

Ueber die chemische Zusammensetzung und physiologische Bedeutung der Peptone.

Von

Prof. Richard Maly.*)

I. Die chemische Zusammensetzung der Peptone.

Ich hatte den Wunsch, die Kenntniss vom nächsten Verhalten der Eiweisskörper, welche im Magen den Process der sog. Pepsinverdauung durchgemacht haben, zu fördern, also vor allem zu erfahren, was die Peptone für Substanzen seien in Bezug auf ihre Muttersubstanzen die Eiweisskörper, und dann ferner, was diese Peptone für eine Rolle spielen, ob nämlich das Eiweiss, welches zu Pepton wird, als Eiweiss für den Körper verloren ist und seinem Zerfalle entgegenseilt, oder ob es physiologisch noch gleichwerthig mit Eiweiss ist und also noch gewebeernährend und gewebebildend wirken kann.

Behufs des ersten Theiles dieser Arbeit war es demnach vor allem nöthig, thunlich reines Pepton herzustellen. Es ist begreiflich, dass es sich dabei nicht darum handeln konnte, Formeln, auch nur empirische, für das Pepton zu gewinnen, sondern einzig darum, an der procentischen Zusammensetzung von reinem Eiweiss (Fibrin etc.), verglichen mit der, mittelst neuer Mittel dargestellten reinen Peptons zu entnehmen, ob letzteres durch prononcirten N- oder C-Gehalt etc. als ein Spaltungsprodukt anzusehen ist, oder ob

*) Aus Pfüger's Archiv in gekürzter Form mitgetheilt.

die Zusammensetzung beider Körper so wenig verschieden ist, dass man nur Differenzen hat, die innerhalb jener der einzelnen Eiweisskörper überhaupt fallen, oder ob endlich die Zusammensetzung völlig gleich ist und man es also mit isomeren Körper zu thun hat.

Als Eiweisssubstanz wurde Fibrin vom Ochsen gewählt. Die vorhandenen Fibrinanalysen sind alle ziemlich alt und differiren ungemein stark.

Ich habe es daher nicht überflüssig halten können, reines Fibrin — solches, das auch als Ausgangspunkt für die Peptongewinnung dienen sollte — noch einmal mit aller Vorsicht zu analysiren. Das Fibrin wurde aus frischem, in reinen Laboratoriumsgefässen aufgefangenem Ochsenblute ausgeschlagen, unter fliessendem Wasser bis zur völligen Weisse geknetet und zur Wasserentziehung in öfter gewechselten Alkohol gelegt. Nachdem es möglichst entwässert war, wurde es in einem passenden Extractionsapparate tagelang mit Aether behandelt. Dadurch wurde es, ohne seine gewöhnliche Gestalt einzubüssen, spröde, so dass man es zwischen den Fingern brechen und zerdrücken konnte, war kreideweiss und etwa aussehend wie Papiermaché. War es nach dem Herausnehmen aus dem Alkohol stark abgepresst worden, so sah es wohl auch hornartig aus. Man muss diese Extraction mit Aether lange fortsetzen, da viele fettige Substanzen in den Aether übergehen. Das blose Digeriren oder Waschen mit Aether reicht lange nicht aus, der Extractionsapparat kann dabei nicht umgangen werden. Ich habe in dieser Art grosse Mengen von Fibrin dargestellt, da es nicht blos zur Analyse, sondern auch zur Darstellung der Peptone dienen sollte.

Die anhaltende Behandlung mit Aether hat auf die charakteristischen Eigenschaften des Fibrins keinen Einfluss. Wurde es in Wasser gebracht, das schwach salzsauer war, trat bald Quellung ein zu glashellen Flocken. Selbst die Zerlegung des Wasserstoffsperoxyd zeigte dieses Fibrin

noch und zwar in den verdünntesten Lösungen; sofort überzog es sich mit unzähligen Gasbläschen.

Das Material zu den folgenden Fibrinanalysen, von denen einige mein früherer Assistent Dr. med. Jul. Donath ausgeführt hat, stammte von drei Darstellungen. Die Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmungen wurden mit chromsaurem Blei, Kupfer- und übergeleitetem Sauerstoff im Platinschiffchen gemacht, die Stickstoffbestimmungen nach Dumas mit der Modification, dass vorher noch 12 Stunden lang Kohlensäure durch die Röhre geleitet wurde. Die Präparate waren bei circa 110° C. getrocknet; die Asche wurde im Schiffchen zurückgewogen.

		Auf aschefreie Substanz in pCt.			
Fibrin I	a.	52.54	6.95	—	0.7
	b.	—	—	17.08	—
	c.	—	—	17.20	—
Fibrin II	a.	52.05	6.50	—	1.04
	b.	—	—	17.36	—
Fibrin III	a.	52.98	7.05	—	1.00
	b.	52.51	6.96	—	0.85
	c.	—	—	17.70	—
Mittel		52.51	6.98*)	17.34	0.8

In diesen Analysen war der Aschegehalt gering, etwa halb so gross wie in den älteren Fibrinanalysen. Nach Abzug der Asche erhält man Zahlen, die zu den von Dumas und Verdeil in Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt vorzüglich stimmen, während der Stickstoff bei mir etwas höher erscheint, was ich auf die andauernde Aetherextraction schreiben möchte. Dies gilt in noch viel höherem Grade vom Stickstoff der älteren Analysen Scherer's, die deshalb auch einen viel zu hohen Kohlenstoffgehalt zeigen, nämlich bis zu 55.00 pCt. Hingegen stimmen ausser Dumas' und Cahour's Analysen noch eine von Verdeil (in Gmelin) und die von Rüling gut mit den meinen zusammen. Es ergibt daher diese Revision der Analysen folgende Uebersicht:

*) Mit Ausschluss von II.

	Mittel meiner neuen Analyse.	Dumas und Cahours.			Vertheil.	Rüling.
		Ochs	Hund	Mensch		
C	52.51	52.7	52.70	52.78	52.13	52.18
H	6.98	7.0	6.97	6.96	7.07	7.06
N	17.34	16.6	16.60	16.88	—	—

Ich wende mich nun zu den Peptonen und verweise bezüglich des gegenwärtigen Standes der Kenntniss über die Peptone auf das Original dieser Arbeit, woselbst die Versuche von Lehmann, Meissner und Thiry besprochen sind. Das zu den eigenen Versuchen benützte Fibrin war das, dessen Analysen vorher mitgetheilt wurden. Aber auch die Pepsinlösung musste thunlichst frei von fremden Stoffen sein.

Es wurde zuerst die Pepsinlösung verwendet, wie man sie in der bekannten Weise mittelst Cholestrin darstellt. Später hat sich gezeigt, dass man eine ebenso reine, d. h. substanzarme und doch kräftige Pepsinlösung bekommt, ohne die Hantirung mit Cholesterin vorzunehmen. Sie gründet sich auf die Undiffusibilität des Pepsins, die schon von Krasilnikoff, neuestens von Hammarsten*) wieder hervorgehoben wurde, und ist im Allgemeinen eine Combination der Verfahren von Krasilnikoff und von Brücke.

Die Schweinemagenschleimhaut wird in der bekannten Weise mit Phosphorsäure digerirt, das Flüssige abgeseiht, mit Kalkwasser gefällt, der Niederschlag filtrirt, gut gewaschen und in verdünnter Salzsäure gelöst. Diese Lösung bringt man auf einen Pergamentpapier-Dialysator und lässt sie bei häufig gewechseltem Wasser so lange in der Zelle, bis alle Salze hindurchgegangen sind, was man leicht an dem Nichtmehreintreten der Chlor- und Phosphorsäurereactionen erkennt. Die Innenflüssigkeit wird nun herausgenommen und wenn nöthig filtrirt. Sie ist ebenso wirksam als arm an festen Stoffen.

Beispielsweise zeigte eine Pepsinlösung wie sie zur Verdauung verwendet wurde, und von der ein Tropfen schöne

*) Jahresbericht f. Thierchemie Band III, 160, pro 1873.

Verdauungswirkung gab, in 3 CC. nur einen Rückstand von 1.5 Milligramm, also 0.05 pCt. Ich führe dieses an, um zu begründen, dass durch meine Pepsinlösung dem zu verdauenden Fibrin nicht fremde Stoffe in irgend bemerklicher Menge zugeführt wurden.

Bei der Verdauung grösserer Mengen entfetteten Fibrins mit 0.2 pCt. HCl und Pepsin bis 35° C. trat sehr bald Verflüssigung ein, aber gleichwohl war auch hier die verdaute Flüssigkeit nicht complet klar, sondern auch opalisirend, aber wohl viel klarer als bei rohem Fibrin. Die Flüssigkeit wurde mit Marmorstückchen, dann mit gefällttem Calciumcarbonat versetzt, um die zugesetzte HCl zu neutralisiren, und so den noch fällbaren Eiweisskörper (Parapepton, Syntonin) auszufällen. Nach dem Aufkochen und Ausfällen konnte die nun erkaltete Flüssigkeit nur mehr Pepton enthalten und nur höchstens kleine Reste eigentlicher Eisweisskörper. Um nun diese sicher wegzubringen, war die Absicht, die so oft betonte Diffusibilität der Peptone zu Hülfe zu nehmen und aus dem Diffusat, das sicher frei war von Eiweiss, das Pepton (oder den Peptonkalk) zu fällen, während das Chlorcalcium in Lösung bleiben sollte.

In den ersten 24 Stunden ging in die Aussenflüssigkeit des Dialysators viel Chlorcalcium, aber nur wenig Pepton über, denn die stark eingeengte Flüssigkeit trübte sich nur wenig auf Alkoholzusatz. Das zweite Diffusat verhielt sich ähnlich. Da entsprechend den Erfahrungen über die schwach sauren Eigenschaften der Peptone es nun wahrscheinlich wurde, dass Peptoncalcium entstanden war, und dieses nicht diffundire, so wurde in das Innere der Zelle HCl gebracht. Nun vermehrte sich wieder der Durchschnitt von Chlorcalcium, aber Pepton ging gleichwohl nur wenig hindurch. Die Diffusibilität der Peptone ist eben nicht so gross, als man sie eine Zeitlang auf die Angaben von Funke hin hielt. v. Wittich's Mittheilung*), stimmt damit überein, indem

*) Jahresbericht für Thierchemie II, 19.

auch Wittich die Diffusibilität der Peptone als eine geringe bezeichnet.

Dieses Nichtdurchgehen der Peptone durch das vegetabilische Pergament hat nun zwar die Möglichkeit genommen, diffundirtes Pepton darzustellen, es hat aber einen viel grösseren Vortheil gebracht, nämlich den, durch die Diffusion das Pepton von den beigemengten Salzen, den Chloriden namentlich, zu befreien, dann aber auch von etwas vorhandenen kleinen Mengen bei der Verdauung entstandener krystalloider Spaltungsproducte.

Nachdem nach wiederholtem Wasserwechsel keine Salze (kein Chlor) mehr übergingen, wurde die Innenflüssigkeit herausgenommen, eventuell filtrirt, zu Syrup verdampft und mit starkem Alkohol ausgefällt. Das Pepton schon dieses ersten Versuches war so frei von Chlor, das in der salpetersauren Flüssigkeit durch Silber nicht einmal mehr eine Opalescenz erzeugt wurde, und ebenso verhielten sich alle anderen Präparate. Der Aschegehalt sinkt bei dieser Peptondarstellung auf die geringen Mengen von circa 1 pCt. und darunter, und da kein anderes Agens als Diffusion und Alkohol bei der Darstellung ins Spiel kommen, so wird man von unbeabsichtigten Zersetzungen nichts zu fürchten haben.

Es war daher so ein Weg gefunden, die für die Analyse störenden Chloralkalien, so wie überhaupt das Gros der Aschebestandtheile zu entfernen, eine Schwierigkeit, der Thiry nur dadurch ausweichen konnte, dass er die durch Pepsinverdauung entstandenen Peptone ganz bei Seite liess, und nur die durch anhaltendes Kochen mit Wasser ohne HCl entstehenden Peptone (Peptonbaryte) analysirte. Es war ferner dadurch auch möglich, die freien Peptone selbst, nicht bloß deren Barytverbindungen zu analysiren, wie dies Thiry gethan.

Bei den späteren Darstellungen meiner Peptonpräparate wurde meist statt mit kohlen-saurem Kalk, der nunmehr keinen Vortheil bot, mit Soda neutralisirt und das Pepton schliesslich fractionirt mit Alkohol gefällt.

Es gestaltete sich demnach die Darstellung folgenderart: eine Portion von 20—30 Grm. trockenen Fibrins wurde nach dem Quellen in verdünntem HCl mit Pepsin verdaut, bis das Neutralisationspräcipitat nur mehr sehr gering war, wozu 2—3 Tage nöthig waren. Nun wurde mit Soda neutralisirt, aufgeköcht, von der Trübung abfiltrirt, das Filtrat eingeeengt und auf einen oder mehrere mit Pergamentpapier überspannte Kautschuckringdialysatoren gebracht, deren Aussenflüssigkeit 3—4 Mal im Tage gewechselt wurde, bis kein Chlor mehr nachweisbar war. Dabei ist ein gewisser Verlust an Pepton natürlich nicht zu vermeiden. Ich habe daher später während der Nacht die Flüssigkeit aus dem Dialysator herausgenommen, dafür am Tage öfter gewechselt. Man kommt in 2—3 Tagen damit zu Stande. Hatte sich im Innern des Dialysators, wie das namentlich in der wärmeren Jahreszeit (die daher hiezu nicht günstig ist) geschieht, Trübung erzeugt, so wurde filtrirt. Die klare, stark eingeeengte Peptonlösung wurde nun mit starkem Alkohol versetzt, so lange, bis ein Theil des Peptons sich in zusammenklebenden Flocken abgeschieden hat (Fraction 1), das Filtrat resp. die davon abgegossene Flüssigkeit neuerdings mit Alkohol gefällt (Fraction 2) und endlich die übrig bleibende alkoholische Lösung abgedampft (Fraction 3).

Diese Fällungen sind natürlich nicht so aufzufassen, als ob Fraction 1 und 2 in Alkohol unlösliches, Fraction 3 in Alkohol lösliches Pepton wäre. Es sind vielmehr alle 3 von gleichen Eigenschaften und Reactionen, und es fällt um so mehr Pepton aus, je mehr und je stärkeren Alkohol man hinzufügt. Hat man daher bei der Darstellung von Fraction 2 so lange starken Alkohol zugefügt, als noch etwas fällt, dampft dann die alkoholische Flüssigkeit zur Trockne ein, löst den weissgelben spröden Rückstand in sehr wenig Wasser, so fällt Alkohol neuerdings eine gewisse Menge aus, während ein anderer kleinerer Theil sich wieder der Fällung entzieht. In solcher Art wurde auch verfahren bei der Darstellung der letzten (3. resp. 4.) Fraction zum Zwecke der Analyse.

Auch hinsichtlich der übrigen Eigenschaften habe ich nur wenige im Originale nachzusehende Unterschiede zwischen den einzelnen Fällungsfractionen bemerken können, sie verhielten sich gleich, und dies gilt auch ebenso von einem Pepton, das ohne Pepsin durch tagelanges Kochen von Fibrin mit Wasser dargestellt worden ist.

Die Analyse der Peptone wurde wie die des Fibrins vorgenommen. Ihr Schwefelgehalt wurde nicht besonders bestimmt. Die Asche ist im Schiffchen zurückgewogen worden.

Präparat I war durch Alkoholzusatz in 3 Fractionen zerlegt worden, deren Aschegehalt in den ersten beiden nur $\frac{1}{2}$ pCt. betrug.

Präparat II war Pepton ohne Pepsineinwirkung, erhalten durch blosses Kochen des in verdünnter HCl gequollenen Fibrins mit Wasser während 8 Tage. Die weitere Behandlung bei der Darstellung durch Fällung des Neutralisationspräcipates, Einengen und Dialysiren war wie bei den andern Proben. Die salzfrei gewordene Flüssigkeit wurde in zwei Portionen mit Alkohol gefällt, aber nur die zweite analysirt.

Das Präparat III war wie I dargestellt worden, aber dadurch, dass die erste Menge noch bedeutende Alkoholfällung mit verdünntem Alkohol digerirt und in weitere zwei Portionen, eine darin sich lösende a und eine andere (in Folge ungenügender Menge des Lösungsmittels) ungelöst bleibende b zerlegt wurde, sind im Ganzen hier 4 Fractionen erhalten worden.

Peptonanalysen in Procenten *).

		C	H	N	Asche
Präparat I	Fr. 1	51.00	6.78	17.11	0.50
	Fr. 2	50.80	6.83	16.70	0.60
	Fr. 3	(52.33)	(7.13)	—	1.00
Präparat II		52.50	7.30	—	1.00
Präparat III	Fr. 1 a	52.10	7.25	—	0.76
	Fr. 2 b	51.45	6.95	—	0.57
	Fr. 3	51.48	6.96	17.58	0.46
	Fr. 4	(52.70)	(7.38)	—	(1.60)

*) Auf aschefreie Substanz berechnet.

Am geringsten sind die Differenzen im Wasserstoff, am grössten beim Kohlenstoff. Es mag wohl sofort bemerkt werden, dass alle die erhaltenen Procentzahlen entweder solche Zahlen sind, welche der procentischen Zusammensetzung der Eiweisskörper überhaupt entsprechen, oder die doch denselben sehr nahe stehen; das Pepton, welches ohne Pepsinwirkung dargestellt ist (Präp. II.), entspricht fast genau dem Mittel der Fibrinanalysen. Schliesst man diese Analyse und je die letzte Fraction aus, so erhält man folgende Zahlen als Mittel:

C	51.40	pCt.
H	6.95	"
N	17.13	"

Aus den vorstehenden Peptonanalysen und aus dem daraus gezogenen Mittel kann Folgendes entnommen werden:

1. Unter Pepton oder Peptonen ist eine Substanz zu verstehen, die nicht ein Gemenge von Spaltungsproducten der eiweissartigen Muttersubstanz ist, sondern die im Wesentlichen einheitlicher Natur ist und die durch Alkohol in Fractionen von völlig oder fast völlig gleichen Eigenschaften und ditto Zusammensetzung zerlegt werden kann.

2. Das Pepton unterscheidet sich in seiner Elementarzusammensetzung nur wenig von der Muttersubstanz (dem Fibrin) keineswegs so weit, dass es als ein durch weitergehende Veränderung entstandenes Zersetzungsproduct aufzufassen ist. Wahrscheinlich wird dadurch ferner, dass das Pepton noch ein Körper ist von nahe derselben Molekulargewichtsgrosse als das Eiweiss im weiteren Sinne, und dass es vielleicht nur die Elemente des Wassers sind, die es mehr als Eiweiss enthält; dafür liesse sich das Minus im Kohlenstoff- und im Stickstoffgehalt gegenüber der Muttersubstanz anführen:

	Fibrin	Fibrin-Pepton
C	52.51	51.40
H	6.98	6.95
N	17.34	17.13

II. Physiologische Bedeutung der Peptone.

Es hat für unsere Anschauungen von der Verwendung der Eiweisskörper immer etwas Sonderbares und Verwirrendes gehabt, dass, während das genossene Eiweiss im Körper doch wieder der Hauptmasse nach das werden soll, was es vorher, vor dem Kochen war, nämlich lösliches und gerinnbares Eiweiss, dass also dieses genossene Eiweiss in der Magenverdauung seine charakteristische Eiweissnatur immer mehr verliert, immer löslicher, unfällbarer wird, und so seine gewebebildenden Eigenschaften immer mehr einzubüssen scheint, wie dies in den gummiartig aussehenden, syrupdicke Lösungen bildenden Peptonen der Fall ist.

Die vorzüglich von Funke angegebene Beobachtung, dass das Pepton oder die Peptone sehr leicht Membranen durchwandern, hat Veranlassung gegeben, die Peptonisierung als ein nothwendiges Vorbereitungsstadium anzusehen, deren Zweck es sei, die Aufsaugung zu ermöglichen. Es musste daher auch angenommen werden, dass der Organismus Einrichtungen besitze, welche das Pepton zu coagulablem Eiweiss regeneriren. Diese Vorstellung hatte nichts Gezwungenes aber sie ist nur schwierig an den Mann gekommen und hat namentlich auch eine Abschwächung dann zu erleiden gehabt, als man bestrebt war nachzuweisen, dass Eiweiss, welches nicht peptonisirt war, auch aufgesaugt werden könne. Dieses zugegeben, glaube ich aber, dass die Frage nach dem Schicksal der Peptone dadurch nur bei Seite geschoben aber nicht gelöst worden ist. Von jenen Autoren aber, welche der Peptonfrage selbst direct zu Leibe gehen, sind nur Fick (Thierchem. Ber. 1, 197) und Leube (Thierchem. Ber. 2, 318) zu nennen.

Ich habe die Versuchsreihen dieser Forscher genauer im Originale besprochen und gezeigt, dass von denselben aus demselben Resultat ganz Verschiedenes erschlossen wird: Fick hält dafür, dass das Pepton zerfalle, in Folge dessen nach einer Mahl-

zeit die Harnstoffcurve ansteigen mache und daher zum Eiweissbestand des Körpers nichts beitrage; Leube schliesst aus derselben Thatsache d. i. der Harnstoffvermehrung nach Peptoneinverleibung, dass das Pepton im Körper mit dem Eiweiss den Werth und die Art des Zerfalls theile und empfiehlt es deshalb therapeutisch ernährungsbedürftigen Individuen.

Die fundamentale Frage, um die es sich handelt, ist die, ob Pepton dem Eiweiss als Nahrungsäquivalent ist oder nicht, ob es also noch zu Organeiweiss werden kann, oder ob es immer nur die Rolle eines Körpers zu spielen hat, der sofort der Zersetzung preisgegeben ist; und diese Frage ist eine offene.

Ich glaube, dass man sich viel directer an den Versuch machen müsse, um hier etwas zu entscheiden; die Schwierigkeiten dabei sind von einigen Seiten anerkannt, aber nicht überwunden worden. Das directeste wäre der Weg, einem Thiere statt Eiweiss nur Pepton zur Nahrung zu geben und zwar ein von allem fällbaren völlig freies Präparat, daneben aber auch alle anderen Nährstoffe in passender Quantität und Qualität. Man kann annehmen, dass der Erfolg einer der beiden folgenden sein werde. Entweder wird Pepton zu Eiweiss regenerirt, dann wird eine normale Ernährung statthaben und das Thier auf seinem Lebendgewichte bleiben; oder zweitens, Pepton wird nicht zu Eiweiss reconstruirt, dann ist das Thier im partiellen Hunger (Eiweiss-hunger), wird Körpersubstanz einbüssen, an Gewicht verlieren und endlich unter den Erscheinungen des Eiweiss-hungers zu Grunde gehen.

Ich habe solche Versuche an einer Taube mit in Form von Pillen gebrachten (eiweissfreiem) Peptonfutter ausgeführt.

Die Composition meines künstlichen Körner- (Pillen)-Futters will ich genau hier beschreiben, da die Erfolge der Fütterung nur unter genauer Kenntniss der Futterzusammensetzung werden beurtheilt werden können. Da, mehrere

Wochen lang, bevor die erste Versuchsreihe begann, die Taube auf Weizenfutter eingewöhnt war und sich damit im Stoffgleichgewichte befand, so schloss die Construction der künstlichen Peptonnahrung an die Zusammensetzung des Weizens an. Ich habe die neuesten unter Neubauer's Leitung von Pillitz*) ausgeführten zahlreichen Weizenanalysen zu Grunde gelegt und darnach den künstlichen Peptonweizen zusammengesetzt.

Bei der künstlichen Zusammensetzung wurde statt Dextrin und Zucker arabisches Gummi genommen; statt der Extractivstoffe (die ja unbekannte Stoffe bedeuten) wurde der Stärkegehalt und die übrigen grösseren Zahlen abgerundet. Als Fett kam Olivenöl zur Anwendung. Man kam so zu einer Zusammenstellung wie die folgende:

Feuchtigkeit	12.6
Stärke	66.1
Asche	1.6
Fett	2.0
Zellstoff	3.5
Protein (Pepton)	10.2
Gummi	4.0
	100.0

Ueber die Materialien der Pillenkörper Folgendes: Die Stärke war käuflich und bei 100 getrocknet. Zur Darstellung von Cellulose wurde von grösseren Portionen Kleie das gröbere Pulver weggesiebt, das feinere mit Kalilauge in einer Schale erwärmt, wobei es kleisterartig wurde, in viel Wasser eingegossen, nach einigem Stehen die am Boden abgesetzte Kleie colirt, in Wasser gekocht, dann in Essigsäure oder auch Salzsäure gekocht, noch einmal mit Lauge und viel Wasser, endlich mit Alkohol und Aether behandelt. Die so erschöpfte Cellulose ist N-frei, dunkelbraun gefärbt und stellt eine zerreibliche, aus Schuppen bestehende geruchlose Masse dar. Die Asche war durch Verkohlen von Weizen dargestellt. Eine grössere Portion

*) Zeitschrift f. analytische Chemie XI. 46.

von Weizen wurde in einer eisernen Schale verkohlt, fein gerieben, dann in kleinen Portionen im Porcellantiegel stark ausgeglüht und mit Wasser ausgekocht, welches also die löslichen Aschebestandtheile aufnahm. Darauf wurde das Kohlenpulver getrocknet, nochmals ausgeglüht, nun mit verdünnter Salzsäure ausgezogen und die salzsaure Lösung mit Soda neutralisirt und gefällt. Der Niederschlag, im wesentlichen Erdphosphate enthaltend, wurde abfiltrirt und mit dem zur Staubtrockene eingedampften wässerigen Auszug vereinigt.

Das Pepton war Fibrinpepton, das zu diesem Zwecke in grösserer Menge dargestellt war. Es ist begreiflich, dass dabei nicht in diesem Maasse Sorgfalt angewendet zu werden brauchte, als bei dem für die Analyse bestimmten Pepton. So wurde nämlich nicht entfettetes, sondern nur mit Alkohol ausgewaschenes Fibrin zur Verdauung verwendet, und die nach der Verdauung und Entfernung des Neutralisationspräcipitates resultirende Lösung brachte man nicht auf den Dialysator, sondern engte stark ein und fällte mit Alkohol. Es konnte daher noch ein wenig Kochsalz in dem Pepton enthalten sein, ein Umstand, der für die Zwecke der hier angestellten Ernährungsversuche irrelevant war. Der weitaus grösste Antheil von Kochsalz wird aber durch die Alkoholfällung entfernt.

Die Ueberführung dieses Materials in Körner- oder Pillenform war leicht. Es wurden die löslichen Substanzen, also Pepton und Gummi, in etwas Wasser in einer grossen Reibschale gelöst, das Fett darin emulgirt, die Asche zugesetzt und endlich das Gemenge von Stärke und Cellulose nach obigem Verhältniss nach und nach eingetragen und das Ganze durchgeknetet. Mitunter wurde auch ein kleinerer Theil von der Stärke früher mit etwas Wasser zu einem dicken Kleister in der Wärme aufquellen gelassen und dann der Hauptmenge zugemischt; es wurde dadurch die Plasticität der Masse erhöht. Wenn durch passenden Wasserzusatz und tüchtiges Durchkneten die richtige Consistenz erreicht war, wurden daraus Körner von der Grösse kleiner Erbsen

geformt, theils mittelst einer gewöhnlichen Pillenmaschine, theils ohne diese.

Auf Sieben wurde dieses Peptonfutter lufttrocken gemacht; es hat sich gezeigt, dass mit kleinen Schwankungen schon von selbst darin derselbe Feuchtigkeitsgrad zurückblieb, wie in dem in demselben Raume aufbewahrten Weizen. Jedoch hat man es dabei nicht bewenden lassen, sondern es wurde nach ab und zu gemachten Wasserbestimmungen das Pillengewicht noch corrigirt durch zeitweises Hinstellen an einen lauen Ort. Wenn z. B. die getrockneten Materialien für 100 Grm. Pillen bestimmt waren, so wurden die fertigen Pillen auf einer Wagschale an einem lauen Orte so lange liegen gelassen, bis sie nur 100 Grm. wogen; ausserdem wurde darin dann noch der Wassergehalt direct bestimmt und eventuell richtig gestellt.

Dieses künstliche Futter, welches also gleich war, Weizen — Eiweiss + Pepton, konnte bei seiner körnerartigen Beschaffenheit leicht der Taube beigebracht werden ohne irgend einen Verlust. Später als sie daran gewohnt war, pickte sie dasselbe von selbst, wenn es in den Käfig gebracht wurde, quantitativ auf. Jeden Tag wurde die Taube in einem Tuche eingeschlagen gewogen und das Tuchgewicht abgezogen.

Zu Beginn der ersten Reihe, nach vorausgegangener Fütterung mit 12 Grm. Weizen pro Tag, war das Lebendgewicht der Taube 337,0 Grm. Man wollte, um die Taube allmählig an das Futter zu gewöhnen und die sonst leicht eintretende Diarrhoe zu verhüten, recht allmählig mit den Pillen steigen, und wurde dies namentlich an den späteren Reihen XV und XVI befolgt, in der Art, dass zu sinkendem Weizengewicht steigende Mengen Peptonpillen gesetzt wurden, bis endlich kein Weizen (kein Eiweiss), sondern nur Peptonfutter verabfolgt wurde.

Reihe I.

Datum.	Dauer.	Weizen.	Pillen.	Lebendgewicht im Mittel.
17. Febr.—3. März 1873.	15 Tage.	6 Grm.	6 Grm.	335,8 Grm.

— 132 —

Auf diese Reihe folgte eine solche, bei der die Pillen wieder ganz weggelassen und wieder Normalfutter gegeben wurde.

Reihe II.

Datum.	Dauer.	Weizen.	Pillen.	Lebendgewicht im Mittel, schwankend von
4.—19. März 1873.	15 Tage.	12 Grm.	0	333,0 Grm. 332—334.

Die folgende Reihe ist gleich der ersten und also darin die Hälfte des Eiweisses des normalen Futters durch Pepton ersetzt.

Reihe III.

20.—27. März 1873.	8 Tage.	6 Grm.	6 Grm.	325 Grm. 334,5—335,5.
--------------------	---------	--------	--------	-----------------------

Reihe IV. wie II.

28. März — 4. April 1873.	8 Tage.	12 Grm.	0	332,5 Grm. 331—333,5.
---------------------------	---------	---------	---	-----------------------

Reihe V. wie I. und III.

5.—12. April 1873.	8 Tage.	6 Grm.	6 Grm.	329,8 Grm. 327—331,5.
--------------------	---------	--------	--------	-----------------------

Reihe VI.

13.—17. April 1873.	5 Tage.	3 Grm.	9 Grm.	327,3 Grm. 327—327,5.
---------------------	---------	--------	--------	-----------------------

Reihe VII. wie II. und IV.

18.—27. April 1873.	10 Tage.	12 Grm.	0	328 Grm.
---------------------	----------	---------	---	----------

Die Taube hat die Peptonkörner gut vertragen und sie haben ihr so gut wie Weizen angeschlagen; in Reihe I. und III. hat das Pepton so wohl ernährt, dass ein Plus im Körpergewicht gegenüber den Reihen II. und IV. mit blossen Weizen ersichtlich ist. Erst in Reihe V. und VI. wird das Lebendgewicht etwas kleiner, aber die unmittelbar darauf folgende Reihe VII. mit Weizen allein, wobei keine bemerkenswerthe Hebung im Körpergewichte stattfand, zeigte, dass die Peptonnahrung nicht Schuld war, sondern es ist vielmehr wahrscheinlich, dass die schon ziemlich lange dauernde Gefangenschaft und die Laboratoriumsluft einer besseren Ernährung im Wege standen.

Die Taube bekam daher zur Erholung frische Luft, Freiheit und beliebig Weizen. Bei den folgenden Reihen betrug das Gewicht des täglichen Futters 14 Grm.

— 133 —

Reihe VIII. (Zur Feststellung des Gewichtes bei 14 Grm. Weizen).

Datum.	Dauer.	Weizen.	Pillen.	Lebendgew. im Mittel.
12.—18. Mai 1873.	7 Tage.	14 Grm.		331,8 Grm.

Reihe IX.

19.—25. Mai 1873.	7 Tage.	7 Grm.	7 Grm.	331,9 Grm.
-------------------	---------	--------	--------	------------

Reihe X.

26.—30. Mai 1873.	5 Tage.	4 Grm.	10 Grm.	329,4 Grm.
-------------------	---------	--------	---------	------------

Das raschere Steigen der Pillenmenge verursacht Diarrhoe, deshalb mit den Pillen wieder gesunken.

Reihe XI.

31. Mai — 10. Juni 1873.	11 Tage.	6 Grm.	8 Grm.	332,0 Grm.
--------------------------	----------	--------	--------	------------

Reihe XII.

11.—14. Juni 1873.	4 Tage.	5 Grm.	9 Grm.	333,0 Grm.
--------------------	---------	--------	--------	------------

Reihe XIII.

15.—19. Juni 1873.	5 Tage.	4 Grm.	10 Grm.	333,1 Grm.
--------------------	---------	--------	---------	------------

Auf diese Reihe XIII. mit $\frac{5}{7}$ Pepton und $\frac{2}{7}$ Eiweiss in der Nahrung liess man nun wieder eine Reihe folgen ohne Pepton, bloss mit Weizen, um umgekehrt den Einfluss zu beobachten, nachdem von Reihe VIII. bis XIII. das Steigen des Peptons und die Verminderung des Eiweisses in der Nahrung ein Steigen des Körpergewichtes erkennen liessen.

Reihe XIV.

Datum.	Dauer.	Weizen.	Pillen.	Lebendgewicht im Mittel.
20.—29. Juni 1873.	10 Tage.	14 Grm.	0	330,1 Grm.

Schwankend von 334 am ersten Tage an sinkend bis 328 am 10. Tage.

Der Uebergang zum gleichen Gewichte reinen Weizens hat das Körpergewicht sich deutlich verringert.

Reihe XV.

	Datum.	Weizen.	Pillen.	Lebendgewicht.	
1873.	13.—17. Juli.	14 Grm.	0	329	Grm.
	18.—21. „	10 „	4 Grm.	328	„
	22.—23. „	9 „	5 „	330	„
	24.—25. „	8 „	6 „	330,2	„
	26. Juli.	7 „	7 „	330	„
	27. „	6 „	8 „	330,5	„
	29. „	5 „	9 „	332	„
	28. „	4 „	10 „	332	„
	39. „	3 „	11 „	332,5	„
	31. Juli bis 3. Aug.	2 „	12 „	332	„

Noch eclatanter als in den früheren Reihen zeigt sich in dieser letzten die Brauchbarkeit des Peptons zur Ernährung und seine Fähigkeit, die Eiweissstoffe des Weizens zu substituieren. Von vornherein liess sich im besten Falle erwarten, dass das Pepton ebensoviel leistet als Eiweiss; aber weit mehr als dies zeigte sich, indem das Körpergewicht nicht nur gleich blieb, sondern zunahm. Es bleibt nur die Annahme übrig, dass das Pepton viel besser im Darne ausgenutzt wird, als das unlösliche Eiweiss, das erst den Peptonirungsprocess durchzumachen hat, und von dem sich leicht ein kleiner Antheil dieser Löslichwerdung entziehen kann. Ich glaube, dass, wenn man einmal durch das Experiment auf diesen Umstand aufmerksam gemacht worden ist, nichts natürlicher erscheinen kann.

Es wurde deshalb das merkwürdige Resultat noch einmal durch eine längere Reihe bekräftigt, wieder mit einer neuen, aber gleich wie vorher dargestellten Portion Peptonpillen. Um bezüglich des Feuchtigkeitsgrades des Futters versichert zu sein, wurde mitten in der Reihe, nachdem schon im Beginne der Wassergehalt controlirt war, nochmals eine Wasserbestimmung gemacht; es fanden sich in den Pillen 11%, im Weizen 10,5% Wasser.

Reihe XVI. (Mit je 13 Grm. Futter.)

Datum.	Weizen.	Pillen.	Lebendgewicht.
1874, 12.—18. Januar.	13 Grm.	0	360,5 Grm.
19.—24. "	11 "	2 Grm.	360,5 "
25.—28. "	10 "	3 "	360,0 "
29. Januar.	9 "	4 "	360,0 "
30. "	8 "	5 "	360,0 "
31. "	7 "	6 "	361,0 "
1. Febr.	6 "	7 "	361,0 "
2. "	6 "	7 "	362,0 "
3. "	5 "	8 "	363 "
4. "	4 "	9 "	362 "
5. "	3 "	10 "	362,5 "
6. "	2 "	11 "	363 "
7. "	13 "	0 "	} 365,2 "
8. "	13 "	0 "	
9. "	2 "	11 "	364 "
10. "	2 "	11 "	367 "
11. "	2 "	11 "	368,1 "
12. "	1 "	12 "	369 "
13. "	0 "	12,5 "	372 "
14. "	0 "	12,5 "	369 " *)
15. "			366 "
16. "			372 "
17. "			368 "
18. u. 19. Febr.			366 (Mittel)
20.—22. "			365,5 "
23.—26. "		von nun an täglich	365,5 "
27. u. 28. "			363,0 "
1. März.	13 Grm. Weizen.		365 "
2. "			364 "
3. "			363,5 "
4. u. 5. März.			361 "
6.—8. "			360 "
9.—10. "			359 " **)

Die Durchsicht dieser Zahlen lässt ein zusammenstim-
mendes Verhalten desselben zu den früheren erkennen. Nach-
dem durch 6 Tage bei Normalfutter das Körpergewicht
360,5 war, fängt nach 3 Wochen (2. Februar), als mehr
als die Hälfte des Weizens durch Peptonpillen ersetzt worden
war, das Körpergewicht langsam zu steigen an, kommt auf
362 und 363 und dieses Steigen setzt sich fast proportional
der Menge des Peptons fort. Als am 7. und 8. Januar

*) Am 14. hatte die Taube einige Pillen zerstreut und aus dem
Käfig geworfen, was sonst nie vorgekommen ist; daher der Abfall am 15.

***) Von nun an bleibt das Gewicht der Taube um 357 Grm. herum.

mit einem Ruck plötzlich Pepton ausgesetzt und die gleiche Gewichtsmenge Weizen gegeben wurde, war richtig am nächsten Tage, 9. Januar, das Körpergewicht um ein Geringes gesunken, hob sich aber sofort und nun rapid bei der steigenden Menge von Pillen. Das Maximum des Körpergewichtes wird am 12.—14. erreicht bei ausschliesslicher Fütterung mit Peptonpillen, wobei sogar an 2 Tagen je $\frac{1}{2}$ Grm. an Futtergewicht ausfiel. Als nunmehr wieder und bleibend auf 13 Weizen zurückgegangen wurde, fiel das um mehr als 10 Grm. ($= 3\%$) durch die Peptonfütterung erhöhte Körpergewicht wieder langsam ab und erreichte nach 3 Wochen die ursprüngliche Grösse von 360 Grm. wieder, von der ausgegangen wurde. Später sieht man das Gewicht noch etwas sinken, bis es endlich auf circa 357 angelangt ist. Es ist dies leicht begreiflich; der Darmkanal der Taube war an die leicht aufsaugbare, schon vor der Einverleibung, der Verdauungsarbeit unterworfen gewesene Eiweissnahrung gewöhnt, resp. dadurch verwöhnt, so dass er nun das rohe, schwerer zugängliche Körnerfutter nicht mehr so vollständig auszunutzen vermochte. Das Pepton aber war für die Taube Eiweissnahrung.

Die gesammten Reihen zeigen so klar den hohen Werth des Peptons, dass ich sie glaubte abschliessen zu dürfen, wenigstens in der Form, und bei der Thierspecies, bei der sie angestellt worden sind. Obwohl nicht zu erwarten ist, dass im Säugethierchemismus das Pepton eine weniger wichtige Rolle spielen sollte, so habe ich gleichwohl den Wunsch, auch an einem solchen Thiere analoge Versuche anzustellen.

Kehren wir nun zu der Ausgangsfrage zurück, zu jener, welche um die Peptone sich dreht, seit man sie kennen gelernt hat, so stehen die Sachen folgendermassen. Man hat, wie schon Eingangs erwähnt, zuerst nur dem der Peptonbildung verfallenen Eiweissantheil die Möglichkeit zugeschrieben, Bestandtheil des Säftestromes zu werden. Es schloss dies die Folgerung in sich, dass die Verwerthung der Eiweiss-

stoffe ein complicirter Vorgang sei, ein Process, bei dem erst auf einem Umwege das genossene Eiweiss im Körper das wieder werden kann, was es schon vor der Einverleibung war. Dieser Vorgang in seiner unteleologischen Art hat viele nicht angesprochen, und es scheint fast, als hat man es vermieden, davon zu sprechen, oder gar ein decidirter Anhänger derselben sein zu wollen. Da kamen dann die Versuche zu Tage, welche die directe Aufnahme unpeptonisirten Eiweisses zeigen sollten, und nun hielt man den Peptonzirkel wenigstens von einigen Seiten stillschweigend oder offen für abgethan. Namentlich hat sich am energischsten Brücke (l. c.) gegen die damalige Peptontheorie, nunmehrige tatsächliche Umwandlung ausgesprochen und er glaubte, wie es scheint, fast, dass ausschliesslich nur unpeptonisirtes Eiweiss im Körper zur Anbildung komme, wie aus der Frage erhellt: „wäre es nun nicht aber möglich, dass so viele Eiweisskörper resorbirt würden, dass die Ernährung ihren Gang ginge, auch wenn sich aus den Peptonen nichts regenerirte, nichts reconstruirte?“

Wie man aber aus den obigen Ernährungsreihen sieht, hat die ältere Meinung, die so schwer an Mann kommen wollte, das richtige getroffen. Ich will ganz absehen von der Ansicht, ob gerinnbares Eiweiss resorbirt wird, ob diese Menge nur ganz klein oder ob sie recht bemerklich ist, es hat dies für die Bedeutung der Peptone weiter keinen Einfluss; aber so viel möchte ich bemerken, dass die Peptonbildung in Procenten der genossenen Eiweissmenge ausgedrückt nicht gering sein kann, denn sie scheint im grössten Theile des Darms und in den Geweben (Eichwald) stattzufinden.

Bleiben wir nun bei diesem der Peptonbildung verfallenen Antheil des Nahrungseiweisses, so müssen wir sagen, dieses Pepton ist noch ein eiweissersetzendes ungespaltenes, für den Organismus werthvolles und verwerthbares „Protein“-molekul; das

Pepton ist ein zu Eiweiss reconstruirtbares, organisationsfähiges Verdauungsproduct.

Aber noch ein anderes als wissenschaftliches, ein praktisches Interesse folgt aus der Regenerirung des leicht löslichen, gummiartigen Peptons zu Eiweiss, ich meine dessen Verwerthung in der Therapie von Verdauungskranken. Die wohlthätige Medicamentation Leube's findet darin ihre letzte Begründung.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Maly Richard

Artikel/Article: [Ueber die chemische Zusammensetzung und physiologische Bedeutung der Peptone. 118-138](#)