

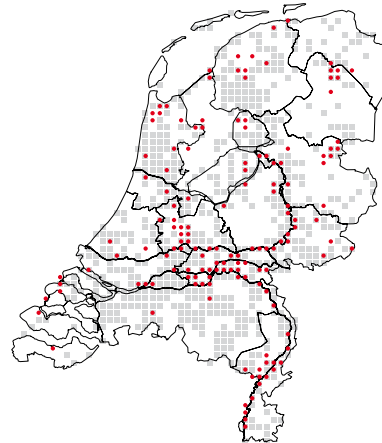
De aal: portret van een uitstervende globetrotter

Jaap Quak

De aal is in biologisch opzicht misschien wel een van onze meest bijzondere vissoorten. Niet alleen morfologisch, met zijn slangachtige lichaam, bijzondere vinposities en sterk gespecialiseerde zintuigen, maar zeker ook als het gaat om voortplanting, migraties, habitats en leefwijze. Nog niet zo lang geleden één van onze meest algemene vissoorten, die in feite in elk watertype kon worden aangetroffen. Het doek lijkt echter te vallen voor deze globetrotter bij uitstek. Sinds 1980 is de aalstand in Europa dramatisch achter uitgegaan. In dit artikel een biologisch portret van de aal en aandacht voor de oorzaken van de achteruitgang van deze vissoort.

Verspreiding en voortplanting

Wereldwijd worden er 19 aalsoorten onderscheiden, waarvan de meeste hun verspreiding hebben op het zuidelijk halfrond. Alle soorten zijn katadroom: de voortplanting vindt plaats in zee en het opgroeien tot volwassenheid in het zoete water. In het Noordatlantische gebied komen de Europese aal (*Anguilla anguilla*) en de Amerikaanse aal (*Anguilla rostrata*) voor. Sinds het onderzoek van de Deen Johannes Schmidt (1923) in het begin van de 20ste eeuw zijn er sterke aanwijzingen dat het paaigebied moet worden gezocht in de Sargassozee. Hij trof gedurende zijn trans-Atlantische reis de jongste aallarven in de nabijheid van de Sargassozee aan. De gevangen larven waren groter naarmate de afstand van de Sargassozee toenam. De laatste decennia zijn er in dit gebied meerdere onderzoeken uitgevoerd, die weer wat nieuwe brokjes informatie opleveren. Een hypothese voor het antwoord op de vraag "waarom de Sargasso?" is dat de evolutionaire voorouders afkomstig waren uit een warme, zoute binnenzee, die zich als gevolg van de continentverschuiving heeft verplaatst naar de huidige Sargassozee. Dit

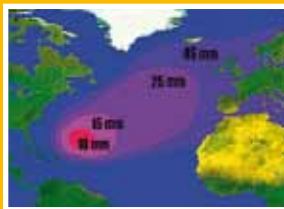


Verspreiding aal (paling, *Anguilla anguilla*) in Nederland, rode stip betreft waarneming uit 2009, grijs vierkant betreft waarneming voor 2009 (Bron: RAVON)

gebied (oppervlakte circa 1 miljoen km²) met relatief warm en zout water, wordt begrensd door een "front" met de omringende Atlantische oceaan. Dit front is een smal overgangsgebied, waarin de temperatuur en het zoutgehalte naar de Sargassozee toe relatief sterk stijgen. Amerikaans onderzoek wijst op een voortplanting op een diepte van 250–450 meter; de diepte waarop zeer jonge larven worden aangetroffen. Hoewel paaïende aal nog nooit is waargenomen, zijn er in de Sargassozee larven gevangen die pas 1 à 2 dagen oud waren. De morfologie van de larven



De aal
(Foto: Jelger Herder)



Sargassozee, broedgebied van de Europese en Noord-Amerikaanse aal. Grootte en verspreiding van larven en indicatie van de locatie van de Sargassozee is weergegeven. (Bron: Wikipedia)

is bijzonder: wilgebladvormig, met een naar verhouding tot de kop groot lichaamsoppervlak, transparant en de bek voorzien van grijptandjes. Deze "leptocephalus"-vorm komt bij een aantal aalachtigen voor. Recent Deens onderzoek (Rieman *et al.*, 2010) doet vermoeden dat de larven zich initieel vooral voeden met planktonische, kleine kwalletjes.

In de oceaan

Na verloop van tijd worden de larven via "jetstromen" door het front heen de oceaan in "gepompt". De migratie naar Europa vangt hiermee aan. De larven oriënteren zich mogelijk op (gepolariseerd) licht, het aardmagnetisch veld, stromingen en andere stimuli. Hierbij wordt een verticale dag-nacht migratie verondersteld (overdag diepere, 's

Larven aal (Foto: Sportvisserij Nederland)

nachts hogere waterlagen). Hoe en waarmee de larven zich tijdens de reis voeden is raadselachtig. Een hypothese is dat zij via de huid actief opgeloste, organische stoffen opnemen. Na een reis van één tot meerdere jaren, bereiken de larven de rand van het continentale plat. Daar aangekomen, verandert in een fysiologisch en bioenergetisch bijzonder proces, de wilgebladvormige leptocephalus in een "glasaal" (zie foto glasalen). Weliswaar nog doorzichtig, maar met de ons bekende, slanke, aalachtige lichaamsvorm. Zee- en getijstromingen, brengen de glasaal naar de estuaria en riviermondingen voor voorlopig het laatste deel van hun reis.

Van zout naar zoet

In Nederland arriveert de glasaal in het voorjaar. Bij een watertemperatuur vanaf circa 9°C vindt de intrek plaats. Van Den Oever (Afsluitdijk) zijn langjarige, gestandaardiseerde gegevens bekend over de intrek. Historische waarnemingen verhalen over brede linten glasaal in de rivieren van honderden meters tot kilometers lang, waarbij het water melkwit was gekleurd door de miljoenen visjes (lengte circa 6 cm, gewicht circa 0,3 gram). Daarna verspreidde de glasaal zich verder over de rivieren en binnenwateren, daarbij geholpen door hun vermogen loodrechte

obstakels te kunnen beklimmen. En door lokstromen die tot aan circa 1960 via lekkende (houten) kunstwerken uit polders en boezemwateren waarneembaar waren.

De aal heeft een buitengewoon goed ontwikkeld reukvermogen en evenaart dat van de hond. Zo is de aal in staat om 25 mg gemalen *Tubifex* (slingerwormen; voer voor de aal), wanneer dit verdund wordt in 6670 miljoen kubieke meter water, nog waar te nemen. Zo'n volume water is van dezelfde grootteorde als de inhoud van het gehele IJsselmeer!

Voor glasaal is aangetoond dat zij wateren kunnen ruiken waarin zich soortgenoten ophouden. Glasaal wordt onder andere door geosmine aangetrokken. Deze 'aardgeur' wordt geproduceerd door actinomyceten (een groep schimmels), komt algemeen voor in natuurlijk water en is mogelijk een belangrijke geurprikkel voor glasalen om het zoete water in trekken. Dergelijke stoffen wijzen de weg naar geschikte habitats en ... voedsel. Want voedsel en groei zijn de primaire factoren voor het leven van de aal in het zoete water. Waarbij hun lichaamsvorm hen in staat stelt habitats te penetreren, zoals dichte begroeiing, die voor andere soorten ontoegankelijk zijn. Een morfologie die hen ook in staat stelt zich in het substraat in te graven, holtes te bewonen e.d. Soms tot in dichtheden van vele tientallen exemplaren bijeen. Sommige glasalen kiezen juist niet voor water met (veel) andere aal, maar voor een meer solitaire leefwijze, aan de periferie van wateren en stroomgebieden. Er zijn sterke aanwijzingen dat vooral deze alen zich later tot vrouwtjes ontwikkelen. Grote watercomplexen zoals de benedenrivieren en het IJsselmeer lijken primair "mannelijke"-wateren. De bovenloop van beken en riviertjes, maar ook poldersloten lijken primair wateren waarin alen opgroeien tot vrouwtjes.

Spitskoppen en breedbekken

De aal voedt zich met dierlijk voedsel. Dit beslaat een breed spectrum. Het voorkeursvoedsel bestaat uit



macrofauna zoals insectenlarven en kreeftachtigen (vlokreeft, aasgarnaal). Ook kleine vis wordt gevredeerd. De groeisnelheid van aal is sterk variabel. Sociale dominantie lijkt hierbij een rol te spelen. Gemiddeld kunnen we voor Nederland een groei van 3 – 6 cm per jaar aannemen. De optimumtemperatuur voor voedselopname en groei ligt boven de 24 °C. In de winter voedt de aal zich niet. De soort is negatief fototactisch: fourageren vindt bij voorkeur plaats in de schemering en 's nachts. Het reukzintuig wijst de weg ... Het blijkt dat de breedte van de kop sterk variabel is, afhangt van het voedseltype en gedurende het leven van de aal en tussen de seizoenen kan variëren. In Friese en Overijsselse meren bleken de mannelijke alen allemaal spitskoppen (voedsel muggelarven) en de grotere vrouwelijke alen allemaal breedbekken (voedsel vis). Het is echter niet zo dat alen onder te verdelen zijn in ofwel spitskoppen dan wel breedkoppen. De meerderheid van de alen is daar tussenin te classificeren en spitskoppen en breedkoppen zijn het beste op te vatten als zijnde de extreme vormen van een rijke schakering van alen met verschillende bekbreedtes.

Geslachtsontwikkeling

Bij de aal is sprake van geslachtsdifferentiatie. Volwassen aal tot een lengte van 45 cm ontwikkelt zich tot



Houten spuisluis.
Geen hindernis voor
intrekkende glasalen
(Bron: onbekend)

mannetje, de grotere individuen tot vrouwtje. In de zoetwaterperiode zijn de gonaden (geslachtsklieren) echter nauwelijks ontwikkeld. Deze differentiatie is een complex biologisch fenomeen, waarbij een individu op een bepaald moment "besluit" om als schieraal de migratie naar het paaigebied te gaan ondernemen. Vooral voor de vrouwtjes (in aanleg) kan er sprake zijn van een "trade-off": in gunstige (voedsel) omstandigheden kan het strategisch gunstiger zijn de zoetwaterperiode zo lang mogelijk te maken. Voedsel betekent gewicht

en een hoog gewicht betekent (later) een maximale eiproduktie. Voor een soort die zich slechts eenmaal in het leven voortplant, is dit een evolutionairstrategische optimalisatie. Doordat het aalbestand in de afgelopen decennia sterk is afgenomen, neemt zoals blijkt uit monitoring en vangstregistratie, het relatieve aandeel vrouwtjes toe. Dit illustreert ook het verband tussen de dichtheid van de aalpopulatie in een gebied en de latere differentiatie in geslacht.

Schier worden: van zoet naar zout

Afhankelijk van leeftijd en lengte/gewicht, begint aan het eind van de zomer, tot ver in het najaar, het proces van geslachtsrijping. De aal wordt "schier" (zie foto schieraal). Voor deze tijd worden ze rode aal genoemd. Dit is een geleidelijk proces. Schieraal is herkenbaar aan de zilverkleuring van de buik, vergroting van de ogen en het spitser worden van de borstvinnen. Het zijn aanpassingen aan het diepzeeleven gedurende de latere oceanische migratie. De geslachtsorganen zelf ontwikkelen zich vooral in deze laatste periode. In donkere nachten met stormachtig herfstweer en stijgende waterafvoeren, trekt de hoofdmoot van de schieraal naar en via de rivieren naar zee. Zij laten zich bij voorkeur drijven (Duits: 'Treibaale') in de onderste en middelste waterlagen, maar kunnen ook in



Doorschijnende glasalen (Foto: Sportvisserij Nederland)





Kop van een schieraal met een duidelijk vergroot oog
(Foto: Sportvisserij Nederland)

ondiepe waterlagen voorkomen. In de estuaria aangekomen, begint er een meer actieve migratie op te treden, waarbij ze zich enerzijds passief mee laten voeren met de ebstroom en anderzijds weerstand bieden tegen de vloedstroom. De grootste migratieactiviteit heeft plaats tussen zonsondergang en middernacht, tijdens de eerste donkere uren van de nacht. Vooral in de periode tijdens of na het laatste maankwartier zijn schieralen bijzonder actief. De kleine mannetjes trekken het eerst in het seizoen, de grootste vrouwtjes het laatst. Omdat de zwemsnelheid

recht evenredig is met de lichaamslengte, zorgt deze spreiding ervoor dat de geslachtsrijpe dieren min of meer tegelijk in het paaigebied aankomen.

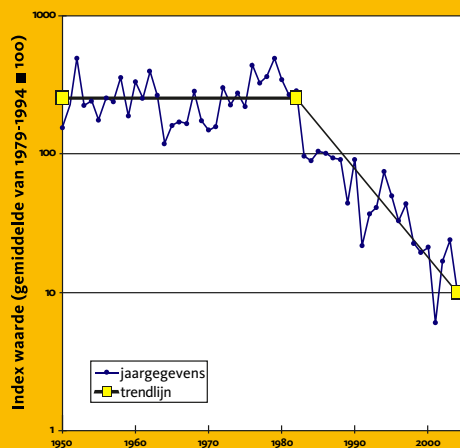
Het laatste deel van de route

Over deze migratie is nog maar weinig bekend. Recent onderzoek met pop-up zenders, wijst erop dat er sprake is van verticale dag-nacht migratie. De koers vanaf het continent lijkt wat zuidelijker dan eerst werd aangenomen. Richting de Azoren en dan richting Sargassozeë. Hoe de oriëntatie plaatsvindt is niet bekend,

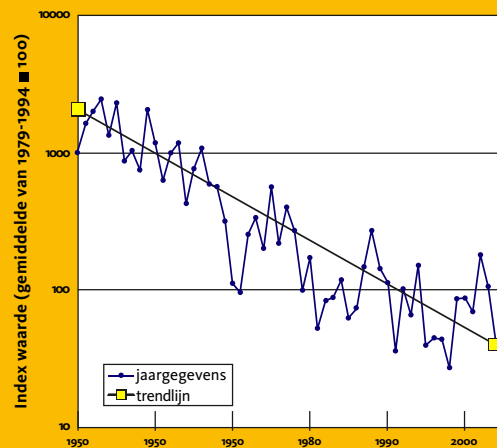
maar mogelijk gebeurt dit (deels) op het aardmagnetisch veld. Na de terugreis van circa 7000 km paait de aal en is de levenscyclus voltooid. Aangenomen wordt dat de aal na de voortplanting sterft.

Sterke achteruitgang

Sinds 1990 zijn er steeds meer signalen dat het niet goed gaat met de aal. De jaarlijkse, Europese glasaalintrek vertoont een sterk neerwaartse trend. De glasaal en jonge aal nam vanaf 1980 af tot 1-5% van het niveau dat in de 1950-er jaren aanwezig was (figuur 1.) Ook de vangsten van schier- en rode aal weerspiegelen deze sterke neerwaartse trend (figuur 2). Aalbiologen luiden dan ook al jaren de noodklok. De EU heeft inmiddels een Aalverordening opgesteld om het tij te keren. Alle lidstaten, waaronder Nederland, hebben inmiddels een Aalbeheerplan (LNV, 2009) moeten opstellen om de aalstand te ondersteunen. Sinds 2009 is hierdoor in Nederland onder meer een sluiting van de aalvisserij van 1 september tot 1 december van kracht. Uit de figuren 1 en 2 is af te lezen dat de achteruitgang van de rode aal zich al dertig jaar eerder inzette (sinds 1950) dan de achteruitgang van de glasaal (sinds 1980).



Figuur 1: Jaarlijkse geïndexeerde gegevens en trendlijn van de hoeveelheid glasaal in Europa (naar: ICES/EIFAC, 2005). De indexwaarde is op een logaritmische schaal weergegeven.



Figuur 2: Jaarlijkse geïndexeerde gegevens en trendlijn van de hoeveelheid rode aal in Europa (naar: ICES/EIFAC, 2005). De indexwaarde is op een logaritmische schaal weergegeven.



Achteruitgang en bedreigingen

Er bestaan twee groepen van verklaringen van mogelijke oorzaken voor de achteruitgang van de aalstand. De eerste richt zich op oceanische factoren (klimaat, golfstroom en veranderingen in de Sargassozee) en de tweede op factoren die van invloed zijn op continentale factoren. Omdat de rode-aalpopulatie eerder achteruit gegaan is dan de glasaalpopulatie, is volgens verschillende aalbiologen de achteruitgang vooral verbonden aan factoren die de aal in het zoete water ervaart en de paai-populatie reduceren. De min of meer gelijktijdige achteruitgang van de Japanse, Amerikaanse en Europese aalsoorten (International Eel Symposium, 2003), duiden er ook op dat het vermoedelijk niet alleen om mogelijke factoren in de Sargassozee en veranderde Atlantische stromingen gaat.

Langzaam groeit ook het besef dat de aal het de laatste decennia flink te verduren heeft gekregen door:

- Het verdwijnen van trekroutes door dammen en stuwen en het onbereikbaar worden van opgroei-habitat.
- Het verdwijnen van leefgebied door bijvoorbeeld inpolderingen en vermindering van het areaal oeverzones en overstromingsvlaktes.
- Directe en indirecte sterfte door gemalen en turbines (zie foto "knakalen").
- Opname van PCB/dioxines in vetweefsel waardoor de vruchtbaarheid sterk wordt verminderd.
- Nieuwe parasieten en virussen, zoals de zwemblaasparasiet die sinds 1985 wordt aangetroffen.
- Overbevissing (als glasaal voor de aquacultuur, onder andere in Zuidoost-Azië, en directe consumptie; rode aal en schieraal door de beroepsvisserij). De impact van de visserij neemt toe bij dalende populaties.

Nederlandse beroepsvisserij zien veelal de aalscholver en de glasaalvangst in Zuid-Europa als oorzaken van



Knakalen, palingsterfte in de Waal in 2003 (Foto: Gerard de Laak, Sportvisserij Nederland)

de achteruitgang van de aal. Uit de aalscholverstudies die uitgevoerd zijn in Nederland (Rijn, 2002), blijkt dat de consumptie van aal door deze vogel relatief beperkt is.

Bevinging en overbevissing van de aal in enig levensstadium treedt op veel plaatsen in Europa op, Nederland niet uitgezonderd. Door Sportvisserij Nederland is sinds 2008 een landelijk meeneemverbod voor aal door sportvisserij ingesteld.

Waterkrachtcentrales (WKC) en gemalen

In het stroomgebied van Rijn en Maas zijn in totaal meer dan 2000 WKC's aanwezig; 90% daarvan is kleiner dan 1 MW. Vanwege de grote hoeveelheid WKC's, is het cumulatieve effect ervan op populaties van over grote afstanden migrerende vissoorten, zoals de aal, belangrijk.

Doordat aal relatief lang worden en voor hun voortplanting genoodzaakt zijn om stroomafwaarts via rivieren te migreren, zijn ze erg gevoelig voor de schoepen van de WKC's die in stromende wateren aanwezig zijn. De typen turbines zoals die in de WKC's in onze grote rivieren worden toegepast, geven aanleiding tot een aalsterfte van

15-30% per object. Daarbij geldt het principe dat meerdere WKC's achter elkaar tot een cumulatie van sterfte leiden. In de Rijn tussen Schaffhausen en Basel resulteerde dit in een totale mortaliteit van 92,9%. De cumulatieve mortaliteit van vrouwelijke aal in de Maas bij de 6 achtereenvolgende WKC's in Wallonië wordt geschat op 40-63% voor vrouwelijke aal en voor mannelijke aal op 34-45%.

Er staan in Nederland veel gemalen die een vergelijkbare sterfte als waterkrachtcentrales kunnen veroorzaken. De zogenaamde vijzelgemalen bleken in Vlaanderen 13,2-25% mortaliteit op te leveren onder schieralen, de daar toegepaste centrifugaalpompen slechts 1,4-3%. Ook recent onderzoek in opdracht van de STOWA geeft aan dat bij bepaalde type pompen de schade aan aal groot kan zijn. Bij schroef/propellorpompen was de sterfte van aal 100%, bij andere typen bleek deze lager tot nihil (Kunst *et al.*, 2010).

Projectgroep Aalherstel

Deze projectgroep onder voorzitterschap van dr. J. Terlouw, is in 2009 ingesteld, en heeft tot doel acties en maatregelen voor behoud

en herstel van de aal te stimuleren en te initiëren. Deelnemers zijn de Unie van Waterschappen, RAVON, Natuurmonumenten, Stichting De Noordzee, WNF, Greenpeace en Sportvisserij Nederland. De projectgroep wordt bijgestaan door wetenschappelijke adviseurs. Bij het beheer van de aalstand kan onderscheid worden gemaakt tussen het visserijbeheer, de handel en visziektenpreventie, het habitatbeheer (inclusief inrichtingsmaatregelen en waterkwaliteitsmaatregelen), de aanleg en het beheer van vismigratievoorzieningen (stroomopwaarts en stroomafwaarts) en de aanleg en het beheer van waterkrachtcentrales en gemalen. Deze onderwerpen staan dan ook de agenda van de projectgroep. Verder is de aalproblematiek onderwerp op verschillende bestuurlijke niveaus:

- de EU (kaders zoals Aalverordening, Kaderrichtlijn Water en de Habitatrichtlijn),
- de landelijke overheid (wet- en regelgeving, beleid ten aanzien van water- natuur- en visserijbeheer, vergunningen en handhaving, financiering van maatregelen),
- provinciale, regionale overheden (uitvoering landelijke beleid, stimulering en financiering)
- private partijen (terreinbeheerders, visrechthebbers, VBC's, WKC-beheerders).

Er is geen individuele factor aan te wijzen die verantwoordelijk is voor de achteruitgang van de aal. Wel is het duidelijk dat het heel slecht gaat met de aal. Een breed pakket beheer- en herstelmaatregelen is daarom noodzakelijk. Dat is een zaak van lange adem: het herstelproces zal decennia in beslag nemen, mede door de complexe levenscyclus van de soort. Het terugdringen van de sterfte door WKC's, gemalen en visserij als eerste stap is bittere noodzaak, aangevuld met andere maatregelen.

De projectgroep Aalherstel richt haar focus op verschillende maatregelen en verschillende niveau's. De aal moet op de agenda's komen en blijven.

Bestuurlijk en politiek een lastige opgave, vooral ook omdat de effecten van maatregelen niet op korte termijn zichtbaar zullen worden. We zijn het aan onze (aal)stand verplicht hierop in te zetten. Deze zeer bijzondere vissoort is (bijna) catastrofaal terminaal. De aal blijkt niet van staal. De toekomst van deze globetrotter en zorgkind is daarom zaak van ons allemaal.

Summary

European eel: Portrait of a globetrotter threatened with extinction

This article summarises the state-of-the-art knowledge on the European eel (*Anguilla anguilla* L.). There is growing concern about the future of the species: population data reveal a strong decline since 1980. This decline is probably due to a combination of anthropogenically induced factors. Several measures, both short term and long term, are needed for improvement of the habitat and restoration of the population. It is essential that the mortality caused by the turbines of hydropower plants, pumping engines, and the over-exploitation of the species by the fisheries is minimised. Recovery will take at least more decennia. Therefore, strong and continuing support for these measures is needed at all levels, with an increase in social awareness and political attention. A restoration initiative was set up in the Netherlands in 2009 (projectgroep Aalherstel), aiming to initiate and stimulate activities that contribute to the protection of the eel in Dutch waters, and a sustainable population in the long term.

Literatuur

ICES/EIFAC, 2005. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels, Galway, Ireland, 22-26 November 2004. ICES CM 2005/I:01, Ref. G, ACFM.

Graaf, M. de & S.M. Bierman, 2010. De toestand van de Nederlandse aalstand en aalvisserij in 2010. Rapport C143/10, Imares Wageningen UR.

International Eel Symposium, 2003. Worldwide decline of eel resources necessitates immediate action. Québec Declaration of Concern.

Fisheries 28(12): 28-29.

Klein Breteler, J.G.P., 2005.

Kennisdocument Europese aal of paling, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 11. OVb / Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Kunst, J.M., B. Spaargaren, T. Vriese, M. Kroes, C. Rutjes, E. van der Pouw Kraan & R.R. Jonker, 2010. Gemalen of vermalen worden. Onderzoek naar visvriendelijkheid van gemalen. STOWA rapportnummer 2010-Wo3 LNV, 2009. Nederlands Aalbeheerplan, Den Haag.

Munk, P. *et al.*, 2010. Oceanic fronts in the Sargasso Sea control the early life and drift of Atlantic eels. Philosophical Transactions of the Royal Society 2010/06/22

Riemann, L. *et al.*, 2010. Qualitative assessment of the diet of European eel larvae in the Sargasso Sea resolved by DNA barcoding. Philosophical Transactions of the Royal Society 2010/06/15

Rijn, S.H.M. van, M. van Eerden, 2002. Aalscholvers in het IJsselmeergebied: concurrent of graadmeter? Vogels, vissen en visserij in duurzaam evenwicht. RIZA-rapport 2001-058. ISBN 90-36954169

Schmidt, J., 1923. The breeding places of the eel. Philosophical Transactions of the Royal Society 211: 179-208

Een belangrijk deel van de informatie in dit artikel is ontleend aan het Kennisdocument Europese aal of paling. Voor de betreffende literatuur wordt verwezen naar het hoofdstuk 'Verwerkte literatuur' in dit kennisdocument.

Voor onderzoek op het gebied van aalmigratie in relatie tot gemalen: zie www.stowa.nl, thema Vis en migratie.

Voor recent onderzoek, documentatie EU-aalverordening, Nederlands Beheerplan aal: zie www.imares.nl, dossier paling.

Voor recent onderzoek op het gebied van voortplanting en larven: zie www.sportvisserij nederland.nl/vis-en-water

Jaap Quak

Sportvisserij Nederland

Postbus 162

3720 AD Bilthoven

quak@sportvisserij nederland.nl

