

## Anhaltspunkte für die Physiologie der Perlmuschel.

Von

**Dr. Carl Voit.**

Privatdozent zu München.

---

Ich habe im vorigen Jahre eine Reihe von Fragen, die sich Dr. von *Hessling* bei seiner Untersuchung der Perlmuscheln ergaben, durch mehrere chemische Analysen, für welche mir das ihm reichlich zu Gebote stehende Material zur Verfügung gestellt wurde, zu beantworten versucht. Die Resultate dieser Analysen hat Dr. v. *Hessling*, dem natürlich als Fragesteller das Hauptverdienst dabei gebührt, in sein vortreffliches Werk »die Perlmuscheln und ihre Perlen (Leipzig bei Engelmann 1859)« aufgenommen. Da ich eine weitere Verfolgung der darin niedergelegten Ergebnisse sowohl an der Perlmuschel als auch an andern niedern Thieren für nicht unwichtig halte, sei es mir erlaubt, dieselben, mit einigen neuen Angaben vermehrt, einem weitem Leserkreis zugänglich zu machen.

### 1. Leber. (v. *Hessling* a. a. O. Seite 272.)

*H. Meckel* (Mikrographie einiger Drüsenapparate der niedern Thiere, *Müller's Archiv* 1846. S. 9.) prüfte zuerst das als Leber gedeutete Organ niederer Thiere, besonders der Mollusken, auf Gallenbestandtheile. Die Leber der letzteren enthält nach ihm zweierlei Arten von Zellen; ein Theil derselben soll den Gallenstoff (Bilin) mit dem Farbstoff, ein anderer kleinerer Theil das Gallenfett einschliessen. In den bilinbildenden Zellen ist in Körnchen oder Tröpfchen ein brauner Stoff abgelagert, der durch Zusatz von Alkalien dunkler, durch Zusatz von Mineralsäuren, wenigstens bei den Gattungen *Lymnaeus*, *Planorbis*, *Paludina*, *Dreissena*, grün wird; das Grün zeigt sich mit Schwefelsäure am schönsten, am wenigsten deutlich mit Salpetersäure, und wird durch nachherigen Alkalizusatz wieder braun. Bei den Gattungen *Helix*, *Ostrea*, *Cyclas* entsteht jedoch durch Mineralsäuren nur eine hellere Färbung des braunen Farbstoffs. Das Gal-

lenfett ist nach *Meckel* in den übrigen Zellen in Form von Fetttropfchen vorhanden, welche sich in kaustischem Kali langsam lösen, in Mineralsäuren aber unlöslich sind.

Nach *Meckel* versuchte *J. G. F. Will* (über die Gallenorgane der wirbellosen Thiere, *Müller's Archiv* 1848. S. 502.) das als Leber functionirende Organ niederer Thiere durch den Nachweis von Gallensäuren zu finden. Er giebt an, namentlich beim Flusskrebs, den Land- und Süßwasserschnecken, und der Teichmuschel, ganz entschieden die Gegenwart von Gallensäuren durch die *Pettenkofer'sche* Reaction erkannt zu haben. Zu dem Zweck legt er in einen auf dem Objectträger befindlichen Tropfen einer gesättigten Zuckerlösung ein Schnittchen des fraglichen Organs und setzt dann aus einem Tropfglas concentrirte Schwefelsäure zu, wornach sich bei Anwesenheit von Gallensäuren zuerst eine grüne, dann eine rothe oder violette Färbung zeigen soll, die unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrößerung sehr deutlich zu erkennen wäre. Die charakteristische Böhung entstand auch bei Infusorien (*Vorticella*, *Epistylis*, *Bursaria*), nachdem sie vorher im Innern um die sogenannte Magenblase herum grün geworden waren. *Will* macht übrigens auf die Schwierigkeit der Bestimmung, von welchem Organ die Gallensecretion ausgehe, aufmerksam, weil sich die Galle leicht in die übrigen Organe ziehe, besonders an in Weingeist gelegenen Thieren; so rötheten sich bei einem Krebs, welcher 2½ Stunden vorher abgestorben war, sogar die Muskeln des letzten Hinterleibsegments, ja selbst die frischen Muskeln von Insecten. Er erwähnt ferner, dass manche Pigmente durch Schwefelsäure roth werden und dass die rothe Farbe in der Leber durch die Säure einmal entstanden sich auf die angrenzenden Organe weiter verbreite, daher man die zu untersuchenden Theile sorgfältig isoliren müsse.

Ich habe in der Leber der Perlmuschel nach Gallenfarbstoff, Gallensäuren und Zucker auf's sorgfältigste gesucht, jedoch vergeblich. Zieht man das bei 100° getrocknete und gepulverte Organ — es wurden zweimal je 2½ Lebern in Angriff genommen — mit Weingeist in der Siedhitze aus, so erhält man eine grünlichbraun gefärbte Lösung, in der sich der Gallenfarbstoff, die Gallensäuren und der Zucker befinden müssten. Setzt man zur Lösung jedoch salpetrige Säure enthaltende Salpetersäure, so zeigen sich nicht die charakteristischen Farbenringe, womit die Abwesenheit von Gallenfarbstoff dargethan ist. Dampft man die weingeistige Lösung im Wasserbade ab, so bleibt als Rückstand eine braune oder grünliche zähe Sehndere; kocht man diesen Rückstand mit Wasser aus, so löst sich nur der kleinste Theil desselben zu einer gelbbraun gefärbten Flüssigkeit, welche sehr stark sauer reagirt, nicht bitter schmeckt, im Geruch jedoch an wässrige Auszüge der Säugethierlebern erinnert. In der filtrirten wässrigen Lösung kann man weder Gallenfarbstoff mit Salpetersäure, noch Gallensäuren mit Zucker und Schwefelsäure, noch Zucker mit Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd nachweisen. Das, was das

kochende Wasser nicht aufnimmt, ist zum grössten Theile Fett; man sieht nämlich zum Ersten durch das Mikroskop eine Unzahl Fetttropfchen, ferner löst sich der ganze Rückstand mit dunkelbrauner Farbe in Aether, der beim Verdunsten die schönsten Stearinkrystalle theils in durchsichtigen rhombischen Tafeln, theils in Büscheln feiner Nadeln anschliessen lässt. Filtrirt man die wässrige Lösung nicht und lässt die in ihr befindlichen Flöckchen von Eiweiss oder Fett darin suspendirt, so färben sich diese bei Zusatz von Zucker und Schwefelsäure schön roth, das Roth zieht sich allmählich in die übrige Flüssigkeit hinein und bringt in ihr eine braunrothe Färbung hervor, wodurch man verleitet werden könnte, auf die Gegenwart von Gallensäuren zu schliessen. Dem steht aber entgegen, dass die Färbung der Flüssigkeit nicht rein violett, sondern braunroth ist und dass sie nach dem Filtriren ausbleibt. Da nun die Gallensäuren in den heissen wässrigen Auszug übergehen müssten, so kann in unserm Fall das durch die *Pettenkofer'sche* Probe beim Nichtfiltriren entstehende Roth nur durch Eiweiss oder Fett bedingt sein, die sich ähnlich gegen Zucker und Schwefelsäure verhalten wie die Gallensäuren; es ist ja hinlänglich bekannt, dass man vor der Vornahme der *Pettenkofer'schen* Probe sorgfältig jede Spur von Eiweiss oder Fett aus dem Spiel bringen muss.

Es wird immer schwer halten, in der Leber auch der höheren Thiere, wo an der Abscheidung von Gallensäuren nicht gezweifelt werden kann, Galle zu finden, da dieselbe sehr rasch aus dem Organ entlernt wird; wenn unsere Köchinnen beim Ausnehmen der Gallenblase nicht sorgfältig sind und nur einige Tropfen Galle verschütten, so kann ein ganzer Fisch bitter schmecken, während wir sonst die Leber ohne den mindesten bitteren Geschmack zu haben verzehren können. Um daher sicher zu gehen, prüfte ich auf die eben angegebene Weise 20 getrocknete ganze Thiere auf Gallensäuren, aber mit dem nämlichen negativen Erfolg. Ich füge hier noch an, dass auch *E. Witting jun.* (*Journal für pract. Chem.* 1858. Bd. 73. Heft 3. S. 128) angiebt, in der Leber und den Verdauungsorganen von *Astacus fluviatilis* weder Zucker noch Galle, aber erhebliche Mengen Fett gefunden zu haben.

Wenn man jedoch das Verfahren von *Will* befolgt, so bekommt man merkwürdiger Weise an einem feinen Schnittchen der Leber mit Zucker und Schwefelsäure eine schöne rothe Färbung; ich war aber noch mehr erstaunt als ich dieselbe Färbung, ja noch weit schöner als an der Leber auch am Schliessmuskel, den Kiemen, dem Mantel, Eiersteck, *Bejanus'schen* Organ mit Zucker und Schwefelsäure auftreten sah. Ich nahm zu diesen Proben ein ganz frisches Thier aus dem Wasser, und schnitt die Stückchen der Organe ab, ehe die Leber verletzt worden. Das Roth war bei weitem am schönsten am Schliessmuskel; auch die am Rande der Schalen befindliche dunkelgrüne Membran färbte sich durch die Probe roth. Setzt man zu den Schnittchen der Organe Schwefelsäure allein

zu, so wird die Flüssigkeit etwas grünlich, an manchen Stellen schwach röthlich, hie und da purpurfarben, jedoch niemals so schön wie bei gleichzeitiger Anwendung von Zucker; behandelt man ein Stückchen frischer Leber mit salpetrige Säure enthaltender Salpetersäure, so wird es wohl am Rand grünlich, die grüne Farbe geht aber nicht in Roth über.

Soll man nun, analog den Vorkommnissen mit der Jodreaction auf Amylon, sagen, da die Leber, der Muskel, der Mantel, die Schalensubstanz etc. durch Zucker und Schwefelsäure roth werden, so müssen sie Gallensäuren enthalten oder eine Leber sein, oder soll man vielmehr sagen, da alle diese Organe die gleiche Reaction geben, so haben noch andere Körper als die Gallensäuren die Eigenschaft, mit Zucker und Schwefelsäure diese Färbung anzunehmen? Ich glaube, man muss unbedingt letzteres aussprechen. Ich warne sehr auf eine Reaction hin das Dasein einer Substanz für erwiesen zu halten, und gewagte Schlüsse darauf zu gründen. Das Eiweiss oder das Fett der Muschel ist es, was uns beim Willsehen Verfahren täuscht; denn sobald man diese beiden ausschliesst, ist man, wie ich nachwies, nicht mehr im Stande, durch Zucker und Schwefelsäure eine Röthung zu bekommen.

Ich finde also in der sogenannten Leber der Perlmuschel keinen der wichtigern Gallenbestandtheil; damit will ich jedoch keineswegs darthun, dass man dieses Organ nicht als Leber betrachten dürfe. Im weingeistigen Auszug findet sich sehr viel Fett, das meiner Ansicht nach der grössten Beachtung werth ist. Die Fettleber ist wohl durch ihren allzu grossen Gehalt an Fett pathologisch, jedoch nicht die Gegenwart von Fett überhaupt; die Leber der Fische schliesst normal eine ungemeine Menge Fett ein. Es ist die Galle, wie ich noch in Gemeinschaft mit Prof. *Bischoff* zu zeigen versuchen werde, nicht das hauptsächlichste und wichtigste Product der Leber, sondern das Fett, und wenn das betreffende Organ der Muschel wirklich, wie es allen Anschein hat, eine Leber ist, so haben wir den Fall vor uns, dass eine Leber wohl ohne Gallenabsonderung existiren kann.

Durch die vergleichende Histologie ist man schon auf die angedeuteten Verhältnisse aufmerksam geworden. *Leydig* vor Allem äussert sich in seinem Lehrbuch der Histologie (S. 366), dass bei gewissen Thieren das Fett ein wichtiger Bestandtheil der Leber sei. Er widerstreitet der oben angeführten Ansicht von *Merkel*, nach der ein Theil der Leberzellen Fett, ein anderer Theil Galle secerniren, er betrachtet vielmehr das Gallenfett als Vorläufer des Gallenstoffs. Weil er bei Selachiern einen grossen Fettreichtum der Leber traf, hält er hier das Fett für das Hauptsecret und setzt Fett- und Zuckergehalt der Leber in Beziehung zu einander. Auch bei wirbellosen Thieren fand *Leydig* die Leber sehr allgemein fetthaltig, so dass zeitweise das Fett den alleinigen Zelleninhalt ausmachte. Sehr interessante hierher gehörige Beobachtungen stellte derselbe Forscher bei *Paludina vivipara* an (Zeitschrift f. wiss. Zoologie 1508.

Bd. 2, Heft 2, S. 167.); die embryonale Leber besteht zuerst aus Fettzellen, sie hat anfangs ein weissliches Ansehen und man nimmt in diesem Stadium innerhalb und ausserhalb der Zellen kleine Fetttröpfchen wahr; später verändern sich die Fettzellen, die Fetttropfen gehen in zarte farblose Bläschen über, die sich nach und nach gelb färben und zu gelb gefärbten Körnchen werden. Die Leber hat dann nicht mehr ein weissliches, sondern ein gelbliches Aussehen; die gelben Körnchen hallen sich in der Zelle zu einem Klumpen zusammen, der nach dem Schwinden der Zellmembran frei wird und die Galle darstellt. Die Fettzellen geben also durch Inhaltsumwandlung in Galle enthaltende Zellen über. *Leydig* fand die ausgebildete Leber derselben Thiere, als sie einen Monat in der Gefangenschaft zugebracht und sich zum Winterschlaf im Monat November vorbereiteten, abermals von weisslichem Aussehen, die Zellen derselben enthielten nur Fett und keinen Gallenstoff.

Aus diesen Angaben *Leydig's* geht jedenfalls die Wichtigkeit des Fetts im Haushalte der Leber hervor. Ich habe, um einen Beleg dafür mit Zahlen zu geben, die Lebern von fünf Muschelthieren, so gut es ging, isolirt, bei 100° getrocknet, den gepulverten grünlichen Rückstand mit Aether erschöpft und den grünlichbraun gefärbten Auszug abgedunstet.

0,4195 Gmm. bei 100° trockener Substanz gaben 0,0403 Gmm. an Aether ab = 9,61% Fett.

In einem zweiten Fall erhielt ich aus 0,9906 Gmm. bei 100° trockener Substanz 0,0963 Gmm. Aetherauszug = 9,72% Fett.

Der Aetherrückstand ist dunkelbraun, harzartig, von schwach saurer Reaction und enthält, unter dem Mikroskop betrachtet, eine Unzahl kleiner Körnchen; löst man nochmals in Aether und lässt langsam auf dem Objectträger verdunsten, so fliesst das Fett in grossen Tropfen zusammen, es scheiden sich aber keine Krystalle aus. Nach dem Behandeln mit Aether habe ich die trockne Substanz noch mit Weingeist ausgezogen, der von obigen 0,4195 Gmm. in der Wärme 0,0192 Gmm. aufnahm = 4,58%. Der Rückstand des in Weingeist löslichen Theils war von gelblicher Farbe und grösstentheils in Wasser löslich, in dem aber wiederum weder Gallensäuren noch Zucker nachzuweisen waren.

Zum Vergleich mussten noch andere Organe der Muschel auf ihren Fettgehalt geprüft werden. Ich wählte den Eierstock, den Fussmuskel, den Mantel und die Kiemen.

0,7768 Gmm. bei 100° trockner Substanz vom Eierstock gaben 0,0614 Gmm. an Aether ab = 7,90% Fett. Der Auszug hatte eine goldgelbe Farbe.

0,9183 Gmm. bei 100° trocknen Fussmuskels gaben an Aether 0,0398 Gmm. ab = 4,33% Fett. Der stark sauer reagirende Rückstand der weingelb gefärbten Aetherlösung ist ebenfalls hellgelb und nicht wie der der Leber dunkelbraun; beim öftermaligen Lösen in Aether und langsamen Verdunsten bildete sich an der Oberfläche ein weissliches in Was-

ser unlösliches Häutchen, aus spießigen concentrisch gruppirten Stearin-Krystallen bestehend.

1,1362 Gmm. bei 100° trockner Substanz vom Mantel gaben 0,0432 Gmm. an Aether ab = 3,80% Fett; die Lösung ist hellgelb.

0,9560 Gmm. bei 100° trockner Substanz der Kieme gaben 0,0124 Gmm. an Aether ab = 1,30% Fett. Der fast farblose Aetherauszug gab nach dem Abdunsten einen schwach gelblichen unkrystallinischen fettigen Rückstand.

Aus diesen Analysen ist ersichtlich, dass die Leber, wenn man die fettreiche Geschlechtsdrüse ausser Acht lässt, weitaus am meisten Fett enthält, was natürlich unsere oben ausgesprochene Ansicht von der Bedeutung des Fetts in derselben nur bestärken kann.

## 2. Das Bojanus'sche Organ (v. Hessler, a. a. O. S. 224.)

Diesem von *Bojanus* entdeckten Organ wurde bekanntlich in neuerer Zeit meistens die Bedeutung einer Niere zugeschrieben. *Jacobson* (*Journal de phys.* T. 91. p. 318 u. *Meckel's Archiv* Bd. 6. S. 370) fand in dem Organ der Lungenschnecken Harnsäure; ebenso *Garner* (*Transact. of the Zoolog. Soc. of London* 1841. Vol. II. p. 92) und *Owen* (*Lecture on the compar. anatomy* p. 284).

*H. Meckel* (*Müller's Archiv* 1846. S. 44) sah bei den Lungenschnecken in den Zellen der Drüse Körnchen und gelbe undurchsichtige Kugeln, die sich wie harnsaures Ammoniak gegen Reagentien verhielten; sie waren nämlich leicht löslich in Kali, etwas schwerer in Kalk und Natron, unlöslich in Ammoniak; die Harnsäure wurde ferner durch die Murexidprobe nachgewiesen. Ebenso wie *Helix* verhielten sich die Gattungen *Lymnaeus* und *Planorbis*; bei *Paludina* konnte jedoch keine Harnsäure gefunden werden. Bei Anodonten waren in den Zellen ebenfalls braune Körnchen, die *Meckel* mit Wahrscheinlichkeit für Harnstoffe erklärt, er war aber nicht im Stande durch eine oberflächliche Analyse dies nachzuweisen.

*v. Siebold* (*Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere* 1848, S. 283) traf in der Drüse runde Kerne, die zuweilen so gross waren, dass man sie als steinige Concremente mit unbewaffnetem Auge erkannte; so fand er namentlich bei mehreren Individuen von *Pectunculus pilosus* die Niere vollgepfropft mit blassen bernsteinfarbigen meist rundlichen Concrementen, welche nach *v. Babe's* Analyse aus einer vorherrschenden Menge phosphorsauren Kalks, einer Spur phosphorsaurer Magnesia und einer geringen Menge organischer Materie bestanden; letztere verhielt sich gegen Salpetersäure und Ammoniak wie Harnsäure.

*Will* und *v. Gorup-Besanez* (*gelehrte Anzeigen der bayr. Akademie* No. 233, 22. Nov. 1848. S. 828) glauben, nachdem sie in den Excrementen der Kreuzspinne durch die sichersten Kennzeichen die Gegenwart

von Guanin dargethan hatten, auch im Bojanus'schen Organ der Anodonta einen Stoff aufgefunden zu haben, 'der Reactionserscheinungen zeigte, welche mit der grössten Wahrscheinlichkeit auf Guanin hinwiesen.

*Leydig* (Zeitschrift f. wiss. Zoologie 1850. Bd. 2, Heft 2, S. 167) übergab, nachdem *H. Meckel* bei *Paludina* keine Harnsäure entdeckt hatte, *Scherer* ein Dutzend Nieren dieses Thieres zur Untersuchung; die Organe wurden mit kochendem Wasser etwa 5 Minuten ausgezogen, der Auszug filtrirt und zur Trockne verdampft; der mit Wasser etwas aufgeweichte Rückstand gab auf dem Platinspatel mit Salpetersäure und Ammoniak die bekannte Murexidreaction.

*H. Lacaze-Duthier* (mémoire sur l'organe de Bojanus des Acéphales lamellibranches, Ann. des sc. nat. Sér. IV. T. IV. p. 342) wies im Organ von *Lutraria solenoides* und bei *Maetra* ebenfalls Harnsäure nach.

Nachdem bis dahin die Angaben ziemlich übereinstimmend gelautet, machte *J. Schlossberger* (*Müller's Archiv* 1856 S. 540 und *Annalen der Chemie und Pharmazie* 1856, Bd. 98, Heft 3. S. 356) die Analyse zweier erbsengrosser Steinchen aus dem Bojanus'schen Organ von *Pinna nobilis* bekannt, das eine von hellbrauner, das andre von beinahe schwarzer Farbe. Sie waren unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, mit verdünnten Säuren zeigte sich einiges Aufbrausen. Beim Erhitzen rochen sie nach verbranntem Horn, die Hauptmasse war jedoch unverbrennlich, denn sie enthielten 64,32% Mineralbestandtheile, und darin grösstentheils phosphorsauren Kalk und Magnesia, 4,86% kohlensauren Kalk und etwas Eisenoxyd. Erhitzte er einige ganze Körner mit Salpetersäure, so bildete sich um jedes ein Hof von tiefgelber Flüssigkeit, es entwickelten sich Gasblasen und nach dem Verdampfen blieb eine bräunliche Masse zurtück, mit Ammoniak entstand aber keine Röthung. Er prüfte ebenso vergebens auf Harnsäure den in Salzsäure unlöslichen Theil der Körper und die aus der alkalischen Lösung mit Salzsäure gefällten Flocken. Der eisenhaltige schwarzbraune Farbstoff wurde unter Ammoniakentwicklung durch kochende Kalilauge gelöst, die sich dadurch anfangs gelb, später malagaroth farbte. Nach *Schlossberger* bestehen daher die Steinchen aus obigen Mineralbestandtheilen und Farbstoff.

Zuletzt berichtet wieder *H. Lacaze-Duthiers* (*Annales des sc. nat.* 1859. Sér. IV. T. XI. Nro. 4 et 5) in seiner Anatomie und Physiologie der Pleurobranchen über den Nachweis von Harnsäure im Bojanus'schen Organ von *Plenrobranchus aureatus*, *Meckelii* und *testudinarius* durch die Murexidprobe. Er erwähnt nebenbei auch mit grosser Entrüstung, *Schlossberger* habe nach dem Erscheinen seiner ersten Abhandlung über die Lamellibranchen ebenfalls Harnsäure im Bojanus'schen Organ gefunden, seine Arbeit aber nicht erwähnt, ja sogar wahrscheinlich gar nicht gelesen, während die Deutschen doch sonst den Franzosen so gerne vorwürfen, ihre Literatur nicht zu kennen. Es scheint, *Lacaze-Duthiers* hat zufällig nur *Schlossberger's* Arbeit zu Gesicht bekommen, sonst könnte

er nicht so sehr aufgebracht sein, denn er ist auch nicht der Erste gewesen, der Harnsäure im Bojanus'schen Organ fand; noch schlimmer ist es aber für ihn, in seinem Eifer nicht beachtet zu haben, dass *Schlossberger* in Wirklichkeit gerade das Gegentheil behauptet.

Ich selbst suchte im Bojanus'schen Organ der Perlmuschel ebenfalls vergeblich nach Harnsäure.

Ich behandelte in einem Fall die bei 400° getrockneten Organe von etwa 40 Thieren mit Kalkwasser in der Siedhitze, filtrirte und säuerte dann das Filtrat mit Salzsäure an, erhielt aber nach 48stündigem Stehen keine Krystalle. Ein zweites Mal zog ich das gepulverte trockne Organ einer Anzahl von Perlmuscheln mit siedendem Wasser aus, dampfte den Auszug bis nahe zur Trockne ab und versetzte mit Essigsäure, auch darin war mit dem Mikroskop keine Spur von Krystallen wahrzunehmen (Ausschluss von Harnsäure und Guanin).

Da man im Secret der Niere höherer Thiere sehr leicht Harnstoff und andere Harnbestandtheile finden kann, in der Niere selbst aber dieser Nachweis schwieriger ist, so nahm ich, um sicher zu gehen, auch einmal ganze Perlmuschelthiere in Untersuchung. Es wurden zwanzig frisch aus dem Wasser genommene Exemplare eingetrocknet und der trockne spröde Rückstand fein pulverisirt; kochender Alkohol nahm aus dem grauen Pulver keinen Harnstoff auf. Das in Alkohol unlösliche wurde nun mit viel Wasser in der Siedhitze behandelt; die alkalisch reagirende Lösung, in der sich die Harnsäure befinden musste, verdampfte ich bis fast zur Trockne, entfernte die Häute an der Oberfläche und versetzte mit Essigsäure; es entstand ein brauner flockiger Niederschlag von dem in der alkalischen Flüssigkeit gelösten Eiweiss, unter dem sich einige durchsichtige Krystalle, die jedoch keine Harnsäure oder Hippursäure enthielten, befanden. Den nach dem Wasserauszug bleibenden Rest kochte ich mit concentrirter Salzsäure aus; das allenfalls dadurch aufgenommene Guanin musste beim Verdünnen mit Wasser als salzsaures Salz in feinen Nadeln niederfallen; ich erhielt jedoch bei der Verdünnung nichts der Art, sondern nur dunkelbraune Flocken, die unter dem Mikroskop sich als aus lauter kleinen Körnchen bestehend erwiesen (höchst wahrscheinlich Eiweiss).

Ich habe weiter eine Anzahl trockner Bojanus'scher Organe mit Kalilauge ausgezogen, die nur einen Theil aufnahm und ziemlich viel eines erdig aussiehenden Restes ungelöst liess. Durch Einleiten von Kohlensäure in die Lösung bis zur Neutralisation entstand kein Niederschlag (also keine Harnsäure, kein Guanin, Xanthin oder Hypoxanthin), auch nicht durch Versetzen mit Salmiak (kein Guanin oder Xanthin), durch Essigsäure fielen keine Krystalle, aber wieder die oben erwähnten braunen Flocken aus kleinen Körnchen bestehend nieder (kein Cystin); filtrirt man nach dem Zusatz der Essigsäure ab und versetzt mit Salzsäure, so erhält man ebenfalls keine Fällung (kein Xanthin).



Wenn man ein Stückchen des Organs von *Unio* oder *Anodonta* mit concentrirter Salpetersäure versetzt und erwärmt, so bekommt man, wie *Schlossberger* von den von ihm untersuchten Concrementen erwähnt, eine gelbe Lösung und nach vorsichtigem Abrauchen einen gelblichen Rückstand, der mit Ammoniak und Kali befeuchtet nicht roth, sondern intensiv gelb wird. Harnsäure ist also nicht vorhanden; man darf sich aber auch nicht durch die gelbe Farbe verleiten lassen, auf das Vorhandensein von Guanin zu schliessen, denn auch der Schliessmuskel der *Unio* verhält sich, auf gleiche Weise behandelt, ebenso wie das Bojanus'sche Organ; es muss daher offenbar diese Färbung vom Eiweiss der Muschel herrühren.

Mit dem Mikroskop sieht man in den Zellen des Bojanus'schen Organs gelbe Körner, die nach Zusatz von Salzsäure nicht völlig verschwanden, sondern sich nur mehr zerstreuten, während sie sonst dichter beisammen liegen. Selbst concentrirte Schwefelsäure scheint sie lange unversehrt zu lassen. In kochender Natronlauge oder Ammoniak verlieren sie ihre gelbe Farbe, sie werden blass, lösen sich aber nicht ganz auf. Diese mikrochemischen Reactionen stimmen zum Theil mit dem von *Schlossberger* an den 2 grössern Concrementen gefundenen Verhalten.

Durch die Güte des Herrn Prof. v. *Sibold* erhielt ich neuerdings die Gelegenheit, die innerhalb eines Bojanus'schen Organs befindlichen kleinen Steinchen von *Pectunculus pilosus* einer Prüfung auf Harnsäure zu unterwerfen. Es war nämlich immer noch denkbar, dass die Harnbestandtheile normal nur in äusserst geringer dem Nachweis sich entziehender Menge vorhanden sind, während sie sich in pathologischen Concrementen in grösserer Menge anhäufen können. Die Steinchen erfüllten das ganze Organ, hatten die Grösse von Sandkörnern bis zu der von Linsen und waren von gelber Farbe, dabei aber durchsichtig glasartig. Sie brausten mit Salpetersäure nicht auf und verhielten sich wie phosphorsaurer Kalk ohne auch nur eine Spur Harnsäure zu enthalten. Ich habe mit ihnen viele Male die Murexidprobe angestellt, aber immer mit negativem Erfolg.

Es ist also, um die erhaltenen Resultate nochmals zusammenzufassen, im Bojanus'schen Organ der Perlinschel keiner der bekannteren Harnbestandtheile in irgend nachweisbarer Menge vorhanden. Es würde aber verfehlt sein, wollte man auf die Abwesenheit derselben hin die Bedeutung dieses Organs als Niere geradezu leugnen; ich sage nur, man kann vom chemischen Standpunkt aus bei der *Unio* keinen Entscheid geben. Wenn die Gegenwart der Harnsäure im Bojanus'schen Organ anderer Acephalen mit Sicherheit erwiesen ist, woran ich kaum zweifeln kann, so wird wohl der Schluss gerechtfertigt sein, dass dasselbe Organ bei der *Unio* dieselbe Bedeutung habe, bei der wir nur das stickstoffhaltige Ausscheidungsproduct noch nicht kennen.

## 3. Muschelschalen. (v. Hessling, a. a. O. S. 254).

Dieselben bestehen bekanntlich aus einer organischen Grundlage und anorganischen Salzen, vorzüglich kohlensaurem Kalk.

*Carl Schmidt* (zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere 1845. S. 55) hatte, nachdem durch ihn bei andern niedern Thieren das Chitin nachgewiesen und seine Zusammensetzung bestimmt worden war, gezeigt, dass das Hautsystem von *Unio* und *Anodonta* verschieden vom Chitin sei und sich dem Eiweiss annäherte: denn er fand im Ligament am Schloss 17,4 % Asche und 15,22 % Stickstoff und in der Membran der Schale nach dem Behandeln mit Säuren 11,82 % Asche (meist anhaftende Silicate) und 15,11 % Stickstoff.

Die organische Substanz der Molluskenschalen hielt jedoch später *Heinrich Kost* (über die Structur und chemische Zusammensetzung einiger Muschelschalen, diss. inaug. 1853) für Chitin. Er gründete diesen Ausspruch vor Allem auf die Elementaranalyse der in heissem Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure, kalter und kochender Kalilauge unlöslichen Materie, und dann auf die übrigen Reactionen des Chitins. Die Elementaranalyse ergab nach Abzug der Asche:

		Chitin nach <i>C. Schmidt</i>
Kohlenstoff	49,77	46,64
Wasserstoff	6,41	6,60
Stickstoff	6,34	6,56
Sauerstoff	37,51	40,20
	100,00	100,00

Er zog die Schalen mit verdünnter Salzsäure aus und behielt als Rest bei der *Anodonta* 1,44 %, bei der *Unio* 2,20 % organische Substanz. Heisse Salzsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure löste diese organische Substanz auf, nach dem Neutralisiren der sauren Lösung mit Ammoniak entstand durch Gerbsäure eine reichliche Fällung. Kalilauge machte sie nur etwas aufquellen, liess sie aber sonst unverändert. Beim Verbrennen entzündete sie sich, entwickelte dabei Ammoniak, schmolz und hinterliess 3,39 % Asche. Die Asche der organischen Substanz der Austernschale enthielt viel Eisen und phosphorsauren Kalk; weder die der *Auster*, noch die der *Unio* und *Anodonta* brauste mit Säuren.

*M. E. Fremy* (Ann. de Chim. et de Phys. 1855. Sér. III. T. 43. p. 96) erhielt wiederum entgegen den Angaben von *Kost* in der organischen Substanz einiger Schalenarten nach dem Ausziehen der Mineralbestandtheile mit Salzsäure 17,45 % Stickstoff; er fand in 100 Theilen:

Kohlenstoff	50,0
Wasserstoff	5,9
Stickstoff	17,5
Sauerstoff	26,6

*Fremy* gab dieser von dem Chitin und dem Eiweiss in der Zusammensetzung verschiedenen Substanz den Namen Conchiolin, das nach ihm unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether und verdünnten Säuren ist, in concentrirten Säuren und Alkalien sich nur langsam auflöst, und mit kochendem Wasser keinen Leim liefert. Er macht auch auf die Ähnlichkeit in der procentigen Zusammensetzung mit der organischen Grundlage der Knochen aufmerksam.

Neuerdings protestirte *J. Schlossberger* (allgemeine und vergleichende Thierchemie S. 243 und Annalen der Chemie und Pharmazie 1856. Bd. 98. Heft 1. S. 99) mit Recht dagegen, alle in heissem Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure und Kalilauge unlöslichen Substanzen, die Stickstoff enthalten und in Mineralsäuren sich lösen, geradezu für Chitin zu erklären. Er untersuchte die organische Substanz der Austernschalen; die Erden lösten sich (zugleich mit etwas organischer Materie) in verdünnter Salzsäure unter Kohlensäureentwicklung auf und es blieben braune derbe Häute und weisse Flocken, die sich gegen Reagentien verschieden verhielten, zurück. Die braunen in grösster Menge vorhandenen Häute waren unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether und verdünnten Mineralsäuren. Sie lösten sich jedoch, wie schon *Köst* anführte, in concentrirter kochender Salzsäure mit brauner (nicht blauer) Farbe, in heisser Salpetersäure wurden sie gelb und verschwanden allmählich, ebenso nach einigem Aufquellen in concentrirter Schwefelsäure; neutralisirt man diese Lösungen mit Ammoniak, so giebt Gerbsäure flockige Niederschläge. *Schlossberger* fand aber weiter, dass die braunen Häute in kochender Kalilauge zwar unverändert zu bleiben schienen, jedoch dabei um 46% an Gewicht abnahmen und also aus einem in Kali unlöslichen und einem darin löslichen Antheil bestanden. Der in Kali unlösliche Theil verbrennt unter dem Geruch nach verbrennendem Horn, und hinterlässt 1% einer nicht schmelzenden, mit Säure brausenden Asche, aus kohlensaurem Kalk und etwas Eisen bestehend (*Köst* fand darin phosphorsauren Kalk und kein Brausen); die Verbrennung ergab:

Kohlenstoff	50,7
Wasserstoff	6,5
Stickstoff	16,7
Sauerstoff	26,1
	<hr/>
	100,0

Das in Kali Unlösliche ist also auch nach *Schlossberger* kein Chitin, denn dies enthält nur 6,56% Stickstoff; *Schlossberger* nennt es zur Unterscheidung vom Chitin nach *Fremy's* Vorgang, der jedoch die gesammte organische Substanz untersuchte, Conchiolin. Die alkalische Lösung gab mit Säuren kaum eine Fällung; mit Essigsäure angesäuert und dann mit Ferrocyankalium versetzt, entstand nur ein geringer Niederschlag.

Die weissen Flocken erhielt *Schlossberger* in zu geringer Menge, um eine Analyse damit anzustellen; er sah jedoch, dass sie sich in kochen-

der Kalilauge fast vollständig auflösen, aus welcher Lösung Säuren nur wenig wieder ausfällen; er hält daher die weissen Flocken für identisch mit dem in Kali löslichen Theil der braunen Häute.

Um mir über die angegebenen Differenzen ein entscheidendes Urtheil zu bilden, habe ich einige Untersuchungen bei der Perlmuschel angestellt. Man erkennt bei ihr an den Bruchflächen der Schalen in  $\frac{1}{2}$ —1 Mill. Met. Abstand stehende bräunliche Striche und zwischen diesen eine Anzahl weisse. In mässig concentrirter Essigsäure lösen sich die Erden unter Kohlensäure-Entbindung auf und die organische Grundlage bleibt in grünlichbraunen Häuten, entsprechend obigen bräunlichen Strichen, und in weissen Häutchen oder Flocken, entsprechend den weissen Strichen zwischen den braunen, zurück. Es folgt also auf eine gewisse Menge weisser Schichten immer eine braune; die braunen stehen am Schalenrand, nachdem sie beinahe schwarz geworden, hervor, daher die Aussen-seite der Schale dunkel ist. Die braunen Häute verhalten sich wie elastische Membranen, sie sind steif und rollen sich nach innen zu, die weissen sind nicht elastisch und fest, sondern stellen nach Entfernung der Erden irisirende bläulich weisse Flöckchen dar. Ich habe den äussern schwarzen Theil der Schale abgeschliffen, die Schalen nun in Essigsäure gelegt, und dann mit ziemlich viel Mühe die braunen und weissen Häute von einander getrennt.

Die weissen Flocken sind nach dem Trocknen bei 100° zerreiblich; sie verbrennen unter Geruch nach verbrennendem Horn und hinterlassen nach dem Glühen sehr viel weisse nicht schmelzende Asche. Concentrirte kochende Essigsäure ist scheinbar auf sie ohne Einwirkung, in der Flüssigkeit bekommt man jedoch mit Gerbsäure eine Fällung und mit Ferrocyankalium einen grünlichen flockigen Niederschlag. Gegen concentrirte kochende Salzsäure verhalten sie sich ähnlich; die Flüssigkeit wird zuerst gelblich, später grünlich und die in sehr geringer Menge zurückbleibenden Häutchen, welche sich bei fortgesetztem Kochen wohl noch gelöst hätten, sind deutlich blau; die Lösung giebt mit Gerbsäure einen reichlichen Niederschlag. Concentrirte Salpetersäure färbt die Flocken gelb und löst sie beim Erwärmen mit gelber Farbe völlig auf, während Chitin eine farblose Lösung giebt. Auch diese Lösung wird durch Gerbsäure gefällt: beim Neutralisiren mit Ammoniak entstanden reichliche Flocken, im Ueberschuss von Ammoniak wieder verschwindend; in der ammoniakalischen Lösung bewirkt Gerbsäure abermals einen Niederschlag; Eiweiss und Chitin thun das Gleiche. Die weissen Flocken werden durch das *Millon'sche* Reagens (salpetersaures Quecksilberoxydul mit salpetriger Säure) beim Erwärmen schön roth gefärbt (reines Arthropoden-Chitin bleibt davor farblos), durch eine Lösung von Jod in Jodkalium gelb, durch Zucker und Schwefelsäure röthlich violett. — Kochende Kalilauge lässt sie anfangs scheinbar unverändert, sie werden jedoch immer dünner und zuletzt bleibt nach längerem Kochen nur ein

unscheinbarer Rest, der mit dem *Millon'schen* Reagens noch roth wird und sich bei fortgesetztem Kochen wohl auch noch gelöst hätte. Säuert man die ungefärbte alkalische Lösung mit Salzsäure etwas an, so entsteht kein Niederschlag, während Eiweiss unter ähnlichen Verhältnissen niederfällt; macht man mit Ammoniak wieder alkalisch und dann durch einige Tropfen Essigsäure ganz schwach sauer, so bekommt man weder in der Siedhitze, noch durch Sublimat oder Alkoholzusatz eine Fällung (Unterschied von Eiweiss); mit Gerbsäure entsteht jedoch eine Fällung, ebenso mit schwefelsaurem Kupferoxyd nach längerer Zeit. Dampft man die mit Essigsäure angesäuerte alkalische Lösung zur Trockne ab, so bleiben neben anorganischen Bestandtheilen weisse Fetzen organischer Natur zurück, welche in Wasser unlöslich sind und durch *Millon'sches* Reagens sich roth färben.

Die von den weissen Flocken ausgesuchten elastischen grünlichbraunen Membranen verhalten sich gegen Essigsäure, Salzsäure und Salpetersäure wie die weissen. Das *Millon'sche* Reagens färbt sie ebenfalls roth. Durch Kalilauge werden sie zuerst rothbraun, später heller, sie lösen sich jedoch nicht völlig und zeigen sich etwas resistenter als die weissen; der ungelöste Theil besteht aus ganz dünnen zusammengerollten Häutchen, welche sich bei längerem Kochen wahrscheinlich noch gelöst hätten; diese Häutchen nehmen durch *Millon's* Reagens noch eine rothe Farbe an. Die alkalische Lösung ist dunkelbraun und verhält sich im Uebrigen wie die der weissen Flocken. Die braunen Membranen schmelzen beim Verbrennen auf dem Platinblech, riechen dabei nach verbrennendem Horn und hinterlassen eine gelbe Asche; reines Chitin lässt nach dem Verbrennen stets die Form des ursprünglichen Gewebes erkennen.

Die weissen und die ausgesuchten grünlichbraunen Häute konnten nicht in so grosser Menge erhalten werden, um nach dem Behandeln mit Kalilauge noch zu einer weitem Analyse auszureichen; ich habe dazu die aussen am Schalenrand abgeschnittenen schwarzen Häute, die Fortsetzungen der grünlichbraunen, benutzt, da man sie leicht in grosser Anzahl erhält. Diese wurden nach bestmöglicher Reinigung von anhängendem Sand etc., was jedoch nur sehr schwer gelingt, successive mit Wasser, Alkohol (der sich grasgrün färbte), concentrirter Essigsäure und Kalilauge in der Siedhitze ausgezogen. Die Essigsäure und auch Salzsäure brachte nur eine sehr geringe Gasentwicklung hervor zum Zeichen, dass wenig kohlensaurer Kalk sich in ihnen befindet. Der grösste Theil der Häute hatte sich mit dunkelbrauner Farbe in der Kalilauge aufgelöst, welche nun mit Säuren einen reichlichen, sich schwer absetzenden braunen Niederschlag gab (bei den weissen und grünlichbraunen Häuten war in diesem Falle keine Fällung entstanden, wahrscheinlich weil zu wenig Material verwendet worden war). Der rückbleibende Theil wurde nun nochmals mit frischer Kalilauge behandelt, der Rest mit Wasser völlig ausgewaschen und bei 100° getrocknet; es blieb trotz der sehr ansehn-

lichen Menge ursprünglichen Materials nur ein sehr geringer bräunlicher Rückstand, der zu Pulver zerrieben eben zu einer Aschen- und Stickstoffbestimmung hinreichte.

0,2660 Gmm. hinterliessen 0,0889 Gmm. Asche = 33,42 % Asche und 66,58 % organische Substanz.

0,2850 Gmm. gaben mit Natronkalk verbrannt 0,2086 Gmm. Platin = 0,02963 Gmm. = 10,40 % Stickstoff und nach Abzug der Mineralbestandtheile = 15,62 % Stickstoff.

Beim Verbrennen dieses Rückstandes entwickelt sich ein starker Rauch unter Geruch nach verbrennendem Horn, zuletzt bleibt eine rothbraune nicht schmelzende Asche. Diese Asche enthält nur Spuren von Kalk, keine Schwefelsäure, kein Chlor, jedoch viel Eisen. Concentrirte Mineralsäuren und Alkalien lösten nicht Alles, es konnten demnach Kieselerde, Thonerde oder Eisen nicht oder schwer auflösbar durch das vorübergehende starke Glühen der Asche geworden sein. Ich habe daher das Unlösliche im Platintiegel mit reinem kohlen-saurem Kali zusammengesmolzen, mit heissem Wasser und etwas Salzsäure versetzt, im Wasserbade wieder zur Trockne gebracht, mit Salzsäure befeuchtet und in heissem Wasser aufgenommen. Es bleibt dabei ein geringer Rückstand von Kieselerde; die Lösung gab mit kohlen-saurem Ammoniak neutralisirt einen aus Eisen und Thonerde bestehenden Niederschlag. Denn wenn man die salzsaure Lösung desselben mit überschüssiger Kalilauge längere Zeit kocht, so setzt sich das Eisenoxyd in rothbraunen Flocken ab und in der Flüssigkeit kann die Thonerde durch Neutralisirung mittelst kohlen-sauren Ammoniaks als weisser Niederschlag gefällt werden, der nach dem Auswaschen getrocknet, geglüht, mit Kobaltsolution befeuchtet und abermals geglüht eine schön blaue Farbe annimmt.

Aeschart man die gereinigten schwarzen Häute ohne sie vorher mit Säuren und Alkalien zu behandeln ein, so erhält man eine rothbraune Asche. 10,6242 Gmm. der bei 100<sup>o</sup> trocknen Häute hinterliessen 1,8208 Gmm. = 17,14 % Asche. Diese besteht ebenfalls grösstentheils aus Eisen. Beim Versetzen mit Säuren zeigt sich nur eine Spur einer Gasentwicklung; dieselben lassen etwas Kieselerde ungelöst zurück. In der Lösung bekommt man nach Zusatz von phosphorsaurem Natron durch Ammoniak einen in Essigsäure unlöslichen Niederschlag in sehr grosser Menge. Im Filtrat ist dann durch oxalsaures Ammoniak nur eine Spur Kalk nachzuweisen.

Die weissen und braunen Häute unterscheiden sich also in ihrem chemischen Verhalten nicht von einander, nur enthalten letztere in der Asche beinahe nur Eisen, woher offenbar ihre dunkle Farbe rührt. Die Gegenwart von etwas Kieselerde und Thonerde in ihnen nach dem Behandeln mit Säuren und Alkalien wäre nicht uninteressant; diese beiden könnten möglicherweise von Verunreinigungen herkommen, ich erwähne aber nochmals, dass ich die grösste Mühe auf das Aussuchen verwendet habe.

Die weissen und braunen Häute der Perlmuschelschalen bestehen somit nach meinen Erfahrungen nicht aus Chitin, sondern nähern sich dem Eiweiss an, sowohl in einem Theil ihrer Reactionen, als auch vorzüglich ihrem Stickstoffgehalt. Ich erkläre daher mit *Schmidt* und *Schlossberger* die organische Substanz der Bivalven-Schalen für einen dem Eiweiss verwandten Körper; derselbe enthält nach dem Auskochen mit Kali noch 15,62 % Stickstoff wie das Eiweiss, Chitin dagegen nur 6,56 %. Es zeigt uns dies wiederum, wie gewagt es ist, auf eine Reaction hin eine Substanz als sicher vorhanden zu betrachten. Man hat daher gewiss viele Fehler begangen, wenn man alle in kochendem Kali unlöslichen oder schwer löslichen Substanzen des Thierreichs als Chitin bezeichnete, daher es nothwendig ist, jene Angaben einer Revision zu unterwerfen. Es geht nicht an, unter Chitin nur einen Collectivausdruck für eine Gruppe chemisch und functionell ähnlicher Thiermaterien zu verstehen, denn in dieselbe Gruppe darf man nicht Stoffe mit einer Differenz von 9 % Stickstoff werfen. Ich schlage zugleich als einfachstes Unterscheidungsmittel von Chitin (mit 6,56 % Stickstoff) und dem Eiweiss sich nähernden Substanzen (mit 15,4—18,3 % Stickstoff) das Erwärmen mit dem *Millon'schen* Reagens vor; reines Arthropodenchitin bleibt damit völlig farblos und durchsichtig, während sich Albumin, ausgewaschener Blut- und Muskelfaserstoff, Coconfäden (Fibroin), Federn und Nägel (Hornstoff), reiner Leim schön roth färben; wie letztere verhält sich die organische Substanz der Muschelschalen, und auch der in Kalilauge unlösliche Rest derselben.

Was die anorganischen Theile der Schalen von *Unio margaritifera* betrifft, so stimmt eine von mir angestellte Analyse ziemlich mit den Angaben Anderer überein.

Ich habe von einer dicken Schale die äussern schwarzen Häute abgeschliffen und das Uebrige zu Pulver zerrieben, das schneeweiss war und nur sehr wenig hygroskopisches Wasser enthält.

- 1) 1,6748 Gmm. des weissen Pulvers wogen bei 100° getrocknet 1,6605 Gmm. = 0,85 % Wasser und 99,15 % feste Theile.
- 2) 3,6512 Gmm. des weissen Pulvers wogen bei 100° getrocknet 3,6186 Gmm. = 0,89 % Wasser und 99,11 % feste Theile.
- 3) 2,7720 Gmm. des weissen Pulvers wogen bei 100° getrocknet 2,7489 Gmm. = 0,83 % Wasser und 99,17 % feste Theile.
- 4) 2,7489 Gmm. des bei 100° trocknen weissen Pulvers geglüht, vor dem Wägen mit kohlenurem Ammoniak befeuchtet und im Wasserbad getrocknet, hinterliessen 0,1180 Gmm. etwas röthlich gefärbter Asche = 4,29 % organische und 95,71 % anorganische Theile.
- 5) 1,6594 Gmm. des bei 100° trocknen weissen Pulvers gaben 0,6841 Gmm. = 41,22 % Kohlensäure; daraus rechnen sich 93,68 % kohlenaurer und 52,46 % Aetzkalk.
- 6) 1,3864 Gmm. Asche gaben 0,5910 Gmm. = 42,63 % Kohlensäure;

daraus rechnen sich 96,88 % kohlensaurer und 54,25 % Aetzkalk. Berechnet man aus der in dem weissen Pulver bestimmten Kohlensäuremenge die Zahlen für die Asche, so ergeben sich übereinstimmende Werthe mit den in der Asche gefundenen, nämlich 43,07 % Kohlensäure, 97,88 % kohlensaurer Kalk und 54,81 % Aetzkalk.

- 7) 2,6309 Gmm. Asche mit Salzsäure versetzt, zur Trockne verdampft und nun mit heissem Wasser behandelt, liessen nur eine Spur Kieselerde zurück. Der durch Ammoniak in der Lösung entstandene dicke Niederschlag löst sich bis auf einige Flocken phosphorsauren Eisenoxyds wieder auf; letzteres abfiltrirt wiegt 0,0013 Gmm. = 0,049 % phosphorsaures Eisen = 0,023 % Phosphorsäure. Beim Versetzen der essigsäuren Lösung mit phosphorsaurem Natron fällt der Rest Eisenoxyd als phosphorsaures Eisen heraus und zwar 0,0191 Gmm. = 0,38 % Eisenoxyd. Im Filtrat entsteht durch oxalsaures Ammoniak ein sehr reichlicher Niederschlag von oxalsaurem Kalk = 2,5686 Gm. kohlensaurer Kalk = 1,4384 Gmm. = 34,67 % Kalk; daraus rechnet sich 97,63 % kohlensaurer Kalk. In der Asche befindet sich kein Chlor, keine Schwefelsäure, keine Magnesia.

Zusammenstellung:

	in der Asche	in der trocknen Schale
organische Substanz	—	4,290
kohlensaurer Kalk	97,880	93,680
Eisenoxyd	0,410	0,390
Phosphorsäure	0,023	0,022
Kieselerde, Thonerde und Verlust	1,687	4,618
	<u>100,000</u>	<u>100,000</u>

C. Schmidt (a. a. O. Seite 55) fand in den Schalen der Anodonta nur 4,49 % organische Theile, in der Asche 99,45 % kohlensaurer und 0,55 % phosphorsauren Kalk. *Schlossberger* (Annalen der Chemie und Pharmazie 4856. Bd. 98. Heft 1. S. 99) wies in allen Bivalvenschalen Spuren von Phosphorsäure und Alkalien, meist auch etwas Kieselerde, Schwefelsäure und Eisenoxyd nach. In der Perlmutter-schicht der Austernschale bestimmte er in 100 Theilen:

organische Materie	2,2—0,8
kohlensaurer Kalk	94,7—98,2
andere Salze	3,1—0,8

unter letztern waren 0,3—0,5 % Magnesia.

Es ist von Interesse, mit der Zusammensetzung der Schalenasche die des Wassers, aus dem die Schalen ihre anorganischen Theile bezogen haben, zu vergleichen. Wir finden hier ganz ungemein grosse Unterschiede. Zur Vergleichung setze ich die von H. S. Johnson und O. Sendtner (Annalen der Chemie und Pharmazie Bd. 95. Heft 2. S. 226) angestellte Analyse



des Wassers der Ilz, eines an Perlmuscheln sehr reichen Baches im bayrischen Wald, hierher; in 100 Theilen festen Rückstandes befanden sich:

Kochsalz . . . . .	6,52
Natron . . . . .	7,75
Kali . . . . .	6,44
Kalk . . . . .	40,17
Magnesia . . . . .	3,21
Eisenoxyd . . . . .	2,97
Schwefelsäure . . . . .	—
Phosphorsäure . . . . .	Spur
Kieselerde . . . . .	10,50
unlösliche Substanz, Sand .	3,75
organische Materie . . . . .	49,72.

Die Schale wird vom Mantel des Thieres abgesondert; diesem werden durch das Bachwasser verschiedene Salze zugeführt. Während nun das Wasser neben Kalk Alkalien, Kieselerde, die dem Kalk in seinen chemischen Eigenschaften so ähnliche Magnesia etc. enthält, befindet sich in der Muschelschale beinahe ausschliesslich kohlensaurer Kalk. Dies sonderbare Verhalten kann, wie andere ähnliche Vorgänge bei Thieren und Pflanzen, nur durch den Verbrauch bestimmter Stoffe in der Zelle erklärt werden. Zur Constitution einer Zelle gehört eine Reihe von Körpern z. B. Eiweiss, gewisse Salze etc., welche sie zu ihrem Bestehen nöthig hat. Durch Endosmose hat sich die Flüssigkeit in der Zelle bald mit der sie umspülenden, in unserem Fall dem Bachwasser ins Gleichgewicht gesetzt und es können dann natürlich nur solche Stoffe wieder nachrücken, welche durch die Zelle aus der Flüssigkeit hinweggenommen worden. Aus welchem Grunde aber die Mantelzelle von allen Salzen vorzüglich den Kalk anzieht und verarbeitet, ist dadurch nicht aufgeklärt; ich werde unten noch von einem anderen auffallenden Verhalten der Perlmuschel zum Kalk zu sprechen haben.

Hier interessirt uns noch die Frage, wie der chemische Vorgang der Schalenbildung sich gestaltet. *C. Schmidt* hat auch hier (a. a. O.) zuerst Licht verschafft; er sagt, dass das Epithel des Mantels gegen die Schale hin eine durch die Kohlensäure der Luft und des Wassers schon zersetzbare Verbindung von Albumin mit Kalk absondert, den phosphorsauren Kalk aber zurückbehält; er hatte nämlich im Mantellappen von *Unio* in 47,56% Asche nur 2,71% kohlensaurer Kalk und 44,85% phosphorsauren Kalk gefunden, während der formlose Schleim zwischen Schale und Mantel fast nur kohlensaurer Kalk enthält. In diesem Schleim ist nach ihm der kohlensaure Kalk nicht präexistierend, denn man sieht darin im Anfang durch Säuren wenig Brausen, erst an der Luft wird er schneeweiss, worauf er mit Säuren braust.

*Schmidt* nimmt daher im Blut eine Verbindung von Kalk mit Eiweiss an, die durch die Mantelzelle in freies Albumin und basisches Kalkalbu-

minat zerlegt wird; dies letztere wird als Schleim ausgeschieden und dann durch die Kohlensäure des Bachwassers zersetzt in organische Substanz und kohlensauren Kalk, welche die Schale bilden. Nach *Schlossberger* (allgem. Thierchemie) soll der Schalenbildung immer die Bildung eines organisirten Gewebes vorausgehen, in das die Erdabsetzungen erfolgen; er stellt in Frage, ob einzelne Schalenlagen bloss unorganisirte Ausschwitzungen des Mantels sind. *v. Hessling* (a. a. O. S. 250) zeigte uns aber, dass die weissen und braunen Häutchen der Perlmuschelschalen structurlos und unorganisirt sind.

Meine Beobachtungen stimmen nahezu mit denen von *C. Schmidt* überein. Zwischen Mantel und Schale, letzterer als jüngste Schicht meist aufsitzend, befindet sich ein Schleim, der mit weissen Körnchen durchsät ist; letztere bestehen ganz aus kohlensaurem Kalk, sie lösen sich unter Brausen in Säuren auf, während der Mantel und die andern Organe der Muschel mit Säuren keine Kohlensäure entwickeln. 0,0375 Gmm. bei 100° getrockneter jüngster Schalenablagerung hinterliessen nach dem Glühen 0,0216 Gmm. weisse Asche; beim Verbrennen entwickelt sich der Geruch nach verbrennendem Horn, in der Asche ist keine Spur Eisen. Der Schleim enthält also 57,60% anorganische und 42,40% organische Theile, die fertige trockne Schale besteht dagegen aus 95,71% anorganischer und 4,29% organischer Substanz. Der Mantel kann somit, da er für sich nicht braust, den Kalk nicht mit Kohlensäure verbunden enthalten, sondern wahrscheinlich mit Eiweiss; das abgeschiedene Kalkalbuminat wird durch die Kohlensäure zerlegt, die abgeschiedene organische Substanz kann aber nur zum Theil für die organische Grundlage der Schale zur Verwendung kommen, da der Schleim viel mehr organische Substanz enthält als die Schale; der grösste Theil des Eiweisses muss deshalb wieder resorbirt werden und kann abermals Kalk aus dem Wasser aufnehmen, der Rest stellt den dem Eiweiss ähnlichen organischen Stoff in der Schale dar. Dieser Stoff ist seiner organischen Natur nach in den weissen und braunen Häuten der gleiche, es kommen aber Differenzen in den anorganischen Theilen vor. Die weissen hinterlassen etwas weisse Asche, die braunen eine braune. In der ersten ist kein Eisen, die letztere besteht fast ganz daraus; es ist wichtig, dass die Häute, wenigstens die braunen, nur eine Spur Kalk enthalten, die wahrscheinlich Verunreinigung ist. Es ist noch unbekannt, wodurch die Abwechslung in Bildung von schwarzen und weissen Häuten in der Schale bedingt ist. Ich werde im nächsten Kapitel auf die im Blut und den Organen befindliche Kalkalbuminatverbindung, die der Mantel ausscheidet, und auf den von *Schmidt* zuerst erörterten Unterschied in der Aschenzusammensetzung der Schale und des Mantels nochmals zurückkommen.

## 4. Blut und Parenchymsaft (v. Hessling, a. a. O. S. 218 u. 241.)

C. Schmidt (a. a. O. S. 58) gab eine Analyse des Bluts, das er aus dem Herzen von Anodonten aufgefangen hatte. Es war frisch ganz klar und farblos, machte aber mit der Zeit ein geringes Gerinnsel, das Schmidt für Fibrin hielt. Die vom Gerinnsel abfiltrirte Flüssigkeit wurde abgedampft, der Rückstand eingäschert und der Verlust als Albumin in Rechnung gezogen. Das frische Blut brauste nicht mit Säuren, liess man es aber über Nacht stehen, so überzog es sich mit einer aus Krystallen von kohlensaurem Kalk bestehenden Haut; es war also im Blut eine an der Luft sich zersetzende Kalkalbuminatverbindung vorhanden. In 1000 Theilen Blut waren nach Schmidt:

Wasser . . . . .	991,46
Fibrin . . . . .	0,33
Albumin . . . . .	5,65
mit Kalk . . . . .	1,89
phosphorsaures Natron, Gyps, Kochsalz . . . . .	0,33
phosphorsaurer Kalk . . . . .	0,34.

E. Witting jun. (Journal für pract. Chemie 1858. Bd. 73. Heft 3. S. 121) wollte Blut aus der Unio pictorum auffangen, indem er zwischen Mantel und Muskel auf beiden Seiten oben an den Anheftungspunkten in die lamellenartigen Respirationsorgane und Blutgefässe Einschnitte machte. Ich glaube nicht, dass man auf diese Weise reines Blut erhält; sobald man in ein Organ der Muschel einschneidet, ja selbst von freien Stücken läuft eine Flüssigkeit ab, die nicht Blut ist, sondern im Parenchym des Organs sich befindet. Witting erhielt einen klaren, etwas weiniges bläulichen Saft von stark alkalischer Reaction. Derselbe gerann nicht beim Stehen an der Luft zu einem Kuchen, es bildete sich aber nach und nach an der Oberfläche ein glänzendes Häutchen und am Boden ein Absatz von kleinen weissgelblichen Flöckchen, die unter dem Mikroskop zwar Zellen und Blutkörperchen ähnelten, aber nur aus Fäserchen in eigenthümlichen Verschlingungen bestanden. Die Fäserchen verhielten sich wie Fibrin, sie lösten sich leicht in salpeterhaltigem Wasser und mit prächtiger Purpurfarbe in erwärmter Schwefelsäure auf. Das Filtrat trübt sich beim Kochen stark und gab mit Salpetersäure, Sublimat und Gallussäure Niederschläge, es ist also Eiweiss darin zugegen.

Ich habe das mir von Dr. v. Hessling zugestellte Blut der Perlmuschel, welches nach Anstechen des sorgfältig blossgelegten Herzens einer grossen Zahl von Thieren während der Systole auslief, untersucht. Es ist ein etwas opalisirender schwach alkalischer Saft. (Das Bachwasser, der Mantel, das Bojanus'sche Organ, die Kiemen, die Geschlechtsdrüse, der Darm reagiren ebenfalls alkalisch; die Leber ist neutral, der Schliessmuskel deutlich sauer.) Man sieht mit unbewaffnetem Auge kleine Moleküle darin

herumschwimmen, die sich mit der Zeit in Gestalt zarter Flocken zu Boden setzen und sich unter dem Mikroskop als aus lauter Blutkörperchen bestehend erweisen; *Schmidt* hielt dieselben für Fibrin, das jedoch nicht vorhanden ist, denn ich war nie im Stande, eine eigentliche Gerinnung und Faserstoffabscheidung wahrzunehmen: Erhitzt man das frische klare von dem Gerinnsel der Blutkörperchen abgegossene Blut nach Zusatz einiger Tropfen Essigsäure zum Kochen, so erhält man eine Trübung und später einen flockigen Niederschlag von Eiweiss. Das frische Blut braust, wie schon *Schmidt* angab, nicht mit Säuren: dampft man es aber im Wasserbade etwas ein oder lässt man es einige Zeit an der Luft stehen, so wird es allmählich trüb und flockig, und an der Oberfläche setzen sich schillernde Häutchen ab. Mit dem Mikroskop sieht man nun in der Flüssigkeit und den Häutchen trommelschlägelförmige Krystalle von kohlen-saurem Kalk, die sich in Essigsäure oder Salzsäure unter Brausen lösen, daneben aber noch eine Unzahl kleiner in Essigsäure unlöslicher Körnchen, aus denen die Flocken (eine eiweissartige Substanz) bestehen. Es muss also in der That schon im Blut der Kalk in anderer Verbindung (mit Eiweiss) enthalten sein; durch Einwirkung der Kohlensäure bilden sich Krystalle von kohlen-saurem Kalk, wobei ein Theil des vorher mit dem Kalk verbundenen Eiweisses sich mit ausscheidet. Verdampft man ganz zur Trockne, so bleiben Häute mit Körnern besetzt zurück; die Körner (kohlen-saurer Kalk) lösen sich mit Brausen in Essigsäure, die Häute (Eiweiss) sind darin unlöslich und sehen unter dem Mikroskop wie structurlose Membranen aus. Es scheint mir, dass *Willing* die Flocken von Eiweiss, welche sich aus dem Blut nach längerem Stehen neben kohlen-saurem Kalk abscheiden, für Fibrin genommen hat.

23,9960 Gmm. Blut gaben bei 100° trocken 0,0719 Gmm. und diese gegläht 0,0436 Gmm.; in 1000 Theilen Blut der Perlmuschel sind also:

Wasser . . . . 996,89

feste Theile . . . . 3,11

davon organisch . . . 1,22

anorganisch . . . . 1,89

in den festen Theilen sind organisch 39,36%

anorganisch 60,64%.

Ich finde weniger feste Theile und besonders weniger organische Substanz als *Schmidt* bei Anodonten, vor Allem kein Fibrin. An sorgfältig aufgefangenem Blut von Anodonten kam ich zu gleichen Resultaten wie bei der Unio; es entstand ebenfalls keine eigentliche Faserstoffgerinnung, der Absatz von Blutkörperchen war aber reichlicher.

Wenn man aus den Organen den Saft künstlich auspresst, erhält man die nämliche Flüssigkeit wie das Blut, nur concentrirter. Diese Parenchymflüssigkeit ist schleimig, ziemlich schwer filtrirbar und von alkalischer Reaction; mit Essigsäure schwach angesäuert und zum Sieden

erhitzt, fällt ein dickes Eiweisscoagulum heraus; das gelöste Eiweiss verhält sich wie gewöhnliches gegen Salpetersäure, Gerbsäure, Sublimat, Alkohol etc. Der von dem Saft abgepresste Rückstand der Organe löst sich grösstentheils in kochender Kalilauge (besteht also aus Eiweiss), der geringe unlösliche schwarzbraune Bodensatz enthält wahrscheinlich nur anorganische Salze. — Lässt man die Organe einer Muschel einige Zeit liegen, so sickert aus ihnen eine grosse Menge Flüssigkeit aus, in der das ganze Organ schwimmt; diese Flüssigkeit ist ebenso zusammengesetzt wie das Blut und die künstlich ausgepresste Parenchymflüssigkeit, sie nähert sich aber in ihrer Concentration mehr dem erstern. Auch in ihr bilden sich beim Stehen Häutchen an der Oberfläche mit grossen Krystallen von kohlensaurem Kalk und ein flockiger Niederschlag aus feinen Körnchen. Leitet man einen Strom von Kohlensäure durch, so wird die Fällung reichlicher, man bekommt aber nach langem Einleiten immer noch beim Kochen oder durch Gerbsäure einen Niederschlag von Eiweiss.

Es zeigt dies, dass bei Zerlegung des Kalkalbuminats etwas Eiweiss unlöslich ausgeschieden, der grösste Theil aber gelöst bleibt. *Schmidt* lässt die im Blut befindliche Verbindung von Kalk und viel Eiweiss in der Mantelzelle in freies Eiweiss und ein basisches Kalkalbuminat zerlegt werden; letzteres wird nach der Ausscheidung nochmals durch die Kohlensäure in die organische Substanz und den kohlen sauren Kalk der Schale verwandelt. Da ich nun in dem Blut, der Organflüssigkeit und dem schalenbildenden Schleim die gleiche durch die Kohlensäure zerlegbare Verbindung antreffe, und namentlich im ausgeschiednen Schleim viel mehr organische Substanz als in der Schale, so habe ich die Ansicht, es werde die Kalkeiweissverbindung, wie sie im Blut und im Mantel ist, als Schleim abgesondert, dieser ausserhalb zersetzt in kohlen sauren Kalk, etwas unlösliches keinen Kalk enthaltendes Eiweiss, das als organischer Bestandtheil der Schale verwandelt wird, und in lösliches Eiweiss, das wieder der Resorption anheimfällt und von neuem dazu dient, Kalk zu binden und der Schale zuzuführen. —

Die Muschelthiere spritzen bekanntlich, sobald man sie aus dem Bachwasser nimmt, aus mehreren Oeffnungen in feinen Strahlen eine Flüssigkeit aus, die man unvermengt mit dem sonst ablaufenden Wasser auffangen kann.

Dieser Saft ist etwas opalescirend und macht fast immer einen flockigen Bodensatz, aus Blutkörperchen und Resten niederer Pflanzen bestehend. Versetzt man mit etwas Essigsäure und kocht (ich habe 18 Gmm. verwendet), so entsteht kein Niederschlag von Eiweiss, die Flüssigkeit wird nur etwas trüber.

1. 20,3976 Gmm. des Safts gaben bei 100° trocken 0,0211 Gmm. Rückstand und dieser gegläht 0,0143 Gmm. Asche.

2. 18,8604 Gmm. aus andern Muscheln aufgefangenen Safts gaben bei 100° trocken 0,0187 Gmm. Rückstand.

In 1000 Theilen sind darnach enthalten :

	1.	2.
Wasser. . . .	998,97	999,01
feste Theile . .	4,03	0,99
davon organisch	0,33	
anorganisch	0,70	
von den festen Theilen sind organisch	32,04%	
anorganisch	67,96%	

Die Asche brauste mit Säuren; in der Lösung war viel Kalk, etwas Magnesia und Chlor, nur eine Spur von Schwefelsäure, Eisen und Phosphorsäure nachzuweisen.

Ich stelle zum bessern Vergleich die Analysen des Bluts, des ausgespritzten Safts und des Isarwassers, in dem zuletzt die Muscheln waren, zusammen; in 1000 Theilen derselben befinden sich :

	Blut	ausgespritzter Saft	Isarwasser.
Wasser. . . .	996,89	998,97	999,75
feste Theile . .	3,11	1,03	0,24
davon organisch	1,22	0,33	0,06
anorganisch	1,89	0,70	0,18

Die von freien Stücken aus dem Organ sickende Flüssigkeit verhält sich wie das Blut, der eigentliche Parenchymsaft ist viel concentrirter. Isarwasser und ausgespritzter Saft enthalten kein Eiweiss, aber Blut, aussickernde Flüssigkeit und Parenchymsaft in steigenden Quantitäten. Wir werden im nächsten Kapitel diese Verhältnisse zu einigen Schlussfolgerungen benutzen.

*Schmidt* wies zuerst darauf hin, dass die Mantelzelle den phosphorsauren Kalk zurückbehält und den kohlensauren Kalk zur Schalenbildung ausscheidet, da die Asche des Mantels phosphorsauren und die der Schale kohlensauren Kalk in vorwiegender Menge enthält. Diese Angabe veranlasste mich, die Aschenbestandtheile einiger Organe einer Untersuchung zu unterwerfen, deren Ergebnisse ich hier noch anhängen will, da sie von einigem Interesse sind.

0,8336 Gmm. bei 100° trocknen Mantels gaben 0,4494 Gmm. einer rothbraunen etwas schmelzenden Asche = 17,92% (*Schmidt* a. a. O. S. 53. fand 17,4%); dieselbe löst sich mit etwas Brausen in Salzsäure mit gelber Farbe auf. Mit Ammoniak bekommt man in dieser Lösung einen Niederschlag von phosphorsauren Erden und Eisenoxyd; erstere lösen sich in Essigsäure, das Eisenoxyd bleibt in ziemlicher Menge zurück. In der essigsauren Lösung fallen durch Ammoniak die phosphorsauren Erden wieder heraus; nach dem Abfiltriren derselben macht ein Zusatz von phosphorsaurem Natron noch eine sehr reichliche Fällung, es war

also auch Kalk nicht in Verbindung mit Phosphorsäure, sondern mit Kohlensäure in der Asche. Da aber der frische Mantel mit Säuren nicht braust, so ist der letztere Antheil Kalk darin nicht an Kohlensäure gebunden, sondern wahrscheinlich an Eiweiss. Die Asche besteht daher grösstentheils aus phosphorsaurem, und zum kleinern Theil aus kohlen-saurem Kalk, ferner aus etwas Eisenoxyd; Schwefelsäure ist nur in Spuren vorhanden. Der dicke fleischige Mantelsaum enthält viel weniger Asche als der übrige Mantellappen.

0,1141 Gmm. bei 100° trocknen Bojanus'schen Organs gaben 0,0104 Gmm. = 9,11% einer hellgelben Asche, die beim Lösen in Säuren nicht braust. Prüft man die Lösung wie die vorige, so findet man sie fast ganz aus phosphorsaurem Kalk bestehend; Eisenoxyd und kohlen-saurer Kalk sind nur in höchst geringer Menge vorhanden, ebenso Chlor, Schwefelsäure und Kieselerde.

0,6929 Gmm. bei 100° trocknen Schliessmuskels gaben 0,0320 Gmm. = 4,62% Asche. Dieselbe braust nicht mit Säuren und enthält nur sehr wenig Chlor- und Schwefelsäure. Ammoniak bewirkt in der sauren Lösung kaum eine Trübung, welche durch Essigsäure nicht verschwindet (Spur Eisen); versetzt man die essigsäure Lösung mit Chlorecalcium oder mit Ammoniak und schwefelsaurer Magnesia, so bekommt man eine reichliche Fällung, es sind also vorzüglich phosphorsaure Alkalien wie in den Muskeln höherer Thiere vorhanden. Schmidt (a. a. O. S. 20) fand in den Schliessmuskeln der Anodonta nur 1,87% Asche und darin lauter phosphorsauren Kalk, ebenso in der Asche der Muskeln des Maikäfers und des Krebses. Ich habe auch die Asche des Fussmuskels geprüft und ebenfalls vorwaltend phosphorsaure Alkalien gefunden.

1,0428 Gmm. bei 100° trockner Kiemensubstanz enthielt 0,6112 Gmm. anorganische Theile = 58,61%. Die Asche ist grau, nicht schmelzend und braust sehr stark mit Säuren. Durch Ammoniak fällt aus der gelb gefärbten salzsauren Lösung ein dicker weisser Niederschlag, der die ganze Flüssigkeit in sich einschliesst. Nach dem Ansäuern mit Essigsäure bleiben röthlich-weiße Flocken in ziemlicher Menge ungelöst (grösstentheils Eisenoxyd), die sich zum Theil in Kali lösen; aus der kalischen Lösung schlägt Ammoniak nach vorherigem Ansäuern mit Salzsäure weiße Flocken nieder (Thonerde?). Nachdem die phosphorsauren Erden aus der essigsäuren Lösung durch Ammoniak abermals gefällt worden, kann man im Filtrat durch phosphorsaures Natron den an Kohlensäure gebunden gewesenen Kalk in reichlicher Menge nachweisen.

Wir ersehen aus alle dem, wie verschieden sich die Organe der Muschel in Beziehung der Menge und der Zusammensetzung ihrer Asche verhalten. Der Muskel enthält fast nur phosphorsaure Alkalien; eine Drüse, das Bojanus'sche Organ, fast nur phosphorsauren Kalk; die Asche des Mantels und der Kiemen besteht aus phosphorsaurem und kohlen-saurem Kalk (letzterer im frischen Zustand mit Eiweiss verbunden) und etwas

Eisenoxyd. Ebenso verschieden wie die Qualität ist die Menge der Asche; denn im trocknen Muskel sind 4,62%, im Bojanus'schen Organ 9,11%, im Mantel 17,92% und in der Kieme 58,61% anorganische Bestandtheile. Sehr auffallend ist der ausserordentliche Aschenreichtum der Kieme; dieselbe ist frisch nicht so weich wie die übrigen Organe, sondern mehr resistenter, was wohl mit der grossen Menge der Asche in Verbindung steht.

##### 5. Allgemeine Betrachtungen (v. Hessling, a. a. O. S. 281).

Die Muschel besteht aus organischen und anorganischen Materien; diese müssen ihr nothwendigerweise von aussen dargeboten und den einzelnen Organen durch das Blut zugeführt werden. Das Blut ist nun nach meinen Untersuchungen eine sehr verdünnte Flüssigkeit mit äusserst wenig Nährmaterial zum Aufbau des Körpers. Es war daher zu prüfen, wie viel ein Muschelthier im Ganzen an organischen und anorganischen Theilen in sich abgelagert hat und in welchem Verhältniss die beiden stehen, um über die Ernährungsverhältnisse ein Urtheil zu gewinnen.

Ein ganzes Thier, das lebend aus dem Wasser genommen worden und beim Schliessen der Schalen ziemlich viel Wasser ausgespritzt und entfernt hatte, wog 170,5 Gmm.; die beiden Schalen hatten ein Gewicht von 85,2 Gmm., daher das Thier ohne Schale 85,3 Gmm. Beim Liegen liefen aus den Organen von freien Stücken 42,31 Gmm. Wasser ab, das nur sehr wenig feste Theile enthielt. Der Rest der Organe wog also noch 42,99 Gmm., die bei 100° eingetrocknet 7,2064 Gmm. Rückstand hinterliessen. Es befanden sich demnach in unserm Thier nach Abzug der beiden Schalen 7,2064 Gmm. feste Theile (8,45%) und 78,0936 Gmm. Wasser (91,55%). Dieser grosse Wasserreichtum erstreckt sich vorzüglich auf den ganz mit Flüssigkeit infiltrirten Mantel, die Drüsen etc. Die Muskeln sind nicht so wasserhaltig; sie übertreffen zwar in ihrer Wassermenge die der Säugethiere, enthalten aber nicht mehr als die der Fische, des Frosches oder des Krebses.

2,2662 Gmm. Fussmuskel gaben 0,4245 Gmm. = 18,73% festen Rückstand und 81,27% Wasser.

2,4890 Gmm. Schliessmuskel gaben 0,3800 Gmm. = 17,36% festen Rückstand und 82,64% Wasser.

Das ganze trockne Thier giebt ohngefähr 18% Asche; somit befinden sich in 7,2064 Gmm. des trocknen Thiers 1,3 Gmm. unverbrennliche und 5,9 Gmm. verbrennliche Theile.

Dazu kommen noch die beiden Schalen hinzu; die 85,2 Gmm. schweren Schalen des Thiers enthalten (bei 0,86% Wasser und 4,25% organischer Substanz, 94,89% Asche mit 92,87% kohlensaurem Kalk) 0,73 Gmm. Wasser, 3,62 Gmm. organische und 80,8 Gmm. unorganische Theile



mit 79,4 Gmm. kohleusaurem Kalk. Demnach ist das ganze Thier zusammengesetzt aus :

Wasser . . . . .	78,9 Gmm.
festе Theile . . . . .	91,6 »
	<hr/>
davon organisch . . . . .	9,5 »
anorganisch . . . . .	82,4 »

Die sehr grossen und schweren Schalen, an denen ich die oben berichteten Analysen angestellt habe, wegen 214 Gmm.; sie enthielten daher :

Wasser . . . . .	4,79 Gmm.
festе Theile . . . . .	212,21 »
	<hr/>
davon organisch . . . . .	9,09 »
anorganisch . . . . .	203,06 »
	<hr/>
in letztern kohleusauren Kalk . . . . .	198,25 »
und Kalk . . . . .	111,01 »

Es geht daraus hervor, dass die Muschel nur sehr wenig organische Nahrung, jedoch sehr viel anorganische, vorzüglich kohleusauren Kalk, und Wasser zugeführt bekommen muss, um ihren Organismus heranzubilden. Die organische Nahrung (Eiweiss, Fett oder Kohlehydrat) kommt ihr von den im Bachwasser befindlichen niedern Pflanzen und Pflanzenresten etc., die in den Darm des Thieres aufgenommen werden, in's Blut übergeben und von da zu den Organen kommen. Das Wachstum kann trotz der geringen Menge organischer Substanz im Thier doch nur sehr langsam geschehen, weil sich im Blut nur äusserst wenig organischer Nährstoff (Eiweiss) in Lösung befindet.

Die anorganische Nahrung muss der Muschel durch das Bachwasser zugeführt werden. Da die Unio sehr dicke Schalen mit einem verwiegenen Gehalt an kohleusaurem Kalk hat, so sollte man glauben, dieselbe bilde in kalkreichen Gewässern die dicksten Schalen aus. Hier begegnen wir nun dem merkwürdigen Umstand, dass die Wässer, in denen die Perlmuscheln am besten gedeihen und die dicksten Schalen ansetzen, durchgängig sehr arm an anorganischen Theilen, namentlich an kohleusaurem Kalk sind.

*H. S. Johnson* und *O. Sendtner* (Annalen der Chemie und Pharmazie, Bd. 95. Heft 2. S. 226) hatten die Asche von *Pinus Pumilio* aus Granit- und Gneiss-Boden, und die von *Pinus Mughus* aus Kalk- und Dolomit-Boden untersucht. Der geglühte Granitboden besteht vorzüglich aus Kieselerde (86,06 — 97,94%) mit sehr wenig kohleusaurem Kalk (0,04 — 2,76%), der geglühte Dolomitboden aus 66,37% kohleusaurem Kalk und 0,28% Kieselerde; die auf erstem gewachsene *Pinus Pumilio* enthielt in der Asche 32,19% Kalk und 2,48% Kieselerde; *Pinus Mughus*, auf letzterm gewachsen, 30,89% Kalk und 3,47% Kieselerde. Es ist einleucht-

tend, die Kalkpflanzen brauchen nicht immer einen kalkreichen Boden, die eine Pflanze, der in dem Boden grosse Mengen von Kalk geboten sind, enthält davon sogar weniger als die andere, der nur Spuren Kalk zu Gebote stehen; ebenso ist es mit der Kieselerde. Dasselbe beweist eine von *Johnson* und *Sendtner* angestellte Analyse von *Alnus incana*, die sich vom sehr kalkarmen Boden des bayrischen Walds ebensoviel Kalk angeeignet hatte, als aus kalkreichem Boden. *Sendtner* und ich (*Regensburger Flora* 1855, No. 32), wiesen ferner das Vorkommen von Kalkpflanzen im bayrischen Wald auf Boden nach, die nur äusserst wenig (0,26—0,95%) Kalk enthielten.

Die Perlmuscheln haben das gleiche Verhalten wie diese Pflanzen, sie bilden Schalen in Wässern, die sehr arm an kohlen-saurem Kalk sind; in den kalkarmen weichen Wässern unseres bayrischen Walds gedeihen die Perlmuscheln aufs trefflichste, in hartem kalkreichem Wasser, in dem die Anodonten mit ihren dünnen Schalen sich aufhalten, sterben sie.

Nach den Untersuchungen von *Johnson* und *Sendtner* (a. a. O. und *Vegetationsverhältnisse des bayrischen Waldes* 1860), sind die weichen Wässer des bayrischen Walds von schwarzbrauner (Kaffee-)Farbe, der schmierige braune Rückstand derselben reagirt sauer und ist sehr reich an organischer Substanz, dagegen arm an Mineralbestandtheilen; unter letztern trifft man in grösserer Menge Alkalien, Kieselerde, Chlor und Phosphorsäure, wenig alkalische Erden; die Vegetation im bayrischen Wald ist daher nach *Sendtner* sehr monoton, die Wässer sind arm an Pflanzen, jedoch reich an wohl-schmeckenden Forellen und Perlmuscheln; der Rachelsee mit ausserordentlich wenig Mineralbestandtheilen zeichnet sich durch Mangel der Fische und Muscheln, sowie beinahe aller lebenden Wesen aus.

Anders verhalten sich die klaren blaugrünen Ströme unserer Kalkalpen mit ihrem Reichthum an alkalischen Erden und Schwefelsäure und ihrer geringen Menge von Alkalien; der Rückstand derselben bildet eine harte Kruste von alkalischer Reaction.

Der Kalkgehalt der Wässer des bayrischen Waldes, in denen Perlmuscheln vorkommen, ist ein sehr geringer; *Sendtner* (a. a. O.) fand in einem Liter Wasser an Kalk:

	Gmm. Kalk in 1 Liter Wasser	Perten.
Brunnthaler Wasser . . . . .	0,11066 . . . . .	keine
Isarwasser . . . . .	0,07810 . . . . .	keine
Regenfluss bei Zwiesel . . . . .	0,01510 . . . . .	wenige
Ilz bei Hals . . . . .	0,00920 . . . . .	viele
Perlbach bei Ortenburg . . . . .	0,00870 . . . . .	viele
Steckenbach . . . . .	0,00781 . . . . .	sehr viele
Ohe bei Grafenau . . . . .	0,00164 . . . . .	sehr viele
Wolfach bei Ortenburg . . . . .	0,00120 . . . . .	keine
Rachelsee . . . . .	0,00400 . . . . .	keine

In den Wässern des bayrischen Waldes, in denen Perlmuscheln häufig vorkommen, findet man darnach im Mittel in einem Liter 0,00759 Gmm. Kalk, oder 1 Theil Kalk in etwa 132000 Theilen Wasser; enthält 1 Liter Wasser mehr als 0,0781 Gmm. Kalk (= 1 Theil Kalk auf 13000 Theile Wasser), oder weniger als 0,0012 Gmm. Kalk (= 1 Theil Kalk auf 833000 Theile Wasser), so scheinen darin keine Perlmuscheln mehr gedeihen zu können.

Die 79,1 Gmm. kohlensauren Kalks der Schalen der ersten Muschel sind in 5838 Liter Bachwasser vom bayrischen Walde und die 198,2 Gmm. kohlensauren Kalks der Schalen der zweiten Muschel in 14627 Liter Bachwasser enthalten. Es muss also mindestens diese ungeheure Menge Wasser durch das Thier hindurchströmen, um den kohlensauren Kalk für die Schalen zu liefern. Es ist aber unwahrscheinlich, dass sämmtlicher zugeführter Kalk dem Bachwasser entzogen wird, es kann wohl jedesmal nur ein Theil des Kalks weggenommen werden, wodurch die Wassermenge, welche in die Muschel zur Lieferung des Kalks eintreten muss, noch viel mehr als die berechnete Zahl beträgt. Soll der kohlensaure Kalk dem Thier zu Gute kommen, so ist es nöthig, dass alles Wasser in das Blut gelangt; die Organe nehmen aber nur den Kalk, das Wasser soll wieder entfernt werden. Da sehr viel Wasser aufgenommen und also viel ausgeschieden wird, so konnte letzteres nicht mittelst Filtrirung durch ein besonderes Organ, eine Niere, geschehen, wir treffen dazu ein mit dem Bachwasser in offener Communication stehendes Röhrensystem (Wassergefässsystem) durch die ganze Muschel verbreitet. Diese Gefässe nehmen das Wasser von aussen auf und führen es an den Organen vorüber, die den Kalk an Eiweiss binden. Enthält das Wasser wenig oder keinen Kalk mehr, so wird es durch die Oeffnungen nach aussen entfernt und eine frische Portion Wasser nimmt seine Stelle ein. Es ist auch ein Ein- und Austritt von Wasser an der ganzen Körperoberfläche denkbar. Nur dadurch war es möglich, den Kalk in so grosser Quantität zu erhalten, aber trotzdem scheint es lange zu währen, bis eine Muschel gross geworden.

Dies ist, was wir über den Aufbau des Muschelleibs zu sagen haben; es muss aber auch einen Zerfall desselben geben. Wir sehen an der Muschel gewisse Bewegungen und eine bestimmte Eigenwärme, zu deren Ermöglichung eine Zersetzung organischer Materie unumgänglich nöthig ist. Es ist auch hier der Grundsatz festzuhalten, dass die Kraft für mechanische Effecte nur bei dem Zerfall von Eiweiss, Wärme dagegen bei dem Zerfall von Eiweiss, Fett oder Kohlehydraten entstehen könne. Diese Zersetzungen geschehen nicht von selbst, es braucht dazu die Mitwirkung des Sauerstoffs. Jedenfalls wird aber der Umsatz nicht sehr gross sein wegen der geringen Körpermasse, der ebenfalls geringen Menge Ernährungsmaterial und der wahrscheinlich kleinen Quantität eingeathmeten Sauerstoffs; es nähert sich daher das Leben der Muschel dem der Pflanze, die Anbildung wird über die Rückbildung überwiegen. Die Grösse des

Stoffwechsels können wir auch aus seinen Folgen erschliessen, den mechanischen Effecten und der Wärme; diese sind bei der Muschel sehr klein. Das Thier liegt meist bewegungslos im Sand, die Schliessmuskeln sind nicht häufig in Thätigkeit, und Herzschläge zählt man nur 8—10 in der Minute (v. *Hessling* a. a. O. S. 211). Die Eigenwärme der Muschel übersteigt die des umgebenden Wassers nur sehr wenig. Ich habe die kleine Cuvette eines *Geissler'schen* Thermometers, an dem  $\frac{1}{10}^{\circ}$  C. noch ablesbar und  $\frac{1}{20}^{\circ}$  C. zu schätzen sind, unter Wasser in die Mundöffnung einer *Unio* eingeschoben und sah dann bei mittlerer Temperatur des Wassers die Quecksilbersäule stets etwas steigen, im Wasser wieder herabsinken. Ich maass z. B. bei einer Temperatur des Wassers von  $12,30^{\circ}$  C. im Thier  $12,45^{\circ}$  C., es war also eine Differenz von  $\frac{3}{20}^{\circ}$  C. nachweisbar. Damit ist freilich nicht entschieden, ob die Muscheln wenig oder viel Wärme produciren; denn das Wasser ist ein besserer Wärmeleiter als die Luft, das noch dazu beim Hindurchlaufen durch den ganzen Körper für grosse Wärmeverluste eine günstige Gelegenheit darbietet. Nach Analogie anderer niederer Thiere z. B. der Frösche, Schlangen etc. kann man aber auch bei den Acephalen eine geringe Wärmeentwicklung annehmen.

Bei diesen Oxydationen von Eiweiss, Fett oder Kohlehydraten entstehen nothwendigerweise Oxydationsproducte, stickstoffhaltige Stoffe, Kohlensäure und Wasser. Die erstern werden bei andern Thieren durch die Niere entfernt, als deren Analogon man bei den Acephalen gewöhnlich das *Bojanus'sche* Organ bezeichnet; wir blieben aber bei der *Unio* im Unwissen, welcher Art die stickstoffhaltigen Endproducte sind, weil wir in ihr keinen der bekannten Harnbestandtheile nachweisen konnten; dessenungeachtet ist doch die Bedeutung des *Bojanus'schen* Organs als Niere wahrscheinlich, da bei andern Bivalven in der That darin Harnsäure vorkommen scheint. Die Niere anderer Thiere pflegt ausserdem die unbrauchbaren und verbrauchten Salze, sowie das überschüssige Wasser abzuscheiden; diese Functionen übernimmt bei der Muschel das Wassergefässsystem oder die ganze weiche Körperoberfläche. Es könnte die im Wasser lebende Muschel überhaupt einer Niere recht wohl entbehren, indem Wasser, Salze und Harnbestandtheile von dem Blut aus durch die nach aussen offenen Gefässe den Körper zu verlassen im Stande wären.

Die gebildete Kohlensäure wird vom Wasser absorhirt und muss ebenfalls entfernt werden. Ob dies sowie die Sauerstoffaufnahme in einem besondern Organ geschieht, ist fraglich. Eine Kieme hätte natürlich nur die Bedeutung, dem Sauerstoff enthaltenden Bachwasser eine grosse Oberfläche darzubieten, damit der Uebergang des Sauerstoffs in's Blut erleichtert wird. Die als Kiemen bezeichneten Organe der Muschel haben eine ziemliche Oberfläche, sie werden also in obiger Beziehung wohl Dienste leisten, jedoch darf man nicht ausser Acht lassen, dass das Bachwasser direct in alle Organe eindringen kann, wodurch gewiss eine Erneuerung des Sauerstoffs schneller geschieht als durch die Kiemen. So

wie die Tracheen der Insecten die Luft in alle Theile des Körpers eindringen lassen, ohne einen kleinen Raum des Körpers zu einer weitem Sauerstoffaufnahme mehr nöthig zu machen, so verzweigt sich das nach aussen offene Wassergefässsystem der Muschel in alle Organe und thut das frische Sauerstoff haltende Wasser in hinlänglicher Menge zu. Die einzelnen Organe werden diese innere Sauerstoffaufnahme je nach ihrer äussern Oberfläche gewiss unterstützen, und somit auch die sogenannten Kiemen, jedoch muss man jedenfalls die Vorstellung fallen lassen, als ob letztere Organe vorzüglich zu einer solchen Function geeignet wären. Ihre Starrheit, hervorgerufen durch den grossen Aschegehalt, dann der Umstand, dass sie oft voll von Eiern stecken, welche sie ausserordentlich ausdehnen und somit eine Gasaufnahme geradezu unmöglich machen, sprechen nicht sehr für ihre Natur als Organe der Lufsterneuerung. *Leydig* (*Müller's Archiv* 1853. S. 47) berichtet zudem, bei *Cyclus cornea* nie ein Blutkörperchen in die Kiemen eintreten gesehen zu haben und erinnert daran, dass auch *Bojanus* bei den Najaden die Bedeutung der sogenannten Kiemen als Respirationswerkzeuge in Abrede stellte. Schon *Meckel* (*Beiträge zur vergleichenden Anatomie* Bd. 2. S. 106) thut den richtigen Ausspruch: »wie das Insect ganz Trachee, so ist das Thier der Bivalven ganz Kieme.«

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1859-1860

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Voit Carl von

Artikel/Article: [Anhaltspunkte für die Physiologie der Perlmuschel.  
470-498](#)