

Zum Schluss will ich noch anführen, dass ich seither versucht habe, die gleichen Veränderungen durch Obliteration der Vena arzygos beim Kaninchen experimentell zu erzeugen, ohne dass mir dies jedoch bis jetzt gelungen wäre.

XV.

Ueber den Einfluss einiger Arzneimittel auf die künstliche Magenverdauung.

(Aus dem chemischen Laboratorium des pathologischen Institutes zu Berlin.)

Von Dr. Stanislaus Klikowicz
aus St. Petersburg.

Im Sommer 1883 habe ich das obengenannte Thema auf Vorschlag des Herrn Professor E. Salkowski zum Gegenstand des Studiums in dem Laboratorium des Pathologischen Instituts gemacht und damals schon erhielt ich Resultate, welche es erlaubten, die Arbeit für abgeschlossen zu halten. Allein ich wollte noch einige Versuche anstellen, um manche Details zu präzisiren, sowie die Richtigkeit des Gefundenen durch einige Variationen der Controlversuche festzustellen. Da mir beim Verlassen Berlins die Aussicht gegeben war, bald wieder zur Arbeit dorthin zurückkehren zu können, so verschob ich bis dahin die Veröffentlichung meiner Untersuchungen; erst im Juni a. c. ist es mir möglich geworden, meine Arbeit in der erwünschten Weise zu ergänzen. Diese Worte mögen als Erklärung dafür dienen, dass der vorliegende Aufsatz erst jetzt zur Oeffentlichkeit gelangt.

Ich habe meine Versuche frohen Muthes unternommen, da mir die Hoffnung vorschwebte, in der eventuellen Lösung der Aufgabe nicht nur ein theoretisches Interesse befriedigen, sondern auch Manches erzielen zu können, was practisch nicht ohne Bedeutung sein dürfte. Der Magen ist dasjenige Organ, welches am häufigsten und mit besonderer Vorliebe zur Einführung ver-

schiedener Arzneimittel benutzt wird. Bei der eminenten Wichtigkeit der intacten Thätigkeit des Magens als Nahrung assimilirenden Apparates waren die Aerzte stets darauf bedacht, dass die einzuführenden Substanzen nicht etwa durch Reizung der Magenschleimhaut dem Patienten ein neues Leiden zuzögen. Um dieser Möglichkeit auszuweichen, pflegt man die Verabreichung der stark und überhaupt ungünstig auf die ersten Wege wirkenden Substanzen mit den Mahlzeiten zu verbinden und, wie es scheint, erzielt man dadurch ganz befriedigende Resultate. Auf diese Weise bleibt zwar der Magen geschont, aber es fragt sich, ob und in welchem Grade die Verdauung ungestört dabei vor sich geht. Sollte durch den Zusatz des Arzneimittels die Wirksamkeit des Magensaftes beeinträchtigt werden, so würde es durchaus nothwendig sein, den dadurch entstandenen Schaden in ernste Erwägung zu ziehen und entweder durch die Auswahl eines anderen Präparates, ja sogar einer anderen Behandlungsmethode, oder aber durch das Einschlagen eines anderen Weges für die Einführung des Mittels dem Uebelstand vorzubeugen.

Wir wollen uns nicht der Täuschung hingeben, dass unsere Versuche auf die Verdauungsvorgänge im Magen unmittelbare Schlüsse zulässig machen. Obwohl wir seit mehr als einem Jahrhundert wissen (Réaumur, Spallanzani u. v. A.), dass der Verdauungsprozess ein rein chemischer ist, lässt es sich doch nicht leugnen, dass die Substanzen, welche im Kolben bei der Körpertemperatur mit künstlichem oder nativem Magensaft digerirt werden, wenigstens in einigen sofort zu erwähnenden Beziehungen sich in anderen Bedingungen befinden, als es mit den Speisen im Magen der Fall zu sein pflegt. Es ist genügend bekannt, dass die Anhäufung der Umwandlungsproducte der Eiweisskörper den weiteren Ablauf der Verdauung hemmt¹⁾). Wenn man zu einer Zeit, wo die Auflösung des Eiweisses in einer künstlichen Verdauungsmischung nicht mehr fortschreitet, die Mischung mit CIH-haltigem Wasser versetzt, so bemerkt man sofort, dass das Verdauungssubstrat sich weiter zu lösen anfängt. Wenn wir in Betracht ziehen, dass die Verdünnung als solche unmöglich die Wirksamkeit des Saftes erhöhen kann, dass nach

¹⁾ Maly, R., Chemie der Verdauungssäfte und der Verdauung, S. 81 u. 85.
Hermann's Handb. der Physiol. Bd. V. Th. I.

Grützner¹⁾), Schiff und Maly²⁾ das Pepsin bei der Verdauung theilweise zerstört wird, — so wird es uns klar, wie bedeutend rascher und vollkommener der Prozess da sein muss, wo, wie es im Magen der Fall ist, einerseits beständige Zufuhr des Saftes stattfindet, andererseits für die Resorption der Umwandlungsproducte gesorgt wird. Es ist durch Grützner³⁾, Heidenhain⁴⁾ u. A. bekannt, wie die Verhältnisse der Zusammensetzung des Magensaftes aus dem Ferment und Säure im Laufe der Verdauungsperiode sich gestalten und, obwohl der Sinn dieser gesetzmässigen Verhältnisse sich nicht mit Sicherheit interpretiren lässt, liegt doch die Vermuthung nahe, dass der Absonderungsvorgang durch den Ablauf der Verdauung regulirt werde und zu Gunsten der Assimilation ausfalle. Auf Grund ziemlich widersprechender Angaben verschiedener Forscher lässt sich zwar nicht mit Sicherheit entscheiden, ob die Reizung der Vagi und Splanchnici, resp. deren Durchschneidung direct und nothwendiger Weise Veränderungen in der Magenabsonderung hervorrufen; doch scheinen die klinischen Beobachtungen, sowie die alltägliche Erfahrung an Gesunden zu der Annahme zu führen, dass die nervösen Einwirkungen auf dem reflectorischen Wege, ebenso wie verschiedene Gemüthszustände von hoher Bedeutung für die Magenverdauung seien. Diese Bemerkungen mögen zeigen, dass wir uns der wahren Bedeutung unserer Versuche wohl bewusst sind und weit entfernt sind, denselben einen anderen Werth zuzuschreiben, als ihnen in der That zukommt.

Die meisten Substanzen, mit denen wir uns beschäftigen, wurden schon früher in mehr oder minder vollkommener Weise in derselben Richtung untersucht. Wenn wir es aber unternahmen, neben den neuen auch eine Reihe von früheren Versuchen anzustellen, so hatten wir Folgendes im Auge: bezüglich vieler Mittel sind die Angaben nicht übereinstimmend; die

¹⁾ Landois, L., Lehrbuch d. Physiol. d. Menschen. 1881. S. 311.

²⁾ Maly, R., I. c. S. 86.

³⁾ Grützner, P., Neue Unters. über Bildung u. Ausscheidung d. Pepsins. Breslau 1875.

⁴⁾ Heidenhain, R., Physiologie d. Absonderungsvorgänge. Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. V. Th. I. S. 156. Derselbe, Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. XIX. S. 159. 1878.

meisten Verfasser haben ihre sonst sorgfältig ausgeführten Versuche mit so kleinen Quantitäten von Eiweiss und Magensaft ausgeführt, dass es uns erwünscht erschien, um die Fehlerquellen möglichst einzuschränken, die Analyse mit grösseren absoluten Mengen zu wiederholen. Endlich bestanden alle früheren Versuche, unseres Wissens, darin, dass man das Substrat — meistens frisch hergestelltes Fibrin, dessen Gewicht im feuchten und trockenen Zustande bestimmt wurde — eine in verschiedenen Fällen sehr variable Anzahl von Stunden resp. Minuten der Verdauung mit natürlichem, oder künstlichem Magensaft unterwarf. Zu den parallel behandelten Portionen wurden verschiedene Substanzen zugesetzt, deren Einfluss auf die Verdauung studirt wurde. Nach dem Abbrechen des Prozesses und Vergleichung des Gewichtes von ungelöst zurückgebliebenen Fibrinportionen zog man Schlüsse auf die Energie des in jedem Falle abgelaufenen Verdauung. Es lag die Vermuthung nahe, dass die Auflösung des Eiweisses nicht immer Hand in Hand mit derjenigen Umwandlung des Albumins ginge, welche, wenn nicht die ausschliessliche, so jedenfalls die günstigste Form darstellt, in welcher die Resorption der Proteinkörper und vielleicht deren Rückumwandlung in echte Eiweisskörper im Organismus stattfindet. Es schien uns danach von Interesse von diesem Gesichtspunkte aus die Beantwortung des Frage zu versuchen und wenn in den folgenden Zeilen der Leser keinen überraschenden Resultaten entgegensehen dürfte, so dünkte es uns doch, dass diese Mittheilung des Interesses nicht baar sei, insofern die Uebereinstimmung, sowie der Unterschied zwischen den auf einem neuen Wege erlangten und den früheren Resultaten als Bestätigung oder Anregung zur weiteren Forschung willkommen sein dürfte.

Da die Resultate aus der Genauigkeit der Methode, durch welche sie erzielt sind, ihren Werth schöpfen, so wollen wir das bei unseren Versuchen angewandte Verfahren etwas ausführlicher besprechen.

Zu unseren Untersuchungen haben wir zwei Arten vom käuflichen Eiweiss benutzt: einen Theil der Versuche stellten wir mit dem trockenen, im Wasser vollkommen aufquellenden Albumin aus Ei an; die andere Gruppe bezieht sich auf das getrocknete Blutserum. Mit diesen beiderlei Präparaten ver-

fahren wir folgendermaassen: 20—25 g Eiweiss wurden mit 500 ccm lauwarmen destillirten Wassers so lange stehen gelassen, bis fast die ganze Substanz in Aufquellung überging. Darauf wurde die Flüssigkeit durch ein Tuch colirt und in einem Kessel mit ca. 2 Liter kochenden Wassers gebracht. Nachdem die Temperatur dem Siedepunkte sich genähert, wurde Essigsäure tropfenweise so lange hinzugesetzt, bis kein ungeronnenes Eiweiss mehr vorhanden war und die Zwischenflüssigkeit wasserklar erschien. Die grossen Quantitäten von Wasser hatten den Zweck, die im Eiweiss vorhandenen Salze möglichst zu extrahiren. Auf diese Weise erhielten wir einen feinflockigen, beim Eieralbumin — schneeweissen, bei Blutserum — etwas gelblichen Niederschlag; nach dem Absetzen im Glase und Decantation des Wassers wurde der Niederschlag auf ein Filter gebracht und so lange ausgewaschen, bis das Filtrat keine saure Reaction mehr zeigte. Vom starken Auspressen der Eiweissflocken haben wir Abstand genommen, weil dabei so feste Klumpen und Schollen sich bilden, dass dieselben bei dem darauf folgenden Uebergiessen mit Verdauungsflüssigkeit auch durch noch so starkes Schütteln nicht ganz gleichmässig zu zertheilen sind. Da dieser Umstand, den Parallelismus der Behandlung zu beeinträchtigen geeignet ist, so haben wir vorgezogen den noch ziemlich wasserhaltigen Quark in einer Schale sorgfältig zu mischen und als man so die Flüssigkeit ganz gleichmässig vertheilt hatte, wurden einige ganz gleiche Portionen abgewogen und in je einem Literkolben gebracht. Durch einige Vorversuche haben wir uns genügend überzeugt, dass 2—3 beliebige Mengen eines solchen feuchten Eiweissem ganz unbedeutende procentische Unterschiede im trockenen Rückstand gaben;

Feuchtes Serumalb.	Trockene Substanz	pCt. Asche
α 1,869	enthieilt 0,221 = 11,82 pCt.	0,00046 = 0,209
β 3,534	„ 0,403 = 11,40 pCt.	0,00095 = 0,239
	Mittel = 11,61 pCt.	Mittel = 0,224
Feuchtes Eieralb.	Trockene Substanz	pCt. Asche
α 1,230	enthieilt 0,255 = 20,73 pCt.	0,00198 = 0,888
β 2,745	enthieilt 0,559 = 20,37 pCt.	0,00441 = 0,788
	Mittel = 20,55 pCt.	Mittel = 0,838

Auf diese Versuchen gestützt haben wir stets mit mässig feuchtem Eiweiss gearbeitet und für jede Versuchsreihe gleichzeitig ein beliebiges Quantum (1—2 g) im Trockenglase genau gewogen, bei 110° C. bis zur Gewichtsconstanz getrocknet und daraus die trockene Substanz des der Verdauung unterworfenen Eiweisses ausgerechnet. Alle Versuche wurden mit künstlichen Magensaft angestellt und zwar 1) weil derselbe in Bezug auf die Wirksamkeit nicht nachsteht dem natürlichen; 2) weil die Wirksamkeit unseres Säurepepsins stets dieselbe bleiben konnte, während die Kraft des nativen Magensaftes unbeständig ist; 3) weil man bei grösseren Versuchsreihen dabei von äusseren Zufälligkeiten mehr unabhängig ist. Wir verfügten über das Pepsin aus der Fabrik von H. Finzelberg in Andernach am Rhein (Pepsinum purum pulveratum). Dieses Präparat erwies sich als ein sehr wirksames; wir nahmen davon 0,5—1,0 pro 1000 Wasser. 2,0485 des Präparates enthielt nach dem Auswaschen des Zuckers 0,113 trockene Substanz = 5,5 pCt. mit 0,0194 Asche = 17,17 pCt. Da unser Präparat als Menstruum Zucker enthielt, so mussten wir jedesmal die abgewogene Menge davon auf dem Filter so lange auswaschen, bis das Filtrat zuckerfrei ward. Ausser Pepsin enthielt jedes Liter Flüssigkeit 10 ccm officieller Salzsäure vom spec. Gew. 1,12. In allen Fällen wurde also der Auswasch-Rückstand von 1 g käuflichen Pepsins mit 1 Liter der Verdauungssalzsäure übergossen und nach 14- bis 16 stündigem Stehen in der Kälte benutzt. Eine solche Mischung schien uns wirksamer zu sein als eine frisch hergestellte. Für jede Portion feuchten Eiweisses, deren absolutes Gewicht für jede Versuchsgruppe je nach dem schätzungsweisen Wassergehalt verschieden war, und in den Grenzen von 20—40 g schwankte, gebrauchten wir je 450 ccm Verdauungsflüssigkeit. In jeder Gruppe galt eine Portion als Controle und wurde mit 50 ccm Wasser auf das Volum 500 ccm gebracht, während zu den anderen die zu untersuchenden Substanzen in je 50 ccm Wasser gelösst resp. suspendirt zugefügt wurden. Auf diese Weise bekamen wir in allen Kolben ein gleiches Gewicht Albumin und gleiche Volumina Magensaft von derselben Concentration sammt den zu prüfenden Substanzen. Jetzt wurden alle Kolben erwärmt und ihr Inhalt auf 40° C. temperirt. Beim Auf-

giessen allein, geschweige denn beim Schütteln gingen die Eiweissflöckchen auseinander und man konnte annehmen, dass in allen Portionen der Zutritt der Verdauungsflüssigkeit zum Eiweiss gleich vollkommen war. Dasselbe hätte sich nicht sagen lassen, wenn man das Eiweissgerinnel durch starkes Auspressen sehr wasserarm machen würde; dann blieben grosse Schollen manchmal bis zum Schluss unaufgelöst bestehen und von der gleichmässigen Umspülung konnte keine Rede sein. Alsdann wurden alle Kolben in einen Ofen gestellt, dessen Temperatur beständig 40—42° C. zeigte und alle 20—30 Minuten wurden dieselben stark geschüttelt. Schon nach 1—2 Stunden konnte man ohne Weiteres beobachten, welche Unterschiede in der Auflösungskraft einzelner Portionen Eiweiss der Zusatz von verschiedenen Substanzen bewirkte. Diese Unterschiede wurden stets notirt und es erwies sich bald, dass es nichts weniger als richtig wäre, daraus Schlüsse auf die Energie des Prozesses zu ziehen: denn es kam sehr oft vor, dass zwei sehr ungleichmässig aufgelöste Portionen gleiche, oder gar in umgekehrter Richtung differirende Neutralisationsniederschläge gaben und die quantitative Bestimmung des Endproductes der Verdauung den präsumirten Resultaten widersprach. Abgesehen von den Versuchsportionen löste sich das Eiweiss in dem Controlkolben bei stets derselben Concentration des Säurepepsins nicht immer gleich schnell auf; vielleicht hängt es mit der Grösse der Eiweissflöckchen zusammen, welche bei jeder Bereitung des Materials verschieden ausfallen.

In den meisten Fällen wurde die Verdauung nach 5 bis 6 Stunden, sobald eine Portion, gewöhnlich die Controlportion, eine vollkommene Auflösung aufwies, abgebrochen. Wir hüteten uns die Versuche zu lange währen zu lassen, da, aller Wahrscheinlichkeit nach, die Beeinträchtigung der Verdauung nicht absolut, sondern nur zeitlich ist und die Unterschiede, welche nach 4—6 Stunden deutlich ausgeprägt sind, bei weiterer Verdauung abgeschwächt resp. ausgeglichen werden können. Uebri gens ist ein zu langes Verdauen (24—40 St.), wie darüber einige unserer Vorgänger berichten, auch insofern zu verwerfen als die Eiweisskörper nie so lange im Magen verweilen und wenn sie auch im Dünndarm der Verdauung anheim fallen, so

geschieht es unter Bedingungen, welche mit unserer Versuchsanordnung nichts Gemeinschaftliches haben. Ausserdem liegt die Gefahr nahe, dass bei zu langer Einwirkung des Säure-pepsins ausser Peptonen unter Mitwirkung von Mikroorganismen weitere Zersetzungspredkte (Leucin, Tyrosin etc.) erscheinen.

Der Verdauungsprozess wurde durch Neutralisation der Säure und Aufkochen der Flüssigkeit abgebrochen. Zur Neutralisation wurde Natronlauge von 4 pCt. NaHO gebraucht. Bei stets bekannter Concentration der Natronlauge und genau abgemessener Quantität von HCl konnte man aus den Büretten alle Portionen, wenn deren auch 5 waren, binnen 2—3 Minuten neutralisiren, wobei noch stets die Regel beobachtet wurde, dass man die Portionen in derselben Reihenfolge behandelte, in welcher der ungelöste Rückstand zunahm; wenn also die geringste Differenz in Bezug auf das gleichzeitige Abbrechen des Prozesses zu Stande kommen sollte, so konnte dieselbe nur zu Ungunsten des hemmenden Effectes ausfallen. Uebrigens wurde eine gute Hälfte unserer Versuche paarweise angestellt, sodass zu jeder Portion eine Controlportion zum Vergleiche diente. Die Neutralisation wurde zur neutralen oder sogar schwach alkalischen Reaction geführt, in beiden Fällen aber wurde die Flüssigkeit durch Zusatz von Essigsäure wieder sauer gemacht. Dadurch glaubten wir die Möglichkeit zu beseitigen einen Theil des Albumins durch Kochen mit freier Salzsäure in Pepton überzuführen. Wenn in allen Fällen gegen das Ende der Neutralisation eine Trübung oder ein Niederschlag zu Stande kam (Syntonin; Mulder, Brücke), so waren die Schwankungen in der Menge des Niederschlags in verschiedenen Portionen sehr bedeutend und standen in einem umgekehrten Verhältniss zu der später zu bestimmenden Peptonmenge.

Nach der Neutralisation wurden die Kolben auf freier Flamme erhitzt, die Flüssigkeit ca. 10 Minuten tüchtig gekocht und auf die Zimmertemperatur abgekühlt. Jetzt wurde jede Portion durch Zusatz von Wasser auf ein rundes Volumen und zwar 600 ccm gebracht, filtrirt und von den wasserhellen, meistens ganz farblosen Filtraten je 500 ccm abgemessen; dieselben wurden auf freier Flamme, dann auf dem Wasserbade bis auf unter

100 ccm eingeengt. Um Alles etwa noch in der Lösung befindliche Eiweiss mit Sicherheit zu entfernen, wurde die noch heisse Flüssigkeit mit Essigsäure angesäuert und der von der Neutralisation herrührende Kochsalzgehalt derselben durch Zufügung concentrirter Kochsalzlösung auf 3—3,5 pCt. gesteigert.

Da wir ausser dem, durch die Neutralisation erhaltenen Procentgehalt der Flüssigkeit an Kochsalz ähnlich wirkende Salze (bei den Versuchen mit Chlornatrium dasselbe) als die zu untersuchende Substanz zusetzten, so wurde darauf stets Rücksicht genommen und dementsprechend der Zusatz von concentrirter NaCl-Lösung vermindert resp. unterlassen. Selbstverständlich wurden wir bei den Versuchen, wo wir 5—10 pCt. Kochsalz zusetzten, darauf angewiesen, bei der Peptonbestimmung etwas kleinere Zahlen zu bekommen, weil bei einem hohen Kochsalzgehalt ein kleiner Theil von Hemialbumose (Kühne) nothwendiger Weise ausgefällt wurde. Im Allgemeinen war der jetzt entstehende Niederschlag so unbedeutend, dass wir sein Volumen ohne Bedenken = 0 setzen konnten; nun brachten wir die Flüssigkeit sammt Niederschlag in einem Messkölbchen auf das Volum von 100 ccm, schüttelten die Flüssigkeit, filtrirten durch ein doppeltes Filter und bekamen ein ganz klares, strohgelbes Filtrat, welches uns zur quantitativen Bestimmung der Endproducte der Verdauung diente.

Die Polarisation gehört zu denjenigen Methoden, welche ebenso genau, als bequem zu erreichende Bestimmung optisch activer Körper zulässig machen¹⁾. Es sind dabei allerdings folgende Erfordernisse zu beachten: a) die Lösung muss absolut klar und durchsichtig sein; b) sie muss möglichst farblos sein, wobei aber schwach gelbliche Färbung von keinem wesentlichen Nachtheile erscheint, wohl aber rothe oder gar braune Färbung; c) in der Flüssigkeit darf nur ein optisch activer Körper sich finden, um so weniger deren zwei, wenn der eine nach rechts, der andere nach links dreht; und d) die Bestimmung der Polarisation muss bei möglichst heller Beleuchtung stattfinden, welch'

¹⁾ Vergl. darüber: Hoppe-Seyler, Handb. d. chemischen Analyse. 5. Aufl. 1883. S. 24. — Salkowski und Leube, Die Lehre vom Harn, 1882, S. 225.

letztere für eine Reihe von mit einander zu vergleichenden Versuchen constant bleiben muss. Wir verfügten über zwei Polarisationsapparate: der eine war das Soleil-Ventzke'sche Saccharimeter, der zweite ein Laurent'scher Halbschattenapparat. Beide wurden auf ihre Leistungsfähigkeit sorgfältig geprüft und die Einstellung der variablen Theile der Apparate (die Belichtungsspalte, die Farbenauswahl im Apparate von Soleil etc.) blieb für die ganze Versuchsdauer dieselbe. Für den ersten Apparat konnten wir das gewöhnliche weisse Leuchtgaslicht mit Erfolg benutzen, der zweite aber erforderte die Verwendung des gelben Natronlichtes, welches durch Verbrennung reinen Kochsalzes in der Flamme eines starken Bunsen'schen Brenners erzeugt wurde. Den Laurent'schen Apparat haben wir, wegen seiner ausserordentlichen Genauigkeit, dem Soleil-Ventzke'schen vorgezogen; da aber eine bedeutende Reihe von Versuchen schon früher ausgeführt worden war, ehe uns der Laurent'sche Apparat zur Verfügung gestellt wurde, so haben wir auch die früheren Versuche mit dem Halbschattenapparate wiederholt, wobei auch die Zuverlässigkeit früherer Bestimmungen bestätigt wurde. Dementsprechend zerfallen alle unsere Versuche in zwei Gruppen; bei den Bestimmungen der ersten Reihe sind die Ablesungszahlen der Scala in Ganzen und Theilungen deren Decimalen angegeben; in der zweiten Gruppe sind sie in Graden und Minuten ausgedrückt. Im ersten Falle wurde die Berechnung nach der Formel $p = 53,1 \frac{\alpha}{(\alpha)_D l}$ ausgeführt, wobei p das Gewicht der Substanz in Grammen für 100 ccm Lösung darstellt; die Zahl $53,1^{\circ}$ bedeutet den Drehungscoefficienten für Traubenzucker, für dessen Bestimmung der Apparat eingerichtet ist; α die Zahl der Theilungen der Scala und des Nonius, welche bei der Zuckerbestimmung direct pCt. und pro mille angibt, $(\alpha)_D$ drückt den unserem zu bestimmenden Körper zukommenden Drehungscoefficienten aus und endlich l ist die Länge des Polarisationsrohres, welche, da sie bei unseren Versuchen stets 10 cm lang, folglich = 1 war, ausser Betrachtung fällt. Gesetzt, wir hätten für die Drehung unserer Flüssigkeit nach links 2,7 auf der Scala abgelesen; wenn für unseren Körper, wie wir weiter unten als berechtigt nachzuweisen haben $(\alpha)_D = 66,3$ setzen, so muss

die Berechnung in folgender Weise stattfinden: $p = 53,1 \frac{2,7}{66,3}$;
daraus ist $p = 2,16$ pCt.

Bei dem Laurent'schen Apparate hatten wir mit Graden und Minuten zu thun und bekamen das Gesuchte, indem wir in der Formel $p = \frac{\alpha}{(\alpha)_D l}$ Minuten in Decigraden ausdrückten; es sei z. B. die Ablenkung nach links $= 2^\circ 45'$; so wird $p = \frac{2,75}{66,3}$, oder $p = 0,0414$ g in 1 ccm Flüssigkeit oder 4,14 pCt.

Für jede Bestimmung wurden 8—10 Ablesungen gemacht, und aus den nahe stehenden Zahlen das Mittel genommen; Hoppe-Seyler giebt an¹⁾), dass der Beobachtungsfehler bei guten Apparaten weniger als $0,1^\circ$ ausmachen kann; in der That ging die Genauigkeit unseres Apparates so weit, dass wir gewöhnlich nur 1—2, sehr selten 3 Minuten betragende Schwanungen hatten, was nur $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{20}$ eines Grades ausmacht. Bei dem Soleil-Ventzke'schen Apparate bekamen wir $\pm 0,1$ betragende Differenzen.

Jetzt wollen wir die Gründe auseinandersetzen, welche uns bewogen, die Polarisationsmethode für unsere Zwecke auszuwählen. Die quantitative Bestimmung des Peptons wurde bekanntlich, auf dem Wege der Colorimetrie vielfach versucht; dieses Verfahrens bediente sich schon Drosdoff²⁾ (allerdings nur für die approximative Bestimmung des Peptons), Schmidt-Mühlheim³⁾, Hofmeister⁴⁾, Poehl⁵⁾ u. A.; es erwies sich aber, dass diese Methode — deren Prinzip auf der Schätzung

¹⁾ I. c. S. 42.

²⁾ Resorption der Peptone, des Rohrzuckers, der Indigoschwefelsäure vom Darmkanale aus und ihr Nachweis im Blute der Vena porta. Zeitschrift f. physiol. Chemie. Bd. I. S. 216. 1877.

³⁾ Beiträge zur Kenntniss des Peptons und seiner physiologischen Bedeutung. Du Bois-Reymond's Arch. f. Physiol. 1880. Phys. Abth. S. 33.

⁴⁾ Zur Lehre vom Pepton. III. Ueber d. Schicksal d. Peptons im Blute. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. V. S. 127. 1881.

⁵⁾ Ueber d. Vorkommen und Bildung des Peptons ausserhalb des Verdauungsapparates. Petersburg 1882. S. 33.

feiner Farbenüancen der Biuretreaction beruht — eine bedeutende individuelle Farbenempfindlichkeit voraussetzt und daher in hohem Grade subjectiv ist; Schmidt-Mühlheim giebt selbst an, dass die Fehlernäthe zwischen 6,09 pCt. und 0,6 pCt. schwankt — Zahlen, welche wenigstens für unsere Zwecke bedenklich zu sein schienen, da wir aus erwähnten Gründen die Verdauungszeit auf 4—6 Stunden setzten und daher nicht grosse absolute Mengen von Pepton verwerthen konnten.

Wenn man bedenkt, mit wie vielen, fast unüberwindlichen Schwierigkeiten die Darstellung des reinen Peptons verbunden ist, so wird es garnicht schwer fallen, von vornherein von der quantitativen Bestimmung desselben in Substanz Abstand zu nehmen. Bei der Ausfällung des Peptons durch den 83 prozentigen Alkohol aus den künstlichen Verdauungsgemischen hat Thiry¹⁾ beobachtet, dass dabei nicht nur Pepsin sammt etwaiigen dessen Verunreinigungen ausfallen, sondern auch Chloralkalien bis zu 50 pCt. des Präcipitates mit niederfallen. Diese Schwierigkeiten würden in die quantitative Bestimmung zu bedeutende Fehlerquellen mit sich bringen, als dass man auf genaue Resultate rechnen könnte.

Da uns nur die Polarisation übrig blieb, so sollten wir die Frage beantworten, ob wir bei dieser Methode den Hauptfordernissen der Genauigkeit Rechnung tragen können. Es fragt sich, ob wir in unserer polarisirenden Flüssigkeit nur einen optisch activen Körper haben? Das ist entschieden nicht der Fall. Durch Neutralisation und Aufkochen haben wir die Flüssigkeit von Syntonin (Parapepton von Meissner) befreit; seine letzten Spuren wurden bei genügend saurer Reaction, durch Versetzen der Flüssigkeit mit Kochsalz (3—3,5 pCt.) entfernt. Nach Zusatz von Essigsäure und Ferrocyanalkalium bekamen wir jetzt im Filtrate nach stundenlangem Stehen entweder gar keine, oder sehr mässige Trübung. In einigen Fällen, wo diese Trübung uns grösser als gewöhnlich schien, haben wir folgendermaassen die Flüssigkeit geprüft: nach der genauen polarimetrischen Bestimmung des optisch activen Körpers versetzten wir bei stark saurer Reaction unsere Flüssigkeit mit einigen Tropfen von Ferrocyanalkalium;

¹⁾ Maly, l. c. S. 99.

nach einigen Stunden nahmen wir vom klaren Filtrate genau 80 ccm, brachten diese Menge wieder auf 100 ccm und polarisierten von Neuem; nach der Berechnung bekamen wir die Zahlen, welche ganz unbedeutend von den früheren abwichen, und somit bewiesen sie uns, dass die Quantität des durch Essigsäure und Ferrocyan-Kalium fällbaren Körpers (b-Pepton von Meissner) von verschwindendem Einfluss auf das Polarisationsergebniss war.

Wenn aber auch bei dieser Reaction keine Trübung zu Stande kam, so konnten wir stets — und das wollen wir besonders betonen — eine bedeutende Trübung erzeugen, wenn wir zu der klaren Flüssigkeit Steinsalz oder concentrirte Kochsalzlösung in grösseren Mengen zusetzten. Dieser Niederschlag resp. Trübung verschwand beim Erwärmen und trat beim Erkalten wieder ein (Hemialbumose Kühne). Dieser Niederschlag ging durch alle Filter und an die Trennung des reinen Peptons von der Hemialbumose zum Zwecke der quantitativen Bestimmung war nicht zu denken. So waren wir darauf angewiesen die Bestimmung des Peptons zusammen mit der Hemialbumose vorzunehmen. Es ist bekannt, dass Hemialbumose ein dem Pepton sehr nahe stehendes Zwischenproduct der Verdauung darstellt. Bei jeder Verdauung findet man Hemialbumose im Blute, aber ob sie als solche vom Darmkanal aus resorbirt wurde, oder ein Rückwandlungsproduct des Peptons darstellt, ist nicht nachgewiesen. Wie vor Jahren die Forscher geneigt waren, neue an Zwischenproducten der Verdauung entdeckte Eigenschaften dem Pepton zuzuschreiben, so ist es in der letzten Zeit eher das Gegentheil der Fall. Auch die einheitliche Natur der Hemialbumose ist controversial, während Kühne und Chittenden¹⁾ nach ihren Untersuchungen 4 Hemialbumosen (Proto-, Hetero-, Dys- und Deuteroalbumose) annehmen, gelangte fast gleichzeitig Herth²⁾ zu der Auffassung, dass die Hemialbumose ein einheitlicher Körper sei.

¹⁾ W. Kühne und R. H. Chittenden, Ueber Albumosen. Zeitschrift für Biologie. Bd. XX. S. 11. 1884.

²⁾ R. Herth, Untersuchungen über die Hemialbumose oder das Propepton. Sep.-Abd. a. d. Bd. XC. d. Sitzb. der k. Akad. der Wissenschaften. III. Abth. Juni-Heft. 1884.

Nach den Angaben von Kühne¹⁾) aus neuester Zeit hat man bisher überhaupt nie reines Pepton in Händen gehabt, das sog. Pepton ist vielmehr stets hemialbumosehaltig gewesen. Eine völlige Ausfällung der Hemialbumose ist nach Kühne nur zu erreichen durch Sättigung der Lösung mit Ammoniumsulfat, welches Heynsius — nach Kühne irrthümlich — zur Fällung des Peptons empfohlen hatte. Nach Kühne wird dieses nicht gefällt, es bleibt vielmehr in Lösung.

In Bezug auf das Drehungsvermögen des reinen (?) Peptons sind die Angaben auch verschieden. Hofmeister²⁾ bestimmt $(\alpha)_D = -63,5^\circ$. Pöhl³⁾ nimmt an, dass der Drehungcoefficient für Pepton zwischen -60° und -65° schwanken kann. Hönigsberg⁴⁾ macht darauf aufmerksam, dass das Pepton von verschiedener Herkunft sehr verschieden drehen könne; so z. B.:

$(\alpha)_D$ für das Pepton aus Fibrin = $-55,5^\circ$
 " " " gekochtem Rindfleisch = $-26,17^\circ$

" " " Fisch = $-23,37^\circ$

auch die Zahlen, welche Kühne und Chittenden (l. c.) für verschiedene Sorten von Hemialbumose angeben; sind nicht ganz constant; z. B.:

für d. Protalbumose [Mittel aus 5 Bestimmung.] $(\alpha)_D = -74,83^\circ$
 " " Deuteroalbumose [Mittel aus 4 Bestimmung.] " = $-74,41^\circ$
 " " " [" " "] " = $-79,11^\circ$
 " " " [" " "] " = $-68,65^\circ$

Obwohl die Verfasser selbst diese Zahlen mit grosser Reserve angeben, so darf man doch daraus den Schluss ziehen, dass die Hemialbumose, gleichviel welche, stets stärker als reines Pepton dreht. Zuerst haben wir den von Hofmeister angegebenen Coefficienten ($-63,5^\circ$) bei der Berechnung unserer Versuche benutzt, in diesem Jahre aber infolge einer strengen Kritik unserer eigenen Versuche, die Richtigkeit dieses Factors einer Prüfung unterworfen. Zu diesem Zweck haben wir eine Reihe von Versuchen (im Ganzen 16) angestellt, wovon wir nur

¹⁾ Kühne, W., Albumosen und Peptone. Verhandlungen d. Naturhist.-Med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. III. 4. Heft.

²⁾ l. c. S. 129.

³⁾ l. c.

⁴⁾ Jahresbericht üb. d. Fortschritte d. Thier-Chemie. Bd. XII. S. 261. 1882.

zehn in Form einer Tabelle (I) zusammenstellen wollen. Bei allen diesen Versuchen verfuhren wir auf folgende Weise: nach möglichst genauer Bestimmung des Drehungsvermögens unserer zu polarisirenden Flüssigkeit (100 ccm) rechneten wir, vermittelst der schon angegebenen Formel, den absoluten Gehalt unserer Flüssigkeit an optisch activen Körpern (in Gramm) aus (s. Rubrik 7, Tabelle I); bei dieser Berechnung bedienten wir uns des Hofmeister'schen Factors. Zu gleicher Zeit maassen wir sehr genau zwei Portionen von je 10 ccm von derselben Flüssigkeit und brachten sie in 2 Platinschalen, deren Gewicht, nach vorherigem schwachen Glühen unmittelbar vor dem Gebrauch bestimmt wurde. Die beiden Portionen wurden auf den Wässerbädern abgedampft und der Rückstand im Luftbade bei 110° C. so lange getrocknet, bis 2 nacheinander folgende Wägungen keine Gewichtsabnahme zeigten, was tagelanges, auch des Nachts nicht unterbrochenes Trocknen erfordert. Jetzt wurden die beiden Rückstände bei dunkelrother Glühhitze verkohlt, die Kohle mit Wasser in der Wärme extrahirt und auf ein aschefreies Filterchen gebracht, gut ausgewaschen und ausgetrocknet. Das Filtrat wurde zur Trockne abgedampft, die Kohle sammt Filter im Platindrahte verascht und die Asche zum Filtratrückstande zugefügt. Jetzt, nach abermaligem kurzen Glühen und Erkalten im Exsiccator wurden die Schalen gewogen und aus den bekannten Asche- und Gefässgewichten das Gewicht der verbrannten Substanz [Endproducte der Verdauung¹⁾] bestimmt und in Procenten ausgedrückt (Rubrik 8). Jetzt konnten wir die durch die Polarisation gefundenen Zahlen mit den durch Wägung bestimmten vergleichen: die Differenz in absoluten Zahlen finden wir in der Rubrik 9, während dieselbe procentisch in der Rubrik 10 ausgedrückt sich findet. Die Differenzen sind mit (+) bezeichnet, wenn die Polarisation grössere Zahl gab, und mit (—), wenn das Gewicht durch die Wägung grösser ausfiel.

Wenn wir vorläufig von den Versuchen 9 und 10 absehen

¹⁾ Es sei hier ein für alle Mal bemerkt, dass wir nur der Kürze wegen das Endproduct der Verdauung Pepton nennen, obwohl wir dessen bewusst sind, dass unser Pepton nicht frei von Hemialbumose ist.

wollen, so bemerken wir, dass die Differenzen in allen übrigen Versuchen (Rubrik 9) mit + versehen sind; wenn wir voraussetzen würden, dass die in unseren Bestimmungen durch Trocknen und Wägen erhaltenen Zahlen der Wahrheit näher stehen, als die Ergebnisse der Polarisation, so müssten wir zugeben, dass für alle diese Versuche $(\alpha)_D = -63,5^\circ$ ein zu niedrig angeschlagener Factor war. Durch einfache Berechnung lässt sich für jeden Versuch einen Factor zu bestimmen, mit dessen Hülfe wir dieselbe Zahl erhalten können, welche uns die Wägung ergab. Solche „vermuthliche“, „eventuelle“ Factoren haben wir für jeden Versuch in der Rubrik 11 angegeben; hier finden wir (Vers. 9 und 10 ausgeschlossen) keinen einzigen, welcher nicht höher als $63,5$ wäre; folglich haben unsere Flüssigkeiten stärker optisch gewirkt als derjenige Körper, für welchen Hofmeister die Zahl $63,5$ angab. Das ist ja auch erklärlich, weil wir, sogar bei ganz kleinen Beimischungen von Hemialbumosen infolge ihrer besonders starken optischen Wirkung (Kühne und Chittenden) einen grösseren Drehungscoefficienten erwarten sollen, als wenn wir mit reinem Pepton zu thun hätten. Wir haben das Mittel aus 8 „eventuellen“ Factoren genommen und dieses ist $(\alpha)_D = -66,3^\circ$. Wenn wir jetzt die Ablenkungszahlen der Rubrik 6 mit unserem empirischen Factor berechnen, so bekommen wir in Rubrik 13 und 14 die Differenzen, welche 1) bedeutend kleiner sind als die früheren und 2). bald positiv, bald negativ ausfallen. Der letzte Umstand macht die Annahme plausibel, dass es sich jetzt nicht um einen unrichtigen Factor, sondern nur um analytische Fehler handelt, welche bekanntlich nach beiden Richtungen hin, nach + und — ausfallen können. Da wir die prozentischen Differenzen von ganz kleinen absoluten Zahlen ableiten, so dürften die Schwankungen der Zahlen der Rubrik 14 weniger bedenklich erscheinen.

Jetzt kommen wir zu den zwei letzten Versuchen. Sie allein machen eine Ausnahme, indem die Polarisation bei ihnen kleinere Zahlen ergab, als die Wägung, somit offenbar der angenommene Drehungscoefficient zu gross war. Dieses sind nun grade diejenigen Versuche, welche unter Zusatz von je 5 g NaCl oder KCl angestellt waren. Wir haben schon früher erwähnt, dass unter solchen Umständen die Hemialbumose — wenigstens

zum Theil — ausfällt und dadurch erklärt sich warum der Factor nur für diese Fälle sich als zu gross erwies.

Da einerseits eine vollkommene Ausfüllung der Hemialbumose überhaupt nicht zu erwarten ist, andererseits aber uns unbekannt bleibt, wie viel von den Zwischenproducten durch Ueberschuss an Chloralkalien der Füllung anheim fällt — so haben wir vorgezogen, in denjenigen Versuchen, in welchen wir grössere Salzmengen zusetzten, als dass man beim nochmaligen Einengen der Flüssigkeit die Zwischenproducte in der Lösung behalten könnte — mit dem Hofmeister'schen Factor zu berechnen; dieser Factor scheint nehmlich unter den Anderen die Mitte einzunehmen und wird in jedem Fall für Hemialbumosearme Flüssigkeiten besser passen, als unser empirischer Coefficient, welcher, das glauben wir behaupten zu dürfen, für unge reinigte Verdauungsendproducte mehr geeignet war. Es folgt daraus, dass bei den Versuchen, in welchen die Zusätze der einschlagenden Salze 3 pCt. überschreiten, die polarimetrische Bestimmung geringere Ansprüche auf die Genauigkeit hat, als sonst. Jedoch ist die Differenz sehr klein und der Unterschied zwischen beiden Factoren ist thatsächlich kleiner als es scheint: die Coefficienten sind nehmlich für eine ideelle, fictive Lösung ausgerechnet und zwar für eine 100procentige. Da wir aber im günstigsten Falle 3procentige Peptonlösung vor uns haben, so wollen wir sehen, wie gross der Fehler sein könnte, wenn wir den einen Factor statt des anderen gebrauchen würden; die Ablenkung $2^\circ 30'$ würde danach entsprechen bei:

$$(\alpha)_D = -63,5^\circ \quad 3,92 \text{ pCt. Pepton}$$

$$(\alpha)_D = -66,3^\circ \quad 3,91 \text{ pCt. } "$$

Daraus ist der Fehler, procentisch ausgedrückt, $= 0,28 \text{ pCt.}$

Ich will noch bemerken, dass ich die polarimetrischen Bestimmungen sehr oft der Controle von Herrn Prof. Salkowski unterworfen habe.

Wir wollen jetzt zur Beschreibung der einzelnen Versuche übergehen.

Alkohol.

Claude Bernard¹⁾ hat zuerst die Beobachtung gemacht, dass beim Einführen kleinerer Quantitäten von Alkohol (5—6 ccm

¹⁾ Gazette médicale de Paris. 1856. No. 19. p. 295.

mit Wasser verdünnt) eine Steigerung der Magensecretion beim Hunde stattfinde. Kretschy¹⁾ wies auf die Verzögerung der Magenverdauung beim Menschen bei dem Genuss von geringen Mengen von Alkohol. Petit²⁾ fand, dass die künstliche Magenverdauung bei 20 pCt. Alkohol geschwächt wird, sobald aber der Procentgehalt der Mischung auf 5 pCt. herabgesetzt wird, wieder die volle Wirkung des Pepsins eintritt. Buchner³⁾ fand bei seinen zahlreichen und sorgfältigen Versuchen, dass 1—4 pCt. Alkohol die Wirksamkeit des Magensaftes gar nicht stört, die Hemmung aber plötzlich eintritt, wenn man den Alkoholzusatz auf 10—20 pCt. steigert; in diesem Fall kann die Verdauung Tage lang gehemmt werden.

Wir stellten unsere Versuche folgendermaassen an: es wurde gefunden, dass 31,9 ccm 98,8 pCt. Alkohol auf 500 ccm verdünnt einem Gehalt der Flüssigkeit an 5 Gwichtsprocent Alkohol entsprechen. Um die Concentration des künstlichen Magensaftes in allen Versuchen gleich zu halten, wurde von der Verdauungssalzsäure für jede Portion nur 350 ccm genommen; dann nahmen wir 1, 2, 3 oder 4×31,9 ccm Alkohol und brachten diese Menge durch Wasserzusatz auf 150 ccm; mit je 350 ccm Magensaft bildeten jetzt die Portionen je 500 ccm Flüssigkeit, worin alle Bestandtheile gleich waren, den Alkoholgehalt ausgenommen, nur bei dem Versuch mit 30 prozentigem Alkohol mussten wir 191,4 ccm Alkohol mit 318,6 ccm Magensaft vermischen. Solcher Versuche haben wir 15 gemacht, wovon wir zehn in der Tabelle II zusammengestellt anführen wollen. Wie es aus der Tabelle einleuchtet, ist die hemmende Wirkung nur bei 10 prozentigem Gehalt constant, bei 15, 20, 30 prozentigem bleibt die Verdauung absolut aus.

Etwas unbeständig erscheint die Wirkung von 5 prozentigem Alkohol: wir bekamen dabei, wie es die 3 ersten Versuche

¹⁾ Kretschy, F., Beobachtungen und Versuche an einer Magenfistelkranken. Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. XVIII. S. 527. 1876.

²⁾ Petit, M. A., Etudes sur les ferment digestifs. Journal de thérapeutique. 1880. p. 136, 173, 201, 288 et 453.

³⁾ Buchner, W., Ein Beitrag zur Lehre von der Einwirkung des Alkohols auf die Magenverdauung. Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. XXIX. S. 537. 1881.

zeigen, eine, wenn nicht bedeutende, so jedenfalls sichere Beförderung, in anderen Fällen aber war eine schwache Hemmung der Peptonisation zu beobachten.

Es war auffallend, dass man gerade in denjenigen Versuchen, wo wir polarimetrisch eine kleine Beförderung der Peptonisation fanden, bei der Beobachtung mit blossem Auge eine schlechtere Auflösung des Eiweisses constatiren konnte. Dieser Umstand beweist, wie unrichtig es manchmal sein kann, aus der Quantität des unaufgelösten Verdauungssubstrates allein auf die Energie des Prozesses Schlüsse zu ziehen; bei denjenigen Versuchen, wo wir die Abnahme der Peptonmenge bestimmen konnten, stimmte dieses Resultat mit dem, was wir während der Verdauung mit blossem Auge merkten, überein. Diese Schwankungen, zwischen Beförderung und Hemmung, scheinen zu gross und zu beständig zu sein, als dass wir sie den Beobachtungs- und Analysefehlern zuschreiben durften und sollten. Jedenfalls hielten wir für angezeigt von diesen etwas widersprechenden Resultata zu erwähnen. Obwohl wir nicht im Stande sind dieselben zu erklären. Vielleicht hatten auch unsere Vorgänger mit ähnlichen zweideutigen Resultaten zu thun, als sie bezüglich der Wirkung kleiner Dosen Alkohol nicht einig werden konnten. Es ist beachtenswerth, dass bei den Versuchen derselben Gruppe nie solche Controverse entstanden sind, wohl aber differirten die anderen Versuche, für welche eine neue Portion Eiweiss frisch hergestellt wurde. Vielleicht spielen hier ganz minimale, unvermeidliche Differenzen eine Rolle bei der Herstellung von Eiweiss: es lässt sich nicht immer aus absolut gleich concentrirten Lösungen ausfallen; die Quantität der Essigsäure, Geschwindigkeit, mit welcher dies Auscoaguliren bewirkt wird, die Dauer des Aufkochens etc., sind vielleicht Bedingungen, welche das Eiweissmolekül jedes Mal anders empfindlich gegen die Pepsinwirkung machen.

Antipyrin.

Bei der stets wachsenden Verbreitung dieses Präparates, als eines Surrogates des Chinins, war der Wunsch erklärlich, das Mittel von der uns interessirenden Seite zu prüfen. Nachdem wir uns überzeugt hatten, dass das Antipyrin in ungefähr

gesättigter Lösung kein Drehungsvermögen besitzt, haben wir einige kurz zu fassende Versuchsresultate erzielt und sie in der Tabelle III zusammengestellt. Bei den Dosen 2,0—2,5 g scheint die Einwirkung gleich Null zu sein; im Gegensatz bekommt man bei den grösseren Gaben beständige, aber nicht sehr bedeutende hemmende Wirkung. In allen Versuchen entsprach die Auflösung des Eiweisses dem Endresultate der Verdauung.

Es sei hier erwähnt, dass unsere Versuche mit Kairin und salzaurem Chinin sich nicht ausführen liessen, weil das erstere Mittel bei dem Aufkochen der Verdauungsgemische eine so dunkle grünlichbraune Färbung der Flüssigkeit bewirkt, dass die Polarisation absolut unmöglich wird; was aber das Chinin betrifft, so dreht es die Polarisationsebene sehr stark nach links. Nach Husemann¹⁾ ist der Drehungswinkel des reinen Chinins: $(\alpha)_r = -141,33^\circ$; den Salzen des Chinins soll diese Eigenschaft noch im höheren Grade zukommen.

Auf die künstliche Magenverdauung soll, nach Wolberg²⁾ Chininum sulfuricum in kleinen Dosen (0,1—1,5 g) befördernd wirken. Vielleicht wird auch auf diesem Wege die tonisirende Wirkung kleiner, aber lange Zeit dauernder Dosen dieses Mittels befördert.

Arsenigsaures Natron.

Dieses Mittel wird wegen seiner stark reizenden Einwirkung der Magenschleimhaut stets gleichzeitig mit der Nahrung dem Organismus zugeführt. Da es auch wochen- und monatelang gebraucht wird, so wäre seine etwaige ungünstige Einwirkung auf die Magenverdauung um so bedenklicher; deshalb haben wir einige Versuche angestellt und kamen dabei zu der Ueberzeugung, dass sogar grosse Dosen von keiner Einwirkung auf die Peptonisation erscheinen. Wir besitzen über diesen Gegenstand eine ausführliche Arbeit von Schäfer und Böhm³⁾; diese

¹⁾ Die Pflanzenstoffe in chemischer, physiologischer, pharmakologischer und toxikologischer Hinsicht. 1871. S. 290.

²⁾ Wolberg, L., Ueber den Einfluss einiger Salze und Alkaloiden auf die Verdauung. Pflüger's Arch. f. d. gesammte Physiologie. Bd. XXII. S. 291. 1880.

³⁾ Böhm und Schäfer, Ueber den Einfluss des Arsen auf die Wirkung der ungeformten Fermente. Verhandlungen d. Physik.-Med. Gesellschaft in Würzburg. IX. F. Bd. III. S. 238. 1872.

Forscher haben sehr genau die Einwirkung des Arsen auf die Wirksamkeit des Speichels, des Magensaftes und des pankreatischen Saftes studirt. Die Versuche von Böhm und Schäfer wurden in kleinem Maassstabe ausgeführt, mit Hühnereiweiss angestellt, die Verdauung hat in Reagenzgläsern bei der Körpertemperatur 12—36 Stunden gedauert. Ueber den Effect wurde aus dem unverdaut gebliebenen Rückstand beschlossen. Auf Grund sehr zahlreicher Versuche schliessen die Verfasser, dass das Arsen von keinem Einfluss auf die Magenverdaunng sei. Wir haben uns mit 6 Versuchen begnügt, wobei wir 3 Mal 0,05 und andere 3 Mal 0,1 arsenigsaures Natron zusetzten. Die Differenzen, welche wir im Vergleich mit der Controle bekamen, waren sehr unbedeutend und betrugen 0,1 Scalatheilung des Soleil-Ventzke'schen Apparates. Auch dieser geringe Unterschied war 3 Mal für die Beförderung, und 3 andere Mal für die Hemmung ausgefallen. Da wir aus unseren Versuchen die Ueberzeugung gewinnen, dass das Arsen für die Magenverdauung ganz indifferent ist und da unsere Resultate mit denen von Böhm und Schäfer vollkommen übereinstimmend sind, so glauben wir von der Anführung der Tabelle Umgang nehmen zu dürfen.

Bromkalium. Jodkalium.

Diese beiden Mittel werden sehr häufig lange Zeit hindurch den Kranken verordnet und es war deshalb von Wichtigkeit den Einfluss dieser Salze auf die Magenverdauung zu untersuchen. Putzeyss hat 1,5 Fibrin mit 12 ccm Pepsinsalzsäure 10—23½ Stunden verdaut und fand dabei, dass beide Salze hemmend auf die Verdauung wirken und die hemmende Wirkung des Jodkaliums der des Bromkaliums überlegen ist. Petit¹⁾ fand auch die Jod- und Bromverbindungen für die Pepsinverdauung sehr schädlich. Buchheim³⁾ erwähnt, dass Jodkalium und Bromkalium in Gegenwart der freien Salzsäure des Magens sich

¹⁾ Putzeyss, De l'influence de l'iode et du bromure de Potassium sur la digestion stomacale. Bulletin de l'academie royale de méd. Belgique. Vol. XI. p. 104, 213. (Cit. nach J.-B. üb. d. Fortschritte d. Thier-Chemie. Bd. VII. S. 279. 1877.)

²⁾ 1. c.

³⁾ Buchheim, R., Lehrb. d. Arzneimittellehre. III. Aufl. S. 110. 1878.

in entsprechende Natriumverbindungen umsetzen, wobei ein Theil der Jod- und Bromwasserstoffssäure frei wird; diese Reactionen sollen aber nach Böhm keinen nachweisbaren Einfluss auf die Magenverdauung ausüben.

Bei unseren Versuchen (8 mit Bromkalium und 12 mit Jodkalium) fanden wir eine bedeutende Störung der Peptonbildung nur bei grösseren Dosen. 0,5 Bromkalium hat keinen nennenswerthen Einfluss in dieser Hinsicht ausgeübt, 1,0 und 2,0 haben eine mässige, für beide Substanzen ziemlich gleiche Hemmung bewirkt. Bromkalium überhaupt, auch bei den grösseren Dosen, steht bezüglich der verdauungsstörenden Wirkung dem Jodkalium nach. Obwohl im Grossen und Ganzen mit der Steigerung der Dosis auch die nachtheilige Wirkung auf die Peptonisation wächst, so können wir nicht umhin, einige Beispiele anzuführen, wie manche Ausnahmen dieser Regel widersprechen können: so z. B. auf der Tabelle IV in den Versuchen 3 und 4 sehen wir in der Rubrik 11 die Zahlen 7,3 pCt. und 15,1 pCt. sich auf dieselbe Dosis Bromkalium beziehen, während in den Versuchen 5 und 7 fast dieselbe procentische Hemmung 0,5 und 1,0 Jodkalium entspricht. Wir sehen uns ausser Stande irgend welchen Grund solcher Abweichungen anzuführen und wollen nur damit vor den Schlüssen auf Grund zu kleiner Zahl der Versuche warnen.

Chlornatrium. Chlorkalium.

„Dass das Kochsalz auf die Verdauung der eiweissartigen Stoffe im Magen einen fördernden Einfluss äussere, ist zwar behauptet, aber bis jetzt nicht nachgewiesen worden“¹⁾). Das instinctive Bedürfniss der meisten Völker nach diesem verbreitetesten Genussmittel, seine allgemein bekannte physiologische Bedeutung²⁾ für die Ernährung des Organismus — haben schon zu manchen Arbeiten über den directen Einfluss des Salzes auf die Magenverdauung Anlass gegeben. Dass die Reizung der secernirenden Schleimhaut des Magens durch das Kochsalz eine vermehrte Absonderung des Magensaftes hervorzurufen vermöge,

¹⁾ Buchheim, R., I. c. S. 110.

²⁾ Bunge, Zeitschrift für Biologie. Bd. IX. S. 104 Bd. X. S. 111.

lässt sich sehr leicht annehmen, es ist auch sehr wahrscheinlich, dass das Kochsalz zur vermehrten Salzsäurebildung in den Labdrüsen beitragen könne; aber ausser diesen Möglichkeiten könnte auch das Kochsalz auf die Umwandlung der Proteinkörper in Peptone einen directen Einfluss ausüben. Zur Lösung dieser Frage hat eine Reihe von Forschern die Versuche mit künstlichen Verdauungsgemischen angestellt, um den chemischen Vorgang getrennt von dem physiologischen zu studiren. Allein die Resultate der Autoren über diesen Gegenstand sind nicht übereinstimmend. Alex. Schmidt¹⁾ hat sich zuerst durch einige Versuche überzeugt, dass der Zusatz von 0,5—0,6 prozentigem Kochsalz die Auflösung dialysirten Eiweisses sehr bedeutend verzögere. Petit (l. c.) und Wolberg (l. c.) haben denselben Effect beobachtet, der letztere aber fand beim Zusatz von 0,5 ClNa auf 100 ccm des Verdauungsgemisches eine Beschleunigung in der Auflösung von Eiweiss bis 2,6 pCt. In der letzten Zeit hat Pfeiffer²⁾ unter anderen Salzen auch Kochsalz in dieser Hinsicht studirt. Dieser Forscher hat, im Gegensatz zu den Versuchen von Wolberg, die Verdauung in eigenen Versuchen meistens sehr kurze Zeit währen lassen. (20 Min. bis 1 Std., seltener 15—19 Std.) Pfeiffer hat vollkommen Recht, wenn er gegen sehr lange Dauer der Versuche (40 Std.) protestirt, da in der That, wie wir uns selbst davon überzeugten, unter solchen Umständen allmählich die Unterschiede zwischen einzelnen Portionen ausgeglichen werden; wir selbst stützten uns auf dieselben Erwägungen, wie Pfeiffer, als wir unseren Versuchen die Zeit 4—6 Stunden zumaassen; dagegen konnten wir uns, um einigermaassen bedeutende absolute Mengen von Pepton zu bekommen, nicht mit der Auflösung des Eiweisses allein begnügen und mussten unsere Versuche nicht nach Minuten, sondern nach Stunden währen lassen. Wenn man sofort nach der vollkommenen Auflösung eines Verdauungsgemisches, dasselbe

¹⁾ Schmidt, Alex., Ueber die Beziehung d. Kochsalzes zu einigen thierischen Fermentationsprozessen. Pflüger's Arch. XIII. Bd. S. 93. 1876.

²⁾ Pfeiffer, E., Ueber den Einfluss einiger Salze auf verschiedene künstliche Verdauungsvorgänge. Sep.-Abd. aus den Mittheil. d. aml. Lebensmittel-Unters.-Anstalt zu Wiesbaden. 1883—1884.

filtrirt in zwei gleiche Portionen theilt und die eine weiterer Verdauung im Brutofen aussetzt, während in der anderen der Prozess sofort abgebrochen wurde — so bekommt man bekanntlich in der zweiten Portion kleinere Mengen von Pepton, als in der ersten. Pfeiffer fand, dass der kleinste Zusatz von Kochsalz (0,24 pCt.) die Magenverdauung hemmt und dass dieses Salz, wenn man das kohlensaure Natron ausnimmt, von allen von ihm untersuchten Salzen (Soda, Glaubersalz und Bittersalz) am stärksten hemmend wirkt.

Wenn wir uns zu der Tabelle V wenden, so sehen wir, dass in den drei ersten Versuchen keine oder ganz geringe Hemmung stattfindet; weder in den angeführten, noch in einer Anzahl nicht citirter Versuche haben wir eine Beförderung der Peptonisation beobachten können. Aus der Betrachtung der Versuche 4—10 sehen wir eine procentisch (Rubrik 11) bedeutende Hemmung, obwohl in Bezug auf das Verhältniss zwischen der Dosis und dem hemmenden Effect bei den Versuchen 6 und 7 auffallend ist, dass bei der Menge von Kochsalz 2,5 das Procent der Hemmung fast um die Hälfte kleiner ist, als bei den Dosen von 2,0 (Vers. 4 und 5). Dass die absolute Menge des angewendeten Eiweisses von keinem Einfluss hierbei sein dürfte, glauben wir annehmen zu dürfen, weil in allen 4 zu besprechenden Versuchen eine sehr beträchtliche Menge von Eiweiss ungelöst zurückblieb. Den Versuch 10 haben wir angeführt, obwohl die Zahl 43,5 pCt. nicht ganz genau, vielmehr approximativ ist (notorische Ausfällung eines Theiles der Hemanthämalbumose durch Ueberschuss an Kochsalz).

Ausser 18 Versuchen mit Kochsalz haben wir auch 6 mit Chlorkalium angestellt; da dieses Salz in seiner Wirkung auf die Peptonbildung ganz analog dem Kochsalz sich erwies, so glauben wir die Anführung der Tabelle unterlassen zu dürfen.

Chloralhydrat.

Die Versuche über dieses Mittel können wir kurz fassen: die Dosis unter 1,0 scheint keine Einwirkung auf die Peptonisation auszuüben; wir bekamen einmal keine, ein anderes Mal eine ganze unbedeutende Beförderung (1,8 pCt.) der Peptonbildung. Bei einem Gramm (2 Vers.) sichere, aber sehr mässige

Hemmung, welche bei 2,0 und 3,0 (je 2 Vers.) in eine ziemlich stark ausgesprochene übergeht. 5 und 10 g stören die Verdauung sehr beträchtlich (je 1 Vers.). Da wir in den Versuchen 1—3 sehr nahe stehende Zahlen von je 2 ganz parallel angestellten Versuchen erhielten, so haben wir auf der Tabelle VI in der Rubrik 6 und 8 die Mittelzahlen von je zwei polarimetrischen Bestimmungen der Berechnung zu Grunde gelegt.

Eisenpräparate.

Mehr als irgend einem anderen Arzneimittel wurde dem Eisen mit Recht der Vorwurf gemacht, dass es in sehr hohem Grade die Magenverdauung störe. Dieser Vorwurf lastet auf dem Eisen um so schwerer, als die Indicationen für dessen Anwendung mit einer erheblichen Schwäche des Organismus überhaupt und speciell der des Verdauungsapparates zusammenfällt. Petit (l. c.) findet die Ursache der schädlichen Einwirkung des Eisens auf die Magenverdauung nur in der Neutralisation der Säure, welche bei den Umsetzungen zwischen der Salzsäure des Magensecrets und den mit schwächeren Säuren zusammengesetzten Salzen des Eisens vor sich gehen. Düsterhoff¹⁾ wird durch seine Versuche zu der Annahme geführt, dass überhaupt die Eisensalze der organischen Säuren am stärksten die Verdauung schädigen und zwar infolge des Freiwerdens der organischen Säuren, welche in solchen Fällen die Salzsäure zwar vertritt, dieselbe jedoch in der Wirksamkeit nicht ersetzen könne.

Da aber auch Phosphorsäurepräparate störend wirken, wobei die Bindung der Salzsäure sehr zweifelhaft sein dürfte, so nimmt Düsterhoff eine noch unbenannte specifische Eigenschaft der Eisenpräparate, die Magenverdauung zu hemmen, an. N. A. Bubnow²⁾, mein leider zu früh dahingeschiedener Landsmann, stellte im Laboratorium von Hoppe-Seyler Versuche an, welche eine bedeutende Störung der Magenverdauung und die Hemmung der

¹⁾ Düsterhoff, A., Ueber d. Einfluss von Eisenpräparaten auf d. Magenverdauung. Inaug.-Diss. Berlin 1882.

²⁾ Bubnow, N. A., Ueb. d. Einfluss d. Eisenoxyhydrates und d. Eisenoxydulsalze auf künstl. Magenverdauung u. Fäulniss mit Pankreas. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. VII. S. 315. Dr. Bubnow † am 18. Dec. 1884 (r. s.) in Petersburg.

Fäulnissprozesse mit Pankreas durch Eisenchlorid und Eisenoxydulsalze bewiesen.

Es war mir unmöglich, systematisch eine ganze Reihe von Eisenpräparaten auf ihre hemmende Wirkung vergleichend zu untersuchen. Uebrigens hatten wir keine Gründe nach den ausführlichen Arbeiten unserer Vorgänger die Frage von Neuem durchzuarbeiten. Die völlige Entfernung des gelösten Eisens, welche zum Zweck der Polarisation erforderlich ist, machte oft Schwierigkeiten. Wir waren meistens genötigt, die Flüssigkeit vor der Polarisation mit Aetznatron zu alkalisiren und nochmals aufzukochen. Die auf diese Weise entfärbte Flüssigkeit wurde wieder abgekühlt, auf das Volumen 100 ccm gebracht und war nach der Filtration zur polarimetrischen Bestimmung geeignet. Nun ist es bekannt, dass ein ganz ähnliches Verfahren dazu dient, die Hemialbumose, wenigstens einem grossen Theile nach zu entfernen, die Vergleichbarkeit mit den Controlversuchen wird daher ohne Zweifel beeinträchtigt. Deshalb theilen wir die Zahlen in den Rubriken 6 und 7 Tabelle VII mit einer gewissen Reserve und wollen unsere Versuche nur insofern gelten lassen, als sie einen Gegensatz zwischen der Einwirkung des reinen Eisens und dessen anorganischer Salze auf die Peptonisation einerseits — und der organischen Salze dieses Metalls andererseits — in groben Zügen andeuten. Das Gesagte leuchtet ein aus dem Vergleiche der Zahlen in der Rubrik 11 der ersten 8 und der letzten 5 Versuche. Die bei den Versuchen 9, 11 und 13 angedeutete „Beförderung“ liegt freilich in den Grenzen der Beobachtungsfehler, da aber auch in den Versuchen 10 und 12 keine Hemmung zu Stande kam, so glauben wir daraus schliessen zu dürfen, dass unsere organischen Salze die Peptonisation beträchtlich nicht gestört haben. Dieser Schluss steht in einem Widerspruch mit den oben besprochenen Resultaten von Düsterhoff. Da aber dieser Verfasser direct nur den ungelösten Rückstand und das durch Aufkochen fällbare Eiweiss bestimmte und aus der Differenz zur Bestimmung des Peptons kam, und dabei mit sehr kleinen absoluten Mengen von Eiweiss arbeitete (1,0 feuchtes Fibrin mit ca. 0,3 trockener Substanz) so dürften vielleicht kleine und nicht in allen Versuchsreihen ausgeprägte Differenzen der Peptonbildung nicht in's Gewicht fallen. Uebri-

gens stand das Fehlen der Hemmung in unseren Versuchen in auffallendem Widerspruch mit der Trägheit der Eiweissauflösung, durch welche sich die Portionen mit organischen Eisensalzen auszeichneten. Bei den Versuchen mit Eisenpräparaten ist also die Thatsache auffallend, dass die Bildung des Peptons ungeachtet der augenscheinlichen Verlangsamung der Eisenauflösung wenig oder ganz ungestört vor sich ging.

Calomel.

Wir haben vier Versuche, und zwar 2 mit 0,5 und andere 2 mit 1,0 Calomel angestellt. Dieses Mittel, dessen pharmakologische Wirkung bald auf dem rein mechanischen, bald wieder auf dem chemischen Wege erklärt wird, besitzt auch eine unstreitbare desinficirende und antiseptische Wirkung, wie es vor einigen Jahren die Arbeit von N. P. Wassilieff¹⁾ bewies. Dieser Autor hat auch 2 Versuche mit Calomel angestellt, um sich zu überzeugen, ob die künstliche Magenverdauung unter diesem Zusatz leide. Es wurde dabei frisches Fibrin angewandt und zwar in einer beträchtlichen Menge: 60 g und 200 ccm, davon wurden über die Nacht bei der Zimmertemperatur mit dem künstlichen Magensaft stehen gelassen und am nächsten Tage fand man beide Portionen mit Zusatz von 0,3 und 0,2 Calomel ebenso vollständig aufgelöst wie es in der Portion ohne Zusatz der Fall war. Die Biuret-Reaction wies die Anwesenheit von Pepton nach.

Wir haben unsere Versuche mit kleineren Dosen, namentlich 0,5 und 1,0 Calomel angestellt und für jede Dosis je 2 Versuche gemacht. Während der Verdauung konnte man bei keiner dieser Portionen einen, wenn auch geringen Unterschied in der Auflösungsgeschwindigkeit des Albumins wahrnehmen. Die Gläser mit Calomel zeigten eine deutliche graue Färbung, jedoch war dies nicht so bedeutend, als dass die Polarisation unmöglich wäre. Wir bekamen eine geringe, aber in allen vier Versuchen constante Hemmung der Peptonbildung. Da aber die Färbung mit den gesteigerten Dosen von Calomel wuchs und andererseits

¹⁾ Wassilieff, N. P., Ueber die Wirkung des Calomel auf Gährungsprozesse und das Leben der Mikroorganismen. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. VI. S. 112. 1882.

etwaige noch kleinere Dosen wahrscheinlich ganz unbedeutende Unterschiede in den polarimetrischen Zahlen gegeben haben würden, so haben wir uns auf diese Versuche beschränkt und verweisen die Leser auf die Tabelle VII.

Salicylsaures Natron.

Christian Bohr¹⁾) hat in Panum's Laboratorium Versuche gemacht, um sich zu überzeugen, ob eine langdauernde Verabreichung von Salicylsäure von schädlichem Effecte auf die Magenverdauung beim Hunde sei. Einen ganzen Monat lang bekam ein mittelgrosser Hund täglich je 450 g Fleisch und oftmals 0,25—5,0 g Salicylsäure. Diese Behandlung hatte öfteres Erbrechen und Widerwillen gegen das Fleisch zur Folge gehabt. Petit (l. c.) fand auch, dass 0,4 bis 0,8 pCt. salicylsaures Natron mit der normalen Wirkung des Pepsins sich nicht vertrage. Im Gegensatze zu diesen experimentellen Daten scheint die alltägliche ärztliche Beobachtung zu sein, dass die Patienten ohne besondere Nachtheile für die Verdauung grössere Gaben von Salicylsäure, oder des salicylsauren Natrons eine längere Zeit hindurch zu sich nehmen können.

Nachdem wir uns überzeugt hatten, dass eine nahezu gesättigte Lösung von salicylsaurem Natron kein Drehungsvermögen besitzt, haben wir damit in der üblichen Weise einige Versuche angestellt. Ein geringer Gehalt des Eiweisses an Eisensalzen verursachte eine blassrosa Färbung der zu polarisirenden Flüssigkeit; wir glauben jedoch, dass jener Grad der Färbung die Resultate der Polarimetrie unmöglich bedeutend beeinträchtigen konnte.

Zwei Versuche mit je 2,5 und 5,0 salicylsauren Natrons haben übereinstimmende Resultate, nach welchen die durch dieses Salz bewirkte Hemmung der Peptonbildung eine sehr beträchtliche ist. Dieses Ergebniss stimmte auch mit dem Effecte des Salzes auf die Auflösung des Eiweisses vollkommen überein: die Portionen mit dem Salze blieben fast auf die Hälfte ungelöst, während in der Controlportion die Auflösung des Eiweisses

¹⁾ Bohr, Chr., Ueber den Einfluss d. Salicylsäure auf die Fleischverdauung beim Hunde. Jahresberichte über d. Fortschritte d. Thier-Chemie. VI. Bd. S. 188, 1876.

längst das Ende erreicht hatte. Leider war es uns unmöglich, dieses wichtige Arzneimittel in dieser Hinsicht näher zu studiren, da wir genöthigt waren unsere Versuche abzuschliessen. Die Resultate der polarimetrischen Bestimmung sind in der Tabelle IX zusammengestellt. Es liegt nahe, diese Hemmung auf die Umsetzung des salicylsauren Natron mit der Salzsäure zurückzuführen.

Schwefelsaures Magnesia und Natron.

Ausser den citirten Arbeiten von Petit und Wolberg wurden beide Salze in der neuesten Zeit sehr eingehend von E. Pfeiffer¹⁾ untersucht. Dieser Autor hat vergleichende Versuche angestellt, um nicht nur die Thatsache der Hemmung zu bestätigen, sondern um die studirten Salze nach ihrer grösseren oder kleineren hemmenden Wirkung zu klassificiren. Als Endresultat dieser Untersuchung stellt er eine Scala der Schädlichkeit für die Magenverdauung der vier angewandten Salze auf, wonach als am wenigsten störend die schwefelsaure Magnesia zu bezeichnen ist, dann kommt in steigender Progression das schwefelsaure und das kohlensaure Natron und endlich als am stärksten von allen hemmend das Kochsalz.

Unsere zum Theil vor zwei Jahren, zum anderen Theil in diesem Semester ausgeführten Versuche sind nicht so zahlreich, als dass man aus ihnen ähnliche Schlüsse ziehen könnte; ausserdem haben wir die Energie der Verdauung nicht nach dem Rückstand beurtheilt, sondern die Menge des vorhandenen Endproductes der Verdauung bestimmt. Jedenfalls lässt sich aus der Tabelle X ersehen, dass die beiden Salze sogar in kleinen Dosen die Peptonbildung sehr beträchtlich hemmen.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet Herrn Professor E. Salkowski für seine Anregung zur Arbeit und die beständige freundliche Unterstützung bei deren Ausführung herzlichen Dank auszusprechen.

¹⁾ Pfeiffer, E., Ueber d. Einfluss einiger Salze auf verschiedene künstliche Verdauungsvorgänge. Sep.-Abd. aus d. Mittheilungen der amtlichen Lebensmittel-Untersuchungs-Anstalt zu Wiesbaden. 1883—1884.

I. Tabelle der vergleichenden Bestimmung von Pepton durch Polarisation und Wägung.

Nummer des Versuches	Art und Quantität von Eiweiss in g	Pepsin pro mille	Versuchsdauer in Stunden	Peptonbestimmung				Differenz beider Bestimmungen	Eventueller Factor $(\alpha)_D = ?$	Pepton berechnet mit dem neuen Factor $(\alpha)_D = 66,3\%$	Differenz bei dem neuen Factor			
				Mit oder ohne Zusatz	durch Polarisation $(\alpha)_D = -63,5^\circ$	durch Wägung	pCt.							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	30 Ser.-Alb.	4,320	1,0	4	10 pCt. Alkohol	10 5'	1,71	1,67	+0,04	2,34	64,80	1,63	-0,04	-2,45
2	25 -	2,975	0,5	4	10 -	0 32'	0,84	0,78	+0,06	7,14	68,30	0,80	+0,02	+2,50
3	25 -	2,975	0,5	4	5 -	0 0 55'	1,44	1,35	+0,09	6,25	67,80	1,38	+0,03	+2,18
4	22 Eier-Alb.	3,343	1,0	5	5 -	10 5'	1,71	1,65	+0,06	3,51	65,20	1,63	-0,02	-1,22
5	22 -	3,343	1,0	5	Ohne Zusatz	10 41'	2,64	2,56	+0,08	3,03	65,70	2,54	-0,02	-0,79
6	20 Ser.-Alb.	3,520	0,5	5	-	10 35'	2,49	2,29	+0,20	8,73	64,70	2,38	+0,09	+3,97
7	25 -	3,787	0,5	5	2,5 ClK	10 41'	2,65	2,52	+0,13	4,90	66,70	2,54	+0,02	+0,79
8	22 Eier-Alb.	3,343	1,0	5	2,5 ClNa	19 25'	2,23	2,11	+0,12	5,40	67,10	2,16	+0,05	+2,31
9	25 Ser.-Alb.	3,787	0,5	5	5,0 ClK	10 25'	2,23	2,29	-0,06	2,69	61,90	—	—	—
10	22 Eier-Alb.	3,343	1,0	5	5,0 ClNa	10 5'	1,71	1,80	-0,09	5,29	60,20	—	—	—

Tabelle II. Alkohol.

Num- mer des Ver- suches	Gewicht von Eiweiss in g	Pepsin pro mille	Zahl der Ver- dau- ungs- stun- den	Polarisation								Differenz Bemerkungen
				mit Zusatz				ohne				
				1	2	3	4	5	6	7	8	12
1	20 Ser.-Alb.	4,304	1,0	4	5 pGt. Alkohol	1 ⁰ 40'	2,50 pCt.	1 ⁰ 36'	2,37 pCt.	0,13	5,5	
2	30 -	4,304	1,0	4	5	5	-	1 ⁰ 39'	2,47	-	0,10	4,2
3	25 -	2,975	0,5	5	5	-	-	1 ⁰ 35'	2,37	-	0,10	4,2
4	25 -	3,152	0,5	5	5	-	-	1 ⁰ 35'	2,37	-	0,12	4,8
5	25 -	2,975	0,5	5	10	-	-	0 ⁰ 32'	0,79	-	1 ⁰ 31'	2,27
6	30 -	4,304	1,0	4	10	-	-	1 ⁰ 8'	1,69	-	1 ⁰ 36'	2,40
7	35 Bier-Alb.	6,260	1,0	5	10	-	-	1 ⁰ 0'	1,50	-	1 ⁰ 50'	2,74
8	25 Ser.-Alb.	2,975	0,5	5	15	-	-	0	0	-	1 ⁰ 31'	2,27
9	30 -	4,320	1,0	4	20	-	-	0	0	-	1 ⁰ 35'	2,37
10	35 Bier-Alb.	6,260	1,0	6	30	-	-	0	0	-	1 ⁰ 50'	2,74

rung (?)

Hemmung

Keine Ver-
dauung

Tabelle III. Antipyrin.

Nummer des Ver- sus- ches	Gewicht von Eiweiss in g	Pepsin pro mille	Zahl der Ver- dau- ungs- stun- den	Zusatz				Polarisation				Differenz in g	Bemerkungen
				feucht	trocken	6	7	8	9	10	11	12	
1	35 Eier-Alb.	4,140	1,0	5	2,0	20' 20'	3,49 pCt.	20' 20'	3,49 pCt.	0	0,10	0,2,9	
2	-	3,825	1,0	5	2,0	20' 19'	3,47	20' 23'	3,37	-	0,0	0	Beförderung (?)
3	30	-	3,637	1,0	5	2,5	-	10' 10'	2,49	-			
4	30	-	3,568	1,0	5	2,5	-	10' 15'	1,87	-	10' 18'	1,95	-
5	35	-	4,140	1,0	5	2,5	-	20' 5'	3,12	-	20' 20'	3,19	-
6	35	-	3,825	1,0	5	3,5	-	20' 0'	3,00	-	20' 23'	3,37	-

Tabelle VI. Chloralhydrat.

Nummer des Ver- sus- ches	Gewicht von Eiweiss in g	Pepsin pro mille	Zahl der Ver- dau- ungs- stun- den	Zusatz				Polarisation				Differenz in g	Bemerkungen	
				feucht	trocken	6	7	8	9	10	11	12		
1	40 Ser.-Alb.	4,304	1,0	5	1,0	20' 24'	3,60 pCt.	20' 30'	3,75 pCt.	0,15	0,52	4,0		
2	40	-	4,304	1,0	5	2,0	-	20' 10'	3,24	-	20' 30'	3,75	-	
3	40	-	4,304	1,0	5	3,0	-	20' 5'	3,12	-	20' 30'	3,75	-	
4	20 Eier-Alb.	3,842	0,5	6	5,0	-	10' 6'	1,65	-	10' 51'	2,79	-	1,14	Die Zahlen in den Rub. 6 und 8 in den ersten Versuchsbildern d. Mittenzahl aus je 2 nahestehenden Bestimmungen.
5	20	-	3,842	0,5	6	10,0	-	0' 58'	1,45	-	10' 51'	2,79	-	

Tabelle IV. Bromkalium. Jodkalium.

Num- mer des Ver- suches	Gewicht von Eiweiss in g		Pepsin pro mille	Zahl der Ver- dau- ungs- stun- den	Zusatz	Polarisation				Differenz	Bemerkungen
	feucht	trocken				mit Zusatz	ohne				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	40 Eier-Alb.	5,521	1,0	4	1,0	Bromkalium	3,1	2,48 pCt.	3,3	2,65 pCt.	0,17
2	40	-	5,521	1,0	4	1,0	-	3,2	2,56	3,3	2,65
3	35	-	5,268	1,0	5	2,0	-	3,6	2,88	3,9	3,12
4	35	-	5,203	1,0	5	2,0	-	3,3	2,65	3,9	0,24
5	30 Ser.-Alb.	3,295	1,0	4	0,5	Jodkalium	1 ⁰ 50'	2,75	-	20 5'	15,1
6	30	-	3,295	1,0	4	0,5	-	1 ⁰ 55'	2,87	-	3,12
7	30	-	3,597	1,0	5	1,0	-	20 00'	3,00	-	0,25
8	40 Eier-Alb.	4,983	1,0	4	1,0	-	1,9	1,53	-	2,4	8,0
9	30 Ser.-Alb.	3,597	1,0	4	2,0	-	1 ⁰ 90'	2,49	-	20 55'	11,8
10	30	-	3,597	1,0	4	4,0	-	1 ⁰ 30'	2,25	-	3,37
11	35 Eier-Alb.	5,989	1,0	5	5,0	-	20 00'	3,00	-	30 10'	10,3
12	35	-	5,989	1,0	5	5,0	-	1 ⁰ 58'	3,04	-	4,75

Tabelle V. Chlormatrium.

Num- mer des Ver- suches	Gewicht von Eiweiss in g				Zahl der Ver- dau- ungs- stun- den	Zusatz	Polarisation				Differenz in g	Bemerkungen				
							mit Zusatz		ohne Zusatz							
	1	2	3	4			5	6	7	8						
1	45	Ser.-Alb.	5,583	1,0	4½	1,0 Chlormatrium	2,9	2,32 pCt.	2,9	2,32 pCt.	0	0				
2	45	-	5,583	1,0	4½	1,0	3,0	2,40 -	2,9	2,32 -	0,08	3,4				
3	40	-	5,092	1,0	4½	1,0	2,9	2,33 -	3,0	2,40 -	0,07	2,9				
4	40	-	5,092	1,0	5	2,0	1,7	1,36 -	2,5	2,00 -	0,64	32,0				
5	40	-	5,092	1,0	5	2,0	1,8	1,44 -	2,5	2,00 -	0,56	28,0				
6	25	-	3,495	0,5	5	2,5	10 38'	2,45 -	10 55'	2,87 -	0,42	14,6				
7	25	-	3,495	0,5	5	2,5	10 36'	2,40 -	10 55'	2,87 -	0,47	16,6				
8	25	Eier-Alb.	4,271	0,5	6	5,0	10 10'	1,75 -	10 50'	2,75 -	1,00	36,8				
9	25	Ser.-Alb.	3,495	0,5	5	5,0	10 20'	2,09 -	10 55'	2,87 -	0,78	27,2				
10	25	-	3,495	0,5	5	1,0	10 6'	1,62 -	10 55'	2,87 -	1,25	43,5				

Tabelle VII. Eisenpräparate.

Num- mer des Ver- suches	Gewicht von Eiweiss in g	Pepsin pro mille	Zahl der Ver- dau- ungs- stun- den	Zusatz	Polarisation								Differenz	Bemerkungen	
					ohne				mit						
					6	7	8	9	10	11	12				
1	20	Ser.-Alb.	3,520	0,5	5	0,2	Ferri hyd. red.	10 ^{8'}	1,70	10 ^{35'}	2,37	0,60	25,7	Die Versuche 3, 4, 7, 8, 11, 12 und 13 sind mit d. Solanischen Apparatur ausge- führt.	
2	20	-	3,520	0,5	5	0,2	dito	10 ^{10'}	1,74	10 ^{35'}	2,37	0,63	26,6		
3	40	-	5,123	1,0	4 $\frac{1}{2}$	1,0	dito	4,1	3,28	5,2	4,16	0,88	21,1		
4	30	-	3,933	1,0	4 $\frac{1}{2}$	1,0	Ferri sulf. oxyd.	1,4	1,12	3,7	2,96	1,84	62,2		
5	20	-	3,520	0,5	5	0,2	Ferri Liq. ferri sesquichl.	10 ^{20'}	1,99	10 ^{35'}	2,37	0,38	16,0		
6	20	-	3,520	0,5	5	0,2	Tropfen	10 ^{22'}	2,05	10 ^{35'}	2,37	0,32	13,6		
7	30	-	4,125	1,0	5	0,2	dito	0,3	0,24	1,7	1,36	1,12	82,3		
8	35	-	4,348	1,0	5	0,2	dito	0,9	0,72	3,0	2,40	1,68	70,0		
9	30	-	4,158	0,5	5	0,2	0,3 Ferri lactici oxy- dulat.	20 ^{9'}	3,22	20 ^{5'}	3,12	0,10	3,2		
10	30	-	4,158	0,5	5	0,2	dito	3,12	20 ^{5'}	3,12	0	0	Beförderung (?)		
11	28	Eier-Alb.	unbe- stimmt	1,0	4 $\frac{1}{2}$	0,5	dito	20 ^{5'}	3,2	2,56	3,1	2,48	0,08	3,2	
12	23	-	dito	1,0	4 $\frac{1}{2}$	0,5	dito	3,1	2,48	3,1	2,48	0	0		
13	23	-	dito	1,0	4 $\frac{1}{2}$	0,5	Ferricitri oxydati	3,2	2,56	3,1	2,48	0,08	3,2	Beförderung (?)	

Tabelle VIII. Calomel.

Nummer des Ver- suches	Gewicht von Eiweiss in g	Pepsin pro mille	Zahl der Ver- dau- ungs- stun- den	Zusatz	Polarisation		Differenz	Bemerkungen			
					mit Zusatz	ohne					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	35 Ser-Alb.	4,625	1,0	4	0,5 Calomel	4,0	4,2	3,36	0,16	4,8	All. Versuche sind mit dem Soleil'schen Appa- rate ausgeführt.
2	30 Eier-Alb.	3,932	1,0	4½	0,5	3,5	2,80	3,7	2,96	0,16	5,4
3	35 Ser-Alb.	4,625	1,0	4	1,0	3,9	3,12	4,2	3,36	0,24	7,1
4	30 Eier-Alb.	3,932	1,0	4½	1,0	3,5	2,80	3,7	2,96	0,16	5,4

Tabelle IX. Salicylsaures Natron.

Tabelle X. Schwefelsaure Magnesia und Natron.

Num- mer des Ver- suches	Gewicht von Eiweiss in g	Pepsin pro dau- ungs- stun- den	Zahl der Ver- dau- ungs- stun- den	Polarisation				Differenz	Bemerkungen		
				mit Zusatz		ohne					
				Ablen- kung pCt.	Pepton	Ablen- kung pCt.	Pepton				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	25 Ser.-Alb.	3,495	0,5	5	2,5 Magn. sulf. crystall.	1 ⁰ 13'	1,82	1 ⁰ 55'	2,87	1,05	36,6
2	25	-	3,787	0,5	5	2,5	-	-	1 ⁰ 25'	2,12	1 ⁰ 50'
3	40	-	4,304	1,0	5	5,0	-	-	1 ⁰ 55'	2,87	20 ^{30'}
4	40	-	4,304	1,0	5	5,0	-	-	1 ⁰ 55'	2,87	20 ^{30'}
5	35	-	4,000	1,0	5	2,0	Natron sulf. cryst.	2,1	1,68	2,5	2,00
6	35	-	4,000	1,0	5	2,0	-	-	2,3	1,84	2,5
7	35 Eier-Alb.	3,825	1,0	5	2,5	-	-	-	1 ⁰ 25'	2,11	20 ^{23'}
8	35	-	3,825	1,0	5	2,5	-	-	1 ⁰ 28'	2,20	20 ^{23'}
										3,75	1,55
											41,2

führt.
ausge-
parat