

Zur Kenntniss des Stoffwechsels der Fische, speciell der Selachier.

Von

Erwin Herter.

Während über die gasförmigen Auscheidungen der Fische seit SPALLANZANI (1) verschiedene, zum Theil ausgedehnte Untersuchungen ausgeführt sind, ist über die flüssigen Excrete derselben noch nichts bekannt. Dem Studium der letzteren stehen besondere Hindernisse entgegen; einerseits bedarf es gewisser Kunstgriffe, um die Excrete in reinem Zustand zu sammeln, andererseits lassen sich nur verhältnismäßig kleine Thiere in der Gefangenschaft halten, und diese liefern nur geringe Mengen von Producten, so dass die Analyse der Bestandtheile erhebliche Schwierigkeiten bietet. Die folgenden ersten Notizen beziehen sich ausschließlich auf Selachier, welche wegen des auffallend reichen Gehaltes an Harnstoff in den Geweben (2) ein specielles physiologisches Interesse haben. Auch in technischer Hinsicht empfehlen sich die Selachier zu physiologischen Versuchen; wegen ihres ruhigen Naturells und ihrer geringen Sensibilität lässt sich bequem außerhalb des Wassers an ihnen operiren, wenn zur Unterhaltung der Respiration ein Strom von Meerwasser vermittels eines Kautschukschlauches durch die Mundhöhle geleitet wird¹. Die Thiere, welche auf einen rings von einem niedrigen Rand umgebenen und mit einem Wasserablauf versehenen schrägen Operationstisch gelegt werden, athmen unter diesen Verhältnissen in regelmäßiger Weise; sie lassen sich so stundenlang außerhalb des Wassers halten, wenn die Temperatur der Luft nicht allzu hoch ist. Ein Narkotisieren derselben, wie es durch Eintröpfeln von wenig

¹ W. v. SCHRÖDER, Zeit. Phys. Chem. 14. Bd. pag. 581. 1890. Dieses eben so zweckmäßige wie einfache Verfahren für die künstliche Respiration der Fische ist, mündlicher Mittheilung zufolge, bereits früher von W. KÜHNE geübt worden.

Chloroform in das Wasser des Bassins leicht zu erreichen ist, erweist sich fast immer als überflüssig, auch bei feineren und länger dauernden Operationen.

Zur Beurtheilung des Stoffwechsels bietet der Urin die wichtigsten Anhaltspunkte, deshalb wurde auf die Reingewinnung desselben besondere Sorgfalt verwendet. Das Excret wurde in einem kleinen Apparat gesammelt, welcher liegen blieb, während die Thiere frei im Wasser sich bewegten. Derselbe besteht aus einer passend geformten gläsernen Canüle, welche durch einen Kautschukschlauch mit einem gläsernen Recipient verbunden ist; ein an letzterem angebrachtes Ventil lässt die durch den Urin verdrängte Luft entweichen, verhindert aber den Eintritt von Wasser. Bei größeren Thieren, z. B. bei erwachsenen Exemplaren von *Scyllium catulus*, ist die Befestigung dieses Apparates in den Harnwegen nicht schwierig, besonders bei Männchen kann man bequem die Canüle in dem Sinus urogenitalis anbringen. Bei kleineren Thieren gelingt es nicht, auf diese Art reinen Urin zu sammeln. Bei *Torpedo*¹ wurde deshalb statt des Urins die Flüssigkeit untersucht, welche meist in nicht unerheblicher Menge in der geräumigen Kloake sich vorfindet; diese Flüssigkeit, welche gelegentlich von den Thieren selbst in kräftigem Strahl ausgespritzt wird, wurde in der Regel durch gelinden Druck auf das vorher gewaschene und getrocknete Abdomen direct oder vermittels einer Canüle in ein Reagensglas entleert. In die Kloake können außer dem Urin noch Contenta des Darmcanals, Producte der Sexualorgane und vielleicht eine Absonderung der Superanaldrüse gelangen. Es wurden nur solche Portionen der Kloakenflüssigkeit zur Untersuchung genommen, welche frei von ungelösten Nahrungsresten und von Gallenfarbstoff waren, keine Beimengung von sexuellen Producten erkennen ließen und nicht alkalisch reagirten.

Der Urin der Selachier stellt eine klare, leicht tropfbare, nicht fadenziehende Flüssigkeit dar; er ist sehr schwach gelblich gefärbt. Unter normalen Verhältnissen besitzt derselbe deutlich saure Reaction. Er zeigt keine starke Tendenz zur Zersetzung; nach Infection durch die in der Luft enthaltenen Keime geht der reichlich vorhandene Harnstoff in ammoniakalische Gährung über, und es scheiden sich große Krystalle von Ammoniummagnesiumphosphat ab, meist schon ehe die Reaction alkalisch geworden ist. Die unter

¹ Die Fixirung geschah mittels einer dünnen Kautschukplatte zum Schutz gegen die elektrischen Schläge.

obigen Cautelen gesammelte Flüssigkeit aus der Kloake von *Torpedo* (*marmorata* und *ocellata*) war fast farblos und völlig klar. Sie reagirte meist entschieden sauer. Sie tropfte gewöhnlich leicht; nur gelegentlich zeigte ein schwaches Fadenziehen einen geringen Gehalt an Albuminstoff. Beim Stehen nahm dieselbe alkalische Reaction an und setzte ebenfalls Krystalle von Tripelphosphat ab. Das specifische Gewicht des Urins von *Scyllium catulus* und der Kloakenflüssigkeit von *Torpedo marmorata* wurde wiederholt mittels Pyknometer bestimmt. Die folgende Tabelle giebt, bezogen auf Wasser von 4°, die für die angegebenen Temperaturen erhaltenen Werthe neben den behufs leichterer Vergleichung für die Normaltemperatur von 17,5° berechneten. Die letzteren Werthe sind im Folgenden stets gemeint, wenn keine nähere Bezeichnung gegeben ist.

Tabelle I.

Nr.	Versuchsthier	Datum	Temperatur T°	Specifisches Gewicht	
				T° 4°	17,5° 4°
<i>Urin von Scyllium catulus.</i>					
10	<i>Scyllium A</i>	29. VI	27,3°	1,0250	1,0273
11	» <i>A</i>	30. VI	27,8°	1,0271	1,0295
12	» <i>A</i>	1. VII	28,3°	1,0297	1,0323
13	» <i>A</i>	2. VII	28,7°	1,0294	1,0321
14	» <i>B</i>	4. VII	28,8°	1,0307	1,0335
15	» <i>B</i>	4. VII	28,9°	1,0327	1,0355
16	» <i>D</i>	8. VII	26,1°	1,0323	1,0343
17	» <i>E</i>	5. VII	26,7°	1,0312	1,0334
Mittel			27,8°	1,0298	1,0322
<i>Kloakenflüssigkeit von Torpedo marmorata.</i>					
1	<i>Torpedo B</i>	26. VII	26,7°	1,0250	1,0272
2	» <i>C</i>	4. VIII	27,3°	1,0238	1,0261
3	» <i>D</i>	21. VIII	25,3°	1,0234	1,0252
4	» <i>D</i>	20. VIII	26,5°	1,0234	1,0255
5	» <i>D</i>	18. VIII	26,7°	1,0223	1,0244
6	» <i>D</i>	23. VIII	26,7°	1,0232	1,0253
7	» <i>E</i>	24. VIII	25,3°	1,0242	1,0260
8	» <i>E</i>	25. VIII	25,5°	1,0242	1,0260
9	Verschiedene	VIII	25,9°	1,0248	1,0267
Mittel			26,2°	1,0238	1,0258

Demnach zeigt der Urin von *Scyllium* ein verhältnismäßig hohes specifisches Gewicht¹, welches nur innerhalb ziemlich enger Grenzen schwankt. Das Gewicht der Kloakenflüssigkeit von *Torpedo* stellte sich durchweg etwas niedriger als das des *Scyllium*-Urins; auffallenderweise waren die für dieselbe gefundenen Werthe noch constanter als die für den Urin bestimmten. Das Meerwasser, in welchem die Thiere gehalten wurden, hatte am 6. VIII. das specifische Gewicht 1,0282.

Die Summe der festen Bestandtheile ist bekanntlich im Urin schwierig zu bestimmen, da der Harnstoff in Gegenwart von Wasser sich schon unter 100° zu Ammoniumcarbonat zersetzt, welches sich verflüchtigt. Diese Zersetzung zu vermeiden, wurde das Eindampfen bei 75° vorgenommen; im luftverdünnten Raum, bei Durchsagung eines trockenen Luftstroms, wurde ziemlich schnell constantes Gewicht erreicht. So wurde für Urin von *Scyllium* (Nr. 17) mit dem specifischen Gewicht 1,0334 der feste Rückstand in 1000 Gewichtstheilen zu 62,592² bestimmt; um den festen Rückstand aus dem specifischen Gewicht zu berechnen, muss man hier also den Werth: Sp.G.—1 mit 187,4 multipliciren. Für den menschlichen Urin ist dieser Coefficient bekanntlich größer; eine Probe desselben (Nr. 19) mit Sp.G. 1,0294 hinterließ einen Rückstand von 65,802‰, welcher dem Coefficient 223,8 entspricht. Der Coefficient des *Scyllium*-Urins 187,4, welchen man vielleicht für Meerfische als typisch ansehen kann, nähert sich dem des Meerwassers³, dessen Bestandtheile in dem Urin der Meeresbewohner einen bedeutenden Procentsatz ausmachen und das relativ hohe specifische Gewicht desselben bedingen. Die anorganischen Bestandtheile betragen für den menschlichen Urin im Mittel nach den Bestimmungen verschiedener Autoren 12,85‰, entsprechend 24,8‰ des mittleren festen Rückstandes 51,85‰ (5); für den Hund bei reiner Fleisch-

¹ Von *Mustelus laevis* wurde einmal etwas Urin erhalten und das specifische Gewicht zu 1,0240 bestimmt. Ob dieser Werth ein normaler ist, erscheint fraglich, da der Urin (Nr. 18) einem kranken Thier kurz vor dem Tode entnommen war.

² Eine andere Portion von *Scyllium*-Urin (Nr. 20, vom 6. XII.) lieferte 61,038‰ festen Rückstand.

³ Nach ERMAN (3) enthält 1 Theil Meerwasser $0,036019 + 1,29367 \times \left(\text{Sp.G. } \frac{17,5^\circ}{17,5^\circ} - 1,0275 \right)$ Theile Salz; nach HERCULES TORNOE (4) erhält man den Salzgehalt des Meerwassers, wenn man das specifische Gewicht desselben $\left(\frac{17,5^\circ}{17,5^\circ} \right)$ mit $131,9 \pm 0,058$ multiplicirt.

kost fanden Bischoff und Voit (6) durchschnittlich 13,6% Asche, entsprechend nicht mehr als 12,2% des festen Rückstandes 111,9%¹. Dagegen ergab eine an *Scyllium*-Urin Nr. 17 vorgenommene Verbrennung 36,043% feuerbeständiger Salze: dieselben machten also hier 57,6% des Rückstandes aus. Gegenüber den Landbewohnern hat demnach *Scyllium* als Repräsentant der Meerthiere im Verhältnis zur Gesamtmenge der festen Bestandtheile viel anorganische Salze im Urin. In der Kloakenflüssigkeit von *Torpedo marmorata* bilden die Aschenbestandtheile einen noch höheren Bruchtheil des festen Rückstandes. In Flüssigkeit Nr. 8 vom Sp.G. 1,0260 fanden sich 34,542% Salze, und 36,130% in der Flüssigkeit Nr. 9 vom Sp.G. 1,0267. Für Nr. 8 wurde der feste Rückstand zu 45,415% bestimmt: die Aschenbestandtheile betragen hier demnach 76,0% des Rückstandes. Der *Scyllium*-Urin enthält mehr unlösliche Salze als die Kloakenflüssigkeit, letztere dagegen mehr lösliche Salze als ersterer.

Die folgende Tabelle II enthält Bestimmungen einiger der wichtigsten anorganischen Substanzen des Urins von *Scyllium catulus* und der Kloakenflüssigkeit von *Torpedo marmorata* (Nr. 22 resp. Nr. 9, beides Gemische verschiedener Portionen): zum Vergleich sind ferner entsprechende Zahlen für menschlichen Urin und für Meerwasser aufgenommen. Die Zahlen für die menschliche Ausscheidung sind nach G. BUNGE (7) berechnet; sie betreffen einen jungen Mann,

Tabelle II.

Bestandtheile	Urin vom Menschen	Urin von <i>Scyllium</i>	Kloakenflüssigkeit von <i>Torpedo</i>	Meerwasser
	pro Liter g	pro Kilogramm g		
Calcium	0,140	0,415	0,120	0,464
Magnesium	0,106	1,416	0,478	1,421
Schwefelsäure (SO ₄) . .	3,354	5,276	1,160	3,014
Phosphorsäure (PO ₄) . .	2,750	4,834	0,459	0,010
Chlor	2,283	13,543	20,239 ²	21,142

¹ Der Urin wurde bei 100° getrocknet; nach den Verfassern (l. c.) fällt eine solche Bestimmung immer zu hoch aus, »da der Harn bei 100° nie ganz trocken zu bekommen ist«.

² Nicht direct bestimmt, sondern aus der Differenz berechnet; weitere Chlorbestimmungen siehe unten.

der während der zweitägigen Versuchszeit nur Rindfleisch, gebraten mit etwas Kochsalz, und Brunnenwasser zu sich nahm, geben also gute Vergleichsobjecte für die entsprechenden Werthe der carnivoren Selachier. Die Zahlen für das Meerwasser beziehen sich auf Grundwasser, in 40 m Tiefe zwischen Neapel und Capri gesammelt, und stammen von WALTHER und SCHIRLITZ (8); die Phosphorsäure, welche diese Autoren nicht bestimmten, wurde nach zwei Analysen berechnet, welche C. SCHMIDT und VON BIBRA (9) an Wasser aus dem Atlantischen Meer ausführten.

Bei der Analyse einer anderen Portion von *Scyllium*-Urin (Nr. 17) wurden ähnliche Werthe erhalten; die Zahlen für Calcium und Magnesium stimmten nahe mit denen der Tabelle überein: die Menge der Schwefelsäure war kleiner, die der Phosphorsäure größer als die oben aufgeführten Werthe. Im Vergleich mit dem menschlichen Urin zeigt das Exeret von *Scyllium* einen reichlichen Gehalt an diesen beiden Säuren. An Phosphorsäure enthält das Meerwasser nur eine verschwindende Quantität; die ausgeschiedene Phosphorsäure ist demnach zum größten Theil durch den Zerfall organischer Substanz entstanden, ein kleiner Theil derselben mag gelegentlich aus der Nahrung, besonders aus den Knochen der verzehrten Thiere stammen, die Versuchsthiere nahmen indessen im Aquarium keine Nahrung zu sich. Die Kloakenflüssigkeit enthält viel weniger Phosphorsäure als der Urin, aber doch immer noch weit mehr als das Seewasser.

Die Schwefelsäure des Urins, welche hauptsächlich aus den Albuminstoffen der Nahrung gebildet wird, bietet im Allgemeinen ein gutes Maß der Eiweißzersetzung im Körper; bei Meerthieren ist jedoch anzunehmen, dass ein Theil derselben aus dem umgebenden Medium stammt. Es war angezeigt, die Ausscheidung der Schwefelsäure und der übrigen Schwefelverbindungen etwas eingehender zu verfolgen. In mehreren Portionen von Urin und von Kloakenflüssigkeit wurde nicht nur die Schwefelsäure der Sulfate (A), sondern auch die mit organischen Radicalen gepaarte Ätherschwefelsäure (B) bestimmt (10), ferner der nach Ausfällung der gesammten Schwefelsäure (enthaltend Schwefel I) in Lösung zurückbleibende Rest des Schwefels (II). Die erhaltenen Resultate sind, wie auch sonst immer, in Gramm pro Kilogramm der Flüssigkeiten ausgedrückt.

Tabelle III.

Nr.	Specifi- sches Gewicht	Schwefelsäure (SO ₄)			Schwefel		
		A	B	Summa	in Schwefelsäure I	in anderen Verbindungen II	Summa
<i>Urin von Scyllium catulus.</i>							
16	1,0343	4,436	0,038	4,474	1,494	0,756	2,250
<i>Kloakenflüssigkeit von Torpedo marmorata.</i>							
4	1,0255	0,069	0,325	0,394	0,132	Spur	0,132
7	1,0260	1,228	0,313	1,541	0,514	0,150	0,664
9	1,0267			1,160	0,387	0,353	0,740
1	1,0272	2,138	0,292	2,430	0,811	0,168	0,979

Aus dieser Tabelle ergibt sich zunächst, dass die Selachier Ätherschwefelsäuren bilden: in der untersuchten Portion von *Scyllium*-Urin waren dieselben nur in sehr geringer Quantität zugegen, so dass das Verhältnis A : B 116,7 : 1 betrug, dagegen waren dieselben in der Kloakenflüssigkeit von *Torpedo* in reichlicher und recht constanter Menge (0,292 bis 0,325 %) vertreten, während die Schwefelsäure der Sulfate größere Schwankungen zeigte: das Verhältnis A : B betrug hier 7,3 bis 0,2 : 1. (Für den Hund bei reiner Fleischkost [11] schwankt dieses Verhältnis von 37,4 bis 6,5 : 1.) Ferner wird ein beträchtlicher Theil des Schwefels in nicht oder nicht vollständig oxydirtem Zustand ausgeschieden (als Schwefel II); in obiger Urinportion betrug dieser Theil 33,6 % des Gesamtschwefels, in den Flüssigkeiten aus der Kloake 17,2 bis 47,7 %, wenn man von Flüssigkeit Nr. 4 absieht, welche nur eine Spur von Schwefel II enthielt. Die Zahlen der Tabelle zeigen, dass die Ausscheidung des Schwefels ziemlich großen Schwankungen unterliegt: diese Schwankungen betreffen sowohl die Gesamtmenge des Schwefels als auch die Vertheilung desselben auf die verschiedenen Formen der Bindung.

Die Zahlen für Calcium und Magnesium (siehe Tabelle II) sind im *Scyllium*-Urin viel höher als im menschlichen: sie stehen denen des Meerwassers nahe: die Salze der alkalischen Erden sind demnach zu den Stoffen zu rechnen, welche eben so wie die Sulfate und wohl auch die Chloride der Alkalien aus dem umgebenden Medium durch Diffusion in reichlicherer Menge aufgenommen werden, als das Bedürfnis der Thiere erfordert, und zum großen Theil scheinbar

ohne Nutzen den Organismus durchlaufen: dies gilt besonders für die Salze des Magnesium. An letzterem Metall besitzt der *Scyllium*-Urin einen sehr hohen Gehalt, nicht nur absolut, sondern auch relativ zum Calcium. Während in obigem menschlichen Urin das Verhältnis von Magnesium zu Calcium 0,8 : 1 beträgt, fand sich dasselbe in dem *Scyllium*-Urin gleich 3,4 : 1, in einer anderen Portion gleich 2,7 : 1, ähnlich wie im Meerwasser, wo es sich auf 3,1 : 1 berechnet; 4,0 : 1 ist das Verhältnis in der Kloakenflüssigkeit, in welcher die alkalischen Erden nur etwa den dritten Theil der Menge ausmachen, welche der *Scyllium*-Urin aufweist. Da indessen die Phosphorsäure auf weniger als den zehnten Theil vermindert ist, so ist in der Kloakenflüssigkeit, wie im Meerwasser, das Magnesium nicht nur als Phosphat, wie im Urin, sondern auch als Sulfat und als Chlorid enthalten¹. Für die Flüssigkeit Nr. 9 lassen sich die Salze der alkalischen Erden folgendermaßen berechnen:

Calciumphosphat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	0,311 ‰
Magnesiumphosphat $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$	0,370 ‰
Magnesiumsulfat	1,450 ‰
Magnesiumchlorid	0,340 ‰

Die Summe dieser Verbindungen beträgt 2,471 ‰: der große Rest der Salze kann als aus Alkalichloriden bestehend angenommen werden; das Verhältnis von Kalium zu Natrium in denselben ergab die Analyse gleich 1 : 12,47.

Wie die Erdsalze des Meerwassers, so finden sich auch die Alkalisalze desselben, speciell die Chloride, reichlich im Urin der Selachier. Während der menschliche Urin bei ausschließlicher Fleischnahrung nach BUNGE nur 2,283 ‰ Chlor enthielt, fanden sich bei *Scyllium* 13,543 ‰. Die Kloakenflüssigkeit erwies sich noch reicher an Chloriden; die Flüssigkeit Nr. 23 von *Torpedo marmorata* enthielt 19,924 ‰, die Flüssigkeit Nr. 24 von *Torpedo ocellata* 21,025 ‰; ihr Chlorgehalt nähert sich also sehr dem des Meerwassers. Im Blutserum von letzterer Species betrug das Chlor 15,586 ‰. Für *Coluber natrix* bestimmte HOPPE-SEYLER (12) das Chlor zu 5,147 ‰. Die Säugethiere zeigen bekanntlich eine große

¹ Da in der Kloakenflüssigkeit die Erdalkalien über die Phosphorsäure überwiegen, so fällt letztere vollständig aus, wenn man die Flüssigkeit alkalisch macht; im Urin bleibt unter diesen Umständen ein beträchtlicher Theil der Phosphorsäure, an Alkalien gebunden, in Lösung. Dieses für die Säugethiere bekannte Verhalten findet sich auch bei *Scyllium*, wie es sich auch beim Frosch constatiren lässt.

Übereinstimmung in dem bei wechselnder Zufuhr von Chlornatrium sehr constanten Chlorgehalt des Blutserum; beim Menschen fand C. SCHMIDT (13) 3,565 und 3,659 ‰, beim Hund SERTOLI (12) 3,585, beim Schwein, Pferd und Rind BUNGE (7) 3,611, 3,750 und 3.717 ‰ Chlor¹.

L. FREDERICQ (14) zeigte, dass die Evertebraten, speciell die Crustaceen, im Salzgehalt ihres Körpers sehr abhängig sind von dem des Medium, in welchem sie leben, für die Meerfische gab er indessen an, dass ihr Blut nicht wesentlich salziger sei als das der Süßwasserfische. Zur Erklärung dieses Verhaltens nahm er an, dass die Salze, welche durch die Branchien der Evertebraten mit Leichtigkeit aus dem Wasser in das Blut diffundiren, die Branchien der Fische nicht zu durchdringen vermöchten. Gegen diese, vom Autor selbst als paradox bezeichnete Annahme spricht die Thatsache, dass die Salze des Meerwassers sich im Urin der Selachier vorfinden: dieselben können nur durch das Blut zugeführt worden sein; wenn sie hierin nicht in erheblicherer Menge sich anhäufen, so muss in regelmäßiger Weise für die Ausscheidung derselben gesorgt sein.

Unter den anorganischen Bestandtheilen der Selachierexcrete sind schließlich noch die Ammoniums Salze zu erwähnen, welche in beträchtlicher Menge zugegen sind: wird das frisch entleerte Excret in der Kälte mit Baryumhydrat versetzt, so findet sofort eine kräftige Entwicklung von Ammoniak statt.

Auf die organischen Stoffe hat sich die Untersuchung bisher kaum erstreckt. Es wurde ein hoher Gehalt an Harnstoff constatirt, wie nach dem reichlichen Vorkommen desselben in Blut und Geweben zu erwarten war. Harnsäure ließ sich aus dem Rückstand von 30 ccm Urin mittels Chlorwasserstoffsäure nicht isoliren, Kreatinin konnte mittels Nitroprussidnatrium und Natronlauge (15) nicht direct nachgewiesen werden; wenn überhaupt, sind diese beiden Substanzen demnach nur in geringer Menge vorhanden.

Die Kloakenflüssigkeit von *Torpedo* ist, wie eingangs angedeutet, ein Gemisch von Flüssigkeiten verschiedenen Ursprungs.

¹ G. BUNGE (7, pag. 118) macht die interessante Bemerkung, dass der hohe Chlornatrium-Gehalt der Wirbelthiere des Festlandes und unser Bedürfnis nach einem Kochsalzzusatz zur Nahrung eine befriedigende Erklärung nur finde in der Descendenzlehre. Er sieht in dem hohen Kochsalzgehalt unserer Gewebe ein Erbstück aus der Zeit, da die Vorfahren der jetzigen Landwirbelthiere noch im Meere lebten, und einen Beweis mehr für den genealogischen Zusammenhang, welchen anzunehmen wir durch die morphologischen Thatsachen gezwungen werden.

Ohne Zweifel enthält dieselbe den Urin, welcher sich in die Kloake ergießt, und die nicht resorbirten Reste des Darminhalts. Diese Reste stammen zum Theil aus den Ingestis, sowohl aus der Nahrung als aus dem Meerwasser, welches manchmal in beträchtlichen Quantitäten verschluckt wird, zum Theil aus den Secreten, Magensaft, Pankreassaft, Galle. Der hohe Chlorgehalt kommt aus dem Meerwasser und aus dem Magensaft, dessen Acidität nach RICHET (16) bei *Scyllium catulus* 6,9 bis 12,9 ‰ freier Chlorwasserstoffsäure entspricht. Auffallend ist die oft sehr entschieden saure Reaction, welche nicht aus dem Magen herrühren kann, da der Chymus im Mitteldarm durch die alkalischen Darmsecrete übersättigt wird. Die saure Reaction des Urins genügt schwerlich, den Darminhalt aufs Neue anzusäuern. Die Acidität des Kloakeninhalts mag zum Schutz gegen das Eindringen von Bacterien und anderen Parasiten dienen, wie auch die Magensäure nicht nur bei der Verdauung thätig ist, sondern auch antiseptische und antiparasitäre Wirkung hat¹.

Diese Untersuchungen werden fortgesetzt, um weitere Anhaltspunkte zur Kenntnis des Stoffwechsels der Fische zu gewinnen. Zu einer Übersicht über denselben genügt es nicht, die durch die Nieren erfolgende Ausscheidung zu verfolgen, es müssen auch der Darm, die Kiemen und, bei Fischen mit Abdominalporen, auch das Peritoneum berücksichtigt werden. Der Darm entleert nicht nur die unverdauten Reste der Nahrung, sondern außer anderen Secretresten auch die ziemlich reichlich secernirte Galle, so weit deren Bestandtheile nicht im Darmeanal wieder resorbirt werden. Die Kiemen scheiden nicht nur gasförmige Kohlensäure aus, sondern, wie P. REGNARD (17) zeigte, auch Salze, speciell Carbonate; wahrscheinlich werden auch andere leicht diffusibele Stoffe auf diesem Wege aus dem Blute austreten. Ein weiterer, bisher noch nicht beachteter Weg der Ausscheidung geht durch das Peritoneum. In der Bauchhöhle der Selachier findet sich in wechselnder, manchmal bedeutender Menge eine Flüssigkeit, in welcher STAEDLER und FRERICHS sowie auch WURTZ (18) und RABUTEAU und F. PAPILLON (18) viel Harnstoff fanden; nach

¹ Versuche, durch Ausschluss des Darminhaltes von der Kloake weitere Aufklärung zu gewinnen, hatten kein günstiges Resultat. Als die Kloake vom Darm abgebunden wurde, der durch einen künstlichen After einen neuen Ausweg erhielt, trat eine Entzündung der Kloakenschleimhaut ein, und es entleerte sich eine alkalische, stark eiweißhaltige, manchmal blutige Flüssigkeit mit den Eigenschaften eines Exsudats. Der Chlorgehalt derselben betrug 15,245 ‰ (*Torpedo marmorata* Nr. 25) resp. 14,431 ‰ (*Torpedo ocellata* Nr. 26).

Letzteren kommt daneben ein Methylamin liefernder Körper vor, den sie für einen substituirten Harnstoff halten. Durch die Abdominalporen tritt diese Flüssigkeit nach außen, besonders bei Körperbewegungen in Folge Contraction der Bauchmuskulatur. Um die Flüssigkeit bei den lebenden Thieren zu sammeln, wurden in den Abdominalporen Canülen mit Recipienten befestigt, wie die zur Sammlung des Urins (siehe oben) angewendeten. Die Quantitäten, welche auf diese Weise gewonnen wurden, waren sehr wechselnd, bei *Torpedo* im Allgemeinen bedeutender als bei *Scyllium*. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um die Bedeutung der Abdominalflüssigkeit für die Ausscheidung im Körper producirt oder aus dem Wasser aufgenommener Stoffe aufzuklären.

Neapel, im September 1891.

Analytische Beläge.

Bestimmungen des specifischen Gewichts. Pyknometer E 11,1502 g, Wassergehalt bei 26,9° 1,1088 g. Pyknometer K 1,9895 g, Wassergehalt bei 23,7° 0,8722 g. bei 26,7° 0,8715 g. Pyknometer S 3,6433 g, Wassergehalt bei 25,7° 6,2920 g, bei 26,1° 6,2915 g.

Nr.	Pyknometer	Temperatur	Gewicht der Kloakenflüssigkeit
1	S	26,7°	6,4693 g
2	S	27,3°	6,4613 g
3	K	25,3°	0,8949 g
4	S	26,5°	6,4589 g
5	K	26,7°	0,8739 g
6	S	26,7°	6,4576 g
7	S	25,3°	6,4645 g
8	S	25,5°	6,4640 g
9	S	25,9°	6,4676 g
			Gewicht des Urins.
10	E	27,3°	1,1404 g
11	E	27,8°	1,1427 g
12	S	28,3°	6,4986 g
13	S	28,7°	6,4969 g
14	S	28,8°	6,5053 g
15	S	28,9°	6,5180 g
16	S	26,1°	6,5152 g
17	E	26,7°	1,1473 g
18 ¹	E	26,7°	1,1229 g
19	S	26,6°	6,4827 g

¹ Der Urin war zur Bestimmung des specifischen Gewichts mit dem gleichen Volum Wasser verdünnt worden.

Meerwasser vom 6. VIII. 1891 wog im Pyknometer S bei 25,5°: 6,4776 g.

Fester Rückstand bei 75° und Asche: 5,1828 g Urin von *Scyllium cat.* Nr. 17 hinterließen 0,3244 g Rückstand und 0,1865 g Asche. 4,4350 g *Scyllium*-Urin Nr. 20 hinterließen 0,2707 g Rückstand. 6,9740 g menschlicher Urin Nr. 19 hinterließen 0,4589 g Rückstand. 5,0402 g Kloakenflüssigkeit Nr. S von *Torpedo marm.* hinterließen 0,2289 g Rückstand und 0,1741 g Asche. 7,8189 g Flüssigkeit Nr. 9 hinterließ 0,2825 g Asche.

Analyse des Urins von *Scyllium cat.* Nr. 22: Mehrere Portionen von nicht ganz frischem Urin, welche beim Stehen Tripelphosphat abgesetzt hatten, wurden mit Essigsäure behandelt, um die Absätze zu lösen, und dann vereinigt. 9,9330 g der Lösung hinterließen 0,3423 g Asche; aus der Differenz zwischen diesem Aschengehalt und dem von Nr. 17 wurde das Gewicht des frischen Urins berechnet. In der essigsäuren Lösung der Asche wurde das Calcium als Oxalat gefällt und als Sulfat gewogen 0,0134 g, im Filtrat das Magnesium bestimmt als Pyrophosphat 0,0622 g. Eine andere Portion der Lösung von 10,0004 g, mit Salzsäure und Baryumchlorid behandelt, lieferte 0,1225 g Baryumsulfat, das Filtrat 0,0540 g Magnesiumpyrophosphat zur Bestimmung der Phosphorsäure.

Kloakenflüssigkeit von *Torpedo marm.* Nr. 9: 7,8199 g gaben 0,2825 g Asche. darin Calcium. als Oxalat gefällt und als Sulfat gewogen 0,0032 g; im Filtrat das Magnesium bestimmt als Magnesiumpyrophosphat 0,0173 g. Von den Alkalichloriden ging ein Theil verloren; 0,1983 g derselben lieferten 0,0367 g Kaliumplatinchlorid, bei 130° getrocknet. 7,2802 g Flüssigkeit mit Chlorwasserstoff behandelt lieferten 0,0205 g Baryumsulfat, das Filtrat 0,0039 g Magnesiumpyrophosphat zur Bestimmung der Phosphorsäure. 5,5749 g Flüssigkeit mit Kali und Salpeter geschmolzen lieferten 0,0300 g Baryumsulfat.

Bestimmung der Schwefelverbindungen: 12,0667 g Urin Nr. 16 lieferten aus essigsaurer Lösung 0,1300 g Baryumsulfat, das Filtrat mit Chlorwasserstoff behandelt 0,0011 g, das Filtrat mit Soda und Salpeter geschmolzen 0,0664 g Baryumsulfat. 4,8073 g Kloakenflüssigkeit Nr. 4 lieferten aus essigsaurer und aus salzsaurer Lösung 0,0008 resp. 0,0038 g Baryumsulfat, das Filtrat geschmolzen setzte nur noch Spuren von Baryumsulfat ab. 8,5515 g Flüssigkeit Nr. 7 lieferten 0,0255 g, 0,0065 g und 0,0093 g Baryumsulfat. 6,8780 g Flüssigkeit Nr. 1 gaben 0,0357 g, 0,0049 g und 0,0084 g Baryumsulfat. Die Bestimmung des Chlor geschah durch Titrirung nach

MOHR in der mit Salpeter und Soda veraschten Substanz. 10 cem der Silbernitratlösung lieferten 0,1420 g Silberchlorid. 2,4815 g der Lösung von Urin Nr. 22 erforderten 9,15 cem Silberlösung. Kloakenflüssigkeit von *Torpedo marm.*: 1,8365 g von Nr. 23 erforderten 10,42 cem Silberlösung, 4,3765 g von Nr. 25 erforderten 19,0 cem Flüssigkeit von *Torpedo ocell.*: 0,6831 g von Nr. 24 zerlegten 4,09 cem Silberlösung, 2,2776 g von Nr. 26 zerlegten 9,36 cem. 2,8163 g Blutserum von *Torpedo ocell.* N. 27 zerlegten 12,5 cem Silberlösung.

Litteraturverzeichnis.

1. Sennebier, Rapport de l'air avec les êtres organisés, **1**, 130.
2. Staedeler & Frerichs, Journ. Prakt. Chem. **73**, 48, 1858; Staedeler, *ibid.*, **76**, 58, 1859; C. F. W. Krukenberg, Centralbl. Med. Wiss. 1887 Nr. 25; Ann. Mus. H. N. Marseille, Zoologie, **3**, Mém. Nr. 3, 1888; W. v. Schroeder, Zeit. Phys. Chem. **14**, 578, 1890.
3. Erman, Poggendorff's Ann. **101**, 577, 1857.
4. Hercules Tornoe, Norwegia morthatlantic expedition 1876—78, Christiania, 1880, pag. 58.
5. Jac. Moleschott, Physiologie der Nahrungsmittel, 2. Aufl., Gießen, 1859, Zahlenbelege, pag. 45.
6. Th. L. W. Bischoff & Carl Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers, Leipzig & Heidelberg, 1860, pag. 299.
7. G. Bunge, Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie, Leipzig, 1887, pag. 311, 218.
8. J. Walther & P. Schirlitz, Studien zur Geologie des Golfes von Neapel, Zeit. D. Geol. Ges. **38**, 235, 1886.
9. C. Schmidt & von Bibra, Bull. Acad. Pétersbourg **24**, 232, 1877.
10. E. Baumann, Zeit. Phys. Chem. **1**, 71, 1877.
11. E. Baumann & E. Herter, Zeit. Phys. Chem. **1**, 246, 1877.
12. F. Hoppe-Seyler, Medicinisch-chemische Untersuchungen, pag. 395, 353.
13. C. Schmidt, Charakteristik der epidemischen Cholera. Leipzig & Mitau, 1850, pag. 29, 32.
14. L. Fredericq, La lutte pour l'existence chez les animaux marins, Paris, 1889, pag. 36; Livre jubilaire de la soc. de méd. de Gand, 1884, pag. 9.
15. Th. Weyl, Ber. D. Chem. Ges. **11**, 2175.
16. Ch. Richet, Du sac gastrique chez l'homme et les animaux, Paris 1878; Journ. Anat. Phys. Paris **14**, 170; Compt. Rend. **86**, 676.
17. P. Regnard, C. R. Soc. Biol. Paris 1884, 188.
18. Rabuteau & F. Papillon, Compt. Rend. **77**, 135, 1873.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel](#)

Jahr/Year: 1891-1893

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Herter Erwin

Artikel/Article: [Zur Kenntnis des Stoffwechsels der Fische, speciell der Selachier. 342-354](#)