

Ueber das Verhalten des Elastins bei der Pepsinverdauung.

Von

Dr. Johann Horbaczewski.

Assistenten am Laboratorium für angewandte medicinische Chemie
in Wien.

(Aus dem Laboratorium des Herrn Prof. E. Ludwig).
(Der Redaktion zugegangen am 4. März 1882).

Ueber diesen Gegenstand finden sich in der älteren Literatur nur sehr spärliche Angaben. Im Thurm¹⁾ berichtet, dass das elastische Gewebe durch den Verdauungssaft nur wenig angegriffen wird.

Dagegen wird in den Lehrbüchern meistens die Ansicht vertreten, dass das Elastin durch die Verdauungssäfte nicht verändert wird.

In neuerer Zeit beobachtete J. Etzinger²⁾, dass das Ligamentum nuchæ vom Rind, in Stücke geschnitten, durch Pepsin und 0,3% Salzsäure nach zehn Tagen fast ganz gelöst wird.

Die folgenden Versuche zeigen, dass das Elastin bei der Pepsinverdauung sich ähnlich wie Eiweiss verhält und ähnliche Verdauungsprodukte wie dieses liefert.

I. Darstellung und Zusammensetzung des Elastins.

Das bei den Versuchen verwendete Material ist folgendermassen dargestellt:

Das Nackenband vom Rind wurde möglichst rein auspräparirt, in kleine Stücke zerschnitten und durch 3—4 Tage

¹⁾ Moleschott's Untersuchungen 1858, Bd. V, S. 315.

²⁾ Zeitschrift für Biologie, X. Bd., S. 84.

mit häufig erneuertem Wasser gekocht, hierauf wurde dasselbe mit 1procentiger Kalilauge durch mehrere Stunden und dann mit Wasser wiederholt ausgekocht. Dieselbe Procedur wurde mit 10procentiger Essigsäure vorgenommen. Endlich wurde mit 5procentiger Salzsäure durch 24 Stunden in der Kälte macerirt und mit Wasser die Salzsäure ausgewaschen. Nach dem Auskochen mit Wasser und Abpressen wurde die Masse mit 95procentigem Alkohol gekocht und nach dem Auspressen desselben im Extractionsapparate mit Aether behandelt. Es zeigte sich dabei, dass das Nackenband auch nach acht Wochen langer Extraction mit Aether noch immer nicht erschöpft war und es schien mir, dass es kaum möglich sei, aus dem nur in kleine Stücke zerschnittenen Nackenband alles in Aether lösliche zu extrahiren. Deshalb wurde die ganze Masse, welche nachdem sie das Wasser verloren hatte, hart und dabei etwas zähe war, im Mörser zu einem sehr feinen Pulver zerstoßen (was ziemlich bedeutende Schwierigkeiten bereitete) und dieses Pulver neuerdings mit Aether extrahirt. Nach etwa zwei Wochen langer Extraction nahm dieses Extractionsmittel nichts mehr auf.

Das so gereinigte Elastin zeigte folgende Eigenschaften:

Es repräsentirte ein schwach gelblich gefärbtes, geschmackloses Pulver, welches microscopisch untersucht, die vollkommen unveränderten Formen der elastischen Faser beibehalten hatte.

Es enthielt keinen Schwefel.¹⁾ 2 gr. Substanz wurden in concentrirter kochender Kalilauge gelöst und in die erkaltete Lösung Chlor im Ueberschuss eingeleitet. Nach dem Uebersättigen mit Salzsäure wurde gekocht bis sich kein Chlor mehr entwickelte, und dann heiss mit Chlorbarium versetzt. Auch nach 48 Stunden hatte sich keine Spur von einer Trübung gebildet. Der Versuch wurde 2mal mit gleichem Resultate wiederholt.

Die Elementaranalysen gaben folgende Resultate:

¹⁾ W. Müller (Zeitschrift für rationelle Medicin, 3. Reihe, Bd. X, H. 2) fand im Elastin 0,08% Schwefel und betrachtet das als «eine zu vernachlässigende Verunreinigung».

- 1) 0,1869 gr. Substanz¹⁾ gaben 0,1183 gr. Wasser, entspr. 0,01314 gr. Wasserstoff = **7,02%** und 0,3740 gr. Kohlensäure, entspr. 0,1020 gr. Kohlenstoff = **54,57%**.
- 2) 0,2860 gr. Substanz gaben 0,1825 gr. Wasser, entspr. 0,02028 gr. Wasserstoff = **7,09%** und 0,5676 gr. Kohlensäure, entspr. 0,1548 gr. Kohlenstoff = **54,13%**.
- 3) 0,2766 gr. Substanz gaben 0,1762 gr. Wasser, entspr. 0,01958 gr. Wasserstoff = **7,07%** und 0,5521 gr. Kohlensäure, entspr. 0,1506% gr. Kohlenstoff = **54,44%**.
- 4) 0,3154 gr. Substanz gaben 0,1960 gr. Wasser, entspr. 0,0218 gr. Wasserstoff = **6,91%** und 0,6278 gr. Kohlensäure, entspr. 0,17122 gr. Kohlenstoff = **54,28%**.
- 5) 0,3122 gr. Substanz gaben 0,1932 gr. Wasser, entspr. 0,0215 gr. Wasserstoff = **6,89%** und 0,6224 gr. Kohlensäure, entspr. 0,16975 gr. Kohlenstoff = **54,37%**.
- 6) 0,3383 gr. Substanz gaben 0,2135 gr. Wasser, entspr. 0,0236 gr. Wasserstoff = **6,97%** und 0,6720 gr. Kohlensäure, entspr. 0,1833 gr. Kohlenstoff = **54,19%**.
- 7) 0,1944 gr. Substanz gaben 29,25 cbcm. Stickstoff, gemessen bei 19,8° C. und 750 mm. Barometerstand, entspr. 0,033045 gr. Stickstoff = **16,91%**²⁾.
- 8) 0,1656 gr. Substanz gaben 23,5 cbcm, Stickstoff, gemessen bei 12,2° C. und 750 mm. Barometerstand, entspr. 0,0275015 gr. Stickstoff = **16,59%**.
- 9) 0,2943 gr. Substanz hinterliessen 0,0015 gr. Asche = **0,51%**. Dieselbe bestand hauptsächlich aus kohlen-saurem Kalk.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Mittel.
C	54,57	54,13	54,44	54,28	54,37	54,19	—	—	—	54,32
H	7,02	7,09	7,07	6,91	6,89	6,97	—	—	—	6,99
N	—	—	—	—	—	—	16,91	16,59	—	16,75
Asche	—	—	—	—	—	—	—	—	0,51	0,51

¹⁾ Die Substanz ist aschenfrei berechnet. Es wurde immer bei 105–110° C. getrocknet und mit Kupferoxyd bei vorgelegtem metallischen Kupfer verbrannt.

²⁾ Alle Stickstoffbestimmungen wurden mit kohlen-saurem Mangan, Kupferoxyd und vorgelegtem metallischen Kupfer mit Hilfe des E. Ludwig'schen Stickstoffbestimmungsapparates ausgeführt.

Die älteren Analysen des Elastins ausgeführt von Tilanus¹⁾ und Müller²⁾ lieferten Resultate, die von den meinen etwas verschieden sind.

So erhielt Tilanus folgende Zahlen:

C . . 54,90—55,65%

H . . 7,25— 7,41 «

N . . 17,52—17,74 «

Müller fand:

C . . 55,09—55,72%

H . . 7,11— 7,67 «

N . . 15,71—16,52 «

II. Verdauung des Elastins.

Versetzt man Elastin mit einer Pepsinlösung in 1‰ Salzsäure, so löst sich dasselbe allmähig auf. Wenn man bei 40° C. arbeitet, so geht die Lösung etwas schneller von statten, als bei Zimmertemperatur. Um zu constatiren, ob die Lösung nicht etwa durch Einwirkung von Salzsäure allein auf Elastin entstehe, wurde das Elastinpulver mit 1‰, 2‰ und 10‰ Salzsäure versetzt und in den Brutofen gegeben. Nach einer 125stündigen Digestion blieb das Elastin in allen Fällen ganz unverändert, und das klare Filtrat enthielt wieder nur Salzsäure, aber keine namhafte Menge von einem Produkte, welches durch Lösung des Elastins entstanden wäre.

Es muss daher die erwähnte Lösung des Elastins als ein Verdauungsprocess durch Pepsin und Salzsäure aufgefasst werden.

Untersucht man das elastische Gewebe während des Verdauungsprocesses microscopisch, so sieht man wie die einzelnen Fasern aufquellen, dicker und durchscheinend werden, so dass sie im Sehfelde sehr leicht ganz übersehen werden können und schliesslich ganz verschwinden. Das elastische Gewebe wird allmähig teigig-weich und zwischen den Fingern leicht zerdrückbar.

¹⁾ Gorup-Besanez, Lehrbuch der physiologischen Chemie.

²⁾ Loc. cit.

Die ältere Ansicht, dass das Elastin durch Pepsin nicht angegriffen wird, rührt davon her, dass dasselbe im Vergleich mit Eiweiss viel langsamer verdaut wird. Als besonders wichtig in dieser Beziehung muss hervorgehoben werden, dass die Schnelligkeit, mit welcher das Elastin verdaut wird, von der Vertheilung desselben abhängt. Wenn man grössere Stücke in die Verdauungsflüssigkeit hineingibt, so brauchen dieselben geraume Zeit zur vollständigen Lösung. So brauchte Etzinger zehn Tage zur Lösung des Nackenbandes. Wenn man aber ein sehr feines Pulver, wie ich es gethan habe, verdaut, so geht die Lösung viel rascher von statten.

0,3 gr. Elastinpulver mit 50 ccm. kräftiger Verdauungsflüssigkeit wurden bei mehreren Versuchen in 24—72 Stunden vollkommen gelöst. Dabei wurde der Brutofen nur am Tage auf 40° C. geheizt, während Nachts die Verdauung bei Zimmertemperatur vor sich ging.

Das Pepsin wurde nach der von Maly¹⁾ modificirten Brücke'schen Methode dargestellt.

Die Concentration der verwendeten Säure scheint keinen besonderen Einfluss auf die Schnelligkeit der Verdauung zu üben. Im Gegentheil, es zeigte sich, dass die Lösung mit einer 8‰ Säure etwas später eingetreten ist, als bei der Verwendung einer Säure von 2‰.

Zur Darstellung einer grösseren Menge der Verdauungsprodukte digerirte ich 100 gr. Elastinpulver mit 1500 ccm. 2‰ Salzsäure und 1,5 gr. von dem erwähnten Pepsin. Nach einigen Tagen wurde das ganze zu einer klaren Flüssigkeit gelöst. Dieselbe wurde der Dialyse unterzogen, bis sie keine Salzsäure mehr enthielt. Nach dem Filtriren wurde das ganze zur Trockene gebracht. Es repräsentirte ein gelblich gefärbtes, sprödes, gummiartiges Pulver; welches folgende Zusammensetzung zeigte:

- 1) 0,3180 gr. Substanz gaben 0,20201 gr. Wasser, entspr. 0,0225 gr. Wasserstoff = 7,08% und 0,6276 gr. Kohlen-säure, entspr. 0,1712 gr. Kohlenstoff = 53,83%.

¹⁾ Pflüger's Archiv, 9. Bd., S. 585

- 2) 0,2547 gr. Substanz gaben 0,1556 gr. Wasser, entspr. 0,0173 gr. Wasserstoff = **6,80%** und 0,5051 gr. Kohlensäure, entspr. 0,13776 gr. Kohlenstoff = **54,08%**.
- 3) 0,2624 gr. Substanz gaben 0,1666 gr. Wasser, entspr. 0,01851 gr. Wasserstoff = **7,06%** und 0,5208 gr. Kohlensäure, entspr. 0,14204 gr. Kohlenstoff = **54,13%**.
- 4) 0,2559 gr. Substanz gaben 0,1625 gr. Wasser, entspr. 0,01806 gr. Wasserstoff = **7,06%** und 0,5092 gr. Kohlensäure, entspr. 0,1389 gr. Kohlenstoff = **54,27%**.
- 5) 0,2743 gr. Substanz gaben 38,2 ccm. Stickstoff, gemessen bei 12,4° C. und 752 mm. Barometerstand, entspr. 0,04478 gr. Stickstoff = **16,32%**.
- 6) 0,3277 gr. Substanz gaben 49,5 ccm. Stickstoff, gemessen bei 13,4° und 748 mm. Barometerstand, entspr. 0,05391 gr. Stickstoff = **16,45%**.
- 7) 0,9212 gr. Substanz hinterliessen nach dem Veraschen 0,0012 gr. Asche = **0,13%**.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	Mittel.
C	53,83	54,08	54,13	54,27	—	—	—	54,08
H	7,08	6,80	7,06	7,06	—	—	—	7,00
N	—	—	—	—	16,32	16,45	—	16,39
Asche	—	—	—	—	—	—	0,13	0,13

Vergleicht man diese Zahlen mit den Zahlen, welche das ursprüngliche Elastin geliefert hat, so ergiebt sich, dass das Verdauungsprodukt einen etwas niedrigeren Procentgehalt an Kohlenstoff und Stickstoff, dagegen einen etwas höheren Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt zeigt.

Bei der näheren Untersuchung dieses Verdauungsproduktes stellte sich heraus, dass dasselbe zum Mindesten aus zwei Körpern besteht, die von einander getrennt werden konnten.

Der eine von denselben wird aus seinen wässerigen Lösungen durch Essigsäure und gelbes Blutlaugensalz, sowie durch frisch gefälltes Bleihydrat und essigsäures Eisenoxyd gefällt, und verhält sich einigermaßen analog der Hemialbumose (von Salkowski) oder dem Propepton (von Schmidt-Mülheim). Ich will ihn Hemi-elastin nennen.

Der andere verhält sich analog dem Eiweisspepton, wird durch gelbes Blutlaugensalz und Essigsäure nicht gefällt. Diesen Körper will ich Elastinpepton nennen.

Im Folgenden sollen die genannten Körper näher beschrieben werden.

A. Hemielastin.

Zur Darstellung des Hemielastins wurde die Lösung der von Salzsäure durch Dialyse befreiten Verdauungsprodukte mit Essigsäure stark angesäuert und in dieselbe Kochsalz zur Sättigung eingetragen. Es entsteht beim Eintragen von Kochsalz eine Trübung, die beim weiteren Kochsalzzusatz sich vermehrt und wenn die Flüssigkeit gesättigt ist, ballt sich der Niederschlag zu zähen Klumpen, die mit Kochsalzlösung ausgewaschen werden. Die wässrige Lösung derselben wurde so lange der Dialyse unterzogen, bis sie kein Chlor mehr enthielt. Nach dem Filtriren wurde dieselbe mit Alkohol gefällt. Der entstandene Niederschlag, welcher reines Hemielastin repräsentirte, wurde bei 110° C. getrocknet und lieferte bei der Elementaranalyse folgende Zahlen:

- 1) 0,1663 gr. Substanz gaben 0,1046 gr. Wasser, entspr. 0,01162 gr. Wasserstoff, 0,3291 gr. Kohlensäure, entspr. 0,08975 gr. Kohlenstoff und hinterliessen im Schiffchen 0,0008 gr. Asche.
- 2) 0,1878 gr. Substanz gaben 26,5 cbcm. Stickstoff, gemessen bei 9° C. und 755 mm. Barometerstand, entspr. 0,03166 gr. Stickstoff.

Daraus berechnet sich die procentische Zusammensetzung der aschenfreien Substanz folgendermassen:

	I.	II.
C	54,22	—
H	7,02	—
N	—	16,84
Asche	0,48	—

Diese Zahlen lassen fast keinen Unterschied zwischen dem Hemielastin und Elastin erkennen.

Das Hemiellastin zeigt folgende Eigenschaften:

Es repräsentirt ein schwach gelblich gefärbtes, amorphes, geschmackloses Pulver, welches sich ziemlich leicht in kaltem Wasser, so wie in ganz verdünnten Säuren und Alcalien löst, dagegen fast gar nicht in heissem Wasser. Concentrirte wässerige Lösungen sind sehr stark klebrig und zähe wie Leimlösungen — gelatiniren aber nicht wie diese.

- 1) Die Lösungen lenken die Ebene des polarisirten Lichtstrahls stark nach links ab. Sie diffundiren nicht.

Die specifische Drehung wurde mit dem Wild'schen und Hoppe-Seyler'schen Apparate bestimmt. Eine 2,589 proc. Lösung lenkte die Polarisationsebene bei 20° C. in einer 100 mm. langen Röhre beobachtet um 2,4° nach links (als Mittel mehrerer Ablesungen). Daraus berechnet sich die specifische Drehung zu $\alpha_{(D)} = -92,7^\circ$. Diese Zahl soll nicht als absolut richtig angesehen werden, sondern einen annähernden Ausdruck der Grösse der specifischen Drehung repräsentiren.

Die Lösungen des Hemiellastins zeigen folgende Eigenschaften:

- 2) Erhitzt man eine, auch stark verdünnte Lösung, so trübt sie sich. Wenn man etwas länger kocht, so bilden sich Flocken, die sich an der Wand des Gefässes niederschlagen. Filtrirt man von dem Niederschlag ab, so enthält das Filtrat nur noch Spuren von Hemiellastin. Verdampft die Lösung des Hemiellastins im Wasserbade, so trübt sich zuerst die Flüssigkeit, dann bilden sich zusammenhängende, zähe, durchscheinende Häute. Die durch Erwärmen erzeugte Trübung verschwindet nach dem Erkalten. Wenn man die heisse, trübe Flüssigkeit einfach durch kaltes Wasser abkühlt, so klärt sie sich sofort auf. Diese Eigenschaft zeigen nur Lösungen, die neutral oder schwach sauer reagiren.
- 3) Die neutralen Lösungen werden gefällt durch Alcohol.
- 4) Sie werden gefällt durch concentrirte Mineralsäuren (Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure). Die Niederschläge sind im Ueberschuss der Säuren löslich.

- 5) a. Phosphorwolframsäure und Phosphormolybdänsäure erzeugen starke Niederschläge in mit Salzsäure angesäuerten Lösungen. Desgleichen bewirkt die Gerbsäure.
 - b. Gelbes Blutlaugensalz und Essigsäure erzeugen Niederschläge, die sich beim Erwärmen zersetzen.
 - c. Picrinsäure erzeugt eine starke Fällung.
 - d. Phenol und Essigsäure erzeugen starke Fällungen.
- 6) Neutralsalze (Kochsalz, schwefelsaure Magnesia) und Essigsäure fällen das Hemi-elastin.
- 7) Metallsalze (Bleissig, Kupfersulfat, Quecksilberchlorid, Quecksilbernitrat) erzeugen Niederschläge, die im Ueberschusse des Reagens löslich sind.
- 8) Kaliumquecksilberjodid und Kaliumwismuthjodid erzeugen starke Niederschläge in saueren Lösungen.
- 9) Das Hemi-elastin zeigt auch einige Farbenreactionen, die dem Eiweiss und dessen Verdauungsproducten eigenthümlich sind.
 - a. Biuretreaction. Dieselbe gelingt mit dem Hemi-elastin gerade so wie mit Eiweiss. Die Farbennüancen scheinen von der Concentration der Lösung und der Menge des schwefelsauren Kupfers, ähnlich wie bei Eiweiss abhängig zu sein.
 - b. Xanthoproteinreaction gelingt nur in der Wärme und verhält sich wie bei Eiweiss, nur scheinen mir die resultirenden Färbungen etwas weniger intensiv zu sein, wie beim Eiweiss.
 - c. Die Millon'sche Reaction verhält sich beim Hemi-elastin wie beim Eiweiss.
 - d. Die Reaction von Fröhde verhält sich auch wie beim Eiweiss.
 - e. Die Reactionen auf Eiweiss von Max Schulze und Adamkiewicz verhalten sich negativ.

Trocknet man das Hemi-elastin bei 100—120° C. anhaltend, so verliert es die beschriebenen Eigenschaften, wird vor allem im Wasser unlöslich und zeigt dann überhaupt eine sehr grosse Widerstandsfähigkeit gegenüber verschiedenen

Lösungsmitteln, gerade so wie das Elastin, so dass es vom letzteren durch chemische Reactionen gar nicht unterschieden werden kann und als identisch mit demselben betrachtet werden muss. Das einzige Unterscheidungsmittel ist, da auch die elementare Zusammensetzung dieses Productes derjenigen des Elastins gleicht, nur die Form desselben. Wir kennen das Elastin nur in einer Form, nämlich in Form gewisser Formelemente — man könnte es geformtes Elastin nennen — im Gegensatz zu diesem Producte, welches amorph ist und keine Structur zeigt und für welches ich die Benennung structurloses Elastin vorschlage.

Die Rückbildung eines Verdauungsproductes in seine ursprüngliche Muttersubstanz ist heute nichts Neues, nachdem man dergleichen beim Eiweiss und Leim constatirt hat. Das wäre der dritte analoge Fall, wo aus dem Verdauungsproducte durch Wasserverlust die Muttersubstanz regenerirt wird.

Wenn man alle diese erwähnten Eigenschaften des Hemiastins zusammenfasst, so muss man sagen, dass es in sehr naher Beziehung zum Eiweiss steht, obwohl es sich von demselben durch den mangelnden Schwefelgehalt wesentlich unterscheidet. Vergleicht man dasselbe mit den bekannten Verdauungsproducten des Eiweisses, so ist noch die grösste Analogie mit der Hemialbumose zu sehen. Es unterscheidet sich von dieser allerdings, aber nicht mehr, als homologe Körper derselben Reihe.

Sehr auffallend ist das Verhalten der wässrigen Lösungen des Hemiastins gegenüber höheren Temperaturen. In der ganzen Gruppe der Eiweisskörper und der albuminoiden Substanzen finden wir keinen Körper, der ein ähnliches Verhalten zeigen würde. Bei Verbindungen von einfacherer Zusammensetzung finden sich allerdings genug analoge Fälle. Diese Erscheinung kann man sich vielleicht nicht sehr schwer erklären. Man könnte die durch Erwärmen erfolgende Abscheidung des Hemiastins aus wässriger Lösung als einen Coagulationsprocess, ähnlich wie beim Eiweiss betrachten und wäre der ganze Unterschied in den Löslichkeitsverhältnissen der Coagula, die beide Körper beim Erwärmen liefern,

zu suchen. Das Eiweiscoagulum ist in Wasser unlöslich, während das Hemiastincoagulum in Wasser löslich ist. Wenn es erlaubt ist, die Coagulation durch Alcohol mit der durch Kochen zu identificiren, so wäre etwas ähnliches beim Paralbumin zu finden, dessen durch Alcohol entstandene Coagula in Wasser sich wieder lösen, im Gegensatz zu Eiweiscoagulis, welche unlöslich bleiben und worauf bekanntlich eine Trennungsmethode beider Körper beruht.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, dass man das Hemiastin, ähnlich wie die Hemialbumose nicht nur durch Einwirkung von Verdauungsflüssigkeit, sondern auch durch Einwirkung von Säuren auf Elastin darstellen kann. Versetzt man Elastin mit verdünnter Salzsäure und erwärmt am Wasserbad, so tritt ziemlich bald Lösung ein. Man darf nur nicht zu lange kochen, weil sonst weitere Veränderung und schliesslich vollständige Zersetzung eintritt und man dann ganz andere Körper bekommt. Die Lösung wird mit kohlensaurem Natron neutralisirt, wobei sich kein Neutralisations-Präcipitat bildet. Die klare, schwach gelblich gefärbte, neutral reagirende Flüssigkeit zeigt nun alle Eigenschaften einer Hemiastinlösung. Ob sich nicht auch anderweitige Producte dabei finden, habe ich nicht untersucht.

Die Flüssigkeit trübt sich beim Erwärmen und scheidet beim Kochen Flocken aus. Die Trübung verschwindet aber vollständig beim Auskühlen der Flüssigkeit.

Sie wird gefällt durch Alcohol, concentrirte Mineralsäuren, ferner in saurerer Lösung durch Phosphorwolframsäure, Phosphormolybdänsäure, Gerbsäure, gelbes Blutlaugensalz, Neutralsalze, Metalljodide etc. Ferner zeigt sie die Biuretreaction, Xanthoproteinreaction und Millon'sche Reaction.

Ich habe den Körper nicht weiter untersucht, zweifle aber gar nicht, dass derselbe auf Grund der angeführten Reactionen und der Entstehungsweise mit dem Hemiastin identisch ist.

Ueber eine, durch Einwirkung von Salzsäure auf Elastin resultirende Flüssigkeit berichtet man in allen älteren Literaturangaben und Lehrbüchern, ohne die Beziehungen und Bedeutung derselben weiter zu erörtern. Dieselbe scheint aber

ein Product stärkerer Einwirkung von Salzsäure auf das Elastin zu sein, wofür z. B. die Löslichkeit des fraglichen Körpers in Alcohol spricht.

Wenn es sich darum handeln würde, in einem Gemisch von Nahrungsproducten, z. B. bei der Verdauung von Nahrungsmitteln, die Verdauungsproducte des Elastins zu entdecken, so würde man mit Vortheil die Eigenschaft der Lösungen des Hemi-elastins: sich beim Erwärmen zu trüben und beim Erkalten wieder klar zu werden, benutzen.

Einen derartigen Versuch habe ich mit positiven Resultaten ausgeführt. Ich habe zu Fleisch, um eine deutliche Reaction zu bekommen, etwas Elastinpulver zugesetzt und das Ganze verdaut. Nach dem Abfiltriren des Neutralisationspräcipitats wurde die schwach ausgesäuerte Flüssigkeit aufgeköcht und nach dem Auskühlen filtrirt. Dabei musste sich also das Hemi-elastin wieder lösen und ins Filtrat übergehen. Dasselbe wurde mit Kochsalz und Essigsäure gefällt und vom Niederschlag filtrirt. Dasselbe löste sich leicht im Wasser und die Lösung zeigte die erwähnte Erscheinung beim Kochen.

Zur Trennung von der Hemialbumose, die mit dem Hemi-elastin durch Kochsalz gefällt werden könnte, würde man die Flüssigkeit erhitzen, heiss filtriren und den Niederschlag mit heissem Wasser auswaschen. Derselbe kann dann im Wasser gelöst und mit Alcohol gefällt werden. Er muss auch schwetelfrei sein.

B. Elastinpepton.

Das zweite Verdauungsproduct, welches ich Elastinpepton nenne, wurde folgendermassen dargestellt:

Die dialysirte Lösung der Verdauungsproducte wurde mit frisch gefälltem, kohlensaurem Blei oder mit Bleihydrat gekocht und heiss filtrirt. Das Filtrat wurde mit Schwefelwasserstoff vom gelösten Blei befreit und zur Trockne verdampft. Bei dieser Procedur wird das Hemi-elastin entfernt. Das gelingt nicht immer aufs erste Mal und in diesem Falle muss man die Operation wiederholen. Zu gleichem Resultate kommt man durch die Behandlung der Lösung mit essig-

saurem Eisenoxyd nach dem bekannten Verfahren von Schmidt-Mühlheim oder Hofmeister. In diesem Falle kommen ziemlich viel Salze in die Lösung, die dann durch Dialyse entfernt werden müssen.

Das Elastinpepton stellt ein gelblich gefärbtes, amorphes, geschmackloses Pulver dar, welches im kalten und heissen Wasser löslich ist, so wie im verdünnten Alcohol.

Die Elementaranalyse der bei 100—105° C. getrockneten Substanz lieferte folgende Resultate:

- 1) 0,2491 gr. aschenfreier Substanz gaben 0,1808 gr. Wasser, entsprechend 0,0201 gr. Wasserstoff = 8,07% und 0,4879 gr. Kohlensäure, entsprechend 0,1331 gr. Kohlenstoff = 53,43%.
- 2) 0,1904 gr. aschenfreier Substanz gaben 0,1382 gr. Wasser, entsprechend 0,0154 gr. Wasserstoff = 8,08% und 0,3750 gr. Kohlensäure, entsprechend 0,10228 gr. Kohlenstoff = 53,71%.
- 3) 0,1110 gr. aschenfreier Substanz gaben 15,0 cc. Stickstoff, gemessen bei 10° und 758 mm. Barometerstand, entsprechend 0,017913 gr. Stickstoff = 16,20%.

	I.	II.	III.	Mittel.
C	53,43	53,71	—	53,57
H	8,07	8,08	—	8,075
N	—	—	16,20	16,20

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass das Elastinpepton vom Elastin und Hemielastin differirt, indem es einen niedrigeren Kohlenstoff- und Stickstoff-, dagegen einen höheren Wasserstoff- und Sauerstoff-Gehalt aufweist.¹⁾

Die Lösungen des Elastinpeptons zeigen folgende Eigenschaften:

- 1) Sie lenken die Ebene des polarisirten Lichtstrahls stark nach links ab. Sie diffundiren schwer, aber leichter als die Lösungen des Hemielastins.

¹⁾ Vielleicht ist der Grund dieser Differenz zum Theile auch darin gelegen, dass das Elastinpepton vor der Analyse bei 100—105° C., während das Elastin und Hemielastin bei 105—110° C. getrocknet wurden.

Die mit dem Wild'schen und Hoppe-Seyler'schen Apparate ausgeführte Bestimmung der specifischen Drehung ergab, als Mittel mehrerer Ablesungen folgendes Resultat: Eine 6,14 proc. Lösung lenkte die Polarisationssebene bei 20° C. in einer 100 mm. langen Röhre beobachtet um 5,4° nach links ab. Die specifische Drehung wäre demnach $\alpha_{(D)} = - 87,94^\circ$.

- 2) Die Lösungen werden beim Erwärmen und in der Siedhitze nicht verändert.
- 3) Verdünnte Lösungen werden durch Alcohol nicht verändert, concentrirte werden durch absoluten Alcohol getrübt. Es ist daher das Elastinpepton im verdünnten Alcohol löslich.
- 4) Concentrirte Mineralsäuren erzeugen keine Fällungen.
- 5) Phosphorwolframsäure, Phosphormolybdänsäure, Gerbsäure und Picrinsäure erzeugen starke Niederschläge.
- 6) Gelbes Blutlaugensalz und Essigsäure geben keinen Niederschlag.
- 7) Neutralsalze und Essigsäure erzeugen keinen Niederschlag.
- 8) Jodquecksilberjodkalium und Jodwismuthjodkalium erzeugen starke Niederschläge.
- 9) Bleizucker und Bleiessig mit Amoniak, Quecksilberchlorid und Quecksilbernitrat erzeugen Niederschläge.
- 10) Die Farbenreactionen verhalten sich beim Elastinpepton wie beim Hemiastin.

Wenn man die Eigenschaften des Elastinpeptons mit denen des Eiweisspeptons vergleicht, so ist die grosse Uebereinstimmung beider sehr auffallend. Die Trennung beider Körper in den Gemischen würde kaum ausführbar sein.

Hier sei noch eine andere Bereitungsweise des Elastinpeptons erwähnt. Man weiss schon seit geraumer Zeit, dass das Elastin durch 30 Stunden im Papinianschen Digestor mit Wasser auf 100° C. erhitzt, sich auflöst. Diese Beobachtung machte M. S. Schultze¹⁾. Er betrachtete den resultirenden Körper für «reinen Leim der elastischen Faser». Derselbe zeigte folgende Reactionen: Er wurde gefällt «durch

¹⁾ Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 71.

Gerbsäure, Picrinsalpetersäure, Chromsäure, Jodtinctur und Sublimat, dagegen wurde er durch Reagentien, welche Chondrin fällen, nicht verändert. Alcohol und Chlorwasserstoff fällten aus den wenig concentrirten Lösungen ebenfalls nichts».

Dieser Versuch von Schultze wurde von mir folgendermassen wiederholt. Ich erhitzte 2 gr. Elastinpulver mit 50 cc. Wasser im geschlossenen Glasrohr auf circa 100° C. durch etwa 20 Stunden. Die resultirende, schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit wurde von einer geringen Menge ungelöst gebliebener Substanz filtrirt und zur Trockne verdampft. Der Rückstand zeigte alle Eigenschaften des Elastinpeptons, die ich nicht wieder anführen will. Diese Bereitungsweise ist sehr einfach und kann sogar der durch Verdauung vorgezogen werden.

Ich muss daher die Angabe von Schultze dahin rectificiren, dass beim Erhitzen des Elastins mit überhitztem Wasserdampf Elastinpepton entsteht. Dass der gebildete Körper kein Leim ist, wird jetzt von Niemandem bestritten.

Schliesslich möchte ich noch die Frage berühren, ob dem Elastin als Bestandtheile der Fleischnahrung irgend eine Bedeutung als Nahrungstoff zukommt.

Nach den bisherigen Anschauungen, da man das Elastin als unverdaulich hinstellte, musste die Frage verneint werden. Berücksichtigt man aber die vorher dargelegten Erfahrungen, so muss man anderer Ansicht werden.

Ich war bemüht, zu zeigen, dass das Elastin, wenn es nur fein genug vertheilt ist, in ziemlich kurzer Zeit verdaut, respective gelöst werden kann. In diesem Zustande ist es zweifelsohne resorptionsfähig.

Die Histologie giebt uns ziemlich genaue Aufschlüsse über die Verbreitung des elastischen Gewebes in den Fleischnahrungsmitteln. Abgesehen von den Partien, in denen das elastische Gewebe in dichten Massen angehäuft ist, so z. B. in den Bändern, oder in ziemlich reichlicher Menge in den Gefässwandungen, welche mit dem Fleisch in grösserer oder geringerer Menge zur Bereitung der Fleischspeisen dienen.

findet sich das elastische Gewebe überall im Fleisch eingestreut und zwar im Sarcolemm, im Neurilemm und im Perimysium. Dieses letztere ist sehr fein vertheilt und wird daher sicher vollständig verdaut. Wenn man aber die Menge des elastischen Gewebes, welches sich im Fleisch findet und welche doch als nicht sehr gross bezeichnet werden muss, in Betracht zieht, so kann man dem Elastin keinen sehr hervorragenden Platz als Nahrungsstoff für Menschen anweisen. Jedenfalls muss es aber als ein Nahrungsstoff betrachtet werden. Vielleicht spielt es bei der Ernährung der Hunde in den Städten eine wichtige Rolle, die mit den für sie bestimmten Fleisch-Abfällen ziemlich grosse Mengen des elastischen Gewebes zur Nahrung bekommen.

Nachschrift.

Durch die Güte des Herrn Prof. Albert, Vorstandes der I. chirurgischen Klinik in Wien und dessen Assistenten Herrn Dr. Maydl war ich in letzter Zeit in der Lage einen Versuch darüber anzustellen, wie schnell das Elastin im Magen des Menschen verdaut wird.

Auf der erwähnten Klinik befindet sich ein Patient mit einer künstlich angelegten Magenfistel, dessen Verdauung sonst ganz normal vor sich geht. Durch die Fistel wurde ein Säckchen von dichtem Seidenstoff, welches 1 gr. Elastinpulver enthielt, in den Magen des Patienten gebracht. Nach 24 Stunden wurde dasselbe herausgezogen und es stellte sich heraus, dass etwa $\frac{2}{3}$ vom Elastinpulver in Lösung gegangen waren, während im Säckchen noch etwas von stark gequollenem, breiigem Elastin sich befand. Der breiige Inhalt des Säckchens wurde mit Wasser verdünnt und filtrirt. Die klare Lösung zeigte sehr schön die Reactionen des Hemiclastins.

Also auch unter diesen nicht sehr günstigen Bedingungen, da das Elastin in einem Säckchen und so zu sagen in einem dichten Klumpen war, wurde es, man kann sagen, mit grosser Schnelligkeit verdaut.