

# Paling haalt Sargassoze op vetvoorraad makkelijk

door Vincent van Ginneken en Guido van den Thillart (Rijksuniversiteit Leiden)

Door het werk van Johannes Schmidt aan het begin van deze eeuw wordt de Sargassoze, een zee 6000 km van Europa in het Caraïbisch gebied gelegen, als de paaiplaats van de Europese paling (*Anguilla anguilla* L.) beschouwd (1). Op deze plaats ving de Deense Ichthyoloog de kleinste larven waarop hij zijn hypothese baseerde. De theorie van Schmidt wordt algemeen aanvaard maar is eigenlijk nog nooit bewezen.

## De controverse van de Sargassoze

Er is merkwaardig genoeg nog nooit een volwassen paling in de Sargassoze gevangen. Tucker (2) bekeek het werk van Schmidt kritisch en stelde dat de Europese paling nooit in staat zou zijn om 6000 km te migreren naar de Sargassoze. De Europese paling zou omkomen in de continentale wateren maar de Amerikaanse paling (*Anguilla rostrata*, Le Sueur) zou de voorvader zijn van zowel de Europese als Amerikaanse paling. Morfologisch is er een verschil tussen beide soorten in aantal wervels maar volgens Tucker werd dit veroorzaakt door verschillen in milieuomstandigheden waaraan de larven gedurende hun reis werden blootgesteld. Recentelijk is de hypothese van Tucker verworpen en is er, gebaseerd op enzymverschillen van larven, bepaald dat de Amerikaanse en Europese paling verschillende soorten zijn (3). Dit zou indirect inhouden dat de Europese paling in staat moet zijn om op zijn vetvoorraden 6000 km te migreren. Dit is echter nooit bewezen.

## Studies in zwemtunnels

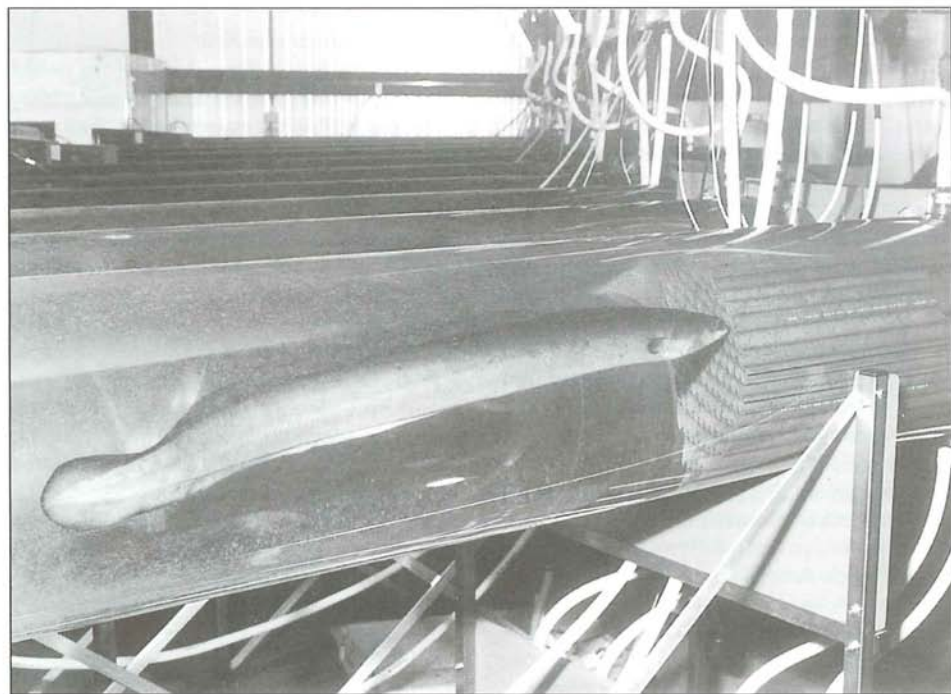
In onze studie (4) tonen we in grote zwemtunnels aan (Figuur 1) dat Europese paling een zeer efficiënte zwemmer is. Een zalm kan 'burst'-activiteit vertonen tot 12 lichaamslengtes per seconde en verzuurd dan maar een paling is een 'oceanranger'. De proeven in onze zwemtunnels tonen aan dat een paling maandenlang kan zwemmen bij 0.5 tot 1 lichaamslengte per seconde (ongepubliceerde data). Migrerende zilveraal van 1.5 tot 2 kg werd in de Grevelingen gevangen. De dieren werden naar het laboratorium vervoerd en in zwemtunnels geplaatst in zeewater bij een temperatuur van 14° C. De tunnels zijn geijkt bij het Waterloopkundig Laboratorium TU Delft met de Laser Doppler methode. Gedurende 10 dagen werd voor rustende en zwemmende dieren de zuurstofconsumptie gemeten. Zuurstofdata werden met een oxycalorische waarde naar vetverbruik omgerekend. Het blijkt dat de energiekosten voor zwemmen maar twee keer zo hoog zijn (23 mg vet/kg/uur) als bij de rustende dieren (10.1

mg vet/kg/uur). Deze waarden kunnen we gebruiken om de energiekosten over 6000 km te berekenen. Een volwassen paling van 1 meter en een gewicht van 2 kg (met 400 gram vet) migreert 43,2 km per dag. Het duurt voor dit dier 139 dagen om de Sargassozee te bereiken. Hierbij gebruikt het dier 154 gram vet (38.5% van zijn vetvoorraden). Schmidt-Nielsen (5) suggereerde dat de energiekosten van zwemmen voor paling tussen de 0.329 en 0.417 cal per gram per km lagen, 2.4 tot 3 maal hoger dan onze resultaten: 0.137 cal per gram per km (Tabel 1). In de praktijk zullen de energiekosten nog lager liggen als gemeten in onze studie omdat de temperatuur in de diepzee nog lager is dan de 14° C die wij gebruikt hebben. Daarnaast kunnen de schieralen gebruik maken van westwaartse zeestromingen. Een paling houdt dus aan

het eind van de reis minimaal 60% van zijn vetvoorraden over voor gonadetaanleg. Gebaseerd op een energie-inhoud van vis-eieren van 23.48 kJ per gram drooggewicht (6) kan het dier van 2 kg 413 gram eieren produceren. Dit correspondeert met een GSI van 22 wat correspondeert met waarden gevonden bij hormoonbehandelde dieren. Uit onze laboratoriumstudie blijkt dat een 6000 km migratie voor een hongerende schieraal mogelijk is.

#### **Zender/satelliet studie, animal tracking**

Het definitieve bewijs van de Sargassozee als paaiplaats voor de Europese paling moet van zenderstudies in combinatie met de satelliet gebeuren. Vooral het recente genetisch onderzoek aan palingpopulaties toont aan dat er meerdere populaties zijn en dat impliceert dat er gescheiden paai-



◆ *Figuur 1: Migrerende schieraal in een zwemtunnel van 127 liter.*

gronden moeten zijn. Zo verschilt de Marokkaanse paling van de paling van het Europees vasteland en is de IJslandse paling ook een aparte populatie (pers.comm. prof. Filip Volckaert, KU Leuven). Daarnaast moet in de recente toekomst uit het genetisch onderzoek van de Leuvense groep aan de Europese paling blijken of er niet meerdere subpopulaties zijn. Dit geeft alleen maar het belang van 'animal-tracking' studies met de satelliet aan.

Binnen onze Leidse groep wordt hier momenteel al heel hard aan gewerkt. Dit najaar zullen we in een voorstudie enkele dieren in de oceaan loslaten en in 2002 willen we 100 dieren met zenders de oceaan op sturen om de route naar de Sargassozee vast te stellen. De kleinste commercieel verkrijgbare zenders wegen momenteel ongeveer 60 gram en experimenten in onze zwemtunnels tonen aan dat dit te zwaar is voor schieraal van 1.5 tot 2 kg. Vooral door reductie van de batterij (staat een batterij 6 maanden aan gedurende de hele reis of alleen drie dagen op het moment dat de zender van het dier losschiet en er communicatie met de satelliet plaatsvindt) denken wij zenders van 20 gram te kunnen ontwikkelen. De zenders moeten drukbestendig zijn tegen 200 atmosfeer en zullen in epoxy gegoten worden. Daarnaast moeten de zenders van het dier los kunnen schieten via een tijdsklokmechanisme en er moet een antenne van minimaal 16 cm uitschieten voor communicatie met de Franse Argos satelliet. In deze studie werken we samen

met de 'animal-tracking' expert van Nederland, ingenieur Mans Jansen (IMAG-DLO Wageningen). Onze technische dienst van Biologie denkt dat ze al de genoemde technische problemen kunnen oplossen. Er gaan dus nog veel spannende studies naar het migratiegedrag van paling gebeuren hier in Leiden. Een samenvatting van het Leidse palingonderzoek (de vijver vol elektronica en met microchips geïmplanteerde paling en de zwemtunnels) werd gepresenteerd door Guido van den Thillart in Noorderlicht (VPRO-televisie) op dinsdag 8 februari.

Deze studie werd gefinancierd door een subsidie van de Technologie Stichting (STW), project no. LBI 66.4199. Ir. Jan van Rijsingen was sponsor in de gebruikerscommissie.

#### Literatuur

- Schmidt, J.(1923). Breeding places of the eel. *Nature* 111: 51-54.
- Tucker, D.W.(1959). A new solution to the Atlantic eel problem. *Nature* 183:495-501.
- Comparini, A.; Rodino, E.(1980). Electrophoretic evidence for two species of *Anguilla leptocephali* in the Sargasso Sea. *Nature* 287: 435-437.
- Van Ginneken, V; van den Thillart, G.(2000). Fat stores of an eel are sufficient to reach the Sargasso. *Nature* 403:156-157.
- Schmidt-Nielsen, K. (1972). The energy cost for swimming. *Science* 177:222-228.
- Wootton, R.J.(1979). Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in Teleost fishes *Symp.Zool.Lond.* 44:133-159.

Gemiddelde O <sub>2</sub> -consumptie (ml O <sub>2</sub> /kg/h)	Energie consumptie (cal/g/h)	Afgelegde zwemafstand (km)	Energie kosten van zwemmen (cal/km)
46.13 ± 9.90	0.222 ± 0.048	387.1 ± 11.27	0.137 ± 0.026

♦ Tabel 1: Energiekosten van zwemmen voor migrerende zilveraal (waarden zijn gemiddelde (±SD) van 5 dieren.