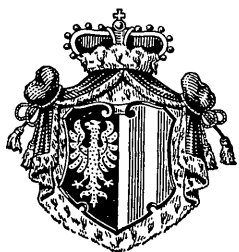


JAHRBUCH DES OBER- ÖSTERREICHISCHEN MUSEALVEREINES.

82. B A N D.



LINZ 1928.

VERLEGER: OBERÖSTERREICHISCHER MUSEALVEREIN.

DRUCK DER BUCH- UND STEINDRUCKEREI J. WIMMER, LINZ. 5754 28

Inhalt.

	Seite
1. Vereinsberichte	5
2. Berichte der wissenschaftlichen Landesanstalten (Landes- museum, Landesarchiv)	11
3. Beiträge zur Landeskunde:	
E. Trinks, Die Gründungsurkunden des Zisterzienser- klosters Wilhering	77
E. Straßmayr, Das Linzer Schmiedtor	127
E. Haller, Zur älteren Linzer Theatergeschichte	143
F. Korger, Franz Kurz	177
Nachrufe: Viktor Handel-Mazetti (E. Trinks), Alexander Nicoladoni (E. Straßmayr), Josef Petz (Th. Kerschner)	243
G. Riedl, Die Flußperlmuscheln und ihre Perlen	257
J. Zeitlinger, Über die Kleinseen im Flußgebiet der Alm und Steyer. — Ch. Walter, Die Milbenfauna der Kleinseen im Flußgebiet der Alm und Steyer	359
E. Eder, Die Land- und Süßwasserschnecken von Lam- bach	411

wegungen innerhalb der Eihülle auszeichnen. Seine Versuche, die beobachteten Tierchen weiter zu züchten, schlugen trotz der großen Sorgfalt, die er darauf verwendete, durchwegs fehl. Die Ansicht Leeuwenhoeks fand nicht allgemein günstige Aufnahme. Einer seiner bedeutendsten Widersacher war der dänische Gelehrte J. Rathke,⁴⁷⁾ der 1797 die Darlegungen des Holländers heftig bekämpfte. Rathke hielt die Organismen in den Kiemen der weiblichen Muscheln für Parasiten dieser Mollusken und gab ihnen einen eigenen Namen: „*Glochidium parasiticum*“. Rathke und seine Anhänger, darunter L. Jacobson,⁴⁸⁾ wiesen darauf hin, daß, wenn die Glochidien nur ein Entwicklungsstadium der Muscheln vorstellen, mit Rücksicht auf die Unzahl derselben in den Kiemen, auch eine große Menge von jungen Muscheln an dem Aufenthaltsort der alten gefunden werden müßten, was nicht der Fall sei. Die vielen Tausende von Embryonen würden in gar keinem Verhältnis stehen zu der geringen Zahl der entwickelten Tiere. Ein wesentlicher Umstand kam ihrer Lehre zu Hilfe, nämlich der, daß es seit der Beobachtung der Muschelembryonen durch Leeuwenhoek keinem Forscher gelungen war, diese Embryonen zu fertigen Tieren heranzuziehen.

Im Jahre 1832 veröffentlichte C. G. Carus,⁴⁹⁾ daß es ihm gelungen sei, die Wanderung der deutlich gefärbten Eier von *Unio littoralis* aus den Ovarien in die Bruttaschen der Weibchen zu verfolgen und zu beobachten, daß diese sich hier in Glochidien verwandeln; über deren weiteres Schicksal wußte aber auch er nichts anzugeben. Erst F. Leydig⁵⁰⁾ war es vorbehalten, im Jahre 1866 die Lösung dieses Rätsels zu finden. Er stellte fest, daß sich die Glochidien, wenn sie die mütterlichen Bruttaschen verlassen haben und auf den Boden des Gewässers zu liegen kommen, nur dann weiter entwickeln können, wenn es ihnen gelingt, sich an einem Fisch festzuklammern und einige Zeit als wahre Parasiten auf ihrem Wirt zu verharren. Rathkes Parasitentheorie hatte sich als irrig erwiesen und nur der Name „*Glochidium*“ für die Muschelembryonen in den Kiemen wurde beibehalten.

⁴⁷⁾ Rathke J., Om Dammuslingen. Naturhistorie Selskabets Skrifter T. 4, Kjöbenhavn 1797.

⁴⁸⁾ Jacobson L. L., Undersögelse til naermere Oplysning af den herskende Mening om Dammuslingernes Tremarling og Udvikling. Aus den Schriften d. Königl. Dänischen Akademie d. Wissenschaften abgedruckt in Bidrag till Blöddyrenes Anatomie og Physiologie ved Lud. L. Jacobson, Kjöbenhavn 1828.

⁴⁹⁾ Carus C. G., Neue Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte unserer Flußmuschel, Leipzig 1832.

⁵⁰⁾ Leydig F., Mitteilung über den Parasitismus junger Unioniden an Fischen in Noll, Tübingen, Inaugural-Dissertation, Frankfurt a. M. 1866.

So haben uns die Forschungen bis Leydig, die einen Zeitraum von nahezu 170 Jahre umfaßten, die Entwicklungsgeschichte der Flußmuscheln in ihren wichtigsten Phasen gelehrt. Nachdem wir heute den vollständigen Entwicklungsgang der Flußperlmuschel kennen, so wäre es sicher lohnenswert, und dem Unternehmen könnte eine gewisse volkswirtschaftliche Bedeutung nicht abgesprochen werden, wenn wir ihre Zucht und Pflege wieder aufnehmen würden, um so mehr, als diese weder sonderliche Mühe noch Kosten verursachen. Da die Flußperlmuschel ein ausgesprochener Kalkflüchter ist, so käme für ihre Kultur besonders Oberösterreich in Betracht, das durch seine vielen, überaus günstigen Perlenbäche für einen solchen Versuch geradezu prädestiniert wäre. Wenn wir uns hiezu die Erfahrungen der alten Perlenfischer zunutze machen und diese vereinigen mit den neuen Forschungen, so ist der Weg gewiesen, die Pflege unserer Perlmuschel erfolgreich zu gestalten. Die Zucht würde besonders dann, wenn die Individuenzahl der Tiere durch künstliche Infektion noch bedeutend gesteigert würde, durch den Verkauf der geernteten Perlen einen guten Ertrag abwerfen.

So könnten Fischereivereine auf ihre Mitglieder, die in geeigneten Gebieten über Perlbäche verfügen, aufklärend wirken und sie zur Anlegung von Muschelkulturen anregen.

Wo viele Muscheln sind, werden auch viele Perlen gefunden werden. Die Hauptaufgabe der Muschelzucht wird daher in erster Linie darin bestehen, alle jene Umstände zu fördern, die eine sichere Fortpflanzung und Vermehrung der Tiere gewährleisten.

2. Eiablage in die Bruttaschen. — Befruchtung. — Embryonalentwicklung. — Abstoßung der Larven. — Übergang der Glochidien auf den Wirtsfisch. — Gefährdungen der jungen Muscheln.

Unsere Unioniden sind zumeist getrennten Geschlechtes. Aus der Form und den Größenmaßen der Schale können wir keinen sicheren Schluß auf das Geschlecht ziehen, obzwar öfter angegeben wird, daß sich die Weibchen mit Rücksicht auf den großen Raum, den die mit Eiern vollgepfropften Kiemen einnehmen, durch eine gewölbtere und breitere Schale auszeichnen sollen. Messungen, die Schierholz anstellte, lehrten, daß diese Merkmale kein zuverlässiges Kriterium abgeben, da zum Beispiel Männchen von *Anodonta piscinalis*, *Unio littoralis* und *Margaritana margaritifera* sogar um ein geringes breiter waren als Weibchen. Das Geschlecht wird sich mit Bestimmtheit also nur durch die Untersuchung der Keimdrüsen, oder zur Zeit der Eiablage, an den Kiemen feststellen lassen.

Die Embryonalentwicklung der befruchteten Eier bis zu den reifen Larven, den Glochidien, geht in den Hohlräumen der Kiemen, den Bruttaschen der Weibchen (*Marsupium*) vor sich. Bei der Flußperlmuschel werden sowohl die äußeren als auch die inneren Kiemen als Bruträume benützt (Abb. 20 Taf. 9). In den Kiemen liegen die Eier eng aneinander und adhäreren mit ihrer Schale, oder sie sind in einer schleimigen Substanz eingebettet. Werden die Eier mit den noch unreifen Glochidien vorzeitig ausgeworfen, welcher Fall eintritt, wenn die trächtigen Muscheln beunruhigt werden, oder wenn sie ihren Wohnstätten entnommen, in ein Wasser gegeben werden, das nicht genügend reich an Sauerstoff ist, so geschieht dieses Auswerfen gewöhnlich in ganzen Paketen. Erfolgt es aus letzter Ursache, also infolge Sauerstoffmangels, so ist das Abortieren des Kiemeninhaltes jedenfalls ein Abwehrmittel gegen eintretende Atemnot; die Muschel trachtet, die Kiemen von ihrem Ballast zu befreien und nur für die Atmung freizubekommen. Es ist übrigens sehr wahrscheinlich, daß bei trächtigen Tieren, wo die Kiemen so stark von Brut besetzt sind, der Mantel einen Teil der Atmung übernimmt. Ein solches Ausstoßen der Glochidien tritt bei trächtigen Weibchen, die sich auf dem Transport befinden, fast immer ein, besonders dann, wenn die Tiere im Wasser liegend verschickt werden.

Sollen Muscheln eine längere Bahn- oder Wagenfahrt lebend überkommen, so empfehle ich, die Tiere in ein Faß (aber ohne Wasser) oder in eine Kiste zu bringen, dünne Lagen von angefeuchtetem Moos oder von einem schütterten Gewebe zwischen die Muscheln zu geben und den Behälter mit einer genügenden Menge von Luftlöchern zu versehen. So verwahrt überstehen die Muscheln, wenn sie vor extremen Temperaturen geschützt werden, den Transport ohne großen Schaden. Frühjahr und Herbst sind für den Versand gut geeignet. Als Transportbehälter können auch Körbe — etwa Obstkörbe — verwendet werden.

Das feste Aneinanderkleben der Embryonen ist ein wichtiges Kennzeichen ihrer Unreife und ist bei Entnahme der Glochidien aus den Kiemen des Muttertieres behufs künstlicher Infektion von Fischen wohl zu berücksichtigen. Trennen sich die Glochidien dagegen beim Herausnehmen aus den Kiemen leicht, so sind sie reif und können zur Übertragung auf einen geeigneten Wirt verwendet werden.

Die Männchen, deren Hoden gleich den Ovarien der Weibchen, im muskulösen Fuß gelegen sind, spritzen den reifen Samen in das Wasser. Er tritt rückwärts aus der Kloakenöffnung und verteilt sich im Wasser, welches dadurch streckenweise milchig getrübt er-

scheint. Die Weibchen nehmen die Samenfäden mit dem Atemwasser auf und die im Innern der Muschel herrschende Strömung führt sie zu den Eiern, die befruchtet werden. Jedenfalls können wir aus dieser Art des Befruchtungsvorganges erkennen, wie wichtig es ist, daß das Wasser, in welchem die Tiere gezogen werden, nicht gar zu reißend ist und daß es vorteilhaft sein wird, wenn viele Tiere auf engem Raum zusammengedrängt sind, also Muschelbänke bilden, damit das männliche Sperma sein Ziel, die weibliche Einfuhröffnung, mit großer Wahrscheinlichkeit erreicht.

Der Beginn der Eiablage erfolgt bei der Flußperlmuschel gegen Ende Juli, wobei sich aber der Zeitpunkt dieses Eintrittes der Eier aus dem Ovarium in die Kiemen etwas ändern kann und in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnis zur Temperatur des Wassers des Perlbaehes steht; in den einzelnen Jahren wird dieser Termin, eben bedingt durch ihr Klima, gewisse Verschiebungen erfahren. Nach eigenen Beobachtungen konnte ich die Einlagerung der Eier in die Bruttaschen bei den Muscheln des Doblbaches (Oberösterreich) mit dem 28. Juli (1924) feststellen. Die Brutzeit der Flußperlmuschel fällt in die Monate Juli und August. Die Kiemen, welche leer gelblich-grau gefärbt sind und die Querbalken zwischen ihren Lamellen als lichte, in schiefen Reihen angeordnete Flecken erkennen lassen, sind nach der Aufnahme der Eier angeschwollen, im Anfange der

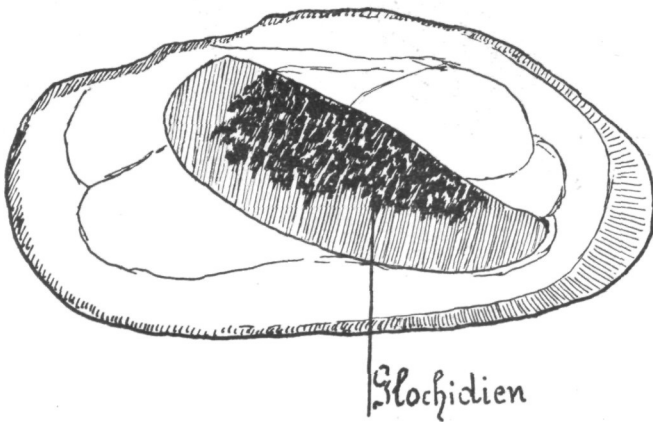


Abb. 21.

Trächtiges Weibchen einer Flußperlmuschel.

Das Aussehen der Kiemen, die mit Eiern, bzw. Glochidien reichlich besetzt sind.

Brutperiode hellgelb und werden später, mit zunehmender Reife, mehr braun (Abb. 21). Die Zahl der Eier ist sehr groß und beträgt bei einem Weibchen sicher gegen eine Million.

Die Periode vom befruchteten Ei bis zum entwickelten Glochidium, die Brutzeit, währt bei der Flußperlmuschel etwa 16–28 Tage.

Auch dieser große Unterschied in der Entwicklungsdauer ist bedingt durch die Temperatur des Wassers des Baches. Je wärmer dieses ist, desto rascher wird die Brutzeit ablaufen. Für die Muscheln des Doblbaches beträgt sie ziemlich genau 28 Tage. (Beobachtungsdauer vier Jahre.) Reife Glochidien finden wir gewöhnlich erst in der zweiten Hälfte des August. Ende dieses Monats sind die Bruttaschen der Weibchen leer.

Haben die Glochidien, die bei der Flußperlmuschel nur eine Größe von 0'047 mm erreichen und kleinen, winzigen Muscheln gleichen, ihre volle Reife erlangt und die Eihüllen noch während ihres Aufenthaltes in den Kiemen verlassen, so werden sie vom Weibchen allmählich abgestoßen und gelangen in das Wasser. Das Abstoßen der Glochidien kann daran erkannt werden, daß ganze Ballen einer schleimigen braunen Masse die Analöffnung des Muttertieres in gewissen Interwallen verlassen und dann im Wasser flotlieren. (Abb. 22). Es konnte mikroskopisch mehrmals festgestellt

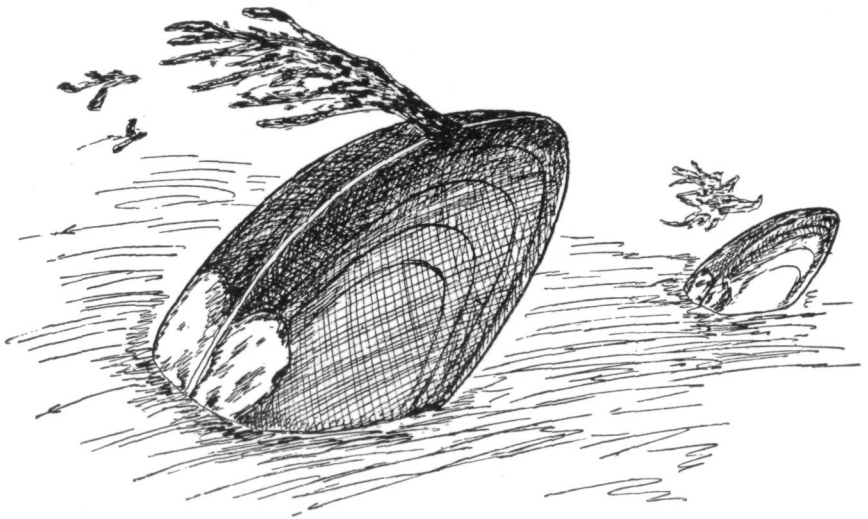


Abb. 22.

Weibchen der Flußperlmuscheln, die in Schleimklumpen gehüllten, reifen Glochidien aus der Analöffnung ausstoßend. Die Muschel spreizt bei diesem Akt die beiden Schalenenden auseinander, worauf in der Zeichnung keine Rücksicht genommen ist.

werden, daß sich in diesen schleimigen Klumpen außer reifen Glochidien, welche natürlich die Hauptmasse ausmachten, auch noch Eier befanden, in deren Innern nahezu entwickelte Glochidien waren, die durch die schnappenden Bewegungen ihrer beiden Schalen ein anziehendes Bild darboten. Voraussichtlich dürften solche in der Entwicklung etwas zurückgebliebenen Embryonen erst im Wasser ihre Eihüllen sprengen. Am Rande der Schale, gegen-

über dem Scharnier, trägt das Glochidium der Flußperlmuschel eine Art Leiste mit mehreren kleinen Zähnchen, die zum Erfassen und Festhalten der Kiemenblättchen der Wirtfische dienen. Das Anodonta-Glochidium hingegen trägt an der gleichen Stelle einen großen, nach innen gerichteten Schalenhaken (Abb. 23 Taf. 9; Abb. 24, 25 Taf. 10; Abb. 26 Taf. 11).

Während Margaritana- und Unio-Weibchen ihre Brut gleich nach deren Reife, während des Sommers des gleichen Jahres abstoßen (Kurzbrüter), bleibt sie bei Anodonta, trotz ihrer völligen Reife im Oktober, noch während des ganzen Winters in den Bruträumen und erst in den Monaten Februar und März werden die Glochidien dem Wasser übergeben (Langbrüter).

Die im Wasser schwimmenden Glochidienballen der Flußperlmuschel, in welchen die Einzeltiere noch immer durch eine schleimige Substanz lose zusammengehalten werden, zerteilen sich hier und entlassen die Glochidien allmählich aus dem Verbande. Diese werden von dem fließenden Wasser fortgeführt oder sinken auf den Boden des Baches, wo sie gewöhnlich mit klaffenden Schalen liegen bleiben.

Nun folgt eine Klippe im Entwicklungsgang der Muschel. Die Glochidien sterben nach einigen Tagen ab, wenn es ihnen nicht gelingt, auf die Flossen oder die Kiemen eines geeigneten Fisches zu kommen, um hier einige Zeit als Parasiten zu verweilen und sich auf ihrem Wirt zur jungen Muschel weiter zu entwickeln. Die Glochidien der Flußperlmuschel sind ausschließlich Kiemenparasiten; sie werden mit dem Atemwasser durch die Kiemen des Fisches geführt, in deren zarten Blättchen sie sich durch die schnappenden Bewegungen ihrer Schale fest verankern. Vor allem infizieren sich gründelnde, nahrungsuchende Fische mit den am Boden liegenden Larven, wozu aber bemerkt sei, daß nicht alle Arten von Fischen für die Glochidien aufnahmefähig sind. Besonders geeignet erweisen sich Elritzen, kleine Weißfische und Koppen. Nach dem Einhaken der Glochidien in die zarte Kiemenhaut beginnt infolge dieser Verletzung durch den ständigen Reiz eine lebhaftere Wucherung des Hautgewebes und nach 2 bis 4 Stunden ist die Larve der Muschel in eine allseits geschlossene Zyste eingelagert, in welcher sie ihre weitere Entwicklung bis zur jungen Muschel durchmacht. Die Dauer der parasitischen Periode beträgt annähernd 21 bis 28 Tage und ist abhängig von der Temperatur des Wassers. Nach dieser Zeit befreit sich die junge Muschel aus dem sie umschließenden Gewebe durch kräftige Bewegungen ihres Fußes und ihrer Schalen und verläßt ihren Wirt, den Fisch, um am Boden des Baches ein selbständiges Leben zu beginnen (Abb. 27 Taf. 11; Abb. 28 Taf. 12).

Das Weibchen der Muschel setzt am Ende der Brutzeit eine nach vielen Hunderttausenden zählende Menge von Larven ab. Vergleichen wir damit die verschwindend kleine Zahl der in der Natur gefundenen jungen Muscheln, so kann diese auffallende Erscheinung, dieser Ausfall, nur damit begründet werden, daß sich ihrer Entwicklung Gefahren und Hindernisse entgegenstellen, die der größte Teil der Tiere nicht überdauert.

Kritische Stadien hat die Muschel in der Tat in zwei Altersstufen ihres Lebens zu überwinden: erstens als Glochidium, welches nach dem Verlassen der Bruttaschen auf dem Boden wartet, bis es einen Fisch erreicht, und zweitens als ganz junge Muschel, wenn sie, aus der Hautzyste ihres Wirtes befreit, im Begriff steht, ein selbstständiges Leben zu beginnen. Es ist jedenfalls sehr unsicher und ganz dem Zufall anheimgestellt, ob ein Glochidium in die Kiemen eines Fisches gelangt; unter Tausenden gelingt es vielleicht einem und alle anderen müssen sterben, denn ohne Parasitismus gibt es keine Weiterentwicklung. Wenn in der Natur die entwickelte junge Muschel ihren Wirt verläßt, so ist sie an dem zweiten kritischen Punkt ihres Werdeganges angekommen. Würde sie von dem Fisch auf ungünstigem Boden abgesetzt, so ist ihr weiteres Leben in Frage gestellt; es gibt aber auch zahlreiche Feinde, seien es Fische oder sonstige Wassertiere, denen die hilflosen kleinen Muscheln in Mengen zum Opfer fallen.

VI. Zucht der Flußperlmuschel.

1. Wasserverhältnisse. — Anlagen zur Befruchtung und Infizierung. — Auswahl der Fische. — Amerikanische Methode.

Nachdem im vorstehenden die einzelnen Phasen in der Entwicklung der Flußperlmuschel geschildert wurden, sollen auch die Richtlinien angegeben werden, welche einer rationellen Zucht der Tiere zugrunde gelegt werden müssen.

Damit der in das Wasser abgesetzte männliche Same die Eier des Weibchens sicher erreicht, ist es nötig, die im Bach zerstreut liegenden Muscheln zu sammeln und an geeigneten Stellen des Baches zu größeren Kolonien, den sogenannten Muschelbänken, zu vereinigen. Als Wohnplätze sind solche Stellen geeignet, wo keine schädlichen Abwässer von Fabriken oder von Latrinen einmünden und wo ein günstiger, sandig-kiesiger Untergrund vorhanden ist. Die Muschelbänke sollen so angelegt werden, daß sie auch bei Hochwasser einen gewissen Schutz genießen, da die Tiere sonst zerstreut

oder gar weggeschwemmt werden. Das Wasser soll an dem Ort, wo die Muscheln liegen, nicht allzu rasch fließen, damit der männliche Same, der während der Laichzeit von ihm mitgeführt wird, langsam und ruhig über die weiblichen Tiere hinwegströmt und von diesen aufgenommen werden kann.

Um möglichst vielen Glochidien das parasitische Leben zu ermöglichen, um ihre weitere Entwicklung zu sichern, können wir zwei Wege einschlagen. Der erste besteht darin, daß wir in den Bach, der die Muscheln enthält, zahlreiche Fische einsetzen, um die Wahrscheinlichkeit ihres Zusammentreffens mit den Glochidien zu erhöhen; dieses Ziel erreichen wir aber sicher, wenn wir oberhalb und unterhalb der Muschelbank je ein Sperrgitter aus verzinktem Eisendraht (1 cm Maschenweite) einsetzen, um so die Möglichkeit zu haben, eine große Menge von Fischen in einem verhältnismäßig eng begrenzten Raum unterzubringen. Diese sind durch die Gitter am Entweichen gehindert, kommen aber auf kurzer Bachstrecke mit den zahlreichen ausgeworfenen Glochidien sicher zusammen und werden infiziert. Will man, daß auch die nach einigen Wochen den Fisch verlassenden jungen Muscheln auf der bereits vorhandenen Muschelbank abgesetzt werden, so muß man die infizierten Fische so lange in dem unfriedeten Raum belassen, bis die vollständige Reife der jungen Muscheln eingetreten ist und diese abgeworfen werden.

Der zweite Weg, der von dem Zoologen Braun und später von Schierholz⁵¹⁾ beschritten wurde, weist uns darauf hin, die Übertragung der Glochidien auf Fische nicht mehr dem Zufall anheimzustellen, sondern auf künstliche Art durchzuführen, so daß man die Glochidien, nachdem man zuvor mit großer Genauigkeit festgestellt hat, ob sie ihre volle Reife erlangt haben, den Bruttaschen der weiblichen Muscheln entnimmt, sie in flache Schalen oder Bottiche mit Wasser gibt und Fische einsetzt, die, über den Boden streichend, sich reichlich infizieren. Die infizierten Fische werden dann in das Wasser des Baches zurückgegeben und die Weiterentwicklung der Glochidien bis zu jungen Muscheln unter sorgfältige Kontrolle gestellt.

So konnte Schierholz einen 13 cm langen Barsch, nachdem er ihn annähernd eine Stunde lang in einem Gefäß gehalten hatte, in dessen Wasser die Glochidien von *Anodonta* verteilt waren, infizieren und zirka 2400 Glochidien an den Kiemen und Flossen des Fisches feststellen. Die Experimente Schierholz' mit *Unio*-Larven führten ebenfalls zu günstigen Ergebnissen. Er infizierte einen kleinen Barsch mit etwa 3000 Glochidien von *Unio pictorum*, welche

⁵¹⁾ Siehe Literaturverzeichnis Anm. 45.

sich an den Kiemen des Fisches festsetzten und ihren Parasitismus auf ihm vollendeten.

Bei jeder Infektion muß mit großer Vorsicht umgegangen werden, damit nicht zu viele Glochidien auf den Fisch gelangen, weil dadurch entweder der Fisch zugrunde gehen könnte oder die Glochidien, welche durch die reichlich zur Wundstelle strömenden Leucocyten vernichtet würden. Eine übergroße Infektion ist auch deswegen bedenklich, weil die Atemtätigkeit des Fisches arg gefährdet wird. Es muß daher auf ein richtiges Verhältnis der in einem gemeinsamen Behälter vorhandenen Fische und Glochidien Rücksicht genommen werden, ferner auf die Zeit, während welcher die Glochidien und die Fische beisammen sind, und im Zusammenhang damit auf den Umstand, daß die Intensität der Infektion auch in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnis zur Temperatur des Wassers steht. Je wärmer es ist, desto rascher wird die Übertragung eintreten.

Eingehende Untersuchungen über künstliche Infektion verdanken wir Harms,⁵²⁾ der sie sowohl mit *Unio* als auch mit *Margaritana* vornahm. Glochidien von *Unio pictorum* und *Unio tumidus* wurden Anfang Juni auf 5 bis 6 cm lange Weißfische und Elritzen übertragen, die sich hiezu am besten eigneten und gute Besetzung ihrer Kiemen vertrugen, ohne Schaden zu nehmen; er konnte bis zu 130 Najaden auf den Kiemen dieser Fische züchten, und, nachdem sie frei geworden waren, noch 6 bis 7 Wochen im Aquarium gesund erhalten. Allerdings wurde dieser Aufzucht große Sorgfalt zugewendet. Die Behälter waren mit reinem, feinen Sand und etwas Schlamm beschickt und zeigten außerdem einen reichen Pflanzenbestand, der einerseits durch Assimilation den zum Leben erforderlichen Sauerstoff lieferte, anderseits aber auch eine Nahrungsquelle abgab; dann fügte Harms dem Wasser hin und wieder einen Aufguß von verwesenden Pflanzen hinzu, um seine Pfleglinge mit Mikroorganismen, besonders Infusorien, zu versorgen. Inwieweit Fische imstande sind, Infektionen zu ertragen, zeigt ein Experiment, das Harms mit einem 5 cm langen Weißfisch vornahm. Während des Zeitraumes von Ende November 1906 bis Juli 1907 konnte er ihn fünfmal mit den Glochidien von *Anodonta* und zweimal mit denen von *Unio* infizieren, die er bis zur Reife austrug; erst bei der siebenten Übertragung ging das Tier infolge Entzündung der Kiemen ein. Ich erwähne diesen Fall mit besonderer Absicht, da Reuling⁵³⁾ 1919 beobachtete, daß ein *Micropterus*

⁵²⁾ Siehe Literaturverzeichnis Anm. 45.

⁵³⁾ Reuling F. H., Acquired immunity to an animal parasite, Journal of Infections Diseases, Vol. 24, Nr. 4, Chicago 1919.

salmoides, der sicher schon einige natürliche Infektionen mitgemacht hatte, nach einer an ihm vorgenommenen künstlichen Übertragung gegen weitere Infektionen immun war. Ähnlich verhielt sich *Micropterus dolomieu*, der sich nach zwei oder drei künstlichen Übertragungen für die weitere Aufnahme von Glochidien unempfindlich zeigte. Reuling konnte vorläufig nicht feststellen, ob diese Immunität eine dauernde sei oder nach einer gewissen Zeit wieder verschwinde.

Harms hatte mit einer Aufschwemmung von Glochidien der Flußperlmuschel Weißfische und Elritzen infiziert. Die Glochidien starben aber massenhaft und konnten nicht über sieben Tage lebensfähig gehalten werden, trotzdem Harms trachtete, die mit Larven behafteten Fische unter möglichst natürliche Bedingungen zu bringen, indem er die Behälter, welche sie enthielten, mit einem Drahtnetz bedeckte und in fließendes Wasser stellte. Er erkannte als die Ursache dieses Mißerfolges außer Überinfektion vornehmlich parasitische Protozoen, die auch sonst auf den Kiemen von Fischen angetroffen werden, nämlich *Costia necatrix* (*Flagellata*) und *Cyclochaeta domerguei* (*Peritricha*). Diese Parasiten, die, nebenbei erwähnt, auch der Fischbrut sehr gefährlich werden können, werden durch Sekrete, welche sich an den Wundstellen bilden, wo die Glochidien haften, angelockt, überwuchern in großen Mengen die Kiemen, wodurch diese und die darin befindlichen Glochidien der Zerstörung anheimfallen.

Auch die Kulturen, die Herbers⁵⁴⁾ angelegt hatte (Anodonta), litten unter schädlichen Fischparasiten, die teils direkt, teils indirekt die enzystierten Glochidien vernichteten; so konnte er das starke Auftreten von *Gyrodactylus elegans* (*Gyrodactylus*-Seuche) und einiger Erreger von Beulenkrankheiten feststellen. Als Träger seiner Glochidien verwendete er, wie Harms, Weißfische und Elritzen, berichtet aber über besonders gute Erfolge, die er an einem 20 cm langen Hecht erzielt hatte, der ohne Schaden zwei hintereinander ausgeführte Infektionen aushielt und über tausend junge Muscheln abwarf.

In neuester Zeit trachten die Amerikaner, den enorm zunehmenden Bedarf an Muschelschalen für die Perlmutterindustrie dadurch zu decken, daß sie für eine regelrechte und sichere Aufzucht ihrer Süßwassermuscheln, besonders in dem reich verzweigten Mississippi-Becken, Sorge tragen. Dort werden die erwähnten künstlichen Infektionen im großen Maßstabe an vielen Tausenden von Fischen vorgenommen und diese dann entweder in den Fluß

⁵⁴⁾ Siehe Literaturverzeichnis Anm. 45.

zurückgegeben, oder in Kasten aus Drahtnetz gehalten, die in fließendes Wasser eingehängt werden, bis die jungen Muscheln abgeworfen sind; sie werden auf dem mit Sand belegten Boden des Behälters gesammelt und sorgsam aufgezogen; auf diese Weise werden die winzigen Tierchen allen ihren Feinden und sonstigen Gefahren, die ihnen in der freien Natur drohen, entzogen; erst nach Erlangung einer gewissen Größe werden sie dem freien Wasser übergeben.

Dadurch, daß wir die Aufzucht der jungen Tiere selbst in die Hand nehmen, sie sorgfältig überwachen und bis zu einem Alter pflegen, wo sie gegen die Gefahren, die ihrer in der freien Natur harren, widerstandsfähig geworden sind, haben wir den jungen Muscheln geholfen, den zweiten kritischen Punkt ihres Entwicklungsganges zu überwinden.

Ein ganzer Stab von Gelehrten war in der vom Kongreß der Vereinigten Staaten im Jahre 1908 gegründeten biologischen Station zu Fairport (Jowa) unter anderem mit der Lösung der Aufgabe betraut, Mittel und Wege zu suchen, die verödeten Muschelbänke des Mississippi und seiner Nebenflüsse neu zu beleben, um die Perlmutterindustrie mit dem für sie notwendigen Rohmaterial zu versorgen. Durch genaues Studium der Biologie der amerikanischen Süßwassermuscheln und der für die Pflege derselben in Betracht kommenden Örtlichkeiten ist die Frage der Zucht der Muscheln, an der nicht nur die Wissenschaft, sondern auch die Handelskreise des Landes lebhaft interessiert waren, in durchaus gewünschter Weise gelöst worden.

Die Erforschung der Lebensgeschichte der Süßwassermuscheln war durch die Arbeiten von Leeuwenhoek, Carus, Leydig, Flemming, Schmidt, Schierholz, Lillie und Harms bereits genügend geklärt, so daß die Amerikaner die Verwertung dieser Kenntnisse zur Grundlage ihrer praktischen Ziele machen konnten.

Die anfänglichen Versuche, die seitens der biologischen Station durchgeführt wurden, waren von mäßigen Erfolgen begleitet, haben aber im Laufe der Zeit, als man die unvermeidlichen experimentellen Schwierigkeiten überwunden hatte, vollauf befriedigt.

Im Jahre 1920 wurden ca. 180 Millionen Glochidien, auf Fischen parasitierend, dem freien Wasser übergeben, wobei die annähernde Zahl der Glochidien 1000 bis 2000 auf einen Fisch mittlerer Größe betrug.

In einer zweiten Versuchsreihe wurden die von infizierten und in Drahtkörben gehaltenen Fischen abgeworfenen jungen Muscheln sorgfältig gesammelt und in asphaltierten Trögen, die ständig von frischem Wasser durchflossen waren, großgezogen. Als Versuchstier wurde vornehmlich *Lampsilis luteola* verwendet, die sich wegen

ihrer Widerstandsfähigkeit und Schnellwüchsigkeit hiezu am besten eignete. Aber auch diese Aufzucht hatte anfangs mit Widerwärtigkeiten zu kämpfen und war erst dann von Erfolg begleitet — *Lampsilis luteola* wird heute schon in großem Maßstabe gezogen —, als es gelungen war, all die schädlichen Einflüsse, welche das Leben der kleinen, recht empfindlichen Muscheln bedrohten, so weit als möglich auszuschalten.⁵⁵⁾

2. Die Ernährung der Muschel.

Im Zusammenhang mit der Aufzucht der jungen Muscheln drängt sich uns unwillkürlich die Frage auf, womit diese Tiere ihren Lebensunterhalt bestreiten, wovon sie sich ernähren? Die Frage ist jedenfalls naheliegend, da wir die Muscheln einen Großteil ihres Lebens regungslos im Sande des Baches stecken sehen und ihnen beinahe jede Möglichkeit benommen ist, gleich anderen Tieren auf Nahrungssuche auszugehen.

Wird die Muschel durch irgend eine Gewalt in ihrer behaglichen Ruhe gestört und aus dem Sand des Flußbettes gerissen, in welchem sie mit ihrem fleischigen Fuß fest verankert war, so macht sie, wieder auf den Bachgrund gelegt, gewaltige Anstrengungen, um sich in die ursprüngliche Lage zurückzubringen. Der Fuß wird weit aus der Schale gestreckt und sie versucht, mit seiner Hilfe im Boden einen festen Halt zu gewinnen, um sich wieder aufrichten zu können. Ist der Muschel die erreichte Lage nicht recht, oder hat sie — dies ist besonders während der Brutzeit der Fall — die Absicht, die Stelle, an der sie durch Monate festgesessen ist, zu ändern, um einen günstigeren Platz oder eine bessere Lage zu

⁵⁵⁾ Churchill E. P., Jr. and Sara J. Lewis, Food and Feeding in Fresh-Water Mussels. Bureau of Fisheries, 1923—1924, Doc. 963.

Coker R. E., Shira A. F., Clark H. W. and Howard A. D., Natural History and Propagation of Fresh-Water Mussels, Bull. U. S. Bureau of Fisheries Bd. 37, 1919—1920.

Coker R. E., The Fisheries Biological Station at Fairport, Bur. of Fisheries 1921, Doc. 895.

Howard A. Day, Experiments in the Culture of Fresh-Water Mussels, Bur. of Fish. 1921—1922, Doc. 916.

Lefevre G. and Curtis C., Studies on the Reproduction and Artificial Propagation of Fresh-Water Mussels, Bull. U. S. Bur. of Fisheries Bd. 30, 1910.

Mitsukuri K., The Cultivation of Marine and Fresh-Water Animals in Japan, Bull. U. S. Bur. of Fisheries, Departement of Commerce and Labour (1904) 1905.

Wilson Ch. B. and Danglade E., The Mussel Fauna of Central and Northern Minnesota, Bur. of Fisheries 1914, Doc. 803.

gewinnen, so kann sie auch Wanderungen unternehmen, wobei ihr Fuß wie eine Pflugschar den Boden aufwühlt und Kriechspuren im Sande hinterläßt. Die Ortsveränderungen beziehen sich aber nur auf kurze Distanzen und gehen verhältnismäßig langsam vor sich. So hatte eine Muschel über Nacht eine Wanderung von 90 cm Weglänge unternommen, um den schlammigen Boden, in welchen sie gesteckt worden war, der ihr aber scheinbar nicht behagte, zu verlassen und Kiesgrund zu gewinnen.

Jene Stoffe, welche zum Aufbau des Muschelkörpers erforderlich sind, werden diesem mit dem Wasser zugeführt, das ihn ständig durchfließt. Um dessen Aufnahme leichter zu ermöglichen, vergraben sich die Muscheln meist derart in den Sand, daß das hintere Ende des Körpers dem fließenden Wasser entgegensteht und dieses seinen Weg direkt durch die Einfuhröffnung (Branchialöffnung) nehmen kann. Die Einfuhröffnung ist vom rückwärtigen Teil der beiden Mantellappen umsäumt, die mit Papillen reichlich besetzt sind, und, da sie von zahlreichen Nerven durchzogen sind, ein empfindliches Tastorgan vorstellen. Die Papillen bilden in ihrer Gesamtheit eine Art Seiher, der nur feinste Teilchen in das Innere der Muschel passieren läßt, gröberen aber den Eintritt verwehrt. Wie empfindlich gerade diese Körperstelle ist, kann man prüfen, wenn man die Papillen der Branchialöffnung mit einem Haar oder mit einem Stäbchen berührt; gleich zieht die Muschel die Papillen ein und die Schalen werden fest geschlossen. Bei der künstlichen Fütterung der Tiere in Aquarien kann man sein Ziel nur erreichen, wenn man die hiezu verwendeten Pflanzen auf das Feinste zerreibt und durch ein sehr engmaschiges Mullnetz passiert. Trachtet man diese Aufschwemmung, nachdem man sie durch längeres Stehen in teilweise Zersetzung übergehen ließ, mit Hilfe einer Pipette dem Tiere durch die Branchialöffnung einzuflößen, so wird sie nur dann willig angenommen, wenn sie eben fein genug ist. Spürt die Muschel, daß die Nahrung zu grob war, so wird sie samt dem aufgenommenen Wasser in einem kräftigen Strahl wieder ausgespritzt.

Das Nahrungsbedürfnis der Muschel, die Menge der zum Aufbau ihres fleischigen Körpers nötigen Stoffe, ist sicherlich nicht groß, wenn wir hören, daß die Weichteile des Tieres zu 92% aus Wasser und nur zu 8% aus festen Bestandteilen zusammengesetzt sind. Von diesen 8% entfallen $\frac{5}{100}$ auf organische Substanzen und $\frac{1}{100}$ auf anorganische Stoffe.

Über die Art der Nahrung, welche die Muschel mit dem Wasser des Baches aufnimmt, hat man sich dadurch Klarheit verschafft, daß man den Inhalt des Magens und des Darmes untersuchte und außerdem die abgestoßenen Kotmassen einer mikroskopischen

Prüfung unterzog. F. Schrader⁵⁶⁾ prüfte zunächst das Wasser, welches über die Muschelbänke (Mississippi-Gebiet) floß, und fand darin neben fein aufgeschwemmter Mineralsubstanz organische, vorwiegend pflanzliche Überreste (man nennt solche Zerfallsprodukte *Detritus*) und Plankton. Letzteres bestand hauptsächlich aus winzigen Algen, die den Familien der Grünalgen und Kieselalgen angehörten.

Übereinstimmend mit der Analyse der Inhaltsstoffe des Wassers der Muschelbänke war der Befund, welchen die Prüfung des Verdauungsapparates ergab; auch hier fand man neben Sandpartikeln und Schlamm, die oft in ziemlicher Menge vorhanden waren, pflanzlichen *Detritus*, und unter dem aufgenommenen Plankton wieder Algen und Urtierchen verschiedener Art. Es ist sicher, daß eben mit dem Schlamm auch verwesende pflanzliche und wahrscheinlich auch tierische Produkte seitens der Muschel aufgenommen werden und im Darm ihre weitere Verarbeitung finden.

Ein bemerkenswertes Ergebnis zeigte die Untersuchung der Kotmassen. Nachdem man die Art der aufgenommenen Stoffe im Magen geprüft hatte, sie sozusagen hier noch im frischen Zustand vorfand, konnte man durch die mikroskopische Beobachtung feststellen, welche Anteile der Nahrung auf ihrem Wege vom Magen durch den Darm am besten resorbiert, verdaut worden waren. So ergab sich, daß die aufgenommenen Zerfallsprodukte von Pflanzen, der *Detritus*, am weitestgehenden zersetzt war, während Grünalgen und Kieselalgen lange nicht so gut verarbeitet wurden, da man diese, wenigstens zum Teil noch wohl erhalten, vielfach sogar noch an ihrer Farbe kenntlich, in den Kotmassen nachweisen konnte. Solche Nahrung war also entweder im Überschuß aufgenommen, oder weniger gut verdaut worden.

Das umgebende Wasser liefert den Muscheln natürlich ebenso die mineralischen Stoffe, die sie zum Aufbau ihres Körpers brauchen, in erster Linie Kalk, der auch in den aufgezehrten Pflanzen enthalten ist; es ist anzunehmen, daß die Tiere wahrscheinlich neben fester Nahrung auch die im Wasser gelösten organischen Substanzen ihrem Körper nutzbar machen.

Heßling⁵⁷⁾ teilt als Ergebnis seiner Untersuchungen, die er etwa um die Mitte des vorigen Jahrhunderts über den Darminhalt unserer einheimischen Flußperlmuschel anstellte, mit, daß in diesem neben Quarz und Kies — Infusorien (Urtierchen) konnte er nicht feststellen — vornehmlich Algen enthalten sind, welche den Gattungen

⁵⁶⁾ Schrader F., Bulletin of the Bureau of Fisheries Bd. 37, 1919—1920.

⁵⁷⁾ Siehe Anm. 1.

Pediastrum, *Scenedesmus*, *Gomphonema*, *Synedra*, *Tabellaria*, *Navicula*, *Ulotrix*, *Fragilaria* und *Protococcus* angehörten. Es sei bemerkt, daß die Forschungen über den Magen- und Darminhalt amerikanischer Süßwassermuscheln nahezu dieselben Algengattungen, wie sie eben aufgezählt wurden, als Nahrung der dortigen Muscheln ergaben.

Die vorstehenden Befunde erscheinen deshalb wichtig, weil sie uns den Weg weisen, den wir einzuschlagen haben, wenn wir die Aufzucht junger Muscheln, nachdem sie von dem Wirt-Fisch abgefallen sind, in geeigneten Behältern betreiben wollen. Wir müssen trachten, ihnen hier Verhältnisse zu schaffen, wie sie sie in der freien Natur antreffen und wir kommen dieser Forderung am nächsten, wenn wir in das Becken, welches die jungen Muscheln aufnehmen soll, neben reichlich frischem Wasser auch eine genügende Anzahl gewöhnlicher Pflanzen und Algen einsetzen. Unter günstigen Wachstumsverhältnissen werden sich bald die zur Nahrung erforderlichen Algen und auch Protozoen, die mit den Pflanzen eingeschleppt wurden, entwickeln und diese, sowie deren Zerfallsprodukte werden einen reich besetzten Tisch für unsere junge Muschelbrut abgeben. Nur ist dafür Sorge zu tragen, daß nicht etwa Feinde der jungen Muscheln in Gestalt verschiedener Wassertiere oder Krankheiten, seien sie durch tierische oder pflanzliche Keime veranlaßt, die Kulturen befallen. Gegen erstere kann man sie bis zu einem gewissen Grade durch engmaschige Drahtgitter schützen, gegen letztere dürfte als bestes Vorbeugungsmittel klares, den Behälter stets durchfließendes Wasser in Betracht kommen.

3. Die Zuchtanlage im Doblbach bei Schärding. (Anlage und Aufzucht.)

Dem Verfasser war Gelegenheit geboten, im Doblbach bei Schärding eine Zucht von Flußperlmuscheln anzulegen und es dürfte vielleicht von Interesse sein, hierüber einiges zu berichten (Abb. 29 Taf. 13).

Der Doblbach fließt über Urgestein und führt, wie eine Prüfung ergab, ein weiches, kalkarmes Wasser. Der Perlbach, ein Seitenarm des Dobl und mit diesem durch eine Schütze in Verbindung, ist im Besitze des Herrn Hans Fischer, durch dessen liebenswürdiges Entgegenkommen es dem Verfasser ermöglicht wurde, Jahre hindurch Studien sowohl über die Muscheln, als auch über die von ihnen produzierten Perlen anzustellen. Die Flußperlmuschel wird in diesem Bache schon durch mehr als 100 Jahre gehalten und gedeiht sehr gut, was wohl daraus hervorgeht, daß der Boden des Bach-

bettes durch die dicht aneinanderliegenden Muscheln streckenweise wie gepflastert erscheint. (Abb. 30 Taf. 12).

Bei den Arbeiten in der Versuchsanlage sind zwei Ziele gesteckt worden: das eine betrifft die Vermehrung der Individuenzahl der Muschel durch Schaffung günstiger Bedingungen besonders zur Zeit des Abstoßens des männlichen Samens und des Auswerfens der Glochidien, um diesen die Möglichkeit zu geben, die für ihre weitere Entwicklung notwendigen Wirtfische zu erreichen. Das zweite Ziel betrifft Versuche, die Perlenbildung künstlich anzuregen.

Eine Strecke von zirka 80 m des 1'5 m breiten Perlbaehes wurde durch zwei Gitter aus verzinktem Eisendraht gesperrt, um die eingesetzten Fische am Entweichen zu hindern. Die besetzte Bachstrecke kommt einer einzigen Kolonie gleich, die Tiere liegen dicht gedrängt; die Bedeutung dieser dichten Reihung ist bekannt. Ich möchte nicht unerwähnt lassen, daß in der Zeit, während welcher die Befruchtung stattfand, der Wasserstand durch eine Schütze niedrig gehalten wurde, um ein recht langsames Überfließen des samenhaltigen Wassers über die weiblichen Tiere zu erzielen. In den Raum zwischen den beiden Gittern wurden über 400 Fische verschiedener Größe eingesetzt, die teilweise dem Doblbach selbst entstammten, teilweise aus dem Pramfluß und dem Inn geholt wurden. Unter den eingesetzten Fischen waren Rotaugen, Aiteln, Barsche, Koppen, Grundeln, Barben und verschiedene Weißfische. Die Prüfung, welche von diesen Tieren sich am meisten mit den von den Muscheln ausgestoßenen Glochidien behaften werden, sich somit am besten zur Infektion eignen dürften, ist derzeit noch nicht abgeschlossen.

In der beschriebenen Anordnung wurde alles getan, um die natürliche Infektion zu fördern und bis zu einem gewissen Grade zu sichern: dicht gedrängt liegende Muscheln stoßen ihre Glochidien aus und zahlreiche Fische werden innerhalb eines gesperrten Teiles des Baches gezwungen, in dem seichten Wasser über den Boden hinwegzuschwimmen.

Sollte sich die Anbringung von Gittern in dem Bachbette aus irgend einem Grunde nicht durchführen lassen, so muß es genügen, und der Erfolg wird auch hier nicht ausbleiben, die im Bache vereinzelt liegenden Muscheln zu sammeln, zu einer Kolonie zusammenzuschließen und diese an einer sandigen und zugleich fischreichen Stelle des Baches einzusetzen.

Neben dieser Art der Zucht wurde auch die künstliche Infektion der Fische mit Glochidien versucht. Da galt es in erster Linie vollständig reife Glochidien zu bekommen; zu diesem Zwecke wurden die Kiementaschen der trächtigen Weibchen mit einem Skalpell

geritzt und die entnommene Probe mikroskopisch untersucht, ob die Mehrzahl der Larven die Eihülle schon verlassen hatte. War dies der Fall, so wurden die solcherart geprüften Weibchen in einen Trog mit Wasser gelegt, in welchem sie alsbald ihre Glochidien austießen. Aber noch ein anderer Weg wurde ausfindig gemacht, um Glochidien zu erhalten, die für die Infektion reif wären. Erfahrungsgemäß werden sie gern an sonnigen Tagen dem Wasser übergeben und so saßen wir am Bachrande und beobachteten die Weibchen, wie sie von Zeit zu Zeit gelblichbraune Ballen, die Tausende von Glochidien enthielten, austießen. Diese laichenden Weibchen wurden dem Bach entnommen und gleichfalls in den Bottich gesetzt.

Das Datum, zu welchem die reifen Larven das Muttertier verlassen, schwankt etwas und ist von der Temperatur des Wassers abhängig. 1925 trat die Laichzeit zwischen dem 20. und 25. August ein, 1926 wurde ihr Beginn mit dem 24. August beobachtet. Am 29. dieses Monats (1926) wurden Glochidien nur mehr von vereinzelten Tieren ausgestoßen; am 30. war das Abwerfen der Brut schon so weit beendet, daß es recht langer Beobachtung des über die Muscheln fließenden Wassers bedurfte, um in ihm hin und wieder sehr kleine schwimmende Klümpchen von Glochidien zu entdecken. Am 31. August habe ich die Kiemen von zehn Weibchen, die noch während ihrer vollen Trächtigkeit durch eine Kerbe auf der Schale gezeichnet worden waren, untersucht und gefunden, daß die meisten leer waren; bei vier Tieren waren nur ganz kleine gelbbraune Herde in den Kiemen zu sehen, welche die Anwesenheit geringer Mengen von Glochidien verrieten. Sommer 1927 verließen die Glochidien in ihrer Hauptmenge am 25. August die Bruttaschen des Weibchens. Es waren somit Ende August entweder alle Glochidien dem Wasser bereits nach und nach seitens der Muttertiere übergeben worden, oder ihr Bestand auf ganz unbedeutende Reste reduziert. Die Kiemen aller trächtigen Weibchen waren also innerhalb einer Woche entleert worden.

In dem vorhin erwähnten Bottich waren mehrere Weibchen, aus deren Analöffnung fortwährend die gelben, schleimigen Klumpen ruckweise ausgestoßen wurden, die sich im Wasser alsbald zerteilten und eine Unmenge von Glochidien ergaben. Das Wasser wurde des öfteren mikroskopisch geprüft, um über die Menge und Lebensfähigkeit der Glochidien orientiert zu sein. In dieses von jungen Muschellarven wimmelnde Wasser wurden verschiedene Fischarten eingesetzt; die Tiere hatten gewöhnlich eine Länge von 12 bis 15 cm und wurden etwa eine halbe Stunde in dem Bottich belassen. Durch die Lebhaftigkeit der Fische wurde wohl gewöhnlich das Wasser genügend aufgewirbelt, was verhinderte, daß die Glochidien auf den Boden des Bottichs sanken; hin und wieder

wurde trotzdem durch Umrühren etwas nachgeholfen, um zu veranlassen, daß das von den Fischen aufgenommene Atemwasser genügend viele Glochidien enthalte (Abb. 32 Taf. 14).

Nach der angegebenen Zeit wurden einige Fische herausgefangen, getötet und ihre Kiemen untersucht. Da zeigte sich, daß deren zarte Blättchen von Glochidien dicht besetzt waren; es ist wahrscheinlich, daß mehrere nachher zugrunde gegangenen Tiere zufolge Überinfektion erstickt sind. Allerdings darf nicht angenommen werden, daß sich alle aufgenommenen Glochidien auch wirklich enzystieren, mehrere von ihnen, manchmal sogar beträchtlich viele, werden wieder abgeworfen.

Ein Teil der infizierten Fische wurde in den Bach zurückgegeben und war durch die Einfriedung zwischen den zwei Gittern gezwungen, die entwickelten Muscheln, nachdem diese ihre Reife erlangt hatten, innerhalb der gewünschten Bachstrecke abzuwerfen.

Das Schicksal der jungen Muscheln, die ihren Wirt verlassen, ist zwar auf dem günstigen Bachgrund etwas gesicherter als im freien Gebirgsbach, keineswegs aber sind alle Gefahren, die sich durch Abschwemmung oder Feinde ergeben, ganz beseitigt. Um auch diese Gefährdung des Lebens der jungen Tiere zu mildern, wurde ein zweiter Teil der infizierten Fische in einen für Zwecke der Muschelzucht eigens konstruierten Fischhalter gebracht, der so in den Bach eingebaut wurde, daß ihn das Wasser frei durchströmen kann und keine Stagnation desselben eintritt. Er besteht aus einem Gerüst aus Holz, zwischen dessen Latten Drahtgitter von 0.5 cm Maschenweite gespannt sind. Das so dimensionierte Gitter gestattet, daß die Fische genügend Nahrung aus dem Bache erhalten. Zur Zeit aber, wo die jungen Muscheln abgeworfen werden, werden von der Innenseite des Kastens den weitmaschigen Gittern noch Rahmen mit engmaschigen (Maschenweite 0.3 mm) aufgesetzt, um das Abschwimmen der winzig kleinen Tierchen zu verhindern. Da jetzt die Nahrungszufuhr für die Fische von außen nur eine überaus spärliche sein kann, müssen sie gefüttert werden, allerdings nur für die kurze Dauer von etwa zwei Wochen. Der Boden des Behälters (2 m²) wird vom Boden des Baches dargestellt und ist mit einer Schichte feinen sandigen Kiesel überdeckt, in welchem sich die jungen Muscheln im Winter leicht vergraben können für den Fall, als der Bach stark einfrieren sollte. Wenn die Fische von ihren Parasiten befreit sind, können sie ins offene Wasser wieder zurückgegeben werden. Die jungen Muscheln sind in einem solchen Behälter, der zufolge seiner Bauart und Einlagerung in das Bett des Baches alle natürlichen Bedingungen bietet, doch so weit geschützt,

daß mit der Aufzucht größerer Mengen von Tieren gerechnet werden kann (Abb. 31 Taf. 13).

Wir hatten die Fische, die im Sommer 1925 infiziert wurden, absichtlich nicht in den Bach entlassen, um zu erfahren, ob es möglich sei, sie über den Winter bis zum nächsten Sommer in der Gefangenschaft gesund zu erhalten. Es sollte bei dieser Gelegenheit auch geprüft werden, ob dieselben Fische gegenüber einer im Sommer 1926 vorzunehmenden Infektion mit Glochidien zugänglich seien, oder sich gegen diese immun verhalten. Die erste Frage konnte in sehr zufriedenstellender Weise beantwortet werden, die Fische blieben bis Juli gesund und munter. Am 9. Juli aber ging über Dobl ein wolkenbruchartiger Regen nieder, der in wenigen Stunden das liebliche Tal stark verwüstet hatte. Auch in unserem Perlbach und in der Muschelzucht hatte das Wasser arg gehaust; es war im Hauptbach und im Perlbach einen Meter über das Ufer getreten, die Schütze, die den Eingang zum Hauptarm des Dobl-baches sperrte, und unser Fischhalter wurde weggerissen, die im Halter befindlichen Fische entkamen und das Bett des Muschelbaches derart mit Schotter vermurt, daß es vierzehntägiger angestrengter Arbeit bedurfte, die alten Muscheln wieder auszugraben, um sie vor dem Ersticken zu retten. Die jungen, im Vorjahre abgeworfenen, winzigen Muscheln dürften wohl gänzlich verloren sein. Solchen Elementarereignissen steht der Mensch machtlos gegenüber und nur die Hoffnung, daß sich solche verheerende Zwischenfälle nicht alljährlich wiederholen, gab den Mut, das gesteckte Ziel im Sommer 1926 neuerlich zu verfolgen und die Arbeit wieder aufzunehmen.

Es wurde der Halter wieder hergerichtet, neue Fische eingesetzt, darunter auch Elritzen, die ich aus dem Lunzer-See mitgebracht hatte und die Übertragung der Glochidien auf die Fische Ende August abermals durchgeführt. Hiebei haben wir diesmal neben der Infektion im Bottich auch versucht, diese in der Weise vorzunehmen, daß wir 220 trächtige Muscheln in den verhältnismäßig kleinen Raum des Fischhalters einsetzten. Hier mußten nun die Fische, es waren ihrer gegen 300, mit den heuer spärlicher ausgeworfenen Glochidien in dem langsam den Halter durchfließenden Wasser zusammentreffen; wir hatten, um das Wegschwemmen der Brut zu verhindern, die engmaschigen Gitter eingesetzt. Vorgenommene Stichproben zeigten bei einem Näsling und bei Elritzen gute Besetzung der Kiemen. Auf eine Beobachtung möchte ich besonders aufmerksam machen, ohne mir aber ein endgültiges Urteil hierüber zu erlauben. Am 9. September, also knapp 14 Tage nach der Hauptlaichzeit, untersuchte ich mehrere Fische und fand ihre Kiemen frei von Glochidien. Das legte in mir die Vermutung nahe, daß bei dem

außerordentlich günstigen Wetter, welches von Mitte August des Sommers 1926 andauernd herrschte, das Abwerfen der Glochidien bereits eingetreten war. Ob die Dauer des Parasitismus für die Tiere des Doblaches durch die günstigen klimatischen Verhältnisse so stark gekürzt worden war, muß wohl erst durch vergleichende Beobachtungen in den kommenden Jahren bestätigt werden.

Es wurde schon früher angedeutet, daß die Zeit des Schmarotzerlebens der Muscheln innerhalb weiter Grenzen schwankt und abhängig ist von der Temperatur des Wassers, in welchem der Wirt-Fisch lebt, ferner von dessen Gesundheitszustand und damit im Zusammenhange von der Ernährung des enzystierten Glochidiums. So bleiben die Glochidien von Anodonta etwa 70 Tage in den Kiemen ihrer Wirte. Harms hat Fische, die durch künstliche Infektion Glochidien auf ihren Flossenstrahlen trugen, in verschieden temperiertem Wasser gehalten und gefunden, daß die Parasiten bei 8–10° C zirka 80 Tage, bei 16° C zirka 22 Tage zu ihrer Entwicklung brauchten, indessen sie bei einer Wassertemperatur von 18–20° C schon nach 12 Tagen abgeworfen wurden. Während Glochidien von *Unio pictorum*, die im Mai von Schierholz auf Fische übertragen wurden, 4–5 Wochen auf diesen verweilten, wurde bei den gleichen Versuchen im Juli eine Tragzeit von ungefähr 15 Tagen beobachtet. Harms gibt die Dauer des Parasitismus bei *Unio pictorum* und *Unio tumidus* mit 26–28 Tagen an, wenn das Wasser, in welchem sich die Tiere aufhalten, durchschnittlich 16–17° C aufwies.

Bezüglich der Beschaffung der für die künstliche Infektion erforderlichen Fische wäre es natürlich das Beste, nur jene zu verwenden, die in dem gleichen Bache gefangen wurden, in welchem die Muscheln vorkommen, da Fische aus anderen Gewässern sich nicht immer an das Wasser des Gebirgsbaches gewöhnen und viele von ihnen für einen derartigen Wechsel sehr empfindlich sind. Der Fisch muß bei der Übersetzung aus dem Transportbehälter in den Bach erst langsam an dessen Wassertemperatur gewöhnt werden, da sonst leicht Verkühlung eintritt. Auch den verschiedenen Infektionskrankheiten sind die Fische ausgesetzt, die dann, wenn sie auf engem Raum zusammengepfercht sind, besonders stark in Erscheinung treten. So sind durch Beschädigung der Haut Eingangspforten für Krankheitserreger geschaffen und es wurden sowohl im Bach als auch im Behälter wiederholt Fische beobachtet, die an der Oberfläche ihres Körpers ganz fleckig erscheinen. Hier hatten sich Pilze, Saprolegnia-Arten, in ganzen Rasen angesiedelt, wodurch die geschwächten Tiere für Infektionsversuche, die kräftige, gesunde Fische voraussetzen, ganz untauglich werden. Im übrigen gehen Fische, die von solchen pflanzlichen Parasiten befallen werden, gewöhnlich zugrunde. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die Tiere,

wenn sich die Glochidien an sie festhaken, besonders wenn deren Kiemen besetzt werden, wie es bei unserer Flußperlmuschel der Fall ist, durch die von den Muschel-Parasiten verursachten Verletzungen ganz besonders empfänglich gegen schädliche Infektionen sind, die durch Pilze oder Protozoen verursacht werden.

Den Gefahren einer Infektion kann bei der Muschelzucht dadurch vorgebeugt werden, daß man die Fische, nachdem sich die Glochidien in deren Gewebe vollständig eingekapselt haben, für kurze Zeit in einer Lösung von Kupfervitriol (1 : 1000) badet.

4. Die Perlenbildung. (Übertragung. — Untersuchungsmethoden.)

Zur künstlichen Anregung der Perlenbildung wurde eine Muschel geopfert und von ihrem Mantel Epithellappen bestimmter, durch Absonderung guter Perlmutter gekennzeichnete Körperstellen mit einem Skalpell abgehoben. Eine Mantelseite reicht zur Bildung von 4 bis 5 Perlsäckchen hin. Die Transplantation dieser Epithelzellen und einer kleinen Perle als Kern in eine zweite Muschel wurde mit einem eigens für diesen Zweck angefertigten Instrumente durchgeführt. Dasselbe besteht aus einer dünnen, vergoldeten Röhre aus Pakfong, deren vorderes Ende schräg abschneidet, spatelförmig und scharf zugerichtet ist. Zwei bis drei Millimeter hinter der Spitze der Röhre befindet sich eine kreisförmige Öffnung, auf welche das Mantelstück (Epithel nach oben) und die kleine Perle gelegt werden. Haut und Perle werden dann mittelst einer Nadel nach innen gedrückt, wobei die Druckrichtung so gewählt wird, daß das Epithelstück die Kernperle vorn vollständig überzieht und dessen freie Enden sich an der entgegengesetzten Seite um den Kern zusammenschließen. Mit einem stabförmigen, ebenfalls vergoldeten Stempel, dessen vorderes Ende abgerundet ist, um ein Hängenbleiben von Gewebeteilen zu verhindern, werden nun aus der Kanüle, die inzwischen in den rückwärtigen Teil des Mantelrandes einer anderen Muschel eingestochen wurde, Perle samt Perlsack ausgestoßen und planmäßig an die gewünschte Stelle verlagert.

Die Tiere wurden nach durchgeführter Operation gleich wieder in das Wasser des Baches zurückgebracht und die während eines Jahres angestellten Beobachtungen ergaben, daß die Muscheln durch den Eingriff an ihrer Gesundheit keinerlei Schaden erlitten hatten; die Wundstellen vernarben bald.

Die Muscheln wurden durch ein volles Jahr an ihrem Aufenthaltsort belassen, nach Ablauf desselben einige von ihnen getötet

und jener Teil des Mantels, an welchem die „Pfropfung“ des Epithelsäckchens mit seinem Inhalt vorgenommen wurde, herausgeschnitten und nach folgenden Methoden der mikroskopischen Technik weiterbehandelt. Fixiert wurden die etwa 15 mm langen und 8 mm breiten Mantelrandstücke, an die sich noch ein Teil der Mantelplatte anschloß, mit Zenkers Flüssigkeit.⁵⁸⁾ Nach zweitägigem Verweilen in diesem Gemisch wurde in fließendem Wasser gründlich gewaschen und hierauf die Perle mit 5% Salpetersäure entkalkt. Da die völlige Entfernung der Hartteile mit Rücksicht auf das klaglose Schneiden der Präparate unbedingt erforderlich ist, wurden die Mantelrandstücke drei bis vier Tage der Einwirkung der Säure, die während dieser Zeit öfters gewechselt wurde, ausgesetzt. Nach der Entkalkung wurden die Stücke mit 5% Alaunlösung behandelt, dann allmählich durch die Alkoholreihe in Xylol übergeführt und endlich in Paraffin eingebettet.

Die hergerichteten Paraffinblöcke wurden am Mikrotom in Schnitte von 0'008 bis 0'010 mm zerlegt, diese mit Glycerineiweiß in Serien auf den Objektträger aufgeklebt und nach der Lösung des Paraffins einer Vielfachfärbung unterzogen, wie sie Harms und Alverdes empfehlen; sie besteht im Wesentlichen in der Behandlung der Schnitte mit Anilinwassersafranin und Wasserblau. Zur Herstellung der ersten Flüssigkeit löst man 1 g Safranin in 100 ccm absolutem Alkohol und fügt diese Lösung zu 200 ccm Wasser, das man zuerst mit Anilin sättigte. Das Wasserblau (Anilinblau) wird in Wasser aufgelöst, in welches man vorher Pikrinsäure bis zur Sättigung eingetragen hatte.

Die Schnitte werden zunächst für mehrere Stunden in das Anilinwassersafranin eingelegt, hier gründlich durchgefärbt und hierauf in 96% Alkohol bis zum Aufhören der Wolkenbildung differenziert. Wird wässriger blauer Farbstoff verwendet (man kann Wasserblau und Pikrinsäure auch in Alkohol lösen), so geht man die Alkoholreihe herunter und dann erst in das Wasserblau. Nach kurzem Wässern bringt man die Schnitte wieder aus verdünntem Alkohol in immer konzentrierteren, geht dann über absoluten Alkohol in Xylol, und bettet hierauf in Kanadabalsam ein.

Die so angewendete Färbemethode läßt die verschiedenen Zellen, beziehungsweise Gewebe, recht deutlich unterscheiden. Die Epithelzellen und ebenso die Zellen der Perlsäcke erscheinen gewöhnlich grün, ebenso die Muskelfasern, die aber, je nach der Arbeitsweise, auch rot gefärbt werden können. Die Zellkerne sind schön rot tingiert. Gegen die Muskel- und Epithelzellen hebt sich

⁵⁸⁾ Zusammensetzung der Zenkerschen Flüssigkeit: 5 g Sublimat, 2,5 g Kaliumbichromat, 1 g Natriumsulfat, 1 ccm Eisessig und 100 ccm Wasser.

deutlich das Bindegewebe ab, das ausgesprochen blau erscheint. Schleimzellen erhalten eine violette Färbung.

Besonders gute Resultate kann man mit dieser Methode erreichen, wenn man sie, wie Alverdes angibt, zum Anfärben von Schalen- und Perlenschliffen, bezw. nach deren Entkalkung, für Schalen- und Perlenschnitte benützt; während Periostrakum und die Scheidewände der Prismen, die auch aus Periostrakums substanz bestehen, rot gefärbt werden, heben sich überaus deutlich alle jene Partien ab, welche aus Perlmutter gebildet sind und den blauen Farbstoff festhalten. Diese vorzügliche Unterscheidungsmöglichkeit hat es mir auch gestattet, bei den nach meiner Kulturmethode entstandenen Perlen festzustellen, daß fast durchwegs Perlmutter-schichten von den transplantierten Epithelien abgelagert wurden und nur vereinzelt Andeutungen von Prismenbildung zu beobachten sind.

Das histologische Bild der Schnitte ergab, daß die transplantierten Epithelzellen mit ihrer Umgebung, dem Bindegewebe des Mantelrandes, verwachsen waren, sich zu einem Perlsack zusammenschlossen, welcher in seinem Innern feinste Lamellen von Perlmutter absonderte.

Es kommt häufig vor — die Operation ist eben sehr heikler Art —, daß bei der Einführung des Perlsackes der Kern seiner Hülle ent schlüpft, der eingebrachte Kern somit vor oder hinter das verpflanzte Epithel zu liegen kommt, welches in dem Einstichkanal eine Art Pfropfen bildet, der in bezug auf das umgebende Gewebe deutlich erkennbar ist. Hier ist es nun von Interesse, feststellen zu können, daß es an einigen günstigen Stellen dieses Pfropfens, dort, wo er mit dem Bindegewebe des Mantels gut verwachsen war, zur Bildung einer kleinen Perle kam, die aber nicht immer rund, sondern auch länglich oder ganz unregelmäßig gestaltet war. Die ursprünglich eingeführte Perle — der Kern —, die in dem erwähnten Fall nur im Bindegewebe des Mantelrandes lag und nicht mehr im Zusammenhange war mit den sie ehemals umgebenden Epithelzellen, zeigt keine Größenzunahme, also keine Neuauflagerung von Perlmutter, zum Unterschied von jenen Kernen, die vom Perlsack umhüllt blieben; an ihnen ist eine Größenzunahme durch aufgelagerte, vom Tiere abgeschiedene Perlmutter-schichten an den Dünnschnitten zu beobachten. Dieser Befund zeigt neuerlich, daß nicht der eingeführte Fremdkörper die Ursache der Bildung der Perle ist, sondern lediglich die in die Tiefe des Bindegewebes verlagerten Epithelzellen des Mantels; sie allein sind es, die mit der Fähigkeit ausgerüstet sind, jene Stoffe abzuschcheiden, die zur Bildung der Perle notwendig sind.

Es sind meinerseits jetzt Versuche im Gange, die prüfen sollen, ob es möglich ist, statt des mühsamen Abhebens der äußeren Mantelhaut ein ganzes Mantelstück, also bestehend aus äußerer und innerer Oberhaut und dem dazwischen liegenden Bindegewebe, zur Herstellung des Säckchens für den fremden Kern zu verwenden. Das Säckchen wurde diesmal mit einem Faden abgebunden. Das angesetzte Experiment, das natürlich eine längere Versuchsdauer erfordert, müßte dann zeigen, ob das innere Epithel des Mantels, das bei der Formung des Säckchens nach außen zu liegen kommt, resorbiert wurde und die Verwachsung der übrigbleibenden Gewebe, vornehmlich des eingebrachten äußeren Epithels, mit dem Bindegewebe des Mantels der Muschel erfolgt ist.

VII. Beobachtungen an gezüchteten Perlen.

1. Über das Wachstum der Perlen.

Die Ergebnisse meiner Versuche, die ich vom Jahre 1923 bis 1927 mit den Muscheln des Doblbaches bei Schärding anstellte, sind aus den beigegebenen mikrophotographischen Aufnahmen zu ersehen.⁵⁹⁾

Ich will im Nachfolgenden an der Hand dieser Bilder auf die Besonderheiten der einzelnen Perlbildungen aufmerksam machen (Abb. 33 Taf. 14).

Muschel Nr. I. Operiert: Juli 1923. Dem Bache entnommen und Schnitte hergestellt: Sommer 1924. Wachstumsdauer der Perle: 1 Jahr.

Als Kern verwendete ich eine kleine Sandperle, die in einen Hautfetzen, der aus dem Epithel der äußeren Mantelhaut einer älteren Muschel stammte, eingewickelt war. Säckchen samt Perle wurden in der oben beschriebenen Weise dem Tier in den muskulösen Hinterteil des Mantelrandes transplantiert. Die operierte Muschel war relativ jung. Ihre Größenmaße: 8 cm lang, 4 cm breit. Das Säckchen bildete an seinem rückwärtigen Ende, dort, wo die

⁵⁹⁾ Die photographischen Aufnahmen wurden im Laboratorium der optischen Werke C. Reichert in Wien mit dem mikrophotographischen Apparat „Kam R“ angefertigt. Der Firma, die mir die Apparate in bereitwilligster Weise zur Verfügung stellte, wie auch Herrn J. Bere, der mich bei der Herstellung der Bilder freundlichst unterstützte, sage ich meinen herzlichsten Dank.

Haut die Perle locker umschloß, einen kleinen Zipfel, eine Art Stiel, dessen Epithel mit dem Bindegewebe verwuchs. An dieser Stelle kam es wahrscheinlich seitens des Epithels zuerst zur Abscheidung von Perlmutter, die den elliptisch geformten Hohlraum gut auskleidete. Die Mitte der Perle zeigte Gewebereste und lockere Lamellen von Perlmutter (siehe Abb. 33). Die Bildung von Prismensubstanz konnte nirgends beobachtet werden; daß nur Perlmutter zur Ablagerung kam, ist wohl darauf zurückzuführen, daß das zur Bildung des Perlsackes verwendete Epithel einer Stelle des Mantels der anderen Muschel entstammte, die auf die Produktion von Perlmutter eingestellt war.

Maße des Perlsackes und der Perlmutter:

große Achse: 0'3549 mm	} Mittel: 0'2571 mm als Durchmesser, daher 0'1285 mm als Halbmesser.
kleine Achse: 0'1593 mm	

Die dickste Stelle der Perlmutter, also sozusagen die Spitzenleistung in bezug auf die Abscheidung, betrug 0'03185 mm (in einem Jahr). Diese Zahl gibt die einseitige radiäre Auflagerung an. Die weiteren Schnitte der Serie lassen erkennen, wie das schön verwachsene und bereits sezernierende Perlsackepithel allmählich die Perle umgreift, die bei der Operation in die Muschel eingeführt wurde.

Diese Umwachsung ist in der Abb. 34 Taf. 15 (2 a) bei 150 × Vergrößerung dargestellt. In der Mitte des Hohlraumes sind die Konchyolinreste der entkalkten Kernperle zu sehen. Der Perlsack hat in einer Falte, die noch dem vorhin erwähnten „Stiel“ angehört, reichlich Perlmutter abgeschieden, deren maximale Dicke an dieser Stelle mit 0'03640 mm gemessen wurde. Die Bildung von Perlmutter um die eingeführte Kernperle ist noch schwach, wahrscheinlich deshalb, weil das Epithel hier später verwachsen ist und daher auch später zur Abscheidung von Perlmutter schritt; diese zeigt sich auf dem Bilde in Form eines gewellten Streifens, der gleichlaufend mit dem Perlsack ist.

Die Abb. 35 Taf. 16 (2 b) gibt einen Teil der Gesamtansicht eines Schnittes durch den Mantelrand in stärkerer Vergrößerung wieder.

Muschel Nr. II. Operiert: Juli 1923. Dem Bache entnommen und Schnitte hergestellt: Sommer 1924. Wachstumsdauer: 1 Jahr.

Als Kern wurde eine Sandperle verwendet; das Epithel für den Perlsack wurde diesmal vom Mantelrand einer älteren Muschel abgetrennt.

Bei diesem Präparat ist die Perle dem Hautlappen, mit welchem sie unter Zuhilfenahme der Injektionsnadel in den Mantelrand des Versuchstieres eingeführt wurde, entschlüpft. Auf den Dünn-