

V.

Bemerkungen über die Lymphe.

Von Prof. V. Hensen in Kiel.

Es sei mir gestattet, der vorstehenden Arbeit einige Bemerkungen anzufügen. Die Lymphe ward Herrn Dähnhardt ursprünglich behufs meiner eigenen Belehrung und als Uebungsanalyse übergeben; da aber die Arbeit von ihm mit grossem Interesse und sehr sorgfältig ausgeführt ward und da sich dabei interessante Verhältnisse ergaben, übernahm er noch weitere Bestimmungen. Diese, unter meinen Augen ausgeführt, dürften ein so richtiges Bild der Zusammensetzung liefern, wie es unter den gegebenen Verhältnissen nur zu erwarten ist. Es wurden zu den Analysen an frischer Lymphe gegen 3000 Grm., an eingetrockneter Masse gegen 60 Grm. verwandt.

Die erste Frage, welche beantwortet werden muss, ist die, ob die Flüssigkeit, welche wir untersuchten, wirklich Lymphe war. Die Oeffnung der Fistel war so klein, dass man von ihr aus nichts über die Quelle der Flüssigkeit eruiren konnte. Es sprechen jedoch für Lymphe: 1) die Lage der Fistel über zahlreichen Lymphgefässen, 2) die wasserklare und nicht putride Beschaffenheit des Secrets, 3) der Mangel an Eiterung, 4) das Gleichbleiben der Flüssigkeit durch fast 6 Monate. Es änderte sich das Secret nur insofern, als es durchschnittlich in späterer Zeit, als das Gesamtbefinden des Patienten sich verschlechterte, wässriger ward, weiter darin, dass seine Menge zuweilen tagelang geringer, 200 Grm., andere Tage reichlicher, gegen 800 Grm., war. Es spricht ferner 5) die chemische Beschaffenheit zu Gunsten der Deutung als Lymphe. Die Flüssigkeit enthielt stets spontan abgeschiedene Fibrinflocken und es liessen sich in ihr durch Zusatz von Blutkörperchen neue Gerinnungen hervorrufen; ferner war in ihr neben Serumalbumin ein sich beim Abdampfen häutig ausscheidendes Albuminat vorhanden, wie solches aus der Lymphe beschrieben ist*). Endlich ist

*) Schlossberger l. c.

die grosse Uebereinstimmung in der Zusammensetzung der anorganischen Salze mit Schmidt's Lymphanalysen ein sehr starker Beweis zu Gunsten unserer Deutung.

Weder für noch gegen spricht die stark alkalische Reaction des Secrets und das Uebelbefinden des Kranken bei Verschluss der Fistel.

Gegen Lymphe könnte höchstens die grosse Menge des täglichen Ausflusses sprechen, jedoch lässt sich gar nicht ersehen, wie viel Lymphgefässe geöffnet waren, leicht könnte deren eine grössere Menge gewesen sein. Nimmt man an, dass die eine Hälfte der Lymphe des Beins sich durch die Fistel ergossen habe, so wäre die Menge des Secrets keineswegs übergross zu nennen.

Es scheint mir demnach zweifellos, dass wir Lymphe vor uns gehabt haben, aber jedenfalls war dieselbe pathologisch verändert. Diess folgt aus ihrem zu grossen Wassergehalt, aus ihrer Armuth an organischen Substanzen und aus der kranken Beschaffenheit des Beins. Die Bedingungen, welche für ihre Secretion in Betracht kommen, waren folgende. Der Mann war abgemagert, mittlerer Statur und mittleren Gewichts, er lag meistens ruhig im Bett. Sein Bein war etwas abgemagert und mit erkrankter geschwollener, zuweilen wohl etwas nässender Haut bedeckt, doch dabei nicht sehr difform. Abgesehen von diesen localen Verhältnissen musste noch durch den Herzfehler eine Aenderung der Lymphe bedingt sein.

Für die Pathologie dürfte demnach zweifellos die vorliegende Analyse ein gewisses Interesse haben, aber auch für die Physiologie ist, wie ich glaube, dieser Fall verwerthbar, nicht allein weil factisch sich Uebereinstimmungen mit normaler Lymphe zeigen, sondern auch weil zu erwarten steht, dass bei so lange anhaltender abnormer Secretion sich die Grundgesetze der Lymphbildung werden wirksam erhalten haben, ja dass sie vielleicht gerade hier schärfer hervortreten. Für meine Besprechung hebe ich aber im Voraus hervor, dass ich selbst auf das zu Bemerkende für die Physiologie nur in so weit Werth legen kann, als die Affection des Beins etwa die absoluten Verhältnisse der festen Bestandtheile nicht wesentlich gestört hat.

Ich will nun zunächst die Zusammensetzung im Einzelnen der Prüfung unterwerfen.

Das Verhältniss der organischen zu den anorganischen Kör-

pern war im Durchschnitt wie 296 : 704; in der ersten aus dem Juni datirenden Untersuchung wie 319 : 681; in der Analyse vom November wie 275 : 725; vom December wie 464,5 : 535,5. Nach Schmidt's*) Analysen, (den Gehalt an Kohlensäure mitgerechnet), wie 815 : 185 und 773 : 227. Nach H. Nasse's**) Durchschnittsanalyse der Pferdelymphe wie 877 : 123. Hier erweisen sich also die Verhältnisse unserer Lymphe sehr abweichend; da sich nun zeigt, dass die Masse der Salze nicht abweichend ist, so beruht diess Verhalten auf einem sehr beträchtlichen Ausfall an organischer Substanz.

Die Fibrinmenge liess sich nicht genau bestimmen; es schwammen bald mehr bald weniger gallertige Flocken in der Flüssigkeit umher, die nicht leicht zu waschen oder abzufiltriren waren und denen häufig einige Wollen- und Leinwandfasern anhafteten. Eine gleichförmige Gerinnung ward nicht beobachtet, ob bei vorsichtiger und rechtzeitiger Entleerung des Sacks unter der Haut, in welchem sich die Lymphe zunächst sammelte, nicht etwa eine solche zu erzielen gewesen wäre, habe ich nicht geprüft. Das Fibrin schien

*) l. c.

**) Ueber die Bestandtheile der Lymphe. Simon's Beiträge zur physiolog. Chemie. Diese Analyse ward an 255 Gr. trockener, von verschiedenen Pferden allmählig gesammelter Lymphe gemacht und gibt die Salze sehr detaillirt. Nasse selbst citirt diese Daten nicht ausführlich, auch findet man sie nicht in den Handbüchern. Die Kohlensäurebestimmung hält Nasse selbst für unsicher, die phosphorsaure Magnesia wird zum Theil als kohlensaure berechnet; im Uebrigen scheint mir aber die Analyse nicht so unsicher und verkehrt, dass man sie ganz vernachlässigen dürfte. Ich habe daher die Salze auf 100 Theile berechnet und stelle die Berechnung hierher.

100 Theile Salz enthielten lösliche Bestandtheile: 94,78.

		unlösliche		Summe d. einzelnen Bestandtheile
sie waren		Salz	Base Säure	
Chlornatrium	69,65	27,40	42,25	Natrium . . 27,40
aus Fettsäure gebildetes				
NaO CO ₂	9,71	5,68	4,03	Natron . . 12,16
kohlensaures Natron	9,46	5,53	3,93	Kali . . . 2,24
phosphorsaures Natron	2,03	0,95	1,08	Kalk . . . 2,04
schwefelsaures Kali	3,94	2,24	1,70	Magnesia . . 0,35
kohlensaurer Kalk	1,73	0,97	0,76	Chlor . . . 42,25
phosphorsaurer Kalk	1,61	1,07	0,54	Kohlensäure 5,07 (u. 4,03)
kohlensaure Magnesia	0,73	0,35	0,38	Schwefelsäure 1,70
Kieselsäure (?)	1,14			Phosphorsäure 1,62

zwar absolut verringert zu sein, jedoch nicht in einer dem übrigen Eiweiss proportionalen Weise.

Die Verminderung der organischen Substanzen beruht fast ausschliesslich in dem Ausfall an Eiweiss. Leider war die Bestimmung desselben nicht genügend zu machen, weil die einzelnen Stoffe sich nicht gut trennen liessen und weil die Abscheidung des Gesamteiweiss nicht so vollständig eintrat, wie ich es wünschte.

Das Vorkommen eines Albuminats in der Lymphe ist, namentlich durch Schlossberger, bekannt, zu erwähnen ist jedoch, dass wenn eine auffällige Vermehrung der Eiweisshaut beim Abdampfen eintrat, das Bein sehr bald erysipelatös, der Lymphabfluss schwächer ward oder sistirte. Ich weiss aber nicht, ob diess Verhalten ausnahmslos war.

Der Fettgehalt (Aetherextract) ist äusserst gering, sowohl der an Neutralfetten als der an fettsauren Alkalien (letzteres wird erst aus weiter unten anzugebenden Analysen erhellen). Wenn etwa der Fettgehalt der Lymphe vom Umsatz des Fettgewebes direct herühren sollte, würde dieser Befund leicht erklärlich sein, denn die so erkrankte Haut pflegt sehr bald ihr Fett zu verlieren.

Die Extractivstoffe betrugen in der Decemberanalyse, in der überhaupt die organischen Theile reichlicher waren, pro mille Rückstand 243, in der ersten Analyse nur 178. Aus der Durchschnittsanalyse ergeben sie sich nicht deutlich, weil die Eiweisskörper, bei sehr niederer Temperatur getrocknet, zum Theil noch in Wasser löslich geblieben waren. Da jedoch die in Alkohol löslichen Körper wie 104 : 70 abgenommen hatten, dürfte auch der Wassereextract entsprechend vermindert gewesen sein. Nach Nasse berechnen sich 97 Extracte auf 1000 Rückstand, nach Schmidt für Lymphserumrückstand 128 und 40, für Chylus 149 und 55. Im Blut rechnet man 50 pro mille. Die Extracte waren also in unserer Lymphe relativ sehr vermehrt, es rührt diess jedoch wesentlich vom Mangel des Eiweiss her. In 1000 Theilen Lymphe finden sich bei uns 3,5 und 2,3 Theile Extract, bei Nasse etwa 4,8, bei Schmidt 4,5 und 1,7. Es ist folglich die Menge der Extracte weder auffallend vermehrt noch vermindert, sie folgen also in ihrem Verhalten nicht den Eiweisskörpern, sondern den Salzen und dem Fibrin. Zucker ward in der Lymphe weder von mir noch von Dr. Jürgensen gefunden.

Das Hauptinteresse fällt dem Gang unserer Analyse gemäss auf die Salze. Es ist äusserst bemerkenswerth, dass trotz aller Abweichungen der organischen Bestandtheile der Salzgehalt fast genau demjenigen der normalen Pferdelymphe entspricht. Er ward gefunden zu 8,379, 10,063 und 7,924 pro mille Lymphe, bei Schmidt war er in der Lymphe, die CO_2 mitgerechnet, 8,27, 8,38; im Chylus 8,61 und 8,31.

Das Verhältniss der löslichen zu den unlöslichen Bestandtheilen war für 100 Theile Asche 96,38 : 3,62; 97,5 : 2,49 (Durchschnittsanalyse), 97,54 : 2,46 (organische Körper 3,8) und 98,1 : 1,9 (Decemberanalyse, reich an organischen Körpern, namentlich Extracten). Nach Nasse's Durchschnittsanalyse vom Pferde ist das Verhältniss 94,6 : 5,2; nach Schmidt ergibt sich 96,9 zu 3,1 und 96,5 : 3,4, wenn man die kohlensäurefreien löslichen Salze einerseits den phosphorsauren Erden andererseits gegenüberstellt, wodurch nahezu die richtigen Beziehungen getroffen sein müssen.

Es sind also in unserer Lymphe die unlöslichen Aschenbestandtheile etwas vermindert, jedoch nicht in solchem Maasse, wie es der Abnahme der Eiweisskörper entspricht. Besonders auffallend tritt diess Verhalten in der ersten Analyse hervor, wo bei einem Eiweissgehalt von nur 1,7 pro mille 3,61 pCt. der Asche unlöslich waren. Diese Mengen werden wohl namentlich durch den Gehalt an Lymphkörperchen beeinflusst, über die ich aber nur im Allgemeinen angeben kann, dass sie in einiger Menge vorkamen, es ist anzunehmen, dass sie je nach dem Zustand des Beins in wechselnder Menge auftraten.

Chlornatrium kommt in der auffallend grossen Menge von 6,1 pro mille vor, nach Schmidt 5,4 und 5,8. Nasse*) fand jedoch bei einer Katze den Gehalt noch höher 7,1. Der Befund ist deshalb beachtenswerth, weil im normalen Blut kaum mehr wie 5 pro mille Chloralkalien sich finden. Ueber den Zustand, in welchem sich das Salz vorfand, kann ich nur aussagen, dass es bei vorsichtigem Eindampfen in der Regel gelang, seine Krystallisation zu vermeiden, während es bei raschem Eindampfen stets krystallisirte.

*) Nach Gorup, Lehrbuch d. physiolog. Chemie. S. 367.

Das Kali steht gegen das Natron stets zurück, im Anfang der Secretion wie 37 : 46, im Durchschnitt wie 11 : 36; nach Schmidt war das Verhältniss wie 1 : 49 und 2 : 15, nach Nasse wie 22 : 121, jedoch ist das Pferd in dieser Beziehung überhaupt nicht mit der Constitution des Menschen vergleichbar.

Das Verhältniss des Kalks zur Bittererde ergab sich wie 9 : 2; in den Blutanalysen des Menschen scheint jedoch das Verhältniss so wechselnd zu sein, dass es gewagt sein würde, unseren Befund zu Folgerungen zu benutzen.

Der Gehalt an Phosphorsäure ist gering, 1,09 pCt. der Asche, Nasse fand ihn ähnlich 1,62. Es ist jedoch schwierig, diesen Gehalt mit dem des Blutes zu vergleichen, in dieser Lymphe habe ich nach einigen vorläufigen Versuchen keine Substanzen gefunden, welche auf Protagon hindeuteten, während doch sonst bei so vorsichtig behandelten organischen Flüssigkeiten diese Substanz, die eine der Quellen der Phosphorsäure ist, sich durch ihre Derivate lästig genug aufdrängt. Im Blute dagegen ist ihre Anwesenheit schon genügend constatirt, jedoch würden, wenn ich nach Hoppe-Seyler's *) Befund über das Protagon des Rindsblutes für 100 Theile Asche die PO_5 des Protagon annähernd berechne, von diesem nur etwa 1 Grm. Phosphorsäure abstammen. Nach Verdeil würde die Blutasche 9 bis 11 pCt. Phosphorsäure enthalten, hier käme also der Gehalt an Protagon nicht sehr in Betracht, jedoch findet sich im Plasma nach Schmidt**) nur 4,74 Phosphorsäure und da auch in diesem zuweilen viel Protagon vorkommt, wird die Vergleichung schon misslicher. Der Gehalt an Phosphorsäure in löslicher Form ist in der Lymphe 0,385 gegen 1,715 im Blutserum, hier ist also der Unterschied besonders stark ausgesprochen.

Die Schwefelsäuremenge ist sehr gross, da sie die Phosphorsäure im Verhältniss von 6 : 5 übertrifft. Dasselbe Verhalten findet sich auch in der Analyse von Schmidt und Nasse. Im Blut ist diese Säure in ähnlicher Menge vorhanden, aber wir wissen bis jetzt nicht, wieviel von ihr bei der Verbrennung gebildet wird.

*) Medicinisch-chemische Untersuchungen. S. 146.

**) Charakteristik der epidemischen Cholera. Die Arbeit selbst stand mir nicht zu Gebote, ich habe nur die beiden von Gorup gegebenen Analysen benutzen können.

In unserem Fall war die Menge des Eiweiss nicht gross genug um viel Schwefelsäure zu bilden, Herr Dähnhardt hat aber doch die Menge derselben vor der Verbrennung zu bestimmen versucht. Er extrahirte eine gewogene Masse des angesäuerten Rückstandes, filtrirte und fällte mit Chlorbaryum, die Fällung ward dann sorgfältig mit Salzsäure extrahirt. Es ergaben sich 5,66 Grm. pro 1000 Theile Rückstand, 0,804 pro 100 Theile Asche; in dieser selbst hatten wir aber gefunden 1,276 SO_3 , demnach sind durch die Verbrennung frei geworden oder gebildet 0,472 Grm. Der Gehalt der Lymphe an Schwefelsäure ist also jedenfalls ein sehr beträchtlicher.

Wir haben jetzt noch die Kohlensäure zu besprechen, die augenblicklich wohl am meisten interessirt. Ich habe, wo nichts Anderes angegeben ist, die Kohlensäure durch Barytwasser in der von Mohr (Titrimethode S. 446) angegebenen Weise gebunden und dann acidimetrisch bestimmt, indem ich mit einer bekannten Menge Salpetersäure den Niederschlag von kohlensaurem Baryt löste und die Menge der frei gebliebenen Säure bestimmte. Die eigentliche Abweichung besteht darin, dass ich, statt als Indicator Lakmustinctur zu benutzen, Haematoxylintinctur anwandte, und mit einer wohlverwahrten Barytlösung titirte; die Tinctur zeigt durch intensiv blaue Färbung den Sättigungsgrad sehr scharf an und verrieth den geringsten Ueberschuss des Baryts durch einen blauschwarzen Niederschlag, dabei muss jedoch die Barytlösung frei von Metallen sein. Die Titrirung ging bis 0,25 Milligr., grössere Genauigkeit würde zu erreichen sein, war aber für meinen Zweck nicht nöthig.

Da an eine den Anforderungen entsprechende Bestimmung der Gase bei der ärmlichen Stellung des hiesigen Instituts nicht zu denken war, habe ich zunächst nur die Kohlensäure so gut wie eben möglich zu bestimmen gesucht.

Die Lymphe ward aus einer Retorte in eine Vorlage überdestillirt, während von einem Aspirator kohlensäurefreie Luft über sie hingezogen und durch die Barytröhre geleitet ward. Schliesslich ward noch das Destillat selbst aufgeköcht, respective das kohlensaure Ammoniak darin bestimmt. Die gebundene Kohlensäure ward durch Salzsäure unter ähnlichen Umständen ausgetrieben, es waren keine besonderen Maassregeln nöthig, um die etwa mit

übergehende Salzsäure aufzufangen, da es gleichgültig ist, ob in dem Baryt etwas Chlorbaryum mehr oder weniger entsteht, vorausgesetzt, dass genügend überschüssiger Baryt sich in den Vorlagen befindet, diess lässt sich aber leicht controlliren. Das Ammoniak ward theils in einer Vorlage von Schwefelsäure, theils direct im Destillat durch die gewöhnliche Titirungsmethode bestimmt.

Die Bestimmung der locker gebundenen Kohlensäure ist natürlich bei dieser Methode eine sehr unsichere, da durch Zersetzung der organischen Körper Säuren und kohlensaures Ammoniak gebildet werden können. Immerhin war die Färbung der Lymphmasse nach dem Kochen nur intensiv gelb aber nicht braun, so dass keine sehr bedeutende Zersetzung scheint stattgefunden zu haben, auch entspricht die Menge der locker gebundenen Kohlensäure so gut den Aequivalenten der Salze, denen sie verbunden gewesen sein muss, dass die Bestimmungen denn doch ziemlich richtig gewesen sein dürften.

Was das Ammoniak betrifft, so liess sich dasselbe bereits durch gelindes Erwärmen der nicht fauligen Lymphe sehr deutlich nachweisen, wie denn auch das Vorkommen dieses Körpers in der Lymphe bereits von Schlossberger angegeben worden ist; aber auch seine Lymphe ward unter krankhaften Bedingungen abgesondert. Der Gehalt an Harnstoff in unserer Lymphe war sehr gering; in 1500 Ccm. fand ich gegen 0,01 Grm., es kann daher von diesem wenigstens nicht eine erhebliche Menge von Ammoniak und Kohlensäure gebildet sein. Es dürfen aber die Angaben über die freie Kohlensäure immer nur als vorläufiger Nothbehelf angesehen werden.

Der Gehalt an durch Kochen austreibbarer Kohlensäure ergab sich nun als sehr bedeutend; 1,109 in der ersten, 0,972 Grm. in der zweiten Analyse, also 50 Vol. pCt. Ein Theil davon kommt auf kohlensaures Ammoniak und zwar auf die 0,972 Grm. 0,207 Grm. CO_2 . Es ist bemerkenswerth, dass in der salzreichen aber an organischen Bestandtheilen armen Lymphe 10 pCt. Kohlensäure mehr frei gemacht wurden, als in einer absolut concentrirteren aber an Salz ärmeren.

Der Reichthum der Asche an Kohlensäure ist sehr beachtenswerth und zwar um so mehr, als dieser Befund mit den meisten Lymphanalysen, namentlich auch mit der von Schmidt überein-

stimmt. Es scheint, dass man bisher angenommen hat, es werde die Kohlensäure erst bei der Verbrennung gebildet, diess war aber bei unseren Analysen nicht der Fall. Lymphe, die mit äusserster Vorsicht bei 35° eingedampft worden war, ergab, nachdem das Eiweiss ausgeschieden war und die Kochsalzkrystalle sich allmählich abgesetzt hatten, eine sehr hygroskopische Flüssigkeit, aus der Krystalle von kohlensaurem Alkali zu erhalten waren, die die Kohlensäure in grosser Menge bei Zusatz von Säure abschied und in der namentlich auch sehr viel Kali sich nachweisen liess. Um die wahren Mengenverhältnisse zu bestimmen, führte Herr Dähnhardt noch eine besondere Analyse aus. Von der getrockneten Lymphmasse der Durchschnittsanalyse ward eine Portion (12 Grm.) bei 120° getrocknet und gewogen und alsdann direct die durch Salzsäure abscheidbare Kohlensäure bestimmt; der in der Durchschnittsanalyse gefundene Gehalt war 8,206 Grm. CO_2 , hier entwickelten sich nur 7,529 Grm. pro 100 Theile Asche. Diese Substanz ward nun mit der etwas abgestumpften Säure zur Trockne gebracht und geglüht, nach dem Glühen ergab sich noch 0,476 Grm. CO_2 pCt., es waren also durch das Verfahren 0,206 Grm. CO_2 verloren gegangen, d. h. es fand sich in der Lymphe nur eine dieser geringen Menge entsprechende Anzahl von organisch- respective fettsauren Salzen. 100 Theile gebundener Kohlensäure der Asche verhielten sich also wie folgt: 91,7 Theile waren als solche an anorganische Körper gebunden, 2,5 waren in der Form von durch Salzsäure austreibbaren organischen Säuren vorhanden und 5,8 Theile entstanden aus Verbindungen, welche die anorganischen Basen in festerer Weise gebunden hatten.

Es lässt sich nun nach diesen Daten vielleicht etwas Näheres über die Form, in welcher die durch Kochen austreibbare CO_2 vorhanden war, aussagen. Nach Preyer*) würde diese Kohlensäure nicht einfach absorbirt vorhanden gewesen sein können, da die Flüssigkeit stark alkalisch reagirte. Nehme ich nun die Resultate der Durchschnittsanalyse und die Menge des gefundenen Ammoniaks zu Hülfe, so ergibt sich die folgende annähernde Berechnung.

*) Ueber die Kohlensäure, Centralblatt für medicinische Wissenschaften No. 21, 5. Mai 1866.

		Analyse im	
		November,	December
Gehalt an 2 NaO PO_5 nach der Durchschnittsanalyse berechnet 0,0388 und 0,0306 Grm., dieses bindet nach Fernet's Formel			
		0,024	0,020
In der Novemberanalyse ward der Gehalt an festgebundener CO_2 direct gefunden, für December berechnet er sich aus der Zahl 7,53 der Durchschnittsanalyse, danach könnte durch kohlen-saures NaO u. KaO gebunden sein an freier CO_2			
		0,683	0,586
Von dem im December gefundenen Ammoniak kann gebunden werden			
		0,414	0,414
	Summa	1,121	1,020
	freie CO_2 direct gefunden	1,109	0,972.

Die durch Kochen austreibbare CO_2 konnte demnach sehr wohl locker chemisch gebunden gewesen sein, um so mehr da doch wahrscheinlich etwas kohlen-saures Alkali während des Kochens durch Säurebildung zerstört sein wird.

Der Gesamtgehalt der Kohlensäure würde sich für 1000 Grm. Lymphe demnach auf 1,538 bis 1,792 Grm. berechnen, also über 70 Vol. pCt. betragen. Es ist nun freilich wahr, dass diese Lymphe, selbst wenn man ihre Gesamtmenge zu 10 Kilo per Tag annehmen wollte, doch kaum $\frac{1}{30}$ der Gesamtkohlensäure, welche ausgeathmet wird, bringen kann. Wenn man jedoch annehmen dürfte, dass an den peripheren Enden und in den Lymphdrüsen eine beträchtliche Menge von Lymphstoffen aufgesaugt werde, so würde der Antheil an Kohlensäure, den die Lymphe herbeischafft doch vielleicht erheblicher ausfallen. Namentlich scheint mir die grosse Menge kohlen-saurer Alkalien interessant, einerseits weil, wie man namentlich durch Pflüger weiss, das Blut ziemlich leicht kohlen-saure Alkalien zu zerlegen vermag, andererseits weil doch die Menge dieses Salzes physiologisch eng limitirt ist, denn bei vermehrter Einfuhr erscheint es ja sogleich im Harn wieder. Dass in unserem Fall diese Grenze nicht etwa durch die fortwährende Zufuhr von kohlen-saurem Alkali aus der Lymphe überschritten worden ist und also das Vorkommen dieses Salzes nicht abnorm gewesen ist, beweist das Verhalten des Harns, der, so weit ich

erfahren, stets stark sauer gefunden worden ist. Der Mann erhielt sehr reiche animalische Kost, Rothwein und eine Extraportion von 2 Eiern täglich, gegen Ende seines Aufenthalts hatte er geringen Appetit, zehrte also wohl vom eignen Körper. Es liegt also kein Grund vor zu vermuthen, dass in diesem Blut in ungewöhnlichem Maasse das phosphorsaure durch kohlen saures Alkali vertreten gewesen sei.

Es wäre möglich, dass der Zustand des Beins doch eine abnorme Vermehrung der Kohlensäure bedingt hätte, aber die meisten genaueren Lymphanalysen deuten auf einen Gehalt an CO_2 . Auffallend ist jedoch, dass Scherer, der freilich nur 16 Grm. Lymphe hatte, speciell angibt, keine Kohlensäure gefunden zu haben. Es findet sich jedoch gar keine Angabe über die Abstammung dieser von Virchow gefundenen Masse, es wäre denkbar, dass durch die Absonderung während des Todeskampfs, durch das Verweilen in der Leiche oder ähnliche Umstände eine abnorme Beschaffenheit in dieser Beziehung entstanden sei*). Wie dem aber auch sei, es sind hier vor Allem erneute Untersuchungen nöthig.

Aus unseren Befunden lassen sich aber doch wohl einige Schlüsse über die Physiologie der Lymphbildung ableiten. Wenn ich diess versuche, habe ich zunächst auf die Arbeiten von Tomsa**) Rücksicht zu nehmen. Dieser hat bekanntlich im Verein mit Ludwig Untersuchungen am Hoden und Kopf des Hundes über die Lymphabsonderung angestellt, wobei er theils die Verhältnisse der Blutzufuhr veränderte, theils am todten Hoden eine künstliche Lymphbildung hervorzurufen versuchte. Diese Versuche dienen ihm, um die Abhängigkeit der Lymphbildung vom Blut und Blutdruck zu beweisen. Die Umstände, welche die Lymphabsonderung bedingen, liegen, wie man wisse, respective vermuthet, nächst dem Blutdruck in der Nervenerregung, der Blutzusammensetzung und der Porenbeschaffenheit der Gefässwandungen. Diese Einflüsse suchte er also zu eliminiren oder gleichzuhalten, während der Druckunterschied variabel gemacht wurde. Er fand die Resultate den Voraussetzungen entsprechend, die Lymphabsonderung war bei vermehrtem

*) Die Lymphe war von mir aus sehr stark erweiterten Lymphgefässen der Regio iliaca einer Leiche gesammelt worden. Virchow.

**) Beiträge zur Lymphbildung. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. XLVI. Abth. II.

Blutdruck im Ganzen vermehrt und umgekehrt bei vermindertem Blutdruck vermindert. Ferner fand Tomsa, dass am todtten Hoden das Filtrat (Lymphe) aus dem in die Blutgefässe mit grosser Kraft injicirten Serum, ärmer an Salzen und namentlich an organischen Verbindungen war, wie das Serum selbst. Qualitative Untersuchungen der bei vermindertem Blutdruck abgesonderten Lymphe konnten leider nicht gemacht werden, weil die Versuche selbst nicht ganz nach Wunsch glückten.

Zufällig haben wir nun in unserem Fall einen solchen Versuch vor uns, da durch die Insufficienz der Atrioventrikularklappe eine entschiedene Verminderung des Blutdrucks eingetreten war. Wir sehen in der That, dass der Gehalt an festen Körpern, namentlich aber an Eiweiss entschieden und auffallend vermindert ist, was wenigstens zum Theil auf den veränderten Blutdruck bezogen werden kann.

In einer weiteren Arbeit*) scheint Tomsa noch entschiedener jedes andere Moment der Lymphbildung, als das der Transsudation des Blutes, auszuschliessen. Er spricht den Bindegewebskörperchen in einer gegen Virchow gerichteten peinlichen Polemik jede Bedeutung für die Lymphbildung ab. Ich glaube, dass man nach den Arbeiten Virchow's sehr sicher behaupten darf, dass dieser bewährte Forscher, hätte er speciell die Lymphbildung des Hodens behandelt, nicht die Hauptmasse desselben, die Samenkanälchen so vollständig ausser Acht gelassen haben würde, wie Tomsa.

Ludwig betrachtet die Lymphe in anderer Weise, wenigstens sagt er**): Die Zusammensetzung der Nierenlymphe und die Geschwindigkeit ihres Stroms können für die Zusammensetzung des Harns nicht gleichgültig sein. Denn wie wäre es denkbar, dass zwei verschieden zusammengesetzte Flüssigkeiten in einer so ausgedehnten Berührung mit einander ständen, ohne dass sie ihre Bestandtheile austauschten. Wenn ich ihn überhaupt recht verstehe, geht er nur von dem experimentell Gesicherten aus, also davon, dass jedenfalls ein Theil des Blutes in die Lymphe übergeht, um daran die weiteren Functionen der Lymphe, so wie sie sich ergeben, anzufügen, nicht aber hält er die Function der Lymphe

*) Beiträge zur Anatomie des Lymphgefäss-Ursprungs I. c.

**) Einige neue Beziehungen zwischen dem Bau und der Function der Niere. Sitzungsber. Wien. Bd. XLVIII.

damit für erledigt, dass sie den, wenngleich unvermeidlichen Fehler einer Hypertranssudation aus dem Blute compensire.

Die Anschauungen, welche sich früher den Autoren aus ihren Lymphuntersuchungen ergeben haben, sind namentlich in Nasse's*) und Lehmann's**) Bearbeitung des Gegenstandes zu finden. Ersterer sagt ganz präcise: Es ist also die Lymphe die aus den Haargefässen ausgetretene, wässrige Flüssigkeit, welche modificirt ist durch Verlust von organischen zur Bildung der Elementartheile verwandten und von anderen, in die Secretionskanäle übergegangenen, Bestandtheilen, so wie durch Aufnahme von in Folge des Stoffwechsels löslich gewordenen Substanzen, und welche stets noch unverbrauchte zur Bildung taugliche Materie enthält.

Wenn nun auch in dieser Definition mir manches Wort zu viel gesagt ist, so halte ich sie doch im Ganzen für gültig. Dass die Lymphe kein reines Transsudat aus dem Blute sei, scheint mir durch unseren Fall bewiesen, denn nach den osmotischen und Filtrations-Gesetzen, so weit sie bekannt sind, kann die Zusammensetzung dieser Lymphe unmöglich ganz erklärt werden. Berechne ich die löslichen Salze des Blutplasmas nach Schmidt's Blutanalyse vom 25jährigen Mann auf 97,475 Theile und vergleiche sie mit den löslichen Salzen der Durchschnittsanalyse, so ergibt sich Folgendes:

97,475 Theile löslicher Asche enthalten

	im Plasma des Bluts in der Lymphe	
Chlor	= 37,732	45,180
Kalium	= 2,021	—
Natrium	= 23,566	29,304
schwefelsaures Kali . .	= 3,018	2,622
phosphorsaures Natron .	= 2,910	0,722
kohlensaures Kali . . .	= —	2,694
kohlensaures Natron . .	= 28,128	16,953

Ich bin in der Berechnungsweise Nasse gefolgt, der***) so die grosse Uebereinstimmung zwischen Serum und Lymphe demonstrierte. Es zeigt sich, dass der Kochsalzgehalt der Lymphe den des Bluts bedeutend und in einer schlechterdings nicht zu erklä-

*) Handwörterbuch der Physiologie. Artikel Lymphe.

**) Lehrbuch der physiolog. Chemie.

***) Simon, Beiträge l. c.

renden Weise übersteigt. Sobald ich nun aber das, als kohlen-saures Alkali berechnete, Natron des Blutes von den Salzen ausschliesse, in der mit der Erfahrung übereinstimmenden Annahme, dass fast Nichts von ihm als Salz vorhanden sei, sondern es sich in organischen Verbindungen vorfinde, so ergibt sich ein Verhältniss vom Chlor in Serum und Lymphe wie 55:45. Bei dieser Annahme lässt sich der Kochsalzgehalt einfach durch Filtration einer sehr verdünnten Flüssigkeit, die später etwas concentrirter wird erklären. Daneben bleibt es auffallend, dass so wenig phosphor-saures Alkali und so viel schwefelsaures in die Lymphe übergang, von ersterem 0,72 gegen 4,00 im Serum, von letzterem 2,6 gegen 4,25. Da das schwefelsaure Alkali schwierig die Membranen durchsetzt, möchte ich schliessen, dass es grösstentheils durch Verbrennung in den Geweben gebildet sei, es ist aber überhaupt misslich, über diese beiden Salze Schlüsse zu machen, da wir gar nicht wissen, wieviel von ihnen wirklich als Salz in dem Blute sich findet. Sobald man die kohlen-sauren Salze ausschliesst, kann aber jedenfalls die gefundene Salzmischung aus einer Blutfiltration und Diosmose erklärt werden, für die ersteren scheint es aber durchaus nöthig, eine Verbrennung in den Geweben unter Beihülfe von Natron anzunehmen und ferner zu statuiren, dass ein Theil dieser Verbrennungsproducte in die Lymphe übertrete. Da nun schon Nasse mit Recht hervorgehoben hat, dass auch die Extractivstoffe in der Lymphe viel reichlicher wie im Blute auftreten, so dürfen wir es wohl als Bestimmung der Lymphe betrachten, eine Reihe von gasförmig entleerbaren Endproducten der Parenchyme dicht vor den Lungen dem Blut zu übergeben.

Wenn ich einer gewissen Neigung mir die Prozesse des Körpers, so weit es unser Wissen nur gestattet, auszubauen, Folge geben darf, so würde ich die Function der Lymphe, zunächst den Organen des Horn- und Darmdrüsenblattes gegenüber, folgendermassen darstellen.

Die neueren Ergebnisse, wie sie namentlich für Hoden*),

*) Ich habe die Wahrheit der Annahme von His (Beobachtungen über den Bau des Säugethiereierstocks. Schultze's Archiv Bd.I.), dass die Urnieren aus dem Hornblatt entstehen, an Kaninchenembryonen völlig sicher erkannt. Der Urnierengang entsteht durch eine solide leistenförmige Verdickung des Hornblattes beiderseits neben den mittleren Urwirbeln.

Nieren, Leber und centrales Nervensystem durch die Bemühungen von Ludwig, Tomsa und His sich ergeben haben, zeigen uns, dass in den genannten Fällen zwischen Blutgefässen einerseits und den wesentlichen Theilen der Organe, dem Nerven- und Drüsengewebe andererseits sich Lymphräume finden, die entweder die Blutgefässe einschneiden, und diess Verhalten scheint das häufigere zu sein, oder auch die Drüsenkanäle so rings umgeben, dass das Blut gar nicht oder nur sparsam direct mit ihnen in Berührung kommen kann. In solchen Fällen muss das Bluttranssudat zunächst in die Lymphe übergehen und erst mit dieser wird sich der Stoffaustausch der Gewebe machen. Da es jedoch eine schwer zu lösende Aufgabe ist, anatomisch zu entscheiden, ob wirklich das Blut in den genannten Theilen stets erst in die Lymphe muss, um zum Parenchym zu gelangen, oder ob anderentheils die Fälle directer Berührung zwischen Gefäss und Parenchym zahlreich genug sind, um das Lymphtranssudat für die Ernährung ganz entbehrlich zu machen, muss man nach den physiologischen Gründen für solche Einrichtung fragen. Wir haben nun in der Lymphe eine fast ruhende Flüssigkeit, die unter sehr geringem Druck steht und beim Anwachsen der Spannung in der Regel leicht abfließt. Diess Verhalten ist einem geregelten Gang der Osmose sehr günstig, denn dabei steht weder dem Austritt von Flüssigkeiten aus den Zellen ein Druck hindernd im Wege, noch wird der Eintritt von Stoffen in anderer Weise, als es die gegebenen Lösungsdifferenzen und der Bau der Theile mit sich bringt, bewirkt. Ferner steht die Lymphe in viel ausgedehnterer Berührung mit den Zellen wie das in den Capillaren eingeschlossene Blut. In ihrer Beschaffenheit weicht sie namentlich in so fern vom Blute ab, als ihr die Sauerstoffträger fehlen, sie kann demnach als arm an Sauerstoff betrachtet werden; diess Verhalten muss jedenfalls bei dem Stoffwechsel zur Geltung kommen, wenn es auch sehr schwer zu sagen ist in welcher Weise. Man kann sich denken, dass die aus den Zellen austretenden Extractivstoffe, nach ihrer im Allgemeinen constatirten Zersetzlichkeit, unter dem Einfluss des Alkalis und der Sauerstoffträger rasch zersetzt werden würden, wenn sie ins Blut gelangten, es würden aus ihnen zunächst neue unbrauchbare Stoffe entstehen, die nach denselben Gesetzen, nach denen sie eingetreten sind, jetzt in ihrer neuen Gestalt wieder heraus in die Gewebe diffundiren würden.

Mindestens bei jeweiligen capillaren Stauungen, die nicht so selten an gesunden der Beobachtung unterliegenden Thieren (Fisch- und Froschembryonen) zu beobachten sind, würde sich in Folge dessen das Gewebe mit Auswurfstoffen infiltriren. Die angedeutete Einrichtung der Lymphgefässe würde solchem Uebelstande vorzubeugen vermögen. Uebrigens liegt das zuletzt Gesagte noch zu sehr auf dem Gebiet der Hypothese, als dass darauf Gewicht zu legen wäre.

Der ganzen von mir vertretenen Anschauungsweise liegt die Ueberzeugung zu Grunde, dass für den Stoffaustausch zwischen Gewebe und circulirender Flüssigkeit nicht die mechanische Flüssigkeitsbewegung, auch nicht die Differenzen zwischen den Secretionsflüssigkeiten und den Serumarten, also z. B. nicht die Beschaffenheit des Harns einer- und der Lymphe andererseits direct maassgebend sei, sondern dass vor allem die lebendige Thätigkeit der Zellen, speciell also der Epithelien dabei eingreife. Es ist die weitere Aufgabe, diess Zellenleben auf physikalisch-chemische Gesetze zurückzuführen, aber wir können es nicht bis dahin ignoriren und die Zellenlagen einfach als Membran in unsere Betrachtungen einführen.

Es kommt nun ein Umstand in Betracht, der mich zu einer kleinen Abschweifung nöthigt. Von osmotischen Prozessen gegen die Zellen ist kaum zu sprechen, wenn man diese als „Klümppchen Protoplasma mit Kern“ auffasst. Das Protoplasma, dessen Existenz als solches dann allein auf seiner Unlöslichkeit in der Parenchymflüssigkeit beruhen würde, könnte zunächst nur sich mit Stoffen imbibiren, das heisst sie in seine Poren aufnehmen, dann weiter dieselben seiner Substanz assimiliren oder sie (durch Contact) zersetzen; es kann auch eine gewisse Scheidung der Stoffe eintreten, da der eine Stoff rascher und in relativ stärkeren Prozenten wie ein anderer in das Protoplasma hinein diffundiren wird. Ein Gehalt an löslichen Stoffen aber in grösserer Menge ist in solchen Klümppchen ebenso wenig denkbar wie eine Osmose, die ja mit dem Fehlen einer Scheidewand aufhören muss.

Ich meine nun, dass durch das Vorhandensein einer Membran die Thätigkeit der Zelle an Intensität, Geschwindigkeit und Qualität der Leistungen gewinnen muss. Wenn aus den endosmosirten Stoffen andere lösliche Stoffe bereitet werden, für welche aber die Zellenmembran relativ undurchgängig sei, würde dieser Stoff sich

im Inneren der Zelle anhäufen können. Trifft nun durch irgend welche Veränderungen der Stoffzufuhr oder einen Anstoss anderer Art auf diese angehäuften Masse ein umänderndes Agens, sei es dass ein Ferment gebildet werde, seien es andere Zerlegungsmittel, so wird eben wegen der bestehenden Anhäufung ein rasch und intensiv sich entleerendes Secret respective eine intensive Bewegung entstehen. In beschränkterer Intensität wäre Aehnliches auch fürs Protoplasmaklumpchen möglich, aber nur in dem einen Fall, dass die betreffenden Stoffe in Parenchymsaft nicht löslich wären. Dabei kommt dann noch der Satz „*corpora non agunt nisi soluta*“ störend in Betracht.

In der Qualität würde die Thätigkeit gewinnen, weil in der Membranzelle eine Reihe successiver Umsetzungen löslicher Körper denkbar ist, nicht aber in dem Protoplasmaklumpchen. Dass nun factisch Anhäufungen löslicher Stoffe in Zellen vorkommen, ist kaum zweifelhaft, sicher kennen wir solche vom Glycogen und vom Fett, das wir in so mancherlei Zellen angehauft finden und offenbar hängt eine Vermehrung solcher Fälle nur von dem Fortschritt der physiologischen Chemie ab. Es scheint mir überhaupt nicht zweifelhaft, dass die alte Auffassung der Zelle der physiologischen Forschung viele Angriffspunkte bietet, während wir in der neuen lediglich auf bis jetzt unbegreifliche Fähigkeiten von Protoplasma und Kern angewiesen sind.

Wenn nun gesagt werden darf, dass die Zelle die Grundbedingung für jedes organisirte Wesen der Erde sei, und also ihre umfassende Wichtigkeit nicht verkannt werden kann, so muss es auffallend erscheinen, dass wir, im Gegensatz zu den Botanikern, uns so rasch und freudig der neuen Anschauung angeschlossen haben. Gewiss, wenn nur das neue Schema der Wahrheit entspricht, haben wir darin einen Fortschritt zu begrüßen, wenn wir damit auch noch so weit von der erträumten Kenntniss zurückgeworfen werden, aber selbst dann ist es nicht angenehm, so viele für die alte Annahme gemachte Forschungen fast unnütz werden zu sehen.

Ich glaube nun, dass die neueren Befunde uns noch keineswegs zwingen, die alte Lehre als unbrauchbar und im Prinzip falsch bei Seite zu werfen. Es drängt mich aber, ehe ich weiter gehe, zu gestehen, dass auch meiner Ueberzeugung nach die Darstellungen Max Schultze's die ganze Angelegenheit sehr geför-

dert haben und dass ich glauben würde ihm dafür danken zu müssen, selbst wenn nicht das „Protoplasmaklumpchen mit Kern“ sich durchgehend richtig erwiese. Es blieben eben doch eine sehr grosse Menge werthvollster Erfahrungen über das Zellenleben übrig, denn es sind offenbar Beobachtungen wie z. B. diejenigen über das Protoplasma der Rhizopoden für unsere Anschauungen von der grössten Bedeutung. Diese speciell erscheinen als eine um so werthvollere Basis, nachdem es sich gezeigt hat, dass selbst ein so erfahrener Forscher wie Reichert sie nicht, wenigstens so weit ich sehe, erschüttern konnte.

Meine Anschauungen über die Zellenstructur habe ich bereits vor 5 Jahren dargelegt*), ich muss jedoch eingestehen, dass ich bei häufigen histiologischen Untersuchungen nur selten auf Zellen gestossen bin, welche die von mir vertheidigte Structur in voller Ausdehnung zeigten. Ich habe nämlich nur selten den Fall angetroffen, dass die Zellflüssigkeit in einem grossen Raum in der Mitte der Zelle angehäuft war. Diess dürfte demnach bei thierischen Zellen relativ sparsam vorkommen, aber es ist im Grunde auch irrelevant, ob die Vorräthe der Zellen in grossen Massen angehäuft oder mehr vertheilt sich finden**). Im Uebrigen muss ich an dem früher Ausgesprochenen festhalten, dem gemäss die Zelle aus einer flüssigen oder festen Hülle, aus Protoplasma mit oder ohne Kern und aus einer von diesem eingeschlossenen Zellflüssigkeit bestehe; zu letzterem habe ich hinzuzufügen: oder verstreuten Anhäufungen von Zellmaterial besteht. Beispiele des letzteren Verhaltens sind: Dottermassen in Zellen junger Amphibien- und Vogelembryonen, im Darmdrüsenblatt der Säugethierfötus, der häufige Befund kleiner Fetttröpfchen in Zellen der verschiedensten Orte, das Pigment in dem Chorioidealepithel***).

Diesen Standpunkt nun glaube ich auf Grund der seiner Zeit von mir gemachten Angaben über die Structur der Zellen festhalten zu können. Es sind jedoch einige meiner Angaben direct an-

*) Untersuchungen zur Physiologie der Blutkörperchen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XI. Hft. 3.

**) Dass meine Annahme in Bezug auf die Constanz der Zellflüssigkeit zu weit ging, hat namentlich Kölliker, Histiologie S. 41, mit Recht gegen mich geltend gemacht.

***) Wie man deutlich erkennt, wenn man seine Entwicklung verfolgt.

gegriffen, nämlich die über die Structur der Blutkörperchen des Frosches. Ich hatte beschrieben, dass dasselbe aus einer Membran, Protoplasma mit wandständigem Kern und einer im mittleren Raum angesammelten gefärbten Zellflüssigkeit bestehe. Ich muss nach neuerer Prüfung an dieser Ansicht, trotz vielfältiger Angriffe gegen dieselbe, festhalten, und diess um so mehr als zwar von Niemandem meine Beschreibung ganz und gar bestätigt ist, aber denn doch jede der Einzelheiten, die ich angab, im Verlauf der Zeit sich die Zustimmung von Untersuchern erwarb.

Hier will ich nur auf eine, die Membran besonders gravirende, Untersuchung von M. Schultze *) eingehen, der nachwies, dass die Blutkörperchen ohne weiteres bei einer Temperatur von über 45° zerfliessen. Obgleich diess Verhalten kein Gegenbeweis gegen eine Membran ist, die so deutlich klar isolirt und doppelt contourirt gesehen wird wie in unserem Fall, so muss eine solche Zerfliesslichkeit denn doch sehr überraschen. Nun aber scheint mir grade diess Verhalten in höchst interessanter Weise durch die Untersuchungen von Hoppe-Seyler**) und Herrmann***) erklärt, die nachwiesen, dass die Blutkörperchen reich an Protagon sind, einem Stoff, der sich schon bei niederen Temperaturen in starke Säuren und Basen zerlegt, also dann auch leicht das Blutkörperchen zerstören wird. Es scheint mir dadurch nicht nur der Einwand von M. Schultze beseitigt zu sein, sondern man kann jetzt mit noch grösserem Nachdruck geltend machen, dass auch durch das Gefrieren sehr wohl Zersetzungen ähnlicher Art hervorgerufen werden können, wenigstens ist es bekannt, dass die Kälte geronnenes Eiweiss disagregirt und zartere Gewebe wie z. B. die Retina zur Untersuchung ganz unbrauchbar macht.

Ich habe nun seiner Zeit darauf hingewiesen, dass die Membran für die physiologischen Zwecke keineswegs fest zu sein brauche, sondern dass eine flüssige Umhüllungsschicht genüge, um der Zelle eine grosse Selbständigkeit zu geben, ja selbst die Form

*) Ein heizbarer Objecttisch. Archiv f. mikroskopische Anatomie. 1865.

**) Handbuch der chemischen Analyse S. 304 und l. c.

***) Ueber die Wirkungsweise von Giften. Reichert und Du Bois's Archiv 1866. S. 33.

Nachträgl. Anmerk. Durch Boettcher's neue Untersuchungen ist die Sachlage sehr geändert, danach erscheinen die Blutkörperchen zu veränderlich, um für das Studium des Zellentypus dienen zu können.

wird sich bei solcher Hülle sehr wohl erhalten können, wenn nur zwischen den zusammenliegenden Zellen Intercellularsubstanz sich findet. In der That ist nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen für manche Zellen, wenn überhaupt eine Hülle, nur noch die Möglichkeit einer flüssigen Umhüllungsschicht denkbar. Ich sehe aber nicht ein, was gegen eine solche eingewandt werden kann. Leider sind die Versuche, die mit zwischen Lösungen eingeschalteten Flüssigkeiten zu machen sind, sehr beschränkte, weil das Lösungsvermögen solcher Flüssigkeiten so eng begrenzt ist. Die Diffusion geht jedoch durch Chloroform in U-förmiger Röhre von Jod-Jodkaliumlösung zu reiner Jodkaliumlösung oder von Brom unter ähnlichen Umständen so rasch und schön von statten *),

- *) Noch in einer neuesten Untersuchung über Diffusion wird zur Erklärung der Verbreitung von Zucker u. s. w. in Flüssigkeiten die chemische Attraction zu Hülfe genommen. In meinem Versuch kann es sich schwerlich um eine solche handeln, denn dasselbe Chloroform, welches auf der einen Seite der Jodkaliumlösung Jod entzieht, gibt es auf der anderen Seite, den Gesetzen der Schwere entgegen, an eine genau gleich concentrirte Jodkaliumlösung wieder ab. Auch der folgende Collegienversuch spricht gegen Attraction. Man kann bekanntlich sehr poröse Collodiumhäute gewinnen, wenn man dieselben, ehe der Aether ganz verdunstet ist, sich mit Wasser imbibiren lässt. Man giesse auf ein Uhrglas eine Schicht Collodium, löse die Haut recht bald ab und lege sie auf den Rand eines Reagenzglases ohne Boden. Man befestige ihren Rand durch Bepinseln mit Collodium und benetze während der Zeit ihre Flächen mit Wasser. Dann senkt man dieses Glas in einen hohen Stehcylinder mit Wasser, prüfe, ob es dicht hält und giesse carminsaures Ammoniak hinein. Nach einigen Secunden beginnt die Osmose, aber es quillt das Carmin in vereinzelten hübschen Locken aus der Membran hervor und diese Locken fliessen einzeln in langem Strahl zu Boden, um sich hier erst zu diffundiren. Wäre dabei eine Anziehungskraft zwischen Wasser und Carmin im Spiele, so könnte letzteres unmöglich in so compacten Strahlen nach abwärts fliessen, sondern das Erste müsste sein, dass es sich gleichförmig mit dem Wasser mische, nicht das Letzte. Man könnte nun glauben, meine Membran sei nicht dicht, jedoch ist es mir nicht gelungen, die geringste Ungleichheit oder gar Oeffnungen in ihr nachzuweisen, obgleich ich sicher erwarte, dass es gelingen muss, in solchen Membranen, wenn sie nur fein genug zu machen wären, die Poren nachzuweisen. Aber auch der osmotische Prozess ist hier nicht aufgehoben, denn schon in kurzer Zeit hebt sich die innere Flüssigkeit mehrere Zoll über die äussere. Ich muss gestehen, dass ich ängstlich geworden bin, etwas Anderes wie eine „Spannung“ der Lösungen und die Grösse der Molecularräume für diese Prozesse in gleichartigen Medien zu statuiren. Das Steigen der inneren Flüssigkeit scheint mir dadurch bedingt.

dass von dieser Seite aus sich kaum etwas gegen eine zähflüssige in Wasser nicht lösliche Umhüllungsschicht der Zellen geltend machen lässt. Im Gegentheil werden solche, doch stets wasserreiche Hüllen für die Osmose gewiss mindestens dasselbe leisten können wie feste Membranen. Die Entstehung einer solchen Schicht aus einer Abscheidung oder Metamorphose der Protoplasmarinde kann gleichfalls theoretisch nicht bedenklich sein.

Während ich nun an zerrissenen Ganglienzellen, an Rissstellen der elektrischen Platten von *Gymnotus* und *Malapterurus* sehr wohl erkenne, dass eine umhüllende Schicht mangelt, sehe ich an den meisten Zellen, die mir seither vorgekommen sind, seien sie frisch oder erhärtet, eine Hülle, und zwar je bessere Linsen ich anwenden konnte, desto deutlicher. Ich muss also an einer besonderen Zellenhülle, einer besonderen äusseren Protoplasmaschicht, festhalten. Immerhin ist wohl der Gegensatz zwischen meinen Anschauungen und der Lehre von M. Schultze kein so grosser, wie es vielleicht den Anschein hat. Auch die Anhänger der neuen Zellentheorie bemühen sich, das Protoplasma Klümpchen näher zu zergliedern, ob man nun dazu komme auf Grund älterer oder neuerer Anschauungen, ist unwichtig.

Nach dieser kleinen Abschweifung kehre ich zur Lymphe zurück. Jedenfalls findet die Umspülung durch die Lymphe und die Abscheidung der Zellenparenchyme vom Blut nicht überall in der auffallenden Weise statt, wie sie sich an den Orten zeigt, auf welche ich Bezug nahm. Es scheint im Gegentheil nur für diejenigen Organe zu gelten, deren wesentliche Bestandtheile vom inneren oder äusseren Keimblatt des Embryo abstammen. In dem mittleren Keimblatt, dem Träger der Lymphgefässe, ist ihr Verhalten ein anderes, es genügt aber zu constatiren, dass sie hier bereits in den meisten Stellen in sehr reicher Menge nachgewiesen sind, zum Theil sogar auch als Scheiden von Capillaren*). Als Desiderat erscheint es nun freilich, dass in den Malpighischen Körpern der

dass, während die Membran der Fortpflanzung des Drucks von Molecül zu Molecül des Wassers hindernd im Wege liegt, das Wasser an der inneren Oberfläche angelangt, sich seiner Spannung oder einem bekommenen Anstoss gehorchend, im Carmin vertheilt. Natürlich ist damit zur Zeit noch nicht Alles zu erklären.

*) In der Nickhaut des Frosches nach Stricker.

Niere um die Glomeruli sich Lymphräume finden müssten, die nach aussen communiciren; ich weiss nicht, ob wir schon berechtigt sind, eine solche Einrichtung auf Grund anatomischer Forschung entschieden zu negiren, aber das ganze Verhalten dieser Körper ist ein so eigenthümliches, dass vielleicht eine Ausnahme hier im Plan gelegen hat.

Gewisse Gründe sprechen nun sogar dafür, als wenn die Aufgabe der Lymphe mehr noch in der Stoffaufnahme und Abgabe nach der Seite der Gewebe gelegen sei, als in der Abfuhr des überflüssig transsudirten Blutwassers. Wenigstens scheint die Fähigkeit des Lymphgefässsystems das überschüssige Transsudatwasser fortzuführen in einer auffallenden und dem Anschein nach nicht zweckentsprechenden Weise limitirt zu sein. Die Lymphgefässe sind zwar hinreichend dehnbar, aber die Lymphdrüsen setzen dem Strom einen beträchtlichen Widerstand entgegen. Die praktische Erfahrung ergibt in der That, dass die Lymphgefässe sehr wenig gegen Transsudationen, welche bei abnormer Stauung im Venensystem, durch Druck oder Thrombose entstehen, vermögen. Nicht einmal nach Monaten bricht sich der Lymphstrom eine Bahn, die weit genug ist, um die vermehrte Transsudation abzuführen und erst wenn das Hinderniss in den Venen gehoben oder ausgeglichen ward, stellt sich das normale Verhalten der Gewebe wieder her. In Uebereinstimmung damit stehen auch Tomsa's physiologische Experimente, wo trotz der weit geöffneten Lymphgefässe und des ganz freien Lymphabflusses, doch die Blutstauung in einigen Venen sehr rasch ein Hartwerden des Hodens zur Folge hatte, und, wie Tomsa selbst betont, bei weitem nicht alles Bluttranssudat durch die doch genügend geräumigen Lymphgefässe sich entleerte; ja im Gegentheil wurde gerade durch die vermehrte Transsudation zuweilen der Lymphabfluss auffallend behindert.

Nach diesen Daten scheint es bedenklich, ein Hauptgewicht auf diesen Theil der Lymphthätigkeit zu legen.

Wenn man nun das über die Lymphe Eruirte combinirt mit den neuesten Erfahrungen über die Vertheilung der Gase im Blut, wie sie namentlich Preyer sehr hübsch dargestellt hat, ergeben sich einige Punkte, die für die vergleichende Physiologie verwerthbar sein könnten. Mein Interesse für diesen so wenig cul-

tivirten Gegenstand möge es entschuldigen, wenn ich hier einen Versuch mache darauf einzugehen.

Milne Edwards*) geht bei seinen Untersuchungen über den Kreislauf von den niedersten Thieren aus und demonstriert, indem er in dem Speisebrei derselben Blut, Lymphe und Parenchymflüssigkeit zugleich vertreten findet, in der Weiterentwicklung der Thierreihe die allmähliche Sonderung dieser Theile. Demnach wäre auch die Lymphe virtuell bei allen Thieren vertreten. — Diese Deduction geht aber zu sehr vom ganz Unbekannten aus, daher ist es besser den umgekehrten Weg zu verfolgen.

Es ist bekannt, dass bei den niederen Wirbelthieren die Lymphmenge zunimmt, diess ist namentlich für die Amphibien constatirt, seitdem man die besondere Sorgfalt, mit der durch die Lymphherzen für die Beförderung dieser Flüssigkeit gesorgt ist, durch Joh. Müller kennen gelernt hat. Nehmen wir auch nur ein Zehntel der von ihm für den Frosch angegebenen Maximalmenge von 240 Cub.-Linien per Minute an, so bekommen wir eine relativ sehr bedeutende Zahl. Diese genügt um den Nachweis zu führen, dass die Lymphe bei den unentwickelteren Thieren an Bedeutung nicht verliert.

Bei den Fischen, wo die Lymphgefäße schon in die kleineren Venen einmünden, lässt sich freilich ihre Masse nicht übersehen. Nun findet sich aber bei diesen, so wie überhaupt bei den in Wasser lebenden Thieren eine besondere Schwierigkeit für die Theorie der Kohlensäureentleerung. Wir wissen aus den Untersuchungen von Baumert**), dass die Fische ein bedeutend geringeres Volum an Kohlensäure ausathmen, als sie an Sauerstoff aufnehmen, und wir wissen ferner, sowohl aus den Erfahrungen, die wir täglich an engen Goldfischbehältern machen können, als auch aus den Untersuchungen von Humboldt und Provencal (citirt bei Baumert S. 53), dass die Anhäufung von Kohlensäure ihnen nicht schädlich ist. Man kann nicht wohl annehmen, dass das Endproduct der stickstofffreien Stoffe bei Fischen etwas anderes ist wie Kohlensäure, weil einmal sie eine beträchtliche Menge dieses Gases entleeren und weil ferner das Wasser von den Fischen no-

*) Voyage en Sicile. Annales des Sciences naturelles. Serie III. Tom. III. p. 257.

**) Chemische Untersuchungen über die Respiration. Annalen der Chemie. Bd. LXXXVIII.

torisch sehr wenig verunreinigt wird, sie also wohl nur unerhebliche Mengen unvollständig zersetzter Körper entleeren. Es ist nun schwierig zu erklären, wie die Kohlensäureexhalation nach den einfachen Diffusionsgesetzen vor sich gehen kann in ein Wasser, das mit Kohlensäure gesättigt, ja oft gegen den atmosphärischen Partialdruck übersättigt ist, und das in grösseren Tiefen überaus reichlich mit diesem Gas versehen sein muss. Man sollte meinen, dass unter solchen Verhältnissen der Körper nur sehr unvollkommen von der Kohlensäure befreit werde.

Es ist nun aber durch Fernet's Bemühungen und durch zahlreiche Arbeiten, die unter Ludwig's Leitung ausgeführt wurden, endlich noch am evidentesten durch Preyer dargethan worden, dass die Kohlensäure nicht diffundirt, sondern an kohlensaure und phosphorsaure Alkalien gebunden im Blute der Säuger und, wie wir zeigten, auch in der Lymphe sich findet. Es ist nun weiter durch Hoppe-Seyler erwiesen, dass der Hauptinhalt der rothen Blutkörperchen sehr leicht Säure bildet und durch Pflüger, dass unter gewissen Bedingungen die Blutkörperchen sogar aus einfach kohlensauren Alkalien die Kohlensäure auszutreiben vermögen. Diese Austreibung scheint in den Lungen sehr prompt einzutreten und daher ist es vielleicht erklärlich, wie Fische, vorausgesetzt dass man sie nicht tiefer wie 1200 Fuss versetzt, die Kohlensäure ohne Schwierigkeiten in mit ihr übersättigtes Wasser entleeren. Immerhin ist es wohl wahrscheinlich, dass schon bei den Fischen ein grösserer Theil der Kohlensäure, eben jener von Baumert vermisste, nicht als Gas, sondern in gebundener Form entleert werde.

Wie steht es nun aber mit den niederen Seethieren, deren gewöhnlich weisses Blut aller Elemente, die mit den rothen Blutkörperchen verglichen werden könnten, ermangelt? Es ist kein physikalischer Grund mehr ersichtlich, wesshalb nothwendig die Kohlensäure-Entleerung an dem Ort zu geschehen hätte, wo der Sauerstoff aufgenommen wird, wir können wenigstens augenblicklich für die Vereinigung beider Prozesse in den Lungen nur geltend machen, dass es so in jeder Hinsicht opportun sei. Es ist nun bei den niederen Thieren fast durchgehends eine Flüssigkeit aufgefunden worden, die Leibesflüssigkeit und ex parte das Wassergefässsystem, welche eine so eigenthümliche Begrenzung hat, dass sie sowohl Meerwasser in sich aufzunehmen als auch dasselbe ge-

mischt mit organischen Theilen, zuweilen sogar mit Blut zu entleeren vermag. Gerade in Bezug auf diese Flüssigkeit möchte ich fragen, ob sie nicht etwa eine Lymphe sei, insofern sie die verbrannten und verbrauchten Materialien des Körpers anzusammeln und für ihre Entleerung zu sorgen habe. Ich komme auf diesen Gedanken, nachdem ich mich vielfach mit Borstenwürmern beschäftigt habe. Gerade hier sind die Segmentalorgane, am schlagendsten bei gewissen einfachen Naiden, in so auffallender Weise Entleerungsorgane der Leibesflüssigkeit, dass mir dieser Gedanke sehr nahe getreten ist. Dieselben Organe finden sich freilich auch bei den die Erde bewohnenden Regenwürmern, aber während diese einerseits rothes Blut haben, in dem durch Rollet HaematokrySTALLIN nachgewiesen ist, sind andererseits ihre Segmentalorgane so lang und gewunden und überhaupt so complicirt gebaut, dass die Entleerung der Leibesflüssigkeit hier in äusserst modificirter und sparsamer Art geschehen dürfte.

Mit der Meinung, dass der Zweck dieser Communicationen mit dem Wasser nicht sowohl in der Wasser- und Gas-Aufnahme, als in der Entleerung verbrauchter Stoffe liege, stehe ich nicht ganz isolirt. Gegenbaur*) macht wenigstens ausdrücklich auf das sonderbare Verhalten aufmerksam, dass Muscheln durch feine Poren in den Nieren Wasser aufsaugen, während durch eine grosse Oeffnung im Fuss die Leibesflüssigkeit bei Contraction des Fusses entleert werde. Diese Entleerung muss offenbar einen tieferen physiologischen Zweck haben, denn es kann nicht angenommen werden, dass der Fuss, der sich durch Aufsaugung der Leibesflüssigkeit streckt, nicht diese Flüssigkeit in den Körper zurück entleeren sollte, wenn dieselbe noch einen positiven Werth für die Oekonomie des Thieres hätte.

Meine Deutung solcher Flüssigkeiten als der Lymphe nahestehend könnte vielleicht auch dadurch gestützt werden, dass nach meinen Erfahrungen der Körper der Seesternlarven ganz evident unter dem Einfluss des frei mit dem Wasser communicirenden Wassergefässsystems einsmilzt und ausgehöhlt wird.

Da wir nun ähnliche Communicationen der Leibesflüssigkeit oder des Blutes mit dem Wasser so sehr weit verbreitet finden,

*) Vergleichende Anatomie S. 352. Anmerk.

von den Räderthieren an bis zu den höheren Mollusken, da selbst bei den Cephalopoden sich ähnliche Verbindungen zu finden scheinen, so dürfte es sich vielleicht lohnen, von den dargelegten Betrachtungen ausgehend Untersuchungen anzustellen.

Indem ich die neueren Errungenschaften der Physiologie auf diess ebenso interessante wie dunkle Gebiet anzuwenden versuche, kann ich höchstens hoffen, dass in der Darlegung sich einige Körnchen Wahrheit befinden. Jedoch es hängt die Vollendung der Physiologie so sehr auch von der Erforschung derartiger Verhältnisse ab, dass versucht werden muss, auch hier Gewinn zu schaffen, so gut es eben geht.

VI.

Ueber den Einfluss der Sympathicusreizung auf die Function der Glandula parotis.

Von Prof. v. Wittich in Königsberg i. Pr.

Die in der Berliner klinischen Wochenschrift No. 24 vom 11. Juni c. abgedruckten Sitzungsprotokolle des Vereins für wissenschaftliche Heilkunde geben eine vorläufige Notiz über Versuche, die ich über die bisher noch keiner erschöpfenden experimentellen Prüfung unterworfenen Beziehung des Sympathicus zur Function der Glandula parotis angestellt habe*). Da die darin gemachten Angaben wenigstens nicht ganz mit den von Eckhard seitdem (Henle und Pfeuffer's Zeitschrift Bd. 28. Hft. 1) über denselben Gegenstand veröffentlichten stimmen, so sehe ich mich veranlasst als Belege für die Richtigkeit der meinigen die ihr zu Grunde liegenden Versuche hier mitzutheilen. Angestellt wurden dieselben an Schafen, Hunden, Katzen und Kaninchen, und zwar in folgender Art.

I. An Schafen wurden im Ganzen 4 Versuche und zwar auf der rechten Seite gemacht, da linkerseits Vagus und Sympathicus

*) Sagt doch noch Kühne in dem 1. Heft seines Lehrbuchs der physiologischen Chemie: „Von keinem Theile des Sympathicus aus ist es bis jetzt gelungen, diese Secretion (Parotis) anzuregen. S. 14.“