Beitrag zur Kenntniss des Peptons.

Von

Dr. C. A. Pekelharing,

Lehrer an der Thierarzneischule zu Utrecht.

Die Untersuchungen von Plósz¹⁾, Maly²⁾ und Adamkiewicz³⁾ haben der Meinung, nach welcher die Eiweissstoffe der Nahrung wenigstens zum grössten Theile erst im Verdauungstractus in Pepton verändert, und dann, nach der Resorption, wieder in Eiweiss verwandelt werden, eine grosse Stütze gegeben. Die drei genannten Forscher fanden, dass das Eiweiss der Nahrung ganz oder theilweise durch Pepton substituirt werden konnte, nicht nur ohne Nachtheil für das Thier, sondern selbst, allem Anscheine nach, mit einigem Vortheil. Die Sache ist aber weniger einfach als sie scheint, weil das Wort „Pepton“ nichts weniger als einen wohl definirten Begriff andeutet. Wenn man sieht, dass Plósz 2—3 Wochen, Maly 2—3 Tage und Adamkiewicz 2—5 Stunden lang künstlichen Magensaft auf Fibrin einwirken liess, zur Bereitung des für die Fütterung bestimmten Peptons, dann ist es schon klar, dass die verschiedenen Versuche nicht ohne weiteres mit einander vergleichbar sind. Man sieht weiter, dass die Reactionen, welche nach Adamkiewicz für Pepton kennzeichnend sind, in manchem bedeutenden Punkte verschieden sind von denjenigen, welche Plósz und Maly für charakteristisch halten. Adamkiewicz stellt auch die Beweiskraft der Versuche seiner Vorgänger in Abrede. Nach der Besprechung dieser Versuche sagt er: „Es werden diese Andeutungen genügen, den Beweis zu liefern, dass die Frage über den Nährwerth des Peptons noch der Entscheidung harrt, und dass bis jetzt Untersuchungen fehlen, welche eine solche Ent-

1) Dies Archiv, Bd. IX, S. 323 und Bd. X, S. 536.

2) *ibid.* Bd. IX, 585.

3) Die Natur und der Nährwerth des Peptons. Berlin 1877, und Virchow's Archiv, Bd. LXXII, S. 431 und Bd. LXXV, S. 144.

scheidung über die Grenzen einer allgemeinen Wahrscheinlichkeit erhoben hatten“¹⁾). Ausserdem sind auch Plósz und Maly verschieden in ihrer Auffassung der Thatsachen. Während dieser Pepton für eine Eiweissmodification hält, welche durch eine geringfügige Aenderung wieder in gewöhnliches Eiweiss übergehen kann, betont jener, am stärksten in seiner zweiten, mit Gyergyai gemeinschaftlich bearbeiteten Abhandlung, dass wenigstens ebenso viel für die Meinung spricht, nach welcher Pepton eine Mischung sein soll von Zersetzungsproducten, welche im Körper wieder zu Eiweiss zusammengefügt werden könnten.

Trotz aller Verschiedenheit des gebrauchten Nahrungsmaterials, haben die genannten Untersuchungen es jedoch höchst wahrscheinlich gemacht, dass in allen jenen Versuchen die Substanz, welche unter dem Namen des Peptons gegeben ward, im Organismus die Rolle von Eiweiss spielen konnte. Die Behauptung Adamkiewicz's ist doch wohl allzu bestimmt, dass man bei dem jungen Hunde von Plósz nicht nur die Gewichtszunahme von 1335 auf 1836 gr, sondern auch den Zuwachs in Körpergrösse erklären könnte aus Retention von Wasser oder Fett, da hier das Pepton, das als einziges N-haltiges Futter gegeben ward, doch unmöglich, in der Weise wie Leim, nur ersparend wirken konnte. Ebensowenig darf man glauben, in Reihe XVI von Maly²⁾ hätte das Pepton nicht wenigstens ebensogut funktioniert wie Eiweiss, wenn man sieht, dass die Taube, während sie einen ganzen Monat lang mit einer stetig steigenden Menge Pepton und entsprechend sinkenden Menge Eiweiss gefüttert ward, eine Gewichtszunahme von 360,5 auf 372 gr zeigte, und dann, als 24 Tage lang nur Eiweiss als stickstoffhaltige Nahrung gegeben wurde, wieder auf ein Gewicht von 359 gr sank. Müsste die Gewichtszunahme auf andere Weise erklärt werden, hätte das Thier nämlich während der Peptonfütterung an Eiweiss hunger gelitten, dann würden die Symptome einem Beobachter wie Maly nicht entgangen sein, und er hätte so bestimmt nicht als Corollarium seiner Versuchsergebnisse den Satz aufgestellt: „Das Pepton war für die Taube Eiweissnahrung“.

Mit gleichem Rechte darf man aus den sorgfältigen Versuchen

1) Natur u. Nährwerth d. Peptons S. 78.

2) Pflüger's Archiv Bd. IX. S. 616.

von Adamkiewicz schliessen, dass das durch ihn an Hunde verfütterte Pepton für den thierischen Organismus wenigstens ebenso werthvoll war wie die eiweissartige Nahrung. Die Versuchsreihen dauerten immer nur einzelne Tage, deshalb war es um so nöthiger, neben dem Körpergewichte die Aufnahme und Ausgabe von Stickstoff und Wasser genau zu verfolgen. Jedoch könnte man, wie A. selbst bemerkt, behaupten, dass in seinen Versuchen das Pepton die Rolle von Leim gespielt hätte, nur ersparend gewirkt hätte auf das immer zugleich mit dem Pepton dargereichte Eiweiss. Dagegen macht A. geltend, dass die Organisation von Stickstoff bei der Peptonfütterung grösser war, als der Fall sein würde, wenn das Pepton in der Nahrung vertreten wäre durch eine entsprechende Eiweissmenge, — „dass also das Pepton, wenn es nur durch „Ersparung“ von Eiweiss hätte wirken sollen, Eiweissmengen hätte ersparen müssen, welche gleich oder grösser sein müssten, als derjenige Antheil, welcher organisirt werden würde, wenn Pepton überhaupt Eiweiss wäre. So kämen wir zu dem merkwürdigen Schluss, dass eine Substanz, welche ersparend wirkt, das Gleiche oder mehr leistete, als das, wofür sie eintritt. Ein solcher Effekt widerspricht allen Erfahrungen und dem Begriff der „Ersparniss“. Vielleicht könnte man noch darüber streiten, ob wirklich dem Begriff der Ersparniss durch eine solche Auffassung widersprochen werde, aber Jeder wird zugeben, dass eine solche Ersparung in dem thierischen Haushalt kein Analogon hätte. Und hiermit hätte A. sich begnügen können, um die grosse Wahrscheinlichkeit seiner Betrachtungen zu betonen. Wo er aber den directen Beweis seiner Meinung liefern will, da ist sein Raisonement nicht überzeugend. Seine Beweisführung ist folgende: Wenn bei einem hungernden Hunde die Stickstoffausscheidung nahezu constant geworden ist, giebt der Phosphorgehalt des Harnes das Maass für den Fleischumsatz im Körper des Thieres an. Füttert man das Thier jetzt mit einer gewissen Menge Pepton, so wird, wenn das Pepton theilweise zurückbehalten wird, die Phosphorausscheidung kaum grösser werden können, während eine deutliche Steigerung der Stickstoffausscheidung eintritt, weil der zersetzte Theil des Peptons zwar viel Stickstoff aber sehr wenig Phosphor enthält. Spielt dagegen das Pepton die Rolle des Leimes, so muss es ganz zerfallen. Der Phosphorgehalt des Harnes muss also steigen, denn jetzt werden 1^o die ganze Menge der in dem verfütterten Pepton

enthaltenen Phosphorsäure und 2° die Phosphorsäure des nicht ersparten Fleisches im Harn erscheinen. Und weil die Menge des nicht ersparten Fleisches nur um sehr wenig verschieden sein kann von der während des Hungerns zerfallenen, so wird, weil alle Erfahrungen lehren — und hier ist der Fehler im Calcül — dass die Ersparung niemals grosse Mengen Eiweiss betrifft, die Phosphorsäure im Harn sich beinahe um so viel vermehrt zeigen müssen, als dem Phosphor des verfütterten Peptons entspricht. Da nun die Phosphorsäureausscheidung sich nicht vermehrt zeigt, wenn ein Hund, der bis dahin unzureichend mit Fleisch gefüttert ward, daneben noch Pepton bekommt, so wird daraus die Richtigkeit der ersten Voraussetzung, dass Pepton Organeiweiss wird, gefolgert. — Es ist aber klar, dass ein solcher „directer“ Beweis keinen Werth hat, wenn die ganze Betrachtung sich stützt auf einen Wahrscheinlichkeitsgrund, dass nämlich eine Ersparung grösserer Mengen Eiweiss durch Pepton mit der Erfahrung in anderen Punkten nicht übereinstimmt. Dieser Wahrscheinlichkeitsgrund ist an und für sich ganz gewiss nicht ohne Werth, dürfte aber nicht in eine Beweisführung eingeführt werden, mit der man den Einwand, dass das Pepton die Rolle des Leimes spielen könnte, direct widerlegen wollte. Auch die späteren Versuche von Adamkiewicz, die „Eiweissorganisation“ betreffend¹⁾, sind nicht ganz überzeugend. Sehr ingeniös wird die Indicanausscheidung als Reagens gebraucht für die Resorption von Eiweisssubstanzen im Darmkanal, und es stellt sich heraus, dass Pepton, kürzere Zeit im Darne bleibend, weniger Gelegenheit giebt zur Indolbildung, als Fleisch. Versuchsreihen, welche je höchstens zwei Tage dauern, geben jedoch nicht das Recht aus der N-Ausscheidung, und zwar bei sehr wechselnder Wasserexcretion, mit einiger Gewissheit auf An- oder Abwesenheit von Eiweissansatz zu schliessen.

Dem Erörterten gemäss lässt sich behaupten, dass sowohl Plósz und Maly als Adamkiewicz, obwohl keiner den directen Beweis lieferte, gezeigt haben, dass höchst wahrscheinlich Pepton, durch Magensaft aus Eiweiss gebildet, in den Geweben des Körpers wieder in Eiweiss verwandelt werden kann. Dann aber wird es auch sehr wünschenswerth, die Lösung zu suchen der Frage,

1) Virchow's Archiv, Bd. LXXV, S. 144.

wie es möglich sein könnte, dass drei verschiedene Forscher zu demselben Resultate gelangen, mit so verschiedenen Substanzen. Muss mit Adamkiewicz und Maly angenommen werden, dass Pepton eine Eiweissmodification ist, welche leicht wieder in gewöhnliches Eiweiss umgewandelt werden kann, wie ist es dann möglich, dass Plósz sein Pepton, das er doch für ein Gemenge von Spaltungsprodukten hielt, ebensowohl zum Aufbau lebendigen Protoplasma's dienen sah? Plósz und Gyergyai selbst geben einen Wink, welche Richtung die Forschung in dieser Hinsicht einzuschlagen habe. Sie äussern die Vermuthung, dass in ihrem Pepton eine Substanz „wenn auch in geringer Menge“ vorhanden sein könnte, welche, der Zusammensetzung nach, mit Eiweiss übereinstimmt. „Erst wenn durch quantitativ geführte Versuche nachgewiesen wird, dass die ganze Peptonmasse aus Körpern besteht, die vom Eiweiss verschieden sind, oder aber wenn das Umgekehrte gefunden wird, dass nämlich neben den vom Eiweiss wesentlich verschiedenen Körpern auch dem Eiweiss ähnliche vorhanden sind, erst dann wird man über diese Frage entscheiden können.“

Adamkiewicz gebührt das Verdienst, die Peptonbereitung in die physiologischen Grenzen zurückgeführt zu haben. Es ist die Frage nicht, was wohl durch peptische Fermente aus Eiweiss gemacht werden kann, sondern welchen Umwandlungen die Eiweisssubstanzen im Darmkanal factisch unterworfen sind. Er fand nun, dass Magensaft in wenigen Stunden aus Eiweiss eine Substanz bildet, welche sich von diesem durch einzelne Eigenschaften, hauptsächlich durch leichte Lösbarkeit beim Erwärmen, deutlich unterscheidet, übrigens aber sowohl in Zusammensetzung, als in den meisten chemischen Reactionen noch mit der grossen Gruppe eiweissartiger Substanzen übereinstimmt.

Nachdem ich mich von der Richtigkeit der Angaben Adamkiewicz's in Betreff der Bereitung und der Eigenschaften seines Peptons überzeugt hatte, schien es mir wünschenswerth, eine andere Bereitungsmethode zu suchen. Vielleicht werden durch Alkohol ausser Pepton noch andere Stoffe gefällt, welche die Reactionen beeinflussen könnten. Ist es doch schon seit Meissner bekannt, dass bei der Einwirkung von Magensaft auf Eiweiss neben Pepton verschiedene Zersetzungsprodukte gebildet werden. Bei einer kurzdauernden Digestion fehlen dieselben wahrscheinlich nicht

ganz, bei einer länger fortgesetzten sind sie gewiss in grösserer Menge da.

Um das Pepton aus der Verdauungsflüssigkeit zu isoliren, mit möglichster Vermeidung der Gefahr einer Verunreinigung mit anderen Substanzen, benutzte ich eine Eigenschaft des Peptons, welche früher schon von Place¹⁾ bemerkt worden, bald danach von Huizinga²⁾ zur Ausfällung des Peptons gebraucht ist, und auf welche Adamkiewicz später mehr speziell die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Das Pepton nämlich zeigt sowohl seine Uebereinstimmung mit dem Eiweiss als seinen Unterschied von demselben darin, dass es bei saurerer Reaction in der Kälte durch Mittelsalze aus seiner Lösung gefällt wird, bei Erwärmung aber sich wieder löst.

Die von mir befolgte Methode war diese: Eiweiss (meistens gebrauchte ich Rinderfibrin, bisweilen auch Hühnereiweiss) wird mit Salzsäure von 0,2 %, und Pepsin, entweder käuflichem oder dem im Glycerinextract von Schweine- oder Hundemagenschleimhaut anwesenden, zwei bis fünf Stunden bei 40° C. digerirt, dann bis zur sehr schwach sauren Reaction neutralisirt, gekocht, und heiss filtrirt. Das Filtrat, nach Abkühlung gewöhnlich opalescirend, bisweilen sogar deutlich trübe, wurde ein wenig eingedampft, mit Essigsäure stark angesäuert, und mit Chlornatrium gesättigt. Der jetzt entstehende ansehnliche, flockige Niederschlag wird nach 8 bis 12 Stunden abfiltrirt. Die leicht filtrirende Flüssigkeit geht ganz klar durch das Papier. Der Niederschlag löst sich beim Erwärmen sehr leicht in destillirtem Wasser, jedoch nicht ohne geringe flockige Trübung, herrührend von Eiweiss, das nie völlig gefällt wird durch Sieden bei schwach saurerer Reaction, und jetzt, vom Chlornatrium und Essigsäure niedergeschlagen, sich nicht löst beim Erwärmen. Ist das Präcipitat in einer hinreichenden Menge H₂O gelöst, so bleibt die Flüssigkeit, von den Eiweissflockchen getrennt, auch nach Abkühlung klar. Ist man aber, um nicht eine zu grosse Menge Flüssigkeit zu bekommen, ein wenig sparsam gewesen mit der Zufügung destillirten Wassers, so kommt der Niederschlag bei Abkühlung zurück. Deshalb wird die Flüssigkeit zur Trennung

1) Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch laboratorium der Leidsche Hoogeschool 1870.

2) Maandblad voor Natuurwetenschappen, 3. Jaarg. 1873. p. 29.

des Eiweisses siedend filtrirt. Das Filtrat wird der Sicherheit halber noch einmal auf dieselbe Weise behandelt: Beifügung neuer Essigsäure und Sättigen mit NaCl hat wieder ausgiebige Fällung zur Folge. Nach einigen Stunden wird der Niederschlag wieder abfiltrirt, in Wasser gelöst und wieder heiss filtrirt. Die Lösung wird dann in den Dialysator gebracht zur Entfernung der Essigsäure und des Kochsalzes. Ich benutzte Dialysatoren wie Hui-zinga¹⁾ dieselben beschrieben hat, und besorgte die fortwährende Erneuerung des Aussenwassers ungefähr in der von ihm angegebenen Weise. Nach einem Tage wird die Peptonlösung, welche jetzt nur wenig Salz mehr enthält und schwach sauer ist, genau neutralisirt. Dabei entsteht ein Niederschlag von Pepton, der beim weiteren Dialysiren stetig wächst, sich aber sowohl bei Erwärmung als nach Beifügung von geringen Mengen Säure, Alkali oder Salz vollkommen löst.

Nach drei oder vier Tage langem Dialysiren ist die Flüssigkeit sehr salzarm geworden. Aus dem Dialysator herausgenommen wird sie gekocht, und wenn der Niederschlag nicht völlig klar sich löst, heiss filtrirt. Dasjenige, was durch das Filtrum geht, ist eine reine Peptonlösung, in welcher bei Abkühlung ein starker Niederschlag entsteht. Die Flüssigkeit wird erst bei gelinder Wärme concentrirt, und dann in vacuo über Schwefelsäure getrocknet. Nach der Trocknung stellt das Pepton ein fast vollkommen weisses, nicht hygroskopisches Pulver dar.

Ueber der Flamme erhitzt, schmilzt es nicht, bildet aber bei der Zersetzung starke, zähe Blasen. Vorsichtig geglüht lässt es wenig Asche zurück.

Z. B. 0.536 gr bei 105 ° getrocknete Substanz lieferten 0.002 gr Asche also 0.4 %.

Ein anderes Mal hinterliessen 0.849 gr bei 105 ° getrocknete Substanz 0.004 gr Asche, also 0.47 %.

Das Pulver löst sich in Wasser in der Kälte nur theilweise, beim Erwärmen aber ganz, setzt sich indessen bei der Abkühlung wieder ab. Die Lösung hat vollkommen neutrale Reaction.

Beifügung von ein wenig NaCl verhindert die Ausfällung bei der Abkühlung. Salz in Uebermaass verursacht aber wieder leichte Trübung in der Kälte (nicht beim Erwärmen).

1) Dies Arch. Bd. XI, S. 392.

Sehr geringe Mengen Säure oder Alkali veranlassen eine auch in der Kälte bleibende Lösung. Aus der alkalischen Lösung wird das Pepton durch NaCl erst gefällt, wenn beinahe Saturation mit Salz erreicht ist, bei Erwärmung aber auch dann nicht.

In der sauern Lösung, wenn wenigstens die Säure in nicht zu geringer Menge vorhanden ist und (am besten unter Erwärmung) gut eingewirkt hat, gibt ein Salzgehalt von 4 Procent einen Niederschlag, der beim Erhitzen vollkommen verschwindet. Dasselbe findet Statt wenn mehr Salz zugefügt ist; wenn jedoch der Salzgehalt 16 % übersteigt, wird vollkommene Lösung beim Erwärmen nur dann erreicht, wenn die Peptonlösung nicht zu concentrirt ist. Ist neben vielem Salz auch viel Pepton vorhanden, so verringert sich der Niederschlag zwar sehr beträchtlich beim Erwärmen, schwindet aber nicht ganz.

Aus der schwach sauern und schwach alkalischen Lösung wird Pepton durch Neutralisation gefällt. Ist zur Lösung zu viel Säure oder Alkali gebraucht, so wird bei der Neutralisation der Salzgehalt gross genug um die Fällung zu verhindern.

Starke Salpetersäure gibt in Peptonlösungen einen Niederschlag, der beim Erwärmen, noch vor Eintritt der Gelbfärbung, schwindet, um bei Abkühlung zurück zu kehren.

Silberniträt verursacht in der in der Wärme bereiteten und durch Abkühlung wieder trübe gewordenen Flüssigkeit eine ganz deutliche Zunahme der Trübung. Der Niederschlag verschwindet beim Erwärmen bis auf eine kaum merkbare Opalescenz (Spuren von Chlor); bei der Abkühlung erscheint er wieder. Freie Essigsäure löst den Silberniederschlag.

Absoluter Alkohol fällt Pepton aus der neutralen Lösung, nicht aus der sauern oder alkalischen.

Ferrocyankalium mit Essigsäure gibt einen voluminösen, in der Wärme sich lösenden, Niederschlag.

Die durch Millon's Reagens veranlasste Fällung löst sich, wenn sehr wenig von dem Quecksilbersalze zugefügt ist, in der Wärme mit rother Farbe auf. Ein Mehrgehalt des Reagens verursacht ein auch beim Erwärmen bleibendes, sich röthendes Präcipitat.

Bleiessig mit Ammoniak, Gerbsäure und Phosphormolybdänsäure veranlassen Fällungen, die beim Erwärmen nicht schwinden.

Kupfersulphat, Eisenacetat, Eisensulphat, Eisenchlorid, Blei-

zucker und Bleiessig schlagen die salzarme Peptonlösung nicht nieder, wohl aber nach Zusatz von ein wenig Kochsalz oder (für die Bleisalze) Kaliumacetat.

Wie man sieht, stimmen die von mir beobachteten Reactionen im Allgemeinen ganz überein mit den durch Adamkiewicz gefundenen. Nur erschienen bei mir die genannten Präcipitate auch in sehr verdünnten Peptonlösungen ebensowohl wie in concentrirten, während Adamkiewicz wiederholt nachdrücklich darauf hingewiesen hat, dass gewisse Reagentien, Salpetersäure z. B., nur in concentrirten Lösungen Fällung veranlassen. Auch in Betreff des „Schmelzens“, welches an dem auf die von A. angegebene Weise bereiteten Pepton sich leicht und constant zeigen lässt, bekam ich ein anderes Resultat. Wird das im Dialysator entstandene Präcipitat erwärmt, so löst sich ein Theil in dem anhängenden Wasser; der Rest bleibt flockig. Bei der Abkühlung scheidet alles sich wieder aus. Setzt man die Erwärmung fort, so verdampft das Wasser — bei sehr gelinder Erwärmung ohne Häutchenbildung — und das Pepton heftet sich als eine glänzende, firnissartige Substanz an die Wände der Schale, ohne dass je von Gelatiniren etwas gesehen wird. Wird aber reines getrocknetes Pepton in einer möglichst geringen Menge sehr starker Essigsäure gelöst und damit während einiger Zeit, mit Rückflusskühler, erwärmt, dann gerinnt die Flüssigkeit bei der Abkühlung zu einer hellgelben Gallerte, welche, vor Wasserverlust geschützt, wieder flüssig wird, wenn man sie erwärmt. Ich glaube, dass das Gelatiniren (ebenso wie das nicht Präcipitiren durch Salpetersäure in verdünnter Peptonlösung) von der Anwesenheit von Beimengungen abhängig ist, welche, wenigstens beim Erwärmen mit starker Essigsäure, wenn auch in geringer Menge, gebildet werden, wie schon durch das Gelbwerden der Flüssigkeit gezeigt wird. Darauf komme ich später zurück.

Die von Maly¹⁾, Herth²⁾ und Henninger³⁾ ausgesprochene Behauptung, Adamkiewicz hätte stark mit Eiweiss verunreinigtes Pepton für eine reine Substanz angesehen, ist durch A. wohl

1) Jahresb. über die Fortschr. d. Thierchemie, Bd. VII, S. 29.

2) Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. I, S. 286.

3) De la nature et du role physiologique des peptones. Paris 1878. p. 47.

genügend widerlegt, und, wie es scheint, erkennt Maly selbst die Richtigkeit dieser Widerlegung an¹⁾).

Auch ich glaube mit völliger Gewissheit annehmen zu dürfen, dass das von mir bereitete Pepton ganz frei ist von Eiweiss. Eine Substanz, welche bei vollkommen neutraler Reaction, mit Hülfe eines Minimum Salz, sich in heissem Wasser zu einer völlig klaren Flüssigkeit löst, um bei Abkühlung wieder zum grössten Theil nieder zu fallen, welche durch abwechselnde Erwärmung und Abkühlung so oft wie man will aufgelöst und wieder gefällt werden kann, und welche mit Essigsäure und 4 % Kochsalz in der Hitze keine Spur von Trübung zeigt, kann doch nicht wohl mit Eiweiss verunreinigt sein. Ebenso wenig darf angenommen werden, dass sie ein Gemenge verschiedener Substanzen sei, dass z. B. der Niederschlag im Dialysator etwas anderes wäre, als der gelöst gebliebene Theil. Filtrirt man den trüben Dialysatorinhalt, und löst man den Niederschlag in wenig Kochsalz, so unterscheidet sich diese Lösung in keinem merklichen Punkte von dem klaren Filtrat. Wird das klare Filtrat aufs Neue dialysirt, dann hat sich in Kurzem wieder ein Niederschlag gebildet, der mit dem ersten ganz und gar übereinstimmt. Das Pepton wird in der klaren Flüssigkeit durch das in demselben vorhandene Salz aufgelöst gehalten, und scheidet sich aus je nachdem der Salzgehalt unter dem Einflusse der Dialyse abnimmt. Denn das Pepton ist in Wasser unlöslich, wie auch Adamkiewicz²⁾ schon zeigte, und nicht nur in kaltem, sondern auch in heissem Wasser. Setzt man einer nicht zu geringen Menge des in vacuo getrockneten Peptons eine relativ geringe Quantität Wasser hinzu, dann bekommt man auch in der Kochhitze keine vollkommene Lösung. Sobald aber sehr wenig Essigsäure hinzugefügt wird, wird die Flüssigkeit ganz klar. Vorsichtige Neutralisation erzeugt wieder Trübung, welche auch beim Erwärmen nicht verschwindet. Der Salzgehalt der Flüssigkeit ist dann so gering, dass er nicht im Stande ist, ohne die Beihülfe von Säure oder Alkali das Pepton gelöst zu halten. Vermehrt man den Salzgehalt, dann ist, wenigstens beim Erwärmen, die Lösung bei neutraler Reaction vollkommen.

Dass das osmotische Aequivalent des Peptons nicht so niedrig

1) Jahresber. üb. die Fortschr. d. Tierchemie, Bd. VIII, S. 21.

2) Virchow's Archiv, Bd. LXXII, 435.

ist, als man nach Funke glaubte, wurde schon früher von Maly nachgewiesen und von Henninger und Kossel¹⁾ bestätigt. Allenfalls ist es niedriger als dasjenige des Eiweisses. Oefters habe ich das für die Dialyse gebrauchte Wasser gesammelt und bis auf ein kleines Volumen eingedampft, und immer war in demselben Pepton mittelst Essigsäure und Salz leicht nachzuweisen. Der Behauptung von Adamkiewicz²⁾, dass lange fortgesetztes Dialysiren die Fällbarkeit des Peptons verringere, muss ich entschieden entgegen treten.

Zwischen dem aus Rindsfibrin bereiteten und dem aus Hühner-eiweiss erzeugten Pepton habe ich in keinerlei Hinsicht irgend welche Differenz finden können. Nach Henninger³⁾ unterscheiden sich die Peptone von verschiedenen Eiweisssubstanzen nur darin von einander, dass der Einfluss, den sie auf das polarisirte Licht üben, ein verschiedener ist. Alle sollen die Polarisations-ebene nach links drehen, Albuminpepton aber am schwächsten, Caseinpepton am stärksten. Er schliesst sich, obschon mit einigem Vorbehalt, an das diesbezüglich von Corvisart⁴⁾ Mitgetheilte an; selbst aber theilt er keine Zahlen mit, weil seine Bestimmungen nicht mit ganz reinen Substanzen gemacht sind. Man hat jedoch, wie mir scheinen will, das Recht nicht, einen solchen Unterschied anzunehmen, so lange er nicht genügend festgestellt ist. Aus demjenigen, was bei unreinem Material gefunden ist, darf doch wohl nicht auf Unterschiede im Drehungsvermögen reinen Peptons geschlossen werden. Mit Hoffmann's Polaristrobometer habe ich öfters das Drehungsvermögen von Fibrinpepton und Hühner-eiweisspepton bestimmt; die Resultate zeigten aber auch bei denselben Peptonarten so wenig Uebereinstimmung, dass es ganz Unrecht sein würde, daraus auf die Existenz resp. die Abwesenheit eines Unterschiedes im specifischen Drehungsvermögen zwischen den beiden untersuchten Peptonarten schliessen zu wollen. Den Mangel an Uebereinstimmung in den Resultaten glaube ich hauptsächlich dem Einfluss zuschreiben zu müssen, welchen das Lösungsmittel (ich benutzte als solches NaCl) auf die Drehung

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. III, S. 58.

2) Virchow's Archiv, Bd. LXXV. S. 147.

3) l. c. p. 34.

4) Bullet. de la soc. chim. de Paris 1862. p. 79.

der Polarisationssebene ausübt, einem Einfluss, der auch darum grosse Bedeutung hat, weil man genöthigt ist, mit schwachen Peptonlösungen zu experimentiren. Es ist nämlich höchst schwierig, concentrirtere Lösungen reinen Peptons bei Zimmertemperatur so klar zu bekommen, dass die Beobachtung durch eine 30 cm dicke Schicht ungestört von Statten geht. Diese Schwierigkeiten werden zwar durch fortgesetzte Versuche eliminirt werden können, so lange aber wird man auch mit der Annahme einer Differenz zwischen den verschiedenen Peptonen auf Grund der specifischen Drehung warten dürfen.

Elementaranalysen des Peptons habe ich nicht gemacht. Apriori wäre es schon höchst unwahrscheinlich, wenn das von mir bereitete, in jeder Hinsicht sich als eine Eiweissmodification kennzeichnende Pepton in der Zusammensetzung einen nennenswerthen Unterschied von Eiweiss zeigen würde. Jedoch wäre die Analyse ohne Zweifel nothwendig, wenn es in dieser Hinsicht keine Erfahrungen gäbe. Die genauen Untersuchungen aber von Maly, Herth, Adamkiewicz und Henninger haben in dieser Hinsicht eine hinreichend grosse Erfahrung geliefert, und man darf es jetzt wohl mit Maly für festgestellt halten, dass sorgfältig vorbereitetes und vor Zersetzung geschütztes Pepton in der Zusammensetzung mit den Eiweisssubstanzen im Allgemeinen übereinstimmt. Mehr aber kann für den Augenblick die Elementaranalyse nicht lehren und, wie Maly sagt, „ob dabei nun das Pepton mit dem Eiweiss völlig isomer ist, oder ob dabei eine kleine auf ein Molekul Wasser zu beziehende Zusammensetzungsdifferenz sich ergibt, ist dabei für meine Behauptung vorläufig gleichgültig, denn das ist bei einem so hoch zusammengesetzten Körper überhaupt durchs Analysiren nicht herauszubringen“¹⁾.

Die Meinung Pepton entstände aus Eiweiss durch hydrolytische Spaltung fand eine Stütze in verschiedenen Angaben, dass es möglich wäre, durch Wasserentziehung aus Pepton wieder Eiweiss zu bilden. Um diese Umwandlung hervorzurufen, digerirte Huizinga²⁾ eine schwach alkalische Peptonlösung einige Tage lang mit Chlornatrium in Ueberschuss, behandelte Henninger³⁾

1) Pflüger's Archiv Bd. XX, S. 329.

2) Maandbl. v. Natuurwetensch. 1873, p. 29.

3) l. c. p. 54.

das Pepton mit krystallisirter Essigsäure, und ward Pepton von Henninger und von Hofmeister¹⁾ während einiger Stunden im trockenen Zustande auf 140° bis 180° erhitzt. Nur mittelst der letzten Methode konnte ich die gewünschte Umwandlung erzielen. Ward trockenes Pepton 4 Stunden lang auf 140° erhitzt, dann löste sich die kaum gelblich verfärbte Substanz nur theilweise auch im heissen Wasser. Der nach Auslaugung mit einer grossen Quantität siedenden Wassers ungelöste Theil löste sich leicht in Säuren und Alkalien, ward auch nach der Zufügung von etwas Kochsalz durchs Neutralisiren gefällt, während in der essigsauren Lösung schon eine geringe Menge NaCl eine Trübung veranlasste, welche beim Erhitzen sich nicht nur nicht löste, sondern sogar flockig ward. Die charakteristischen Eigenschaften des Peptons waren also verschwunden. Der in Wasser noch lösliche Theil der erhitzten Masse zeigte alle Peptonreactionen.

Obwohl ich die Vorschriften Huizinga's und Henninger's ganz genau befolgt habe, gelang es mir weder unter dem Einfluss von Alkali und Kochsalz, noch unter dem von krystallisirter Essigsäure aus Pepton Eiweiss zu bilden. Huizinga benutzte für den Versuch sein α -Pepton, und vielleicht ist die Vermuthung nicht allzu gewagt, dass diese Substanz selbst mit Eiweiss verunreinigt war. Die Verdauungsflüssigkeit ward durch Neutralisiren und Kochen vom Eiweiss befreit und dann mit Essigsäure und Chlornatrium behandelt. Der jetzt entstehende Niederschlag ist sein α -Pepton. H. gibt zwar an, dass die Peptonfällung erst dann stattfand, als die Flüssigkeit sich ganz eiweissfrei zeigte, aber er meldet nicht, auf welche Weise dies festgestellt wurde. Man darf doch nicht annehmen, dass er den Farbenunterschied zwischen Eiweiss und Pepton bei der Bluretreaction, den er übrigens für ziemlich wichtig achtet, für brauchbar hielt zum Nachweis geringer Eiweissmengen in Peptonlösungen. Mir gelang es nie, die Verdauungsflüssigkeit durch Neutralisiren und Kochen völlig eiweissfrei zu machen. Der durch Essigsäure und Salz hervorgerufene Niederschlag enthielt immer einen, wenn auch kleinen Theil, der sich beim Erwärmen nicht löste. Darum glaubte ich das auf diese Weise bereitete Pepton nur dann für eiweissfrei erklären zu dürfen, wenn es bei vollkommen neutraler Reaction und durch

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. II. S. 206.

die Dialyse salzarm gemacht, sich beim Erhitzen ohne die geringste Trübung löst.

Ebensowenig gelang es mir, durch Behandlung mit krystallisirter Essigsäure in der von Henninger beschriebenen Weise eine beim Kochen gerinnende Lösung zu erhalten. Die eine Stunde lang auf 80° erhitze und dann durch Destilliren in vacuo von Essigsäure theilweise befreite Masse löste sich mit einiger Trübung in Wasser. Wiederholtes Filtriren durch feines Papier gab eine völlig klare Flüssigkeit, welche zwei Tage lang dialysirt nur noch schwach sauer reagirte. Chlornatrium gab jetzt mit überschüssiger Essigsäure eine Fällung, welche sich beim Erhitzen ganz löste. Die durch Ferrocyankalium hervorgebrachte Trübung verschwand zwar nach der Beifügung einer kleinen Quantität Salz. Als aber die Dialyse nochmals zwei Tage fortgesetzt wurde und das Pepton in Folge des allmäligen Verschwindens der Säure sich theilweise im Dialysator niedergeschlagen hatte, war in keiner Hinsicht mehr irgend ein Unterschied zwischen dem Dialysatorinhalt und gewöhnlichem reinem Pepton nachzuweisen. Meiner Meinung nach hatte die Essigsäure einen kleinen Theil des Peptons zersetzt — daher die nicht vollkommene Lösung der erhitzten Masse in Wasser (die Trübung war zu geringfügig, um getrennt untersucht werden zu können), und daher auch das Ausbleiben des Ferrocyankaliumniederschlags bei Anwesenheit von Salz. Nach der Entfernung der löslichen Zersetzungsproducte durch die Dialyse war auch jede Spur der Essigsäureeinwirkung verschwunden ¹⁾.

Ohne übrigens auf theoretische Betrachtungen einzugehen, glaube ich behaupten zu dürfen, dass augenblicklich die Gründe

1) Man hat hier ein Beispiel von Lösung des Ferrocyankaliumniederschlags durch Salz. In anderen Fällen sah ich dass der Niederschlag in unreiner Peptonlösung durch einen Ueberschuss von gelbem Blutlaugensalz gelöst wurde, und Maly gibt an, dass geringe Mengen Salzsäure oder Salpetersäure eine solche Fällung ohne Ausnahme verschwinden machen (dieses Archiv Bd. IX, S. 596). Diese Angabe Maly's habe ich, obschon ich es sehr oft versuchte, nie bestätigen können. Ich bin aber sehr bereit zu glauben, dass in seinem Pepton Beimengungen vorhanden waren, welche in dem meinigen fehlten, und welche unter Beihülfe von Mineralsäuren den durch Essigsäure und Ferrocyankalium entstandenen Niederschlag zu lösen im Stande waren. Eine so leicht zu fälschende Reaction hat doch wohl das Recht nicht, eine grosse Rolle in der Peptonchemie zu spielen.

fehlen zur Entscheidung, ob das Pepton durch hydrolytische Spaltung aus Eiweiss gebildet wird, oder, wie Adamkiewicz meint, „aus seiner Muttersubstanz ohne chemische Zersetzung und nur durch den Untergang ihres festeren Molekulargefüges entstanden ist“.

Nach der Erörterung der Eigenschaften, welche, meiner Auffassung nach, reines Pepton kennzeichnen, komme ich zu der Frage, ob nun jene sehr leicht in Wasser lösliche Substanz, welche in Meissner's α -Pepton gipfelt, und welche von so vielen, wenngleich mit vielen Differenzen untergeordnete Details betreffend, bereitet und beschrieben ist, wirklich diesem Pepton so gar fremd sein möchte.

Oben habe ich schon versucht nachzuweisen, dass die physiologische Erfahrung eine Uebereinstimmung beider Substanzen höchst wahrscheinlich macht. Und vergleicht man die Elementaranalysen von Maly, Adamkiewicz, Herth und Henninger unter einander und mit den Thiry'schen, dann kann kaum Zweifel darüber bestehen, dass Alle in der Hauptsache dieselbe Substanz bearbeitet haben. Zur Erklärung der Unterschiede in den Reactionen glaube ich die Spur gefunden zu haben. Magensaft erzeugt bei der Einwirkung auf Eiweiss, neben Pepton, andere Substanzen, im Anfange gewiss in sehr geringer Menge, welche das Vermögen haben, Peptonniederschläge gelöst zu halten, und dadurch die Anwesenheit des Peptons in Flüssigkeiten, in welchen es reichlich vorhanden ist, zu verbergen. Dass der Magensaft im Stande ist, wirkliche Zersetzung von Eiweiss zu veranlassen, wird wohl durch Niemand bezweifelt. Und dass auch eine sorgfältig, durch 2—3 Tage langes Digeriren bereitete Peptonlösung Verunreinigungen enthält, welche durch Alkohol und durch Bleiessig mit Ammoniak schwieriger als Pepton gefällt werden, und welche den Niederschlag vom Ferrocyankalium mit Essigsäure in Lösung halten, bewies Maly¹⁾ selbst. Denn weder die 4. Alkoholfraction, noch das von der Bleifällung geschonte Pepton zeigte die Ferrocyankaliumreaction, während übrigens Maly's Präparate alle mit diesem Reagens ein positives Resultat gaben. Die Verunreinigungen waren nicht in so grosser Menge da, und sind vielleicht auch in der Zusammensetzung nicht so sehr verschieden vom Eiweiss, dass sie

1) Dies Archiv, Bd. IX, S. 597.

das Resultat der Elementaranalyse in bemerkbarer Weise beeinflussen könnten, aber nichtsdestoweniger waren sie da. Den Unterschied zwischen den Alkoholfractionen habe ich auch untersucht mit Rücksicht auf das Verhalten zum Chlornatrium mit Essigsäure. Fibrin ward einige Tage mit künstlichem Magensaft digerirt, und darauf die Flüssigkeit neutralisirt, gekocht, filtrirt, eingedampft bis auf ein kleines Volumen und mittelst Alkohol gefällt. Der Niederschlag blieb einige Tage mit dem Alkohol in Berührung und ward dann in Wasser gelöst, filtrirt und jetzt in zwei Fractionen durch Alkohol präcipitirt. Beide Fractionen lösten sich danach völlig im Wasser auf und wurden, nachdem der Gehalt jeder an festen Stoffen ermittelt worden war, zu gleichen Concentrationsgraden gebracht. Jetzt geben 4 ccm der Fraction I mit einem Tropfen starker Essigsäure gekocht nach der Abkühlung eine deutliche Trübung mit 14 ccm gesättigter Chlornatriumlösung, während 4 ccm der Fraction II in derselben Weise mit 20 ccm gesättigter Salzlösung behandelt, noch nicht einmal opalisirend wurden. Die Fraction I gibt mit Essigsäure und Ferrocyankalium einen starken Niederschlag, während die Fraction II unter demselben Einfluss eine sehr geringe Fällung liefert, welche durch Uebermass von gelbem Blutlaugensalze in eine leichte Trübung verändert wird. Der Salzgehalt beider Peptonlösungen kann hier keinen Einfluss gehabt haben. Der Aschegehalt von Fraction I war, auf die festen Stoffe berechnet 5,3 %, der von Fraction II 4 %.

Diese Beimischungen diffundiren auch leichter als Pepton, ja sie scheinen sogar das Vermögen zu besitzen, dem Pepton durch die Poren des Pergamentpapiers den Durchgang zu erleichtern. Obwohl ich in Betreff dessen keine genauen Bestimmungen gemacht habe, kam es mir wenigstens vor, als wäre der Peptongehalt des Diffusats grösser, ceteris paribus, bei der Dialyse unreiner als bei derjenigen reiner Peptonlösungen. Vielleicht wäre es möglich, auf diese Weise eine Erklärung zu finden des Unterschieds in den Resultaten einerseits von Funke, andererseits von von Wittich, Maly und Henninger. Wird mittelst Alkohol gefälltes Pepton, welches mit Essigsäure und Salz nur noch eine leichte, beim Erhitzen vollkommen verschwindende Trübung zeigt, und von Essigsäure mit Ferrocyankalium noch deutlich gefällt wird, dialysirt, so findet man im Diffusat, wie Henninger angibt, eine Substanz,

welche die Merkmale des Meissner'schen *c*-Peptons zeigt. Henninger glaubt, das reine Pepton sei jetzt diffundirt, während die eiweissartigen Beimischungen im Dialysator zurückgeblieben seien. Dieser Meinung kann ich nicht beistimmen. Meiner Auffassung nach sind durch das Pergamentpapier hindurchgegangen sowohl Pepton als Beimischungen, mit Rücksicht auf die ursprüngliche Peptonlösung aber mehr Beimischungen als Pepton. Dadurch sind die Peptonreactionen im Diffusat maskirt, während dieselben im Dialysatorinhalt an Deutlichkeit zugenommen haben müssen. Und die Thatsachen stimmen mit dieser Auffassung ganz überein. Im Dialysator setzt sich ein Niederschlag ab ¹⁾, der sich in heissem Wasser vollkommen löst und bei der Abkühlung zurückkommt, der in wenig Salz löslich ist, von Salpetersäure gefällt wird, kurz die charakteristischen Reactionen des Peptons zeigt. In der von diesem Niederschlag abfiltrirten klaren Lösung ist jetzt, trotzdem der grösste Theil des Salzes und eine ziemliche Menge Pepton durch Fällung und durch Diffusion aus derselben verschwunden ist, der Niederschlag mit Salz und Essigsäure leichter hervorzurufen. Zum Beispiel:

4 ccm einer vollkommen klaren Peptonlösung geben, mit 1 Tropfen starker Essigsäure gekocht und abgekühlt, mit $3\frac{1}{2}$ ccm concentrirter NaCl-Lösung eine beim Erhitzen ganz schwindende Trübung. 25 ccm von dieser Peptonlösung wurden in den Dialysator gebracht und 52 Stunden mit fortwährend erneuertem Wasser in Berührung gelassen. Im Dialysator hat sich ein Niederschlag von Pepton abgesetzt. Die davon abfiltrirte klare Flüssigkeit, welche bis auf 40 ccm zugenommen hat, wird wieder bis auf 25 ccm eingedampft. Von dieser Lösung geben jetzt 4 ccm mit 1 Tropfen Essigsäure gekocht und abgekühlt eine, beim Erhitzen sich lösende Trübung mit 2 ccm NaCl-Lösung. Das eingeengte Diffusat gibt starke Xanthoprotein- und Biuret-Reaction, jedoch weder Fällung mit Essigsäure und Salz, noch mit Essigsäure und Ferrocyankalium.

Ich kann mir keine andere Erklärung dieser Thatsachen denken, als die angeführte, es sei denn dass man glauben wollte, Meissner's *c*-Pepton verwandele sich innerhalb des Dialysators

1) Auch Maly erwähnt, dass seine Peptonlösungen öfters beim Dialysiren trübe waren (dies Archiv Bd. IX, S. 595).

in näher zum Eiweis stehende Substanzen. Ungeachtet des völlig Unbegründeten einer solcher Annahme, müsste man dann doch noch für den Unterschied in den Reactionen der Alkohol-fractionen eine neue Erklärung finden. Der directe Beweis, dass diese Beimengungen von Magensaft neben oder aus dem Pepton gebildet werden, würde geliefert sein, wenn man die Beimengungen isolirt oder in solchem Uebermaass hätte, dass in denselben neue Mengen Pepton, resp. Peptonverbindungen gelöst werden könnten. Sowohl der Alkohol aber, mittelst welches das Pepton gefällt ist, als das soeben genannte Diffusat, enthalten neben den Beimengungen so viel Pepton, als eben noch in Lösung gehalten werden kann. Wird mehr Pepton zugesetzt, so können die auflösenden Substanzen auf dasselbe keinen merklichen Einfluss mehr haben; zumal die Beimengungen niemals ohne beträchtlichen Salzgehalt erhalten werden können. Zwar wird unter günstigen Umständen durch Einwirkung des Pepsins auf Eiweiss ein Ueberschuss von Beimischungen erhalten werden können. Wenn die neutralisirte und dann wieder mit Essigsäure angesäuerte Verdauungsflüssigkeit keine Fällung mehr gibt mit gelbem Blutlaugensalz¹⁾, wird man wahrscheinlich wohl reines Pepton zufügen können, ohne die Fällung hervorzurufen. Die Peptonliteratur lehrt aber genügend, dass jene günstigen Umstände nicht so leicht zu erhalten sind²⁾.

Es wird klar sein, dass das nach Adamkiewicz durch kurz dauernde Digestion bereitete Pepton nur wenig Beimischungen enthalten kann, und deshalb viel leichter fällbar sein muss, als das von Maly und so vielen Andern bereitete. Auch hier aber können die durch Alkohol fällbaren Verunreinigungen nicht ganz fehlen, und daher wird nur in der concentrirten Lösung ein Niederschlag erzeugt durch verschiedene Reagentien, welche die mit-

1) Mulder, Archiv f. d. Holl. Beiträge. Bd. II, S. 1.

2) Mittelst Einwirkung von Pancreasferment auf Fibrin bei alkalischer Reaction bekommt man leicht ein Pepton, welches nicht nur keine Pepton-(Eiweiss)-reactionen mehr gibt, sondern sogar beträchtliche Mengen reines Magensaftpepton lösen kann, ohne, mit Essigsäure versetzt, durch NaCl oder durch Ferrocyankalium getrübt zu werden. Ich habe Ursache zu glauben, dass das Pancreaspepton sich ebenso wie das Magensaftpepton verhält. Weil meine Untersuchungen sich darauf aber nicht mit der nöthigen Ausführlichkeit bezogen haben, lasse ich das Pancreaspepton hier ausser Betracht.

telst Essigsäure und Salz und nachfolgender Dialyse bereitete Peptonlösung noch in starker Verdünnung fallen.

Zum Schluss noch einige Worte über Meissner's Peptone. Es dünkt mich, dass was von Meissner unter den Namen Parapepton und Metapepton beschrieben worden ist, hauptsächlich aus wahren Pepton bestand, während seine Lösungen von *a*-, *b*- und *c*-Pepton als Flüssigkeiten angesehen werden dürfen, in welchen neben dem Pepton auflösende Beimengungen anwesend sind.

Nachdem Brücke¹⁾ gezeigt hatte, dass Meissner's Parapepton durch die Einwirkung von Magensaft weiter umgewandelt werden konnte, hat man ziemlich allgemein mit der Unabänderlichkeit des Parapeptons auch sein ganzes Dasein zurückgewiesen, man hat es nämlich identificirt mit dem sogenannten „Neutralisationspräcipitat“. Dazu hat Meissner aber das Recht nicht gegeben. Im Gegentheil, er verlangt ausdrücklich, dass man „das Parapepton, ein Product der Verdauung unter allen Umständen, und das durch Salzsäure allein entstehende unlösliche Eiweiss, streng auseinander hält“²⁾. Wo Meissner die Eigenschaften des Parapeptons näher definirt³⁾, sagt er dass Parapepton nie, unter keiner Bedingung durch Hitze gefällt wird, und dass die Anwesenheit von einer einigermaßen beträchtlichen Menge freier Säure oder Alkali die Fällung mittelst Alkohol verhindert. Zwei Eigenschaften welche das Parapepton vom Neutralisationspräcipitat unterscheiden, und beide auch dem wahren Pepton zukommen. Noch deutlicher wird die Uebereinstimmung wo er sagt (Bd. VIII S. 289) „Ist Parapepton in salzsaurer Lösung, stumpft man mit Kalilauge so weit ab, dass das Parapepton eben noch in Lösung ist, aber schon deutliches Opalisiren der Flüssigkeit zugegen ist, so klärt sich dieselbe beim Kochen auf; ist jenes Neutralisationspräcipitat in Lösung, so tritt bei dem nach derselben Vorbereitung vorgenommenen Erhitzen Coagulation ein. Später (Bd. XII S. 51) meldet er dasselbe in Hinsicht auf die essigsauren Lösungen. Es ist überhaupt auch nicht anders möglich, als dass er in seinem mittelst nicht ganz vollkommener Neutralisation in der Kälte gefällten Parapepton, wahres Pepton gehabt hat. Wenn man eine nicht zu verdünnte

1) Wiener Sitzungsber. Bd. XXXVII. S. 171.

2) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VIII, S. 303.

3) *ibid.* Bd. VIII, S. 289 und Bd. XII, S. 51.

Verdauungsflüssigkeit von Fibrin oder Hühnereiweiss, welche nur einige Stunden digerirt ist, zur Entfernung des Eiweisses mit Zurücklassung einer Spur Säure neutralisirt, kocht und heiss filtrirt, dann trübt sich das ursprünglich ganz klare Filtrat bei der Abkühlung und die Trübung wird wieder gelöst durch Erhitzung, oder durch mehr Säure, oder überschüssiges Alkali. Pepton verhält sich nämlich in der Kälte gegenüber Säure und Salz, ungefähr in derselben Weise wie Eiweiss, und wird deshalb auch bei geringem Säuregehalt durch wenig Salz gefällt, wenn wenigstens die schwache Säure, entweder durch Erhitzung, oder durch längeren Contact Gelegenheit gehabt hat, auf das Pepton einzuwirken. Daher rührt auch, dass das Parapepton, wie Meissner fand, aus der Verdauungsflüssigkeit, wo die Säure längere Zeit bei Körpertemperatur eingewirkt hat, bei Abstumpfen der Säure mittelst Alkali schon bei geringem Salzgehalt niederfällt, während viel mehr Salz erfordert wird zur Fällung desselben Parapeptons, wenn es in Säure von der nämlichen Stärke als derjenigen, bei welcher es erst gefällt wurde, gelöst wird. Die schwache Säure hat jetzt nicht genügend einwirken können, um das Pepton in Salz unlöslich zu machen.

Es leidet aber keinen Zweifel, dass Meissner's Parapepton auch Eiweiss enthielt. Neutralisation fällt in der Kälte Acidalbumin und Pepton zusammen aus, und ich glaube nicht, dass der Fall sich leicht vorfinden wird, dass alles Eiweiss schon verdaut ist, während mittelst Neutralisation noch Pepton aus der Verdauungsflüssigkeit ausgeschieden werden kann. Ist kein unverändertes Acidalbumin mehr da, dann werden die Beimengungen auch wohl in genügender Menge gebildet sein, um alles Pepton gelöst zu halten. Mehr als einmal gibt Meissner an, das Neutralisationspräcipitat habe eine ganz andere Beschaffenheit als gefälltes Parapepton. „Aber“, fügt er hinzu, „diese Merkmale muss man aus eigener Anschauung kennen, sie lassen sich nicht wohl beschreiben“. Mehr als subjectiven Werth darf man solchen Kennzeichen wohl nicht zutrauen.

Die bald grössere bald geringere Menge Eiweiss im Parapepton, ist Ursache, dass die angegebenen Reactionen keineswegs alle mit denjenigen, welche dem Pepton eigenthümlich sind, aber auch nicht immer untereinander übereinstimmen. So findet man in Bd. XII, S. 51, Parapepton sei unlöslich in reinem und

und salzhaltigem, heissem oder kaltem Wasser, während einige Zeilen weiter mitgetheilt wird, was oben betreffs des Klarwerdens der beinahe neutralen Flüssigkeit durchs Erhitzen citirt wurde, und während in Bd. X, S. 14 gesagt wird, dass Casein-Parapepton, als solches in reinem Wasser unlöslich, aus neutraler Flüssigkeit, die einen gewissen geringen Gehalt an Kochsalz oder Chlorkalium hat, nicht ausfällt.

Wird jetzt die neutralisirte, vom Parapepton abfiltrirte Flüssigkeit wieder schwach angesäuert (für Fibrin bis 0,04 %, für Syntonin (aus Fleisch) bis jedenfalls unter 0,1 %, für Casein bis mehr als 0,1 %), so entsteht ein Niederschlag von Metapepton. Auch dieser Niederschlag darf wohl für eine Mischung von Pepton und Eiweiss gehalten werden. Die Neutralisation hat ja doch das Eiweiss nicht vollkommen aus der Verdauungsflüssigkeit entfernt, und das Pepton noch viel weniger. Setzt man ein wenig Säure zu, dann ist der Zustand nicht gleich dem bei demselben Säuregrad vor Eintritt der neutralen Reaction. Der Salzgehalt der Flüssigkeit ist grösser geworden, und demzufolge fallen jetzt zuvor gelöst gebliebenes Pepton und Eiweiss aus. In diesem Niederschlag darf man im Verhältniss zum Parapepton weniger Eiweiss erwarten, und diese Vermuthung findet in den Eigenschaften von Meissner's Metapepton, ziemliche Bestätigung: Metapepton löst sich in neutralen Salzsolutionen auf zu einer opalisirenden Flüssigkeit. Den von Meissner aufgestellten Unterschied zwischen Parapepton und Metapepton, ersteres wäre ein definitives Spaltungsproduct, während Metapepton durch fortgesetzte Einwirkung von Magensaft in Pepton umgewandelt werde, braucht man, nach den darauf bezüglichen Untersuchungen von Mulder und Brücke wohl nicht zu hoch anzuschlagen. Freilich hat Meissner selbst diesen Unterschied nicht immer beobachtet. Syntonin-Metapepton konnte durch Magensaft nicht in Pepton übergeführt werden¹⁾. Bedenkt man, dass das von Meissner benutzte Pepsin nach Kühne²⁾ nicht unbedeutliche Mengen Eiweiss enthielt, und dass nach Finkler's Beobachtung³⁾, Pepsin durch mässiges Erwärmen, leicht derartig verändert wird, dass aus der damit hergestellten Verdauungsflüs-

1) l. c. Bd. X, S. 5.

2) Virchow's Archiv, Bd. XXXIX, S. 143.

3) Pflüger's Archiv, Bd. X, S. 372 und Bd. XIV, S. 128.

sigkeit das Neutralisationspräcipitat auch nach längerer Digestion nicht schwindet, so ist es begreiflich, dass Meissner öfters Mischungen von Pepton und Eiweiss mit künstlichem Magensaft digeriren konnte, ohne dass so viele Zersetzungsproducte gebildet wurden, dass sie die Fällung von Pepton mittelst Salz und Säure verhindern konnten. Werden die Zersetzungsproducte bei kräftiger Pepsinwirkung gebildet, so wird das Pepton allmählig schwerer fällbar werden, und muss es reihenweise die Merkmale von *a*-, *b*- und *c*-Pepton zeigen.

Die Natur des Leberzuckers.

Von

J. Seegen und **F. Kratschmer**

in Wien.

In einer früher veröffentlichten Arbeit¹⁾ wurde mitgetheilt, dass der aus der todten Leber gewonnene Zucker Traubenzucker sei.

Wie dort angegeben, constatirten wir diese Thatsache dadurch, „dass wir ein Kilo Kalbsleber stark auspressten, den gewonnenen Saft dialysirten, das Dialysat einengten und aus dem Filtrate den Zucker als Zuckerkali fällten.

Dieses Zuckerkali unterschied sich schon in seinem Ansehen von jenem, welches die vorher genannten Fermentzuckerarten bildeten, es war ganz gleich jenem, welches aus einer schwachen alcoholischen Traubenzuckerlösung durch Zusatz von alcoholischer Kalilösung gewonnen wird, es bildete einen zarten gelben firnissartigen Beleg auf dem Boden des Gefässes. Nachdem der Alcohol abdecantirt und diese Masse wiederholt mit starkem Alcohol gewaschen und über SO_3 getrocknet war, wurde sie in wenig Wasser

1) Seegen, Ueber die Umwandlung von Glycogen etc. Pflüger's Archiv Bd. XIX.