© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ueber Chitin-Einlagerungen in Muschelschalen

Von

W. Winter,

k. Gymnasialprofessor in Regensburg.

Zur vorliegenden, kleinen und anspruchslosen Untersuchung wurde ich hauptsächlich veranlasst durch die Betrachtung der Flussperlmuschel, wie sie in den klaren Bergwässern des Fichtelgebirges und des bayerischen Waldes vorkommt.

Die Schalen der Flussperlmuschel, *Unio margaritifer*, erregen ja ganz unmittelbar unser Wohlgefallen, sowohl durch die elegante Form des Umrisses und die harmonische Ausbildung der Mulde, als insbesondere durch den prächtigen Glanz der Perlmutter und deren Begleitfarben. Lange nicht so gleichmässig wie bei der Seeperlmuschel ist bei unserer Flussperlmuschel die Perlmuttermasse als glänzende Masse vorhanden und verteilt. Der ächte Perlmutterglanz ist nämlich meist nur am Hinterrand vorhanden und reicht von da bis zur Mitte des Unterrandes. Der Vorderrand jedoch, derjenige Teil, mit welchem sich die Muschel in den Flusssand eingräbt, derjenige, bei welchem sie ihren Fuss, den muskeligen Lappen, herausstreckt, derjenige Teil, welcher bei der Bewegung wirklich vorangeht, der Vorderrand zeigt nicht die ächte Perlmutter, ausser bei ganz jungen Exemplaren, sondern ist überwachsen und verdickt durch eine Masse von mehr milchigem Aussehen, gleichmässig weisslicher Farbe und gleichartiger Struktur.

Diese, bei ausgewachsenen Exemplaren 1—2 cm breite Randpartie wird aussen noch eingefasst von einer braunen Zone, die bei jungen Exemplaren in der Breite von 2—3 mm

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ringsum läuft, bei alten Exemplaren aber nur mehr am Hinterrand in der Breite von 3—4 mm vorhanden ist, am Unterrand immer schmäler wird und am Vorderrand kaum mehr zu erkennen ist.

Die Randpartie umgibt den inneren Raum, die Muldenpartie. Die Schale ist durch fortgesetztes Ausscheiden und Auflagern von Schalensubstanz verdickt, so dass schon bei halbwüchsigen Exemplaren die unten liegende Perlmuttersubstanz nicht mehr sichtbar ist, und bei alten Exemplaren eine milchig weisse Substanz sich zeigt. In den stark eisenhaltigen Wässern der Eger und des Regen ist diese Muldensubstanz häufig hübsch lachsroth gefärbt, am stärksten in der Tiefe der Mulde und von da aus nach allen Seiten abnehmend bis in die feinsten Töne. Zudem ist in der Mulde die Schalensubstanz nicht spiegelglatt, wie meistens am Hinterrand, sondern nur mattschimmernd wie am Vorderrand, und meist fein gekörnt, wie ein Lithographiestein, ja oft so stark wie die Tastpapillen unserer Fingerspitzen. Gerade die hellrote Färbung der Mulde mit ihren sanft verlaufenden Tönen bildet einen hübschen Kontrast zu dem milden, gleichmässigen Glanz des Vorderrandes einerseits, und dem lebhaften Farbenspiel der in allen Farben, besonders in blau und violett spielenden glänzenden Perlmutter des Hinterrandes.

Aber nur ungemein selten trifft man ein Exemplar, das diese Schönheiten ungestört an sich hat; bei fast allen sind sie durch hässliche Flecken entstellt. Man sieht rundliche Flecken von brauner Missfarbe an verschiedenen Stellen, sie breiten sich in nierenförmigen Ausbuchtungen aus und endigen in moosgrünen Rändern. Wie Wucherungen scheinen sie sich auszubreiten, bald an dieser, bald an jener Stelle, meistens von der tiefsten Stelle der Mulde oder der innersten Stelle der Wirbel gehen sie aus, wachsen weiter, werden dann wieder von neuer Kalkmasse überdeckt, bis auf den moosgrünen Rand, der den jüngsten Zuwachs vorstellt.

Alles, was sonst bei Betrachtung von Naturgegenständen unser Wohlgefallen erregt, fehlt diesen Flecken. Es fehlt ihnen an Schönheit, da sie in Farbe keineswegs zur Perlmutter passen, sondern in hässlicher Missfarbe deren edlen Glanz unterbrechen; es fehlt ihnen jegliche Regelmässigkeit oder

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Zierlickeit der Form; ja sogar, was uns selbst in den verzweifeltsten Fällen noch mit Färbungen aussöhnt, nämlich ein erkennbarer Zweck, wie bei der Färbung des Kiebitzeies oder der Kröte, auch das fehlt; denn nach Form und Farbe dienen diese Flecken ebensowenig einem Zweck, und bringen dem Tiere ebensowenig einen Nutzen, als der wunderbare Glanz der Perle der Muschel einen Nutzen bringt, denn beide kommen erst nach dem Tode des Tieres an's Licht.

Wenn aber Zweck und Nutzen dieser Flecken nicht in ihrer Form liegt, so muss er wohl in ihrer Substanz liegen, und hierin ist er leicht und deutlich zu erkennen.

Diese Flecken rühren nämlich her von Chitinblättern, welche der Schalensubstanz eingelagert sind, und bilden einen notwendigen und wirksamen Schutz gegen Zerstörung der Muschelschale.

Die Flussperlmuschel lebt nur in den klaren Gebirgsbächen des Urgebirges. In diesen als sehr weich bekannten Wässern ist Kalk eine seltene Substanz, und nur dadurch, dass die Muscheln hauptsächlich von den verhältnismässig kalkreichen Algen leben, ist es erklärlich, dass sie überhaupt die zur Bildung der Muschelschale nötige Kalksubstanz gewinnen. Zudem löst aber das sehr kalkarme und luftreiche Wasser dieser Gebirgsbäche den Kalk rasch und leicht auf, deshalb muss sich die Muschel gegen ein Auflösen ihrer Schalensubstanz von aussen her energisch schützen, besonders wenn sie es auf ein hohes Alter von 80 ja von 100 Jahren bringen will. Ihr mächtigster Schutz besteht in einer dicken Chitinschichte, mit welcher sie die Schale aussen umgibt.

Diese Chitinschichte wird vom Randsaum des Mantels als zuerst feines Häutchen ausgeschieden, dann, wenn es dick genug ist, nach auswärts gestülpt, so dass es nun als 2—3 mm breites Band den Rand rings umflattert. Der sich zugleich weiter nach auswärts streckende Mantel überzieht einen Teil dieses Bandes von innen noch mit einer korkartig porösen Chitinschichte, füllt die Poren zugleich mit Kalksubstanz, und bildet so den braunen Randsaum, oder wenigstens bei älteren, langsam weiterwachsenden Exemplaren eine Verbreiterung des Randsaumes. Zugleich wird dafür der vorjährige Teil des Randsaumes, oder wenigstens ein Teil desselben mit Perlmutter

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

überzogen. Der nicht zur Bildung des Randsaumes benützte Teil des Chitinbandes umgibt den Rand mit feinhäutigen Lappen, wird dann im Laufe einiger Jahre zerfranst, zerfasert und abgerieben, so dass die Muschelschale aussen bald eine glatte, ja glänzende Oberfläche zeigt.

So wirksam ist der Schutz dieser Chitinhaut, dass selbst ganz alte Exemplare, welche sicher über 60 Jahre alt sind, aussen einen ganz tadellosen Chitinüberzug noch besitzen, nicht nur in der vorderen oder unteren Hälfte, mit welcher sie im Flusssande stecken, sondern auch an der oberen oder hinteren Hälfte, mit welcher sie in's fliessende Wasser herausragen, und beständig von ihm lebhaft bespült werden. Nur ist beim ersten Teil das Chitin noch glänzend schwarz, beim zweiten etwas matt; in stark eisenhaltigen Wässern haftet ihm häufig rotbraunes Raseneisenerz an.

Nur eine Stelle gibt es, an welcher der Chitinüberzug rasch defekt wird und sich abnützt; es ist die Stelle an den Wirbeln, an welchen sich zuerst die Muschelschalen bildeten, um von da aus, in konzentrischen Kurven weiterwachsend, die Muschelschale zu bilden. Im Jugendzustand bildet das Tier naturgemäss die Chitinhaut nur dünn, und auch in den ersten Lebensjahren wird sie noch ziemlich schwach ausgeschieden, erst etwa vom sechsten Jahre an erhält die Chitinhaut eine genügende Dicke. Es ist erklärlich, dass die dünne Chitinhaut an den Wirbeln rasch abgenützt wird. Dadurch kommt aber die Kalksubstanz in Berührung mit Wasser und wird dann rasch aufgelöst, gleichsam durchfressen. Ein Loch in der Schale würde aber allen möglichen Feinden Zugang verschaffen und in kürzester Zeit würde das zarte Muscheltier ihren Angriffen erliegen.

Um sich dagegen zu schützen, wendet das Muscheltier zwei Mittel an, nämlich Verdickung der Schale durch Ausscheidung weiterer Kalksubstanz, und Dazwischenlegen von Chitinblättern.

Das Ausscheiden der Kalksubstanz und des Chitins geschieht nur mittels des Mantels, eines häutigen Organes, das die ganze innere Fläche der Muschelschale bedeckt; es umhüllt auch die Schlosszähne und Schlossleisten, und am Schloss selbst sind seine zwei Hälften miteinander verbunden. Die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Schliessmuskeln durchbrechen den Mantel, so dass die Schliessmuskeln an den Muschelschalen selbst angewachsen sind.

Diese Ansatzstellen sind besonders bei der Perlmuschel deutlich zu sehen, da sie gegenüber der übrigen Schalensubstanz vertieft sind, und zeigen besondere Erscheinungen, von denen noch gesprochen werden wird. Ausserdem ist noch in der Nähe der Schultermuskeleindrücke gegen die Mulde zu je ein deutlicher Eindruck und ganz nahe an dem Hüftmuskel gegen die Aftermündung zu noch je ein etwas schwächerer Eindruck, herrührend von den Muskelbändern, mit denen der eigentliche Leib des Molluskes, nämlich der Magensack nebst Fuss, sowohl oben als unten an den Schalen befestigt ist.

Mit Ausnahme dieser Muskelansatzstellen kleidet der Mantel, wie gesagt, die ganze Muschelschale im Innern aus. Er ist längs einer Linie, welche die 1—2 cm breite Randpartie von der Mulde trennt, an die Schale angewachsen; diese Linie verläuft vom Schultermuskeleindruck aus nahezu parallel dem Rand, und biegt schliesslich auf das hintere Ende des Hüftmuskels ein. Ausserdem ist der Mantel mit der Mulde durch einige (10—20) punktförmige Ansatzstellen verbunden.

Der Mantel scheidet Kalksubstanz aus, und schlägt sie auf die Schale nieder; dies geschieht, von späteren Ausnahmen abgesehen, auf seiner ganzen Fläche, sowohl diesseits des Anhaftungssaums in der Mulde, wie jenseits desselben in der Randpartie. Die Kalkausscheidung in der Mulde dient nur dazu, die Schale zu verdicken; die Kalkausscheidung in der Randpartie dient auch zur Verdickung, aber auch, insofern sie, wie früher besprochen, über den Randsaum hinausgreift, zum Wachstum der Schale.

Da mit dem Wachstum der Schale auch das Tier wächst, so müssen die Ansatzstellen der Muskeln in radialer Richtung weiter hinausrücken. So rückt die Ansatzstelle des Hüftmuskels weiter nach hinten, also in der Richtung vom Wirbel weg. Da der Hüftmuskel selbst keine Schalensubstanz ausscheidet, so bleibt die Stelle, auf welcher er sitzt, gleich dick; ringsherum wird aber durch den Mantel Schalensubstanz aufgetragen; deshalb erscheint die Muskelansatzstelle vertieft, gleichsam als Muskeleindruck. Rückt nun der Muskel weiter, was bei halbwüchsigen Exemplaren 1—2 mm jedesmal aus-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

macht, so rückt an der verlassenen Stelle sofort der Mantel nach und erhöht und verdickt sie, entsprechend der übrigen Muldenhöhe; an der Stelle aber, welche der fortrückende Muskel bedeckt, weicht naturgemäss der Mantel zurück, und sie bleibt von weiterer Kalkbedeckung so lange ausgeschlossen, als der fortrückende Muskel über ihr sich befindet.

Da sich im Muskeleindruck terassenförmige Streifen zeigen, welche der Grenzlinie des fortrückenden Muskels entsprechen, so ist zu schliessen, dass das Fortrücken des Muskels und das Ausscheiden der Mantelsubstanz nicht gleichzeitig erfolgen. In der einen Hälfte des Jahres etwa rückt der Muskel vor und bedeckt so einen Streifen des vor ihm liegenden erhöhten Terrains, in der anderen Hälfte scheidet der Mantel Kalksubstanz aus. Ich möchte wohl schliessen, dass hauptsächlich im Winter die Kalkausscheidung erfolgt, denn die um Weihnachten dem Bache entnommenen Exemplare zeigten einen mattschimmernden Ueberzug von Kalksubstanz und der Mantel haftete an der Schale, die um Ostern entnommenen zeigten die Schale schon mehr glatt und glänzend, die im Juli entnommenen hatten dagegen eine glatte und spiegelnde Kalkfläche und der Mantel löste sich von selbst von der Schale, natürlich ausser an den Stellen, an denen er angewachsen ist. Den Sommer über füllen die Muscheltiere ihre Kiemenblätter mit den Erzeugnissen ihrer Geschlechtsdrüsen, und da die Eier selbst schon eine kalkhaltige Schale mitbekommen, so dürfte zu schliessen sein, dass sie während dieser reproduktiven Periode den Kalk für ihre Eier verwenden, und nur während der vegetativen Periode des Winters den Kalk für eigenes Wachstum benützen.

Ganz ähnliche Erscheinungen nehmen wir am Schultermuskeleindruck wahr. Da vom Wirbel nach vorn die Muschel viel langsamer wächst, als nach hinten, so rückt der Schultermuskel viel langsamer vor, verbleibt demnach wohl 2 bis 3 mal länger über derselben Stelle. Deshalb sind die hintersten Stellen verhältnismässig dünn, und sobald der Muskel weiter rückt, füllt der Mantel wieder mächtige Massen auf. Der Schultermuskeleindruck ist demgemäss sehr stark vertieft.

Der Schultermuskeleindruck ist aber sehr nahe am Wirbel gelegen; deshalb kommt es wohl vor, dass die Stelle, an

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

welcher aussen die Wirbel angefressen werden, so weit um sich greift, dass sie die nächst liegende Stelle des Schultermuskeleindruckes erreicht, und da diese am längsten vom Schultermuskel bedeckt und deshalb die dünnste ist, so kann es hier leicht zu einer Durchbohrung der Schale kommen. Dem arbeitet die Muschel entgegen dadurch, dass der Schultermuskel nun selbst Kalk ausscheidet. Er ist dazu sicher im Stande, denn gerade mitten im Muskelbündel, sowohl des Schulter- als des Hüftmuskels, bilden sich Perlen, indem die Muskelhüllen die dorthin eingedrungenen Fremdkörper oder wohl auch Parasiten mit Kalksubstanz überziehen, und diesen Ueberzug von Jahr zu Jahr immer dicker machen. So scheidet nun auch der Muskel selbst an seiner Ansatzstelle Kalksubstanz aus. Dies geschieht vorzugsweise an der dünnsten Stelle, geschieht nicht glatt und eben, sondern rauh, ruppig, höckerig, wohl hauptsächlich von den Muskelhüllen der einzelnen Muskelbänder aus, vielleicht auch etwas unterstützt durch fransenartige Fortsätze des Mantels, die sich zwischen die Muskelbündel einschieben, denn der ganze Muskel ist ganz deutlich in lose zusammenhängende Gruppen einzelner Muskelbündel geschieden. Aehnliches findet auch an den Ansatzstellen derjenigen Muskeln statt, mit welchen der Körper an der Schale festgeheftet ist. Nur selten und nur bei ganz alten Exemplaren finden sich solche Kalkausscheidungen auch an den Hüftmuskeleindrücken.

Am Manteleindruck, also längs der Linie, an welcher der Mantel an der Schale angewachsen ist, wird auch keine Kalksubstanz abgeschieden. Wenn deshalb diese Ansatzstelle des Mantels beim Wachsen weiterrückt, so entstehen auch terassenförmige Stufen, welche bei alten Exemplaren besonders gut in der Nähe des Schultermuskels wahrzunehmen sind.

Auch an den Punkten, an welchen der Mantel an der Mulde angewachsen ist, findet keine Kalkausscheidung statt; sie hinterlassen beim Fortrücken furchenartige Vertiefungen in der Mulde.

Auf solche Weise besorgt der Mantel durch Ausscheidung von Kalksubstanz sowohl das allseitige Weiterwachsen, als auch das Verdicken und Verstärken der Schale.

Was aber an Schale einmal ausgebildet und ausgeschieden ist, unterliegt von da an nicht mehr dem Einfluss der aus-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

scheidungsfähigen Gewebsteile. Es findet nicht vom Mantel aus späterhin ein Austausch oder eine Umbildung oder eine Neubildung der einmal in die Schale niedergelegten Substanzen statt, sondern sie bleiben sich selbst überlassen. Nur dadurch, dass der Mantel neue Kalkschichten aufträgt, kann er etwaige Schäden ausbessern. Ja er scheint nicht einmal im Stande zu sein, den einmal ausgeschiedenen Kalk wieder aufzulösen und aufzusaugen, gleichsam wegzulecken, um ihn an einer anderen Stelle, wo er ihn offenbar recht notwendig hätte, rasch und in grossen Massen abzuscheiden, etwa um eine Lücke rasch wieder zuzustopfen. Wenigstens habe ich an all meinen Perlmuschel, deren ich mehr als drei Dutzend besitze, nirgends etwas derartiges wahrnehmen können.

Eine, wie eben beschrieben, immer fortgesetzte Verstärkung der Muschelschale ist beim Weiterwachsen der Muschel schon deshalb nötig, um ihr die erforderliche Festigkeit zu geben. Es wird deshalb bei der Flussperlmuschel hauptsächlich die vordere Hälfte der Schale, welche im Kies und Sand des Flussbettes eingegraben ist, verstärkt. Man sieht deshalb besonders bei halbwüchsigen, rasch wachsenden Exemplaren, wie besonders in der Randpartie die Verstärkung in der Mitte fast vollständig aufhört, so dass dort der milchige Schimmer der verstärkten, vorderen Hälfte fast plötzlich in den perlmutterartigen Glanz der hinteren, nur wenig verstärkten Hälfte übergeht.

Die Verstärkung der Schale durch Kalksubstanz scheint aber dem Muscheltier nicht zu genügen, und da in den kalkarmen Wässern die Schale von aussen her rasch aufgelöst würde, anderseits aber Kalk zum Ausfüllen im Innern nur spärlich zu Gebote steht, so scheint sich die Muschel noch ein anderes Mittel zu ihrem Schutz ausgebildet zu haben, nämlich die Einlagerung von Chitinblättern in der Kalksubstanz.

Prüft man das Verhalten der Muschelschalen in Salzsäure so zeigt sich, dass ihr Kalk dem Angriff der Säure nur wenig zugänglich ist. Verdünnt man käufliche Salzsäure etwa mit zwei Teilen Wasser und legt eine Perlmutterschale ein, so hört die anfängliche rasche Entwicklung von Kohlensäureblasen bald auf. Schon nach einigen Minuten steigen nur mehr einzelne Blasen auf, die ganze innere Fläche der Schale ist dicht mit grossen Gasblasen besetzt, von denen nur hie und da eine

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

aufsteigt, und sich dann ersichtlich nur langsam ersetzt. An der äusseren, durch den unverletzten Chitinmantel geschützten Fläche findet die Säure überhaupt keinen Angriffspunkt.

Lässt man die Muschel ruhig in der Säure liegen, so dauert es drei bis vier Wochen, bei ganz alten Exemplaren noch länger, bis aller Kalk sich aufgelöst hat. Es bleibt dann als unlöslich in der Säure zurück das Chitin und zwar in dreierlei Arten. Zunächst der äussere Chitinüberzug, nebst etwa anhängenden Teilen des Schlossbandes. Er zeigt sich, mit Flüssigkeit imbibiert, lederartig, doch nicht zähe, biegsam und dick, weist auf der Innenseite die sammtartig schimmernde, poröse Schichte auf und zeigt die Jahresringe so deutlich ausgesprochen, dass sie eine sichere Zählung ermöglichen. Nur bei sehr alten Exemplaren, welche fast gar nicht mehr in die Länge wachsen, wird am Rand die Zählung etwas unsicher, weil sich die Linien zu nahe an einander legen. Wird der Chitinmantel ausgesüsst und getrocknet, so zeigt er sich spröde und brüchig, und bekommt schon beim Trocknen Risse, da er sich zusammenzieht.

Aus der Muschelsubstanz hat sich ferner eine feine, chitinöse Substanz ausgeschieden, bestehend aus ganz feinen, dünnen, durchsichtigen, farblosen Häutchen, zwischen welchen die Kalksubstanz eingelagert war. Diese Häutchen sind nicht etwa bloss parallel gelagert, so dass etwa jede Jahresablagerung durch ein solches Häutchen überdeckt wäre, sondern sie sind nicht nur in paralleler Richtung zahlreicher, sondern sind auch noch durch Querränder vielfach mit einander verbunden.

Ich will gleich hier bemerken, dass solche Chitinhäutchen nicht nur bei der Flussperlmuschel, sondern auch bei vielen Muschelschalen und Schneckenhäusern vorkommen, ja man kann als Regel aufstellen, dass jede Schalensubstanz, welche perlmutterartiges oder auch nur seidenglänzendes Aussehen hat, solche Chitinhäutchen besitzt und zwar um so zahlreicher, je intensiver der Perlmutterglanz ist.

Als drittes bleiben die Chitinblätter ungelöst zurück. Sie zeigen sich als braune, durchscheinende, schwach papierdicke Blätter und Lappen, oft nahezu von der Grösse der Mulde, oder als Streifen von der Breite der Randpartie, oder als unregelmäseig geformte Flächen, wenn sie auf den Schlossleisten und Schlosszähnen gesessen waren. Jedes Blatt bildet

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ein unter sich zusammenhängendes Ganzes und ist nur selten mit anderen Blättern verwachsen. Ausgesüsst und ausgetrocknet sind diese Chitinblätter spröd, brüchig, stark hygroskopisch, und der Dicke nach etwa mit dem Flügel einer Hummel vergleichbar, wenn ihnen auch die Zähigkeit abgeht.

Wenn man, während die Schale in Salzsäure liegt, täglich die Chitinhäutchen mit einem Hölzchen wegschabt, so löst sich die Schale naturgemäss rascher auf. Aber wenn durch die fortschreitende Auflösung ein Chitinblatt freigelegt ist, so stockt die Auflösung. Mit dem Holzstäbchen lässt sich das festgewachsene Chitinblatt nicht loskratzen, und bis dann durch Endosmose die Säure das Blatt durchdringt, den darunter liegenden Kalk löst, durch die entstehende Gasblase das Chitinblatt hebt und so allmählich sich den Durchgang erzwingt, vergehen immerhin mehrere Tage. Dann wird in zwei, drei Tagen die Kalkschichte gelöst bis zum nächsten Chitinblatt.

Schon das Verhalten der Perlmutterschalen in Salzsäure gibt ein gutes Bild von dem mächtigen Schutz, den solche Chitin-Einlagerungen gewähren, denn andere Muschelschalen gleicher Dicke, denen aber das Chitin fehlt, sind in einigen Minuten vollständig aufgelöst.

Ich möchte hier gleich eine Reihe von Messungen und Wägungen mitteilen, die ich an Flussperlmuscheln des Fichtelgebirges und des bayerischen Waldes machte.

Die Muscheln waren alle lebend in meinen Händen, die Fläche bezieht sich auf je eine Schale, und wurde gefunden durch Ausmessung einer auf Papier gefertigten Umrisszeichnung. Das Gewicht bezieht sich auf dieselbe Schale nach Entfernung des Schlossbandes.

Die Rubrik $\frac{G}{F}$ gibt das durchschnittliche Gewicht der Schale pro 1 qcm Fläche. Die Rubrik $\frac{Ch}{F}$ gibt in Milligrammen das Gewicht des Chitin pro 1 qcm Fläche und die Rubrik $\frac{Ch}{G}$ gibt in Milligrammen das Gewicht des Chitin pro 1 g Schalengewicht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Flussperlmuschel.

	Fläche in qcm	Länge in cm	Breite in cm	Gewicht in g	$\frac{G}{F}$	Chitin-gewicht in g	$\frac{Ch}{F}$	$\frac{Ch}{G}$
1.	78,9	19,3	6,6	80,5	1,02	5,66	71,7	70,2
2.	69,5	18,3	6,1	62,6	0,90	5,08	73,0	81,1
3.	65,9	18,1	6,2	49,3	0,75	2,95	44,8	59,9
4.	59,9	12,7	5,8	62,5	1,04	3,93	65,6	62,9
5.	53,4	11,7	5,4	40,2	0,75	2,29	43,0	57,2
6.	53,0	12,0	5,2	30,4	0,57	1,79	33,8	59,0
7.	51,5	11,7	5,1	32,2	0,62	2,48	48,1	77,0
8.	48,3	11,3	5,6	27,1	0,56	1,74	36,0	64,2
9.	42,7	10,9	4,9	24,9	0,58	1,44	33,6	57,6
10.	42,7	10,4	5.0	23,5	0,55	1,30	30,6	55,9
11.	40,7	10,0	4,7	18,8	0,46	1,09	26,7	57,7
12.	40,7	10,4	4,7	20,4	0,50	1,12	27,7	55,1
13.	31,3	8,8	4,2	9,9	0,31	0,58	18,4	58,4
14.	29,3	8,7	4,0	9,3	0,32	0,53	18,2	57,3
15.	29,2	8,2	4,4	11,1	0,38	0,68	24,4	61,7
16.	13,7	5,8	2,9	2,5	0,18	0,13	9,7	53,2

Die Reihe umfasst Exemplare von den ältesten und schwersten, bis zu sehr jungen Schalen, und doch enthalten alle auf je 1 Gramm Schalengewicht je gleich viel Chitin, nämlich nahe an 60 mg, das sind 6%. Auf die Fläche berechnet nimmt der Chitingehalt mit der Dicke der Schale zu und zwar nahezu proportional.

Diese Chitinblätter werden offenbar vom Mantel ausgeschieden; meistens beginnen sie an den Schlossleisten und den Schlosszähnen, und gerade diese werden am alleröftesten mit Chitinblättern überzogen. Von da aus steigen sie zur Mulde herab und überziehen sie oft weit hin. Aber auch in der Randpartie treten sie häufig auf, wachsen von der Schlossleiste aus zwischen Hüftmuskeleindruck und Rand weiter in der hinteren Randpartie, und treten seltener auf in der viel dickeren, vorderen Randpartie. Aber auch mitten in der Mulde und irgendwo auf der Randpartie entsteht oft ein Fleck, der von da aus allseitig weiterwächst. Beim Weiterwachsen sind

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

auch Wachstumsperioden erkennbar, denn die Chitinblätter zeigen Jahresringe von 3—4 mm Breite. Derjenige Teil des Mantels, welcher eben Chitin ausscheidet, scheidet gleichzeitig offenbar keinen Kalk aus, und aus dem Anblick der zu verschiedenen Jahreszeiten entnommenen Muscheln ist zu schliessen, dass im Sommer, während kein Kalk abgesondert wird, die Chitinblätter weitergebildet werden, dass dagegen im Winter die neugebildeten Chitinstellen mit der ersten Kalkschichte überzogen werden, bis auf einen etwa $^1/_2$ mm breiten Rand, an welchem das Chitinblatt weiterwächst.

In den Terassen im Hüftmuskeleindruck beteiligen sich stets auch die Chitinblätter an der Bildung der Terasse, und es ist dort leicht zu erkennen, dass dort wenigstens alle vier bis fünf Jahre ein Chitinblatt eingezogen wird, denn auf vier bis fünf helle Stufen folgt eine dunkle. In der Mulde und an den Schlossleisten mag das noch häufiger eintreten, am Schultermuskeleindruck aber viel seltener, denn dieser enthält, obwohl er wohl 20 Jahre umfasst, oft gar keine Chitinterasse.

Dass die Chitineinlagerung einen wirksamen Schutz gegen Auflösung bietet, ist nicht nur aus dem Verhalten der Schale in Salzsäure, sondern auch an dem Aussehen der angefressenen Teile der Schale leicht zu erkennen.

Jede Schale, auch schon eine ganz junge, ist an den Wirbeln angefressen, doch beträgt die angefressene Stelle meist nur 2—3 cm in der Länge und 1—1,5 cm in der Breite. Ganz deutlich und charakteristisch ist aber der Kalk stets schichtenweise abgetragen, nämlich immer bis zur nächsten Chitinschichte; wird auch diese zerstört, so wird der Kalk rasch bis zur nächsten Chitinschichte abgetragen, und so geht es weiter. Es entstehen terassenförmige Abgrabungen, deren kalkige Ränder ganz steil abgeschnitten sind, ja oft hängt das Chitin der vorigen Schichte über infolge von Unterwaschung. Zählt man die Anzahl der Stufen, so zeigen sich alte Exemplare oft bis zur sechsten Chitinschichte abgefressen. Man erkennt deutlich, wie es dem Wasser schwer wird, die Chitinschichte selbst zu durchbrechen, wie es auf ein zufälliges Ereignis warten muss, bis das Chitinblatt verletzt wird, wie es aber dann von da aus den freiliegenden Kalk rasch auflöst bis zur nächsten Schichte, und wie die zwischen zwei Chitin-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

schichten eingeschlossene Kalkmasse dem Wasser an den Rändern nur eine schmale Angriffsfläche bietet.

Ausdrücklich mag noch bemerkt werden, dass das Aussehen der angefressenen Stellen deutlich darauf hinweist, dass sie nur durch Auflösung und Abspülung durch Wasser hervorgebracht sind, dass sie aber keineswegs durch Ausnagung kleinster Tiere oder Pflanzen verursacht sein können.

Den ausgiebigen Schutz der Chitinblatteinlagen erkennt man auch noch an folgendem. Ich verschaffte mir Muschelschalen, welche nach dem Tode des Tieres noch längere Zeit im Bach gelegen waren und deren Kalksubstanz demnach auch von innen her der Abspülung und Auflösung ausgesetzt war. Ich fand sie in allen Stadien der Auswaschung, das Schlossband meist unverletzt, bald mit etwas Sand bedeckt, bald freiliegend. Die Kalksubstanz war, wo sie frei lag, von mattem, feinem Schimmer, die Perlmutter sogar spiegelnd und glänzend, nirgends zeigte sie sich geritzt oder abgeschliffen durch scharfkantige Quarzkörner.

Der äussere Chitinüberzug hatte sich bei allen unverletzt erhalten, meist sogar die Randfransen, und war nur dort, wo der Kalk schon ganz fehlte, hie und da zerschlitzt. Die Wirbel waren meist nicht mehr und nicht in anderer Art angefressen als bei lebenden Exemplaren. Dagegen war der freiliegende Kalk der Innenseite einer höchst energischen Auswaschung ausgesetzt. Am raschesten verschwindet er am Hinterrand, wo er stets nur dünn vorhanden ist, langsamer wäscht sich der Vorderrand aus, weil er dort sehr stark aufgetragen ist; doch löst er sich gleichmässig, da er nicht durch Chitinblätter geschützt ist. Sehr rasch ist der Schultermuskeleindruck denudiert. Am langsamsten löst sich der Kalk aus der Mulde, den Schlossleisten und den Schlosszähnen, sowie aus der Umgebung des Hüftmuskeleindruckes, da dort das Auflösen ersichtlich durch die Chitineinlagen gehindert wird.

Ganz deutlich ist zu erkennen, wie der Kalk bis zum Chitinblatt weggewaschen ist, wie dieses aber festhaftend liegen bleibt, den unten liegenden Kalk schützt, so dass nur am Rand des Chitinblattes der Kalk durch Unterspülen weggelöst werden kann. Es zeigt sich demnach genau derselbe terassenförmige Abbau wie an den angefressenen Wirbeln. Die Chitinblätter haften so fest auf dem Kalk, dass sie sogar eine grobe

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Behandlung mit der Putzbürste ertragen. Nur hie und da sieht man ein Chitinblatt aufflattern und erkennt, dass die unten liegende Kalkschichte bereits sehr in Angriff genommen ist.

Gerade diese, durch das Wasser selbst aufgelösten Schalen sind mir ein sprechender Beweis dafür, dass einerseits der Kalk in jenen weichen und luftreichen Wässern sehr rasch der Auflösung unterliegt, und anderseits, dass die Muschel sich durch die kräftige äussere Chitinhaut und das Einlegen der Chitinblätter energisch gegen die frühzeitige Auflösung ihrer Schale schützt.

Man kann wohl auf die Vermutung kommen und hat sie auch schon ausgesprochen, dass diese Chitineinlagerungen die im Sand vergrabene Muschel vor dem Vermodern schützen, und so die schön erhaltenen Versteinerungen ermöglichen. Der Anblick der aus dem Bach genommenen, schon halb und halb aufgelösten Muschelschalen spricht aber dagegen; denn keine dieser Schalen würde auch nur eine halbwegs befriedigende Versteinerung liefern; zudem sind diese Schalen alle offen, Versteinerungen aber meist geschlossen. Zur Versteinerung dürften also nur diejenigen Muscheln gelangen, welche durch Hoch- oder Wildwasser aus ihrer Sandbank losgerissen, streckenweise fortgeschwemmt, noch lebend irgendwo angeschwemmt und sofort mit einer genügenden Sandschichte überdeckt worden sind. Wird dann diese Sandschichte später nicht mehr weggeschwemmt, sondern durch weitere Anschwemmungen verstärkt, so formt sich die Schale im umgebenden Sand ab, der Sand erhärtet und bewahrt die Form, und die Schale selbst erliegt späterhin irgend einer Metamorphose, so dass anstatt der Schale eine mineralogische Pseudomorphose derselben vorhanden ist. Hiemit haben aber die Chitineinlagerungen sicher nichts zu thun, denn Muscheln ohne jegliches Chitin liefern ebenso schöne Versteinerungen, wie ja auch Gegenstände höchst hinfälliger Natur, wie Blätter, Libellenflügel und Fusstapfen sehr zierliche Versteinerungen in Abdrücken hinterlassen. Auch die Perlen, welche die Perlmuschel erzeugt, werden, wenn es sich trifft, mit der Chitinschichte überzogen, zwar nicht diejenigen, welche sich in den Schliessmuskeln bilden, wohl aber diejenigen, welche sich unter dem Mantel bilden. Zwei, ganz am Rand stehende, kugelrunde, aber angewachsene Perlen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

welche ich besitze, sind ganz mit Chitin überzogen, eine sehr grosse, halbkugelige, auf der Randpartie sitzende, zeigt tadellosen Perlenglanz, doch ist an der einen Seite, von der Randpartie aus, ein Chitinblatt eben etwas an ihr in die Höhe gewachsen. Solche eben mit Chitin überzogene Perlen sind natürlich wertlos.

Es mag nun Interesse erregen, auch andere Muschelschalen auf Chitingehalt und auf ihr Verhalten im Wasser zu untersuchen. Ich betrachtete zunächst die in unsern Gewässern vorkommenden Muscheln, und zwar von den Anodonten *Anodonta piscinalis,* die gewöhnliche Teich- oder Entenmuschel, und *Anodonta cygnea,* die grosse oder Schwanenteichmuschel, ferner *Unio pictorum,* die Malermuschel, und *Unio crassus,* die dicke Flussperlmuschel, und stelle in Folgendem die Messungsergebnisse zusammen.

		Fläche in qcm	Länge in cm	Breite in cm	Gewicht in g	$\frac{G}{F}$	Chitingew. in g	$\frac{Ch}{F}$	$\frac{Ch}{G}$
Anodonta piscinalis	1.	45,9	9.8	6,5	9,3	0,20	0,35	7,7	38,0
	2.	41,2	9,2	5,7	11,5	0,28	0,71	17,3	61,8
	3.	40,2	9,2	5,2	8,5	0,21	0,47	11,7	55,5
Anodonta cygnea	1.	123,7	17,7	8,3	26,6	0,21	0,85	6,9	32,0
	2.	80,6	13,6	7,0	18,4	0,23	0,59	7,4	32,3
Unio pictorum	1.	24,6	8,6	3,4	10,2	0,41	0,43	17,6	42,5
	2.	19,8	7,6	3,3	7,0	0,35	0,15	7,7	21,8
	3.	17,4	7,0	3,1	7,2	0,41	0,35	20,3	49,2
	4.	12,0	5,9	2,4	3,7	0,30	0,08	6,6	21,7
Unio crassus	1.	21,9	7,5	3,5	10,9	0,50	0,47	21,4	42,8
	2.	19,4	6,8	3,3	9,7	0,50	0,34	17,6	35,3
	3.	14,3	5,8	3,0	6,1	0,43	0,16	11,0	25,9
	4.	13,4	5,6	2,8	6,8	0,51	0,23	17,0	33,5
	5.	9,2	4,5	2,4	3,5	0,38	0,08	9,0	23,7
	6.	6,4	3,8	2,0	2,3	0,37	0,03	5,3	14,5
	7.	6,0	3,7	1,9	1,7	0,28	0,04	6,2	22,4

All diese Flussmuscheln haben Chitingehalt. Die Schale ist aussen mit einer Chitinschichte überzogen, welche oft lebhafte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Farben zeigt, wie gelb, grün, braun, und diese Farben verändern sich in Salzsäure nicht. Die Kalksubstanz ist mit Chitinhäutchen durchzogen; diese bewirken, wie bei der Flussperlmuschel, dass die Schale sich in Salzsäure nur langsam löst; dünnschalige Teichmuscheln brauchen immerhin 2—3 Tage, dickschalige Malermuscheln 6—8 Tage. Chitinblätter eigentlicher Art kommen für gewöhnlich nur bei *Unio crassus* vor, jedoch sind sie bei weitem nicht so häufig wie bei *Unio margaritifer* und viel dünner, zarter und heller.

Der Vergleich der angegebenen Tabelle mit der der Flussperlmuschel zeigt deutlich, dass diese Muscheln viel ärmer an Chitin sind, sie zeigen sowohl auf das qcm als auch auf das g berechnet einen viel kleineren Chitingehalt. Sie erreichen alle nur ein wenig hohes Alter, Teichmuschel 15 bis 20 Jahre, Schwanenmuschel wohl 20, Malermuschel etwa 15, die dicke Flussperlmuschel nur selten 15 Jahre. Sie haben demnach auch einen so ausgiebigen Schutz nicht nötig. Ihre Wirbel sind wenigstens bei Teich- und Malermuschel nicht angefressen, meist nur etwas abgerieben, so dass die äussere Chitindecke entfernt ist, wenigstens fand ich es so bei Exemplaren der Donau. Muscheln aus dem weichen Wasser der Naab bei Schwandorf, oder des Regen bei Regenstauf, zeigten sich am Wirbel auch schon angefressen, und ganz charakteristisch zeigten dort alle Exemplare der Teichmuschel nicht nur eine beträchtliche Verstärkung der Kalksubstanz und der vorderen Hälfte, sondern auch Einlagerung von Chitinblättern. Beides kommt an den Exemplaren der kalkreichen Donau nicht vor. In der weichen Naab jedoch scheiden auch schon ganz junge Teichmuscheln von 2—3 Jahren Chitinblätter aus, überziehen damit anscheinend schon in einem Jahre, höchstens in zwei, die ganze Mulde und wiederholen das sehr häufig, wohl schon alle 2—3 Jahre. Nicht nur am Wirbel, sondern von da aus bis weit über die Hälfte der Schale zeigt sich dann aussen die Schale angefressen, aber die Chitineinlagen geben wirksamen Schutz sogar diesen so dünnschaligen Muscheln. Schon aus dem Anblick der Schale kann man erkennen, ob eine vom Hochwasser der Donau herausgeschwemmte Schale aus der Donau, oder ob sie aus Naab oder Regen stammt,

Unio crassus ist in der Naab und im Regen die charakteristische Muschel; auf einer Sand- oder Kiesbank findet man

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

sie in Menge, zwischen ihnen einige Malermuscheln, und am Ufer unter dem Schutz von langstengeligen Wasserpflanzen finden sich einige Teichmuscheln. *Unio crassus* ist stets am Wirbel ungemein stark angefressen, man sieht, wie das Wasser fleckenweise die Kalksubstanz weglöst und immer tiefer frisst; häufig findet man die Schale am Schultermuskeleindruck durchbrochen, und das Tier füllt das Loch von innen her durch warzige, höckerige Kalksubstanz aus. Aber ganz charakteristisch sieht man, wie ihre sogar verhältnismässig dünnen Chitinblättereinlagen die weitere Zerstörung aufhalten.

Von den zahlreichen Arten der Seemuscheln habe ich nur wenige zur Untersuchung beigezogen.

Zunächst interessiert die Perlmuschel *Meleagrina margaritifera;* ich war erstaunt, soviel Aehnlichkeit zu finden. Zuerst ihr langsames Wachstum. Eine Muschel von der Grösse des Handtellers zeigte auf die Länge von 10 cm 40 Jahresringe, eine solche gehört aber unter die kleinen; eine gut halbwüchsige von 17 cm Länge zeigte deren mehr als 50, grosse mögen also wohl auch ihre 100 Jahre erreichen.

Die Schale ist aussen bedeckt mit einem dünnen Chitinüberzug, welcher bei einer halbwüchsigen allein schon 12,86 mg pro qcm betrug; er setzt sich auch zusammen aus einer äusseren dichten Haut und einem inneren porösen Gewebe, in welch letzteres die erste Kalkschichte eingebettet wird. Die Schale zeigt eine braune oder schwärzliche Randzone von 6—8 mm Breite, welche oft gut gegen die eigentliche Perlmutter abgegrenzt ist. Sie verdickt ihre Schale wie die Flussperlmuschel durch schichtenweises Auflagern von Kalksubstanz, nur hat diese überall den charakteristischen Perlmutterglanz und zeigt nirgends die milchige Farbe der Flussperlmuschel. Der Muskeleindruck — die Seeperlmuschel ist einmuskelig — zeigt die charakterischen Terassen entsprechend dem Wechsel zwischen Fortrücken des Muskels und Ausscheiden der Perlmuttersubstanz. Dasselbe zeigt sich am Schlossband, wenn man die dort befindliche Chitinmasse absprengt.

Charakteristisch ist ferner ihr Verhalten in Salzsäure. Nach kurzem Aufbrausen bilden sich grossblasige Gasperlen, welche die Schale dicht bedecken, und nur selten aufsteigen. Der Auflösungsprozess geht oft so langsam vor sich, dass er ganz stille zu stehen scheint.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Schale zeigt sich bald überzogen mit einem dichten Filz von Chitinhäutchen, welche weiss und durchsichtig sind; sie erweisen sich als viel dicker und zäher als die Chitinhäutchen der Flussperlmuschel, und erst wenn sie mit einem Hölzchen weggeschabt sind, schreitet die Auflösung weiter. Aber auch bei täglichem Entfernen der Chitinhäutchen dauert es 3—4 Wochen bis eine einigermassen dicke Schale ganz aufgelöst ist.

Entsprechend der dichteren Beschaffenheit der Chitinhäutchen fehlen die Chitinblätter ganz, und nur das ermöglicht die gleichmässige Reinheit der Perlmutterschale.

Die Perlmuscheln sind aussen an den Wirbeln meist stark angefressen; der Chitinüberzug ist um die Wirbel entfernt, und die unten liegende Kalkmasse ist dann angefressen; entweder unregelmässig löcherig, wie durch Auswaschung, oder mehr glatt wie durch Abreibung, hie und da auch von ganz feinen labyrinthischen Gängen durchzogen, wie sie ein Bohrwurm bildet; doch dringen diese nicht in die Tiefe der Kalksubstanz, sondern bleiben auf der obersten freigelegten und durch Wasser schon etwas zersetzten Schichte.

Wenn nun aber die Seeperlmuschel in fast allen charakteristischen Merkmalen der Schale mit der Flussperlmuschel übereinstimmt, und auch ersichtlich ist, dass sie sich eine Schale herstellt, welche einen vorzüglichen Schutz gegen Auflösung bietet und so ein hohes Alter ermöglicht, so weiss ich doch zu wenig über die natürlichen Lebensbedingungen der Seeperlmuschel, als dass ich Gründe hiefür angeben könnte. Es mag deshalb genügen auf diese Aehnlichkeit hingewiesen zu haben.

Von den mir bekannten Seemuscheln hat nur die Perlmuschel einen deutlichen äusseren Chitinüberzug, und noch *Cythaerea maculata*. Letztere, eine kleine zweimuskelige Muschel von nur 5,8 cm Länge und 5,0 cm Breite, hat eine matt erdig aussehende Schalensubstanz, die aussen mit einer hell nussbraunen, dichten, sich rauh anfühlenden Chitinschicht überzogen ist.

Die Auster, *Ostrea edulis*, sehr nahe verwandt mit der Perlmuschel, hat aussen keinen Chitinüberzug, aber entsprechend dem perlmutteränlichen, oder doch seideglänzenden Ansehen einen hohen Chitingehalt. In Salzsäure löst sie sich jedoch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ziemlich leicht, schon in 2—3 Tagen, woraus auf lockere Beschaffenheit des Chitingewebes zu schliessen ist.

Die Kammmuschel, *Pecten jacobaeus*, bildet einen Uebergang zu den chitinlosen, insofern die äussere Schichte fast chitinfrei ist und sich unter lebhaftem Aufbrausen löst, während die innere Schichte chitinhaltig ist. Das Chitin, an Menge kaum wägbar, bildet eine lockere, schwammige Masse, die unter sich zusammenhängend die Form der Muschel nebst Rippen bewahrt, und die dunkelbraunrote Farbe enthält und beibehält.

Besonderes Interesse erregt noch *Haliotis*, eine Schneckenschale, weil die Schale nicht nur durch ausgesprochenen Perlmutterglanz sich auszeichnet, sondern auch noch ein besonders lebhaftes Farbenspiel, besonders in grün und blau zeigt. Die zwei Arten *H. Iris* und *H. californica*, welche ich untersuchte, zeigen im ganzen übereinstimmende Eigenschaften. Sie enthalten reichlich Chitineinlagerungen, und zwar nicht nur in Form von Chitinhäutchen, sondern auch in Form von Chitinblättern, welch letztere dunkelbraun, wohl doppelt so dick als bei der Flussperlmuschel, und wie bei dieser in parallelen Schichten eingelagert werden. Auch bei geschliffenen Muscheln dieser Art, wie sie oft als Ziermuscheln verwendet werden, sieht man diese Chitinblätter in Form brauner Linien und Flächen zu Tage treten. In Salzsäure zeigen sie ein den Flussperlmuscheln ganz analoges Verhalten.

Sie sind in der Natur stets sehr stark angefressen, und man kann leicht vier Schichten unterscheiden. Die äusserste Schichte gehört der Schale eigentlich nicht an, denn sie besteht aus aufgewachsener Kalksubstanz verschiedener kleiner und kleinster Seetiere, fehlt aber selten, wie bei *H. Iris*. Die Schichte ist derb, löcherig, von einzelnen Bohrgängen durchzogen. Die nächste ziemlich dicke, bei *H. Iris* nie fehlende Schichte hat krystallinische Struktur, meerblaue Farbe, ist dicht und nur von einigen Bohrgängen durchbrochen. So wie sie ist, krystallinisch, ist sie sicher nicht ausgeschieden worden, sondern hat jedenfalls eine Umwandlung erfahren. Die nächste, ziemlich dünne Schichte besteht schon aus perlmutterglänzender Schalensubstanz, ist aber mit einer Anzahl von kleinsten Bohrgängen durchzogen; unter ihr kommt die innerste, unverletzte Schalenschichte. Besonders diese kleinsten Bohr-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

würmer scheinen es auf die Schale abgesehen zu haben, aber es ist wohl fraglich, ob durch die Chitineinlagerungen das Vordringen der Bohrwürmer aufgehalten wird, oder ob durch sie die Bohrwürmer erst recht angezogen werden.

Bemerken will ich noch, dass die Lösung von *Haliotis* in Salzsäure sich stark blau oder grün färbt, so dass die Schale ihre blaugrüne Farbe nicht nur einem Farbenspiel verdankt. Die Chitinblätter gehen braun aus der Lösung, die Chitinhäutchen lassen sich als weiss auswaschen; der blaue Farbstoff bleibt in der Lösung, aber er ist nicht gelöst, denn er fliesst nicht durch das Filter, sondern bleibt zwischen den Poren des Filters hängen. Er scheint von sehr fein zerteilter, blauer Chitinmasse herzurühren.

Nautilus ist aussen mit einer glänzenden, porzellan- oder emailähnlichen Schichte überzogen; sie besteht aus Kalk ohne Chitin und löst sich in raschem Aufbrausen. Die Schale unter diesem Ueberzug ist stark perlmutterglänzend und enthält dementsprechend reichlich Chitin als Chitinhäutchen; ebenso die Querwände.

Manche Meeresschnecken haben aussen eine rauhe, fast erdige Kalkschale, welche sich rasch in Salzsäure löst, und darunter eine perlmutterglänzende Schale, welche sich stets als chitinhaltig erweist. Doch fand ich Chitinblätter nur bei *Haliotis*.

Unsere Land- und Süsswasserschnecken haben aussen einen Chitinüberzug, der sich bei manchen im zunehmenden Alter abstösst, wie bei der Weinbergschnecke; im Innern ist Kalksubstanz, welche kein Chitin enthält und sich in Salzsäure rasch auflöst.

Viele Meeres-Muscheln und -Schnecken haben ausser im Schloss keine Spur von Chitin in der Schale, so besonders *Murex, Hippopus, Venus Dione, Cardium.* Ihre Schalensubstanz zeigt sich als sehr dicht, derb, jedoch nicht erdig, sondern wie feinstkörniger Marmor, stellenweise durchscheinend wie Alabaster, an der Aussenseite oft spiegelnd glatt wie bei der Porzellanschnecke. Sie alle lösen sich in Salzsäure rasch und unter heftigem Aufbrausen, bilden dabei nur kleinste Gasblasen, welche nicht anhaften, sondern sofort in die Höhe steigen, verhalten sich also genau so wie gewöhnlicher Kalk oder Marmor.

Wie bei den See-Perlmuscheln können wir auch bei den anderen Seemuscheln nicht angeben, warum gerade diese oder

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

jene Chitin haben, andere dagegen nicht. Vielmehr muss es Wunder nehmen, dass manche stets nur mit arg zerfressener Schale zum Vorschein kommen, während andere, die dasselbe Wasser bewohnen, eine spiegelglatte Oberfläche bewahren, die nicht die mindeste Spur weder eines angewachsenen Fremdlings, noch einer Annagung oder Auflösung zeigen. Beispiele von letzteren sind besonders *Nautilus* und Porzellanschnecke.

Wenn nun aber wohl ersichtlich ist, dass die Süsswassermuscheln von der Chitinsubstanz der Schalen einen wesentlichen Nutzen haben, obwohl dasselbe von den Seemuscheln nicht so leicht nachweisbar ist, so möchte ich doch noch darauf hinweisen, dass auch die Festigkeit der Schale möglicherweise durch Chitingehalt erhöht werden kann. Sicheres hierüber kann ich wohl nicht beibringen, aber mir kommt es doch so vor, als ob Perlmuschel und Malermuschel eine ganz unverhältnismässig hohe Festigkeit hätten. Zwar ist von allen Muscheln und Schneckenschalen zu sagen, dass sie eine verhältnismässig hohe Festigkeit haben, so dass ein Stück Muschelschale niemals so leicht zerbricht, als ein ebenso geformtes Stück Kalk oder Marmor, oder selbst dichtester Arragonit, welch letzterem der Kalk der Muschelschale entspricht. Es scheint demnach, als wenn das Tier die Fähigkeit hätte, den Kalk beim Ausscheiden viel dichter oder doch viel rationeller Molekül an Molekül zu verpacken, als es sonst beim Krystallisieren geschieht.

Auf ein Vorkommnis, welches mit dem vorherstehenden nicht direkt in Zusammenhang steht, möchte ich noch hinweisen, weil es wegen seiner Eigentümlichkeit die Aufmerksamkeit zu verdienen scheint. Es betrifft den *Spondylus,* eine einmuskelige Seemuschel, welche wegen der Schönheit ihrer zahlreichen, stachelartigen Fortsätze, sowie ihrer hübschen Färbung, wohl auch ihrer Seltenheit unter Liebhabern sich besonderer Beachtung erfreut.

Sie hat das eigentümliche, dass ihr das, sonst aus dichter Chitinmasse bestehende Schlossband vollständig fehlt. Das Schlossband hat ja bei allen Muscheln nicht nur die Aufgabe, die zwei Schalen fest mit einander zu verbinden, sondern es muss auch durch seine Elastizität die Schalen öffnen, wenn der Schliessmuskel nachlässt. Will nämlich die Muschel die Schale öffnen, so löst sie die Spannung des Schliessmuskels

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

aus, und die Schalen klappen dann aus einander, getrieben durch die Elastizität des Schlossbandchitins; sie öffnen sich bei grossen Flussperlmuscheln fast bis 1 cm. weit.

Nun fehlt dem *Spondylus* das Chitinschlossband; dafür liegt gegen das Innere zu zwischen den Schalen ein rundlicher, schwarzer, sehr stark elastischer Körper, der durch seine Elastizität das Oeffnen besorgt, da er beim Schliessen zusammengepresst wird. Er ist an beiden Schalen angewachsen, so dass die Schalen nicht weiter aufklappen, als er durch seine elastische Ausdehnung hervorbringt.

Durch Anwendung geringer Gewalt reisst aber dieser elastische Verbindungskörper von der oberen Schale los, so dass nun die obere Schale durch gar nichts mehr an die untere gebunden ist, und doch fällt sie nicht ab, lässt sich nicht lossreissen, sondern bleibt mit der Unterschale vereinigt, und lässt sich nur auf- und zuklappen, wie wenn sie durch ein Scharnier an der Unterschale befestigt wäre, gleich dem Deckel der Zuckerdose.

Gerade diese Scharnierbildung ist das merkwürdige. — Beispiele von beweglicher Einlenkung haben wir an allen Gliedmassen, aber dort spielen Bänder eine grosse Rolle, und die Glieder fallen auseinander, wenn die Bänder durchschnitten werden; das sind keine Scharniere. Ein beiderseits zugespitzter Stift, der mit den Spitzen in zwei kegelförmigen Vertiefungen sitzt, wäre das einfachste Beispiel eines Scharniers; aber ein solches kann *Spondylus* nicht brauchen, da er wachsen muss; durch weiteren Ansatz von Kalksubstanz würde aber der Stift rechts und links nach auswärts wachsen, während zugleich die kegelförmigen Vertiefungen nach einwärts wachsen.

Wie es *Spondylus* macht, durch Schrägstellung der Zähne, dass die Scharnierwirkung erzielt wird, so dass die Zahnflächen in richtiger Weise an einander gleiten, dass gleichwohl jede Fläche dem neues Material ansetzenden Mantel zugänglich wird und bleibt, dass die Zähne weiterwachsen, also das Scharnier mit der Muschel grösser wird und doch immer wieder richtig funktioniert, trotzdem jede Fläche jedes Jahr durch Kalkauflage weiterwächst und nie etwas durch Ablecken weggenommen wird, das halte ich für eine der wunderbarsten Leistungen praktischer Mechanik. Es zu beschreiben, ist ohne Zeichnung und ohne Modell ganz unmöglich. Charakteristisch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ist noch, dass durch das Weiterwachsen die beiden Wirbel sich fast 1 cm von einander entfernen und am Scharnier aussen die Schalenränder ganz dicht an einander schliessen und bei der Bewegung den Schluss bewahren. Möge jeder, den diese wunderbare Einrichtung interessiert, sie an der Muschel selbst studieren.

		Fläche in qcm	Länge in cm	Breite in cm	Gewicht in g	G/F	Chitingew. in g	Ch/F	Ch/G
Auster	1.	56,1	—	—	38,0	0,68	1,90	33,9	50,2
	2.	57,3	—	—	33,1	0,58	1,77	30,8	58,8
	3.	51,9	—	—	26,6	0,51	1,38	26,6	51,9
Meleagrina margaritifera	1.	91,1	—	—	71,2	0,78	2,07	22,7	29,1
	2.	133,2	14	12	190,1	1,43	7,44	55,9	39,0
Haliotis Iris		40,7	—	—	22,9	0,56	1,15	28,3	50,4
Hal. californica		17,8	—	—	24,7	1,39	0,96	53,9	38,9
Nautilus	aussen	—	—	—	15,4	—	0,58	—	38,0
	Querwand	—	—	—	12,8	—	0,49	—	38,7

NB. Von *Haliotis Iris* und *H. californica* wurde je ein möglichst wenig zerfressenes Stück aus der Schale ausgesägt. Die Bruchstücke der Schale des *Nautilus* entziehen sich einer genaueren Flächenberechnung.

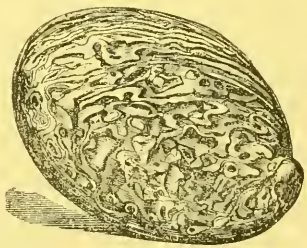
Eine weitere Durchsuchung der heimischen Gewässer ergab noch folgendes: *Unio pictorum* nimmt in Naab und Regen eine sehr schmale, fast cylindrische, langgestreckte Form an, ist stets stark angefressen und bildet reichliche Chitinblätter aus. In der Donau kommt sie nur in den Wässern hinter den Dämmen vor, ist völlig unverletzt, sogar an den Wirbeln und zeigt keine Chitinblätter; sie zeigt demnach dasselbe Verhalten wie die Anodonten. Dasselbe zeigt auch *Unio crassus;* dieser kommt aber auch in der Donau selbst vor und ist dann, so weit das Hinterende herausragt, mit einer tuffähnlichen Kalkmasse überwachsen, welche an Gewicht oft das der Muschelschale übertrifft.

In einem mit zahllosen Teichmuscheln und einigen Malermuscheln besetzten Hinterwasser der Donau fand ich die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Flussmiesmuschel *Dreyssena polymorpha (Tichogonia polymorpha).* Sie heftet sich mit ihrem Byssus an die Teichmuscheln und Malermuscheln an, und kommt so zahlreich vor, dass jede zweite oder dritte Teichmuschel mit Miesmuscheln behaftet ist, und deren meistens zwei oder drei, aber auch sogar sieben trägt. Bei zahlreicher Besetzung greift wohl auch eine Miesmuschel mit ihrem Byssus auf eine benachbarte Miesmuschel über. Ausser in diesem einen Hinterwasser fand sich die Miesmuschel weder in den nächstbenachbarten noch in den anderen der Umgebung von Regensburg. Ich teile dies mit, weil bisher meines Wissens die als Wandermuschel bekannte *Dreyssena polymorpha* in Regensburg noch nicht konstatiert wurde.

In einem anderen Hinterwasser der Donau fand sich die zierliche *Anodonta complanata.*



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Regensburg

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: 5

Autor(en)/Author(s): Winter W.

Artikel/Article: Ueber Chitin-Einlagerungen in Muschelschalen 1-24