

XIII.

Zur Frage der Pepsinverdauung.

(Aus dem chemischen Laboratorium des Pathologischen Instituts zu Berlin.)

Von Dr. Wilhelm Croner,

Assistenzarzt an der Kgl. Universitäts-Poliklinik zu Berlin.

Von jeher hat die Frage, in welcher Weise die fermentativen Prozesse von den gewählten Versuchsbedingungen: der Temperatur, der Concentration, der Quantität des Ferments abhängig sind, das Interesse wachgerufen. Wiederholt sind Versuche gemacht worden, Gesetzmässigkeiten in dieser Richtung zu ermitteln.

Als Maassstab für die Intensität eines Fermentationsvorganges kann man natürlich nur die Quantität des ceteris paribus gebildeten Produktes der Fermentation benutzen. Allein beim Versuche diese festzustellen, stösst man auf grosse und nur schwer oder überhaupt nicht zu überwindende Schwierigkeiten. Am einfachsten ist das Verhältniss noch bei denjenigen Fermentationen, bei welchen eine glatte Spaltung stattfindet.

Lässt man z. B. Emulsin auf Amygdalin einwirken, so spaltet sich dieses glatt in Blausäure, Bittermandelöl und Traubenzucker. Sowohl die Blausäure als den Traubenzucker können wir mit Sicherheit und Genauigkeit bestimmen, und es ist kein Zweifel, dass die Quantität dieser Produkte der Intensität des Fermentvorganges entspricht.

Jedoch schon bei den saccharificirenden Prozessen stossen wir auf Schwierigkeiten. Lassen wir Speichel auf Amylum wirken, so bildet sich nicht ein Umsetzungsprodukt, sondern mehrere. Die Stärke geht durch verschiedene Dextrine hindurch in Maltose und schliesslich zum Theil in Traubenzucker über. Wir können diese Produkte nicht einzeln bestimmen, und wenn wir es auch könnten, so wäre damit nicht viel gewonnen, da eine erkennbare Beziehung der einzelnen Produkte zu der Intensität des Fermentvorganges nicht nachweisbar ist. Bei

dieser Sachlage begnügt man sich gewöhnlich mit einer Bestimmung der Reductions-kraft der erhaltenen Lösungen für Kupferoxyd in alkalischer Lösung, obwohl es sehr zweifelhaft ist, ob diese in der That der Intensität des Fermentvorganges ganz parallel ist.

Eine neue Complication, welche gerade in praktischer Beziehung von besonderer Wichtigkeit ist, tritt bei der Erforschung der Verhältnisse der peptischen Verdauung ein. Hier haben wir es mit einem zusammengesetzten Ferment zu thun. Weder das Pepsin an sich wirkt auf Eiweiss verdauend ein, noch die Salzsäure an sich, sondern nur beide zusammen; und es ist durchaus noch nicht sicher, ob nicht ein ganz bestimmtes relatives Verhältniss zwischen beiden Factoren am geeignetsten wirkt. Bei Versuchen über die Pepsinverdauung bleibt also nichts übrig, als die Relation zwischen beiden zu variiren. Dafür liegt andererseits — wie aus den folgenden Ausführungen hervorgehen wird — die Frage, inwieweit man aus der Quantität der Verdauungsprodukte einen Rückschluss machen kann auf die Intensität des Verdauungsvorganges, und inwiefern man zu einem zahlenmässigen Ausdruck hierfür gelangen kann, günstiger.

Werfen wir einen Blick auf die Methoden, welche man zur Beurtheilung der peptischen Verdauung benutzt hat.

Die einfachste Methode ist diejenige von Brücke¹⁾, welcher die Intensität der Pepsinverdauung aus der Zeit berechnet, in welcher eine Fibrinflocke in der Verdauungsflüssigkeit gelöst wird. Grützner²⁾ färbt das Fibrin mit Carmin, quellt es mit 0,1procentiger Salzsäure und thut es in die Verdauungsflüssigkeit. Aus der Schnelligkeit, mit welcher letztere sich roth färbt, berechnet er die verdauende Wirkung. Beide Methoden sind für praktische Zwecke, bei denen es nur auf eine annähernde Bestimmung ankommt, wohl ausreichend; für genauere wissenschaftliche Untersuchungen sind sie jedoch unvollkommen; die erstere schon deshalb, weil niemals eine vollkommene Auflösung des Fibrins erfolgt. Aehnliche Mängel haften der Methode von

¹⁾ Sitzungsbericht der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. XXXVII. S. 131.

²⁾ Archiv für die ges. Physiologie. Bd. VIII. S. 452.

Grünhagen¹⁾ an, welcher in einen Trichter Fibrin bringt, welches in 0,1procentiger Salzsäure gequollen ist, sodann die zu untersuchende Flüssigkeit darauf giesst und den Pepsingehalt aus der Schnelligkeit der Filtration und der Lösung des Fibrins berechnet.

Schütz²⁾ empfiehlt im Polarisationsapparat die Menge von Pepton zu bestimmen, welche die pepsinhaltige Flüssigkeit in einer bestimmten Zeit aus einer bestimmten Menge, in vorgeschriebener Weise hergerichteten, Eiweisses bildet. Die Methode setzt vollkommene Abwesenheit von Eiweisskörpern voraus und ist auch nur unter bestimmten Säureverhältnissen anwendbar. Es sei dabei erwähnt, dass Schiff³⁾ das Pepton derart berechnete, dass er es nach Entfernung der noch fällbaren Eiweisskörper auf ein bestimmtes Volumen brachte und dann das spezifische Gewicht bestimmte.

Klug⁴⁾ bestimmt in seiner Arbeit über Pepsinverdauung Albumose und Peptone wiederum nach einer anderen Methode. Das Digestionsgemisch wird neutralisirt und aufgeköcht, so von Albumin und Acidalbumin befreit. Vom Filtrat werden 4 ccm mit 2 ccm Natronlauge und 6 Tropfen 10procentiger Kupfersulfatlösung versetzt, durchgeschüttelt, und im Filtrat die Intensität der Biuretreaction spectrophotometrisch untersucht. Es wäre vielleicht möglich, aus dem Wägen des Eiweisses und des Rückstandes einen Schluss auf die Grösse der peptischen Verdauung zu schliessen; dem steht jedoch das Vorhandensein des Syntonins entgegen, welches nicht als Verdauungsprodukt angesehen werden darf. Die Methode ist nur in Ausnahmefällen zulässig, so bei der Caseinverdauung, da sich hierbei kein Syntonin bildet. Hervorzuheben ist noch eine Methode von Mette⁵⁾, welcher, um dem Uebelstande entgegen zu treten, dass sich bei der Verdauung die Oberfläche des Eiweisses verkleinert, Röhren von 1—2 mm Durchmesser mit flüssigem Hühnereiweiss füllt, das Eiweiss durch Erhitzen der Röhren in siedendem Wasser

¹⁾ Archiv für die ges. Physiologie. Bd. V. S. 435.

²⁾ Zeitschr. für physiol. Chemie. Bd. IX. S. 577.

³⁾ Schiff, Leçons. II. p. 402.

⁴⁾ Ungar. Archiv für Med. III. S. 87.

⁵⁾ Archiv des sciences biol. 1894. I. p. 142.

coagulirt, sodann 10—12 mm lange Stücke der Röhre abschneidet und sie auf 10 Minuten in die zu prüfende Flüssigkeit bringt. Die Auflösung des Eiweisses kann darin nur von zwei Flächen her erfolgen, und diese bleiben während des ganzen Versuches unverändert. Nach Ablauf der Zeit misst man die Länge des nicht gelösten Eiweisscylinders. Auch diese Methode ist nicht ganz einwandfrei, da, wenn die Messung exact sein soll, die Verdauung des Eiweisses im Cylinder in vollkommen gleichmässiger, paralleler Weise sich vollziehen müsste.

Um daher genaue Resultate zu erzielen, thut man am besten das verdaute Eiweiss nach Ausschaltung des Syntonins zu bestimmen; am einfachsten geschieht dieses durch Ermittlung des Stickstoffgehaltes.

Da ich diese von uns in einer Reihe von Versuchen angewendete Methode weiter unten näher besprechen werde, so erübrigt es an dieser Stelle auf ihre Vorzüge näher einzugehen. Nur einigen Einwänden, welche vielleicht erhoben werden könnten, will ich entgegentreten. Dem Einwurf, dass neben den Albumosen auch Peptone entstehen können, lässt sich leicht unter Hinweis auf die kurze Zeit der Digestion begegnen. Dass aber verschiedene Albumosen entstehen können, ist vollkommen irrelevant, da die Albumosen, so viel wir wissen, für den Organismus gleichwerthig sind; ausserdem entstehen aber bei der kurzen Digestion fast nur primäre Albumosen.

Das angegebene Verfahren ist auf Vorschlag von E. Salkowski in einer Reihe von Arbeiten zur Anwendung gelangt. In einer Arbeit, welche über den Einfluss des Saccharins auf die Verdauung des Eiweisses Klarheit verschaffen sollte, benutzte Salkowski¹⁾ noch hartgekochtes, feingehacktes und möglichst gleichmässig gemischtes Eiereiweiss. Vom Fibrin sah Salkowski bereits ab, weil „Fibrin nicht zur menschlichen Nahrung dient, und eine Verallgemeinerung von Fibrin auf das Eiweiss der Nahrung überhaupt doch nicht ohne Weiteres zulässig erscheint“. Nach einer Digestion von 22 Stunden wurde die erhaltene Lösung sammt dem noch ungelöst gebliebenen Rest unter Herstellung genau neutraler Reaction zum Sieden erhitzt, die Flüssigkeit nach dem Erkalten auf 150 ccm aufge-

¹⁾ Dieses Archiv. Bd. 120. S. 351.

füllt, durch ein trockenes Filter filtrirt, vom Filtrat 25 ccm abgemessen, und dann der Stickstoff bestimmt, hieraus mit Multiplication mit 6,25 das peptonisirte Eiweiss berechnet. Derselben Methode bediente er sich in einer gemeinschaftlich mit Kumagawa¹⁾ ausgeführten Arbeit über den Begriff der freien und gebundenen Salzsäure im Mageninhalt.

In einem weiteren Versuche, bei dem es sich um die Feststellung der Frage handelte, ob überhaupt, und welchen Einfluss die Gegenwart von Amidosäure in Verdauungssalzsäure auf die Verdauung ausübt²⁾, nahm er statt des coagulirten, flüssiges Hühnereiweiss. Hierdurch wollte er dem Einwand begegnen, dass das feste Eiweiss ungleichmässig angegriffen wird. Da in der Flüssigkeit die Albumosebildung an allen Stellen gleichzeitig und gleichmässig vor sich geht, so ist ein häufiges Umschütteln der Kolben nicht erforderlich, es kann von einem ungleichmässigen Angegriffensein des Eiweisses nicht die Rede sein. Salkowski macht zu Gunsten der von ihm früher angewendeten Methode allerdings die Einschränkung, dass die Fehler, wie aus seinen Doppelbestimmungen ersichtlich, nur minimale sein können. Zur Herstellung des Verdauungssubstrats wurden 100 ccm Hühnereiweiss mit dem gleichen Volumen Wasser durchgeschüttelt, genau mit Salzsäure neutralisirt, durch Leinwand colirt, wobei die anfangs trübe Flüssigkeit nochmals zurückgegossen wurde. Es resultirte eine von allen sichtbaren Flocken freie, schwach opalescirende Flüssigkeit.

Nach demselben Verfahren arbeitete Bertels³⁾ in seinen Versuchen „Ueber den Einfluss des Chloroforms auf die Pepsinverdauung“ und später Dubs⁴⁾ in einer gleichfalls auf Salkowski's Anregung ausgeführten Arbeit, welche dasselbe Thema weiter verfolgte.

Die Methode konnte als einwandsfrei gelten, bis sich herausstellte, dass im Albumen des Eies noch ein anderer stickstoffhaltiger Körper vorhanden ist. Neumeister⁵⁾ beschrieb

¹⁾ Dieses Archiv. Bd. 122. S. 235.

²⁾ Dieses Archiv. Bd. 127. S. 501.

³⁾ Dieses Archiv. Bd. 130. S. 497.

⁴⁾ Dieses Archiv. Bd. 134. S. 519.

⁵⁾ Zeitschr. für Biologie. N. F. Bd. 9. S. 369.

als erster eine von den früher bekannten verschiedene Protein-substanz, die er unter der Benennung „Pseudopepton“ zur Gruppe der Eiweisskörper rechnete. Er isolirte dieselbe aus dem Hühnereiweiss und beschrieb sie rücksichtlich der wichtigsten qualitativen Reaction. Er bereitete seine Substanz, indem er das Filtrat von dem auscoagulirten Eiweiss mit Ammoniumsulphat sättigte, nach der Auspressung den entstandenen Niederschlag in etwas Wasser löste, und nach anhaltender Dialyse der erhaltenen Lösung dieselbe mit Alkohol unter Erwärmung niederschlug.

Ohne die Angaben Neumeister's zu kennen, fand E. Sal-kowski¹⁾ dieselbe Substanz im Albumen des Hühnereies und beschrieb sie als eine eigenthümliche Albumose, welche beim Eindampfen der Lösung auf dem Wasserbade sehr leicht in eine völlig unlösliche Form übergeht, die man wohl als die Anhydrid-form ansehen kann.

Gleichfalls ohne die Angaben Neumeister's zu kennen, begegnete C. Th. Mörner²⁾ derselben Substanz bei Untersuchung des im Hühnereiweiss vorkommenden Zuckers. Er erkannte später ihre Identität mit Neumeister's Pseudopepton, glaubte jedoch, dass sie in die Gruppe der „mucoiden Substanzen“ gehört, und gab ihr den später allgemein acceptirten Namen Ovomucoid.

Die Substanz ist, wenn sie einmal durch Abdampfen der Lösung in die unlösliche Form gebracht ist, unlöslich in Wasser und verdünnten Säuren, sowie in heisser rauchender Salpetersäure und Eisessig, dagegen löslich in Salpetersäure von 1,2 spec. Gew. Durch Ammoniak tritt weitere Quellung ein, verdünnte Natronlauge löst die Substanz leicht auf. Die Menge beträgt ungefähr 10 pCt. des getrockneten Hühnereiweisses.

Der durch das Ovomucoid hervorgerufenen Fehlerquelle könnte man entgehen, wenn man statt des Hühnereiweisses frisches Blutserum nähme. Leider ist dieses aus Gründen, welche ich hier nicht näher auseinanderzusetzen brauche, nicht stets und in jedem gewünschten Augenblick in der ge-

¹⁾ Centralbl. für die med. Wissensch. 1893. S. 513.

²⁾ Zeitschr. für physiol. Chemie. Bd. XVIII. S. 525.

nügenden Quantität zu beschaffen. Eine Conservirung desselben aber mit Chloroform ist nicht anzuempfehlen, da die völlige Austreibung desselben schwierig ist. Ausserdem aber kann man stets beobachten, dass mit Chloroform conservirtes Blutserum ein eigenthümliches opakes Ansehen annimmt; es ist nicht ausgeschlossen, dass damit nicht auch ein verändertes Verhalten zu Pepsinsalzsäure einhergeht.

Wir haben aus allen diesen Gründen uns entschlossen zu unseren Versuchen auscoagulirtes Eiweiss zu benutzen, ungeachtet der langwierigen, umständlichen Herstellungsweise, welche nöthig war, um die genügende Menge zu erhalten.

Bei jeder Operation wurde der Inhalt von 10—12 Eiern mit etwa 2 Liter Wasser durchgeschüttelt unter mehrmaligem Filterwechsel filtrirt und das Filtrat in einer emailirten eisernen Abdampfschale zum Sieden erhitzt, sodann durch vorsichtiges Zusetzen von Essigsäure gefällt und wiederum filtrirt. Der Filterrückstand wird mit warmem Wasser bis zum Verschwinden der Chlorreaction gewaschen. Die so erhaltene Substanz wird in Zwischenräumen von 24 Stunden nach einander mit Alkohol, Alcohol absolutus und Aether ausgezogen. Das trockene Material wird, nachdem es noch zur Befreiung etwaiger durch das Filtriren beigemengter Papiertheile durchgeseiht, in einer fest verschlossenen Flasche aufbewahrt.

Bevor ich auf die angestellten Versuche selbst eingehe, möchte ich hier kurz auf die übrigen von uns stets in derselben Weise benutzten Substanzen eingehen. Es sei dabei bemerkt, dass für meine Versuche diejenigen als Richtschnur galten, welche E. Salkowski¹⁾ in seiner Arbeit: „Ueber das Verhalten der Caseins zur Pepsinsalzsäure“ angestellt hat. Die Verdauungssalzsäure wurde hergestellt durch Verdünnung von 10 ccm Salzsäure von 1,124 spec. Gew. auf 1 Liter. Zur Bereitung der Pepsinsalzsäure benutzte ich stets dasselbe Pepsin von Finzelberg in Andernach a. Rh. Um eine Lösung von 2 g zu erhalten, wurden 2,4 g Pepsin mit reichlich Wasser durchgerührt und dann filtrirt, der Filterrückstand so lange mit Wasser nachgewaschen, bis die Milchzuckerprobe negativ ausfiel, sodann wurde die Masse mit Verdauungssalzsäure in einen Kolben gespritzt bis etwa auf 400 ccm, die Mischung tüchtig durchgeschüttelt, 24 Stunden stehen gelassen, später auf 600 ccm aufgefüllt, filtrirt und vom Filtrat 500 ccm genommen. Es entsprechen dann 100 g der Lösung 0,4 g Pepsin. Um geringere Pepsinwerthe zu erhalten wurden entsprechend geringere Mengen

¹⁾ Archiv für die ges. Physiologie. Bd. 63. S. 401.

Substanz genommen. Doch wurde stets streng darauf gesehen, dass die Mischung vor dem Gebrauch gerade 24 Stunden stehen blieb, um in der Wirksamkeit der Pepsinsalzsäure keine Differenzen hervortreten zu lassen.

Die Digestion selbst geschah in Glasstöpselflaschen im Thermostaten bei 39—40° und dauerte stets 19—20 Stunden.

Versuchsreihe A sollte dazu dienen, festzustellen, welchen Einfluss der Wassergehalt auf die Verdauungskraft ausübte. Es blieben demgemäss die Eiweisslösung, Salzsäure und Pepsin constant, während das Volumen durch Veränderung des Wassergehaltes schwankte.

Es wurden zunächst 12 g unseres Albumins abgewogen, mit Wasser und 120 ccm Viertelnormalnatronlauge unter Erhitzen und Umrühren in einer Porzellanschale gelöst, dann abgekühlt und auf 600 ccm aufgefüllt. Der erhebliche Zusatz von Natronlauge war nothwendig, weil sich bei vorher angestellten Versuchen ergeben hatte, dass das Albumin sich nur löste, wenn man zu 1 g Albumin 5 ccm Halbnormalnatronlauge setzte. 100 ccm der Lösung wurden zur Berechnung des Eiweissgehaltes mittelst Kjeldahl'scher Methode benutzt. Es wird diese Lösung in unseren Versuchen durchweg mit E bezeichnet. Die Mischungen A, B, C, D der Tabelle I werden in den Thermostaten gestellt, nach 19—20 Stunden herausgenommen, Rosolsäure zugefügt und mit Natronlauge bis zur alkalischen Reaction versetzt. Die Mischungen werden sodann unter Hinzufügung einer genügenden Quantität von Chlornatrium bis etwa 100—150 ccm eingedampft, der Rückstand auf 200 aufgefüllt, sodann nach völligem Erkalten filtrirt und vom Filtrat 2mal 25 ccm zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl verwerthet. Da bei der I. Gruppe die Differenzen in den Resultaten zu minimal waren, um aus denselben einen sicheren Schluss ziehen zu können, wurden die II. und aus demselben Grunde die III. Gruppe von Versuchen angestellt. Die 3 Gruppen unterscheiden sich also einzig und allein durch ihren Pepsingehalt.

Ich lasse zur besseren Uebersicht hier zunächst die Tabelle mit den Mischungen der Versuchsreihe A folgen.

Angewendete Lösungen.

1. 12 g Albuminlösung werden mit Hilfe von 60 ccm Halbnormallauge in Wasser gelöst, auf 600 aufgefüllt. Von der Lösung werden zu jeder Mischung 100 ccm = 2 g Albumin genommen.

2. Pepsinsalzsäure, welche in 500 ccm die wirksamen Bestandtheile enthält von 2 g Pepsin für Gruppe I; von 0,5 für Gruppe II; und 0,25 für Gruppe III.

T a b e l l e I.
Versuchsreihe A.

| Bezeichnung | Albuminlösung in ccm | Wasser | Pepsinsalzsäure in ccm | Volumen | Pepsin in g | | |
|-------------|----------------------|--------|------------------------|---------|-------------|-----------|------------|
| | | | | | Gruppe I | Gruppe II | Gruppe III |
| A. | 100 | 0 | 100 | 200 | 0,4 | 0,1 | 0,05 |
| B. | 100 | 200 | 100 | 400 | 0,4 | 0,1 | 0,05 |
| C. | 100 | 400 | 100 | 600 | 0,4 | 0,1 | 0,05 |
| D. | 100 | 600 | 100 | 800 | 0,4 | 0,1 | 0,05 |

Es folgen hier zunächst die Resultate aus den 3 Gruppen, und zwar übergehe ich es, die erhaltenen absoluten Werthe, welche für das Verständniss der Arbeit ohne Belang sind, hier wiederzugeben und beschränke mich auf die Angabe der Quantität des verdauten Eiweisses in Procenten des angewendeten, und andererseits in Procenten der günstigsten Verdauungsmischung. Es sind jedesmal 2 Reihen; in der einen ist die Stammlösung E = 100, in der 2. Reihe A = 100 gesetzt. Bemerken will ich noch, dass wir jedesmal Doppelbestimmungen des Stickstoffes gemacht haben, und dass die relativen Zahlen sich auf die Mittelwerthe beider Versuche beziehen.

T a b e l l e II.
Resultate aus Versuchsreihe A.

| | Gruppe I | | Gruppe II | | Gruppe III | |
|----|----------|---------|-----------|--------|-----------------------|-------|
| E. | 100 | | 100 | | 100 | |
| A. | 93,53 | 100 | 70,16 | 100 | 65,79 | 100 |
| B. | 95,17 | 101,80 | 65,93 | 93,75 | 52,915 | 80,99 |
| C. | 94,275 | 100,535 | 62,005 | 88,005 | 48,335 | 72,26 |
| D. | 95,395 | 102,07 | 52,63 | 75,29 | 1 Versuch verunglückt | |

Aus der Tabelle II ergibt sich, dass bei einem höheren Pepsingehalt (0,4 g) das Volumen der Verdauungsmischung ohne Einfluss ist. Sinkt aber der Pepsingehalt, so zeigt sich, dass mit der Zunahme des Volumens die Verdauungsfähigkeit ganz erheblich nachlässt, und zwar wachsen die Differenzen mit dem Volumen.

Die nächste Versuchsreihe wurde angestellt, um zu prüfen, welchen Einfluss der Wechsel in der Quantität des Pepsins beim

Gleichbleiben aller übrigen Bedingungen auf die Verdauung hat. Es bleiben also unverändert: Albumin, Verdauungssalzsäure und Gesamtvolumen. Es variiert nur das Pepsin und zwar im Verhältniss von 1:2:4:8.

Zur Neutralisirung der zur Lösung des Albumins gebrauchten 120 ccm $\frac{1}{4}$ Normalnatronlauge werden 65 ccm Verdauungssalzsäure gebraucht.

Der Versuch wird aus denselben Gründen wie der vorige in Untergruppen getheilt werden. Die Versuchsanordnung, welche im Uebrigen der vorigen entspricht, erhellt aus der folgenden Tabelle.

Angewendete Lösungen.

1. Albuminlösung, ebenso hergestellt wie für Versuchsreihe A: 100 ccm der Lösung 2 g Albumin enthaltend.

2. Pepsinsalzsäure, welche in 500 ccm die wirksamen Bestandtheile von 2 g Pepsin enthält.

3. Verdauungssalzsäure, 10 ccm Salzsäure von 1,124 spec. Gew. auf 1 Liter aufgefüllt.

T a b e l l e III.

Versuchsreihe B.

| Be- zeichnung | Albumin- lösung | Verdauungs- salzsäure in ccm | Pepsin- Salzsäure in ccm | Gesamt- volumen | Procent- Gehalt an Salzsäure in g | Gehalt an Pepsin in g | | |
|------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------|--|-----------------------|-----------|------------|
| | | | | | | Gruppe I | Gruppe II | Gruppe III |
| A. | 100 | $150 + 65 = 215$ | 250 | 565 | 0,1989 | 1,0 | 0,25 | 0,125 |
| B. | 100 | $275 + 65 = 340$ | 125 | 565 | 0,1989 | 0,5 | 0,125 | 0,0625 |
| C. | 100 | $337,5 + 65 = 402,5$ | 62,5 | 565 | 0,1989 | 0,25 | 0,0625 | 0,03125 |
| D. | 100 | $368,75 + 65 = 433,75$ | 31,25 | 565 | 0,1989 | 0,125 | 0,03125 | 0,015625 |

Die Resultate aus Versuchsreihe B, in der gleichen Weise berechnet, wie diejenigen der Versuchsreihe A, sind in Tabelle IV wiedergegeben.

T a b e l l e IV.

Resultate aus Versuchsreihe B.

| | | Gruppe I | Gruppe II | Gruppe III | |
|----|--------------------|----------|-----------|------------|-------|
| E. | } alles verdaut | 100 | | 100 | |
| A. | | 97,22 | 100 | 97,44 | 100 |
| B. | | 97,47 | 100,26 | 94,885 | 97,38 |
| C. | | 97,76 | 100,55 | 91,27 | 93,38 |
| D. | | 88,38 | 90,91 | 82,795 | 85,01 |

Versucht man einen Schluss aus den erhaltenen Zahlen zu ziehen, so sieht man in Uebereinstimmung mit der Versuchsreihe A, dass bei einem höheren Gehalt an Pepsin etwa von 0,1 an alles verdaut ist, erst bei geringerem Pepsingehalt fangen die Resultate an zu variiren und sinkt die Verdauungskraft mit der Abnahme des Pepsins. Dabei bleibt zu beachten, dass selbst bei einer sehr geringen Quantität von Pepsin immerhin noch eine ganz bedeutende peptische Wirkung besteht.

Versuchsreihe C soll den Einfluss der Salzsäure bestimmen. Es bleiben dabei Albuminlösung, Volumen und Pepsin constant; es variirt nur die Salzsäure, und zwar wiederum im Verhältniss von 1:2:4:8. Es werden wiederum 65 ccm zur Neutralisirung gebraucht, im Uebrigen ist der Versuch analog dem vorigen.

Angewendete Lösungen.

1. Albuminlösung wie in den früheren Versuchsreihen.
2. Pepsinsalzsäure, welche in 500 ccm die wirksamen Bestandtheile von 0,5 g Pepsin enthält.
3. Verdauungssalzsäure, wie in Versuchsreihe B.

T a b e l l e V.
Versuchsreihe C.

| Bezeichnung | Albumin | Wasser | Salzsäure in ccm | Pepsinsalzsäure | Volumen | Gehalt der Mischung an Salzsäure in pCt. | Gehalt an Pepsin |
|-------------|---------|--------|------------------|-----------------|---------|--|------------------|
| A. | 100 | 0 | $350+65=415$ | 50 | 565 | 0,1989 | 0,05 |
| B. | 100 | 200 | $150+65=215$ | 50 | 565 | 0,099 | 0,05 |
| C. | 100 | 300 | $50+65=111$ | 50 | 565 | 0,0495 | 0,05 |
| D. | 100 | 350 | $0+65=65$ | 50 | 565 | 0,025 | 0,05 |

Die Resultate dieser Versuchsreihe sind in Tab. VI wiedergegeben.

T a b e l l e VI.
Resultate aus Versuchsreihe C.

| | | |
|----|--------|---------|
| E. | 100 | |
| A. | 91,245 | 100 |
| B. | 94,41 | 103,465 |
| C. | 95,375 | 104,43 |
| D. | 89,365 | 99,03. |

Es ist hier nur eine Gruppe aufgeführt, doch möchte ich noch hinzufügen, dass wir ebenfalls mit höheren Pepsinwerthen,

0,2 und 0,1 g, Versuche angestellt haben. Dasselbst ist aber fast alles verdaut; allerdings scheint auch dort das Maximum zwischen B und C zu liegen. Es ergibt sich aus dem hier angeführten Versuche, dass die beste Verdauung für die in unseren Versuchen gegebenen Bedingungen bei einem Procentgehalt an Salzsäure in der Mitte zwischen 0,05 und 0,1 pCt. liegt; dass also ein Ueberschuss an Salzsäure der Verdauung hinderlich sein kann.

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Professor E. Salkowski für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie seine freundliche Unterstützung bei Abfassung derselben meinen besten Dank auszusprechen.

XIV.

Zur Lehre von der Schilddrüse.

Von Hermann Munk.

Schon vor zehn Jahren bin ich der neuen Lehre entgegengetreten¹⁾, welche die Schilddrüse von einem Organe bis dahin unbekannter und jedenfalls untergeordneter Function zu einem der wichtigsten Organe des Thieres erhoben hatte. Der Sturm des Schilddrüsen-Fanatismus und der Organotherapie ist über mich und die Wenigen, die mir folgten, hinweggegangen. Eine unübersehbare Menge von Veröffentlichungen ist seitdem erschienen, immer in derselben Richtung, und es hat die Lehre sich befestigt und allgemeine Verbreitung gefunden, welche dahin sich zusammenfassen lässt:

Die Schilddrüse ist ein für das Thier überaus wichtiges, für die normalen Lebensvorgänge unbedingt nothwendiges Organ. Ihr Verlust oder Untergang zieht schwere Erkrankung und den Tod nach sich, indem alsdann Produkte des normalen Stoffwechsels das Centralnervensystem angreifen und schädigen, so dass es zu nervösen Reizungs- und Depressionerscheinungen und zu Stoffwechselstörungen (Tetanie und Kachexie) kommt.

¹⁾ Sitzungsberichte der Berliner Akademie. 1887. S. 823; 1888. S. 1059.