



P/199

## Weitere Untersuchungen über die Physiologie der Befruchtung und die Zuordnung der Game- ten bei Fischen.

Von **HANS-JOACHIM ELSTER**, Falkau und **HANS MANN**, Hamburg<sup>1)</sup>.

In einer früheren Arbeit (ELSTER u. MANN 1950) haben wir einige Beobachtungen über die Physiologie der Befruchtung bei Fischen mitgeteilt, die viele theoretisch und praktisch wichtige Fragen offen ließen. Die Fortsetzung dieser Untersuchungen ist daher als Gemeinschaftsarbeit der Bundesanstalt für Fischerei, Institut für Küsten- und Binnenfischerei (MANN) und der Hydrobiologischen Station, Falkau (ELSTER) in Angriff genommen worden.

Die für das Jahr 1949 geplanten Versuche wurden durch die ungünstige Frühjahrswitterung zum größten Teil vereitelt. Im Teichgut Sunder<sup>2)</sup> hatten bei unserer Ankunft Anfang April die Hechte vor wenigen Tagen gelaicht. Einige bis zu unserer Ankunft getrennt geschlechtlich untergebrachte Zuchtfische begannen nach dem Zusammensetzen infolge eines Kälterückschlages und trüben, regnerischen Wetters nicht mit dem Laichspiel. Sie gingen im Laufe der nächsten Wochen zum größten Teil an Laichverhärtung zugrunde. Lediglich drei kurz zuvor gestreifte Rogener lieferten bei der Streifung noch etwas Eimaterial verschiedener Güte. Dagegen konnte von den Milchnern noch einwandfreie Milch gewonnen werden.

Die Karpfen kamen in Sunder infolge der feuchten und kühlen Maiwitterung erst am 5. bzw. 6. Juni zum Laichen. Die für die Versuche reservierten Laichfische wurden am 9. 6. in die Laichteiche gesetzt, kamen jedoch infolge eines am selben Tage einsetzenden Kälterückschlages nicht zum Laichen. Nur das Nachstreifen einiger bereits abgelaichter Rogener ergab eine geringe Anzahl Eier und viel Fruchtwasser. Die Milchner lieferten wenig Sperma und ebenfalls viel Fruchtwasser.

<sup>1)</sup> Herrn Professor Dr. phil. et med. A. WILLER zum 60. Geburtstag gewidmet.

<sup>2)</sup> Den Herren v. SCHRADER, Teichgut Sunder, und Fischermeister SCHMIDT, Preetz/Holstein, sei für die gewährte Gastfreundschaft und ihre stets hilfsbereite Unterstützung unserer Arbeiten auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

wasser. Die Eier erwiesen sich als nicht mehr befruchtungsfähig, die Milch dagegen war gut reaktionsfähig.

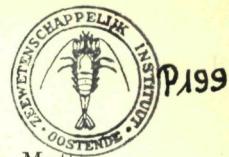
Als am 24. 6. warme und schwüle Witterung einsetzte, wurden abermals die Laichkarpfen in die Laichteiche ausgesetzt. Sie begannen aber nicht mit dem Treiben. Eine Prüfung ergab, daß die Rogener völlig hart waren und selbst die Milchner keinen Tropfen Sperma abgaben. Bereits bei den früheren diesjährigen Versuchen waren Einspritzungen von Johimbin, auf das Aquarienfische fast sofort mit Anlegen des Hochzeitskleides und erhöhter Laichbereitschaft reagierten, erfolglos geblieben. Daher wurden die Versuche in Sunder abgebrochen.

Durch die Bemühungen des Landesfischereiverbandes Schleswig-Holstein und dank des Entgegenkommens des Fischermeisters SCHMIDT, Preetz/Holstein, konnte noch eine Anzahl Schleien aus dem Postsee bei Preetz zur Untersuchung kommen. Auch hier war bei unserer Ankunft am 5. Juli der Laich größtenteils beendet. Doch wurden in Reusen noch laichreife Fische beiderlei Geschlechtes gefangen. Zwei Tage in fließendem Wasser gehälterte Fische ergaben z. T. noch gut laufendes Eimaterial, das aber nicht mehr befruchtungs- und entwicklungs-fähig war. Die Milchner ergaben zum großen Teil Milch, die bei einigen Tieren noch volle Beweglichkeit zeigte, bei anderen fast unbeweglich blieb. Die gleichen Ergebnisse brachten in der Nacht frisch gefangene Rogener, die nach der Landung am Morgen gestreift wurden: Obwohl die Fische teilweise sehr leicht und sehr viel Eimaterial abgaben, erwiesen sich die Eier sämtlich als entwicklungsunfähig. Das Sperma-material war dagegen zum größten Teil einwandfrei.

Schließlich wurden in der Teichwirtschaft Rixdorf<sup>3)</sup> bei Plön noch Anfang Juli 2 Karpfenmilchner gestreift, die viel und hervorragendes Spermamaterial lieferten. Das Sperma wurde in kleinen Fläschchen mitgenommen und in Preetz verwendet.

Diese Beobachtungen bestätigen einige Ergebnisse von PROBST (1937): Will man von Karpfen und Schleien entwicklungsfähige Eier haben, müssen diese im Zustand der „Hochreife“ sein. Diese Hochreife besteht offenbar nur unmittelbar während des Laichspiels. Sowohl am Tage zuvor wie einen Tag später erhielt auch PROBST keine entwicklungsfähigen Eier, selbst die zu Beginn des Laichspiels gestreiften Eier entwickelten sich sehr mangelhaft, während inmitten des auf dem Höhepunkt befindlichen Laichspiels gestreifte Eier ein gutes Resultat ergaben. Die während des Treibens sich abspielenden, vermut-

<sup>3)</sup> Herrn NEUDECKER, Rixdorf, sei für seine Unterstützung herzlich gedankt.



lich hormonal gesteuerten physiologischen Vorgänge bei den Mutterfischen sind noch ungeklärt und harren einer näheren Bearbeitung.

Die Beobachtungen von PROBST (1937) über die Schädigung der Eier durch zu langes Hinauszögern der Laichzeit waren uneinheitlich. In einigen Fällen erhielt er noch Ende Juni bei anhaltend warmer Witterung einwandfreies Material. Lediglich der Prozentsatz an verkrüppelten Larven war gestiegen. Unsere Beobachtungen bestätigen zunächst die Erfahrungen der Praxis, daß der Hecht gegen eine zu lange Verschiebung des Laichtermes besonders empfindlich ist. Sie zeigen aber auch, daß selbst bei Karpfen eine Verzögerung von 2—3 Wochen im Juni trotz nachfolgender günstiger Witterung zu Fehlschlägen führen kann.

#### Spermabewegung und pH-Werte.

In unserer vorigen Arbeit (ELSTER u. MANN 1950) war der Ablauf der Spermabewegung zwischen den pH-Werten 4,7—9 unter Verwendung von Sörensen-Phosphat-Puffern geprüft worden, wobei von 5—9 die Beweglichkeit sehr gut war, während bei 4,7 bereits eine Verlangsamung eintrat und ein Teil der Spermatozoen unbeweglich blieb. Wurde der pH-Wert durch HCl-Zugabe weiter erniedrigt, so trat sofortige Agglutination des Spermias ein. Bei Steigerung des pH-Wertes durch Zusatz von NaOH wurde eine geringe Abnahme der Bewegungsintensität festgestellt. pH-Messungen außerhalb der Bereiche 4,5—9 konnten damals leider infolge Fehlens einer geeigneten Apparatur nicht angestellt werden. Es blieben daher einige offene Fragen: Auch in natürlichen Gewässern können die pH-Werte unter 4,7 und oberhalb 9 liegen. Wie verhält sich die Spermabeweglichkeit in diesen Bereichen? Ferner: Ist die Schädigung des Spermias in den vorjährigen Versuchen vielleicht durch eine spezifische Wirkung der Salzsäure und nicht nur auf die erhöhte H-Ionen-Konzentration zurückzuführen? Schließlich: Reagiert das Sperma von Fischen, die in Gewässern von verschiedenem pH beheimatet sind, verschieden? Die übrigen Fragen, die sich weiterhin aufdrängen, konnten infolge der beschriebenen Materialschwierigkeiten in diesem Jahr noch nicht in Angriff genommen werden.

Die zur Prüfung der Spermabewegung angewandte Technik ist bereits in der letzten Arbeit beschrieben worden. Es wurden jeweils zwei Versuchsreihen aufgestellt. Die eine unter Verwendung der Sörensen-Phosphat-Puffer, wobei die pH-Skala nach der sauren Seite durch Zusatz von  $\text{NaHSO}_4$ , nach der alkalischen Seite durch NaOH verlängert wurde. Die Parallelreihe wurde mit natürlichem See- bzw. Teichwasser angesetzt, dessen pH durch  $\text{NaHSO}_4$  bzw. NaOH verändert

wurde. Die extremen Werte bedürfen einer ständigen Korrektur, da sie sich naturgemäß laufend verändern. Geprüft wurde der pH-Bereich von 3,5—11,5 mit Karpfen- und Schleiensperma. Die Ergebnisse können hier kurz zusammengefaßt werden:

1. Das Sperma der einzelnen Individuen reagiert besonders bei den extremen pH-Werten verschieden. Auch wenn bei den mittleren pH-Werten von 7—8 die Spermaproben in ihrer Bewegung sich kaum unterscheiden, so können sie doch bei den pH-Werten oberhalb 9 und unterhalb 5 sehr verschiedene Ergebnisse liefern.
2. In unseren Versuchen war das Schleiensperma bei den extremen Werten im allgemeinen empfindlicher als das Karpfenmaterial. Doch vermögen wir nicht zu sagen, ob diese Beobachtung verallgemeinert werden kann, da auch innerhalb der einzelnen Arten große Unterschiede vorkamen und die Zahl unserer Versuche für eine statistische Auswertung zu klein ist.
3. Es bestätigten sich die vorjährigen Ergebnisse: Sowohl bei Karpfen wie bei Schleien ist die Spermabewegung im Bereich von 5—9 sehr lebhaft und allgemein. Die Intensität und Geschwindigkeit des Ablaufens wird mit steigendem pH-Wert etwas erhöht, und zwar bei den diesjährigen Versuchen bis 9,0. Hierbei ist es ohne Einfluß, ob Sörensen-Puffer oder Seewasser mit Bisulfat- bzw. NaOH-Zusatz verwendet wurde.
4. Unterhalb pH 5,0 (— 3,7) machen sich zwei Tendenzen geltend: Einmal tritt eine bedeutende Verlangsamung der Bewegung ein, und viele Spermatozoen bleiben überhaupt unbeweglich. Auch innerhalb derselben Spermaprobe traten die individuellen Unterschiede der einzelnen Spermatozoen besonders deutlich hervor. Der Bewegungsablauf wird schleppend, viele, häufig sämtliche Spermatozoen kommen über zeitlupenmäßige Bewegung überhaupt nicht heraus. Außerdem aber macht sich eine steigende Tendenz zu strich- oder fladenförmiger Agglutination bemerkbar, die bis zum Zusammenschrumpfen der Spermamasse führen kann. Diese Agglutinationstendenz trat bei dem Schleiensperma ganz besonders deutlich hervor. Wenn durch die Agglutination vorwiegend die Spermatozoen mit relativ langer Beweglichkeit ausgeschaltet werden, kann durch die geringe Menge der frei beweglich bleibenden der Eindruck einer Verkürzung des ganzen Bewegungsablaufes entstehen. Auch bei der stärksten Agglutination blieb aber selbst bei pH 3,5—3,7 noch ein größerer Prozentsatz der Spermatozoen frei beweglich.
5. Bei pH-Werten von 9 an aufwärts zeigte sich die Bewegungsintensität entweder gleich stark wie bei etwas niederen pH-Werten oder eher noch gesteigert in den diesjährigen Versuchen. Hierbei ist zu

bemerken, daß die Versuche mit hohen pH-Werten an Material aus Preetz und Rixdorf, also aus kalkreichen Gewässern mit hohem pH (um 8 herum) vorgenommen wurden, während die vorjährigen Versuche, die bei pH 9 schon eine geringe Abnahme zeigten, in Sunder, also bei natürlichen pH-Werten unter 7, gewonnen waren. Eine Neigung zu einer leichten Agglutinationsmaserung der Spermaprobe war besonders beim Karpfensperma zu bemerken. Bei pH 11,5 (100 ccm Seewasser + 12 ccm n/20 NaOH) war bei den Schleien das Gros, bei den Karpfen ein beträchtlicher Teil der Spermatozoen in Fladen agglutiniert. Die Bewegung der freien war bei den Karpfen von äußerster Lebhaftigkeit, bei den Schleien zwar auch stark, aber deutlich schwächer als bei den Karpfen. Der zeitliche Ablauf der Bewegung war sowohl bei Schleien wie Karpfen normal.

Über das im einzelnen wechselnde Ausmaß der Verlängerung bzw. Verkürzung der Bewegungszeiten mögen einige Beispiele Auskunft geben: Bei einem Karpfen aus Sunder war der Beginn der Bewegungsverlangsamung bei pH 4,0 nach 50 sec, bei 8,0 nach 25 sec, bei 9,0 nach 20 sec deutlich bemerkbar. Die entsprechenden Zeiten für die beginnende Erstarrung der Bewegung waren 80—100 sec, 55 sec und 35—40 sec. Das wegen des Nachzitterns schwer feststellbare völlige Erlöschen der Bewegung (ein leichtes Nachzittern nicht mitgerechnet) trat bei den niederen pH-Werten nach 150—250 sec ein, bei pH 7—8 nach 100—120 sec, bei pH 9 nach 85—90 sec. Der zeitliche Bewegungsablauf war bei Karpfen und Schleienmaterial im großen und ganzen gleich. Doch wurden bei dem Preetzer Material nie so große Zeitdifferenzen im Ablauf bei den verschiedenen pH-Werten gefunden, da offenbar die Variationsbreite der Spermatozoen innerhalb ein- und derselben Spermaprobe von vornherein größer war, während das Material aus Sunder offensichtlich bereits an der Grenze der Überreife stand.

Diese und viele andere Beobachtungen geben einen erneuten Hinweis darauf, daß in einer Spermaprobe viel physiologisch verschiedenen reagierende Varianten mit verschiedenen Reiz- bzw. Empfindlichkeitsschwellen vereinigt sind. Hierbei ist ungeklärt, ob das Optimum der einzelnen Spermatozoen verschieden liegt, oder ob nur die Empfindlichkeit gegen Milieuänderungen beiderseits des Optimums verschieden groß ist. Sicher ist, daß z. B. das „physiologische Alter“ der einzelnen Spermatozoen eine wesentliche Rolle spielt. Der verschiedene Prozentsatz der einzelnen Variantengruppen macht in erster Linie das verschiedene Bild der verschiedenen Spermaproben aus. Aber auch der Bereich der ganzen umfaßten Variationsskala ist bei den Spermaproben verschiedener Tiere oft verschieden.

Es stehen noch Versuche aus, den Befruchtungserfolg und die Entwicklungsmöglichkeiten in den verschiedenen Medien zu prüfen. Diese Versuche sollen bei nächster Gelegenheit nachgeholt werden.

#### Individualität und Gamone.

Während bei der Untersuchung der Spermabewegung und der Gamonreaktionen das individuelle Verhalten der einzelnen Spermatozoen deutlich zutage tritt, sind in den üblichen Gamonversuchen die Eier nur in Massen erfaßt. Um die entsprechenden physiologischen Unterschiede der Eier kennen zu lernen, sind Individualversuche mit einzelnen Eiern erforderlich. Solche Versuche standen bisher noch aus. Es wurden daher im Teichgut Sunder 3 Hechtweibchen gestreift, von denen Nr. 1 reif war und die Eier leicht laufen ließ. Nr. 2 war offenbar noch nicht ganz vollreif und gab nur wenig Eier ab. Nr. 3 war auf dem Höhepunkt der Reife und lieferte viele und große Eier. Von allen 3 Eiproben wurde zunächst von einem Teil der Eier in der üblichen Weise Eisekretwasser gewonnen, indem 1 Volumen Eier mit demselben Volumen Wasser vermischt in einer Tube 2 Stunden unter gelegentlichem Aufwirbeln der Eier durch Umkehrung der verschlossenen Tube belassen und dann filtriert wurde. Die anschließende Prüfung mit Hechtsperma ergab, daß keine der Eiproben die für starke Gamonkonzentration charakteristische kräftige zusammenziehende Agglutination des Spermias hervorrief, wohl aber zeigte sich besonders im Anfangsstadium der Bewegungsphase eine schwache, mehr oder weniger diffuse Agglutination. Nur die Probe vom Weibchen 3 rief zahlreiche kleine sommersprossenartige Agglutinationszentren hervor.

Für die Individualversuche wurden von jeder der frischgestreiften Eiproben je 10 Eier gleicher Größe ausgelesen. Jedes Ei kam nach leichtem Abtrocknen mit Fließpapier in ein kleines Tübchen von ca. 6 mm Durchmesser und wurde mit 0,1 ccm Teichwasser versetzt, worauf das Tübchen zum Schutz vor Verdunstung mit einem Gummistopfen verschlossen wurde. Nach 7stündiger Expositionszeit wurde die Flüssigkeit mit einer spitzen Pipette abgesaugt und in der üblichen Weise in ihrer Wirkung auf Sperma untersucht. Diese Versuche galten auch gleichzeitig der Frage, welche Gamonkonzentration ein Einzeli in seiner unmittelbaren Umgebung hervorrufen kann, wenn Diffusion bzw. Strömungen ausgeschlossen sind. Daß in der Natur die Gamonkonzentration in der Umgebung der Eier viel geringer ist, da sie ja durch das Wasser hindurchwirbeln bzw. sinken, ist dabei leicht einzusehen. Im Freien dürfte die Rolle des mitabgegebenen Fruchtwassers von Bedeutung sein.

Auch bei diesen Einzelversuchen wurden weder akute Massenagglutinationen noch starke Verlängerungen der Bewegungszeiten beobachtet. Die Wirkung der Eisekretwasserproben wurde mit 2 verschiedenen Spermaproben geprüft. Hierbei zeigte sich zunächst, daß die einzelnen Eisekretwasserproben auf die beiden Spermaproben eine verschiedene Wirkung hatten. Das Sperma Nr. 1 war lebhaft beweglich und zeigte schon im Teichwasser eine leichte Neigung zu einer unscharfen Agglutinationsmaserung, die sich erst nach Überschreiten des Bewegungsmaximums allmählich ausbildete. Diese „Spättagglutination“ wurde durch das Eisekretwasser im allgemeinen bedeutend abgeschwächt. Das Sperma Nr. 2 zeigte in Teichwasser noch akutere kribbelnde Beweglichkeit, jedoch keine oder nur eine äußerst schwache Agglutinationsneigung. Unter dem Einfluß des Eisekretwassers jedoch zeigte es eine deutliche Maserung, die viel stärker war als in den Teichwasserkontrollen. Diese Beobachtungen wurden in vielen Parallelversuchen immer wieder bestätigt. Man könnte daran denken, daß ein gewisses Optimum der Oberflächenbeschaffenheit der Spermatozoen für die Agglutination im ersten Falle bereits überschritten war, das andere Mal noch nicht erreicht, wodurch im ersten Falle eine zusätzliche Veränderung durch die Eigamone die Agglutinationsneigung abgeschwächt, im anderen aber erhöht hat.

Es zeigte sich ganz deutlich, daß die abschwächende bzw. verstärkende Agglutinationswirkung wie auch die Erhöhung der Aktivierung bei den einzelnen Eiern sehr verschieden stark waren. Die Kontrolle geschah in der Weise, daß auf einem Objektträger auf die eine Hälfte ein Tropfen Teichwasser, auf die andere ein gleich großer Tropfen Eisekretwasser gebracht und beide fast gleichzeitig mit je einer Öse desselben Spermas genau gleichartig durchmischt wurden. Der eine von uns kontrollierte die beiden Proben in schneller Reihenfolge abwechselnd ohne Unterbrechung bis zum Ende der Bewegungsphase, während der andere das Protokoll führte. Schließlich wurden Rückkontrollen mit gleichzeitiger Beobachtung zweier verschiedener Einzeleisekretproben durchgeführt. Auf diese Weise kamen die individuellen Unterschiede der Eier deutlich zum Ausdruck, und zwar unabhängig von der Größe des Eidurchmessers. Dennoch entsprachen die Einzelreaktionen im Durchschnitt deutlich den Eigenschaften, die das betreffende Eisekretwasser bei den Massenversuchen bereits gezeigt hatte. So zeigte das Sperma in fast allen Einzeleisekreten des Weibchens Nr. 3 eine Neigung zu relativ starker Agglutination. Nur die extremen Varianten der verschiedenen Eiproben überschnitten sich gewissermaßen, so daß sich eine durchgehende Variationskurve aufstellen läßt, auf der sich die Eigenschaften der einzelnen Weibchen

durch die verschiedene Häufigkeit der einzelnen Varianten ungefähr abgrenzen lassen würden.

In bezug auf die Gamonabsonderung unterscheiden sich also die einzelnen Eier in prinzipiell der gleichen Weise, wie die einzelnen Spermatozoen innerhalb einer Spermaprobe sich durch verschiedene Reizschwellen und dadurch bedingte Reaktionsarten unterscheiden. Das Ausmaß der Variationsbreite kann aus diesen ersten orientierenden Versuchen noch nicht erschlossen werden. Wenn aber beide Gametengruppen in diesen für die Befruchtung so wesentlichen physiologischen Eigenschaften stark variieren, ist anzunehmen, daß diese Unterschiede nicht gleichgültig für das Zustandekommen der Vereinigung zwischen den individuellen Gametenpaaren sein werden.

Das physiologische Verhalten der Fisch-Gameten ähnelt in den hier untersuchten Eigenschaften sehr stark den besser untersuchten Seeigel-Gameten. Da auch die Gamonuntersuchungen von MAX HARTMANN und seinen Mitarbeitern (1939, 1940 und 1947) eine prinzipielle Gleichheit dieses Teiles der Befruchtungsvorgänge bei Seeigeln und Fischen ergeben haben, kann man erwarten, daß auch die Untersuchung anderer Einzelfragen, die mit großer Wahrscheinlichkeit vom Wechselspiel der Gamone abhängen, bei beiden Tiergruppen ähnliche Resultate ergeben würden. Es seien daher kurz einige frühere an Seeigeln gewonnene Resultate (ELSTER 1935) hier mitgeteilt: Befruchtet man gleiche Eiportionen des gleichen Muttertieres in verschiedenen Schälchen mit verschiedenen Spermamengen, die je ein bestimmtes Vielfaches der kleinsten verwendeten Menge betragen, so steigt der Befruchtungserfolg mit steigender Spermamenge nicht geradlinig an, sondern der Prozentsatz der befruchteten Eier steigt in einer Kurve an: Die geringen Spermamengen haben den relativ besten, die höheren einen relativ geringeren Befruchtungserfolg. Nimmt man den günstigsten Fall, daß von der kleinsten Menge jedes Spermatozoon zur Befruchtung gelangt ist, so läßt sich aus der Form der Kurve bzw. aus dem Verhältnis von Spermamenge zur Befruchtungsziffer berechnen, wie vielfach mehr Spermatozoen pro Ei mindestens nötig gewesen sind, um auch bei geringeren Spermamengen unbefruchtet gebliebene Eier zu befruchten. Die Zahlen schwanken naturgemäß von Fall zu Fall. Im allgemeinen sind aber für die Befruchtung der letzten 5—10% der Eier rund 100—200mal mehr Spermatozoen erforderlich als für die Befruchtung der ersten 25—40%! In diesem Verhalten der Befruchtungsziffer bei steigenden Spermamengen ist ein weiteres Mittel gegeben, die physiologische Variation der Einzeleier in einer Probe zu analysieren. Wir können das Ergebnis auch so ausdrücken, daß die verschiedenen Eier sowohl innerhalb der einzelnen Eiprobe wie auch

noch stärker bei verschiedenen Muttertieren individuell verschiedene Ansprüche an das befruchtende Spermatozoon stellen. Bereits O. GLASER (1915) hat auf Grund ähnlicher Beobachtungen geäußert, die Situation sei gerade so, als ob der Eintritt in einen Raum durch eine Barriere blockiert sei, welche ein einzelner Mann nicht überwinden könne, wohl aber eine Gruppe von mehreren. Sobald diese Barriere aber einmal niedergebrochen sei, kann auch ein einzelner durch die Bresche hindurch. Diese später wiederholt diskutierte und von F. R. LILLIE (1915, 1923) abgelehnte Anschauung erscheint heute, nachdem wir durch HARTMANN und Mitarbeiter das Wechselspiel der Gamone kennengelernt haben, in einem anderen Lichte: Es könnte sehr wohl sein, daß die Konzentration der Eigamone durch eine mehr oder minder große Konzentration des Spermatis und seiner antagonistisch wirkenden Gamone auf ein Optimum gewissermaßen herabgesetzt werden muß, wenn die Menge und Stärke der Eigamone überoptimal ist, während bei optimalen oder unteroptimalen Konzentrationen die Spermamenge möglichst klein sein muß. Es dürfte nicht nur von theoretischem Interesse sein, diesen Verhältnissen näher nachzugehen.

Daß sich im übrigen nicht nur die Intensität der Gamonabgabe und der Spermareaktion, sondern auch die Befruchtungsfähigkeit und die Ansprüche an den Partner innerhalb derselben Gametenprobe schnell ändern können, beweisen Versuche mit kombinierten Bastardierungen bei Seeigeln. In diesen Versuchen wurde ein- und dieselbe Eiprobe zunächst mit dem Sperma einer anderen Art befruchtet. Einige Stunden später wurde eine zweite Befruchtung dieser Eiprobe vorgenommen, wobei entweder dieselbe Spermaprobe oder frisches Sperma der zuerst verwendeten Art oder Sperma einer dritten Art genommen wurde. In Kontrollversuchen wurde die erste Befruchtung weggelassen. Der Erfolg der beiden Befruchtungen war an dem verschiedenen Entwicklungsstadium der Keime festzustellen. Es zeigte sich auch hier, daß verschiedene Spermaproben in ein und derselben Eiprobe verschiedene Eikategorien bzw. verschiedene Variantengruppen befruchten, und daß die „Zuordnung“ der individuellen Gametenpaare innerhalb weniger Stunden stark wechseln kann. D. h., die gleiche Spermaprobe kann nach 2 Stunden andere Eigruppen befruchten als zuvor, gleichgültig, ob das Sperma bei der zweiten Befruchtung ebenfalls „gealtert“ war oder nochmals frisch dem Tiere entnommen wurde.

Auf Grund unserer bisherigen Kenntnisse ist anzunehmen, daß eine solche individuelle „Zuordnung der Gameten“ auch bei Fischen besteht, wenn auch ein Beweis noch aussteht. Die Praxis aber handelt so, als ob die Zuordnung Tatsache sei: Man streift bei der künstlichen Befruchtung möglichst mehrere Rogener und mehrere Milchner in die

gleiche Schale, ehe man umröhrt und Wasser zugibt: Je mehr verschiedene Variantengruppen vorhanden sind, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß alle Eier einen passenden Partner finden.

### Literaturverzeichnis.

- ELSTER, H.-J., 1935: Archiv für Entwicklungsmechanik 133.  
ELSTER, H.-J., und MANN, H., 1950: Archiv für Fischereiwissenschaft, Bd. 2  
GLASER, O., 1915: Biol. Bull. Mar. biol. Labor Wood's Hole 28.  
HARTMANN, M., Graf F. MEDEN, R. KUHN und H.-J. BIELIG, 1947: Zeitschrift f. Naturforschung, 2 b.  
HARTMANN, M., und O. SCHARTAU, 1939: Biol. Zentralblatt 59.  
HARTMANN, M., O. SCHARTAU und K. WALLENFELS, 1940: Biol. Zentralblatt 60.  
LILLIE, F. R., 1915: Biol. Bull., Wood's Hole 28.  
— 1923: Problems of fertilization. Chicago 1923.  
PROBST, E., 1937: Fischerei-Zeitung 40.

Anschriften der Verfasser:

Dr. HANS-JOACHIM ELSTER, Hydrobiol. Station f. d. Schwarzwald,  
Falkau/Schwarzwald.

Dr. H. MANN, Bundesanstalt für Fischerei, Institut für Küsten- und Binnenfischerei, Hamburg 36, Neuer Wall 70/74.

---