

Zur Lehre vom Pepton.

IV. Ueber die Verbreitung des Peptons im Thierkörper.

Von Dr. **Franz Hofmeister.**

(Aus dem medicinisch-chemischen Laboratorium in Prag.)
(Der Redaktion zugegangen am 18. August 1881.)

1. Einleitende Bemerkungen.

Ueber die Art und Weise, in welcher der thierische Organismus über das ihm vom Darm zufließende stickstoffhaltige Nährmaterial verfügt, sind wir trotz mannichfacher auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen nicht genauer unterrichtet. Es erklärt sich dies daraus, dass die Verfolgung der im Darne aus Eiweiss entstandenen Verdauungsprodukte auf ihrer Wanderung durch den Thierkörper mit nicht gewöhnlichen Schwierigkeiten verknüpft ist, welcher Umstand wieder in der Unvollkommenheit der einschlägigen Nachweismethoden seine natürliche Begründung findet.

Unter den Produkten der Eiweissverdauung hat das Pepton von jeher besondere Beachtung gefunden, da man von der freilich erst neuester Zeit durch Schmidt-Mülheim¹⁾ ausreichend begründeten Anschauung ausging, dass das Eiweiss vor seiner Resorption, zum grössten Theil in diesen Körper übergeführt wird. Die einfachste, nahezu selbstverständliche Vorstellung von dem bei der Resorption stattfindenden Vorgang war die, dass das relativ leicht diffundible Pepton durch die Darmschleimhaut in das Blut der Schleimhautgefässe hineindiffundirt und von diesem dem Ort seiner Verwendung zugeführt wird. Die Auffindung von

¹⁾ Schmidt-Mülheim: Du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie, Jahrg. 1879, 39 u. ff.

Pepton im Pfortaderblut verdauender Thiere durch Plósz und Gyergyai¹⁾ sowie durch Drosdoff²⁾ verlied dieser Auffassung eine wesentliche Stütze. Allein schon bei diesen qualitativen Versuchen fiel es auf, dass die erhaltenen Peptonreaktionen gegen die Anwesenheit irgend erheblicher Peptonmengen im Blute sprachen, und durch die quantitativen Untersuchungen Schmidt-Mülheim's wurde weiterhin festgestellt, dass die im Blute verdauender Thiere anzutreffende Quantität Pepton stets eine geringe ist, ja dasselbe wurde in zwei Fällen nach Injection von Pepton in den Magen im Blute völlig vermisst.

Diese Thatsachen lassen zweierlei Deutung zu. Entweder es gelangt überhaupt nur sehr wenig unverändertes Pepton durch die Darmschleimhaut ins Blut, oder aber das Pepton unterliegt sehr bald nach seiner Aufnahme in dasselbe einer Umwandlung, durch die es seine charakteristischen Eigenschaften einbüsst, und somit als solches fortzubestehen aufhört. Die Beobachter, die sich bisher mit dieser Frage beschäftigt haben, neigen sich der letzteren Auffassung zu; über den Ort, wo die fragliche Umwandlung stattfinden soll, gehen allerdings die Meinungen auseinander, denn während Plósz und Gyergyai gefunden zu haben glauben, dass zellenreiche Organe wie z. B. die Leber, die Muskeln, gleicher Weise befähigt sind diese Veränderung zu bewirken, und namentlich hervorheben, dass das Pepton die Leber nicht passiren kann, ohne dort festgehalten und verändert zu werden, so sucht andererseits Schmidt-Mülheim³⁾ den Beweis zu erbringen, dass diese Umwandlung im Blute selbst vor sich geht, obgleich directe Versuche Pepton durch Digestion mit lebenswarmem, defibrinirten oder nicht defibrinirten Blute der angedeuteten Umwandlung zuzuführen ein negatives Resultat gaben.

¹⁾ Plósz und Gyergyai: Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, Bd. 10, S. 550.

²⁾ Drosdoff: Diese Zeitschrift, Bd. 1, S. 216.

³⁾ Schmidt-Mülheim: Du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie. Jahrgang 1880, S. 46 u. ff.

Keine dieser Annahmen lässt sich mit der von mir¹⁾ gemachten Wahrnehmung in Einklang bringen, dass relativ geringe Peptonmengen, welche dem Blute auf einem anderen Wege als vom Darm aus zugeführt werden, zum grösseren Theile unverändert mit dem Harn zur Ausscheidung kommen. Diese Beobachtung erscheint nur verständlich unter der Voraussetzung, dass die Stätte der in Rede stehenden Umwandlung hauptsächlich die Darmschleimhaut selbst ist.

Bevor ich an die Prüfung dieser Auffassung ging, hielt ich es für nothwendig, die normale Verbreitung des Peptons im Thierkörper in den verschiedenen Stadien der Verdauung festzustellen, um die Möglichkeit auszuschliessen, dass ausser Blut und Darm noch andere Organe einen hervorragenden Antheil an dem Schicksale des Peptons haben.

Untersuchungen in dieser Richtung liegen nur in spärlicher Anzahl vor. Plósz und Gyergyai fanden bei Hunden, denen 20—30 gr. Pepton in den Magen gebracht worden waren, den grössten Peptongehalt im Blute der Mesenterialvenen und dem Extrakte des Mesenteriums. Viel weniger enthielt die Leber, bloss undeutlich nachweisbare Spuren das Lebervenenblut und das Blut der Carotis. Ausserdem liegt, nur noch von Seiten Schmidt-Mülheim's der interessante Nachweis vor, dass bei mit Fleisch gefütterten Hunden der Chylus peptonfrei angetroffen wird, und zwar auch dann, wenn in dem Blute derselben Thiere Pepton nachweisbar ist.

2. Methode der Untersuchung.

Entsprechend der Aufgabe, die ich mir gestellt hatte, war zu ermitteln:

1. In welchen Organen kommt bei verdauenden Thieren Pepton zur Beobachtung;
2. In wiefern ist die Menge des gefundenen Peptons von dem Fortgange der Verdauung abhängig.

Um dieser Forderung zu genügen, wurde eine Anzahl mit Fleisch gefütterter Hunde in verschiedenen Stadien der

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. 5, S. 127.

Verdauung durch Verblutenlassen getödtet und in den Organen derselben der Peptongehalt bestimmt. Es wäre wünschenswerth gewesen, bei jedem Versuchsthier sämtliche Organe in dieser Art zu untersuchen, allein bei der Unmöglichkeit ein so reiches Material in so kurzer Zeit zu bewältigen, dass postmortale Veränderungen nicht zu befürchten gewesen wären, sah ich mich gezwungen, die Untersuchung der Versuchsthier stets nur auf einige Organe zu beschränken.

Es kamen zur Untersuchung: (Blut 15 mal), Herzmuskel (5 mal), Lunge (1 mal), Magen (12 mal), Dünndarm (12 mal), Dickdarm (10 mal), Leber (7 mal), Pancreas (11 mal), Milz (12 mal), die grossen Lymphdrüsen an der Gekröswurzel (4 mal), das von ihnen abgetrennte Mesenterium (4 mal), die Nieren (7 mal), das Gehirn (1 mal).

Bei der Verarbeitung wurde in der Regel folgender Gang eingehalten: Die dem eben getödteten Thiere entnommenen Organe wurden sofort gewogen, mit der Scheere in grobe Stücke geschnitten, in entsprechend grosse, mit siedendem Wasser gefüllte Schalen geworfen und in denselben einige Minuten im Kochen erhalten. Nach dem Erkalten wurden die festgeronnenen Gewebstücke in einer Reibschale zu einem feinen Brei verrieben, dann wieder in die Schale, in welcher sie gekocht worden waren, zurückgespült und mit Eisenchlorid und essigsauerm Natron nach vorgängiger Neutralisation in bereits beschriebener Weise¹⁾ ausgefällt. Obgleich die derart erhaltenen Filtrate in der Regel keine Spur einer Eiweissreaktion mit Ferrocyankalium und Essigsäure darzubieten pflegen, habe ich es doch für zweckmässig erachtet, namentlich wenn es sich um grössere eiweissreiche Organe handelte, die Ausfällung zu wiederholen, indem ich erst mit einer grösseren Menge Eisenchlorid, z. B. 10 Cc. einer mässig concentrirten Lösung in gewohnter Weise das Eiweiss abschied, um nach dem Erkalten der Flüssigkeit nochmals eine geringe Menge Eisenlösung, z. B. 1 Cc. zuzusetzen und nochmals wie früher zu verfahren.

Für die häufige Anwendung dieses Verfahrens habe ich

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. IV, S. 264.

es vortheilhaft gefunden, stets dieselbe Eisen- und Natronlösung zu benutzen und beide Flüssigkeiten aus Büretten zuzusetzen; die Menge des zur Neutralisation nothwendigen Natrons steht dann zu jener des zugesetzten Eisenchlorids in einem nahezu constanten Verhältniss, so dass man sie vor dem Zusatz annähernd berechnen kann.

Die erhaltenen Flüssigkeiten wurden sammt dem Niederschlag in einen Masscylinder gebracht, auf ein bestimmtes Volum aufgefüllt und unter Umschütteln 12—14 Stunden stehen gelassen, hierauf auf das Filter gebracht, vom Filtrat, das sich bei Prüfung mit Ferrocyankalium stets als eiweissfrei erwies, ein abgemessener Theil auf ein ganz geringes Volum gebracht und in diesem das Pepton colorimetrisch bestimmt. Durch diesen Vorgang wurde die Schwierigkeit umgangen, das in das geronnene Eiweiss imbibirte Pepton durch anhaltendes Auskochen ausziehen zu müssen; abgesehen davon, dass ein vollständiges Erschöpfen der Eiweisscoagula überhaupt nur sehr schwer zu erreichen ist, hätte ein anhaltendes Kochen der Organe die Auflösung eines Theils des leimgebenden Gewebes und damit eine völlige Vereitelung der angestrebten Peptonbestimmung zur Folge haben können, da Leimsubstanzen, wie bekannt, die Biuretreaktion in ausgesprochener Weise geben. Aus diesem Grunde wurden die untersuchten Gewebe im Ganzen nie länger als $\frac{1}{2}$ Stunde der Einwirkung des siedenden Wassers ausgesetzt, da die Erfahrung gelehrt hatte, dass unter diesen Umständen leimgebende Gewebe noch nicht in Lösung gehen.

In derselben Weise wie die Organe wurden die beim Verblutenlassen in gewogenen Gläsern aufgefangenen Blutproben behandelt.

Eine erheblichere Abweichung in dem berührten Verfahren erwies sich nur für die Untersuchung von Darmextract und Leber nothwendig.

Da es sich bei der Untersuchung des Darms um die Feststellung des Peptongehaltes der Darmschleimhaut handelte, so musste zunächst die Oberfläche der Mucosa auf das sorgfältigste von anhängendem peptonhaltigen Darminhalt gesäubert

werden. Es geschah dies in der Weise, dass der eröffnete Darm unter einem kräftigen Wasserstrahl von anhängenden Darmcontentis befreit, sauber gewaschen, dann auf einem Tische ausgebreitet und die Schleimhautfläche mit einem trockenen Tuche von anhängendem Schleim befreit wurde. Hierauf wurde der Darm nochmals sorgfältig mit Wasser gewaschen und erst jetzt der weiteren Verarbeitung zugeführt.

Für den Zweck der Untersuchung wäre es wünschenswerth gewesen, bloss die isolirte Darmschleimhaut in Untersuchung zu ziehen; ein Ablösen derselben von der Muscularis erwies sich jedoch als in dem gebotenen Umfang nicht durchführbar. Es gelangte daher stets die ganze Darmwand — Mucosa, Muscularis und Serosa — zur Verarbeitung. Da sich ferner ein directes Zerkleinern des gekochten Darmgewebes in der Reibschale als unthunlich erwies, so wurde der Darm vorher mit der Scheere in möglichst dünne Querstreifen zerlegt. Trotzdem liess die erreichbare Zerkleinerung manches zu wünschen übrig.

Bei der Ausfällung des Eiweisses mit Eisenchlorid stellte sich heraus, dass dieses Verfahren nicht genügt, mit Sicherheit den Schleim der Schleimhautdrüsen abzuscheiden. Es gelingt jedoch völlig klare und eiweissfreie Filtrate zu erhalten, wenn vor dem Ausfällen etwas Bleizuckerlösung zugesetzt wird. Ein geringer Bleigehalt des Filtrats ist für die Peptonbestimmung nicht von Belang, nur erscheint es bei Prüfung desselben auf Eiweiss mit Ferrocyankalium nothwendig, die entnommene Probe vorher von Blei zu befreien.

Unerwartete Schwierigkeiten stellten sich der Peptonbestimmung in der Leber entgegen. Es gelang nämlich trotz Anwendung überschüssigen Eisens nicht völlig eiweissfreie Leberextrakte zu erhalten, woran deren Glycogen- und Zuckergehalt Schuld sein dürfte. Ich musste um diesen Zweck zu erreichen die Filtrate mit Bleioxyd unter Zusatz von etwas Bleizucker kochen und aus dem Filtrate das Blei mit Schwefelsäure abscheiden. Die erhaltene saure Flüssigkeit fällte ich, um ja das Pepton in der meist stark gefärbten Flüssigkeit nicht zu übersehen, mit Phosphorwolframsäure, zerlegte den

ausgewaschenen Niederschlag mit überschüssigem Baryt, und prüfte die erhaltene Lösung in bekannter Weise.

Die quantitative Bestimmung des Peptons hätte ich gerne auf doppelte Art, polarimetrisch und colorimetrisch, ausgeführt. Allein Versuche ergaben, dass die beiden Methoden zwar für die Magenwand übereinstimmende Werthe ergaben, nicht so aber für Dünndarm, Dickdarm und Pancreas, was auf eine Verschiedenheit der Drehungsconstante des Magen- und des Pancreaspeptons hinzuweisen scheint. Dazu kam, dass die Auszüge mancher Organe, z. B. der Niere, eine geringe Linksdrehung darboten, wenn auch in ihnen nach allen auch den empfindlichsten Reaktionen zu schliessen, Pepton vollständig fehlte, und so blieb ich auf die ausschliessliche Anwendung des colorimetrischen Verfahrens angewiesen.

Die Ausführung der Bestimmung geschah in der bereits früher beschriebenen Weise¹⁾, nur bleibt zu bemerken, dass ich mich dabei planparalleler Glaströge von 5 ctm. Länge im Lichten bediente, wobei die Möglichkeit, bei sehr verdünnten Lösungen die Biuretfärbung in 5 ctm. langer Schichte zu vergleichen, die Genauigkeit der Resultate wesentlich förderte. Auch diesmal erwies es sich als zweckmässig, dem störenden Einfluss, den die Eigenfärbung der Organextrakte auf die Herstellung gleicher Farbennuancen ausübte, dadurch zu begegnen, dass die zum Verdünnen der Normalpeptonlösung bestimmte Flüssigkeit jedesmal genau auf den Farbenton der untersuchten Flüssigkeit gebracht wurde. Als Farbstofflösung benutzte ich alkalisch gemachten, wenn nöthig mit ein oder zwei Tropfen Cochenilletinktur versetzten, filtrirten Harn, welcher bei passender Verdünnung die Eigenfärbung der Extrakte bis zur absoluten Gleichheit nachzuahmen gestattet.

Ueber die mit Hülfe der colorimetrischen Methode erreichbare Genauigkeit geben nachstehende Versuche einigen Aufschluss.

Ich stellte mir Peptonlösungen von bekanntem Gehalte her und bestimmte denselben durch Vergleichung mit einer

¹⁾ Diese Zeitschrift, Band V, S. 135.

anderen Peptonlösung von bekanntem Gehalt. Nachstehend folgen die erhaltenen Zahlen auf Procente berechnet:

Procentgehalt der Lösung:	Gefunden:	Mittel:
0,100%	0,0971 0,1013	0,0992%
0,050%	0,0503 0,0492	0,0497%
0,025%	0,0276 0,0256	0,0266%
0,0125%	0,0123 0,0132	0,0127%

Diese Zahlen zeigen wohl zur Genüge, dass die colorimetrische Methode selbst für die Bestimmung sehr geringer Peptonmengen in jeder Beziehung ausreicht, und darin kaum von einer anderen Methode übertroffen werden kann.

Um weiter zu sehen ob diese Genauigkeit auch für die Bestimmung mit Einschluss der Eiweissausfällung Gültigkeit hat, habe ich je 50 Cc. Peptonlösung von bekanntem Gehalt mit gleichen Volumen Eisenchlorid in beschriebener Weise ausgefällt, die Flüssigkeit sammt Niederschlag auf 100 Cc. gebracht, vom Filtrat einen abgemessenen Theil auf ein geringes Volum eingengt und zur Peptonbestimmung verwendet.

Volum der Flüssigkeit.	Peptongehalt		Gefunden im Mittel		Verlust an Pepton	
	gr.	%	gr.	%	gr.	%
50	0,005	0,010	0,0033	0,007	0,0017	0,003
50	0,010	0,020	0,0073	0,015	0,0027	0,005
50	0,020	0,040	0,0178	0,036	0,0022	0,004
50	0,030	0,060	0,0276	0,055	0,0024	0,005
50	0,050	0,100	0,0484	0,097	0,0016	0,003
50	0,100	0,200	0,0979	0,196	0,0021	0,004

Man sieht aus diesen Zahlen, dass durch das Ausfällen mit Eisenchlorid in der Genauigkeit der Bestimmung eine geringe Aenderung im Sinne eines Verlustes eintritt, der jedoch bei procentlicher Berechnung erst in der dritten Deci-

male zum Ausdruck kommt. Ich glaube auf Grund dieser Versuche annehmen zu dürfen, dass die im Nachstehenden mitgetheilten Zahlen sehr annähernd der Wahrheit entsprechen.

3. Versuchsergebnisse.

Das mir vorliegende Versuchsmaterial bezieht sich auf 15 in den verschiedensten Stadien der Verdauung getödtete Thiere. Ich halte es aber für unnöthig alle Versuche einzeln anzuführen, sondern will nur die bemerkenswertheren Ergebnisse hervorheben. Zunächst sei, um Wiederholungen vorzubeugen, erwähnt, dass bestimmte Organe stets peptonfrei gefunden wurden, nämlich die Nieren (7 mal untersucht), die Mesenterialdrüsen (4 mal untersucht), das Mesenterium (4 mal untersucht), der Herzmuskel (5 mal untersucht). Ueberdies erhielt ich bei vereinzelt Untersuchungen von Hirn, Extremitätenmuskeln und Lungen ein negatives Ergebniss. Auch in der Leber konnte trotz sorgfältigster Untersuchung in keinem Falle (unter 7 Versuchen) Pepton nachgewiesen werden. Doch waren die aus der Leber gewonnenen Flüssigkeiten meist stärker gelb gefärbt, so dass Spuren von Pepton der Erkennung entgehen konnten. Irgend beachtenswerthe Mengen aber enthält die Leber jedenfalls nicht.

Hingegen wurde Pepton vorgefunden, wenn auch nicht mit gleicher Regelmässigkeit im Blute, in der Darmwand, in der Milz und im Pancreas. Von den in den verschiedenen Organen vorfindlichen Peptonmengen und deren Abhängigkeit von dem Verlaufe der Verdauung dürften die nachstehend mitgetheilten 8 Versuche ein genügend klares Bild liefern.

Versuch I. Ein 5800 gr. schwerer Hund erhält nach 24stündigem Hungern 275 gr. grobzerschnittenes Pferdefleisch. Zwei Stunden darnach wird er durch Verblutenlassen aus der Cruralis getödtet. Die gefundenen Peptonmengen sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich; die angeführten Zahlen sind meist das Mittel aus 2, hin und wieder auch aus 3 oder 4 colorimetrischen Bestimmungen.

	Gewicht.	Gefundenes Pepton	
		gr.	Procente.
Blutprobe . . .	33,5	0,0114	0,034
Magen	34	Spuren	Spuren
Dünndarm . . .	105	0,0704	0,070
Dickdarm . . .	20	kein Pepton.	kein Pepton
Milz	5	«	«
Pancreas . . .	17	0,4268	2,51

Versuch II. Hund 4670 gr. schwer, 4 Stunden nach der Fütterung mit 250 gr. Pferdefleisch getödtet. Im Magen findet sich noch über die Hälfte des verfütterten Fleisches. Es werden zwei hinter einander aufgefangene Blutproben untersucht.

	Gewicht.	Gefundenes Pepton	
		gr.	Procente.
Blutprobe 1 . . .	53	kein Pepton	kein Pepton
Blutprobe 2 . . .	48	«	«
Magen	44	0,571	0,130
Dünndarm . . .	127	0,1167	0,092
Dickdarm . . .	24	0,0168	0,070
Milz	13	kein Pepton	kein Pepton
Pancreas . . .	14	«	«

Versuch III. 5750 gr. schwerer Hund, 6 Stunden nach Fütterung mit 300 gr. Pferdefleisch getödtet. Im Magen noch ungefähr die Hälfte des Futters. Es werden zwei hinter einander aufgefangene Blutproben untersucht.

	Gewicht.	Gefundenes Pepton		
		gr.	Procente.	
Blutprobe 1 . . .	44	0,0134	0,030	} im Mittel 0,029.
Blutprobe 2 . . .	65	0,0184	0,028	
Magen	44	0,0220	0,050	
Dünndarm . . .	105	0,3174	0,302	
Dickdarm . . .	23	0,0074	0,032	
Milz	11	kein Pepton	kein Pepton	
Pancreas . . .	13	«	«	

Versuch IV. 12050 gr. schwerer Hund, 7 Stunden nach Fütterung mit 275 gr. Pferdefleisch getödtet. Im Magen noch eine beträchtliche Menge halbverdauten Fleisches.

	Gewicht.	Gefundenes Pepton.	
		gr.	Procent.
Blutprobe . . .	66	0,0364	0,055
Magen . . .	92	0,1001	0,109
Dünndarm . . .	214	0,9235	0,432
Dickdarm . . .	36	kein Pepton	kein Pepton
Milz . . .	39	0,0315	0,081
Pancreas . . .	11	kein Pepton	kein Pepton

Versuch V. 6850 gr. schwerer Hund, 9 Stunden nach der Fütterung mit ca. 250 gr. Fleisch getödtet. Im Magen noch Fleisch. Es wird das gesammte aus der Cruralis erhaltene Blut verarbeitet.

	Gewicht.	Gefundenes Pepton.	
		gr.	Procent.
Blut	412	0,1972	0,048
Magen	78	0,2007	0,257
Dünndarm	201	0,2796	0,139
Dickdarm	23	0,0127	0,055
Milz	22	kein Pepton	kein Pepton
Pancreas	18	«	«

Versuch VI. 4150 gr. schwerer Hund, 12 Stunden nach der Fütterung mit 250 gr. Pferdefleisch getödtet. Im Magen noch einige grössere mürbe Fleischstücke. Es werden zwei hinter einander aufgefangene Blutproben untersucht.

	Gewicht.	Gefundenes Pepton.		
		gr.	Procent.	
Blutprobe 1 . . .	69,5	0,0229	0,033	} im Mittel 0,037..
Blutprobe 2 . . .	68	0,0274	0,040	
Magen	59	0,0400	0,068	
Dünndarm	195	0,1776	0,091	
Dickdarm	33	0,0173	0,052	
Milz	11	kein Pepton	kein Pepton	
Pancreas	17	«	«	

Versuch VII. 5650 gr. schwerer Hund erhält Abends 7 Uhr 300 gr. Fleisch und wird am nächsten Morgen um 10 Uhr — also nach 15 Stunden getödtet. Im Magen noch einige bohngrosse Fleischstückchen.

	Gewicht.	Gefundenes Pepton	
		gr.	Procent.
Blutprobe . .	58	0,0152	0,026
Magen . . .	47	0,0940	0,200
Dünndarm . .	117	0,1167	0,100
Dickdarm . .	16	0,0136	0,085
Milz	10	0,0295	0,295
Pancreas . .	8	0,0270	0,338

Versuch VIII. Ein 8810 gr. schwerer Hund wird 120 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme getödtet. Magen und Darm leer.

	Gewicht.	Gefundenes Pepton.	
		gr.	Procente:
Blutprobe . .	62	kein Pepton	kein Pepton
Magen : . . .	90	0,0148	0,016
Dünndarm . .	232	0,0750	0,032
Dickdarm . .	34	kein Pepton	kein Pepton
Milz	20	«	«
Pancreas . .	24	«	«

Behufs leichterer Uebersicht stelle ich die gefundenen Procentwerthe nachstehend tabellarisch zusammen.

Zeit seit der letzten Fütterung in Stunden.	Procentgehalt an Pepton in					
	Blut.	Magen.	Dünndarm.	Dickdarm.	Milz.	Pancreas.
2	0,034	Spuren	0,070	kein Pepton	kein Pepton	2,51
4	kein Pepton	0,130	0,092	0,070	«	kein Pepton
6	0,029	0,050	0,302	0,032	«	«
7	0,055	0,109	0,432	kein Pepton	0,081	«
9	0,048	0,257	0,139	0,055	kein Pepton	«
12	0,037	0,068	0,091	0,052	«	«
15	0,026	0,200	0,100	0,085	0,295	0,338
120	kein Pepton	0,016	0,032	kein Pepton	kein Pepton	kein Pepton

4. Schlussfolgerungen.

Ein Blick auf die vorstehende Tabelle lehrt, dass nur an einer Stelle unter allen Umständen Pepton angetroffen wird: in der Darmwand. Die gefundenen Mengen sind jedoch in den einzelnen Abschnitten des Darmkanals wesentlich verschiedene. Während dabei der Peptongehalt der Magenwand kein regelmässiges Verhalten mit dem Gange der Verdauung erkennen lässt, wenn man von der Thatsache absieht, dass er bei länger hungernden Thieren bis an die Grenze der Bestimmbarkeit absinkt, so tritt beim Dünndarm unverkennbar ein gesetzmässiges Ansteigen bis zur siebenten Stunde mit darauf folgendem Absinken hervor. Es erscheint von Interesse, die gefundenen Zahlen mit den von Schmidt-Mülheim für den Peptongehalt des Darminhalts in den gleichen Verdauungsperioden erhaltenen Werthen zusammenzustellen.

Zeit seit der letzten Fütterung.	Peptongehalt nach Schmidt-Mülheim im Gehalt des		Peptongehalt nach mir in der Wandung des	
	Magens.	Dünndarms.	Magens.	Dünndarms.
2 Stunden	3,653 gr.	0,311 gr.	Spuren.	0,070%
4 "	3,312 "	0,498 "	0,130 "	0,092 "
6 "	2,912 "	1,352 "	0,050 "	0,302 "
9 "	3,422 "	1,222 "	0,257 "	0,139 "
12 "	0,083 "	0,820 "	0,068 "	0,091 "

Trotzdem sich beide Versuchsreihen nicht direkt mit einander vergleichen lassen, da sie an Thieren wesentlich verschiedener Grösse erhalten sind, so geht doch aus der Zusammenstellung hervor, dass wenn einerseits die Menge des im Dünndarm vorfindlichen Peptons in der 6. Stunde ihr Maximum erreicht, andererseits auch die Aufnahme des Peptons von Seiten der Darmschleimhaut in ungefähr derselben Zeit ihren Höhepunkt hat, so dass die Resorption mit der Bildung des Peptons gleichen Schritt hält. Diesen beiden sich gegenseitig ergänzenden Versuchsreihen lässt sich noch eine Parallele beigesellen in dem Gang der stündlichen

Harnstoffausfuhr bei mit Fleisch gefütterten Hunden. Panum¹⁾ fand, dass dieselbe ihr Maximum in der 3.—6. Stunde nach der Fütterung erreicht und dass 7 - 7½ Stunden nach derselben bereits die Hälfte der Harnstoffmenge ausgeschieden ist, welche nach Aufnahme der betreffenden Fleischportion in 24 Stunden zur Secretion kommt.

Nach C. Ph. Falck²⁾ erreichte ferner die Curve der Ausscheidung bei Zufuhr von 500 gr. Fleisch an einen 7 kg schweren Hund in der 7. Stunde ihren Höhepunkt, um dann wieder zu sinken. Es lässt sich nicht leugnen, dass diese auffällige Analogie in dem Gange der Peptonbildung und Peptonresorption einerseits, der Harnstoffausfuhr andererseits zu Gunsten der Annahme spricht, dass ein beträchtlicher Theil des aufgenommenen Peptons im Körper rasch in seine Endprodukte zerfällt.

Im Dickdarm macht sich der Einfluss der Verdauung auf den Peptongehalt der Schleimhaut nicht mehr deutlich bemerkbar, was leicht seine Erklärung in dem Umstande findet, dass die Peptonisirung des verfütterten Fleisches sich fast ausschliesslich im Magen abspielt, so zwar, dass selbst im Zwölffingerdarm meist nur spärliche, schleimige Flüssigkeit, nur ganz ausnahmsweise ein einzelner Fleischbrocken angetroffen wird. Die Peptonmengen, welche der Resorption im Dünndarm entgehend, ihren Weg über die Bauhin'sche Klappe hinaus finden, sind beim Hunde verschwindend gering.

Bemerkenswerth erscheint der Umstand, dass das Pepton auch in der Darmschleimhaut hungernder Thiere nicht vollständig vermisst wurde. Ob die gefundene geringe Menge ein von der Zeit der Verdauung her verbliebener Rest, oder aber anderer Herkunft ist, kann vorläufig unerörtert bleiben.

Eine nähere Betrachtung scheinen mir ferner die Beziehungen zu verdienen, welche sich aus meinen Versuchen für den Peptongehalt der Darmschleimhaut einerseits, dem des Blutes andererseits ergeben. Derselbe ist mit einer einzigen

¹⁾ Panum, Jahresbericht für Thierchemie 1874, S. 366.

²⁾ C. Ph. Falck, Beiträge zur Physiologie, Pharmakologie und Toxikologie. Stuttgart 1875, S. 185.

Ausnahme in der Magenwand grösser als im Blute; in noch erhöhtem Masse ist dies bei der Wand des Dünndarms der Fall. Dieser Unterschied wird noch auffälliger, wenn man bedenkt, dass die angegebenen procentischen Werthe auf Grundlage des Gewichts der gesammten Darmwand berechnet sind, und bei Berechnung auf die Schleimhaut allein nahezu eine Verdoppelung erfahren würden.

Aber die in der Darmwand gefundenen Peptonmengen sind nicht bloss relativ als beträchtlich zu bezeichnen, sie sind auch absolut höher als die im Gesamtblute derselben Thiere nachweisbaren Quantitäten. Nimmt man auf der einen Seite die Blutmenge der Thiere mit rund 7% des Körpergewichts an, und berechnet auf Grund der gefundenen Zahlen den Peptongehalt des Gesamtblutes, setzt damit andererseits die Summe der aus Magen-, Dünndarm- und Dickdarmwand erhaltenen Peptonquantitäten in Vergleich, so ergibt sich, wie aus nachstehender Zusammenstellung hervorgeht, dass der Gehalt der Darmwand meist mehr denn doppelt so gross ist, als jener des Gesamtbluts.

Zeit der Fütterung in Stunden.	2	4	6	7	9	12	15
Pepton im Blute .	0,1380	kein Pepton	0,1167	0,4639	0,1301	0,1038	0,1028
in der Darmwand.	0,0704	0,1906	0,3465	1,0236	0,4930	0,2349	0,2243

Für einen Vergleich der in der Darmwand und der im Darminhalt vorhandenen absoluten Peptonmengen stehen mir leider keine eigenen Beobachtungen zur Verfügung. Stellt man jedoch die von Schmidt-Mülheim für Magen- und Dünndarminhalt erhaltenen bereits oben angeführten Werthe und die von mir für Magen- und Dünndarmwand gefundenen nebeneinander, so tritt trotz der verschiedenen Grösse der angewandten Versuchsthiere eine auffällige Verschiedenheit im Verhalten des Magens und des Dünndarms sehr deutlich zu Tage. Während Schmidt-Mülheim im Magen 2- bis 11mal so viel Pepton vorfand als im Dünndarm, übertrifft im Gegensatz hierzu in meinen Versuchen der Peptongehalt

der Dünndarmwand jenen der Magenwand bis um das 14fache. Ferner ergibt sich dass, trotzdem Schmidt-Mülheim fast ohne Ausnahme an grösseren (ca. 8 kg schweren) Hunden experimentirte, die von ihm im Dünndarminhalt ermittelten Zahlen nur wenig — um das Doppelte bis Dreifache — grösser sind, als die von mir für die Dünndarmwand gefundenen. Im Gegensatze hierzu übertrifft die Menge des in der Magenöhle vorhandenen Peptons jene des in der Magenschleimhaut nachweisbaren um mindestens das 15fache. Es geht aus diesem Verhalten hervor, dass entweder der Magen an der Resorption des Peptons einen geringeren Antheil hat als der Dünndarm, oder dass das resorbirte Pepton aus seiner Schleimhaut rascher verschwindet.

Neben dem Darm zeigt das Blut ein ziemlich regelmässiges Verhalten. Wie bereits Schmidt-Mülheim angegeben hat, enthält das Blut von Hunden, seit deren Fütterung 24 Stunden verflossen sind, kein Pepton. Es liegen mir in dieser Richtung fünf übereinstimmende Versuche vor.

Das Blut verdauender Thiere erweist sich in der Mehrzahl der Fälle als peptonhaltig. Doch sind mir unter 11 Fällen 3mal negative Beobachtungen vorgekommen und zwar betrafen sie Hunde in der 4. bis 6. Stunde der Verdauung. Es scheint dies darauf hinzuweisen, dass ein Circuliren unveränderten Peptons mit dem Blute für die Ernährung nicht unumgänglich nothwendig ist.

Auch ist die im Blute vorhandene Menge Pepton nie bedeutend, die gefundenen Procentwerthe schwanken in ziemlich engen Grenzen von 0,029—0,055% mit einem unverkennbaren Maximum auf der 7. Stunde. Immerhin sind die von mir gefundenen Zahlen höher als die früher von Schmidt-Mülheim unter ähnlichen Verhältnissen ermittelten, welche sich zwischen 0,008 und 0,028% bewegen. Vielleicht ist diese Differenz darin begründet, dass Schmidt-Mülheim nur das Serum des centrifugirten Blutes auf Pepton untersuchte. Es kann eben nicht für ausgemacht angesehen werden, dass das im Blut enthaltene Pepton ausschliesslich oder auch nur vorwiegend in dem Serum desselben gelöst

sei. Im Hinblick auf meine einschlägigen Beobachtungen am Eiter¹⁾ muss ich es im Gegentheil für nicht unwahrscheinlich ansehen, dass auch im Blute das Pepton vorwiegend an bestimmte, geformte Elemente desselben gebunden ist, und von denselben erst beim Absterben des Blutes nach und nach abgegeben wird. Uebrigens kann ich auch einen, allerdings nur vereinzelt Versuch anführen, in welchem Serum und Blutkuchen aus dem Blute eines in der 6. Stunde der Verdauung getödteten Thieres getrennt zur Untersuchung kam. Dabei erwies sich das Serum als peptonfrei, während der Blutkuchen — es war absichtlich die oberste Schichte zur Verarbeitung genommen worden — 0,09% Pepton enthielt.

Das Vorkommen von Pepton in der Milz kann bei der innigen Beziehung, die zwischen Blutgefässsystem und Milz besteht, nicht befremden, doch ist dasselbe ein noch unregelmässigeres als im Blute. Im Ganzen habe ich bei 10 verdauenden Thieren 4mal Pepton angetroffen und zwar war nie Pepton in der Milz vorhanden, wenn es im Blute fehlte. War es aber nachweisbar, so betrug seine Menge in 100 Theilen Milz stets mehr als in 100 Theilen Bluts; was, abgesehen davon, dass die Thiere durch Verbluten getödtet wurden, deutlich zeigt, dass der Peptongehalt der Milz nicht etwa von darin zurückgebliebenem Blute bedingt war, sondern in einem anderen Momente, vielleicht dem hohen Gehalte der Milz an farblosen Blutzellen, seinen Grund hatte.

Die Anwesenheit von Pepton im Pancreas ist verständlich im Hinblick auf den durch Kühne gelieferten Nachweis, dass der Pancreassaft Pepton enthält. Es ist eben nicht zu vermeiden, dass mit dem Pancreas selbst auch das etwa gerade in seinen Ausführungsgängen befindliche Secret zur Verarbeitung kommt. Damit erklärt sich, dass unter 9 einschlägigen Untersuchungen 4mal Pepton in den ersten sechs Stunden der Verdauung, und nur einmal in einem späteren Stadium — in der 15. Stunde — angetroffen wurde.

Im Gegensatz zu den Angaben von Plósz und Gyergyai über das Vorkommen von Pepton in der Leber und

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. IV, S. 274.

den Mesenterialdrüsen sind meine einschlägigen Untersuchungen negativ ausgefallen. Es wird damit die ohnehin geringe Wahrscheinlichkeit, dass diese Organe einen wesentlichen Antheil an der Assimilirung des Peptons haben, noch weiter gemindert.

Ueber die Frage, in welcher Weise und an welcher Stätte das resorbirte Pepton jene Veränderung erfährt, durch die es für den Nachweis verschwindet, kann eine Untersuchung wie die vorliegende, nur mittelbar Auskunft geben. Wenn man jedoch die gefundenen absoluten und relativen Peptonmengen in Darm, Blut und anderen Organen vergleicht, so sieht man, dass das bei der Verdauung gebildete Pepton auf seiner Wanderung vom Darmlumen in die Körpergewebe mit Sicherheit und in erheblicher Menge nur in der Darmwand nachweisbar ist, darüber hinaus, im Blute, u. s. f. ist es nur in geringerer Menge vorhanden, oder fehlt ganz.

Die in Rede stehende Umwandlung erfolgt daher entweder in der Schleimhaut selbst, oder sofort nach dem Eintritt in das Blut. Es wäre nicht schwer, Gründe für oder wider die eine oder die andere Auffassung vorzubringen; da mir jedoch Beobachtungen vorliegen, welche Einiges zur Klärung dieser Frage beitragen dürften, so scheint mir eine weitere Erörterung derselben vorderhand nicht am Platze.