daarvan, is reeds boven gezegd. De vraag ontstaat nu: zoude het ook mogelijk zijn het bewijs daarvan te leveren? Uit de proeven van ARMAND MOREAU is gebleken dat de hoeveelheid van de lucht in de zwemblaas en daarmede tevens haar volume, bij gelijke drukking, gedurende het leven van den visch, veranderingen kan ondergaan, die het gevolg zijn van afscheiding en opslorping van de zuurstof. Reeds daardoor alleen kan de visch derhalve soortelijk lichter of zwaarder worden. Maar afscheiding en opslorping gaan altijd langzaam en gestadig; eene spierzamentrekking waardoor de lucht zamengeperst wordt, geschiedt daarentegen met eene zekere snelheid. Zoude het ook mogelijk zijn dit verschil gedurende het leven zichtbaar te maken?

De oplossing van dit vraagstuk heeft mij eenigen tijd bezig gehouden, en hoewel die oplossing nog geenszins volkomen is, wil ik toch hier eene beknopte beschrijving inlasschen van eenen daartoe door mij uitgedachten en door den instrumentmaker H. OLLAND alhier vervaardigden toestel, waaraan ik den naam van physometer heb gegeven. [1]

Het doel van dien toestel was eenen visch in eene besloten, met water geheel gevulde ruimte zoo te plaatsen, dat de geringste verandering in het volume van den visch, teweeggebracht door eene verandering van het volume der lucht in de zwemblaas, zichtbaar wordt door het rijzen of dalen van een waterkolom in eene nauwe glazen buis, die met den toestel in verband staat. Tevens moest er een middel aan zijn aangebracht om den visch naar willekeur in het water op en neder te kunnen bewegen, zonder dat die verplaatsing, alleen en op zich zelve, eenigen invloed op den stand van het water in de buis uitoefende. Dit laatst gedeelte der opgaaf scheen aanvankelijk het moeielijkst te vervullen. Men zal echter zien hoe dit op eene eenvoudige en zekere wijze geschied is.

In nevenstaande figuur 3 is de toestel op een tiende zijner ware grootte afgebeeld.

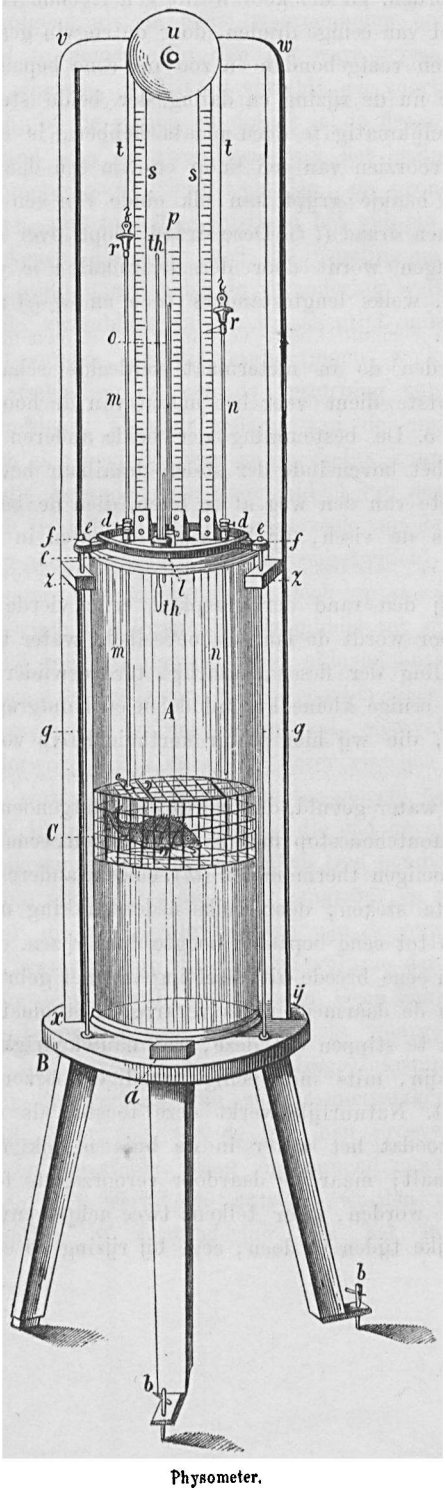
A is een groot cylinderglas, een gewone wijdemonds-flesch, van omstreeks 20 liters inhoud. Het rust, tusschen klossen (*a*), op een houten voetstuk, bestaande uit een ronde schijf, gedragen door drie pooten, waarvan twee (*b b*) van stelschroeven voorzien zijn. De rand van den mond der flesch is vlak geslepen, en deze kan gesloten worden door een daarop rustende glazen plaat (*c*).

Om de sluiting volkomen te maken, brengt men tusschen beide glasoppervlakten een weinig reuzel en bevestigt vervolgens de glasplaat stevig door middel van een ijzeren ring (*e*), welke van drie uitsteeksels voorzien is, met openingen daarin, waarin even zoo vele ijzeren staven (*g g*) sluiten, die aan het voetstuk verbonden zijn. Aan het boveneinde van elke staaf is een schroefdraad, en door middel van moeren (*f f*) kan de ijzeren ring en daarmede tevens de glasplaat worden aangedrukt, zoodat de toestel langs den rand van het glas volkomen gesloten is.

De glasplaat heeft vier openingen, waarvan drie op eene rij in de

[1] Eene uitvoeriger beschrijving zoowel van den toestel als van zijn gebruik vindt de in deze zaak belangstellende lezer in de *Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akad. v. Wetensch., Afd. Natuurkunde*, 2de Reeks, Deel VI.

Fig. 3.



Physometer.

middellijn staan en van doorboorde koperen opzetstukken voorzien zijn. De middelste dezer openingen dient om er een nauwe glazen buis (*o*) op te bevestigen; deze heeft daartoe aan haar ondereinde een koperen busje met een moer daarin, die sluit om den schroefdraad van het aanzetstuk in de glasplaat. De wijdte der gebruikte buisjes wisselt tusschen 1,5 en 3 millim.

Door elk der holle opzetstukken van de beide zijdelingsche openingen (*d d*) gaat een lange, rechte koperen steel *m* en *n*, beide vervaardigd uit hetzelfde stuk koperdraad, zoodat zij volkomen gelijk van dikte zijn. Deze dikte bedraagt ongeveer 3,6 millim. Zij gaan volkomen sluitend door de koperen opzetstukjes, waarin een daartoe strekkende pakking is aangebracht. Het is duidelijk dat, wanneer van deze beide stelen de een juist evenveel daalt als de ander rijst, het volume van het water in de flesch geene verandering zal ondergaan. Een dezer stelen draagt een uit licht koperdraad vervaardigde kooi (*c*), voorzien van een klep, die

geopend en gesloten kan worden. In die kooi wordt een levende visch gebracht, welke door middel van eenige draden, door de rugvin gestoken, aan de klep kan worden vastgebonden en zoo op eene bepaalde hoogte gehouden. Ten einde nu de rijzing en daling der beide stelen volkomen gelijktijdig en gelijkmatig te doen plaats hebben, is elke steel aan haar boveneinde voorzien van een knop en van een daarop bevestigd oog, waarin een haakje grijpt aan elk einde van een uit rood koper bestaanden dunnen draad (*t t*). Deze draad loopt over een katrolschijf (*u*), welke gedragen wordt door den dwarsbalk *v w* van het houten raam *x v w ij*, welks lengtestanders (*v x* en *w ij*) aan het voetstuk verbonden zijn.

Op de glazen plaat worden de in metermaat verdeelde schalen *s*, *s* en *p* geplaatst. De laatste dient voor het meten van de hoogte der waterkolom in de buis *o*. De bestemming der beide anderen is, om, door middel der aan het boveneinde der stelen draaibaar bevestigde wijzers *r* en *r*, de lengte van den weg af te lezen, dien de beide stelen, en daarmede tevens de visch, bij het rijzen of dalen in het water heeft afgelegd.

Eindelijk is er nog nabij den rand der glasplaat eene vierde en ruimere opening (*l*). Daardoor wordt de laatste hoeveelheid water toegegoten, ter volkomen vulling der flesch, waarbij, ter verwijdering van alle lucht daaruit, nog eenige kleine hulpmiddelen en handgrepen moeten worden aangewend, die wij hier echter kortheidshalve voorbijgaan.

Is de flesch volkomen met water gevuld, dan wordt de laatstgenoemde opening gesloten door een caoutchoucstop met twee openingen, eene tot doorlating van een zeer gevoeligen thermometer (*th*), en eene andere om daarin een glazen staafje te steken, door welks nederdrukking men de waterkolom in de buis *o* tot eene bepaalde hoogte doet rijzen.

Ik zal hier niet treden in eene breede uiteenzetting van het gebruik van dezen toestel, noch van de daarmede reeds verkregen uitkomsten. Het zij voldoende hier aan te stippen dat deze, wat nauwkeurigheid betreft, zeer bevredigend zijn, mits men eenige noodige voorzorgsmaatregelen in acht neemt. Natuurlijk werkt deze toestel als een reusachtige thermometer, zoodat het water in de buis *o* ook met de temperatuur rijst en daalt; maar de daardoor veroorzaakte fout kan volkomen geëlimineerd worden, door telkens twee achtereenvolgende metingen binnen gelijke tijden te doen, eene bij rijzing en eene

bij daling van de kooi met den visch over gelijke afstanden, en door vervolgens uit de beide waargenomen hoogteverschillen het middengetal te nemen, dat dan het ware verschil, bevrijd van den invloed der warmte, is. Uit dit verschil, en voorts uit den afstand door den visch, bij de rijzing en daling in de flesch, afgelegd, alsmede uit den afstand van de zwemblaas van het beginpunt der schaal, en uit de barometerhoogte, laat zich dan, op grond van de bekende wet van BOYLE, met tamelijke juistheid het volume der lucht in de zwemblaas berekenen. En daar men die bepaling na eenigen tijd herhalen kan, zoo blijkt dan daarbij de verandering welke het volume van de lucht in de zwemblaas in den tusschentijd ondergaan heeft. Werkelijk heb ik bevonden, dat die veranderingen, welke alleen het gevolg zijn van de afscheiding en van de opslorping van lucht door de wanden der zwemblaas, al naar gelang van de omstandigheden waaronder de visch zich bevindt, zeer aanmerkelijk kunnen zijn, en dat het mogelijk is die veranderingen door middel van dezen toestel met groote juistheid te volgen. Tot het onderzoek van de werking der zwemblaas als hulp-ademhalingsorgaan zal ongetwijfeld de physometer belangrijke diensten kunnen bewijzen. Doch op de vraag, of de zwemblaas ook den visch behulpzaam is als middel tot rijzen en dalen in het water, is hij mij tot dusverre een afdoend antwoord schuldig gebleven, in weerwil dat reeds verscheidene soorten onzer zoetwatervisschen, — snoek, baars, zeelt, brasem, voorn, aal, meerval, — door mij aan de proef onderworpen zijn en eenige dezer visschen zelfs twee of drie dagen in het water van den physometer geleefd hebben. Met uitzondering van zeer kleine schommelingen, die het gevolg der kieuwademhaling zijn en daarmede volkomen gelijken tred houden, neemt men aan de waterkolom alleen de steeds zeer langzame en regelmatige rijzing of daling waar, die het gevolg is hetzij van de verandering der temperatuur van het water of van die van het volume der zwemblaas door afscheiding of opslorping van lucht daarin. Geen enkele maal heb ik nog bij een der bovengenoemde visschen iets waargenomen, dat met zekerheid als het gevolg eener plotselinge inkrimping of uitzetting dier lucht door de werking van zich samentrekkende spieren kan worden geduid. Voor zoo ver de genomen proeven strekten, zoude derhalve de bovengestelde vraag ontkennend moeten beantwoord en aan den visch het vermogen ontzegd worden om, door willekeurige vergrooting of vermindering van het in zijne zwemblaas bevatte

luchtvolume, zijn soortelijk gewicht te veranderen. Het zoude echter zeer voorbarig zijn dit besluit reeds nu tot alle visschen uit te strekken, ook tot diegenen welke in zee leven, waar het verschil in diepte zooveel grooter is dan dat in onze rivieren en andere zoete wateren. Onder de in zee levende visschen zijn er inderdaad, welker anatomisch maaksel eer zulk eene samenpersing der lucht in de zwemblaas door spierwerking doet vermoeden, dan bij het meerendeel der zoetwatervisschen. Alleen het onderzoek kan hier beslissen, en zoolang niet een veel grooter getal van vischsoorten aan de proef in den physometer onderworpen is, mag men de oude voorstelling nog geenszins als volkomen weerlegd beschouwen. Zij wankelt, maar is nog geenszins gevallen.

Er zijn nog andere in het water levende dieren, welke mede in het bezit zijn van organen, die als hydrostatische toestellen niet minder de aandacht verdienen.

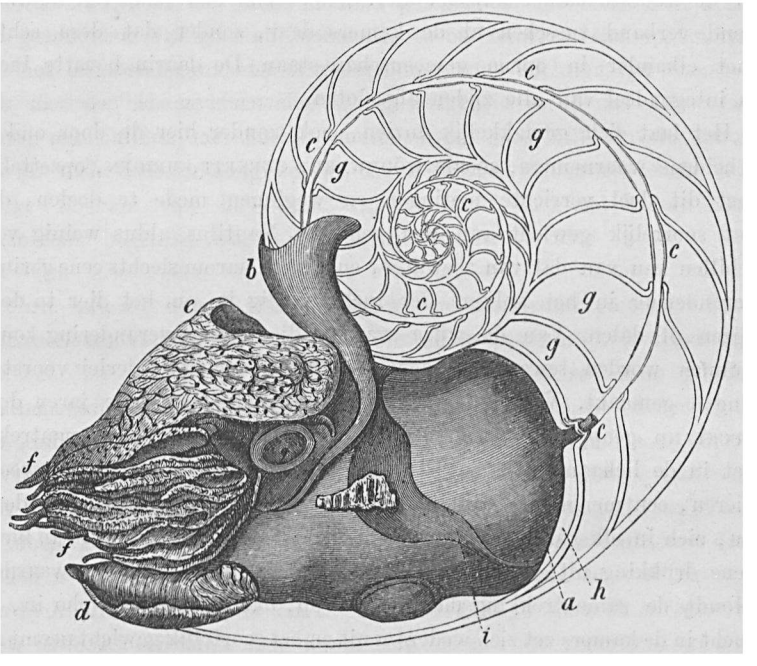
In het oostelijk gedeelte van den Indischen en het aangrenzend gedeelte van den Stillen oceaan leeft een merkwaardig schelpdier, dat de laatst overgeblevene is van eene groep van dieren, die in voorwereldlijke tijden door zeer talrijke soorten in de toenmalige zeeën vertegenwoordigd werd. Het heeft den naam van *Nautilus* ontvangen en behoort tot de koppootige weekdieren (Cephalopoden), aldus geheeten omdat de voor de voortbeweging dienende pooten of armen kransgewijs aan den kop rondom den mond geplaatst zijn. Dit dier werd het eerst beschreven door den verdienstelijken RUMPH, in zijne *Amboinsche Rariteitkamer*, die in 1705 te Amsterdam in het licht verscheen; en, ofschoon in onzen leeftijd de kennis van het maaksel van dit dier zeer is uitgebreid, waaraan ook onze vaderlandsche zoölogen W. VROLIK en J. VAN DER HOEVEN een belangrijk aandeel hebben genomen, zoo is hetgeen RUMPH aangaande de levenswijze van den Nautilus heeft medegedeeld reeds zoo volledig en juist, dat latere waarnemingen (die van G. BENNETT), daaraan slechts weinig hebben kunnen toevoegen.

Daaruit blijkt dat de Nautilus zich meestal op den bodem der zee ophoudt tot op diepten van 30 vademen, waar hij, met den kop naar beneden en de schelp bovenwaarts gekeerd, rondkruipt om zijn voedsel te zoeken, dat voornamelijk uit kleine schaaldieren bestaat, maar dat hij van tijd tot tijd zich ook tot aan de oppervlakte des waters

verheft, waar hij dan drijvende gezien wordt in eene omgekeerde houding, namelijk met de schelp naar beneden, en den kop naar boven gericht.

De vraag is nu: hoe kan de Nautilus uit zoo groote diepte naar boven rijzen en vervolgens weder dalen? Die vraag heeft reeds de

Fig. 4.



Nautilus pompilis, met de doorgezaagde schelp, om de kamers (*g*) en de sipho (*c*) bloot te leggen.

scherpzinnigheid van menigen natuuronderzoeker op de proef gesteld en is op onderscheidene wijzen beantwoord geworden. Het zoude mij veel te ver leiden, wilde ik de verschillende gevoelens daaromtrent behoorlijk uiteenzetten. Eenige weinige opmerkingen mogen hier voldoende zijn, om althans eenigermate de mogelijkheid te doen inzien hoe de Nautilus, in weerwil, ja juist omdat hij beladen is met een zeer groote schelp, zich niet alleen met groot gemak in het water bewegen, maar daarin ook rijzen en dalen kan. Die schelp is namelijk slechts voor een gedeelte de woonplaats van het dier; het overige gedeelte is een ware drijftoestel. Zij is, gelijk uit bovenstaande figuur blijkt, in een aantal van kamers verdeeld, waarvan alleen de voorste door het dier bewoond wordt, terwijl al de overige met lucht

gevuld zijn. Deze kamers zijn gescheiden door tusschenschotten, in welker midden zich openingen bevinden, die elk begrensd zijn door een kort kalkbuisje. Door deze openingen heen strekt zich een vliezige buis uit, die den naam van *sipho* draagt, en niet anders is dan een achterwaartsch verlengsel van den achtersten lichaamswand van het in de voorste kamer huizend dier. Deze sipho stelt dus een doorloopend verband tusschen al de kamers daar, zonder dat deze echter met elkander in opene gemeenschap staan. De daarin bevatte lucht is integendeel van alle zijden afgesloten.

Het laat zich gemakkelijk inzien, ook zonder hier de door onderscheidene waarnemers, zooals WOODWARD, QUEKETT, MEIGEN, opzettelijk met dit doel verrichte metingen en wegingen mede te deelen, dat het soortelijk gewicht van den geheelen Nautilus aldus weinig verschillen kan van dat van zeewater, en dat er daarom slechts eene geringe verandering in het volume der lucht noodig is, om het dier te doen rijzen of dalen. Van de wijze waarop die volume-verandering zoude kunnen worden teweeg gebracht, heeft men zich tweederlei voorstellingen gemaakt. Volgens de eerste, die reeds voor vele jaren door BUCKLAND geopperd is, zoude het dier, wanneer het zich samentrekt, het in de lichaamsholte bevatte vocht, dat, even als bij andere weekdieren, een mengsel is van bloed en water, in de sipho drijven; deze, nu, zich in elk kamertje uitzettende, oefent op de daarin bevatte lucht eene drukking uit, en zoo wordt het geheele dier soortelijk zwaarder. Houdt de samentrekking daarentegen op, dan krimpt de sipho in, de lucht in de kamers zet zich wederom uit en het soortelijk gewicht neemt af.

Oppervlakkig beschouwd, schijnt die verklaring zeer voldoende; en zij is dan ook lang algemeen aangenomen. Toch is het niet te ontkennen, dat daartegen verscheidene bezwaren bestaan. Bij eene daling die, gelijk wij zagen, tot 30 vademen toe bedragen kan, is het verschil in drukking zoo groot, dat, indien de lucht bevat ware in eene voor uit- en inkrimping vatbare blaas, zooals de zwemblaas der vischen is, deze tot op ongeveer $^1/_8$ van haar volume zoude zijn samengedrukt. Het laat zich niet aannemen, dat de wand van de schelp aan zulk eene geweldige drukking, van omstreeks 6 atmospheren, weerstand kan bieden, nog minder dat de dunne, vliezige sipho zich, zonder te scheuren, zoo sterk uitzetten kan. Hierbij komt dat er onder de voorwereldlijke Nautiliten vele zijn, die, in de plaats van een vliezige, een geheel van verkalkte wanden voorziene sipho hadden, welke

derhalve voor uitzetting geheel ongeschikt was. Doch ook wanneer wij deze uitgestorven soorten buiten rekening laten, omdat wij uit den aard der zaak niets van de levenswijze weten, dan zijn de bezwaren tegen die verklaring nog groot genoeg, om het begrijpelijk te maken, dat men nog naar eene andere heeft uitgezien.

Reeds OWEN, die het eerst in 1832 gelegenheid had eenen naar Londen gebrachten Nautilus ontleedkundig te onderzoeken, had opgemerkt dat het achterlichaam van het dier langs eene bochtige lijn ringsgewijs met de binnenvlakte der schelp vergroeid is en dat zich daarachter eene kleine met lucht gevulde ruimte bevindt (in de figuur op bl. 377 door *h* aangeduid), die derhalve van voren door het weeke lichaam van het dier, van achteren door het eerste tusschenschot begrensd wordt. De in die ruimte bevatte lucht is dus ook van alle zijden opgesloten, even als die der kamers, maar met dit verschil, dat zij zich gemakkelijker inkrimpen en uitzetten kan, omdat zij aan de voorzijde een weeken wand heeft, namelijk het lichaam van het dier zelf. Trekt zich dit samen en drijft het daarbij zijn lichaamsvocht naar achteren, dan zal zijn huid of, gelijk men dit gedeelte gewoonlijk noemt, zijn mantel daar ter plaatse opzwellen en op de in de ruimte bevatte lucht eene drukking uitoefenen. Het is aan den Göttingensche hoogleeraar KEFERSTEIN, die zelf, korten tijd voor zijnen te vroeg gevolgden dood, nog eene voortreffelijke anatomie van den Nautilus geleverd heeft, dat men deze verklaring van de werking van den hydrostatischen toestel van dit dier verschuldigd is, en Dr. W. MEIGEN heeft in een opzettelijk aan dit onderwerp gewijde verhandeling, die vóór een paar jaren verschenen is, door wegingen en daarop gegronde berekeningen aangetoond, dat men aldus inderdaad rekenschap van het verschijnsel kan geven, mits men daarbij van eenige veronderstellingen uitgaat, waaromtrent wij, bij gebreke van de juiste gegevens, nog in onzekerheid verkeeren. Die onzekerheid kan alleen worden opgeheven door onderzoekingen aan het levende dier, in zijne eigene woonplaats.

Geenszins onwaarschijnlijk acht ik het echter, dat daarbij blijken zal, dat noch de eene noch de andere dezer beide hypothesen juist is, dat namelijk niet de samenpersing en de uitzetting der lucht in de schelp de oorzaak, maar het gevolg der daling en rijzing van het dier zijn, even als in de zwemblaas der visschen, en dat ook hier afscheiding en opslorping van lucht door de wanden der sipho een groote rol spelen. Indien het soortelijk gewicht van den Nautilus in zijn geheel

ongeveer gelijk aan dat van het zeewater is, dan kan de rijzing en daling daarin eenvoudig geschieden door de beweging der rondom den mond geplaatste vangarmen, even als bij andere cephalopoden. Bij de op onze kusten levende Sepia is de in een plooi des mantels verborgen liggende, lange en dikke kalkplaat inderdaad ook een drijftoestel, want dit deel bestaat uit tallooze kamertjes, die door dunne en geplooide kalkplaatjes van elkander gescheiden en met lucht gevuld zijn. Hier ontbreekt echter een vliezige sipho en elke andere inrichting, waardoor het dier eene willekeurige drukking op de lucht zoude kunnen uitoefenen. Toch kan eenen Sepia in het water rijzen en dalen, en ik zie inderdaad geene enkele geldige reden, waarom een Nautilus dit ook niet zou kunnen doen, zij het dan ook met geringere snelheid, en onder gelijktijdige afscheiding of opslorping van lucht door de wanden der sipho.

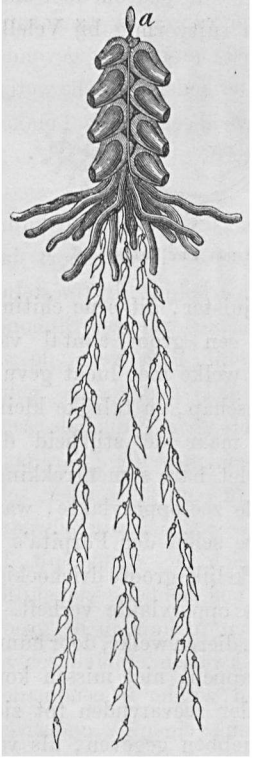
Hopen wij dat er eerlang op een der eilanden van onzen aan natuurschatten zoo rijken indischen archipel een tweede RUMPH zal gevonden worden, die, toegerust met de hulpmiddelen der hedendaagsche wetenschap, door deugdelijk onderzoek aan die onzekerheid een einde zal maken.

Er is nog eene laatste groep van dierlijke wezens, die hoewel, wat hunne geheele overige bewerktuiging betreft, op eene veel lagere sport dan de Nautilus staande, toch wegens hunne opmerkelijke drijftoestellen in dit overzicht eene plaats verdienen. Het is de orde der Siphonophoren of Zwempolypen. In den regel zijn, gelijk men weet, de polypen vastzittende dieren. Toch komen er enkele onder voor, gelijk de sierlijke, op fraaije asters of andere straalbloemen gelijkende Actinien, die van plaats kunnen veranderen, en eenige weinige der daartoe behoorende soorten (*Minyas*, *Plotactis*, *Nautactis*) worden zelfs drijvende in de zee aangetroffen, omdat haar voet zich binnenwaarts instulpt en zoo eene holte ontstaat, welke zich met lucht vult. De eigenlijke zwempolypen, die wij hier op het oog hebben, verschillen echter zeer van de overige polypen en behooren te huis in de groote afdeeling der Hydrozoën, waaruit wij de Zeekwallen of Medusen als meer algemeen bekende diervormen hier noemen, zonder in eene nadere beschrijving te treden, die ons te ver van ons eigenlijk onderwerp zoude afleiden. Genoeg zij het hier te vermelden dat de Siphonophoren in het algemeen samengestelde wezens zijn, dierstokken of kolonien, bestaande uit eene vereeniging van een groot aantal individu's, die

nog verschillende gedaanten en ook verschillende verrichtingen ten nutte van de geheele kolonie hebben. Deze verschillende individu's zijn ontsproten aan eenen gemeenschappelijken stam, die dan eens draadvormig, zeer in de lengte gerekt, dan weder zeer kort, tot schijfvormig toe is. Algemeen is het lichaam der Siphonophoren doorschijnend, niet zelden glashelder, maar gewoonlijk rooskleurig of licht blauw, en plaatselijk ook hier en daar donkerder gekleurd. Zij behooren inderdaad tot de fraaiste en opmerkelijkste wezens die den oceaan bewonen.

Allen leven in de vrije zee, dikwijls ver van alle land, en onder hen bevinden zich vele soorten die van eigendommelijke drijftoestellen voorzien zijn. Bij velen, te zamen vereenigd in de familie der Physophoriden, bevindt zich (fig. 5) aan het boveneinde van den draadvormigen stam een kleine ronde of eironde blaas (*a*), die gemeenlijk eene buitenwaartsche opening heeft, welke hetzij aan den top (bij *Rhizophysa*) of aan het tegenovergestelde einde, zijdelings, daar waar de blaas in den stam overgaat, geplaatst is (bij *Physophora*). In die blaas scheidt zich lucht af, en deze is voldoende om de geheele kolonie te dragen. Doch die blaas is ook samentrekbaar, en dit vermogen tot samentrekking gehoorzaamt aan den wil van het dier of, juister gezegd, aan den gezamenlijken wil van al de leden der kolonie of maatschappij die den stok samenstellen, en die, waar het op de afwending van eenig gevaar aankomt, meer eendracht aan den dag leggen dan dikwijls in de menschelijke maatschappij wordt waargenomen. Wanneer men zulk een wezen in een hoog glas, dat met zeewater is gevuld, heeft gebracht, dan stijgt het allengs naar omhoog doordat het genoemde blaasje zich met lucht vult. Drijft het nu daaraan hangende in het water, en raakt men het even aan, dan trekt zich de blaas zamen, eenige luchtbelletjes treden door de bovengenoemde opening naar buiten, en het nu zwaarder geworden dier zinkt in de

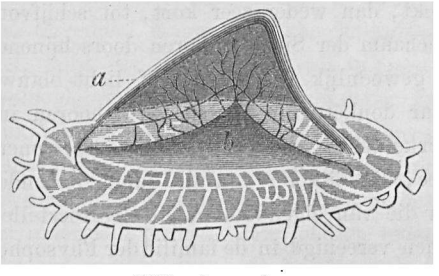
Fig. 5.



Physophora Philippi. *a* luchtblaas.

diepte, om eerst na eenigen tijd weder naar boven te stijgen, wanneer de blaas zich door afscheiding van nieuwe lucht genoegzaam gevuld heeft.

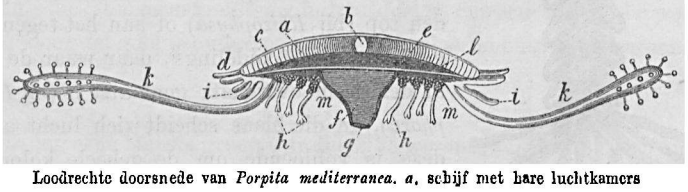
Fig. 6.



Velella spirans. *a* kam.

Er zijn echter ook een aantal Siphonophoren, die, hoewel zij in het bezit van een drijftoestel zijn, het vermogen van willekeurig rijzen en dalen missen. Daaronder behooren de Porpita's en Velella's (fig. 6 en 7.). Het aan den langen draadvormigen stam der Physophiriden beantwoordende deel is hier schijfvormig, rond bij Porpita, — die daarom door onze matrozen "dubbeltjes" worden genoemd, — en ruitvormig bij Velella.

Fig. 7.



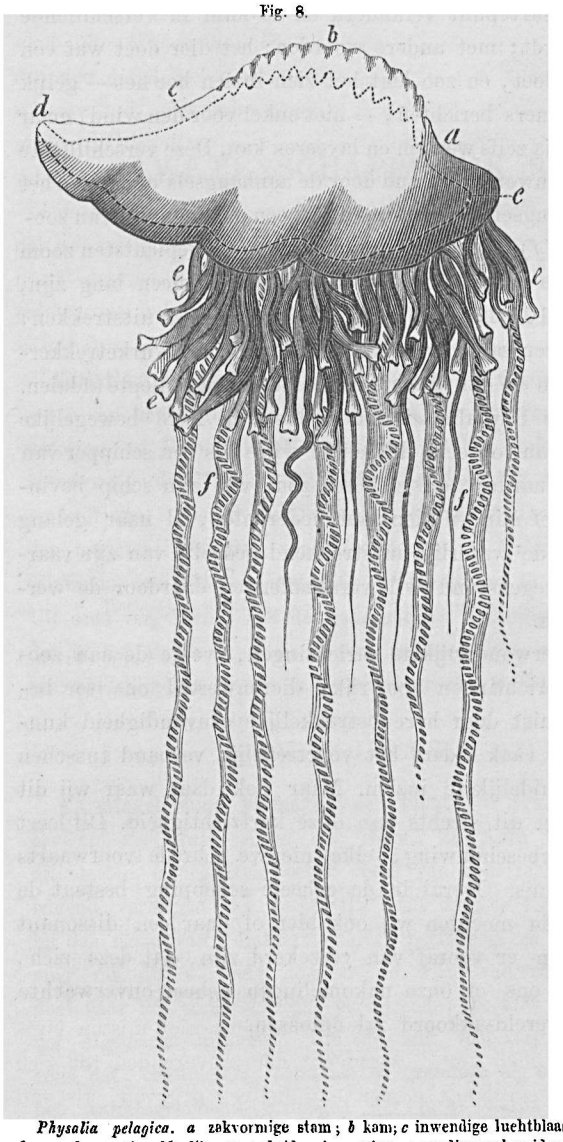
Loodrechte doorsnede van *Porpita mediterranea*. *a*, schijf met hare luchtkamers rondom de middelste kamer *b*.

In die lichaamsschijf is eene kraakbeenige (juister, uit eene chitineachtige stof bestaande) plaat bevat, die in een groot aantal van concentrisch geplaatste kamertjes verdeeld is, welke met lucht gevuld zijn. Deze kamertjes staan onderling in gemeenschap, en talrijke kleine openingen leiden daaruit ook naar buiten; maar de stijfheid der wanden, die de luchtkamertjes begrenzen, belet hare samentrekking, en bij gevolg drijven deze dieren altijd aan de zee-oppervlakte, waar zij ten speelbal van wind en golven zijn. De schijf der Porpita's is glad, doch die der Velella's draagt een betrekkelijk groote driehoekige kam, welke zich als een soort van zeil aan de oppervlakte verheft.

Die laatste vorm geleidt tot de Physalien (fig. 8), dieren welke, door hunne zonderlinge gedaante en opmerkelijke eigenschappen, niet missen konden reeds van oude tijden her de aandacht der zeevarenden tot zich te trekken, die er verschillende namen aan hebben gegeven, als van Portugeesch oorlogscheepje, Bezaantje, Bij den wind zeiler, namen welke alle betrekking hebben op de wijze waarop dit dier aan de oppervlakte des oceaans voortbewogen wordt. Het bestaat

uit een grooten, met lucht gevulden zak of blaas, die van boven van een kam voorzien is, terwijl van onderen daaraan talrijke aanhangsels bevestigd zijn. Die aanhangsels zijn de verschillende individu's der kolonie, terwijl de blaas hun gemeenschappelijke stam is. Onderzoekt men die blaas van naderbij, dan blijkt dat zij nog uit twee, in elkander bevatte blazen is samengesteld, waarvan de binnenste de eigenlijke luchtblaas is, terwijl de ruimte tusschen de wanden van de beide blazen met vocht is gevuld. Aan het eene einde der blaas bevindt zich eene opening (*d*), en op dit punt is de binnenste blaas met de buitenste vergroeid. Door deze opening kan de lucht niet enkel worden uitgeperst, maar, volgens eene waarneming van QUATREFAGES, zoude daardoor de lucht ook kunnen worden opgezogen, ten gevolge van de elasticiteit der wanden, evenals door een bal van caoutchouc. Door ongelijkmatige samen-

Fig. 8.



Physalia pelagica. *a* zakvormige stam; *b* kam; *c* inwendige luchtblaas, door de gestippelde lijn aangeduid; *d* opening; *a* voedingspolypoiden; *f* vangdraden.

trekking kan de blaas ook van gedaante veranderen en zoo het vocht van de eene plaats naar eene andere gedreven worden. Het gevolg hiervan is, dat het zwaartepunt veranderd en de kam in verschillende stellingen gebracht wordt; met andere woorden: het dier doet wat een schipper met zijn zeil doet, en zoo laat het zich inzien hoe het — gelijk geloofwaardige waarnemers berichten, — niet enkel vóór den wind, maar ook bij den wind zeilen, ja zelfs wenden en laveeren kan. Deze verschillende bewegingen worden trouwens gesteund door de aanhangsels onder aan het lichaam. Tot die aanhangsels behoort namelijk een groot aantal van zoogenaamde vangdraden (*f*), die door een spiraalsgewijs geplaatsten zoom verbreed zijn. Onder die vangdraden zijn er die buite ngemeen lang zijn, zoodat zij zich tot op 10—12 meters in de diepte kunnen uitstrekken; maar tevens zijn zij zeer samentrekbaar, zoodat zij zich kurketrekkerachtig kunnen oprollen en dan slechts tot eene geringe diepte afdalen. Het is duidelijk dat de Physalia zich derhalve van hare bewegelijke vangdraden bedienen kan, op eene dergelijke wijze als een schipper van het roer of van de zwaarden, die zich ter zijde van zijn schip bevinden, en die hij meer of minder diep laat nederdalen, al naar gelang hij aan het zich onder de waterlijn uitstrekkend gedeelte van zijn vaartuig meer of minder tegenstand wil verschaffen en daardoor de werking der zeilen steunen.

Waarlijk, een der verwonderlijkste inrichtingen, welke de aan zoovele verwonderlijke inrichtingen zoo rijke dierenwereld ons ter beschouwing aanbiedt. Juist door hare betrekkelijke eenvoudigheid kunnen wij hier beter dan vaak elders het voortreffelijk verband tusschen doel en middel ten duidelijkste inzien. Maar ook daar waar wij dit nog niet vermogen, ligt dit slechts aan onze kortzichtigheid. Dit leert ons de geheele natuurbeschouwing, elke nieuwe schrede voorwaarts op het gebied der kennis. Overal in de geheele schepping bestaat de schoonste harmonie. En mochten wij ook hier of daar een dissonant vernemen, wij kunnen er vooraf van verzekerd zijn, dat deze zich, wellicht op eene voor ons of onze nakomelingen geheel onverwachte wijze, in het groote wereld-akkoord zal oplossen.