

IETS OVER ONZEN GEWONEN AAL, (*Anguilla vulgaris*, FLEMM).

DOOR

Dr. C. M. L. POPTA.

(Vervolg van blz. 102).

Anguilla vulgaris trekt in het najaar, vooral in donkere, wolkige nachten, uit de rivieren en meren naar de zee om aldaar geslachtsrijp te worden en eieren te leggen.

ARISTOTELES wist reeds, dat de alen naar zee trekken, doch daar hij meende, dat deze dieren geen eieren en zaad vormen, schreef hij deze tochten niet aan de voortplanting toe. Dit is eerst in de 17^{de} eeuw door FRANCISCUS REDI ¹ bekend geworden. ARISTOTELES meende, dat de alen in de zee ontstonden uit wormen, die gevormd waren uit vergaan onkruid en dat zij zich op de kanten van het zoete water uit modder ontwikkelden onder den invloed der warmte. PLINIUS dacht, dat de alen zich tegen de rotsen wreven en wat dan van hun lichaam afgeschraapt werd zoude de nieuwe alen vormen.

In den laatsten tijd is er meer licht over de ontwikkeling verspreid. PETERSEN heeft opgemerkt, dat *Anguilla vulgaris* een bruidskleed heeft; hij zag, dat in zee gaande alen eene zilverachtige kleur, zonder geel, hadden, de pectorale vinnen min of meer zwart en de oogen groot waren. De geslachtsorganen waren sterker ontwikkeld en de dieren namen geen voedsel meer tot zich. GRASSI ² voegt er nog bij,

¹ Opusculorum pars tertia, sive de animalculis vivis quae in corporibus animalium vivorum reperiuntur, observationes. Ex Etruscis Latinas fecit Petrus Coste, Lugd. Batav., 1729 p. 99.

² Proc. of the Royal Soc. of London, Vol LX, p. 260 en in vele andere geschriften.

dat de groote oogen dan bijna rond in plaats van elliptisch zijn, de pectorale vinnen zeer zwart en bij vele de voorste rand van de kieuwopening ook zwart. GRASSI heeft het bruidskleed verder gevorderd gezien. Hij had het geluk uit de diepe zee alen in hunne jongste ontwikkelingsstadiën machtig te worden door de sterke stroomingen, welke langs een deel der kust van Sicilië groote hoeveelheden water naar de smalle straat van Messina brengen en daarbij soms diepzeevisschen en ontwikkelingstoestanden van de *Muraenidae* naar de oppervlakte meêvoeren. Ook onderzocht hij de maag van *Orthogoriscus mola*, L, volgens hem eene diepzee-visch, waarin hij steeds aallarven vond. Hierdoor heeft GRASSI licht kunnen verspreiden over het raadsel van de ontwikkeling van de alen. Over de *Muraenidae* in het algemeen zegt hij, dat de wijfjesalen minstens 500 meter diep gaan, doch dat de mannetjesalen op geringer diepte rijp worden en daarna naar de grootere diepten trekken, waar de bevruchting plaats heeft. De eieren drijven in het water, doch blijven op groote diepte, slechts bij uitzondering komen sommige door onbekende redenen aan de oppervlakte. Uit het ei ontwikkelt zich spoedig een voorlarf. Deze vormt zich verder tot larf, welke de anaal- en urineopening bij het einde van den staart heeft; het lichaam is bandvormig. Toen de larven van de alen het eerst gevonden werden, meende men een afzonderlijk vischgeslacht voor zich te hebben; men noemde dit geslacht *Leptocephalus*. Een verder ontwikkeld stadium der aallarven werd tot het geslacht *Helmichthys* gebracht. Later heeft men gemeend, dat *Leptocephalus* een abnormale larventoestand der alen was, ongeschikt om zich verder te ontwikkelen. Dit kwam, omdat *Leptocephalus* grooter is dan de kleine alen, wier metamorphose afgelopen is en die dus den vorm der volwassenen reeds hebben.

GRASSI heeft de ontwikkeling van *Leptocephalus* tot jongen aal in een aquarium gevolgd en opgemerkt, dat er eene verkleining plaats heeft, soms van meer dan 4 c.M. Dit is eene belangrijke ontdekking, waardoor de gedachte aan een abnormalen larventoestand vervalt. De larf ontwikkelt zich tot hemilarf, bij welke de genoemde openingen naar het voorste deel van het lichaam trekken, dat dikker en bijna rond wordt. Deze hemilarf gaat over tot den aalvorm. Eigenaardig is het, dat de verschillende soorten van *Leptocephali* gewoonten hebben, overeenstemmende met die van de verschillende *Muraenidae*'s, waartoe zij behooren; zij kruipen in het zand of doen dit niet, al naarmate de volwassen aalsoorten, waartoe zij behooren, dit doen.

Het is aan GRASSI gelukt den larvenvorm van *Anguilla vulgaris* op te sporen. De eieren van *Anguilla vulgaris* hebben eene doorsnede van 2.7 mM. en bezitten geen oliebolletjes. Zij drijven in het diepe zeewater.

Het ei ontwikkelt zich spoedig; de jonge dieren ondergaan eene metamorphose voor zij tot den gewonen aalvorm uitgegroeid zijn. Eerst vormt zich de voorlarf. RAFFAELE verkreeg uit pelagische eieren voorlarven met 44 abdominaal myomeren (buikspierbladen). Dit noemt GRASSI de voorlarven van *Anguilla vulgaris*, welke tot larven, tot *Leptocephalus brevirostris*, worden. *Leptocephalus brevirostris* is de larf van *Anguilla vulgaris*. Zijne lengte is 77—60 mM. Deze *Leptocephalus* is het eerst in de straat van Messina gevangen. Brengt men hem in een aquarium, dan ziet men dat hij, evenals *Anguilla vulgaris*, de gewoonte heeft in het zand of de modder te kruipen. Zijn staartvin neigt reeds naar den vorm, zooals de elvers dezen hebben. Elvers worden de kleine alen genoemd, als zij van de zee de rivieren intrekken. De onderkaak van *Leptocephalus brevirostris* steekt soms voor de bovenkaak uit. De tong is vrij. De oogen zijn grooter dan bij de elvers. De neusgaten zijn van elkaar gescheiden, de voorste huisjes staan betrekkelijk ver van het einde van den bek en van den rand van den mond. De achterste neusgaten zijn niet buisvormig en staan in denzelfden stand als bij een volwassen aal. Er zijn een klein aantal larftanden. Er zijn 105 volledige en 5 onvolledige spierbladen; de verdere spierbladen zijn doorschijnend en niet geheel gevormd, doch door de zenuwknoopen en wervelbogen na te gaan. Gedurende de metamorphose ondergaat het aantal wervels, spierbladen en zenuwknoopen geene verandering. De hypuralen zien er uit als bij den elver, ook zijn van de 10 stralen, welke er mee in betrekking staan, bij beide de 6de, 7de en 8ste gespleten. Het getal pectorale stralen is ook even groot als bij den elver. De larf is doorschijnend en heeft kleurloos bloed. De roode bloedlichaampjes ontbreken, maar er zijn zoogenaamde bloedplaatjes aanwezig, gelijk aan die van de lagere vertebraten. Er is geheel geen pigmentatie. De gal is kleurloos. Er zijn 10 of 11 kieuwhuidstralen. De zijtak van het 5de paar van de bersenzenuwen is aanwezig. Het slijmkanaalstelsel in het hoofd is ten deele ontwikkeld. De pylorische aanhangsels ontbreken. De maag heeft een blind einde. De zwemblaas is onvolledig ontwikkeld en bezit nog geen gas. De voornier (pronephros) is werkzaam. De malpighische glomerulen van de nieren zijn gelobd, hun getal is even

groot als in den *Helmichthys*-toestand. De nog niet gedifferentieerde geslachtsklier is bijna gelijk aan die van den *Helmichthys*-toestand.

GRASSI heeft gezien, hoe *Leptocephalus brevirostris* zich in het aquarium in eene maand tot elver vervormde. GRASSI zag ze in het aquarium kleiner en dikker worden. Onder de metamorphose nemen de dieren geen voedsel tot zich. GRASSI beschrijft twee stadiums tusschen larf en elver in. In het eerste zijn de diertjes nog doorschijnend met bijna, kleurloos bloed, zonder pigmentatie behalve in de oogen. De larftanden hebben zij reeds verloren, terwijl er zich al eenige uiterst kleine blijvende tanden gevormd hebben. Het lichaam is dikker geworden en heeft reeds den cylindrischen vorm gekregen. Zij zijn weinig minder dan 8 c.M. lang.

Alen in het tweede stadium kan men gedurende den winter in de zee vinden, doch nog niet aan de monden der rivieren. Hun lengte is van 73—54 m.M. Het lichaam is langer dan van den elver en breeder dan van *Leptocephalus*. Het bloed is een weinig gekleurd en de gal is reeds groen. Een weinig pigment bevindt zich langs het centrale zenuwstelsel en op het midden der staartvin. Er zijn eenige zeer kleine, blijvende tanden. De ingewanden bevatten geen voedsel. Het dier lijkt nu op een *Helmichthys*.

Men mag aannemen, wat bij de metamorphose van andere aalsoorten is nagegaan, dat ook hier het pancreas en de lever afnemen en het protoskelet verdwijnt, dat de spieren samengestelder worden en het cerebellum zich vergroot.

Bij den mond der rivieren vinden wij de elvers welke van de zee naar het zoete water verhuizen; hun pigmentatie is ongelijk gevorderd, zij kunnen geheel gepigmenteerd zijn zooals de volwassene, zij kunnen echter ook slechts weinig verder gevorderd zijn dan het laatst beschreven stadium. Zij hebben echter alle reeds blijvend min of meer oppervlakkig pigment op den kop. Zoolang de pigmentatie nog voortgaat te vermeerderen, verkleinen de elvers nog steeds. Weinig gepigmenteerde elvers zijn 67 m.M. lang en de volledig gepigmenteerde 61—51 m.M. Deze dieren zijn vermoedelijk een jaar oud.

GRASSI beschrijft de hypuraalbeenderen van *Leptocephalus brevirostris* en van den elver, die hij bij beide gelijk bevond, aldus: hij zegt, dat er drie hypuraalbeenderen zijn, het laatste is versmolten met het urostyle, het kan een enkel stuk of min of meer gespleten zijn en draagt 5 stralen. Het voorlaatste hypuraalbeen is altijd gespleten en draagt 4 stralen. Het voorvoorlaatste draagt 1 straal.

De *elver* heeft 10 of 11 kieuwhuidstralen. Het slijmkanaalstelsel in het hoofd is onvolledig ontwikkeld. Pylorische aanhangsels ontbreken.

MONDINI, O. FR. MÜLLER, RATHKE en anderen hebben bevonden, dat de rivier-alen alle wijfjes zijn. De eerste mannetjes-alen zijn in 1873 bekend geworden. SYRSKI¹ ontdekte deze in dat jaar aan de zee-kusten bij Triest. De mannetjes zijn kleiner en hebben een anderen vorm van kop dan de wijfjes; zij leven aan de zee-kusten en in het brakke water van riviermonden. Dr. HERMES vond bij de alen, hem uit Wittenberg gezonden, 5 pct. mannetjes; doch de benedenloop der Elbe heeft nog een zeer zwak zoutgehalte, hetgeen veroorzaakt wordt door de Stassfurter zoutbergwerken.

Volgens IMHOF² en KNAUTHE³ planten de alen zich ook in meren voort. KNAUTHE spreekt van een zoetwatervorm en van een trekvorm. Jammer dat zij niet, evenals GRASSI uit de zee, eieren en ontwikkelings-toestanden uit de meren aangetoond hebben. P. LORENZ⁴ ontving echter uit het Caumameer een mannetjes-aal van 47 c.M. lengte.⁵

Het ruggemergskanaal van den aal loopt recht naar achteren, tot het einde van den laatsten wervel. Bij onderzoekingen omtrent de physiologische beteekenis van het ruggemerg heeft ADOLF BICKEL⁶ opgemerkt, dat een deel van die alen, waarvan hij de koppen afgesneden en verwijderd had, nog uren lang in het water zwembewegingen uitvoerden; zij stegen in het water omhoog, daalden af en doorkliefden het naar alle richtingen. De onthoofde dieren konden echter het evenwicht niet bewaren en niet rugwaarts zwemmen.

Snijdt men voorzichtig het ruggemerg achter den kop door en naait de gemaakte wonde dicht, dan heelt deze weer. Het deel van het dier achter de doorsnijding gedraagt zich als de onthoofde aal; bij voortgaande beweging schuift dit het kopstuk voor zich uit en kan dit zelfs langzamerhand tot beweging brengen. Omgekeerd kan de kop eigen bewegingen uitvoeren en het deel achter de doorsnijding

¹ Ueber die Reproductions-Organe der Aale. Sitsber. Akad. Wiss., Wien, LXIX, p. 315.

² Fortpflanzung des Aales. Biol. Centralblatt, Bd. XVI p. 431.

³ Fortpflanzung des Aales. Biol. Centralblatt, Bd. XXVI, p. 847—848.

⁴ Jahresbericht der naturf. Ges. Graubündens, XXXIX, 1896.

⁵ In jaargang 1876, p. 379 en jaargang 1898, p. 17 van 't *Album der Natuur* heeft de heer H. O., uit Haarlem, medegedeeld, hetgeen over de voortplanting van den aal in die *Neue Zeit* gestaan heeft, voornamelijk JACOBY'S onderzoek te Comacchio en GRASSI'S ontdekking van *Leptocephalus brevirostris*.

⁶ Beiträge zur Rückenmarksphysiologie des Aales. Arch. ges. Physiol., Bd. 68, Heft 3/4, p. 110—119.

tot beweging brengen, wat dan geen eigen beweging van het achterdeel te noemen is. Deze dieren behouden nog moeilijker het evenwicht. Maakt men de doorsnede door het ruggemerg in de laatste helft van het dier, dan heeft de voorste helft met kop wel de kracht om achteruit te zwemmen, daarbij het laatste deel achteruit schuivende. In dit geval kan ook het evenwicht beter behouden worden. Neemt men een deel van het ruggemerg voorzichtig weg en laat men de wonden heelen, dan neemt het stuk zonder ruggemerg passief deel aan de bewegingen, wordt echter slap en hangt. Het dier vertoont afwijkingen in de voortbeweging; het heeft niet meer het vermogen om zijne bewegingen zoo te regelen, dat het zonder stooten eene hindernis omzwemt.

In 1841 is door F. ARNOLD¹ ontdekt, dat indien men den oogbol uit den kop van den aal neemt, de iris nog op licht reageert. De oogbol is dan gescheiden van den opticus en van de hersens. Zelfs als de iris uit den oogbol gehaald wordt, reageert zij nog op licht, vooral als het oog eerst in donker uitgerust is. Het is een werking van het licht en niet van de warmtestralen. Het licht moet den voorkant der iris treffen. MAGNUS² heeft in 1899 na een ernstig onderzoek als vermoedelijke oorzaak aangenomen nerveuse in de iris zelve liggende elementen. Niet alleen het aaloog, doch de oogen van alle visschen en amphibiën kenmerken zich door deze eigenschap; zij is echter bij het aaloog ontdekt.

Den langen tijd, welke de aal buiten water kan leven en zijn groot weêrstandsvermogen, maken hem bijzonder geschikt voor proefnemingen, waarom hij dan ook als onderzoekingsmateriaal bij het beantwoorden der volgende vraag heeft gediend. De suprarenaallichaampjes der visschen bestaan alleen uit cortex (schors), bij zoogdieren uit cortex en medulla (merg). Neemt men deze lichaampjes uit de zoogdieren weg, dan treedt de dood na een of twee dagen in. Nu is de vraag, moet dit noodlottige gevolg der operatie aan het verlies van cortex- of van medullaar-zelfstandigheid toegeschreven worden. Om dit na te gaan heeft SWALE VINCENT³ deze organen bij een visch en wel bij den aal weggenomen. In drie gevallen, waarin het dier de operatie overleefd heeft, bleef het nog een tijd leven;

¹ Physiologie, Bd. 2.

² Zeitschrift für Biologie, 1899, Bd. 38, p. 603.

³ Journal of Physiologie, Vol. 22, p. XLVIII.

de eene leefde nog 28, de tweede 64 en de derde zelfs nog 110 dagen.

In 1839 zijn de suprarenaals bij de *Teleostiers* door STANNIUS¹ ontdekt. Bij den aal zijn zij rond of ovaal, liggen tegen de ventrale zijde der nieren, gewoonlijk dicht bij de middellijn, niet ver achter de plaats, waar de takken van de nieren zich vereenigen en een weinig in de nieren ingezonken. Het zijn waarschijnlijk afscheidingsklieren ten nutte van het bloed.

Het serum van den aal is vergiftig. Er bestaat groote overeenkomst tusschen de vergiftigingsverschijnselen van dit serum en van het adder-venijn. Dit is door o. mosso² aangetoond, terwijl C. PHISALIX³ nagegaan heeft, dat het aalserum, even als het addervenijn, immuniseerend kan werken tegen addervenijn. Deze immuniseerende eigenschappen komen te voorschijn, als men het vergift vernietigt door het serum gedurende 15 minuten op een temperatuur van 58° te verwarmen. Het is dan van kleur veranderd, bruinachtig en minder doorschijnend; het is alsof er zich een fijn precipitaat in gevormd heeft. PHISALIX onderzocht de natuur der immuniseerende stof, om te weten of deze onafhankelijk van de vergiftige bestanddeelen is of eene wijziging er van. Hij liet een alcoholisch precipitaat van het serum eenige weken in den alcohol, filtreerde het af, droogde het snel en nam het met gechloroformiseerd water weer op; hier bleef het 48 uren in weeken. Het maceratie-vocht toonde immuniseerende eigenschappen, gelijk het verwarmde serum. Door het neerslaan met alcohol waren de vergiftige hoedanigheden verdwenen. Daar het grootste deel der eiwitachtige stoffen van het bloed, neergeslagen door alcohol, na een bepaalden tijd in den alcohol gebleven te zijn, het vermogen verliest weer in water op te lossen, acht hij het waarschijnlijk, dat de immuniseerende eigenschappen van het aalserum geen omzetting zijn van het vergiftige serine, doch vermoedelijk diastasen, albumosen of peptonen. Het schijnt zich als eene inentingsstof te gedragen. L. CAMUS en E. GLEY⁴ hebben opgemerkt, dat niet alle dieren door het aalserum vergiftigd worden. Sommige zijn hun geheele leven, andere een deel van hun leven er ongevoelig voor, wat dus een natuurlijke blijvende of natuurlijke tijdelijke immuniteit is.

¹ MÜLLER'S Archiv, 1839, S. 97 ff.

² Arch. it. de Biol., 1838.

³ Bull. du Muséum d'Hist. Nat. Paris, 1896, Vol. II, p. 386.

⁴ Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, 129, 1899, p. 231.

De huid van den aal is geschikt gebleken voor de volgende onderzoekingen. Toen E. W. REID¹ het secretieproces van de beker- (goblet) en knods- (club) cellen van de visschen wilde onderzoeken, koos hij de huid van den aal, daar deze in zijne epidermis zoowel beker- als knodscellen heeft. Hij onderzocht de huid in een normalen en in een geprikkelden toestand. Beide celsoorten nemen deel aan de slijmvorming der huid en zijn ontstaan uit de cellen van de palissadenlaag. De bekerzellen ontstaan direct uit palissadencellen, zij zijn er de »gevoete» variëteit van. De bekercel levert eene slijmachtige zelfstandigheid en kan na uitstorting van haren inhoud zich herstellen en opnieuw slijm vormen. De knodscellen ontstaan door amitotische deeling uit de cellen van de palissadenlaag. De knodscel geeft fijne draadjes en eene fijne stof, welke als korreltjes in het slijm te zien is. Deze korreltjes zijn de inhoud van eene blaasvormige ruimte, welke zich in de knodscel in de onmiddellijke nabijheid der kern vormt en die door een traliewerk omringd vrij komt; zij neemt hierbij de oorspronkelijke kern der knodscel mee. Nadat blaasje en kern uitgeworpen zijn, vormt zich het overige der cel tot eene spiraalvormig gedraaide vezel, welke in fijne fibrillen in het slijm uiteenvalt. In de huid zijn ook nog wandelende cellen, welke van anderen oorsprong zijn en waarschijnlijk de afscheidingscellen gedurende de herstelling steunen.

Daar de huid van den aal zich gemakkelijk van het lichaam laat afnemen, is deze ook gebruikt om de elektromotorische werkzaamheid der vischhuid na te gaan en het verband op te zoeken, waarin deze tot de beker- en knodscellen staat. In een stuk getiteld »Further Observations on the Electromotive Properties of the skin of the Common Eel» maken REID² en TOLPUTT hunne onderzoekingen hierover bekend.

In een onderzoek »Ueber Zellströme» gaat BIEDERMANN³ onder meer ook de huid van den aal na en bevestigt in het algemeen de opgaven van HERMANN.⁴

De bouw en het weefsel van de milt is bij den aal beter na te

¹ The Process of Secretion in the Skin of the Common Eel. Proceedings of the royal society of London, Vol. LIV, p. 36—41.

² The Journal of Physiology, XVI Vol., 1894, p. 203—223.

³ Archiv für die gesammte Physiologie von Pflüger, Band 54, p. 255.

⁴ Archiv für die gesammte Physiologie von Pflüger, Band 27, p. 280.

gaan dan bij andere beenvisschen door de gemakkelijheid, waarmee men vaatinspuitingen door het hart kan laten binnendringen en ook door de bijzondere gesteldheid van het netwerk en van zijne anatomische elementen. PHISALIX¹ heeft deze milt bestudeerd. In de milt komen twee slagaders; deze dringen door den rechterrاند naar binnen en verdeelen zich onmiddellijk in drie of vier hoofdtakken, welke zich waaievormig uitspreiden; aan het einde ombuigen en talrijke takjes naar rechts en links zenden, die in een bouquet van zeer fijne takjes eindigen. De aderen ontstaan als fijne takjes, waarvan telkens 2 of 3 zich met elkaar vereenigen tot minder fijne takjes en deze weer tot dikkere takjes tot er drie of vier overblijven, welke zich vlak bij den rechterhoek van de milt in de poortader storten. In haar geheelen loop is de diameter der aderen ten minste het dubbele van dien der slagaderen. De milt is door een dunnen wand omgeven, welke bekleed is met een endothelium van veelhoekige cellen. Het miltvleesch is samengesteld uit dunne, doorschijnende met elkaar verbonden bladen van verschillende grootte, welke door dunne balken onderling vereenigd zijn of rechthoekig aan naburige lamellen verbonden zijn. Bij de vaten verbindt dit netwerk zich dadelijk met den buitensten wand er van, zonder wijziging van het aantal en de natuur zijner elementen.

Dat het staarthart een lymphatisch hart is, werd door W. JONES² nagegaan. De groote ader in den staart van den aal wordt gevormd door de vereeniging van twee aders, waarvan de eene grooter is dan de andere. Het lymphhart van den staart opent zich in de kleinste dezer beide aderen, dicht bij de plaats waar zij zich met de grootere ader vereenigt. Op de plaats waar het staarthart zich in de kleinere ader opent is een klep; deze voorkomt, dat de lymph weer naar het hart terugstroomt.

Wanneer door de samentrekking van het hart de lymph in de ader wordt gestuwd, wordt de bloedstroom uit de kleine ader naar de groote ader onderbroken. Gedurende de uitzetting van het hart is de lymphstroom gestaakt en kan het bloed van de kleine naar de groote ader stroomen, tot weer een lymphstroom dit onderbreekt. Telkens als het lymphhart lymph in de ader stuwt, krijgt daardoor ook het bloed in de ader een stoot, dat daardoor sneller

¹ Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Tome 97, 1883, p. 190.

² Proceedings of the Royal Society of London, Vol. XVI, p. 230 en 343.

gaat stroomen in de richting van het bloedhart van het dier.

Zooals wij dus zien is de functie van het lymphatisch staarthart om lymph op te nemen en naar de staartader te drijven, terwijl het daardoor tevens den bloedstroom in de staartader naar het bloedhart versnelt. De wanden van het lymphhart bestaan uit ongestreepte, rhythmisch samentrekkende spiervezels.

De aal beweegt zich het liefst 's nachts. Hij kruipt gaarne in holen of graaft zich in zachte gronden. Soms ziet men hen in groote kluwens bij elkaar. Door slangachtige, kronkelende bewegingen kan hij zich snel door het water verplaatsen. Hij heeft groote spierkracht en volhoudingsvermogen; toch behoort hij tot de langzame, luie visschen en tot de bodemzwemmers. Wanneer hij door eene nauwe opening wil, dan steekt hij eerst zijn staart er in en wringt zich daarna verder door de opening, deze op zoo'n manier verwijdende. Heeft men alen in een bak zonder deksel, dan ziet men dikwijls, dat zij eerst hun staart over den rand steken en daarna het lichaam laten volgen en op dergelijke wijze ontsnappen.

De alen kunnen langen tijd op een en dezelfde plaats blijven liggen, tusschen waterplanten of in holtten of onder steenen, of zóó in het zand, dat alleen de kop en het puntje van den staart te zien zijn. 's Winters graven zij zich diep in de modder en liggen onbeweeglijk, dikwijls velen bij elkaar. Bij stormachtig weer zijn zij onrustig. Hun taai leven is bekend; een weinig bevroren aal kan weer tot het leven teruggebracht worden. Ofschoon ontveld en in stukken gesneden blijft er nog een tijdlang leven in. In 1878 is een aal van 46.5 c.M. dood in de buikholte van een bruinvisch gevonden. De bruinvisch lag, eveneens dood, op de kust van Bohuslän aan het Kattegat. De aal was vermoedelijk levend verslonden door den bruinvisch en had kracht genoeg gehad om door den maagwand van zijn overweldiger heen te knagen, zoodat hij in de buikholte gekomen was. Verder had hij het niet gebracht, had zich zelven dus niet bevrijd, doch wel den dood van den bruinvisch veroorzaakt.

Hij kan lang buiten water leven en groote afstanden over land afleggen. Hij kan zich in ongunstige omstandigheden schikken, doch om eene behoorlijke grootte te verkrijgen heeft hij overvloedig voedsel noodig.

De aal is zeer gulzig, hij voedt zich voornamelijk bij nacht. Hij verslindt bijna alle dierlijk voedsel, hetzij dit levend of dood, versch of verrot is. De kleine aaltjes eten lagere diertjes van elke soort,

kleine schaaldieren, wormen, weekdieren. De oudere beginnen met kleine vischjes, als stekelbaarsjes, zandaaltjes, negenooogen en eten ook vischkuit. Zij hebben gaarne den rivierkreeft, wanneer deze zijne oude schaal afgeworpen heeft en de nieuwe nog zacht is. Ook vallen zij elkaar aan en er is een voorbeeld van, dat daarbij de prooi zijn overwinnaar verstikte. Terwijl de kop der prooi reeds ingeslikt was, boog deze zijn staart om, recht naar achteren toe, en wrong hem door den bek heen de kieuwopening van zijn aanvaller uit.

Zij vallen ook kikvorschen, jonge watervogels en waterratten aan. Zij vervolgen de jonge waterratten in hare holen en gebruiken deze dan voor eigen schuilplaats. Ook plantaardig voedsel, als graankorrels, versmaden zij niet. Reeds in de 13^{de} eeuw is door ALBERTUS MAGNUS geschreven, dat de alen 's nachts soms het water verlaten om op het land voedsel te zoeken, als erwten en boonen. Bock schrijft in 1874, dat in Pruisen de boeren op warme nachten met den ploeg eenige voren aan den waterkant gingen maken, voor dat de dag was aangebroken. Daarin werden dan alen gevangen; want ofschoon zij zich langs gras kunnen bewegen, was voor hen de terugtocht door de omgewoelde zoden afgesneden. Er wordt zelfs verteld, dat de alen met een smakkend geluid de erwteschillen eten, alleen de zachte schilletjes van jonge erwtes. Anderen beweren, dat de alen landslakken zouden eten.

DESMAREST heeft 37 jaar een aal in gevangenschap in het leven gehouden, de eerste 15 jaar in een kleine aarden pan, daarna in een veel grooteren zinken bak. De alen nemen met juistheid het geringste geluid waar. Het einde van hun staart is het gevoeligst; maakt men daar eene dwarse snede, dan ligt de aal spoedig stil.

Anguilla vulgaris is over bijna geheel Europa verspreid, met uitzondering van de Caspische zee en de Zwarte zee, alsook van de rivieren, die er op uitkomen. De Zwarte zee heeft wel de diepten, welke GRASSI noodig oordeelt voor de voortplanting van den aal, zelfs is zij op sommige plaatsen meer dan 1000 meter diep, maar het water is op 200 meter diepte en daaronder zoo rijk aan zwavelwaterstof en zoo arm aan zuurstof, dat de alen er niet maanden lang in zouden kunnen blijven leven. Verscheidene jaren heeft men jonge Italiaansche alen (wel een millioen) in den Donau gebracht om den aal daar inheemsch te maken. Na de onderzoekingen van GRASSI heeft men het opgegeven. De Oostzee heeft wel eenige diepere plaatsen, welke 300—427 M. diep zijn, doch daarin is groote rijkdom aan

koolzuur en gebrek aan zuurstof. Het Noordzee-gebied is, behalve een smalle strook aan de kust van Noorwegen tot in het Skagerrak, zeer ondiep, nog geen 100 meter diep. De smalle strook bezit alleen in het Skagerrak grootere diepten. Volgens GRASSI moet men daar gaan zoeken naar de geslachtsrijpe alen, naar de dicht bij den grond drijvende eieren en naar de larven. De Skagerrakgleuf zoude de geboorteplaats kunnen zijn van de alen der stroomen van Duitschland. Dat de oude alen het geheele gebied der Oostzee doortrekken naar het Kattegat, wordt gesteund door het feit, dat de Oostzeevisschers alleen dan trekalen vangen, wanneer zij de zaknetten zoo plaatsen, dat zij de alen in hun trek naar het Kattegat kunnen vangen.

In Mei en Juni komen de jonge alen uit de zee de rivieren van Duitschland opzwemmen. Hierin groeien zij verder en gaan na omstreeks vijf jaren, in September en October weer terug naar zee. Sinds onheugelijke tijden bestaan de groote aalvisscherijen in de lagunen van Comacchio, aan den mond van de Po. De lagunen zijn door dijken en dammen in ruimten en kanalen verdeeld. Begin Februari worden de sluizen geopend, de jonge uit zee komende aaltjes trekken naar het zoete water in de lagunen. Einde April worden de sluizen daar weer gesloten, om einde September heropend te worden, als wanneer de alen van \pm 5 jaren oud (sommigen zeggen van 10 jaren) naar zee willen terugtrekken. Op dezen terugtocht worden zij echter in groote manden gevangen en met groote booten naar de inrichtingen gebracht, waar zij ter verzending bereid worden.

In Zweden zetten de visscherslui aalnetten uit en bouwen aalstrikken met de opening tegen den stroom in, om de stroomafwaarts gaande alen te vangen. Aalstrikken worden gezet in de hellingen der stroomen. Zij worden gemaakt als blokhuizen, maar op de onderzijde worden spleten tusschen de blokken gelaten, wijd genoeg om het water door te laten, maar te nauw voor de alen om door te kruipen. Aan den kant van waar de stroom komt is eene opening gemaakt, waarin een trog of houten pompbuis geplaatst is; deze is zwart gemaakt om de alen niet te verschrikken. Het binnenste einde, in den strik, is boven de oppervlakte van het water, zoodat de alen niet ontsnappen kunnen. Wanneer de trog gesloten is, loopt het water uit den strik en de alen worden opgevischt.

Zij worden ook wel in aalkisten gevangen. Aalkisten worden in een sterken stroom geplaatst; de alen worden er heen geleid door

twee naar elkaar toeloopende rijen versch geschilde witte palen of ontbaste berken.

Weet men in het zoete water de schuilhoeken van den aal tusschen riet en in kalme inhammen, dan laat men aaldoozen zakken, bekleed met wollig schaapsvacht, de wol naar binnen en met gaten van 3—4 c.M. Bij deze gaten is de schaapsvacht kruisgewijs doorgeknipt. De doos is bezet met stukjes vleesch of iets dergelijks, gerold in versche erwtenhalmen en wordt gedurende eene week een paar vaders onder water gelaten. Blijkt de vangst te gering, dan wordt de doos verplaatst. Er worden ook wel aalmanden gebruikt. De aal wordt eveneens gevangen met de handlijn, aan het einde waarvan wormen bevestigd zijn of vischafval, bijvoorbeeld pylorische aanhangsels; maar de beet moet op den grond liggen. Wanneer er alen in de modder tusschen gräs en onkruid verborgen liggen, dan komen er luchtblaasjes aan de oppervlakte van het water. In den winter blijven deze blaasjes onder het ijs en toonen den visscher, waar hij zich neêrzetten moet. In den zomer let hij er op bij inhammen en op plaatsen waar de stroom niet te sterk is; daar liggen de alen 's morgens met hun kop naar de zon gekeerd.

Men kookt de alen of stooft of braadt ze; zij worden ook wel versch of gezouten, gerookt of gemarineerd genuttigd. Gekookt is het een beter verteerbaar voedsel dan gebakken. Van de jonge aaltjes worden aalkoeken gemaakt. Te Comacchio zijn groote inrichtingen ter bereiding der gevangen alen. Zij worden daar, volgens SMITT,¹ aan lange spitten gestoken, de kleine in hun geheel, de groote in stukken gesneden. De spitten worden af en toe omgedraaid. Volgens zeggen van een vischhandelaar werd het vroeger in ons land op een dergelijke wijze gedaan. Van Comacchio uit worden de alen over geheel Italië verzonden. Te Elboeuf aan de Seine worden de alen ook in grooten getale gevangen, eveneens te Narbonne in het Zuiden van Frankrijk. Ons land voorziet de Engelsche markten.

Verschillende woekerdieren gebruiken den aal als hun gastheer. In zijne maag leven *Filaria denticulata*, R.; *Distomum rufoviride*, R.; *D. varicum*, Z.; terwijl *Cucullanus elegans*, Z.; *Distomum inflatum*, MOL; en *D. appendiculatum*, R. in maag en darmen hun verblijf zoeken; de darm herbergt verder *Ascaris labiata*, R.; *Echinorhynchus globulosus*, R.; *E. tuberosus*, R.; *E. angustatus*, R.; *E. proteus*, W.; *Distomum bergense*,

¹ SMITT, Scandinavian Fishes, Uitgave 1892.

OLS; *D. globiporum*, R.; *D. polymorphum*, R.; *D. angulatum*, DUJ; *D. commune*, OLS; *D. fasciatum*, R.; *Gastrostomum fimbriatum*, SB.; *Taenia macrocephala*, CR.; *T. hemisphaerica*, MOL; en *Botriocephalus claviceps*, R.

Nematoideum muraenae anguillae, R. zoekt darm en zwemblaas op. *Ergasilugibbus*, NDM, verblijft in de kieuwen. *Filaria solitaria* LDY en *Trichina anguillae*, BOWM zitten in de spieren.

Nog zijn er in zijn lichaam gevonden *Filaria quadrituberculata*, LDY; *F. conura*, LW.; *F. echinata*, LW.; *Nematoxys tenerrimus*, LW.; *Ichthyonema sanguineum*, R.; *Echinorhynchus propinquus*, DUJ.; *E. lateralis*, MOL; *Distomum ventricosum*, R.; *D. grandiporum*, R.; *D. simplex*, R. Zooals wij dus zien, leven er *Nematoden*, dat zijn draadwormen, *Trematoden*, zuigwormen en *Cestoden*, bandwormen, alsook *Echinorynchi* en *Copepoden* in *Anguilla vulgaris*. De mensch trekt nut van den aal, in de eerste plaats door het voedsel, dat hij verschaft; het is eene geliefkoosde spijs. Om de voedingswaarde te bepalen heeft men hem de huid afgestroopt en daarna alle niet eetbare deelen verwijderd; het resultaat der analyse van het overblijvende was:¹

Water	62.07
Stikstofverbindingen (afgeleid uit het gevonden stikstofgehalte)	13.00
Vetten (beantwoordend aan 63 pct. der gedroogde stof)...	23.86
Asch	0.77
Niet bepaalde stikstofvrije stoffen en verlies.	0.30
	<hr/> 100.00

De vette bestanddeelen zijn vloeibaar bij 22°.

De huid wordt om haar taaiheid gebruikt voor riemen aan dorschvlegels. In Tartarije worden deze huiden geolied en gedroogd en dienen dan als glas.

De inwoners van verschillende noordelijke landen verzamelden vroeger de schubben der alen en vermengden deze met de stof, waarmede zij de muren van hunne huizen witten; deze kregen daardoor een zeer mooi schitterend aanzien, vooral als de zon er op scheen. Zij kenden deze schubben reeds lang vóór LEEUWENHOEK. Otters, bunsings en verscheidene vischsoorten gebruiken den aal als voedsel.

Hij brengt echter ook schade aan en wel door zijne gulzigheid, waardoor hij groote verwoestingen onder andere diersoorten aanricht.

Laten wij nu, om de afkomst van den aal na te gaan, naar vroegere

¹ BLANCHARD, Poissons de la France, p. 545.

tijden terug zien. De *Teleostiërs* worden als een groote zijtak van de Ganoiden beschouwd en de Physostomen onder hen als de overgangsvorm. Hoewel in Trias reeds *Hoplopleuriden* en *Clupeiden* optreden, was het in het begin van den krijttijd, dat de talrijker wordende beenvisschen meer en meer de *Ganoiden* verdrongen, wat in het middelste en bovenste krijt nog sterker werd. Treden wij nu het tertiaire tijdvak in, dan zien wij uit het Eoceen van MONTE BOLCA *Leptocephalus* aangegeven. Uit de oligoceene zoetwaterkalk van Aix, Provence, is *Anguilla multiradiata*, AG. en uit het boven Mioceen van OENINGEN is *Anguilla pachyura*, AG. en *A. elegans*, WINKLER gehaald.

JORDAN en EVERMANN¹ schrijven dat de »*Apoden*»² waarschijnlijk van Isospondyle of Iniome typen afstammen, misschien van voorouders van de *Anacanthini* en dat hun afwijking van typische vormen in de meeste opzichten een achteruitgang is.

De »*Isospondyli*» zijn een groote groep der visschen; zij bevat de meeste zachtstralige zeevisschen, met uitzondering dergenen, die in de diepe zee voorkomen. Het zijn waarschijnlijk afstammelingen van een Ganoidengeslacht. De zachtstraligen der diepe zee behooren tot de »*Iniomi*», welke nabij de »*Isospondyli*» staan en daarvan vermoedelijk gewijzigde of gedegradeerde vormen zijn. SMITT³ zegt van de *Enchelymormphi*⁴ dat hun structuur het *Teleostiër*type in een eigenaardigen eenvoud vertoont, hetzij dit verklaard zoude worden als een oorspronkelijke toestand of als een terugkeer in de richting van oudere typen.

Hoewel het door meerderen aangenomen is, dat de aal door reductie, dus door achteruitgang, uit hoogere vormen tot dezen eenvoudigen toestand gekomen is, werd daarvoor een werkelijk bewijs nog niet geleverd. Deze achteruitgang zoude dan vóór het tertiaire tijdvak moeten plaats gehad hebben. SMITT⁵ ziet in het verkleinen van het onderste hypuraalbeen der elvers eene retrogressieve metamorphose. Het kan echter ook het laatste gevolg zijn van de verkleining bij de ontwikkelingsmetamorphose, welke nog onbekend was, toen SMITT den scandinavischen aal beschreef.

¹ Bulletin of the Un. States Nat. Mus., No. 47, The Fishes of North and Middle America, p. 345.

² De groep, waaronder de aal behoort.

³ l. c. p., 1011.

⁴ Gr. ἔγχελυς, aal en μορφή, vorm.

⁵ l. c. p., 1015.

In elk geval levert de toestand van dit merkwaardige dier stof tot studie, vooral om grondige bewijzen te zoeken ter verklaring zijner afkomst, welke thans nog op hypothesen berust. Misschien is het te vinden door de invloeden na te gaan, waardoor hij of uit volmaakter vormen tot dezen eenvoudigen toestand is teruggekeerd of gedeeltelijk oude karakters heeft behouden en daarbij overigens een sprong met nieuwe toestanden meëgemaakt heeft. Eigenaardig is hierbij het onstandvastige zijner kenmerken en zijne taaië levenskracht.

Volgens AGASSIZ¹ is in de wetenschappelijke dierkunde de naam *Anguilla* het eerst gebruikt door THUNBERG omstreeks 1790. CUVIER² vermeldt hetzelfde, doch GILL³ schrijft hem aan SHAW toe (1803). FLEMMING beschreef den gewonen aal als *Anguilla vulgaris*, den naam, waaronder hij thans algemeen bekend is. Door LINNAEUS en BLOCH werd hij *Muraena anguilla* genoemd.

Zooals wij weten, bestaan er behalve *A. vulgaris* nog meer soorten *Anguilla's*. Het onstandvastige van vele kenmerken is oorzaak geweest, dat er te veel soorten beschreven zijn; er zijn *Anguilla's* welke tot een en de zelfde soort behooren, en die vroeger als verschillende soorten zijn beschouwd. KAUP heeft eene vischorde, de »Apodes», opgesteld; hieronder behooren de *Anguilla's*. Hij vermeldde 45 soorten. GÜNTHER bracht dit aantal terug op 23 soorten en uitte daarbij het vermoeden, dat het getal door andere ichthyologen nog kleiner zal gemaakt worden. Volgens GÜNTHER zijn de vorm van den bek, de grootte der oogen en de breedte van den tandenband aan te veel variaties onderhevig om als soortskenmerken te dienen. GÜNTHER gaat vooral na de plaats van het begin der dorsale vin, de betrekkelijke lengte van den staart, de natuur der lippen, de mondopening, de betrekkelijke grootte van de tanden der onderkaak en hun plaatsing in een of twee rijen.

Eerst deelt hij de *Anguilla's* in, al naarmate de dorsale vin een groot einde voor de anaal of ongeveer op de hoogte der anaal-opening begint. *A. vulgaris* behoort tot de eerste. Bij deze eerste gaat hij na of de diameter van het oog veel korter dan de lengte van den bek is of niet korter. Onze aal is weer bij de eerste. Voor deze vindt hij een kenmerk in den tandenband: *A* of deze band in de onderkaak eene

¹ Nomenclator Zoölogicus.

² Règne animal, II, p. 349.

³ Proc. Un. States, Nat. Mus., Vol. XIII, p. 157—160.

lengtegroef bezit en de buitenste tanden der band wat grooter zijn, *B* of de zijtanden in beide kaken eenrijig zijn, *C* of de tanden in smalle banden zijn en de onderkaaksband zonder lengtegroef is, *D* of alle tanden even klein zijn en breede platte banden vormen. *A. vulgaris* behoort onder de *C*. Deze laatste deelt hij weer in volgens de lengte van den kop; deze is bijna gelijk aan den afstand tusschen het begin van dorsale en anale vin of veel langer. Wij vinden hem bij de eerste van deze twee, waarbij nog de vraag komt of de lengte van den kop meer is dan de helft van den afstand tot de anaal-opening of minder; dit laatste brengt ons bij *Anguilla vulgaris*.

Vermoedelijk is *Anguilla vulgaris* de eenige Europeesche soort. JORDAN en EVERMANN beschrijven voor hun »Fishes of North and Middle America» ook slechts eene soort, *Anguilla Chrysypa*, Rafinesque, welke zeer weinig verschilt van den Europeeschen vorm.

Zooals wij weten behoort het geslacht *Anguilla* tot de familie *Muraena*, deze tot de orde *Physostomi*, uit de onderklasse *Teleostei* der klasse *Pisces*.
