

Die Mikropyle - mehr als ein Loch in der Eihülle von Fischen

Rüdiger RIEHL¹

Die Aufgaben der Eihülle sind vielfältig (vgl. RIEHL 1996). So ist sie zum Schutz des sich entwickelnden Embryos da. Je mehr die Eier oder die Embryonen nach der Eiablage mechanischer Beanspruchung ausgesetzt sind, desto dicker ist die Eihülle. Normalerweise hat

die Zona radiata eine Dicke von 5-15 μm , bei kieslaichenden Arten, z. B. Salmoniden, kann sie bis zu 60 μm , bei brandungslaichenden Arten (z. B. dem Steinpicker (*Agonus cataphractus*) sogar bis 100 μm dick sein. Demgegenüber ist sie bei Teleosteen, deren Eier nur gering beansprucht werden, z. B. bei maulbrütenden Cichliden oder lebendgebärende Arten, besonders dünn; bei Hochlandkärpflingen (Goodeidae) oder lebendgebärenden Zahnkarpfen (Poeciliidae) sind sie nur 0,5-2 μm dick.

Durch die Zona radiata erfolgt auch die Versorgung der Eier mit Sauerstoff. Bei manchen Fischarten wirkt ein Teil der Zona radiata auch antibakteriell. Diese Wirkung beruht auf der Produktion von Wasserstoffperoxid. Bei den substratlaichenden Arten ist die Zona radiata externa für das Haften der Eier verantwortlich. Dafür gibt es eine Reihe unterschiedlicher Mechanismen, z. B. Haftschichten, Haftzotten oder Haftfäden. Substratlaichende Fische haften ihre Eier fest, damit diese nicht durch Strömung oder Brandung verdriftet werden. Weiterhin können durch das Anheften Gelege gebildet werden, die bei Brutpflegenden Arten eine bessere Bewachung zulassen. In sauerstoffarmen oder gar sauerstofffreien Gewässern erfolgt die Anheftung der Eier an den Spitzen von Wasserpflanzen, so daß eine

Eizellen und Eier von Teleosteen sind immer von einer Eihülle umgeben, die eine unterschiedliche Dicke aufweisen kann. Die Eihülle (= Zona radiata) besteht bei den meisten Knochenfischen aus zwei Schichten, einer Zona radiata interna und einer Zona radiata externa. Chemisch besteht die Interna überwiegend aus Proteinen, die Externa größtenteils aus neutralen und sauren Mucopolysacchariden

ausreichende Sauerstoffversorgung gewährleistet ist.

Die mehr oder weniger starke Eihülle (Zona radiata) stellt für die Spermien eine unüberwindbare Barriere dar. Hinzu kommt noch, daß allen Teleosteer-Spermien, von zwei Ausnahmen abgesehen (*Lepidogalaxias salamandroides*, *Gambusia affinis*), ein **Akrosom** fehlt. Akrosomen sind bläschenartige Gebilde an den Spermienköpfen vieler Tiere, in denen sich Substanzen befinden, mit deren Hilfe Eimembranen und **dünne** Eihüllen chemisch aufgelöst werden. Anschließend können dann die Spermien in das Ei eindringen.

Theoretische Berechnungen für Knochenfischspermien haben ergeben, daß hier ein Akrosom riesig sein müßte, um in die zumeist dicken Eihüllen ein Loch lösen zu können. Daher gibt es bei Teleosteen einen anderen Weg, die Besamung und Befruchtung zu gewährleisten. Das geschieht über eine schon vorhandene Perforation in der Eihülle, die **Mikropyle**. Den ersten Nachweis einer Mikropyle bei Fischen erbrachte DOYERE schon 1855 an den Eiern von Seenadeln (*Syngnathus spec.*). Inzwischen konnte diese Struktur an den Eizellen und Eiern von weit mehr als 200 Fischarten festgestellt werden.

¹ Institut für Zoomorphologie der Universität Düsseldorf, Universitätsstr. 1, D-40225 Düsseldorf

Gebildet wird dieses "Loch" in der Eihülle durch eine spezielle, stark vergrößerte Follikel-epithelzelle, die sogenannte Zapfenzelle. Ein Fortsatz dieser Zelle hält die Öffnung frei, die später zum Mikropylkanal wird. Man kann den Vorgang beim Freiwerden der Mikropyle mit dem Entspunden eines verschlossenen Fasses vergleichen.

Bei allen bisher untersuchten Teleosteen ist immer nur **eine einzige** Mikropyle vorhanden; dagegen findet man bei Stören bis zu 15 solcher Öffnungen. Die Gestalt der Teleosteen-Mikropyle kann variieren. Bisher sind vier verschiedene Typen beschrieben worden (vgl. Abb. 1, aus RIEHL 1991).

Die Hauptaufgabe der Mikropyle besteht darin, den Eintritt der Spermien durch die Eihülle zu ermöglichen. Dabei kommt zwischen Mikropyle und Spermien ein "Schlüssel-Schloß-Prinzip" vor, das heißt, bei vielen Teleosteen-Arten sind der Durchmesser des Spermienkopfes und der Durchmesser der Mikropyle aufeinander abgestimmt. Auf jeden Fall kann an der engsten Stelle immer nur ein einziges Spermium die Mikropyle passieren und das Ei besamen. Auf diese Weise wird die bei den Knochenfischen zu Mißbildungen führende **Polyspermie**, das gleichzeitige Eindringen mehrerer Spermien, verhindert.

Vor kurzem konnte beim Reiskärpfling *Oryzias latipes* (IWAMATSU & al. 1991) und beim Schneider *Alburnoides bipunctatus* (PATZNER et al., unveröffentl. Beobachtung) nachgewiesen werden, daß die Mikropyle durch einen vom Ei gebildeten Plasmapropf mechanisch verschlossen wird, sobald das erste Spermium in das Ei eingedrungen ist.

An dieser Stelle drängt sich die Frage auf, wie die Fischspermien die Mikropyle überhaupt finden. Dazu gibt es mehrere Theorien. Die wohl einfachste ist, daß die Mikropyle zufällig gefunden wird. Bei der Abgabe solch riesiger Mengen von Spermien, wie sie bei vielen Arten vorkommt, ist das eine einleuchtende Erklärung. Eine immer wieder postulierte, aber erst in letzter

Zeit bewiesene Theorie ist das Bereitstellen von Spermien-Lockstoffen (Pheromonen) durch das Ei (IWAMATSU et al. 1992, YANAGIMACHI et al. 1992). Eine weitere Möglichkeit, das Zusammentreffen der Gameten (= Geschlechtsprodukte) zu optimieren, ist die Ausbildung von Vorrichtungen, die die Spermien zur Mikropyle hinführen. Dazu sind Rinnen oder Furchen in der Eioberfläche eingelassen. Solche Spermienleitsysteme wurden in den letzten Jahren bei Knochenfischen unterschiedlicher systematischer Herkunft mehrmals beschrieben, so bei den Cypriniden *Barbus conchonioides* (AMANZE & IYENGAR 1990) und *Cyprinus carpio* (RIEHL & PATZNER 1994), dem Wels *Sturisma aureum* (RIEHL & PATZNER 1991) und bei verschiedenen Vertretern der Anabantoidei (RIEHL & KOKOSCHA 1993, BRITZ et al. 1995). Die letzteren weisen wohl die perfektesten bisher bekannten Spermienleitsysteme auf.

Wie werden aber die Eier von denjenigen Fischarten besamt, deren Mikropyle mit dem animalen Pol an Substraten festgeheftet werden? Zur Zeit sind drei Wege bekannt:

1. Der Abstand der Haftfäden zueinander ist so groß, daß die Spermien auch noch nach dem Anheften die Mikropyle erreichen können. Das ist von einigen Grundeln her bekannt.

2. Sind hingegen die Abstände der Haftfäden so eng, daß die Spermien nicht mehr passieren können, **muß** die Besamung schon vor dem Anheften erfolgt sein. In diesem Fall das Verhalten der Partner vor und während der Abgabe der Geschlechtsprodukte genau aufeinander abgestimmt sein. Das geschieht beispielsweise beim Piranha *Serrasalmus nattereri* (WIRZ-HLAVACEK & RIEHL 1990) oder dem Kiemensackwels *Clarias gariepinus* (RIEHL & APPELBAUM 1991).

3. Eine dritte Möglichkeit wurde erst kürzlich von PATZNER & LAHNSTEINER (1995) für Blenniiden gefordert und von HORSTHEMKE (1995) bei Gobiden nachgewiesen, das Anlegen von sogenannten Spermientapeten. Hierbei sucht das

Männchen einen Laichplatz aus und deponiert auf dieser Unterlage seine mehrere Stunden lebensfähigen Spermien. Auf diese setzt das Weibchen die Eier ab, die während des Festheftens oder auch noch danach besamt werden können.

Literatur

- AMANZE, D. & A. NYENGAR (1990): The micropyle: a sperm guidance system in teleost fertilization. *Development* 109: 495-500.
- BRITZ, R., M. KOKOSCHA & R. RIEHL (1995): The anabantoid genera *Ctenops*, *Luciocephalus*, *Parasphaerichthys*, and *Sphaerichthys* (Teleostei: Perciformes) as a monophyletic group: Evidence from egg surface and reproductive behaviour. *Jpn. J. Ichthyol.* 42: 73-81.
- HORSTHEMKE, H. (1995): Fortpflanzungsbiologie von Grundeln, S. 115-128. In: Fortpflanzungsbiologie der Aquarienfische. (GREVEN, H. & R. RIEHL, eds.). Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- IWAMATSU, T., K. ONITAKE, Y. YOSHIMOTO & Y. HIRAMOTO (1991): Time sequence of early events in fertilization in the medaka egg. *Develop. Growth & Differ.* 33: 479-490.
- IWAMATSU, T., Y. TOYA, H. OOUCHI, T. AOYAMA, J. YONEIMA, T. KONDO, K. IMAI, H. HATTORI, S. IKEGAMI & M. ONDA (1992): Characterization of a low molecular weight factor in chicken serum with oocyte maturation-inducing activity. *Biomedical Research* 13: 429-437.
- PATZNER, R.A. & F. LAHNSTEINER (1995): Männliche Keimzellen von Knochenfischen, S. 59-68. In: Fortpflanzungsbiologie der Aquarienfische. (GREVEN, H. & R. RIEHL, eds.). Schmettkamp Verlag, Bornheim.
- RIEHL, R. (1991): Die Struktur der Oocyten und Eihüllen oviparer Knochenfische - eine Übersicht. *Acta Biol. Benrodis* 3: 27-65.
- RIEHL, R. (1996): The ecological significance of the egg envelope in teleosts with special reference to limnic species. *Limnologia* 26: 183-189.
- RIEHL, R. & S. APPELBAUM (1991): A unique adhesion apparatus on the eggs of the catfish *Clarias gariepinus* (Teleostei, Clariidae). *Jpn. J. Ichthyol.* 38: 191-197.
- RIEHL, R. & M. KOKOSCHA (1993): A unique surface pattern and micropylar apparatus in the eggs of *Luciocephalus* sp. (Perciformes, Luciocephalidae). *J. Fish Biol.* 43: 617-620.
- RIEHL, R. & R.A. PATZNER (1991): Breeding, egg structure and larval morphology of the catfish *Sturisoma aureum* (Steindachner) (Teleostei, Loricariidae). *J. Aquaricult. Aquat. Sci.* 6: 1-6.
- RIEHL, R. & R.A. PATZNER (1994): Die Eier heimischer Fische. 7. Karpfen - *Cyprinus carpio* LINNAEUS, 1758 (Cyprinidae). *Acta Biol. Benrodis* 6: 1-7.
- WIRZ-HLAVACEK, G. & R. RIEHL (1990): Fortpflanzungsverhalten und Eistruktur des Piranhas *Serrasalmus nattereri* (Kner, 1860). *Acta Biol. Benrodis* 2: 19-38.
- YANAGIMACHI, R., G.N. CHERR, M.C. PILLAI & J.D. BALDWIN (1992): Factors controlling sperm entry into the micropyles of salmonid and herring eggs. *Develop. Growth & Differ.* 34: 447-461.

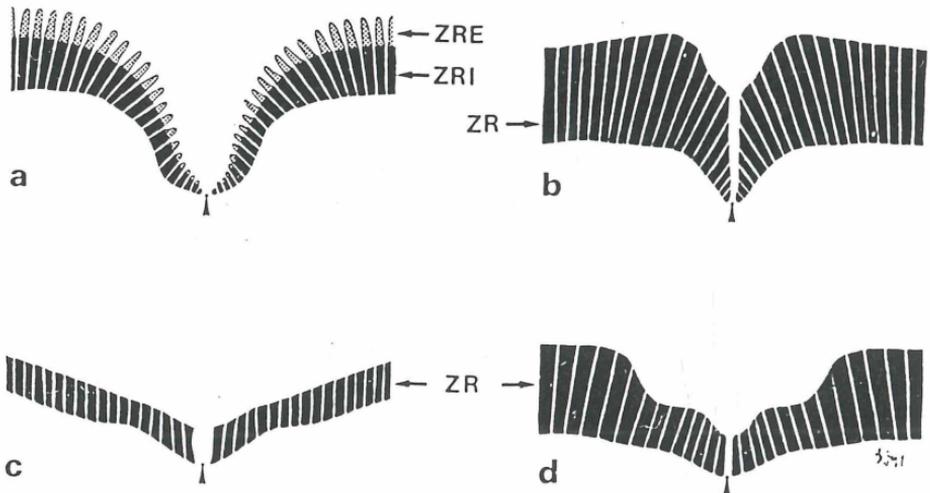


Abb. 1: Schematische Zeichnung der bisher bekannten Mikropylen-Typen:

a. **Typ I:** Mikropylen mit tiefer Mikropylengrube und kurzem Mikropylenkanal.

b. **Typ II:** Mikropylen mit flacher Mikropylengrube und entsprechend längerem Mikropylenkanal. Die Mikropylengrube ist höchstens so tief, wie der Mikropylenkanal lang ist.

c. **Typ III:** Mikropylen ohne Mikropylengrube, nur mit Mikropylenkanal.

d. **Typ IV:** Mikropylen mit zwei Mikropylengruben (äußerer und innerer) und einem kurzen Mikropylenkanal.

Rüdiger RIEHL hielt im Sommersemester 1996 im Rahmen einer Gastprofessur eine Vorlesung und eine Übung zum Thema „Reproduktionsbiologie von Knochenfischen. Seit viele Jahren beschäftigt es sich mit der Struktur und Funktion der Eihülle von Knochenfischen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bufus-Info - Mitteilungsblatt der Biologischen Unterwasserforschungsgruppe der Universität Salzburg](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Riehl Rüdiger

Artikel/Article: [Die Mikropyle - mehr als ein Loch in der Eihülle von Fischen 7-10](#)