

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Physiologische Chemie

[in 4 Theilen]

Blut, Respiration, Lymphe, Chylus

Hoppe-Seyler, Felix

Berlin, 1879

III. Lymphe und Chylus

III. Lymphe und Chylus.

§ 275. Die Lymphe, welche sich in den Lymphgefässen mit verschiedener, im Vergleich mit dem Blute jedoch stets geringer Geschwindigkeit bewegt, ist von dem Plasma des Blutes qualitativ nicht verschieden, da sie alle Bestandtheile desselben und nur diese enthält, sie weicht aber darin vom Blutplasma ab, da sie bei gleichem Gehalte an anorganischen Salzen und leicht löslichen organischen Stoffen stets weniger Eiweissstoffe enthält als das Blutplasma. Der Chylus ist von der Lymphe unterschieden durch einen Gehalt an Fett in sehr feiner molecularer Zertheilung; er füllt die Lymphgefässe des Darmes vom Duodenum abwärts während der Verdauung fetthaltiger Nahrung und mischt sich bei seinem Strömen nach dem ductus thoracicus mit der Lymphe des übrigen Körpers. Pathologisch kommt dem Chylus völlig gleichende Flüssigkeit auch in andern Lymphgefässbezirken vor.

Die quantitative Zusammensetzung der Lymphe zeigt hinsichtlich des Gehaltes derselben an Eiweissstoffen wenig Uebereinstimmung, nur enthält sie von ihnen stets weniger als das Blutplasma; bei einem und demselben Individuum kann in verschiedenen Lymphgefässbezirken gleichzeitig ein verschiedener Gehalt gefunden werden; noch grössere Verschiedenheiten zeigen sich in der Lymphe verschiedener Individuen.

Von menschlicher Lymphe liegt eine Anzahl älterer und neuerer Analysen vor, sie betreffen aber Flüssigkeiten, welche durch pathologische Verhältnisse, die zu ihrer Gewinnung Gelegenheit gegeben haben, mehr oder weniger verändert sein können. Am eingehendsten ist wohl die menschliche Lymphe in einem Falle von Lymph-

fistel am Oberschenkel von *Hensen* und *Dähnhardt*¹ untersucht. Eine ältere Analyse von *Marchand* und *Colberg*² weicht in ihren Werthen von allen übrigen so weit ab, dass sie hier übergangen werden kann; es liegen dann noch Analysen von *Gubler* und *Querenne*³ und von *Scherer*⁴ vor. In 1000 Gewichtstheilen sind gefunden:

	Gubler und Querenne		Scherer	Hensen und Dähnhardt			
	I	II		III	IV	V	VI
Wasser	939,9	934,8	957,6	987,7	—	986,126	985,201
Feste Stoffe	60,1	65,2	42,4	12,3	—	13,874	14,799
Fibrin	0,5	0,6	0,4	} 2,6	1,070	} 3,811	} 6,875
Globulinsubstanz	} 42,7	} 42,8	} 34,7		0,894		
Serumalbumin					1,408		
Fett, Cholesterin, Lecithin	3,8	9,2	?		0,03		
Extractstoffe	5,7	4,4	?	1,28	—		
Salze	7,3	8,2	7,2	8,38	—	10,06	7,924

In der Analyse IV von *Hensen* und *Dähnhardt* waren die Salze zusammengesetzt aus 1) löslichen Salzen:

NaCl	6,148
Na ₂ O	0,573
K ₂ O	0,496
CO ₂	0,638
SO ₃ , P ₂ O ₅ und Verlust . . .	0,221

2) die unlöslichen Salze enthielten:

CaO	0,132
MgO	0,011
Fe ₂ O ₃	0,006
P ₂ O ₅	0,118
CO ₂	0,015
MgCO ₃ und Verlust . . .	0,021

Hensen und *Dähnhardt* fanden in dieser Lympe 0,16 Grm. NH₃ für 1000 Gewichtstheile Lympe.

Uebereinstimmendere und zugleich normale Verhältnisse betreffende Untersuchungen von Lympe sind ausgeführt am Pferde

¹ Arch. f. pathol. Anat. Bd. XXXVII, S. 55 u. 68.

² Arch. f. Anat. u. Physiol. 1838. S. 134.

³ Gaz. médic. de Paris 1854, Nr. 24, 27, 30, 34.

⁴ Verhandl. d. medic. physic. Gesellsch. zu Würzburg Bd. VII, S. 268.

von *C. Schmidt*¹, auch eine nicht geringe Zahl von Bestimmungen an der Lymphe von Hunden sind von *H. Nasse*² publicirt.

In der Lymphe des Halsstrangs vom Füllen fand *C. Schmidt* folgende Zusammensetzung für 1000 Gewichtstheile, indem er nach erfolgter Gerinnung den Lymphkuchen und das Lymphserum gesondert der Untersuchung unterwarf:

	I	II
Wasser	963,93	955,36
Feste Stoffe	36,07	44,64
Fibrin	} 28,84	2,18
Albumin		} 34,99
Fette und fette Säure		
Andere organische Stoffe		
Anorganische Stoffe	7,22	7,47
NaCl	5,43	5,67
Na ₂ O	1,50	1,27
K ₂ O	0,03	0,16
SO ₃	0,03	0,09
P ₂ O ₅ an Alkali gebunden	0,02	0,02
Ca ₃ (PO ₄) ₂	} 0,22	0,26
Mg ₃ (PO ₄) ₂		

Im Serum von 1000 Gewichtstheilen Lymphe wurden von *C. Schmidt* gefunden:

	I	II
Albumin	} 23,32	30,59
Fette und fette Säuren		1,17
Andere organische Stoffe	4,48	1,69

Nasse erhielt in seinen zahlreichen Untersuchungen der Lymphe vom Hunde für 1000 Gewichtstheile folgende Mittelwerthe für Thiere, die noch nicht zu Versuchen verwendet waren:

	bei Hunger	Fleischnahrung	Vegetabilische Nahrung
Wasser	954,68	953,70	958,20
Feste Stoffe	45,32	46,30	41,70
Fibrin	0,591	0,716	0,455
NaCl	6,72	6,50	6,77

¹ Bulletin d. St. Petersburg T. 4, p. 355. 1861.

² *H. Nasse*, Zwei Abhandlungen über Lymphbildung. Academ. Gelegenheitschrift. Marburg 1872.

Für Thiere, welche schon einmal früher zu Lymphuntersuchungen gedient hatten, wurde beim zweiten Versuche erhalten:

	im Hunger	Fleischkost	Vegetabilische Nahrung
Wasser . . .	955,60	954,63	966,85
Feste Stoffe . .	44,40	45,37	33,15
Fibrin . . .	0,743	0,550	0,426
NaCl . . .	6,95	6,44	6,90

Diese Werthe können nach den befolgten Methoden¹ sämmtlich nur als annähernde betrachtet werden.

§ 276. Nach *Nasse's* Beobachtungen ist die Quantität der bei den Versuchen ausfliessenden Lympe abhängig von der Fütterung. Bei Fütterung mit Fleisch wurde 36 pCt. Lympe mehr gebildet als nach der mit Kartoffeln und 54 pCt. mehr als nach 24stündigem Hungern. Wurden die Versuchshunde nach einiger Zeit abermals zur Messung der aus dem eingeschnittenen Halsstrang ausfliessenden Lympe verwendet, so war die im zweiten Versuche ausfliessende Lymphmenge sowohl in den Versuchen von *Nasse* als den früheren von *Krause*² mindestens ebenso reichlich, gewöhnlich viel bedeutender als beim ersten Versuche, so dass im Mittel die Quantitäten für gleiche Zeiten vom ersten und vom zweiten Versuche sich verhielten wie 1:1,58 (*Krause*) oder 1:1,73 (*Nasse*). Diese Zunahme ist nach *Nasse* nicht dadurch bewirkt, dass nach dem ersten Versuche der eine Halsstrang geschlossen ist, denn nach Verschluss eines Halsstrangs fliesst beim Hunde zunächst durch den andern nicht mehr Lympe aus, als wenn jener offen geblieben wäre.

Die Gerinnung der Lympe geschieht innerhalb der Lymphgefässe auch nach dem Tode nicht; nach dem Ausfliessen geschieht dieselbe verschieden schnell, nach *Nasse* meist um so schneller, je langsamer sie ausfliesst, besonders schnell, wie es scheint, beim Hunger.

Unzweifelhaft wird der Strom der Lympe beschleunigt, d. h. aus dem durchschnittenen Stamme mehr Lympe in der Zeiteinheit entleert, wenn die Venen der zugehörigen Provinz verengt oder ganz verschlossen werden. Von *Thomsa*³, *Nasse* und von *Emminghaus*⁴ wurde diese Beschleunigung bestimmt nachgewiesen. Dagegen

¹ Vergl. a. a. O. erste Abhandlung S. 21 u. 22.

² Zeitschr. f. ration. Med. 2. Folge Bd. VII, S. 148.

³ Wien. Academ. Sitzungsber. Bd. XLVI, S. 185.

⁴ Ber. d. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. zu Leipzig Bd. XXV, S. 267. 1873.

ergaben die Versuche von *Paschutin*¹, dass Steigerung des arteriellen Blutdrucks an sich den Lymphstrom nicht beschleunigt, dass derselbe bei der Steigerung des Blutdrucks sogar sinken kann. Dagegen fand *Chabbas*², dass der humor aqueus, den man wohl als Lympe auffassen kann, mit der Steigerung und dem Sinken des arteriellen Blutdrucks selbst Drucksteigerung und Druckverminderung zeigt. Wird durch Nervendurchschneidung der Reibungswiderstand in den engsten Blutgefässen vermindert (Durchschneidung des n. sympathicus am Halse für den Kopf, des plexus brachialis für das Vorderbein, wenn auch der Blutdruck in der carotis dabei steigt), so dass das Blut sehr lebhaft in die Venen überströmt, so wird der Lymphstrom vermindert, wie gleichfalls die Versuche von *Paschutin* ergeben haben. Active und passive Bewegung der Muskeln oder ganzer Glieder verstärkt vielleicht die Bildung der Lympe, beschleunigt wenigstens unzweifelhaft ihren Ausfluss aus durchschnittenem Lymphgefäss. Curarevergiftung, vielleicht auch Opiumvergiftung, steigern die Quantität der ausfliessenden Lympe. Stets nimmt aber mit der Dauer des Versuchs die in bestimmter Zeit aus dem durchschnittenen Stamme ausfliessende Quantität Lympe allmähig ab, während der Eiweissgehalt der ausfliessenden Lympe mit der Zeit zunimmt, wenn er nicht von vornherein wie bei Curarevergiftung ein sehr hoher ist; in letzterem Falle bleibt er dann nahezu constant. Durch Versuche an den Lymphgefässen der Pfote des Hundes kommt *Emminghaus*³ zu dem Resultate, dass, wenn das Blut durch die Venen gut abfliessen kann, äusserst wenig oder gar keine Lympe hier gebildet werde.

Offenbar ist nun auch in anderen Provinzen des Körpers der Lymphstrom für gewöhnlich sehr gering, wird aber, wie es scheint, bei der Contraction der Muskeln, bei der Secretion der Speicheldrüsen, vielleicht auch bei anderen Drüsensecretionen viel lebhafter.

§ 277. Während der Verdauung ist der Lymphstrom in den vom Darne ausgehenden Lymphgefässen wohl in allen Fällen lebhafter als im nüchternen Zustande; öffnet man aber am lebenden Hunde den ductus thoracicus in der Nähe seiner Einmündung in die Vene während der Verdauung, so ist der Strom nur dann ein kräftiger, wenn entweder Fett oder Seife in der Nahrung enthalten ist

¹ Ber. d. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. zu Leipzig 1873. 21. Februar.

² Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XVI, S. 143.

³ A. a. O.

und nun durch das enthaltene, auf das Feinste zertheilte Fett milchweisser Chylus gebildet wird. Bei Fütterung mit fettfreien Stoffen ist die Flüssigkeit in den vom Darm kommenden Lymphgefässen durchsichtig und von der Lympe weder im Ansehen noch in der chemischen Zusammensetzung zu unterscheiden.

Der Chylus zeigt bereits in den kleinen Gefässen, die vom Darm her in das Mesenterium eintreten, die Gerinnbarkeit wie die Lympe, und es ist wohl kein Zweifel, dass ein sehr grosser Theil der Flüssigkeit, welche man als Chylus bezeichnet, der Lympe zugehört, die aus den Blutgefässen des Darmes abgeschieden ist und von den Darmepithelien die resorbirten Stoffe aufgenommen hat. Schon im zweiten Theile, Seite 347, ist darauf aufmerksam gemacht, dass das schnell fliessende Blut durch Diffusion diejenigen Stoffe dem Chylus entziehen wird, welche der Diffusion überhaupt leicht zugänglich sind. *v. Mering*¹ findet in der Lympe ungefähr ebenso viel Zucker als im Blute und ebenso im Chylus; er wird durch seine Versuche zu der Ansicht geführt, dass der Chylus keinen wesentlichen Antheil an der Resorption des Zuckers vom Darm her habe. Ich glaube, dass die resorbirten Stoffe alle zunächst in die Anfänge der Chylusgefässe geführt, aber soweit sie leicht diffussibel sind, vom schnell fliessenden Blute sofort bis zur Gleichheit des Sättigungsgrades aufgenommen werden.

Sind diese Ansichten richtig, so ist auch zu erwarten, dass, abgesehen vom variablen Fettgehalt, der Chylus die gleiche Zusammensetzung wie die Lympe zeigen wird; jedenfalls hat man ausser dem Fettgehalt noch keine bestimmte Verschiedenheit vom Blutplasma in qualitativer Hinsicht gefunden, und eine Vergleichung der in folgender Tabelle gegebenen Werthe mit den oben § 275 angeführten Lymphanalysen zeigt die nahe Uebereinstimmung. In 1000 Gewichtstheilen Chylus vom Pferde und vom Hunde wurden gefunden:

	I	II	III	IV	V	VI
	Chylus Füllen I	Chylus Füllen II	Blutserum Füllen III	Chylus Hund	Blutserum desselb. Hundes gleichzeitig	Chylus vom Menschen
Wasser	960,97	956,19	930,75	906,77	936,01	904,8
Feste Stoffe . .	39,03	43,81	69,25	96,23	63,99	95,2
Fibrin	2,57	1,27	—	1,11	—	70,8
Albumin	22,60	29,85	56,69	21,05	45,24	
Fett, Cholesterin, Lecithin .	0,09	0,53	—	64,86	6,81	9,2

¹ Arch. f. Anat. u. Physiol. 1877. S. 379.

	I Chylus Füllen I	II Chylus Füllen II	III Blutserum Füllen III	IV Chylus Hund	V Blutserum desselb. Hundes gleichzeitig	VI Chylus vom Menschen
Fette Säuren der						
Seifen	0,76	0,28	1,57	2,34	2,91	10,8
Andere organi- sche Stoffe . .	5,37	2,24	3,85			
Haematin* . . .	0,05	0,06	—	—	—	—
Mineralsalze . .	7,59	7,49	7,14	7,92	8,76	4,4
Verlust	—	—	—	—	0,27	—
NaCl	5,76	5,84	5,74			
Na ₂ O }	1,31	1,17	0,87			
K ₂ O }		0,13	0,14			
SO ₃	0,07	0,05	0,11			
P ₂ O ₃	0,01	0,05	0,01			
Ca ₃ (PO ₄) ₂ und						
Mg ₃ (PO ₄) ₂ .	0,44	0,25	0,26			
CO ₂	1,02	0,82	0,56			

* Durch Blutkörperchen bedingte Verunreinigung mit Haemoglobin und hier-
nach zu corrigiren.

Die Analysen I, II, III sind von *C. Schmidt*¹, die Analysen IV und V von mir² ausgeführt. No. VI ist eine ältere, hinsichtlich der anorganischen Stoffe sicherlich mangelhafte Analyse des Chylus eines Enthaupteten, ausgeführt von *Rees*³. Der Fettgehalt des Pferdechylus ist nie hoch, soweit ich ihn kenne, aber leider in diesen von *Schmidt* untersuchten Fällen auffallend niedrig; in dem Beispiel vom Hundechylus ist wieder der Fettgehalt ausserordentlich hoch. Er ist auch im Blutserum hoch, weil offenbar, wie auch die Undurchsichtigkeit des weissen Serums zeigte, bereits viel Chylus in das Blut eingeflossen war.

§ 278. Es ist bereits eine Reihe von Fällen beobachtet, in welchen ein Verschluss der Chylusgefässe im Peritoneum oder des ductus thoracicus stattgefunden hatte und infolge dessen Zerreißung derselben und Erguss des Chylus in die Pleura oder die Peritonealhöhle eingetreten waren⁴. Von einem solchen Fall erhielt ich zweimal durch Punction entleerte nicht geringe Flüssigkeitsmengen, deren Iden-

¹ A. a. O.

² Nicht publicirt.

³ Philos. Transact. 1842. p. 81.

⁴ Vergl. *H. Quincke*, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. XVI, S. 121.

tität mit normalem Chylus ich nicht bezweifle und deren Zusammensetzung ich deswegen hier angeben will. In 1000 Gewichtstheilen der ersten durch Punction entleerten Flüssigkeit wurden gefunden:

Fibrin	6,045
Globulinsubstanz	2,832
Serumalbumin	38,968
Fett, Cholesterin, Lecithin	4,709

In 1000 Gewichtstheilen der durch die zweite Punction entleerten Flüssigkeit wurden nach Abscheidung des Fibringerinnsels gefunden:

Wasser	940,724
Feste Stoffe	59,276
Albuminstoffe	36,665
Cholesterin	1,321
Lecithin	0,829
Fette	7,226
Seifen	2,353
Alkoholextractstoffe	3,630
Wasserextractstoffe	0,578
Lösliche anorganische Salze	6,804
Unlösliche „ „	0,350

In 1000 Gewichtstheilen vom Rückstande des Aetherauszugs wurden gefunden in der Flüssigkeit

	der ersten Punction	der zweiten Punction
Cholesterin	113,2	140,9
Lecithin	75,4	88,4
Olein	381,3	770,7
Palmitin und Stearin	430,1	
	811,4	

Aus den Messungen der Chylusmengen, die von zwei Füllen in bestimmter Zeit geliefert wurden, berechnet *C. Schmidt*, dass auf 100 Kilo Thiergewicht 6,13 Kilo Chylus in 24 Stunden kommen, von denen aber höchstens 3,40 Kilo aus dem Darmcanale stammen, während mindestens 2,73 Kilo davon als Lympe anzusehen sind, die durch Transsudation aus dem Blute entstehen. Wahrscheinlich ist, wie oben bereits gesagt wurde, die Menge der aus dem Darne aufgenommenen Stoffe noch viel geringer, als diese Berechnung ergibt.

In seinen Untersuchungen an Hunden über die Fettaufnahme vom Darne durch den Chylus und Ueberführung desselben in das

Blut fand *Zawilski*¹ den Promillegehalt des Chylus an Fett wechselnd zwischen 2,5 und 146; unter zwanzig Bestimmungen finden sich sieben, in welchen der Promillegehalt über 100 beträgt. Auch wenn man in Betracht zieht, dass Cholesterin und Lecithin hier als Fett mit eingerechnet sind, ist doch auch bei möglichst hoher Schätzung des hierdurch bewirkten Fehlers immer noch eine erstaunlich hohe Fettmenge nach diesen Resultaten vom Chylus transportirt, und der Chylus muss bis fast zum vierfachen Gehalt der Milch an Fett geführt haben.

So lange Fett in dieser molecularen Zertheilung durch den ductus thoracicus dem Blute zugeführt wird, zeigt letzteres in seinem Plasma und Serum milchige Trübung, die dann erst allmählig schwindet.

Die Gase der Lymphe und des Chylus.

§ 279. Es sind in neuerer Zeit mehrfach die durch die Quecksilberpumpe auspumpbaren Gase der Lymphe und des Chylus untersucht worden und keine wesentlich anderen Verhältnisse als im Blutplasma gefunden. Eine Reihe von Bestimmungen ist von *Hammarsten*² an Lymphe vom Hunde ausgeführt und folgende Werthe sind hierbei für 100 Volumina Lymphe, die Gase auf 0° und 0,76 Meter Druck berechnet, gefunden:

	O ₂	CO ₂	N ₂
1) Vollkommen blutfreie Lymphe vom linken Vorderbein	0,00	41,89	1,12
2) Dieselbe	0,10	47,13	1,58
3) Ueberwiegend reine Gliederlymphe, blutfrei	0,00	44,07	1,22
4) Blutfreie Glieder- und Darmlymphe	0,10	37,55	1,63
5) Dieselbe Lymphe nach 24 Stunden Stehen in Eis ausgepumpt gab .	0,05	37,50	1,82
6) Darm- und Gliederlymphe mit Spuren von Blutfarbstoff	0,04	38,88	1,18

Eine Vergleichung der Gase der Lymphe mit denen des arteriellen und des venösen Blutes ergab, dass der Gehalt der Lymphe an CO₂ grösser als der des arteriellen, geringer als der des venösen Blutes ist.

¹ *C. Ludwig*, Arbeiten aus d. Physiol. Anstalt zu Leipzig 1876. S. 147.

² *Ber. d. Gesellsch. d. Wiss. zu Leipzig Bd. XXIII. S. 617. 1871.*

Von *Pflüger* und *Strassburg*¹ wurde auch der Versuch mehrmals ausgeführt, die Spannung der CO₂ in der Lymphe zu bestimmen. Sie erhielten das Resultat mit dem Aerotonometer (vergl. oben § 242), dass die Spannung der CO₂ in der Lymphe höchstens 3,47 pCt. einer Atmosphäre betrug, als dieselbe im venösen Blute 3,9 war. Sie schliessen daher, dass die CO₂-Spannung in der Lymphe 0,5 bis 1 pCt. einer Atmosphäre geringer als im Blute sei, heben aber gewiss mit Recht hervor, dass die Spannung der CO₂ in den Organen wesentlich höher sein könne, weil auf dem Wege, welchen die Lymphe langsam zurücklege, dieselbe Zeit habe, CO₂ an das umgebende Bindegewebe abzugeben, welches sie wieder an den schnellen arteriellen Blutstrom übertrage.

Diesen Resultaten von *Strassburg* scheinen die Versuche zu widersprechen, welche *Tschiriew*² anstellte. In diesen Versuchen wurden die Quantitäten der Gase verglichen, welche bei der Erstickung der Thiere sich in der Lymphe, im arteriellen Blute und im Blutserum befinden. Die folgende Tabelle giebt die von *Tschiriew* erhaltenen Werthe für 0⁰ und 0,76 Meter Druck (aus einer Vergleichung mit den Resultaten *Hammarsten's* ergibt sich, dass sie für 1 Meter Druck vom Autor berechnet sind) für 100 Vol. Flüssigkeit:

		O ₂	N ₂	CO ₂
1) Curarevergiftung	Lymphe . . .	0,01	1,38	41,25
„	Blut . . .	1,11	1,84	45,18
„	Serum . . .	0,13	1,50	50,78
2) Unvergiftet	Lymphe . . .	0,01	0,79	42,06
„	Blut . . .	0,04	1,70	42,78
„	Serum . . .	0,09	0,56	48,38
3) Unvergiftet	Lymphe . . .	0,01	0,83	53,75
„	Blut . . .	0,04	1,38	58,28
„	Serum . . .	0,05	1,92	65,83
4) Curarevergiftung	Lymphe . . .	0,00	1,12	47,11
„	Blut . . .	0,01	2,14	46,89
5) Curarevergiftung	Lymphe . . .	0,13	1,38	52,04
„	Blut . . .	0,41	1,38	51,76

Ueber die Spannung der CO₂ in Lymphe, Blut und Serum ergeben diese Versuche keinen Aufschluss, aber es ist gewiss auffallend zu finden, dass in allen den Versuchen, in denen der Gasgehalt des

¹ Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. VI, S. 85.

² Ber. d. Sächs. Gesellschaft. d. Wiss. zu Leipzig Bd. XXVI, S. 28.

Serums untersucht ist, der Gehalt an CO_2 im Serum nicht wenig höher ist als in der Lymphe. Man könnte glauben, dass die Lymphe weniger an CO_3 gebundenes Natrium enthalte als das Blut, auch eine verschiedene Vertheilung von carbaminsaurem Salze könnte als Ursache angenommen werden; jedenfalls ist aber die Annahme widersinnig, dass das arterielle Blut grössere CO_2 -Spannung habe als die Lymphe, und dass das Blutserum mehr Natriumcarbonat enthalte als die Lymphe, ist gleichfalls nicht anzunehmen. Diese Versuche von *Tschiriew* haben also Räthsel ergeben, deren Lösung noch gefunden werden muss, aber offenbar nur von geringem Belang für das Verständniss der Bildung der CO_2 in den Organen und ihre Ausscheidung ist, weil die langsam strömende Lymphe hierzu nur ausserordentlich wenig beitragen kann. Versuche von *Buchner*¹ haben noch weitere Räthsel hinzugefügt. *Buchner* untersuchte die Veränderung, welche im CO_2 -Gehalte der Lymphe durch die Erstickung herbeigeführt wird, und entnahm hierzu von demselben Thier zwei Lymphproben und gleichzeitig Blutproben, die eine bei freier, die andere nach unterdrückter Athmung. Er erhielt für 100 Vol. Lymphe und Blut, berechnet für 0° und 0,76 Meter Druck Kohlensäurevolumina:

	in der Lymphe	im Blute
1) Freie Athmung	56,00	45,38
Erstickung	50,91	52,86
2) Freie Athmung	61,18	51,33
Erstickung	44,00	—
3) Apnoë	46,47	39,36
Erstickung	44,21	50,67
4) Apnoë	43,87	37,57
Erstickung	—	47,97

Als *Buchner* Thiere, denen Lymphe und Blut entzogen war, mit Curare vergiftet hatte, dann künstliche Respiration unterhielt, wieder Lymphe und Blut entnahm und untersuchte, zeigte sich ein Sinken des CO_2 -Gehaltes in der Lymphe und im Blute während der künstlichen Respiration, wie dies bezüglich des Blutes schon früher von *Röhrig* und *Zuntz* gefunden war. Wurde die künstliche Respiration unterlassen, so steigerte sich der CO_2 -Gehalt nach der Curarevergiftung in Lymphe und Blut, wie dies nicht anders erwartet werden konnte. Das aus den angegebenen Bestimmungen von *Buchner* ersichtliche Sinken des CO_2 -Gehaltes der Lymphe bei der

¹ *C. Ludwig*, Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig. Jahrg. 1876. S. 108.

Erstickung ist ein Räthsel, für dessen Lösung sich kein Anhaltspunkt vorläufig zu bieten scheint; es müsste denn sein, dass bei dem Absterben der Gewebe, besonders der Muskeln, Säure entstände und in die Lymphe überginge, einen Theil des Alkali in Beschlag nähme und bei der nun eintretenden Erhöhung der Tension der CO_2 ein Ueberwandern eines Theils derselben in das von der Säurebildung, seiner grösseren Masse wegen, weniger veränderte Blut stattfände. Es ist dies eine gewiss zulässige Hypothese, aber die ganze Frage hat, wie bereits gesagt, für das physiologische Verständniss der Kohlensäureströmungen im thierischen Körper eine sehr untergeordnete Bedeutung.

Pathologische Transsudate.

§ 280. Ansammlungen von Flüssigkeiten, die in ihrer qualitativen Zusammensetzung von Lymphe nicht zu unterscheiden sind, bilden sich pathologisch ausserordentlich häufig sowohl im lockeren Bindegewebe unter der Haut und zwischen den Muskeln als auch in den verschiedenen serösen Höhlen. Es können solche Ansammlungen hervorgerufen werden durch gehinderten Abfluss der Lymphe oder des venösen Blutes aus einem bestimmten Bezirke, auch Lähmung der Gefässnerven ruft sie in gewissen Fällen hervor. Reichthum des Blutes an Wasser in einfacher Hydraemie oder bei mangelhafter Ausscheidung des Wassers durch die Nieren bei Erkrankung derselben sind besonders häufige Veranlassung zur Entstehung der allgemeinen Wassersuchten, welche das lockere Bindegewebe sowie die verschiedensten serösen Höhlen zusammen betreffen und oft ausserordentlich grosse Quantitäten solcher Flüssigkeiten an den genannten Orten zur Stagnation bringen. In den tiefsten Partien, beim Stehen also in den Füßen und Unterschenkeln, sammeln sich die grössten Mengen der hydropischen Flüssigkeit an.

Bei der Vergleichung der sämtlichen serösen pathologischen Transsudate mit einander ergeben sich nicht unwichtige gesetzmässige Beziehungen, die besonders deutlich hervortreten, wenn die Flüssigkeiten von einem und demselben Individuum entnommen sind.

Es mögen hier zunächst die in einer Anzahl von Analysen gefundenen Werthe Platz finden und auf sie dann die Vergleichung hinsichtlich ihrer quantitativen Zusammensetzung gestützt werden. Alle Werthe in der folgenden Zusammenstellung sind bezogen auf 1000 Gewichtstheile der Flüssigkeit.

1) Vergleichung der Zusammensetzung der pathologischen Trans-

sudate, welche gleichzeitig bei einem und demselben Individuum in den verschiedenen serösen Höhlen und im Bindegewebe gefunden sind:

I ¹	Pleura	Peritoneum	Hirnhöhle	Oedem der Extremitäten
Wasser	963,95	978,91	983,54	988,70
Feste Stoffe . . .	36,05	21,09	16,46	11,30
Organische Stoffe .	28,50	11,32	7,98	3,60
Anorganische Salze	7,55	9,77	8,48	7,70

II ²	Pleura	Peritoneum	Oedem der Füße
Wasser	957,59	967,68	982,17
Feste Stoffe . . .	42,41	32,32	17,83
Albumin	27,82	16,11	3,64
Aetherextract . .	14,59	5,27	0,50
Alkoholextract . .		10,94	3,71
Wasserextract . .			1,10
Anorganische Salze			9,00
Fehler der Analyse			0,12

2) Vergleichung der aus derselben serösen Höhle durch verschiedene Punctionen entleerten Flüssigkeiten mit einander:

	III ³		IV ³	
	Pleuratranssudat		Peritonealtranssudat	
	1. Punction	2. Punction	1. Punction	2. Punction
Wasser	935,52	936,06	952,99	960,49
Feste Stoffe . . .	64,48	63,94	47,01	39,51
Fibrin	0,62	0,60	0,32	—
Albumin	49,77	52,78	34,58	29,73
Aetherextract . . .	2,14	1,35	1,26	1,63
Alkoholextract . .	1,84	1,61	3,02	2,12
Wasserextract . .	1,62			
Anorganische Salze	7,93	7,40	7,22	5,94

¹ Fall von Albuminurie, Analysen von C. Schmidt, Zur Characteristik der epidem. Cholera. Leipzig und Mitau 1850. S. 116 u. folg.

² Fall von Albuminurie, Analysen von mir, Arch. f. pathol. Anat. Bd. IX, S. 257. 1856.

³ Scherer, Chemische und mikroskopische Untersuchungen zur Pathologie etc. Heidelberg 1843. S. 106 u. folg.

	V ¹		VI ¹	
	Pleuratranssudat		Chronischer Hydrocephalus	
	1. Punction	2. Punction	1. Punction	2. Punction
Wasser	966,24	963,95	989,18	989,83
Feste Stoffe	33,76	36,05	10,82	10,17
Organische Stoffe	26,12	28,50	1,84	1,79
Anorganische Salze	7,64	7,55	8,98	8,38

	VII ²		
	Peritonealtranssudat bei Lebercirrhose		
	1. Punction	2. Punction	Nach d. Tode
Wasser	984,50	982,53	983,33
Feste Stoffe	15,50	17,47	16,67
Albumin	6,17	7,73	6,11
Aetherextract	0,34	0,16	0,25
Alkoholextract	0,24	0,56	2,16
Wasserextract	0,67	1,12	0,84
Anorg. Salze lösl. . . .	8,30	7,99	8,05
„ „ unlösl. . . .	0,16	0,14	0,19
Fehler d. Analyse	0,38	0,23	0,93
Druck im Peritoneum	23,5 ^{mm}	25,25 ^{mm}	Quecksilber

	VIII ³				
	Peritonealtranssudat bei Lebercirrhose				
	1. Punction	2. Punction	3. Punction	Nach d. Tode	Blutserum
Wasser	969,64	972,99	974,97	976,11	907,26
Feste Stoffe	30,36	27,01	25,03	23,89	92,74
Albumin	19,29	14,33	13,52	11,54	74,16
Aetherextract	0,43	0,30	2,67	0,51	12,50
Alkoholextract	1,37	1,34		2,64	
Wasserextract	0,98	2,44	1,47	0,78	
Anorg. Salze lösl. . . .	7,27	7,65	7,06	7,64	7,29
„ „ unlösl. . . .	0,71	0,69	0,31	0,56	1,56
Harnstoff	0,31	0,26	?	0,21	?

¹ C. Schmidt, a. a. O.² Analysen vom Verf., Arch. f. path. Anat. Bd. IX, S. 250. 1856.³ Vom Verf., Deutsche Klinik 1853. Nr. 37.

	IX ¹			X ¹	
	Spina bifida			Spina bifida	
	1. Punction	2. Punction	4. Punction	1. Punction	2. Punction
Wasser	987,49	986,88	986,72	989,33	989,80
Feste Stoffe	12,51	13,12	13,28	10,67	10,20
Albumin	1,62	2,64	2,46	0,25	0,55
Extractstoffe	10,27	2,83	2,65	2,30	2,00
Anorg. Salze lösl. } ,, „ unlösl. }		7,52	8,21	7,67	7,20
	0,25	1,15	0,28	0,45	0,45

3) Weitere Analysen von Cerebrospinalflüssigkeit:

	I	II	III	IV	V
Wasser	986,78	984,59	980,77	988,2	989,53
Feste Stoffe	13,22	15,41	19,23	11,8	10,47
Albumin	3,74	6,49	11,35	2,4	0,70
Andere organische Stoffe } Anorganische Salze . .					
K ₂ SO ₄	0,096	0,193	0,222	—	—
K Cl	2,181	1,485	0,232	—	—
Na Cl	4,438	4,101	6,054	—	—
Na ₃ PO ₄	0,613	0,486	0,115	—	—
Na ₂ O	1,842	2,290	0,987	—	—
Ca ₃ (PO ₄) ₂	0,307	0,362	0,271	—	—
Mg ₃ (PO ₄) ₂					

Nr. I giebt die Zusammensetzung einer plötzlichen Hirncapillartranssudation, II ebensolcher Fall, III angeborene Wassersucht, Fötus, IV Rückenmarksflüssigkeit vom gesunden Hunde. Nr. I bis IV sind Analysen von *C. Schmidt* a. a. O. Nr. V Hydrocephalus fünfmonatliches Kind, Analyse von mir². Weitere Analysen von Cerebrospinalflüssigkeit sind publicirt von *Berzelius*, *Marcet*, *Lassaigne* und *C. Schmidt* von einem Falle von chronischer Wassersucht und Albuminurie (a. a. O.), von *Schtscherbakoff*³, *Hilger*⁴ und Anderen.

C. Schmidt machte auf den relativ hohen Kaliumgehalt der Cerebrospinalflüssigkeit aufmerksam, der allerdings eine bestimmte Unterscheidung derselben von allen Transsudaten giebt, aber bis

¹ Arch. f. pathol. Anat. Bd. XVII, S. 391.

² Ebendasselbst.

³ Arch. f. klin. Med. Bd. VII, S. 225.

⁴ Chem. Centralbl. 1867. S. 33. — Vergl. auch *v. Gorup-Besanez*, Lehrb. d. physiol. Chem. 4. Aufl. S. 401.

jetzt wohl nur in solchen Flüssigkeiten gefunden ist, die der Leiche entnommen sind. In der Cerebrospinalflüssigkeit findet sich im normalen Zustand kein Zucker, auch in Spina bifida und Hydrocephalusflüssigkeit fehlt die Kupferoxydredaction in der bei der ersten Punction erhaltenen Flüssigkeit, in den nachher abgelassenen Flüssigkeiten ist dagegen gährungsfähiger und rechtsdrehender Zucker meist enthalten, ebenso fand ich ihn in der Cerebrospinalflüssigkeit bei einfacher und tuberculöser Meningitis. Es scheint hiernach, dass der Eintritt von Zucker in diese Flüssigkeit nur infolge von Reizung oder Entzündung des Gehirns und Rückenmarks geschieht. Beim Kochen giebt Cerebrospinalflüssigkeit nur Trübung, erst nach Zusatz von etwas Essigsäure flockige Fällung von Albuminstoffen, weil relativ für das Natriumcarbonat sehr wenig Albuminstoff vorhanden ist.

4) Analysen von Pericardialflüssigkeit sind in der Literatur nicht zahlreich zu finden, und es fehlen insbesondere Vergleiche bei demselben Individuum mit den Flüssigkeiten anderer seröser Höhlen. Von den in folgender Tabelle zusammengestellten Analysen ist Nr. I von *v. Gorup-Besanez*¹, Nr. II von *Wachsmuth*² und Nr. III von mir (nicht publicirt) ausgeführt.

	I	II	III
Wasser	955,1	962,5	961,78
Feste Stoffe . . .	44,9	37,5	38,22
Fibrin	0,8	—	—
Albumin	24,7	22,8	24,63
Extractstoffe . .	12,7	—	—
Anorganische Salze	6,7	—	—

5) Von Hydroceleflüssigkeiten liegen zahlreiche Analysen vor; dieselben sind stets reich an Albuminstoffen, Serumalbumin und Globulinsubstanzen, das Fibrinogen fehlt darin sehr selten, aber ist doch in so geringer Menge darin, dass es beim Erhitzen der Flüssigkeiten auf 60° meist nur eine Trübung, keinen flockigen Niederschlag giebt; immerhin ist so viel Fibrinogen darin, dass die Hydroceleflüssigkeit *Alex. Schmidt* zur Entdeckung dieses Körpers und Erkennung seiner wichtigsten Eigenschaften dienen konnte. Isolirt ist das Fibrinogen auch aus ihr noch nicht dargestellt, weil mit dem Fibrinogen zusammen stets Serunglobulin gefällt wird.

¹ Lehrbuch, a. a. O.

² Arch. f. pathol. Anat. Bd. VII, S. 334.

Die Summe der Eiweissstoffe nähert sich für 1000 Gewichtstheile Hydrocele schon sehr der des Blutserums. In der folgenden Zusammenstellung sind Nr. I Analyse von *W. Müller*, Nr. II und III Analysen von *Wachsmuth* und zwar beide von derselben Leiche entnommen. II betrug 360 bis 380 CC. und III gegen 240 CC. Die sämtlichen folgenden Analysen sind von mir ausgeführt und nicht publicirt; sie sind alle angestellt zur Ermittlung der specifischen Drehung des Serumalbumins und der Globulinsubstanzen.

	I	II	III	IV	V	VI
Wasser	934,0	926,5	958,6	919,8	926,2	938,9
Feste Stoffe	66,0	73,5	41,4	80,2	73,8	61,1
Albumin	51,7	62,4	29,5	65,1	62,7	48,4
Extractstoffe	5,1					
Anorganische Salze	9,2					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Wasser	921,3	924,2	939,7	922,9	923,0	933,7
Feste Stoffe	78,7	75,8	60,3	77,1	77,0	66,3
Albumin	65,1	61,9	45,6	63,3	61,8	52,1

Neuerdings ist noch eine grössere Anzahl von Analysen der Hydroceleflüssigkeit von *Hammarsten*¹ ausgeführt und die Globulinsubstanzen besonders bestimmt durch Fällung mit Magnesiumsulfat. In 17 Analysen ergaben sich die Mittelwerthe:

Wasser	938,85
Feste Stoffe	61,15
Fibrin (gebildet)	0,59
Globulinsubstanz	13,52
Serumalbumin	35,94
Aetherauszug	4,02
Lösliche Salze	8,60
Unlösliche Salze	0,66
Na Cl	6,19
Na ₂ O	1,09

§ 281. Trotz mancher Schwankungen in der Zusammensetzung der Flüssigkeiten, welche in den serösen Säcken bei verschiedenen Individuen gefunden sind, lässt sich doch nicht verkennen, dass eine bestimmte Gesetzmässigkeit obwaltet. Die ersten in dieser

¹ Upsala Läkareförenings Förhandlingar Bd. XIV, p. 1.

Hinsicht ausgesprochenen Schlussfolgerungen von *C. Schmidt*¹ sind folgende:

1) „Die verschiedene Capillarsysteme innerhalb des Körpers transsudirenden Flüssigkeiten (wassersüchtigen Ergüsse) besitzen sehr verschiedene, für dieselbe Haargefässgruppe jedoch constante Zusammensetzung. Diese Verschiedenheit betrifft ihren Eiweissgehalt, während der der unorganischen Bestandtheile bei Allen nahezu derselbe und zwar der der betreffenden Inter-cellularflüssigkeit ist. Der Eiweissgehalt der Transsudate erreicht nie den der fibrinfreien Inter-cellularflüssigkeit (Blutserum).

2) „Findet in ein und demselben Individuum, also unter identischen Bedingungen, gleichzeitige Transsudation durch verschiedene Capillarsysteme statt, so folgen sich hinsichtlich des Eiweissgehaltes die des Brustfells, Bauchfells, der Hirncapillaren und des Unterhautbindegewebes in absteigender Ordnung.

3) „Findet bei einem Individuum nach Entleerung des Transsudats fortgesetzte Ausscheidung durch dasselbe Capillarsystem statt, so bleibt die Zusammensetzung des durchgetretenen Salz- und Eiweiss-etc. Hydrats dieselbe.

4) „Die krankhafte Transsudation durch die Hirncapillaren ist als reine quantitative Steigerung der normalen Cerebrospinalflüssigkeit zu betrachten.

5) „Das Transsudat der peripherischen Haargefässgruppen des Centralnervensystems (sog. weiche Hirnhaut, Spinnwebenhaut) unterscheidet sich wesentlich von dem der centralen (Choroidalplexus). Jenes schliesst sich in Betreff des Eiweissgehaltes und des gegenseitigen Verhältnisses von Kalium, Natrium, Phosphorsäure, Chlor den übrigen eiweissreicheren Transsudaten an, zu denen dieses den Gegensatz bildet.“ *C. Schmidt* sieht hiernach die Cerebrospinalflüssigkeit „als eigenthümliches Secret, bei dessen Bildung die Blutzellen einerseits, die morphologischen Elemente des Centralnervensystems andererseits sich wesentlich betheiligen müssen“, an.

Die Ventrikelflüssigkeit aus dem Gehirne giebt beim Sieden nur Trübung, keinen eigentlichen Niederschlag, weil die Quantität der enthaltenen Albuminkörper sehr gering ist und das anwesende Na_2CO_3 die Fällung verhindert. Ich habe früher angegeben, dass der enthaltene Albuminstoff ein caseinähnlicher sei, habe mich aber dann

¹ A. a. O., S. 145. — Die auf Darm- und Nierentranssudate bezüglichen Deductionen *C. Schmidt's* sind hier nicht mit aufgeführt.

bald überzeugt, dass dies nicht der Fall ist, dass vielmehr in der Flüssigkeit Globulinsubstanz enthalten ist. Die normale Ventrikelflüssigkeit giebt, mit Aetzalkali und Kupferlösung gekocht, kein Kupferoxydul. Diese Reduction tritt aber ein, wenn durch Punction oder auf andere Weise eine Reizung des Gehirns vorausgegangen war, und ich habe mich auch in einem Falle, wo mir grosse Quantität Hydrocephalusflüssigkeit von zweiter Punction zu Gebote stand, überzeugt, dass es sich hier wirklich um rechtsdrehenden und gährungsfähigen Zucker handelt.

Die fibrinogene Substanz ist in den pathologischen Transsudaten, wenn sie frisch sind, wohl stets vorhanden, es tritt aber keine Gerinnung ein, wenn nicht Lymphkörperchen hineingerathen.

Die Flüssigkeit ist bei Mangel von Entzündung der serösen Häute und von Blutextravasaten völlig klar und gerinnt nicht, giebt bei 55 bis 56° eine flockige Abscheidung coagulirter fibrinogener Substanz. Die Cerebrospinalflüssigkeit habe ich auf Zusatz frisch geschlagenen Blutes nicht gerinnbar gefunden. Bekannt ist es dagegen, dass solche Transsudate im Peritoneum, im Bindegewebe, Pleura und Pericardium fast immer auf Zusatz von etwas geronnenem und aus dem Kuchen ausgepressten Blut zur Gerinnung gebracht werden. Zuweilen tritt Gerinnung solcher Flüssigkeiten schon innerhalb der serösen Höhle ein.

Es sind mehrere Fälle beobachtet, in denen aus Lymphgefässfisteln in der Haut am Oberschenkel, Scrotum, Penis sich eine weisse, fettreiche, dem Chylus völlig gleichende Flüssigkeit ergoss, und es ist wohl anzunehmen, dass die Chylurie, eine Krankheit, in welcher dem Harne Chylus beigemischt erscheint, auf einem ähnlichen Vorgange beruht. Wie der Uebertritt von Chylus in diese Lymphgefässe erfolgen kann, dafür fehlt aber noch jeder Nachweis. Sowie die Chylurie sind auch Chylus aussondernde Lymphfisteln besonders oder stets (von einigen Fällen sind die Angaben nicht hinreichend) bei Personen beobachtet, welche aus den Tropen gekommen waren. In allen Fällen war die Cutis verdickt und weisse Knötchen entstanden, bei deren Einschnitt sich die chylöse Lymphe oft reichlich ergoss. Es liegt eine neue Untersuchung eines solchen Falles von *Odenius* und *Lang*¹ und eine sehr eingehende Erforschung der Verhältnisse dieser Flüssigkeit in einem Falle von *Hensen*² vor. In

¹ *Virchow-Hirsch*, Jahresber. 1874. Bd. II, S. 674.

² *Arch. f. d. ges. Physiol.* Bd. X, S. 94. 1875.

folgender Tabelle giebt I die von *Odenius* und *Lang*, II die von *Hensen* gefundenen Werthe. *Hensen* hat 19 Analysen der Flüssigkeit ausgeführt.

	I	II	
Wasser	943,58	910	bis 936
Feste Stoffe	56,42	90	„ 37
Fibrin	1,6	—	„ —
Albuminstoffe	20,67	39	„ 17
Aetherauszug	24,85	36,9	„ 2,8
Extractstoffe	1,58	11,83	„ 1,71
Anorganische Salze	7,22	10,9	„ 6,43
Cholesterin	?	1,02	„ 0,18
Eisen	?	1,3	„ —

Bleiben Transsudate in serösen Säcken lange Zeit liegen, ohne resorbirt zu werden, so scheint die Fähigkeit, auf Blutzusatz zu gerinnen, allmählig verloren zu gehen. In solchen alten Transsudaten bilden sich gewöhnlich schön krystallinische Niederschläge von Cholesterin aus, so dass dieselben bei ihrer Entleerung durch Punction seideglänzend von den suspendirten Cholesterintafeln erscheinen. Solche Flüssigkeiten gerinnen auf Blutzusatz selten noch. Nicht selten findet sich in älteren Transsudaten Bilirubin, wenn kleine Blutextravasate sich in sie entleert hatten.

Zucker ist in den Transsudaten gewöhnlich vorhanden, Harnstoff wohl stets in derselben Quantität ungefähr als im Blute. Bernsteinsäure ist in einigen Fällen in Hydroceleflüssigkeit gefunden, in anderen Fällen darin vergeblich gesucht.

Einige Flüssigkeiten, wie Humor aqueus des Auges, Amniosflüssigkeit, Synovia, stehen den Transsudaten sehr nahe. Die Synovia der Gelenke und Schleimbeutel enthält aber stets Mucin, auch in der Amniosflüssigkeit wurde dieser Stoff gefunden von *Scherer*¹ und von *Weyl*². Eine Vergleichung des normalen Fruchtwassers vom Menschen mit der Flüssigkeit eines Hydramnion ist von *Prochownik*³ ausgeführt und hat folgende Werthe gegeben:

	Fruchtwasser	Hydramnion
Wasser	984,3	981,4
Feste Stoffe	15,7	18,6

¹ Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. I, S. 89.

² Arch. f. Anat. u. Physiol. 1876. S. 543.

³ Arch. f. Gynäkologie Bd. XI, Heft 2. 1877.

	Fruchtwasser	Hydrammion
Albumin	1,9	5,2
Extractstoffe	8,1	7,7
Lösliche anorg. Salze .	5,66	5,2
Unlösliche „ „ .	0,24	0,4

Im Wesentlichen werden alle diese Flüssigkeiten Transsudate sein, am wenigsten sicher ist dies bezüglich der Synovia, welche reich an Mucin ist, deren Schilderung deshalb auch im 4. Theile dieses Lehrbuches folgen soll. Aehnlich verhält es sich mit den verschiedenen Cystenflüssigkeiten, besonders des Ovarium, der Thyreoidea, Mamma u. s. w. Die Flüssigkeiten, welche bei Entzündung seröser Membranen abgesondert werden, haben eine vom Blutplasma qualitativ und quantitativ nicht bemerkbar abweichende Zusammensetzung, da jedoch die Entzündung sich gewöhnlich nicht auf die ganze Ausdehnung derselben erstreckt und durch die benachbarten Partien dann nur Transsudat reichlich abgeschieden wird, ist die aus den serösen Säcken auch bei lebhafter Entzündung bei Punction ausfliessende Flüssigkeit meist von geringerer Concentration als das Blutplasma, und zwar der Gehalt an Albuminstoffen um so geringer, je niedriger er sich in dem betreffenden Sacke nach der obigen Reihe von *C. Schmidt* bei gewöhnlicher einfacher Transsudation zeigt. Es wird also auch bei Entzündung die Flüssigkeit im Bindegewebe und der Pia mater und Arachnoidea geringeren Albumingehalt haben als in dem Peritoneum, am reichsten wird der Gehalt daran in der Hydrocele- und Pleuraflüssigkeit sein. In diesen entzündlichen Transsudaten, sog. Exsudaten, treten sehr oft, wenn nicht immer, Fibringerinnungen ein, wenn auch selbst Blutextravasate nicht nachzuweisen sind. Offenbar ist hier eine Einwanderung von Lymphzellen und eine Veränderung derselben, vielleicht ihr Absterben, die Ursache der Gerinnung. *C. Méhu*¹ hat eine grosse Anzahl von pleuritischen Flüssigkeiten untersucht und seine Resultate in drei Tabellen zusammengestellt. Er findet 1) in diesen Flüssigkeiten von frischen acuten Pleuresien: Spec. Gew. 1,016 bis 1,023 und zwar meist über 1,020 bei 10 bis 20°. Feste Stoffe für 1000 Gewichtstheile 58,06 bis 79,40 und darin

organische Stoffe	50,00	bis	71,33
anorgan. „	7,20	„	9,03
Fibrin	0,073	„	1,207

¹ Bulletin médical du Nord, Mai 1872.

2) In chronischen Pleuresien mit eitrigen Flüssigkeiten: Spec. Gewicht 1,018 bis 1,024 bei 10—15° und in 1000 Gewichtstheilen

Feste Stoffe	. 52,10 bis 76,63	(meist 60,0—70,0)
darin organ. „	. 43,40 „ 68,36	(meist 50,0—60,0)
anorgan. Stoffe	7,7 „ 9,50	
Fibrin	. . . —	—

3) In Flüssigkeiten in der Pleura, welche durch ein Circulationshinderniss hervorgerufen sind oder in Begleitung eines solchen erscheinen (Hydrothorax): Spec. Gewicht 1,010 bis 1,016 und in 1000 Gewichtstheilen:

Feste Stoffe	. 17,36 bis 47,76	(meist 20—30)
darin organ. „	. 8,91 „ 39,08	(meist 20—26)
anorgan. Stoffe	8,36 „ 9,10	
Fibrin	. . . 0,014 „ 0,469	(meist 0,1—0,2)

§ 283. Die Gase pathologischer Transsudate sind im Vergleiche mit denen von eitrigen Gemischen in zahlreichen Fällen untersucht von *A. Ewald*¹; zwei gelegentliche Bestimmungen der enthaltenen Gase waren früher schon, die eine von *Planer*² an Peritonealtranssudat bei granulirter Leber, die andere von *Strassburg*³ an einer Hydroceefflüssigkeit, angestellt. Die Resultate, in folgender Tabelle zusammengestellt, beziehen sich auf 100 Vol. Flüssigkeit, die Gasquantitäten gemessen bei 0° und 0,760 Meter Druck.

Transsudat	CO ₂		Summe der CO ₂	O ₂	N ₂	untersucht von
	locker geb.	fest geb.				
Peritonealtranssudat .	9,404	4,866	14,270	0,139	2,107	<i>Planer</i>
Hydrocele	32,49	32,45	64,94	0,16	2,05	<i>Strassburg</i>
Oedem der Extremitäten	22,25	9,11	31,36	Spuren	Spuren	<i>Ewald</i>
Nephritis chronica .	21,88	31,18	53,06	„	„	„
Pleuritis serofibrinosa	39,34	15,59	54,93	0,68	1,33	„
„ floride Phthisis	18,54	25,99	44,53	0,54	1,87	„
Nephritis, doppelseitiger Hydrothorax .	18,99	34,82	53,81	0,36	1,95	„
Pleuritis nach Recurrens	20,92	38,03	58,95	3,16		„

¹ Arch. f. Anat. u. Physiol. 1873. Heft 6, S. 663 und ebendas. 1876. Heft 3.

² Zeitschr. d. Gesellsch. d. Aerzte in Wien 1859.

³ Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. VI, S. 94.

Transsudat	CO ₂		Summe der CO ₂	O ₂	N ₂	untersucht von
	locker geb.	fest geb.				
Pleuritism. Pericarditis	18,64	41,16	59,80	?	?	<i>Ewald</i>
„ tuberculös .	25,47	46,82	72,29	0,17	1,04	„
Hydrothorax . . .	25,34 ¹	48,67	74,01	0,29	0,87	„
„ linksseitig	27,70	56,30	84,00	3,24		„
„ beiderseits	25,71	55,50	81,21	1,01	2,47	„

Ewald hat noch eine nicht geringe Zahl weiterer Gasuntersuchungen an eitrigen Exsudaten ausgeführt, deren Besprechung hier nicht am Platze ist. Er findet, dass mit der Dauer des Bestehens einer Ansammlung eines serösen Trans- oder Exsudates (ebenso eines eitrigen) die Quantität der enthaltenen CO₂ wächst, dass aber, je mehr eine Eiterbeimischung sich herausstellt, desto mehr der CO₂-Gehalt abnimmt; der reine Eiter reagire sauer und enthalte nur wenig absorbirte CO₂.

Durch Versuche mit *Pflüger's* Aerotonometer erhielt *Ewald* an vier verschiedenen Exsudaten folgende Werthe für die Spannung der CO₂ in der Flüssigkeit:

1) Hellseröses Exsudat, spec. Gewicht 1018; von unbestimmter Dauer der Ausbildung; Spannung der CO₂ ungefähr 7,51 pCt.

2) Hellgelbes Exsudat, spec. Gewicht 1020; Dauer vier Wochen; Spannung der CO₂ ungefähr 10,92 pCt.

3) Hellgelbes Exsudat, spec. Gewicht 1008; Dauer circa sechs Wochen; Spannung ungefähr 10,73 pCt.

4) Ebenso auch gegen sechs Wochen bestehend; Spannung der CO₂ 11,5 pCt. einer Atmosphäre.

Die CO₂-Spannung ist also erheblich höher in diesen Flüssigkeiten gefunden, als sie sich im Blute in den Versuchen von *Strassburg*² ergeben hatte.

Die Functionen des Blutes.

Rückblicke.

§ 284. In der von § 176 bis hierher gegebenen Schilderung des Blutes, der Respiration, der Lymphe und des Chylus ist von verschiedenen Functionen des Blutes die Rede gewesen, welche zum

¹ Offenbar durch einen Druckfehler ist bei 1 Meter Druck 13,26 statt 19,26 gesetzt.

² A. a. O.

Theil von den rothen Blutkörperchen, zum Theil von dem Plasma des Blutes, zum Theil von beiden ausgeführt werden und zum Fortbestehen des Lebens erforderlich sind. Die Bildung der Lymphe und Aufnahme der Nährstoffe aus dem Darmcanale sind zunächst nur Functionen des Plasmas; an sie schliessen sich die Aufnahme von Stoffen, welche in Muskeln, Drüsen u. s. w. gebildet sind, und Uebertragung derselben an andere Organe, z. B. des Harnstoffs u. s. w. an die Nieren; Functionen, von denen bisher nicht die Rede gewesen ist, weil zu ihrer Besprechung eine Schilderung der Vorgänge in den Organen erforderlich scheint.

Es ist ferner geschildert die Aufnahme von Sauerstoff aus der Lungenluft in das Blut, hauptsächlich in die Oxyhaemoglobinverbindung der Blutkörperchen, und die Abgabe der CO_2 an die Lungenluft aus dem Blute, hauptsächlich aus dem Bicarbonat der rothen Blutkörperchen und des Plasmas. Es ist auch besprochen, dass der Sauerstoffgehalt des Blutes in den Capillargefässen der verschiedenen Organe abnimmt und die Tension der CO_2 ebendasselbst steigt, ohne dass jedoch die Prozesse der Bildung der CO_2 und der festeren Verbindung des Sauerstoffs in Betracht gezogen sind. Abgesehen von der Addition des Sauerstoffs zu der Haemoglobinverbindung in den Blutkörperchen des venösen Blutes in der Lunge, der entsprechenden Bildung des Bicarbonats in den Capillaren der verschiedenen Organe und der Dissociation der Oxyhaemoglobinverbindungen und des Bicarbonats bei niedrigen Tensionen von O_2 und CO_2 , ist von chemischen Processen im circulirenden Blute nicht die Rede gewesen, und auch diese Prozesse stehen auf der Grenze zwischen chemischen und physikalischen Vorgängen. Ihr Spiel in fortdauernder Wiederholung gleicht lediglich die Tensionen des Sauerstoffs und der CO_2 zwischen der Atmosphäre und den Capillaren der Organe des Körpers aus. Weitere derartige Ausgleichungen sind gleichfalls wichtige Functionen des Blutes: Verlust von Wasser durch Verdampfung an der Haut- und Lungenoberfläche und durch Bildung der Drüsensecrete, Zufluss von Wasser aus dem Darmcanale werden durch den Blutstrom gleichmässig auf den ganzen Organismus vertheilt. In allen Organen des Körpers wird Wärme gebildet, und die Temperatur der innern Organe müsste über diejenigen der oberflächlich gelegenen schnell steigen, wenn nicht der Blutstrom eine Ausgleichung der Temperatur bewirkte; denn die äusseren Organe verlieren Wärme durch Strahlung, Leitung und Wasserverdunstung, während die innern Organe, wie z. B. die

Leber, gar keinen Wärmeverlust haben, so lange ihre Temperatur die des Blutes ist.

So werden also durch die mechanischen Bewegungen des Herzens und der Respirationsorgane, übertragen auf die Blutmasse, Ausgleichungen bewirkt in Concentration der Lösungen, Gas- und Wärmetension, um mich so auszudrücken, und es kann nicht zweifelhaft sein, dass diese Functionen des Blutes zum Fortbestehen des Lebens sämmtlich erforderlich sind, wenn dasselbe, wie es bei den Wirbelthieren fast immer der Fall ist, selbst ein reges sein soll.

§ 285. Einige Physiologen haben aber dem Blute neben diesen mechanischen Functionen auch chemische Processe zugeschrieben und die Vermuthung ausgesprochen, dass das Blut einen nicht geringen Antheil der im Organismus verlaufenden chemischen Umsetzungen selbst ausführe. Indem ich die Besprechung der Eigenschaften und Functionen des Blutes schliesse, glaube ich hierauf noch eingehen zu müssen, wenn auch nur um nachzuweisen, dass diese Vermuthungen lediglich auf mangelhaften Beobachtungen und auf Missverständnissen beruhen, soweit sie das normale Leben der Wirbelthiere betreffen. Ob aber im Fieber und in putriden Zuständen auch im Blute chemische Processe verlaufen, lässt sich meines Erachtens noch nicht entscheiden. Man hat zunächst behauptet, dass im Blute Ozon enthalten sei¹, und hat diese Behauptung darauf gestützt, dass das Blut mit Guajactinctur getränktes Papier blau färbe. Diese Beobachtung ist richtig. Man weiss auch, dass beim Eintrocknen von Blut Methaemoglobin gebildet wird, und dieser Körper entsteht aus dem Haemoglobin oder Oxyhaemoglobin nur durch activen Sauerstoff. Wenn aber beim Eintrocknen des Blutes auf Papier Reactionen des activen Sauerstoffs erhalten werden, so ist hieraus noch nicht auf das Vorhandensein desselben im Blute vor dem Eintrocknen zu schliessen, bekanntlich färbt das Blut an sich die Guajactinctur nicht blau und enthält auch kein Methaemoglobin. Selbst sehr geringe Spuren von Ozon, in eine Blutportion eingeleitet, rufen die Bildung von Methaemoglobin hervor; da dieser Körper im normalen Blute völlig fehlt, kann auch kein Ozon im Blute enthalten sein, und es ist nicht recht zu begreifen, wie die Annahme, dass das Blut Ozon enthalte, ernstlich hat Beachtung finden können, während doch bekanntlich das Blut reich an Stoffen

¹ *Alex. Schmidt*, Ueber das Ozon im Blute. Dorpat 1862. — Derselbe, Arch. f. pathol. Anat. Bd. XLII, S. 1.

ist, welche jede Spur von Ozon zerstören, wie dies bereits von *His*¹ und *Schönbein*² bestimmt ausgesprochen war.

Dass weder den Oxyhaemoglobinen noch dem ganzen arteriellen Blute die Fähigkeit zukomme, Oxydationen auszuführen, die nicht durch den atmosphärischen, sondern durch activen Sauerstoff bewirkt werden, ist von mir ganz entschieden nachgewiesen³.

Einen Beweis für die im Blute verlaufenden Oxydationen hat man auch in der Thatsache zu finden geglaubt⁴, dass im Blute, welches aus der Ader gelassen ist, in den ersten Minuten nach der Entziehung eine Portion des locker am Haemoglobin gebundenen Sauerstoffs in feste Verbindung übergeht. Die Verhältnisse dieser unzweifelhaft eintretenden Oxydation sind von *Pflüger* verfolgt, später von *Stroganow*⁵ in ihrer Bedeutung weiterhin gewürdigt. Es handelt sich auch hier um einen Vorgang des Absterbens, nicht des normalen Blutlebens. Deshalb ist die in festere Verbindung übergehende Sauerstoffmenge unabhängig von der vorhandenen Oxyhaemoglobinquantität. Sobald in dem aus der Ader gelassenen Blute dieser kleine, ungefähr 1 bis 1,3 Vol. pCt. des Blutes betragende Theil von Sauerstoff in festere Verbindung eingetreten ist, bleibt der noch vorhandene disponible Sauerstoff des arteriellen Blutes unangegriffen, bis die Fäulniss eintritt.

Auch ein Versuch, der von *Hewson* zuerst angestellt ist, hat zur Meinung verleitet, dass im Blute Oxydation energisch verlaufe. Unterbindet man nämlich die Carotis am Hunde an zwei Stellen, so dass eine ruhende Säule von arteriellem Blut zwischen den Ligaturen abgeschlossen ist, und lässt das Gefäss im lebenden Thiere an Ort und Stelle, so verschwindet aus dem eingeschlossenen und nicht gerinnenden Blute bald das ganze Oxyhaemoglobin, das Blut wird dunkelroth venös.

Dass auch hier nicht eine Oxydation im Blute, sondern eine Entziehung von Sauerstoff durch die Gefässwandung geschieht, konnte ich nachweisen, indem ich in arterielles Blut frisch vom eben getödteten Thiere entnommene Blutgefässstücke oder Muskelstücke ein-

¹ Arch. f. pathol. Anat. Bd. X, S. 483.

² Sitzungsber. d. Acad. d. Wiss. in München 1863. Bd. I, S. 274.

³ *Hoppe-Seyler*, Med. chem. Untersuchungen. Berlin 1866. Heft I, S. 133 u. Heft II, S. 293.

⁴ *Pflüger*, Ueber die Kohlensäure des Blutes. Bonn 1864. — Derselbe, Centrabl. f. d. med. Wiss. 1867. Nr. 21 u. Nr. 46.

⁵ Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XII, S. 49.

brachte¹. Sehr bald zeigte sich dann um diese eingebrachten Organstücke venöse Blutfärbung. Es ist gegen diesen Versuch und meine Schlussfolgerung eingewendet, dass diese Muskeln und Blutgefäßstücke beim Absterben Säure bilden und die Säure das Blut verändere; dieser Einwand ist aber bedeutungslos, weil durch Säure aus Oxyhaemoglobin nicht Haemoglobin gebildet werden kann. Ob aber die Aufnahme von Sauerstoff aus dem arteriellen Blute in die Blutgefäß- und Muskelstücke eine normale chemische Function derselben oder ein vom Absterben dieser Theile bedingter chemischer Process sei, lässt sich nicht wohl entscheiden.

Man hat endlich auch geglaubt, nachweisen zu können, dass Stoffe aus den verschiedenen Organen in den Capillaren in das Blut überträten, welche im Stande wären, sich auch mit dem indifferenten Sauerstoff zu verbinden, dass ihrem Uebertritt in das Blut also ihre Oxydation daselbst folge². Die Consequenz würde unbestreitbar sein, aber ein Uebergang solcher reducirender Stoffe ist nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen, würde auch nur dann verständlich sein, wenn dieselben auf dem Wege in das Blut keinen Sauerstoff vorfänden, und da auch das venöse Blut bis zum Tode stets lockergebundenen und dem entsprechend auch etwas absorbirten Sauerstoff enthält, kann ein solcher Uebergang reducirender Stoffe nur nach dem Tode oder unter ganz abnormen Verhältnissen geschehen.

§ 286. Wenn nach allen diesen Resultaten Oxydationsprocesse im normalen circulirenden Blute nicht zu finden sind, könnten doch andere chemische Processe darin vor sich gehen, und zunächst könnte man hier an fermentative Processe denken, aber auch von ihnen sind bis jetzt keine Spuren gefunden. Es gehen aus den Muskeln Stoffe nachweisbar in das Blut über, wie z. B. Milchsäure; dass sie verschwinden aus dem Blute, ist bekannt, aber wo ihre Umsetzungen erfolgen, ist unbekannt; Ferment, welches milchsaures Salz in buttersaures verwandeln könnte, ist im Blute nicht vorhanden, es fehlen in ihm also die Fäulnisserreger im normalen

¹ A. a. O., S. 137 u. folg.

² Alex. Schmidt, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1867. Nr. 23 und Berichte d. sächs. Gesellsch. d. Wiss. zu Leipzig Bd. XIX, S. 99. 1867. — Vergl. auch Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. VI, S. 43.

Zustande. *Tiegel*¹ fand bei der Zersetzung der Blutkörperchen diastatisches Ferment, aber nicht im unveränderten Blute. Wird Blut von einer Thiergattung in die Adern eines Thieres einer anderen Gattung injicirt, so werden die injicirten rothen Blutkörperchen zersetzt im Blute, hier finden chemische Umwandlungen im Blute statt; es bildet sich Methaemoglobin und Bilirubin, während Injection von Blut derselben Thierspecies diese Einwirkung nicht zeigt. Was ist die Ursache dieser Veränderung? Das Räthsel ist noch ungelöst, aber am nächsten liegt die Vermuthung, dass die farblosen Blutkörperchen dieselbe herbeiführen.

Dass die farblosen Blutkörperchen sowie alle lebenden Zellen chemische Verwandlungen erleiden, ist wohl nicht zu bezweifeln, aber dieselben scheinen im normalen Blute äusserst minimal zu sein, so lange keine Reizung ihnen von aussen zukommt. Selbst die gewaltige Vermehrung der farblosen Zellen im leukämischen Blute ist nicht im Stande, wesentlich andere Verhältnisse wie im normalen Blute herbeizuführen. Das frische Blut von Leukämischen wird nicht bemerkbar schneller dunkel venös als das von gesunden Individuen. Man kann freilich nicht ausschliessen, dass die farblosen Blutkörperchen in der Leukämie selbst krank seien, aber sie zeigen, soviel mir bekannt, die amöboïden Bewegungen der gesunden farblosen Blutzellen. Die Reizung bedingt, wie früher bereits im Allgemeinen ausgesprochen ist, die Grösse des chemischen Umsatzes in den Organen, also auch in den farblosen Blutkörperchen. Einführung von fremden Substanzen in das Blut ruft ihre Reizung hervor, aber es scheint, dass sie infolge der Reizung sich festheften und auswandern am Orte der Reizung. Injection von Jauche oder Eiter in das Blut ruft Fieber hervor, Vermehrung des Stoffwechsels und Erhöhung der gebildeten Wärme. Es ist wohl möglich, dass hier verschiedene chemische Processe, auch lebhaftes Oxydationen im Blute verlaufen, aber der erforderliche Nachweis ist noch nicht erbracht. Das Blut ist unzweifelhaft das Vehikel für Infectionen aller Art, Miasmen und Contagien, es scheint jedoch, dass es sich selbst stets schnell von den fremden Stoffen und Keimen säubert und dann, wiederum von chemischen Vorgängen frei, seine mechanischen Functionen im schwer erkrankten wie im gesunden Organismus versieht.

Ueberblicken wir im Ganzen das, was die Untersuchung der Vorgänge im gesunden Blute bereits gefördert hat, so finden wir mit

¹ Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. VI, S. 249 u. Bd. VII, S. 391.

einer gerechtfertigten Befriedigung, dass ebenso wie die mechanischen Verhältnisse der Blutcirculation und Respiration auch die Functionen des Blutes im Ganzen und selbst in vielen Einzelheiten bereits erkannt sind, aber eine Würdigung nicht allein der zahlreichen, im Verlauf der Schilderung aufgeworfenen Fragen, die zu einer directen experimentalen Verfolgung und Beantwortung auffordern, sondern hauptsächlich der viel bedeutenderen Lücken in der Kenntniss hinsichtlich der Herkunft der Blutkörperchen und des Plasmas, der Entstehung ihrer Bestandtheile, des Ortes und der Art ihres Untergangs wird vor der Ueberhebung bewahren, als sei auch nur in diesem zugänglichsten Theile der Physiologie etwas besonders Grosses schon geleistet. Diese Fragen können ihre Beantwortung nur finden durch die Untersuchung der Processe in den lebenden Zellen, zu deren Schilderung, soweit die Forschung bis jetzt vorgedrungen, wir uns nun wenden.
