Zur Biologie von *Dreissensia polymorpha* Pallas.

Von

Prof. **Joh. Frenzel**,
Biolog. Station Friedrichshagen.

Wie bekannt, giebt es eine grosse Anzahl von Lebewesen, thierischen sowohl wie pflanzlichen, welche die Eigenschaft haben, sich über weite grosse Gebiete zu verbreiten, in denen sie eigentlich nicht heimisch sind, oder in denen ihre nächsten Artverwandten nicht angetroffen werden. Zu diesem Lebewesen gehört nun auch *Dreissensia polymorpha* Pallas¹⁾ oder die Schafklaumuschel²⁾, wie man sie deutsch recht gut nennen kann. Wenngleich wir nun vorläufig wenigstens kaum in der Lage sind, die Summe der Eigenschaften zu überblicken, welche diese Muschel in den Stand setzen, in einem sehr viel weniger salzhaltigen Medium zu gedeihen, als ihr eigentlich zukommt, und zwar gut zu gedeihen, und wenngleich wir uns vergeblich fragen werden, warum nicht auch viel mehr andere Lebewesen sich ebensoweit ausbreiten und akklimatisiren, so werden wir doch für die *Dreissensia polymorpha* wenigstens ein Moment zur Erklärung jener Eigenthümlichkeit heranziehen dürfen, nämlich den hohen Grad ihrer Beweglichkeit d. h. der Fähigkeit, einen Ortswechsel vorzunehmen.

Schon früher hatte Rossmäsl er, nach einer Mittheilung von E. v. Martens³⁾, eine Beobachtung gemacht, „nach welcher die *Dreissensien* eine gewisse Beweglichkeit behalten, indem sie sich von ihrer Unterlage loslösen und sich eine grössere oder

1) In der Schreibweise von „*Dreissensia*“ schliesse ich mich Weltner (s. d.) an.

2) E. Friedel, Ueber die Ursache der Verunreinigung des Berliner Leitungswassers im Nov. 1895, in „*Brandenburgia*“, Monatsblatt der Gesellschaft für Heimathkunde der Provinz Brandenburg, Nr. 12 (1896). S. 375 flg.

3) Vergl. v. Martens in der Discussion über E. Korschelt's Vortrag (s. d.), in Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde, Berlin 1891.

kleinere Strecke davon wieder anzuheften vermögen“, ganz abgesehen also von der passiven Beweglichkeit dieser Muschel, welche nach der allgemeinen Ansicht ¹⁾ darin besteht, dass sie von ihrer Heimath, dem Kaspischen und Schwarzen Meer, durch Schiffe und Holzflösse, an welche sie sich ansetzt, fast in alle grösseren Flüsse Europas eingeschleppt worden ist. Später hat dann Reichel ²⁾ eine Beobachtung mitgetheilt, wonach sich die Dreissensien im Winter aus den seichterem Ufergegenden der Gewässer mehr in die Tiefe zurückziehen sollen, und darauf ³⁾ gab er noch genauer an, dass sie unter Abstossung ihres Byssus den Ort verändern können, und dass die älteren Muscheln sogar regelmässige Wanderungen ausführen. Kurze Zeit darauf gelang es nun E. Korschelt ⁴⁾ festzustellen, dass unsere Muschel eine Entwicklung durch freischwärmende, mit einem Velum versehene Larven durchmacht, also in der Larvenform einen hohen Grad von Beweglichkeit erreicht, und W. Weltner ⁵⁾ konnte nicht nur diese Angaben bestätigen, sondern fügte auch neue Beobachtungen hinzu, die sich vornehmlich auf die Jugendstadien der Dreissensia beziehen.

War nunmehr durch Korschelt und Weltner gezeigt worden, dass ein grosser Theil der Ortsveränderungen unserer Muschel besonders zur Larvenzeit ausgeführt werden kann, so blieb doch immer noch die Frage eingehender zu untersuchen, ob die Dreissensien wirklich, wie Rossmässler und Reichel angeben, zum Winter in die Tiefe wandern, und auf welche Weise sie dies anstellen. Zwar hatte schon Korschelt den Schluss gezogen, „es müsste dann also der Byssus, mit dem sie festgeheftet sind, abgestossen werden“, aber es war ihm doch gleichzeitig aufgefallen, dass „die Dreissensien immer klumpenweise angetroffen werden“, woraus weiter geschlossen wurde,

1) Vergl. Leunis-Ludwig, Synopsis der Thierkunde. Bd. 1 (1883). p. 1041.

2) Zoolog. Anzeiger 1887, S. 488 flg.; Reichel, Ueber das Byssusorgan der Lamellibranchiaten.

3) Zoolog. Beiträge von A. Schneider, 1890 (II). Reichel, Ueber die Bildung des Byssus der Lamellibranchiaten.

4) E. Korschelt, Ueber die Entwicklung von Dreissensia polymorpha Pallas in Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde, Berlin 1891. S. 131 flg.

5) W. Weltner, Zur Entwicklung von Dreissensia. Zoolog. Anzeiger 1891. Nr. 379.

dass sie „sich also nach der früher erfolgten Trennung wieder vereinigen mussten“. Wie mir nun scheint, liegt hier eine unverkennbare Lücke in den Beobachtungen vor, und mein Bestreben war es, diese Lücke nach Möglichkeit auszufüllen.

Trotzdem die Schafklaumuschel sich fast überall hin verbreitet hat, so darf man doch keineswegs annehmen, sie sei in hohem Grade anspruchslos. Vielmehr liebt sie klares, leicht bewegtes Wasser, sowie einen nicht zu weichen Untergrund, der ausserdem Steine oder andere Gegenstände aufweisen muss, an denen sie sich festzuheften vermag. Aus diesem Grunde siedelt sie sich gern auf den flacheren Stellen der Scharregion an, wo das Wasser mehr Bewegung hat als in der Tiefe, und wo es zur Bildung einer Schlammsschicht nicht kommt. Allerdings werden *Dreissensien*kolonien auch in grösseren Tiefen angetroffen; so berichtet Weltner (l. c.), dass sie im Tegeler See noch in einer Tiefe von 12 m vorkommen, und ebenso fand ich sie im Müggelsee an einzelnen Stellen, aber selten, noch in dessen grösster Tiefe, nämlich bei 7 bis 8 m. Gelegentlich der Eisfischerei, also im Winter, werden ferner durch das grosse Zugnetz, die Wade, oft erhebliche Mengen von *Dreissensia*-Klumpen aus der „Tiefe“ heraufbefördert. Doch scheinen sie dann, nach dem wenigstens, was ich bisher festzustellen vermochte, meist auf der sog. schwarzen Schar zu sitzen, resp. am oberen Scharberg, also nicht eigentlich in den tiefsten Stellen. Sonst aber, d. h. zur Sommerzeit, wenn man gewöhnlich derartige Beobachtungen anstellt, findet man die Klumpen, wie schon gesagt, der Regel nach und in grössten Mengen auf der sog. weissen Schar, sei es auf weissem oder schwarzem Sande, oder auf einer geringen Modderschicht, sowohl auf kahlen Stellen, wie auch zwischen Wasserpflanzen. Dass die *Dreissensia* hinsichtlich des Wassers sogar recht anspruchsvoll ist, mag der Umstand beweisen, dass es schwer ist, sie längere Zeit in kleineren Aquarien ohne Wasserwechsel zu halten und dass sie oft bald absterben, während andere, mit ihnen sonst vergesellschaftet lebende Thiere, so Egel (*Glossiphonia complanata*, *Helobdella stagnalis*) ferner Schnecken (*Limnaea auricularia*) noch in übelriechendem Wasser zu leben vermögen. Selbst in Aquarien mit Wasserwechsel sind mir die *Dreissensien* meist eingegangen — vielleicht auch an Nahrungsmangel — und sogar in kleinen Teichen, wo andere Mollusken gut gedeihen, ist es nicht viel an-

ders. Vor allem aber vermeiden sie den eigentlichen „Modder“ oder Schlamm auf der Sohle der Gewässer, so dass man schon hierin einen Grund erkennen kann, warum sie für gewöhnlich nicht in die eigentliche Tiefe gehen, da diese ja in den meisten Fällen mit einer Modderschicht bedeckt ist; und nur dort, wo diese Schicht von Steinen oder dergl. überragt wird, vermögen sich die Muscheln anzusiedeln. Da ferner unsere Gewässer, im Besonderen der Müggelsee, einen feinsandigen Untergrund haben, der eigentlich keine Steine etc. aufweist — es sei denn, sie seien künstlich und zufällig durch Kähne etc. dorthin gelangt — und da ferner die weisse Schar nach dem Ufer zu grobsandiger wird und mit groben Kieseln etc. durchsetzt ist, wozu dann noch andere Körper, die zufällig vom Ufer ins Wasser gelangen, kommen, und wobei die Malermuschel (*Unio pictorum*) nicht zu vergessen ist, die der Regel nach nur auf der weissen Schar lebt, so ist es klar, dass auch diese Umstände wesentlich dazu beitragen, der Schafklammuschel als ihr eigentliches Revier eben diese weisse Schar anzuweisen. Hier trifft man die Colonien gewöhnlich auf kleinen Steinen angeheftet, die etwa die Grösse einer Hasel- oder Wallnuss haben und die eben, wie wir sahen, dem Müggelsee, wie auch den übrigen Seen unseres Spree-Havelgebietes, als natürliche Bestandtheile zukommen. Aber auch jeder grössere feste Gegenstand wird von den Dreissensien „mit Beschlag belegt“, so grössere Steine, soweit sie durch irgend einen Umstand von aussen in den See gelangt sind, z. B. Kalksteine von Rüdersdorf, Ziegelsteine etc., ferner noch Pfähle und andere Wasserbauten.

Obwohl das Wasser des Müggelsees hinreichend kalkhaltig ¹⁾ erscheint, und obwohl auch die übrigen natürlichen Bedingungen für ein gutes Gedeihen der *Dreissensia* vorzuliegen scheinen, so erreicht diese im Müggelsee doch keine erhebliche Grösse und bleibt namentlich hinter der im Tegelersee erreichten auffallend

1) Vergl. Bericht über die Untersuchung des Berliner Leitungswassers in der Zeit vom November 1891 bis März 1894 von Dr. Carl Günther und Dr. F. Niemann etc. Archiv für Hygiene. 1895. S. 63 fig.

Ferner sei hier noch folgender Versuch erwähnt. Wenn man das rohe oder filtrirte Wasser des Müggelsees zum Gefrieren bringt und wieder aufthauen lässt, so entsteht ein krystallinischer Niederschlag, der sich zum Theil als kohlensaurer Kalk erweist.

zurück. Dieser letztere, der Tegelersee ist auch viel reicher an dieser Muschel, und zwar mag zu Zeiten dieser Unterschied recht bedeutend gewesen sein. Als nämlich vor Jahren der Müggelsee behufs Errichtung der damals geplanten Wasserwerke daraufhin untersucht wurde, glaubte man zu dem Schluss zu gelangen, er beherbergte gar keine oder nur ganz wenig *Dreissensien*, was man deshalb für einen Vorzug ansah, weil diese letzteren im Stande sind, sogar die Sangeröhren der Wasserwerke, trotz ihres erheblichen Durchmessers, zu verstopfen¹⁾, wodurch sogar, nach dem Absterben der Muscheln, wie Friedel nachgewiesen hat, eine Verpestung des Leitungswassers verursacht werden kann. Sind mithin die Schafklaumuscheln im Müggelsee nicht so mächtig entwickelt, als dies in manchen anderen Gewässer der Fall sein mag, so sind sie doch bei weitem keine Seltenheit, und namentlich auf der sandigen flachen Region vor dem Gelände der Biologischen Station, also unmittelbar neben den Wasserwerken, sind sie recht häufig.

Bereits im Winter 1894/95 war mir aufgefallen, dass auf dieser soeben genannten Region unter dem Eise so ausserordentlich wenig Colonien der Schafklaumuschel anzutreffen waren, an Stellen, wo sie während des Sommers nie vermisst wurden. Die Muscheln konnten keineswegs einfach abgestorben sein, denn dann hätte man doch noch leere, zu Klumpen vereinigte Schalen finden müssen; aber auch diese waren äusserst spärlich. Da an dem gleichen Orte ferner — zur Sommerszeit — viel Unioniden hausen, und da diese gewöhnlich mit *Dreissensien*kolonien besetzt sind, so glaubte ich anfänglich die Sache so erklären zu können, dass die Unioniden bei ihrer Wanderung ihre Miether mitschleppten. Gerade wie *Dreissensia* ist nämlich auch die Malermuschel (*Unio pictorum*) im Sommer in grossen Mengen auf der weissen Schar anzutreffen, und fehlt hier im Winter ebenfalls fast vollständig. Da sie nun aktiv beweglich ist und, wie bekannt, Wanderungen vornimmt, die sich auf dem Sande durch eine deutliche Spur markiren, so kann man nicht davon überrascht sein zu sehen, wie sie zum Winter dem unwirthlichen flachen Gestade entflieht und tiefere Stellen aufsucht. Ja sie scheint sich sogar, was nebenbei erwähnt sein möge, im Winter tiefer in den Sand zu bohren, da sie ge-

1) Vergl. Friedel l. c.

legentlich der Eisfischerei eigentlich nur selten heraufbefördert wird. Obiger Erklärungsversuch musste nun aber fallen gelassen werden; es wurde nämlich im darauffolgenden Sommer festgestellt, dass die überwiegende Mehrzahl der Dreissensiakolonien nicht auf *Unio* sassen, sondern zumeist auf Steinen und anderen leblosen Gegenständen. Ferner wurden im darauffolgenden Winter (1895/96), etwa im Februar, fast gar keine Dreissensien auf der flachen Schar vor der Biologischen Station angetroffen, und diese waren mithin thatsächlich zumeist verschwunden, so dass die Angaben von Rossmässler und Reichel damit ihre Bestätigung fanden.

Mit Beginn des jetzigen Winters (1896/97) nahm ich nun diese Angelegenheit wieder auf, zumal mir die schon citirte Erklärung, dass sich die Muscheln behufs Wanderung in die Tiefe von ihrer Unterlage loslösen sollten, nicht genügend geklärt, geschweige denn bewiesen erschien. Zwar ist es richtig und kann jederzeit demonstriert werden, dass sich von Colonien, die in Aquarien oder sonstige kleine Behälter gesetzt werden, oft eine Anzahl von Exemplaren loslösen. Dies sind indessen immer die kleineren, während die grösseren, selbst bei eintretender Fäulniss, eher absterben, als dass sie jenes thun. So bestimmte ich die Grösse der abgelösten Muscheln mit einer Länge von bis zu 16 mm, während die Länge der festsitzenden etwa 20—25 mm ausmacht, gemessen stets längs der eine annähernd gerade Linie bildenden Unterseite der Muschel. Würde nun in der Natur dasselbe stattfinden, wie im Aquarium, so müssten auf den Colonien die grösseren Muscheln zurückbleiben, was thatsächlich aber nicht der Fall ist; denn wenn man zur Winterszeit noch Colonien antrifft, so bestehen diese stets aus Individuen verschiedener Grösse. Nun hatte ich im vorhergehenden Sommer (1895) gelegentlich eine Beobachtung gemacht, über die ich damals hinwegging, die mir indessen nachträglich wieder in Erinnerung kam. Beim Sammeln von Unioniden etc. wurden nämlich eine grössere Anzahl von Dreissensienklumpen aufgenommen, um festzustellen, ob sie einer lebenden Muschel oder einem anderen Gegenstande aufsassen. Dabei wurden die, wo letzteres der Fall war, achtlos wieder fortgeworfen und fielen vielfach so auf den Sandgrund, dass der zum Anheften dienende Gegenstand, z. B. der Stein, nach oben gewendet wurde,

während er sonst natürlich stets die unterste Stelle der Colonie bezeichnet. Als nun nach einigen Tagen eine Wiederholung obiger Suche vorgenommen wurde, ergab sich, dass alle Colonien wieder ihre richtige Lage, also mit dem Stein nach unten, angenommen hatten. Dies glaubte ich zunächst auf die Einwirkung von Wellenschlag zurückführen zu dürfen, zumal man annehmen kann, dass die Colonien sich eher im labilen als stabilen Gleichgewicht befanden, so dass also ein geringer Anstoss zum Umkehren genügen mochte. Gelegentlich aber glaubte ich ferner die Beobachtung gemacht zu haben, dass in Aquarien gesetzte Colonien innerhalb dieser ihre Lage und ihren Ort veränderten, eine Beobachtung, die mir zwar von Aquarienliebhabern bestätigt wurde, die indessen immerhin auf Täuschung beruhen konnte, da die Colonien zufälligerweise auf einer lebenden *Unio* sitzen mochten, welche nun ihrerseits jene Bewegung ausgeführt hätte. Vor einiger Zeit jedoch legte ich einen auf einem Steinchen angewachsenen *Dreissensien*klumpen in ein Glas mit Wasser und war nicht wenig erstaunt, als sich dieser Klumpen am nächsten Tage umgedreht erwies. Um aber jeden Irrthum auszuschliessen, stellte ich daraufhin einige Versuche an. Zu diesem Zweck wurde erstens eine solche Colonie in eine Glasschale gelegt, und zwar mit genauer Bezeichnung ihrer Lage. Schon nach Verlauf von 1 bis 2 Stunden zeigte sich die ganze Colonie um eine Kleinigkeit verschoben, und am anderen Tage, also nach 20 Stunden, betrug die Verschiebung ca. 5 cm, derart, dass man den ursprünglich eingenommenen Ort noch genau an seinen Umrissen erkennen konnte. Wird nämlich ein solcher Muschelklumpen in klares Wasser gelegt, so entstehen doch bald durch die Athembewegung der Thiere Wirbel und Strömungen, welche den auf und zwischen den Muscheln liegenden Detritus, Koth etc. aufrühren, der sich dann zu Boden senkt und diesen ziemlich gleichmässig bedeckt. Nur die von dem Klumpen selbst eingenommene Stelle bleibt selbstverständlich frei davon, und wenn sich der Klumpen dann verschiebt, so bleibt diese Stelle heller, d. h. weniger von Detritus bedeckt.

Diese Versuche, welche in verschiedener Weise wiederholt wurden, ergaben übereinstimmend, dass sich die *Dreissensien*kolonien in ihrer Gesamtheit fortbewegen können, und dass sich die einzelnen Individuen zu diesem Zweck

nicht loszulösen brauchen. Es zeigte sich ferner, dass diese Bewegung gewöhnlich eine gradlinige ist und ihr Ende erreicht, wenn die Colonie am Rande des Gefässes angelangt ist. Ausserdem aber konnte festgestellt werden, dass diese Bewegung, die an sich ja schon langsam erfolgt, durch die Grösse resp. das Gewicht des Substrates wesentlich erschwert und verlangsamt, im äussersten Falle sogar ganz inhibirt wird. Grosse, schwere Steine können mithin nicht fortbewegt werden. Achtet man aber auf diese Verhältnisse genauer, so wird man finden, dass die Dreissensia mit Vorliebe kleine Gegenstände zur Niederlassung wählt, wodurch also erreicht wird, dass die Beweglichkeit des Ganzen besser gewahrt bleibt, ein Punkt, auf den wir weiter unten noch zurückkommen.

In einer zweiten Reihe von Versuchen wurden ferner die Klumpen umgekehrt hingelegt, also mit dem Stein nach oben, und auch hier ergab sich schon nach kurzer Zeit, nach etwa 1 Stunde, eine ganz erhebliche Lageveränderung und eine derartige Drehung, dass der Stein schon eine völlig seitliche Lage eingenommen hatte. Oft trat sodann nach Verlauf von 24 Stunden eine vollständige Umdrehung in die ursprüngliche Lage ein, aber freilich nicht in allen Fällen; doch mochten hieran die nicht-natürlichen Bedingungen, die Glätte des Glasbodens, die geringe Grösse des Gefässes etc. Schuld sein. Es möchte indessen auch aus diesen Versuchen zur Genüge hervorgehen, dass die Dreissensienkolonien immer das Bestreben haben, ihre natürliche und ursprüngliche Lage, also den als Substrat dienenden Gegenstand nach unten gekehrt, wieder einzunehmen, wenn sie in dieser Lage gestört worden sind, und darin findet meine oben erwähnte, an den fortgeworfenen Klumpen gemachte Beobachtung ihre Bestätigung.

Wenn zur Winterszeit eine erhebliche Abnahme der Dreissensiencolonien in den flacheren Regionen eintritt, so muss dies unzweifelhaft als eine Wanderung bezeichnet werden. Diese Wanderung aber findet, so meine ich, ihre genügende Erklärung in dem Umstande, dass die Colonien als solche zu wandern im Stande sind; und die Annahme, die Muscheln, ob klein, ob gross, lösen sich ab und wandern einzeln, findet keine Unterstützung. Ja mir scheint, dass nicht einmal beide Erklärungen neben einander bestehen können. Es müsste dann doch auf-

fallen, wie es ja auch Korschelt auffiel, dass die Muscheln immer klumpenweise, auch im Winter angetroffen werden. Man müsste dann ferner, z. B. gelegentlich der Eisfischerei, auch vereinzelte Exemplare in einiger Menge wenigstens sehen, und dies ist keineswegs der Fall. Um dies aber noch genauer zu ermitteln, stellte ich neuerdings, gelegentlich des schon frühzeitig eingetretenen Frostes in diesem Herbst (1896), sowie des andauernden Frostes während des Winters (Anfang Januar bis Anfang Februar) weitere Beobachtungen an. Als das Eis gerade stark genug war, um einen leichten Mann zu tragen — ich benutzte bei dieser Gelegenheit mit Vortheil einen leichten Stossschlitten mit langen Kufen, einen sog. Rennwolf — wurden Löcher ins Eis geschlagen und *Dreissensien* gesucht. Solche fanden sich Anfangs December, aber doch spärlich und jedenfalls viel spärlicher als im Sommer und Frühherbst. Alle waren ausserdem in Klumpen vereinigt, und einzelne lebende Muscheln fand ich gar nicht, weder grosse noch kleinere. Als dann nach ca. 8 Tagen — der Frost hatte seinen erstmaligen Höhepunkt erreicht — wieder eine Suche stattfand, waren die Colonien allem Anschein nach wieder seltener geworden. Hierauf trat milde Witterung ein und erst Anfangs Januar 1897 konnte das Eis wieder betreten werden. Ich liess nun vom Ufer ausgehend in gerader Richtung in Abständen von 5—10 m Löcher in das Eis schlagen und zwar so weit hinaus, als die Tiefe zu gross wurde, um den Boden noch mit einem Köcher, der an einem langen Stiele befestigt war, zu erreichen. Die Löcher, die bei der jetzt anhaltenden Kälte bald wieder zufroren, wurden nach Art der Fischer mit Kieferbrüchen markirt, um später wieder geöffnet zu werden. Die Kälteperiode dauerte ferner vom 30. December bis 10. Februar, ohne dass jedoch sehr strenger Frost eintrat; so erreichte das Thermometer nur einmal auf wenige Stunden -20° C., um dann rasch wieder zu steigen. Ausserdem war am 27. Januar Schneefall eingetreten, der sich mehrfach wiederholte und das Eis mit einer hohen Schneeschichte bedeckte. Die Temperatur des Wassers endlich betrug an den controlirten Stellen durchschnittlich $+1^{\circ}$. Sie war dicht am Ufer etwar höher ($+2^{\circ}$), so dass das Eis hier schwach blieb und bald z. Th. wegschmolz, ein Umstand, der wohl zu beachten ist. Das Gelände der Biologischen Station ist nämlich, wie dies schon an anderen Orten ausgeführt worden, reich an

strömendem Grundwasser und dies tritt am Ufer in solcher Menge aus, dass es hier nur bei strengerer und anhaltenderer Kälte zur Eisbildung kommt. Etwas weiter hinaus endlich stellte sich das Verhältniss derart, dass die Wassertemperatur dicht unter dem Eis $+0,5^{\circ}$, mehr in der Tiefe aber $+1^{\circ}$ C. betrug. Am 7. Januar wurde nun die erste Dreissensiensuche in diesem Jahre angestellt, und es ergab sich dabei, dass in Tiefen von 0,30, 0,50 und 1,0 m noch Colonien vorhanden waren, wenn auch spärlich. Ob nun eine nennenswerthe Abnahme gegen den December stattgefunden hatte, konnte mit Sicherheit nicht constatirt werden und als Mitte und Ende Januar von neuem revidirt wurde, schien das alte Verhältniss obzuwalten. Es machte also ganz den Eindruck, als wenn eine weitere Abnahme nicht mehr eintrat, ein Eindruck, der bei der letzten Revision, am 15. Februar, seine Bestätigung fand. Der Frost liess nämlich plötzlich nach einer kurzen Verstärkung am 10. Februar nach, und es trat Thauwetter ein. Als bald schmolz auch das Eis am Ufer, während es weiter hinaus noch eine Stärke von ca. 35 cm besass. Gleichzeitig wurde festgestellt, dass die Wassertemperatur bei dem ersten Loch am Ufer in Tiefe von 0,30 m $+3^{\circ}$ C. (!) betrug, ferner bei 0,45 m $+1,5^{\circ}$, bei 0,50 m $+1^{\circ}$ und bei 0,60 m und 1 m Tiefe $0,75^{\circ}$ C. Am gleichen Tage war die Wassertemperatur draussen im See dicht unter Eis sowie bis ca. 1 m tief $+0,5^{\circ}$ bis $0,75^{\circ}$ C. Vermuthlich war also in Folge des Thauwetters mehr Grundwasser als vorher geflossen und ausserdem hatte es eine etwas erhöhte Temperatur angenommen. Dreissensiencolonien fanden sich endlich an allen 4 Stellen und zwar bei 0,30 m und 0,45 m Tiefe spärlich, bei 0,50 und 0,60 m Tiefe reichlicher und bei 1 m Tiefe wieder etwas spärlicher.

Vergleiche ich dieses Ergebniss mit denjenigen des vorhergehenden Winter, so scheint zunächst eine Uebereinstimmung zu fehlen, denn damals waren die Muscheln sehr viel weniger zahlreich. Hätte ich also nicht jene Daten an der Hand, so wäre ich in diesem Winter zu einem Schluss gelangt, der ohne Zweifel ein irrthümlicher gewesen wäre. Es möchte aber dieser Fall wieder als ein Beispiel dienen, wie nothwendig festbestehende Biologische Stationen sind und wie sie durch fliegende nie völlig ersetzt werden können. Kommen doch bei derartigen Fragen so vielerlei Momente und speciell Erfahrungen in Betracht, dass diese unmöglich in einem kurzen Zeitraum übersehen und

gesammelt werden können. Fragen wir uns nun, wie sich jener Mangel an Uebereinstimmung erklären lässt, so werden unzweifelhaft die Temperaturverhältnisse hierbei ausschlaggebend sein. Der Winter 1894/95 war bekanntlich sehr strenge und lange anhaltend, und auch der von 1895/96 war intensiver als der diesjährige, der ja erhebliche Kältegrade gar nicht erreichte. War doch nur vom Januar bis Februar eine wirkliche Kälteperiode. Offenbar war ferner das Grundwasser in den erstgenannten Wintern spärlicher oder kälter, so dass also die Uferzone kälteres Wasser hatte; und dass dies damals kälter war, geht schon aus dem Umstande hervor, dass das Eis am Ufer stärker und fester war, als in dem diesjährigen Winter. Alle diese Umstände haben nun ohne Zweifel Einfluss auf die Dreissensien gehabt und haben bewirkt, dass sie das eine mal mehr, das andere mal aber weniger auswanderten, wobei freilich nicht vergessen werden darf, dass hier nur graduelle Unterschiede obwalten, denn ein grosser Theil der Dreissensien war ja auch in diesem letzten Winter verschwunden.

Man wird nun die Frage aufwerfen, woher es kommt, dass die Dreissensien nicht alle gleichmässig handelten, da sie doch alle unter denselben Bedingungen lebten. Die Antwort möchte folgende sein. Da diese Muscheln zur Winterszeit nicht nur ein latentes, sondern ein aktives Leben führen, so brauchen sie Nahrung, und dass sie solche aufnehmen, beweist der stets vorhandene, wenngleich oft spärliche Darminhalt. Nun ist aber im Winter die Nahrung in der Scharregion besonders spärlich vertheilt und reicht offenbar nicht für soviel Dreissensien aus, wie im Sommer, so dass also ein Theil derselben vor der Wahl steht, entweder zu verhungern oder auszuwandern, und da sie zu diesem Letzteren befähigt sind, so thun sie es auch. Nun aber ist es doch noch fraglich, ob sie dies so weit thun, wie Nahrungsmangel herrscht, oder ob dabei noch andere Umstände in Betracht kommen. Dies möchte nun in der That der Fall sein, denn wie wir weiter oben gesehen hatten, sind nur diejenigen Dreissensien zu wandern im Stande, deren Substrat kein zu grosses Gewicht hat. Solche also müssen auf der flachen Schar in erster Linie zurückbleiben, und so ist es auch in der That; denn als ich bei der Revision am 15. Februar darauf mein Augenmerk richtete, fand ich zwar nicht alle, aber

doch eine Mehrzahl von Colonien auf grossen Steinen sitzend, mit hin solche, die nicht zu wandern vermochten oder bei der Wanderung zurückblieben. Ebenso müssen endlich auch diejenigen Dreissensien zurückbleiben, die an festen, unverrückbaren Gegenständen angewachsen sind, z. B. an Pfählen, Spundwänden etc. und auch dies trifft völlig zu, denn man findet an diesen Orten im Winter verhältnissmässig recht viel Dreissensien, und zwar sowohl grössere, wie auch kleinere, womit übrigens ein neuer Beweis erbracht wird, dass sich diese Muscheln behufs der Wanderung keineswegs ablösen.

Haben wir nun gesehen, wie die Dreissensia im Stande ist, im Winter eine grössere Tiefe aufzusuchen und haben wir ferner gesehen, unter welchen Umständen dies geschieht, so sei noch auf andere Erscheinungen hingewiesen, die von biologischem Interesse sind. Die Colonien dienen nämlich, wie schon weiter oben erwähnt, einer ganzen Gruppe von Organismen als Wohnung und Aufenthalt, und diese Organismen gelangen gleichfalls, wenn auch nur passiv, in grössere Tiefe. So fand ich mitten im Winter (Januar) mit den Muscheln vereint und zum grossen Theil versteckt in den Lücken und todten Schalen eine Anzahl lebender Thiere, so Insektenlarven, Asseln (*Asellus aquaticus*), Gammarus fluvialis, Egel (*Glossiphonia*, *Helobdella*, *Piscicola*) und andere Würmer z. B. Turbellarien (Planarien), ferner Algen, unter welchen letzteren Diatomeen vorherrschten.

Wenn man zum Frühjahr, sobald wieder offenes Wasser das Eis ersetzt hat, eine Umschau nach Dreissensien hält, so sind diese anfänglich noch recht spärlich. Allmählich aber vermehrt sich die Zahl ihrer Colonien mehr und mehr und bald ist wieder derjenige Zustand erreicht, der als der normale gilt, deswegen nämlich normal, weil wir ihn bei unseren sommerlichen Excursionen gewohnt waren vorzufinden. Die neu hinzukommenden Colonien bestehen nun nicht etwa aus jungen Muscheln, die eben erst ihre Larvenzeit hinter sich haben, sondern in buntem Gemisch aus grossen und kleinen, alten und jungen. Gerade wie die Dreissensien zum Winter in die Tiefe wandern, so muss also auch das Umgekehrte stattfinden, und wir dürfen annehmen, dass sie zum Frühjahr und Sommer die Tiefe verlassen und wieder zur flachen Schar ziehen. Warum aber, so wird man fragen, thun sie dies und warum bleiben sie nicht, wo sie einmal sind?

Auch diese Frage, so meine ich, wird nicht unschwer zu lösen sein. Nahrungsmangel vertrieb die Muscheln und Nahrungsüberfluss lockt sie nun wieder zurück; das ist ein Schluss, der überaus nahe liegt. Wahrscheinlich kommen aber noch andere biologische Momente dabei hinzu. Wie wir nämlich bereits weiter oben gesehen haben, gedeiht die *Dreissensia* nicht an verunreinigten Orten und nicht dort, wo viel Schlamm und Modder ist. Solches ist aber an der Sohle der Gewässer resp. auf der schwarzen Schar etc. immer mehr oder weniger vorhanden, während die weisse Schar wirklich oft reiner weisser Sand oder doch nahezu frei von Modder ist. Hierhin richtet die *Dreissensia* also ihr Streben.

Wie bekannt, ernähren sich die Lamellibranchier zumeist in der Weise, dass sie aus dem eingeströmten Athemwasser die festen, ihnen zusagenden Partikel zurückhalten und der Mundöffnung zuführen, die mit Sinnesorganen besonderer Art versehen ist¹⁾. Damit sind die Muscheln also im Stande zu erkennen, ob ein Wasser reich an Nahrung ist, oder nicht. Durch diese Sinnesorgane werden sie mithin auch geleitet, wenn sie eine Wanderung antreten wollen und wohin sie ihre Richtung zu nehmen haben. Sie handeln dabei also, wenn auch nicht gerade mit Ueberlegung, so doch zweckmässig und, wenn man so sagen darf, zielbewusst. Es fragt sich indessen, ob auch alle *Dreissensien*-colonien, die in die Tiefe zogen, wieder zur Höhe emporsteigen, und ob nicht manche auch zurückbleiben. Das Letztere ist nun überaus wahrscheinlich. Erstens nämlich wird es vorkommen, dass ganze Colonien in der Tiefe absterben und einfach liegen bleiben. Dann aber werden manche nicht mehr im Stande sein, ihren Weg zurückzulegen und zwar aus folgenden Gründen. Einmal nämlich werden in jeder Colonie einzelne, mehr oder weniger viel, Individuen absterben, sodass also die Kräfte jeder Colonie abnehmen und neue Individuen kommen als Ersatz nicht hinzu, da die *Dreissensia* nur im Sommer Eier legt und Larven hat. Ferner aber ist der Weg die Schar hinauf immer schwieriger als hinab, so dass also manche Colonie auch aus diesem Grunde nicht mehr zurückwandern kann. Endlich aber be-

1) Johannes Thiele, Die Mundlappen der Lamellibranchiaten. — Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie, XLIV. 1886. p. 239 fig.

deckt sich der Boden zur wärmeren Jahreszeit mit Pflanzen aller Art, welche im Stande sind, den Weg zu versperren, so dass manche Colonien einfach irgendwo hängen bleiben müssen; und ziehen wir nun das Facit, so werden wir uns sagen dürfen, dass keineswegs wieder ebensoviel Dreissensiencolonien zur flachen Schar zurückwandern, wie ausgewandert sind. Damit nun, mit diesem Umstande, möchte ich mir erklären, dass man im Sommer selbst in grösseren Tiefen noch vereinzelte Dreissensiencolonien findet, an Stellen, an die sie eigentlich nicht hingehören. Ausserdem aber sind die Dreissensien noch im Stande, das geologische Bild eines Gewässers zu verändern. Wie nämlich schon oben erwähnt, haben unsere Gewässer, von denen hier die Rede ist, einen feinsandigen, steinlosen Untergrund, während das Ufer (Schar) kiesig sein kann. Wenn nun Dreissensiencolonien kleine Steine in die Tiefe schleppen und dann absterben und verwesen, so bleiben diese Steine zurück, also an Stellen, wo auch sie eigentlich nicht hingehören. Geschieht dies ferner Jahr für Jahr und viele Jahre hindurch, so müssen immer mehr Steine auf den sandigen Grund gerathen und dieser könnte, wenn nicht etwa andere Ereignisse dazwischen treten, endlich von den Steinen gänzlich bedeckt werden. Würde dann ein Geologe Gelegenheit nehmen, ein derartiges Gewässer zu untersuchen, so würde er sich die Herkunft dieser Steine kaum erklären können, wenn ihm nicht die Thätigkeit der Dreissensien bekannt wäre. Jetzt freilich wird man kaum irgendwo derartige Zustände festzustellen vermögen, da die Dreissensia bekanntlich erst vor kurzer Zeit (im Jahre 1825?) bei uns eingewandert ist; ja es mögen viele Jahrhunderte dazu gehören, und erst die Nachwelt wird im Stande sein, die Richtigkeit der hier gezogenen Schlüsse zu prüfen.

Ehe ich diesen Abschnitt verlasse, möge noch einmal auf die Aftermieter der Dreissensiencolonien zurückgegriffen werden. Wie wir nämlich sahen, sind dies Thiere und Pflanzen, die unserer Binnenfauna und -flora angehören, so Asellus, Gammarus etc. Sollte nun nicht mittlerweile noch irgend ein Fremdling darunter entdeckt werden, so wird man erkennen, dass es der Dreissensia nicht gelungen ist, andere Vertreter ihrer heimathlichen Fauna und Flora zu uns zu übertragen. Zwar ist mir nicht bekannt, ob die Dreissensienklumpen in ihrer Heimath ebenso reichlich bewohnt werden, wie bei uns; aber ich finde andererseits

keinen Grund, das Gegentheil anzunehmen, und es bleibt mithin nur der Schluss übrig, dass ihre heimatlichen Aftermieter nicht im Stande waren, jene Wanderung mitzumachen. Von der Fauna und Flora des Kaspischen und Schwarzen Meeres scheint also nur unserer *Dreissensia* ein so ausserordentliches Akklimatisations- und Anpassungsvermögen inne zu wohnen.

Wenn man erwägt, dass die Schaffklaumuschel mit ihrem Byssus an der Unterlage befestigt ist, und dass sie ausserdem nur noch das Rudiment eines Fusses besitzt, so wird man sich die Frage vorzulegen haben, wie denn nun jene Wanderung, die oben erörtert wurde, bewirkt wird. Wie Korschelt (l. c. p. 144) nachgewiesen, besitzen die noch sehr jungen Individuen einen umfangreich entwickelten Fuss, der später im Wachsthum zurückbleibt und beim ausgewachsenen Thier eine stummelförmige Gestalt annimmt. Es ist ferner bereits weiter oben erwähnt worden, dass die Muscheln, so lange sie wenigstens noch nicht erwachsen sind, also in einer Grösse von 7—12 mm durchschnittlich (bei Exemplaren des Müggelsees!) eine gewisse freie Beweglichkeit behalten, insofern nämlich, als sie sich abzutrennen vermögen und mit Hilfe ihres immer noch vorhandenen Fusses wandern. Dies geschieht, wie Korschelt an jungen Thierchen nachgewiesen, dadurch, dass der Fuss „sich mit dem Ende fixirt, worauf er kontrahirt und der Körper nachgezogen wird.“ Das Gleiche habe ich nun auch an etwas grösseren Muscheln beobachtet, wo freilich die Geschwindigkeit eine so langsame ist, dass sie mit dem Auge kaum verfolgt werden kann. Es lässt sich indessen feststellen, dass die Muscheln sich in einer gewissen Zeit eine gewisse Strecke fortbewegen und zwar mit dem Fusse voran, also gerade wie die kleinsten Individuen. Dies konnte ich genauer an einer Muschel von ca. 4 mm Länge beobachten. Diese hatte sich, nachdem ein ganzer Klumpen in eine Glasschale mit Wasser gelegt worden war, bereits nach $\frac{1}{2}$ Stunde von jenem losgelöst. Sie kroch nun auf dem Glasboden der Schale, die Unterseite nach unten gekehrt und den Fuss nach vorn ausgestreckt. Da zog sie sich mit einem plötzlichen Ruck an diesem nach vorn, was mit blossen Auge deutlich wahrgenommen werden konnte, und wiederholte dies mehrfach. Einen ähnlichen Vorgang bemerkte ich ferner bei einer etwas grösseren Muschel, die ca. 8 mm Länge hatte; hier war die Bewegung jedoch eine viel langsamere und entging

der direkten Beobachtung. Ausserdem schien hier noch eine entgegengesetzte Bewegung stattzufinden, dergestalt also, dass sich die Muschel mit dem nach hinten — im Sinne der Bewegung — gerichteten Fuss weiterschob. Zu diesem Zweck musste der Fuss dann in kontrahirter Stellung angeheftet und dann ausgestreckt werden, ein Vorgang, den ich jedoch, wie gesagt, nicht direkt verfolgen konnte. Ein grösseres Exemplar von ca. 16 mm Länge verhielt sich ferner wie folgt. Das Thier hatte sich freiwillig von einem Klumpen abgelöst und wurde versuchsweise einzeln in eine Glasschale gelegt. Am nächsten Tage, also nach ca. 24 Stunden, war es um 3 cm weiter gewandert, nahm indessen eine seitliche Lage ein d. h. es lag mit der einen Schale nach unten, und von dem Fuss war nichts zu sehen. Nach weiteren 24 Stunden war wieder eine Verschiebung zu konstatiren, und zwar genau in der zuerst eingeschlagenen Richtung, diesmal um 1,5 cm, und die Lage war dieselbe. Nach weiteren 2 Tagen endlich (48 Stunden) betrug die Verschiebung 2 cm und das Thier war am Rande des Gefässes angelangt. Der Gesamtweg betrug mithin innerhalb von 4 Tagen ca. 6,5 cm, wobei aber bemerkt sein möge, dass der horizontalen Bewegung durch die senkrechte Glaswand ein Ziel gesetzt worden war. Immerhin aber lässt sich erkennen, dass diese Bewegung erstens am Anfang eine energischere war, um von Tag zu Tag abzunehmen, und dass zweitens die Geschwindigkeit doch so minimal war, pro Tag durchschnittlich nur 1,6 bis höchstens 1,8 cm, dass es unmöglich blieb, sie mit dem Auge direkt zu verfolgen. Am merkwürdigsten aber war ohne Zweifel die seitliche Lage des Thieres und das Fehlen eines äusserlich sichtbaren Fusses. Warum, so muss man sich nun fragen, hatte das Thier nicht dieselbe Lage — Bauchlage — angenommen, wie die kleinen Thierchen, also mit dem Fuss nach unten, und warum behielt sie diese Lage nicht bei? Sollte man nun annehmen, die Muschel hätte, wenn sie unbeobachtet war, also etwa zur Nachtzeit, die Bauchlage angenommen, sich mit Hilfe des Fusses weiterbewegt und darauf rasch wieder Seitenlage angenommen? Dies wäre dann aber doch ein recht merkwürdiges Verhalten, noch dazu, wenn nachfolgende Beobachtung hinzukommt. Als diese Muschel nämlich die Glaswand erreicht hatte, blieb sie zunächst einen Tag lang völlig ruhig liegen. Am nächsten Tage jedoch zeigte sich nicht nur, dass sie zwei

Centimeter in die Höhe gewandert war, sondern dass sie ihre Unterseite mit dem Fuss der neuen — senkrechten — Unterlage zukehrte. Ausserdem war jetzt der Fuss als ein kleiner Stummel sichtbar, und es war ganz unverkennbar, dass sich das Thier mit Hülfe desselben festhielt. Wenn es mithin jetzt seinen Fuss zeigte, welchen Grund mochte es vorher gehabt haben, dies nicht zu thun? Angstgefühl oder dergl. kann also doch unmöglich zur Erklärung herangezogen werden, da dies in beiden Fällen hätte dokumentirt werden müssen. In der That liegt die Erklärung auch ganz wo anders. Bei einer weiteren Beobachtung erwies es sich nämlich, dass der Fuss in einer Länge von höchstens 6 mm herausgestreckt war. Denken wir uns nun die Muschel, wie es ja anfänglich der Fall war, auf der Seite liegend, so besass die Austrittsstelle des Fusses eine Höhe von ca. 8 mm über dem Glasboden. Der Fuss von 6 mm Länge war also gar nicht im Stande, bei jener Lage diesen Glasboden zu erreichen. Ausserdem ist er hier ein so schwaches, zurückgebliebenes Organ, dass er gar nicht den Eindruck macht, als könnte er noch weiter ausgestreckt worden sein und als hätte er die im Verhältniss gewaltig schwere Masse dieser Muschel von 16 mm Länge vorwärts zu bewegen vermocht. Es wurde mir also überaus wahrscheinlich, dass der Fuss bei der oben besprochenen Bewegung überhaupt gar nicht betheiligt war und dass diese in anderer Weise ausgeführt sein musste, eine Vermuthung, die durch folgende Versuche zur Gewissheit wird.

Es ist schon weiter oben darauf hingewiesen worden, dass grössere Muscheln sich nicht mehr abzulösen pflegen, wie dies ja kleinere thun. Um also mit grösseren Muscheln zu experimentiren und festzustellen, ob und wie sie sich zu bewegen vermögen, müssen diese künstlich von der Kolonie abgetrennt werden. Ich führte dies nun in der Weise aus, dass ich eine solche Muschel nicht etwas abriss, sondern durch Zerschneiden der Byssusfäden abtrennte. Dieselbe besass eine Länge von 22 mm und trug ausserdem noch zwei ganz kleine Muscheln von ca. 3 mm Länge. In genau bestimmter Lage wurde diese Muschel nun hingelegt, und zwar auf die Seite, um jeder Möglichkeit, dass der Fuss aktiv eingreift, vorzubeugen. Eine zweite Muschel von derselben Beschaffenheit wurde dann der Controle wegen ebenso behandelt, aber mit der Unterseite nach unten gelegt. Während

sich nun die erstere nach 24 Stunden gar nicht verändert zeigte, hatte die zweite Muschel ihre Lage derart gewechselt, dass sie nun ebenfalls auf der Seite lag. Am darauffolgenden Tage also nach weiteren 24 Stunden, hatten sodann beide Muscheln, ohne die Seitenlage aufzugeben, ihren Ort verändert, und zwar so, dass jede ca. 6 cm in gerader Linie zurückgelegt hatte und an den Rand der Glasgefäße angelangt war. Um über die Art dieser Bewegung nun genaueres zu erfahren, wurde der Versuch mit denselben Muscheln noch einmal wiederholt. Es wurde zu diesem Zweck die eine davon wieder auf die Seite gelegt und zwar derartig, dass der untere Muschelrand mit einer gegebenen Linie (Tischrand) genau parallel war. Nach 24 Stunden hatte sich diese Muschel nun völlig gedreht, so dass die erst nach vorn — vom Beschauer — gerichtete Bauchseite nun nach hinten gerichtet war. Gleichzeitig zeigte der noch vorhandene Byssus eine Veränderung, die weiter unten besprochen werden soll. Die Drehung konnte nun ferner nur so erfolgt sein, dass die Muschel um ihre vertikale Axe einen Halbkreis beschrieben hatte, eine Annahme wofür folgendes spricht. Die Dreissensien haben nämlich die Eigenthümlichkeit, auch im Winter ziemlich viel Nahrung aufzunehmen, infolge dessen sie entsprechend viel Koth von sich geben, welcher seinerseits in langen Fäden ausgeschieden wird. Es zeigte sich nun bei der uns vorliegenden Muschel, dass jene Kothfäden in einem Halbkreis um das Thier herum lagen, der also genau der Drehung entsprach, den sie ausgeführt hatte. Wäre nämlich die Lageveränderung in anderer Weise erfolgt, z. B. durch Drehung um die horizontale Axe, so wäre diese eigenthümliche Kotablagerung gar nicht irgendwie zu erklären, so dass also nur die erstere Annahme zulässig sein kann. Diese wurde sodann durch neue Versuche bestätigt. Die andere der oben erwähnten beiden Muscheln führte nämlich, nachdem sie mehrere Tage stille gelegen, jetzt auch eine Drehung aus, aber viel unvollkommener und nur um etwa 45° . Hier konnte also nichts anders möglich sein, als eine Drehung um die vertikale Axe, was endlich auch durch einen letzten Versuch, der in etwas abgeänderter Weise vorgenommen wurde, seine Bestätigung fand.

Bisher waren, wie wir sahen, stets einzelne, losgelöste Muscheln zu den Versuchen verwendet worden. Um nun aber zu sehen, wie sich einzelne, aber noch festgewachsene verhalten, wurde

eine Muschel derartig isolirt, dass sie mit ihrem Byssus noch an einer leeren Schale haften blieb. Auch diese Muschel, die ebenfalls 22 mm maass, wurde in ihrer Lage genau fixirt, und zwar derart, dass die Fussseite fast nach oben gerichtet war. Am nächsten Tage war schon eine geringe Drehung sichtbar, und am darauffolgenden Tage war die Drehung noch deutlicher. Nach zwei weiteren Tagen endlich zeigte sich, dass die Drehung eine solche von etwa 180° , also halbkreisförmig geworden war, ohne dass sonst eine Ortsveränderung erfolgt war. Dann aber hörte die Drehung auf, um nun der schon beschriebenen gradlinigen Ortsveränderung zu weichen. Als diese Muschel nämlich nach 2 Tagen revidirt wurde, zeigte sich, dass sie sich mit der angehefteten Schalenhälfte um ca. 8 cm gradlinig, mit dem Vorderende voran verschoben hatte. Sie war am Rande des Gefässes angelangt.

Die soeben besprochenen Versuche lassen nunmehr erkennen, dass die erwachsenen Schafklamuscheln zweierlei Art von Ortsveränderung fähig sind, nämlich erstens einer drehenden bei seitlicher Lage oder bei Bauchlage um die Vertikalaxe und zweitens einer gradlinig fortschreitenden bei seitlicher Lage, und zwar derart, dass, wenn erforderlich, erst die erste Bewegung und dann die zweite ausgeführt wird. Dass die Drehung in zwei Fällen eine solche um genau 180° war, ist jedenfalls nur ein Zufall, aber, wenn man so sagen darf, ein nothwendiger. Das Zufällige war eben nur, dass die Muscheln in beiden Fällen so hingelegt worden waren, dass sie erst die erforderliche Drehung ausführen mussten, um zu dem gewünschten Ziele gradlinig fortzuschreiten. Wie wir nämlich noch sehen werden, hat auch das Licht Einfluss auf die Richtung der Bewegung, und in jenen beiden Fällen waren die Lichtverhältnisse übereinstimmend.

Wie alle vorgenommenen Versuche mithin ohne Ausnahme ergaben, dreht sich die *Dreissensia* erst, um sich dann zu verschieben. Es ist dies eine Erscheinung, die als recht merkwürdig bezeichnet werden muss. Aber ich meine, sie sei nicht unschwer zu erklären. Offenbar hat nämlich die Muschel das Bestreben, eine bestimmte Richtung einzuschlagen, und um in diese Richtung zu gelangen, dreht

sie sich eben so lange um sich selbst, bis sie sie erreicht¹⁾. Sie handelt also durchaus zweckmässig, und zwar so zweckmässig, wie es besser gar nicht geschehen kann. Es blieb ja noch die Möglichkeit offen, dass sie sich gleich von vorne herein verschieben würde, d. h. zunächst in ihrer Längsachse, um sich dann dorthin zu drehen, wohin sie will. Dann aber würde die Bewegung in einem Bogen geschehen und keine gradlinige mehr sein, was eine unnütze Kraftvergeudung bedeuten würde. Und offenbar ist die ganze Bewegung für die Muschel eine so mühsame, dass sie mit ihrer Kraft haushälterisch umgehen muss und dass sie sich jede zwecklose Bewegung erspart.

Bis hierher war die Ortsveränderung der Dreissensia nur an isolirten Exemplaren analysirt worden, und man muss sich zum Schluss fragen, wie sie sich an den Colonien vollzieht. Dies sind Anhäufungen einer mehr oder weniger grossen Anzahl von aneinander befestigten Muscheln, die in ganz verschiedener Lage zu einander orientirt sind. Die Längsaxe jeder einzelnen Muschel im Specieillen hat eine andere, ganz willkürliche und zufällige Richtung. Wenn hier also eine Ortsänderung erfolgt, die ja schon weiter oben konstatirt worden ist, so kann diese nur die Resultante aus einer grossen Anzahl von Bewegungen resp. von Kräften sein. Um dies nun genauer festzustellen, wurden Versuche mit ganzen Colonien angestellt, doch so, dass diese aus nur wenigen Individuen bestanden. Gleichzeitig wurde eine Aenderung der Versuchsanordnung eingeführt, und zwar damit, dass die Colonie nur von einer Seite her Licht empfing. Das Resultat war nun so, wie wir es jetzt erwarten konnten. Die kleinen Colonien drehten sich nämlich in den meisten Fällen erst um ihre verticale Axe und dann trat die Verschiebung ein, im Princip also ganz so, wie der Vorgang sich an einzelnen Individuen vollzog. In einigen Fällen freilich blieb die Drehung aus und die Verschiebung trat sofort ein, ein Vorgang, der indessen leicht darin seine Erklärung findet, dass offenbar

1) Sollte hier nicht eine Uebereinstimmung mit anderen Thieren z. B. mit Vögeln vorliegen? Eine Brieftaube z. B., die an einem fremden Orte aufgelassen wird, beschreibt in der Luft auch erst eine kreisende Bewegung, um dann gradlinig auf ihr Ziel loszueilen.

die Lage des Klumpens der einzuschlagenden Richtung zufälligerweise entsprach. Gleichzeitig endlich liess sich auch feststellen, dass die Colonien dem Lichte zuwanderten.

Fassen wir nunmehr die Ergebnisse der oben mitgetheilten Versuche zusammen, so können wir sagen, dass die Dreissensien, seien es einzelne Individuen, seien es ganze Colonien, unter Umständen das Bestreben haben, eine Ortsveränderung vorzunehmen, und zwar entweder in natürlichen Verhältnissen nach einer nahrungsreichen resp. wärmeren Gegend hin, oder — zunächst erst unter künstlichen Verhältnissen festgestellt — dem Lichte zu. Sie führen die Ortsveränderung ferner in der Weise aus, dass sie sich durch Drehung um sich selbst erst in die Richtung der Bewegung einstellen und dann eine gradlinige Verschiebung vornehmen.

So einfach im Grunde genommen die Art der Bewegung bei der Schafklauenmuschel ist, um so schwieriger wird ihre Erklärung. Dass sich jüngere Individuen mit Hülfe ihres Fusses vorwärtsbewegen resp. so bewegen können, haben wir wohl gesehen. Ebenso aber haben wir gesehen, dass dieser Vorgang bei grösseren Individuen ausgeschlossen bleibt, da der Fuss hier in hohem Grade verkümmert ist ¹⁾. Die Bewegung muss also auf andere Weise bewerkstelligt werden, und dann bleiben nur zwei Annahmen übrig, die aber kaum principiell verschieden von einander sein dürften. Ausser dem Fusse besitzen die Zweischaler eigentlich keine anderen Bewegungsorgane; durch Funktionswechsel aber können sie andere Organe hierzu dienstbar machen, und zwar in erster Linie ihre Schalen resp. Schalenmuskeln. So ist es ja bekannt, dass manche Muscheln durch energisches Zuklappen der Schalen geradezu zu springen oder zu schwimmen vermögen (z. B. die Pilgermuschel). Solcher Bewegung sind nun auch die Dreissensien fähig, wenngleich nur in beschränktem Maasse. Da sie nämlich mit Hülfe des Byssus festgewachsen sind und oft sehr gedrängt sitzen, so können ihre Schalen doch nur wenig klaffen und mithin auch nur eine geringe Kraft entfalten. Dennoch aber sah ich an isolirten Muscheln ein recht

1) Bei Festgewachsenen kann er ausserdem gar nicht ausgestreckt werden, da er hieran durch den Byssus verhindert wird.

energisches Zuklappen und zwar vornehmlich am Hinterende unten, da das Schloss mehr nach dem Vorderende oben verschoben ist. Dazu kommt noch ein Zweites. Die Dreissensien gehören zwar zu den Asiphoniaten und entbehren eigentlicher Athemröhren. Trotzdem aber schliesst sich der Mantel am Hinterende zu zwei gefranzten kurzen und weiten Röhren, von denen die eine zum Zulauf, die andere zum Ablauf des Athemwassers dient. Wird nun eine Muschel, die in Ruhe daliegt, irgendwie gereizt, so stösst sie mit M a c h t W a s s e r aus und klappt gleichzeitig die Schalen zu. Geschieht dies nun mit Energie und häufig genug hintereinander, so muss eine Bewegung des Ganzen in entgegen gesetzter Richtung ausgelöst werden, die freilich so gering ist, dass sie mit blossen Auge nicht unmittelbar verfolgt werden kann ¹⁾. Soll ferner eine Drehung bewerkstelligt werden, wie wir oben sahen, so ist zu diesem Zweck nur erforderlich, dass die oben erwähnten Röhren unter einem passenden Winkel zu der Achse des Thieres gestellt werden. Dann muss ebenfalls durch R ü c k s t o s s eine drehende Bewegung resultiren.

Legt man einen ganzen Dreissensienklumpen auf den „Rücken“, so kann man sehen, dass die grössten Muscheln meist geschlossen bleiben, während die kleineren klaffen, die Schalen auf und zu klappen und Wasserströme austossen. Es scheint mithin, als wenn die kleineren Muscheln besondere Energie entfalten, was vielleicht aber auch daran liegt, dass sie weniger engegedrängt stehen und daher mehr Energie entfalten können. Merkwürdig muss bei allem dem freilich die Uebereinstimmung in der A n o r d n u n g der Bewegungen sein; denn es herrscht doch ohne Zweifel eine bestimmte, allen Gliedern der Colonie innewohnende A b s i c h t vor, den Ort zu verändern und zwar nach einer bestimmten Richtung hin, oder, wenn die Colonie in ihrem Gleichgewicht gestört war, um die ursprüngliche Lage wieder einzunehmen. Bekanntlich kommen diese Colonien ferner dadurch zu stande, dass sich i r g e n d w e l c h e und i r g e n d w o h e r kommende Larven an einer schon bestehenden Colonie festsetzen. Es

1) Eine ähnliche Art der Bewegung ist von Siphoniaten bekannt, so von Solen, die sich sogar durch Ausspritzen von Wasser ruckweise schwimmend bewegen kann. Die Cephalopoden schwimmen ferner ebenfalls in dieser Weise.

haben mithin die durch reinen Zufall zu einem gemeinsamen Ganzen zusammengeführten Dreissensien einen gemeinsamen Willen und handeln wie ein einzelnes Individuum.

Haben wir nunmehr einen Einblick in die Bewegungen der Dreissensien gewonnen, so mögen zum Schluss noch einige andere biologische Eigenthümlichkeiten besprochen werden. Die eine kleinere Muschel, welche zu obigen Versuchen diente — sie war 16 mm lang —, hatte sich, wie wir sahen, mit Hülfe des Fusses weiterbewegt und war an der Glaswand des Gefässes sitzen geblieben, dicht an der Wasseroberfläche. Hier entwickelte („spann“) sie nun einen Byssus. Der Fuss wurde zu dem Zweck etwa 6 mm weit herausgestreckt und liess in seiner gelblich erscheinenden Masse die milchweisse Byssusdrüse nach der Spitze zu deutlich erkennen. Diese Drüse resp. ihre centrale Oeffnung wurde zur Herstellung eines Byssusfadens der Glaswand angelegt und es schied sich eine kleine kreisrunde Fussplatte ab, die am Glase fest haften blieb. Darauf wurde der Fuss langsam in etwas pendelnder Bewegung zurückgezogen und liess dabei den Byssusfaden austreten, welcher ebenso wie seine Fussplatte von weisser Farbe war. So wurden an einem Tage zwei Byssusfäden angelegt. In weiteren 24 Stunden folgten diesen sodann 2 neue und ein weiterer wurde gerade angesetzt, derart dass nach abermals 24 Stunden 4 neue Fäden gebildet waren. Jedesmal hatte sich die Muschel dabei um ein kleines Stück verschoben, um Raum für die neuanzusetzenden Fussplatten zu gewinnen. Musste nun dieser Versuch leider unterbrochen werden, so liess er doch ein Bild von der Herstellung des Byssus gewinnen, namentlich was die Zeitdauer betrifft, die dazu erforderlich ist. Die anfänglich weisse Farbe des Byssus endlich geht allmählich in eine braune über.

Bereits weiter oben wurde betont, dass nur junge Schafklammuscheln sich von ihrer Unterlage abzulösen vermögen, ältere dagegen nicht. Die Ablösung erfolgt, wie man dies sehr richtig zu bezeichnen pflegt, durch Abstossung des Byssus; aber dieser Vorgang verlangt noch eine genauere Erörterung. Als ich nämlich eine Muschel dadurch von den übrigen abtrennte, dass ich den Byssus dicht an der Anheftungsstelle durchschnitt, worauf die Muschel ruhig liegen blieb, zeigte sich nach Verlauf von 2 Tagen an der Basis des Byssus dicht ausserhalb der Schalenränder eine

kleine weisse, pfropffartige Masse, die ich zunächst für einen Theil des Fusses hielt. Bei Berührung wurde sie indessen nicht zurückgezogen, wie dies hinsichtlich des Fusses der Fall gewesen wäre. Am andern Tage war der Pfropf ferner noch grösser geworden, und als der Byssus jetzt berührt wurde, fiel er mitsammt jenem Pfropf ab. Der Byssus wird also thatsächlich abgestossen und zwar als einheitliche zusammenhängende Masse, die auf einem Gebilde aufsitzt, das man als ein Produkt der Byssusdrüse ansehen muss. Dasselbe ist von etwa eiförmiger Gestalt und trägt am spitzen Ende den Byssusschopf, aber nicht genau auf der Spitze, sondern etwas seitlich, derart, dass die Spitze auf der anderen Seite von einem härteren, braunen, fingerförmigen Fortsatz überragt wird, während die pfropffartige Masse selber weiss, durchscheinend und weich ist. Jener Fortsatz nun ist identisch mit dem sog. Spinnfinger und die pfropffartige Masse diente vor der Abstossung dazu, den Byssus festzuhalten. Dieser sitzt ursprünglich äusserst fest, denn versucht man, eine angewachsene Muschel abzureissen, so zerreißen eher die Byssusfäden, als dass sie sich als ganzen Schopf herausziehen lassen, und es tritt mithin erst dann eine Lockerung ein, wenn die Muschel sich loszulösen beabsichtigt. Dann scheint der Pfropf auch durch erneute Sekretion vergrössert und schlüpfrig gemacht zu werden, denn ich fand ihn in unbeschädigten Muscheln kleiner und mehr von gleichmässigem Aussehen, während er nach dem Abstossen innen fester und aussen weicher und geschmeidiger ist, eine Einrichtung, durch die das Abstossen offenbar erleichtert wird.

Aller Wahrscheinlichkeit nach verlieren die grösseren Schafklaumuscheln die Fähigkeit, einen neuen Byssus zu bilden und sich wieder anzuheften. Ich konnte wenigstens bei Exemplaren von 22 mm Länge und mehr aus dem Müggelsee, die sich, wie wir sehen, fortzubewegen vermögen, niemals etwas bemerken, was auf erneute Byssusbildung hindeutete, wie ja auch der Fuss bei diesen Thieren stark verkümmert ist. Während sich mithin kleinere Dreissensien abzulösen und wo anders wieder anzuheften im Stande sind, so ist dies bei grösseren, ausgewachsenen, nicht mehr der Fall, ein Umstand, der wieder darauf binweist, dass die Wanderung dieser Muscheln nicht in dieser Weise vollzogen wird, da ja dann die im Winter in der Tiefe angetroffenen Colo-

nien nur aus kleinen Muscheln bestehen müssten, was aber, wie wir sahen, nicht zutrifft.

Schon einmal hatten wir Gelegenheit gehabt, die Nahrungsverhältnisse der Dreissensien kurz zu berühren. Wir sahen, dass diese Muscheln auch im Winter das Bestreben haben, Nahrung aufzunehmen. Diese Nahrung besteht nun aus nichts Anderem, als aus minimal kleinen, im Wasser über dem Boden flottirenden Senkstoffen, die, wenigstens im Müggelsee, vegetabilischer Herkunft sind. Namentlich zur Winterzeit trifft man im Darmkanal der *Dreissensia* nichts anderes an als derartige grüne oder bräunlich und sonstwie verfärbte Körperchen deren pflanzliche Struktur meist noch gut zu erkennen ist. Ganz selten sind dazwischen Diatomeen oder deren Schalen. Jener pflanzliche Detritus endlich stellt eine Masse dar, die ohne Zweifel in stets fortschreitender Zersetzung begriffen ist, und wir sehen, dass die Dreissensien zu denjenigen Thieren gehören, wie auch die meisten Microcrustaceen¹⁾, die ich als „Detritusfresser“ bezeichne. Ja mir scheint gerade dieser Detritus, wenigstens in gewissen Stadien, besonders gut als Nahrung geeignet zu sein, da seine Bestandtheile, wie Cellulose etc., offenbar schon „gelockert“ sind und der Verdauung leichter zugänglich werden. Damit finde ich mich freilich im Gegensatz zu V. Hensen²⁾, der derartige Substanzen als nicht geeignet zur Nahrung von wirbellosen Thieren ansah. Nach dem aber, was ich bisher kennen gelernt habe, ist die Zahl solcher Detritusfresser eine ausserordentlich grosse, und diesen kommt im Haushalte der Gewässer, speciell bei der sog. Selbstreinigung derselben, eine hohe, bisher noch viel zu wenig gewürdigte Bedeutung zu. Zwar sind es offenbar nur Bruchtheile jener Detritussubstanzen, welche wirklich als Nahrung dienen und der Verdauung anheimfallen; denn die Kothmassen aller dieser Detritusfresser sind ganz bedeutende. Wir können aber schon jetzt, noch ehe genauere Untersuchungen darüber angestellt sind, annehmen, dass ein grosser Theil der Nahrungsstoffe des Detritus, vornehmlich also Eiweiss (Plasma) und Stärke, durch die Verdauung in lebende Substanz

1) Darüber gedenke ich an anderem Orte ausführlich zu berichten.

2) V. Hensen, Ueber die Bestimmung des Planktons etc. Fünfter Jahresber. d. Kommission z. wissenschaftl. Untersuch. d. deutschen Meere. 1887,

übergeführt und somit unschädlich gemacht wird. Das Uebrigbleibende, das zumeist aus Cellulose und Chlorophyllfarbstoff resp. dessen Derivaten besteht, fällt dann zu Boden und bildet den sog. *Modder*. Dieser ist, zumal zur Winterszeit, wenn wenig neuer Detritus hinzukommt, äusserst arm an thierischen Lebewesen, höchst wahrscheinlich schon aus dem Grunde, weil er äusserst arm an entsprechenden Nahrungsstoffen ist. Er ist nun eine Beute der Mikroben.

Ich habe mir zum Schluss diese kleine Abschweifung gestattet, um ein Augenmerk auf Verhältnisse und Zustände zu lenken, die bis jetzt noch viel zu wenig beachtet worden sind. Aber hier dürfte sich ohne Zweifel dem Bakteriologen und dem Chemiker noch ein weites Arbeitsfeld eröffnen, das viel zu vielseitig ist, um von einem Gesichtspunkte aus beackert zu werden. Wie indessen die Organe der Thiere nicht nur dazu da sind, um die Phylogenie dieser zu demonstrieren, sondern auch, um Thätigkeit zu entfalten und bestimmten Funktionen zu dienen, so sind auch die in der Natur sich abspielenden Vorgänge dazu da, um vom Standpunkt des Physiologen und des Biologen betrachtet zu werden.