

Untersuchungen zur Aalvermehrung am Thünen-Institut

Ein Statusbericht

Dr. Lasse Marohn & PD Dr. Reinhold Hanel, Thünen-Institut für Fischereiökologie, Hamburg

Im Herbst vergangenen Jahres war es endlich soweit. Nach 18 monatiger Projektlaufzeit konnte am Thünen-Institut für Fischereiökologie in Ahrensburg der erste Massenschlupf von Aallarven beobachtet werden. Etwa 48 Stunden nach der Befruchtung schwammen die 2-3 mm langen Larven in großer Zahl in unseren Zügergläsern. Damit war ein wichtiger Schritt zum Erreichen der angestrebten Ziele im Rahmen des AalPro-Projektes getan. Vorangegangen waren arbeitsreiche Monate mit zahlreichen Fortschritten und teils enttäuschenden Rückschlägen.



Abb. 1 – Hormonell gereifter weiblicher Aal mit deutlich kleinerem Männchen (Foto: Lasse Marohn)

Seit Februar 2014 findet unter Leitung des Thünen-Instituts für Fischereiökologie ein dreijähriges, vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft gefördertes Verbundprojekt zur künstlichen Reproduktion des Europäischen Aals (*Anguilla anguilla*) statt. In Zusammenarbeit mit Projektpartnern aus Wissenschaft und Wirtschaft (dem Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg, der BlueBioTech GmbH in Büsum und der Kunststoff-Spranger GmbH in Plauen) wird angestrebt, die künstliche Reifung von Elterntieren und die Gewinnung fressreifer Larven des Europäischen Aals in Deutschland voranzutreiben und gleichzeitig Fortschritte bei der Kultivierung verschiedener Planktonorganismen als Grundlage für potentielle Futtermittel zu erzielen. Darüber hinaus widmet sich das Projekt der Frage, in welchem Ausmaß Schadstoffe, die regelmäßig in Aalen gefunden werden, während der Reifung vom Muskel- und Fettgewebe der Rogner in deren Laich transferiert werden, wo sie ihre toxische Wirkung auf die Ei- und Embryonalentwicklung voll entfalten können.

Hintergrund der Bemühungen ist die besorgniserregend niedrige Rekrutierung von Jungaalen im gesamten Verbreitungsgebiet, beginnend vor etwa 30 Jahren, als die Zahl ankommender Glasaale an den Monitoringstationen regelrecht zusam-

menbrach. In den letzten 10 Jahren bewegen sich die Zahlen auf konstant niedrigem Niveau und erreichen kaum 10% früherer Werte (Vergleichszeitraum 1960-1979). Für die Nordsee sind die Zahlen noch dramatischer, dort liegt die Rekrutierung regelmäßig unter 1% des Vergleichszeitraums. Trotz jahrelanger internationaler Bemühungen von Politik, Fischerei und Wissenschaft gibt es auch heute keine Anzeichen dafür, dass sich die Situation mittelfristig wieder verbessern wird. Auch der kurzzeitig leichte Wiederanstieg ankommender Glasaale in den Jahren 2013 und 2014 konnte an dieser Situation nichts ändern; bereits im darauffolgenden Jahr sank die Zahl wieder auf das niedrige Niveau der Vorjahre und machte alle Hoffnungen auf eine Trendwende vorerst zunichte.

Über die Ursachen für den Rückgang der Rekrutierung wird noch gestritten. Vieles deutet darauf hin, dass die hohe anthropogen verursachte Sterblichkeit durch Fischerei und Wasserkraft in Kombination mit einem massiven Verlust von Habitaten durch Küsten- und Flussverbauungen aller Art dabei eine wichtige Rolle spielt. Darüber hinaus wird diskutiert, inwieweit eine Verminderung der Laicherqualität zu einer Reduzierung des Laicherfolges und damit zu der negativen Bestandsentwicklung beiträgt. Auch klimatisch bedingte Veränderungen im Laichgebiet und entlang der Wanderstrecken im Nordatlantik könnten dabei eine Rolle spielen.

Ungeachtet der schlechten Bestandssituation und der anhaltenden Ungewissheit über deren Ursachen ist der Aal auch heute noch sehr beliebt in deutschen Küchen. Die anhaltende Nachfrage und die vergleichsweise hohen Preise, die bei der Vermarktung von Aalprodukten erzielt werden können, führen dazu, dass jährlich europaweit weiterhin mindestens 5000 t dieser als gefährdet eingestuftes Art angelandet werden (ICES 2016). Hinzu kommt etwa die gleiche Menge aus der Aquakultur (ICES 2016). Da sich der Aal aber bis heute nicht in Gefangenschaft reproduzieren lässt, handelt es sich bei den Aquakulturbetrieben um reine Mastanlagen, die ausnahmslos auf Wildfänge angewiesen sind und daher nicht zu einer Senkung des Fischereidrucks beitragen können, sondern den Bestand noch zusätzlich belasten. Vor diesem Hintergrund bietet ein Durchbruch bei der künstlichen Reproduktion des Europäischen Aals die Möglichkeit, den Aal als Zuchtfisch zu etablieren und damit unabhängig von der Situation des Wildbestandes als Speisefisch zu erhalten; mehr noch: der Vertrieb nachhaltig produzierter Aale würde den Druck auf

den Wildbestand reduzieren und könnte so zu dessen Erholung beigetragen.

Leider handelt es sich bei diesen Überlegungen noch immer um Zukunftsmusik. Obwohl Forschungseinrichtungen in verschiedenen europäischen Ländern aktuell wieder verstärkt an der Reproduktion des Aals arbeiten, liegt die kommerzielle Nutzung einer künstlichen Aalvermehrung noch in weiter Ferne. Zwar wurden große Fortschritte bei der hormonellen Reifung und der Etablierung adäquater Haltungsbedingungen für Eier und Larven gemacht. Der Reifungsprozess der Weibchen ist aber noch immer sehr arbeits-, kosten- und zeitintensiv und führt oftmals zur Produktion von Oozyten minderer Qualität, was regelmäßig niedrige Befruchtungsraten, hohe Eisterblichkeiten und geringe Schlupfraten zur Folge hat. Eine noch größere Hürde bei der Aalvermehrung ist die Entwicklung geeigneter Futtermittel für die Larvenanfütterung. Ein wichtiger Schritt wurde vergangenes Frühjahr an der Technischen Universität Dänemarks (DTU) gemacht, wo erstmalig eine Futteraufnahme durch Larven des Europäischen Aals dokumentiert wurde (Butts et al. 2016). Auch wenn durch die auf einer Paste aus Rädertierchen basierenden Futtermittel keine Verlängerung des Larvenüberlebens erreicht werden konnte, machen die Ergebnisse dennoch Hoffnung, den Lebenszyklus des Europäischen Aals unter Zuchtbedingungen schließen zu können.

Um an der fortschreitenden Entwicklung in der künstlichen Aalreproduktion teilnehmen zu können, bemühen sich das Thünen-Institut für Fischereiökologie und seine Projektpartner darum, die kontrollierte Vermehrung des Europäischen Aals auch in Deutschland voranzutreiben. Unser Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Produktion fressfähiger Larven. Als Rogner verwenden wir bevorzugt Blankaale mit einem Gewicht zwischen 600 und 1200 g, die während der Abwanderung gefangen wurden. Die Tiere werden mittels wöchentlicher Injektionen von Lachs- oder Karpfenhypophysen gereift, ein Vorgang der zwischen 16 und 30 Wochen dauern kann. Die Aale geben in der Regel zwischen 400.000 und 600.000 Eier mit einem Durchmesser von etwa 1 mm ab. Zur eigentlichen Befruchtung werden eine Unterprobe der Eier und Sperma von 2-3 Milchnern verwendet, deren Spermato-genese vorab mit etwa 10 wöchentlichen Injektionen von humanem Choriongonadotropin angeregt wurde.

Anschließend werden die Eier in Gefäße mit gefiltertem, artifiziellem Meerwasser überführt (Temperatur 19°C, Salzgehalt 36), in

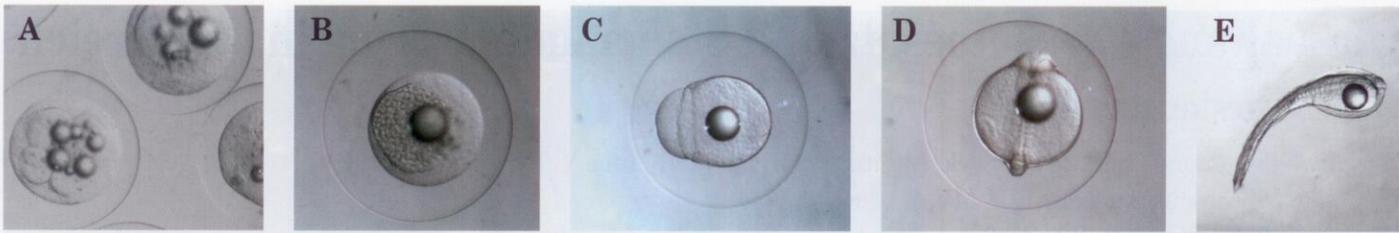


Abb. 2: Embryonalentwicklung: A) 2 Stunden nach Befruchtung: erste Zellteilungen. B) 8 Stunden nach Befruchtung: frühes Blastula-Stadium. C) 19 Stunden nach Befruchtung: fortschreitende Epibolie. D) 24 Stunden nach Befruchtung: der Embryo ist bereits gut erkennbar; Somiten, Gehirn und Notochord sind sichtbar. E) 48 Stunden nach Befruchtung: Schlupf der etwa 3 mm langen Larven (Fotos: Lasse Marohn)

denen sich bei erfolgreicher Befruchtung bereits nach etwa 30 Minuten eine Schicht aus befruchteten Eiern an der Oberfläche bildet. Die weitere Embryonalentwicklung schreitet schnell voran (Abb. 2).

Bei unseren Beobachtungen wuchsen die Larven während der ersten 9 Tage der Dottersackphase bis zu einer Länge von etwa 7 mm heran. Zu diesem Zeitpunkt ist die Ausbildung der Kiefer weit fortgeschritten, die Pigmentierung der Augen ist sichtbar, Dotter und Öltropfen sind fast vollständig aufgezehrt und ein durchgängiger Darmtrakt ist deutlich zu erkennen (Abb. 3). Vollständig bereit zur Nahrungsaufnahme sind die Larven nach 12-13 Tagen. Abb. 3e zeigt die voll ausgebildeten Kiefer mit den typischen langen, nach vorne gerichteten Zähnen, sowie die voll pigmentierten Augen einer 13 Tage alten Larve. Zu diesem Zeitpunkt steht der Larve kein Dotter mehr zur Verfügung, ab jetzt ist sie auf externe Nahrung angewiesen. Obwohl es im laufenden Projekt bisher nicht möglich war, den Larven Nahrung anzubieten, überlebten vereinzelte Tiere bis zu 23 Tage nach Schlupf. Die maximale bisher dokumentierte Überlebensdauer künstlich produzierter Europäischer Aallarven wurde an der DTU erreicht und beträgt 25 Tage (Sørensen et al. 2016).

Nachdem wir den Schlupf von Aallarven zwischenzeitlich wiederholt erreichen konnten und in der bisherigen Projektlaufzeit sowohl der Anteil erfolgreich gereifter Aale als auch der Befruchtungserfolg der Eier erhöht werden konnten, liegt das nächste Ziel nun darin, die Inkubationsbedingungen so zu optimieren, dass Schlupfraten und Larvenüberleben verbessert werden. Die weitere Produktion fressfähiger Larven soll dazu genutzt werden, die Eignung einer Reihe von Futtermitteln zu

testen, die von den Projektpartnern der Universität Hamburg und der BlueBio-Tech GmbH entwickelt wurden. Als Grundlage für die Zusammensetzung dieser Futtermittel wurden Erkenntnisse aus Untersuchungen an Aallarven aus dem Laichgebiet herangezogen. Zum einen sind das genetische Darminhaltsanalysen von Europäischen Aallarven aus der Sargassosee, bei denen unterschiedliche gelatinöse Planktonorganismen detektiert wurden (Riemann et al. 2010) und zum anderen nähren Isotopensignaturen von Larven des Japanischen Aals (*Anguilla japonica*) aus dem westlichen Pazifik den Verdacht, die Larven könnten sich von Partikeln aus aggregiertem abgestorbenem und ausgeschiedenem Material, sogenanntem Meeresschnee, ernähren (Miller et al. 2013).

Im Rahmen des AalPro-Projekts werden zusätzlich zu den zentralen Arbeiten an der eigentlichen Aalvermehrung auch Analysen zum maternalen Transfer von Schadstoffen durchgeführt. Dabei wird untersucht, welche der im Muskel- und Fettgewebe weiblicher Aale eingelagerten Schadstoffe auf deren Keimzellen übertragen werden. Ziel dieser Analysen ist es, Verbindungen zu identifizieren, die von besonderer Relevanz für eine potentielle Verminderung der Qualität von Laichtieren sind. In einer ersten Studie zu diesem Thema konnten zahlreiche bromierte Flammschutzmittel im Laich der gereiften Aale nachgewiesen werden, darunter auch Verbindungen mit toxischen Eigenschaften (Sühring et al. 2015). Zusätzliche Untersuchungen zum maternalen Transfer weiterer Schadstoffgruppen, wie etwa polychlorierten Biphenylen, sind Bestandteil der aktuellen Projektarbeiten.

Aktuell erscheint es noch in weiter Ferne, den Aal-Lebenszyklus in Gefangenschaft

komplett zu schließen. Allerdings schüren die umfassenden Bemühungen mehrerer Forschungseinrichtungen in Europa die Hoffnung, dass ein Durchbruch grundsätzlich möglich sein könnte. Um diesen Prozess zu beschleunigen, wäre eine Vertiefung der Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Arbeitsgruppen bzw. eine internationale Koordination der Reproduktionsforschung am Europäischen Aal sehr wünschenswert. Aus deutscher Sicht ist eine Teilnahme an dieser Entwicklung nur möglich, wenn der Forschung zur Aalvermehrung eine langfristige Perspektive gegeben wird.

Danksagung:

Herrn Dr. Klaus Wysujack und Herrn Udo Koops gilt unser Dank für die tatkräftige Unterstützung während der umfangreichen Arbeiten zur Aalreife. Frau Dr. Roxana und Herrn Marko Freese danken wir für die Durchführung der Schadstoffanalytik.

Quellenangaben:

- Butts et al. (2016) *Aquaculture* 464: 451-458. First-feeding by European eel larvae: A step towards closing the life cycle in captivity
- ICES (2016) Report of the Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eel (WGEEEL). ICES CM 2015/ACOM:18. 130pp.
- Miller et al. (2013) *Biol Letters* 9. A low trophic position of Japanese eel larvae indicates feeding on marine snow
- Riemann et al. (2010) *Biol Letters* 6:819-822. Qualitative assessment of the diet of European eel larvae in the Sargasso Sea
- Sørensen et al. (2016) *Aquaculture* 456:50-61. Ontogeny and growth of early life stages of captive-bred European eel
- Sühring et al. (2015) *Sci Total Environ* 530/31:209-218. Maternal transfer of emerging brominated and chlorinated flame retardants

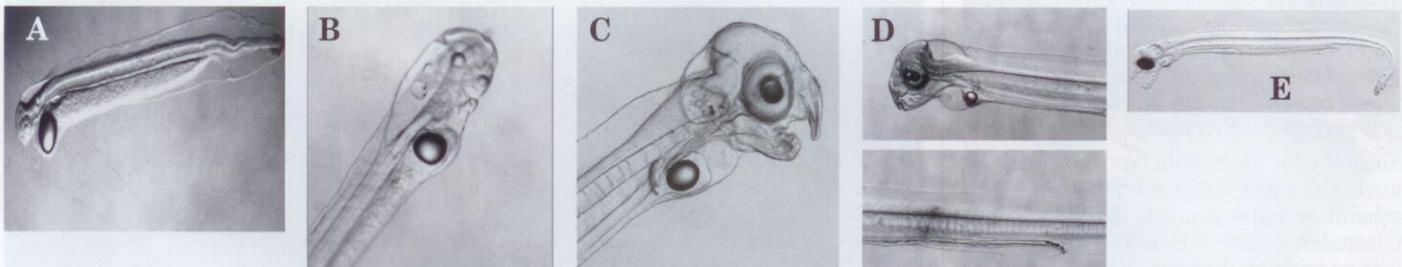


Abb. 3: Larvenentwicklung: A) 2 Tage nach Schlupf: Dottersacklarve, Augenpunkt und Otolithen sichtbar, Länge ca. 4 mm. B) 5 Tage nach Schlupf: Kieferbildung, Länge ca. 6 mm. C) 8 Tage nach Schlupf: Kieferbildung schreitet weiter voran, Augen pigmentiert, Dotter fast aufgebraucht. D) 9 Tage nach Schlupf: durchgehender Darmkanal, Länge ca. 7 mm. E) 13 Tage nach Schlupf: Kiefer und Zähne voll ausgebildet; die Larve ist jetzt bereit zur Futteraufnahme (Fotos: A-D: Lasse Marohn, E: Michael Tessmann)