

Verlag von **KARL J. TRÜBNER** in **Straßburg**.

DIE
ENDPRODUKTE DER TRYPSINVERDAUUNG.

von
FRIEDRICH KUTSCHER.

8°. 26 S. 1899. Preis 80 Pfg.

Über
die chemische Beschaffenheit
und die Funktion der Schilddrüse.

Von
Dr. Adolph Oswald.

8°. IV, 61 S. 1901. Preis M. 1.50.

**Die chemischen Schutzmittel des Tierkörpers
bei Vergiftungen.**

Von
Emil Fromm.

ao. Professor an der Universität Freiburg i. Br

8°. IV, 32 S. 1903. Preis *M* 1.—



Georg Reimer, Verlag, Berlin W. 35.

Virchows Archiv

für pathologische Anatomie und Physiologie
und für klinische Medizin.

Herausgegeben von **Johannes Orth.**

Jährlich 12 Hefte. — Drei Hefte bilden einen Band.

Preis pro Band *M* 14.—.

**LEHRBUCH DER SPEZIELLEN
PATHOLOGISCHEN ANATOMIE**

FÜR STUDIERENDE UND ÄRZTE

DRITTE VERMEHRTE AUFLAGE
VON

Dr. EDUARD KAUFMANN

O. PROFESSOR DER PATHOLOGISCHEN ANATOMIE UND ALLGEMEINEN
PATHOLOGIE,

VORSTEHER DER PATHOLOGISCH-ANATOMISCHEN ANSTALT DER
UNIVERSITÄT BASEL.

GROSS-OKTAV 1244 SEITEN

MIT 628 ABBILDUNGEN

PREIS BROSCH. *M* 20.—, GEB. IN ELEG. HALBFRAZNBAND *M* 22.—.

HOPPE-SEYLER'S ZEITSCHRIFT

für

PHYSIOLOGISCHE CHEMIE

unter Mitwirkung von

E. ABDERHALDEN-Berlin, G. v. BUNGE-Basel, O. COHNHEIM-Heidelberg, P. EHRLICH-Frankfurt a. M., EMIL FISCHER-Berlin, W. v. GULEWITSCH-Moskau, O. HAMMARSTEN-Upsala, S. G. HEDIN, G. HOPPE-SEYLER-Kiel, C. G. HÜFNER-Tübingen, M. JAFFÉ-Königsberg, FR. KUTSCHER-Marburg, E. LUDWIG-Wien, CARL TH. MÖRNER-Upsala, K. A. H. MÖRNER-Stockholm, W. OSTWALD-Großbothen, I. P. PAWLOW-St. Petersburg, C. A. PEKELHARING-Utrecht, E. SALKOWSKI-Berlin, E. SCHULZE-Zürich, M. SIEGFRIED-Leipzig, H. STEUDEL-Heidelberg, H. THIERFELDER-Berlin

herausgegeben von

A. KOSSEL,

Professor der Physiologie in Heidelberg

Einundfünfzigster Band:

Drittes Heft.

(Ausgegeben am 6. April 1907.)

Mit zwei Figuren im Text.

STRASSBURG
VERLAG VON KARL J. TRÜBNER
1907.

Der siebente internationale Physiologen-Kongreß

findet vom 13.—16. August in Heidelberg statt.
Zugleich soll eine Ausstellung physiologischer
Apparate veranstaltet werden. Anmeldungen für
Vorträge sind *vor dem 15. Juni* zu richten
an das **Physiologische Institut der
Universität Heidelberg.**

Verlag von **Georg Reimer, Berlin W. 35.**

PRINZIPIEN DER **GENERELLEN MORPHOLOGIE** DER ORGANISMEN

Wörtlicher Abdruck eines Teiles der
1866 erschienenen **Generellen Morphologie.**

(Allgemeine Grundzüge der Organischen Formenwissenschaft
Mechanisch begründet durch die von Charles Darwin
reformierte Deszendenz-Theorie)

von

Ernst Haeckel

Professor an der Universität Jena.

Mit einem Bildnis Haeckels in Heliogravüre.

Preis *ℳ* 12.—, in Halbfranz gebunden *ℳ* 14.—.

EINUNDFÜNFZIGSTER BAND, DRITTES HEFT.

Inhalt.

| | Seite |
|---|-------|
| Rothe, W. Künstliche Verdauungsversuche an einigen pflanzlichen Nahrungsmitteln | 185 |
| Kikkōji, T. Über das Vorkommen von einem Nucleinsäure spaltenden Fermente in <i>Cortinellus edodes</i> | 201 |
| Bergell, Peter. Über neue Verbindungen von Aminosäuren und Ammoniak | 207 |
| Euler, Hans. Fermentative Spaltung von Dipeptiden | 213 |
| Abderhalden, Emil, und Berthold Oppler. Weiterer Beitrag zur Frage nach der Verwertung von tief abgebautem Eiweiß im Organismus des Hundes | 226 |
| London, E. S. Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Körper. VIII. Mitteilung: Methodische Angaben. Mit zwei Figuren im Text | 241 |
| Astrid und Hans Euler. Fermentreaktionen im Preßsaft fettreicher Keimlinge | 244 |
| Gulewitsch, Wl. Zur Richtigstellung | 258 |

Für das nächste Heft sind Arbeiten eingegangen von:

M. Mayeda, E. Fischer und E. Abderhalden, E. Abderhalden, C. Funk und E. S. London, E. Abderhalden und A. H. Koelker, E. Abderhalden, A. Gigon und E. Strauss, E. Abderhalden und A. Schittenhelm, E. Abderhalden und H. Deetjen, C. Harries und K. Langheld, E. Abderhalden, L. Baumann und E. S. London, E. Abderhalden, E. Abderhalden und O. Emmerling, E. Abderhalden und L. Baumann, E. Abderhalden und T. Sasaki, E. Abderhalden und H. Pribram, O. Cohnheim.

Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie erscheint in Bänden zu 6 Heften, jedes zu ungefähr 5—6 Bogen. Die Hefte erscheinen in Zwischenräumen von 1—2 Monaten. Preis des Bandes 12 Mark.

Die in dieser Zeitschrift zu publizierenden Arbeiten werden, wenn es nicht aus technischen Gründen unmöglich ist, in der Reihenfolge, in welcher sie der Redaktion zugehen, aufgenommen. — Kurze Notizen oder Bemerkungen zu anderen Arbeiten werden in der Regel am Schluß des Heftes und außerhalb der Reihenfolge des Eingangsdatums mitgeteilt. — Bereits in anderen Zeitschriften veröffentlichte Arbeiten, sowie Referate über bereits publizierte Arbeiten werden nicht aufgenommen.

Das Honorar beträgt für den Druckbogen 25 Mark. Von jeder Arbeit werden dem Verfasser 75 Separat-Abdrücke gratis geliefert.

In bezug auf die Rechtschreibung der Fachausdrücke sind bis auf weiteres die Publikationen der Deutschen chemischen Gesellschaft maßgebend. In zweifelhaften Fällen wird der etymologische und internationale Standpunkt vor dem phonetischen bevorzugt.

Künstliche Verdauungsversuche an einigen pflanzlichen Nahrungsmitteln.

Von

Stabsapotheker Dr. **W. Rothe**, Königsberg i. Pr.

(Der Redaktion zugegangen am 6. Februar 1907.)

Im Jahre 1880 veröffentlichte A. Stutzer ein Verfahren über den Einfluß von saurem Magensaft auf stickstoffhaltige Futterbestandteile.¹⁾ Bei dem großen Interesse und der Bedeutung, die eine künstliche Verdauung gegenüber der natürlichen für die gesamte Ernährungslehre besitzt, ist die Methode dann später von Stutzer selbst und von anderen Forschern, so von Th. Pfeiffer, G. Kühn, O. Kellner und v. Dambski verbessert worden. Das Ergebnis dieser Arbeiten war, daß die von Stutzer zuerst angegebene 24stündige Behandlung der zu untersuchenden Substanzen — 2 g — mit 250 ccm saurem Magensaft und hierauf mit alkalischer Trypsinlösung dahin abgeändert wurde, 2 g Substanz nur mit 500 ccm saurem Magensaft 48 Stunden lang in Berührung zu lassen, während die Trypsinbehandlung ganz ausgeschaltet wurde. Untersuchungen von G. Kühn hatten nämlich ergeben, daß derselbe Verdauungskoeffizient mit 500 ccm Magensaft allein schon zu erhalten ist. Bei der natürlichen Verdauung werden außer den nicht verdauten Bestandteilen der Nahrung noch die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte durch den Kot ausgeschieden. Man erhält so Zahlen, die dem wirklichen verdauten Anteil nicht entsprechen; der Verdauungskoeffizient fällt daher zu niedrig aus. Um diese stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte aus dem Kote zu entfernen, ist bisher nur ein Verfahren bekannt; man behandelt den Kot in frischem, also nicht

¹⁾ Journal für Landwirtschaft, 1880, Bd. XXIX, S. 474.

getrocknetem, Zustande wiederum mit Magensaft. Ob hierbei nur die Stoffwechselprodukte und nicht noch anderer Stickstoff des Kotes gelöst werden, muß zur Zeit allerdings als eine offene Frage gelten. Da eine kurze Übersicht über die bisherigen Untersuchungsmethoden erst neuerdings von A. Stutzer¹⁾ gegeben worden ist, will ich an dieser Stelle nur darauf verweisen.

Während bei den Fütterungsversuchen, die v. Dambski²⁾ mit Hammeln anstellte, diese eine geringere Menge Stickstoff durch den Kot ausschieden, wie v. Dambski bei der künstlichen Verdauung mit demselben Futter als im Magensaft unlöslich fand, stimmten die Resultate zwischen der natürlichen und künstlichen Verdauung bei den Versuchen von G. Kühn³⁾ an Ochsen und den von H. Wangnick und mir⁴⁾ an Kaninchen angestellten gut überein.

Diese Ergebnisse veranlaßten mich, an einer Reihe von menschlichen Nahrungsmitteln des Pflanzenreiches die Verdaulichkeit mit saurem Magensaft festzustellen, zumal diese bisher zum großen Teil nur an pflanzlichen Futtermitteln untersucht wurde.

Bei der Bestimmung der Gesamtverdaulichkeit der stickstoffhaltigen Bestandteile wurden 2 g lufttrockene Substanz, die, falls notwendig, zermahlen und durch ein Sieb von 0,5 mm Maschenweite gegeben war, mit 250 ccm «konzentriertem» Magensaft behandelt. Zur Bereitung dieser Verdauungsflüssigkeit wurden von 6 Schweinemagen die Schleimhäute abpräpariert, mit 15 l destilliertem Wasser und 300 ccm 10%iger Salzsäure übergossen und 24 Stunden unter öfterem Umrühren stehen gelassen. Die Flüssigkeit wurde hierauf zuerst durch Flanell gegossen, dann filtriert, der Gehalt an Salzsäure durch Titration ermittelt und auf 0,2% HCl gebracht. Die Konservierung des Magensaftes geschah durch Chloroform. Der auf diese Weise erhaltene Magensaft besitzt gegenüber dem nach der früheren Vorschrift von Stutzer hergestellten die doppelte Menge an Pepsin. Ver-

¹⁾ Journal für Landwirtschaft, 1906, Bd. LIV, S. 239 f.

²⁾ v. Dambski, Inauguraldissertation, Breslau 1903.

³⁾ Landw. Versuchsstationen, Bd. XLIV, S. 188.

⁴⁾ Journal für Landwirtschaft, 1906, Bd. LIV, S. 257 f.

suche von H. Wangnick und mir¹⁾ an verschiedenen Futter- und Nahrungsmitteln haben gezeigt, daß durch 250 ccm dieser Flüssigkeit die gleiche Menge Stickstoff gelöst wird wie mit 500 ccm des nach der alten Stutzerschen Vorschrift bereiteten Magensaftes. Der Vorteil, mit einem geringeren Volumen arbeiten zu können, besteht darin, daß die Filtrationen bei Anwendung von Filtrierpapier schneller vonstatten gehen.

Die Verdauungsversuche wurden in Erlenmeyer-Kolben von ca. $\frac{3}{4}$ l Inhalt ausgeführt und diese in einen geräumigen Zinkkasten, der zum Teil mit Wasser von 37—40° gefüllt war, gestellt. Der Gehalt des Magensaftes wurde durch allmähliches Hinzufügen von 10%iger Salzsäure auf 1% gebracht; die Dauer der Einwirkung bei Bluttemperatur betrug 48 Stunden. Hierauf wurde der ungelöste Anteil durch ein quantitatives Filter abfiltriert, mehrmals mit destilliertem Wasser ausgewaschen und samt Filter nach Kjeldahl zerstört.

Die Resultate folgen in Tabelle I.

Wie diese zeigt, beträgt der Verdauungskoeffizient bei sämtlichen Substanzen, mit Ausnahme vom Buchweizenmehl und Quakerreis über 90%. Nr. 17—19 sind präparierte Mehle, Nr. 20—26 wurden aus nicht geschälter Ware selbst gemahlen. Die erhaltenen Befunde drücken das Optimum der Verdaulichkeit aus, sie lassen jedoch nicht erkennen, wie sich die relative Verdaulichkeit des Eiweißes der einzelnen Nahrungsmittel verhält, und doch ist grade diese von besonderem Interesse. Untersuchungen in dieser Richtung liegen vor von G. Berju, M. Wintgen und A. Stutzer.

Berju²⁾ wählte zu seinen Versuchen reine Eiweißstoffe, nämlich Plasmon, Tropon, Roborat und als Vergleichsobjekt trockenes Fibrin. Für die «fraktionierte» Verdauung verwandte er soviel von jedem Nahrungsmittel, als 1 g Eiweiß entsprach. Die von Berju benutzte Verdauungsflüssigkeit war nach der Vorschrift von K. Wedemeyer³⁾ mit Pepsin «Finzelberg» und 0,5% Salzsäure bereitet. Die Verdauung wurde in Bechergläsern, die sich in einem großen Wasserbade bei 38—38,5° befanden, ausgeführt, indem während der ersten Stunde alle 5 Minuten und

¹⁾ Journal für Landwirtschaft, 1906, Bd. LIV, S. 265.

²⁾ Deutsche Medizinalzeitung, 1901, Nr. 48.

³⁾ Landw. Versuchsstationen, Bd. LI, 1899.

Tabelle I.

| Nr. | Bezeichnung | In der natürlichen Substanz | | | In der Trockensubstanz | | Verdauungskoeffizient % |
|-----|---------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| | | Wasser % | Gesamtstickstoff % | Unverdaulicher Stickstoff % | Gesamtstickstoff % | Unverdaulicher Stickstoff % | |
| 1 | Hafergrütze . . . | 11,47 | 1,99 | 0,185 | 2,25 | 0,209 | 90,70 |
| 2 | Hafermehl . . . | 8,16 | 1,88 | 0,15 | 2,05 | 0,163 | 92,02 |
| 3 | Haferflocken . . . | 12,22 | 2,31 | 0,14 | 2,62 | 0,159 | 93,94 |
| 4 | Gerstengrütze . . | 12,34 | 1,79 | 0,13 | 2,04 | 0,148 | 92,74 |
| 5 | Gerstengraupen . | 13,02 | 1,29 | 0,12 | 1,49 | 0,138 | 90,70 |
| 6 | Gerstenflocken . | 11,50 | 1,70 | 0,12 | 1,92 | 0,136 | 92,94 |
| 7 | Grünkern (ganz) . | 9,18 | 1,53 | 0,12 | 1,68 | 0,132 | 92,16 |
| 8 | Grünkerngrütze . | 9,15 | 1,68 | 0,12 | 1,85 | 0,132 | 92,86 |
| 9 | Geschälte Hirse . | 9,15 | 1,56 | 0,134 | 1,72 | 0,147 | 91,41 |
| 10 | Hirsegrütze . . . | 13,43 | 1,547 | 0,14 | 1,786 | 0,162 | 90,95 |
| 11 | Buchweizenmehl . | 12,85 | 0,55 | 0,12 | 0,631 | 0,138 | 78,18 |
| 12 | Geschälter Reis . | 13,60 | 1,16 | 0,065 | 1,34 | 0,075 | 94,40 |
| 13 | Reisflocken . . . | 13,28 | 1,01 | 0,073 | 1,164 | 0,084 | 92,78 |
| 14 | Quakerreis | 12,73 | 1,10 | 0,21 | 1,26 | 0,241 | 80,91 |
| 15 | Französischer Gries | 12,37 | 1,83 | 0,10 | 2,09 | 0,114 | 94,54 |
| 16 | Weizengries . . . | 14,12 | 1,667 | 0,0824 | 1,94 | 0,096 | 95,06 |
| 17 | Erbsenmehl . . . | 9,46 | 4,46 | 0,193 | 4,925 | 0,213 | 95,67 |
| 18 | Bohnenmehl . . . | 10,86 | 3,59 | 0,276 | 4,027 | 0,31 | 92,31 |
| 19 | Linsenmehl . . . | 10,71 | 4,46 | 0,21 | 4,995 | 0,235 | 95,29 |
| 20 | Graue Erbsen . . | 14,15 | 3,55 | 0,23 | 4,135 | 0,268 | 93,52 |
| 21 | Grüne Erbsen . . | 12,94 | 3,90 | 0,14 | 4,48 | 0,161 | 96,41 |
| 22 | Golderbsen . . . | 11,20 | 3,95 | 0,15 | 4,45 | 0,169 | 96,2 |
| 23 | Viktoriaerbsen . | 10,27 | 3,545 | 0,147 | 3,95 | 0,164 | 95,83 |
| 24 | Linsen | 10,25 | 4,02 | 0,27 | 4,48 | 0,301 | 93,28 |
| 25 | Weißer Bohnen . . | 11,90 | 3,74 | 0,16 | 4,245 | 0,182 | 95,72 |
| 26 | Puffbohnen . . . | 12,86 | 3,75 | 0,28 | 4,30 | 0,321 | 92,53 |

später alle 10 Minuten die Flüssigkeit umgeschüttelt wurde. Nach je einer Stunde wurde hierauf ein Becherglas dem Wasserbade entnommen, durch Hineinstellen in kaltes Wasser abgekühlt, um auf diese Weise ein

ferneres Einwirken der Pepsinlösung soweit als möglich zu vermeiden, und die Flüssigkeit vom Ungelösten abfiltriert. Die erzielten Ergebnisse weichen von den vorher nach der Methode von Stutzer und Kühn angestellten Versuchen über die Gesamtverdaulichkeit derselben Eiweißstoffe erheblich ab. So zeigte es sich, daß nach Einwirkung einer Stunde vom Tropon nur 8,12%, vom Plasmon dagegen bereits 67,06% und vom Roborat sogar das Eiweiß völlig gelöst war. Während nach 3 Stunden das gesamte Blutfibrin bis auf Spuren verdaut war, hatten sich vom Tropon erst 29,95% und vom Plasmon 84,66% Stickstoff gelöst; selbst nach 6 Stunden betrug der Verdauungskoeffizient vom Tropon nur 55,8% und vom Plasmon 92,37%. Dieses verschiedene Verhalten des Eiweißes zur Pepsinlösung glaubt Berju dadurch erklären zu können, daß im Tropon und Plasmon nicht mehr natives Eiweiß, wie im Roborat, sondern koaguliertes und überhitztes Protein bzw. Alkalialbuminat vorliegt.

M. Wintgen schloß sich bei den künstlichen Verdauungsversuchen mit Roborat, Aleuronat neu, Energin und Plasmon,¹⁾ sowie mit Erbsen-, Bohnen- und Linsenmehlen²⁾ im wesentlichen der Untersuchungsmethode von Berju an, verwandte jedoch nicht eine einer bestimmten Eiweißmenge entsprechende Gewichtsmenge, sondern bei den künstlichen Eiweißpräparaten je 1 g Substanz und bei den Leguminosenmehlen je 3 g zur Untersuchung. Sowohl bei den Nahrungsmitteln aus Pflanzenprotein als auch bei den Leguminosenmehlen war nach einer Stunde bereits der weitaus größte Teil des Eiweißes in Lösung gegangen, nämlich beim Roborat 87,8%, beim Aleuronat neu 94,8%, beim Energin 82,7% und beim Plasmon 72%. Ähnliche Ergebnisse wiesen die Verdauungsversuche mit den Leguminosenmehlen auf. Während nach Verlauf von einer Stunde noch bemerkbare Unterschiede in der Größe des Verdauungskoeffizienten vorhanden waren, glichen sich diese nach zweistündiger Einwirkung der Pepsinsalzsäure fast völlig aus. Wintgen führt dies darauf zurück, daß während des Filtrierens noch Eiweiß in Lösung geht und die einzelnen Flüssigkeiten nicht immer gleich schnell filtrieren. Aus der Beschreibung der Anordnung der Versuche mit Leguminosenmehlen geht nicht hervor, ob der Stickstoff in einem aliquoten Teil des Filtrates, wie bei seinen Untersuchungen der Eiweißnahrungsmittel oder durch Zerstören der unverdauten und abfiltrierten Substanz bestimmt wurde. Von den untersuchten Mehlen blieben die selbstbereiteten in der Verdaulichkeit etwas hinter den fabrikmäßig hergestellten zurück. Als Ursache hierfür nimmt Wintgen die gröbere Korngröße der selbstgemahlene Mehle an.

¹⁾ Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 1902, S. 294.

²⁾ Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Militärsanitätswesens, 1905, Heft 29, Seite 40.

Bereits im Jahre 1890 gab A. Stutzer¹⁾ ein Verfahren bekannt, nach dem die Einwirkung von stark verdünnter Salzsäure sowie von Pepsin + Salzsäure auf das verdauliche Eiweiß verschiedener Futterstoffe und Nahrungsmittel festgestellt wurde. Stutzer versuchte hierbei zu erfahren, ob unter möglichst gleichgestellten Versuchsbedingungen das in den einzelnen Nahrungsstoffen enthaltene verdauliche Eiweiß stets mit gleicher Schnelligkeit durch Pepsin und Salzsäure gelöst wird. Hierzu wurden die betreffenden Substanzen gemahlen und nur diejenigen Anteile zur Untersuchung benutzt, die ein Sieb von 1 mm Lochweite passierten, aber durch 0,5 mm Maschenweite nicht mehr hindurchgingen. Um den mechanischen Widerstand, den die Zellwände dem Eindringen der Verdauungsflüssigkeit entgegensetzen könnten, nach Möglichkeit zu vermindern, wurden die Substanzen nur in aufgequollenem Zustande angewandt.

Für je 100 mg Stickstoff in Form von «pepsinlöslichem» Eiweiß wurden stets 500 ccm Flüssigkeit, in der sich teils Pepsin + Salzsäure, teils nur Salzsäure in stark verdünntem Zustande — bis zu 0,2 % HCl — befand, gebraucht. Bei jeder Versuchsreihe wurde außerdem auch die Löslichkeit des Eiweißes unter denselben Bedingungen in reinem Wasser festgestellt. Die Dauer der Einwirkung betrug (15) 30 und 60 Minuten bei einer Temperatur von 37—40°. Um ein weiteres Lösen des Ferments und der Salzsäure auf die Nahrungsstoffe zu verhindern, wurden die Flüssigkeiten sofort nach der betreffenden Zeitdauer durch ein großes, schnell filtrierendes Faltenfilter gegossen und in einem aliquoten Teil des Filtrates (100 ccm) der Stickstoff nach Kjeldahl bestimmt. Bei der Berechnung des Verdauungskoeffizienten mußte der Gehalt an Stickstoff im Magensaft natürlich abgezogen werden. Zur Ermittlung des pepsinlöslichen Stickstoffs wurde zuerst der Gesamtstickstoff, dann der Stickstoff in Form von Amidn nach Stutzer-Kühn bestimmt. Wurde vom Gesamtstickstoff die Summe des Gehaltes an Amidstickstoff + pepsinunlöslichem Stickstoff subtrahiert, so ergab die Differenz den «pepsinlöslichen» Stickstoff. Stutzer wandte zu seinen Untersuchungen Weizenkleie, getrocknetes Weißbrot, Baumwollsaatmehl und Heu an.

Die bei diesen Nahrungsstoffen erhaltenen Befunde waren voneinander sehr verschieden. Hier sei nur das erhaltene Optimum der Löslichkeit des Eiweißes in Wasser, in verdünnter Salzsäure sowie in Pepsin + Salzsäure nach Verlauf von 30 Minuten aufgeführt, im übrigen aber auf die Originalarbeit selbst hingewiesen (siehe Tabelle Seite 173)

Wir sehen also, daß nicht nur vom Pepsin + Salzsäure, sondern auch von der stark verdünnten Salzsäure allein und sogar vom Wasser teilweise recht erhebliche Anteile des Eiweißes gelöst wurden.

Die proteolytische Einwirkung stark verdünnter Salzsäure haben

¹⁾ Landw. Versuchsstationen, 1890, Bd. XXXVII, S. 107 f.

außer älteren Forschern die Arbeiten von F. Goldschmidt, D. Lawrow und Ed. Swirlowski behandelt.

| | Von 100 mg pepsinlöslichem N wurden gelöst bei der Behandlung mit: | | |
|----------------------------|---|-------------------------|--------------|
| | reinem H ₂ O | stark verdünnter HCl | Pepsin + HCl |
| Weizenkleie | 35,0 | 78,0 | 90,0 |
| Weißbrot | 2,4 | 5,0 | 35,0 |
| Baumwollsaatmehl | 7,5 | 72,7 | 83,7 |
| Heu | 21,4 | 27,0 | 68,0 |

Nach F. Goldschmidt¹⁾ werden nämlich Eialbumin und Serumalbumin durch $\frac{1}{16}$ und $\frac{1}{4}$ Normalsalzsäure in 16—48 Stunden bis zur Bildung von sekundären Albumosen A und B gespalten. Verfasser schließt daher aus seinen Untersuchungen, daß die Wirkung des Pepsins + Salzsäure sich von jener der reinen Salzsäure bei 40° nur durch die Schnelligkeit des Verlaufs, nicht aber durch die Qualität der Endprodukte unterscheidet.

Nach Lawrow²⁾ geht unter dem Einfluß von 0,5 %iger Salzsäure die Spaltung der zu seinen Versuchen benutzten Eiweißkörper bei 35—38° so weit vor sich, daß sich Amphopepton von W. Kühne (wenigstens einige seiner basischen Bestandteile) und stickstoffhaltige Spaltungsprodukte, die durch Phosphorwolframsäure nicht gefällt werden — wahrscheinlich Monoaminosäuren —, bildeten. Auch die Untersuchungen von Swirlowski³⁾ zeigen, daß durch eine 0,5 %ige Salzsäure Eiweißkörper verschiedenen Ursprungs bei Körpertemperatur dieselbe hydrolytische Spaltung erleiden, wie sie mit Pepsin + Salzsäure erzielt wird, nur wieder mit dem Unterschiede, daß die Einwirkung von Salzsäure allein eine langsamere ist.

Kehren wir zu den Versuchen von Berju, Wintgen und Stutzer zurück und vergleichen die verschiedenen Untersuchungsmethoden miteinander, so müssen wir, falls es sich darum handelt, die Löslichkeit der Eiweißstoffe in Pepsin + HCl verschiedenartiger Nahrungsmittel zu bestimmen, das Verfahren von Stutzer bevorzugen, weil dieses allein versucht, möglichst alle störenden Einflüsse, die einen Unterschied in der Art der einzelnen Eiweißstoffe bedingen können, zu vermeiden.

Dies war der Grund, weshalb ich mich bei meinen Versuchen der

¹⁾ Inauguraldissertation, Straßburg 1898.

²⁾ Diese Zeitschrift, 1905, Bd. XLVIII.

³⁾ Diese Zeitschrift, 1905, Bd. XLVIII, S. 252 f.

von Stutzer angegebenen Untersuchungsmethode ¹⁾ mit wenigen Abänderungen bediente.

Ich hatte es mir zur Aufgabe gemacht, festzustellen, wieviel von 100 mg N in Form von «pepsinlöslichem» Eiweiß während 30 Minuten bei Bluttemperatur gelöst wird,

1. durch 250 ccm Wasser,
2. durch 250 ccm einer 0,05—0,1 und 0,2%igen Salzsäurelösung,
3. durch 250 ccm einer Flüssigkeit, die 25 bzw. 50 ccm Magensaft bei einem Salzsäuregehalt von je 0,05—0,1 und 0,2% enthielt.

Durch die starke Verdünnung der Salzsäure bzw. des Magensaftes mußten sich am besten Unterschiede in der Löslichkeit erkennen lassen.

Wie schon eingangs erwähnt, wurden die in nicht pulverisiertem Zustande aus Mehlhandlungen entnommenen Nahrungsmittel so oft durch eine Mühle gegeben, bis die gesamte Menge bis auf geringe Spuren ein Sieb von 0,5 mm Maschenweite passiert hatte. Von der Bestimmung des Amidstickstoffs sah ich ab, weil die von mir benutzten Nahrungsstoffe mit Ausnahme von den grünen Erbsen und den Grünkernpräparaten aus reifen Samen bestanden und der Gehalt dieser an nicht eiweißartigen Stickstoffverbindungen nur ein geringer ist. Zur Untersuchung wurde von jedem Stoff soviel abgewogen, als 100 mg Stickstoff in Form von pepsinlöslichem Eiweiß vorhanden war, berechnet aus der Differenz der in Tabelle 1 angegebenen Zahlen für Gesamtstickstoff und unverdaulichem Stickstoff. Diese Mengen wurden in Erlenmeyer-Kolben von ca. $\frac{3}{4}$ l Inhalt mit 100 ccm auf 37° erwärmten und mit Chloroform gesättigten Wassers ca. 20 Stunden bedeckt unter bisweiligem Umschütteln stehen gelassen. Der Zusatz des Chloroforms zu dem Einquellwasser hatte den Zweck, jegliche etwa auftretende Fäulnisercheinung zu verhindern. Am nächsten Tage wurden die Kolben in ein mit konischem Deckel verschließbares, auf Körpertemperatur (37°) angewärmtes Wasserbad gestellt. Nachdem auch die Mischung in den Kolben diese Temperatur angenommen

¹⁾ Landw. Versuchsstationen, 1890, Bd. XXXVII, S. 131—133.

hatte, wurde der übrige Teil des Wassers bzw. der Salzsäure und des Magensaftes, die gleichfalls auf 37° erwärmt waren, hinzugefügt und die Einwirkung genau 30 Minuten unter Umschütteln in Zwischenräumen von je 5 Minuten vor sich gehen gelassen. Der Gehalt des Magensaftes an Salzsäure wurde vorher durch Titration auf genau $0,2\%$, desgleichen die Salzsäurelösung durch Mischen mit Wasser und Titrieren auf $0,5\%$ eingestellt. Wieviel Wasser, Salzsäure bzw. Magensaft + Salzsäure bei jeder Versuchsreihe angewendet wurde, geht aus dem Schema auf Seite 176 hervor.

Hierauf wurden die Kolben dem Wasserbade entnommen, ihr Inhalt nach gehörigem Umschütteln, um die an den Wänden kondensierten Wasserdämpfe mit der Verdauungsflüssigkeit zu vereinen, durch große, doppelte, schnell filtrierende Faltenfilter, die auf trockene Erlenmeyer-Kolben gesetzt waren, gegossen und, sobald genügend Flüssigkeit durchgelaufen war, 50 ccm des Filtrats zur Bestimmung nach Kjeldahl verwandt. Bemerket sei noch, daß vor der Entnahme zur Stickstoffbestimmung der Inhalt der Kolben ebenfalls umgeschüttelt wurde, damit der auch hier an den Wänden verdichtete Wasserdampf mit dem Filtrat zusammengebracht und so die Genauigkeit des Verfahrens nicht beeinträchtigt wurde. Die für Stickstoff erhaltene Zahl wurde mit 5 multipliziert und die Menge des im hinzugefügten Magensaftes vorhandenen Stickstoffs abgezogen. Der Gehalt an Stickstoff wurde im Magensaftes sowohl bei Beginn der Versuche als auch später noch einmal festgestellt. Beide Bestimmungen gaben übereinstimmende Zahlen. In 50 ccm wurden bei der ersten Analyse 49,31 mg, bei der späteren Bestimmung 49,28 mg N gefunden. Im Laufe der Arbeit wurde dann noch ein zweiter Magensaft hergestellt, der in 50 ccm 43,13 mg N enthielt. Sämtliche Verdauungsversuche wurden doppelt ausgeführt und ist in den Tabellen das Mittel von zwei gut übereinstimmenden Analysen angegeben. Betrag der Unterschied zwischen 2 Analysen für 100 mg angewandten Stickstoffs mehr als 5 mg N, so wurde der Versuch wiederholt; es war dies jedoch nur in wenigen Fällen notwendig. Da das Wasserbad durch einen Deckel verschlossen war, die Kolben sich also stets

Die verwendeten Flüssigkeiten enthielten:

| 0,05% HCl | | 0,1% HCl | | 0,2% HCl | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| Einquellwasser | 100 ccm = 0,00 g HCl | Einquellwasser | 100 ccm = 0,00 g HCl | Einquellwasser | 100 ccm = 0,00 g HCl |
| 0,5%ige HCl | 25 » = 0,125 » » | 0,5%ige HCl | 50 » = 0,25 » » | 0,5%ige HCl | 100 » = 0,50 » » |
| Wasser | 125 » = 0,00 » » | Wasser | 100 » = 0,00 » » | Wasser | 50 » = 0,00 » » |
| Summa | 250 ccm = 0,125 g HCl | Summa | 250 ccm = 0,25 g HCl | Summa | 250 ccm = 0,50 g HCl |
| 0,05% HCl + 25 ccm Magensaft | | 0,1% HCl + 25 ccm Magensaft | | 0,2% HCl + 25 ccm Magensaft | |
| Einquellwasser | 100 ccm = 0,00 g HCl | Einquellwasser | 100 ccm = 0,00 g HCl | Einquellwasser | 100 ccm = 0,00 g HCl |
| Magensaft | 25 » = 0,05 » » | Magensaft | 25 » = 0,05 » » | Magensaft | 25 » = 0,05 » » |
| 0,5%ige HCl | 15 » = 0,075 » » | 0,5%ige HCl | 40 » = 0,20 » » | 0,5%ige HCl | 90 » = 0,45 » » |
| Wasser | 110 » = 0,00 » » | Wasser | 85 » = 0,00 » » | Wasser | 35 » = 0,00 » » |
| Summa | 250 ccm = 0,125 g HCl | Summa | 250 ccm = 0,25 g HCl | Summa | 250 ccm = 0,5 g HCl |
| 0,05% HCl + 50 ccm Magensaft | | 0,1% HCl + 50 ccm Magensaft | | 0,2% HCl + 50 ccm Magensaft | |
| Einquellwasser | 100 ccm = 0,00 g HCl | Einquellwasser | 100 ccm = 0,00 g HCl | Einquellwasser | 100 ccm = 0,00 g HCl |
| Magensaft | 50 » = 0,10 » » | Magensaft | 50 » = 0,10 » » | Magensaft | 50 » = 0,10 » » |
| 0,5%ige HCl | 5 » = 0,025 » » | 0,5%ige HCl | 30 » = 0,15 » » | 0,5%ige HCl | 80 » = 0,40 » » |
| Wasser | 95 » = 0,00 » » | Wasser | 70 » = 0,00 » » | Wasser | 20 » = 0,00 » » |
| Summa | 250 ccm = 0,125 g HCl | Summa | 250 ccm = 0,25 g HCl | Summa | 250 ccm = 0,5 g HCl |

in einem mit Wasserdampf gesättigten Raum befanden, so war ein Verdunsten des Inhalts der Kolben ausgeschlossen. Zur Kontrolle hierfür stellte ich gleichgroße Erlenmeyer-Kolben, die mit 250 g auf 37° erwärmtes Wasser gefüllt waren, während der Verdauungszeit in dasselbe Wasserbad. Nach dem Herausnehmen wurden die Kolben von außen abgetrocknet und wieder gewogen; sie zeigten genau das gleiche Bruttogewicht wie vor dem Versuche.

Wie viel Milligramm von dem in Form von pepsinlöslichem Eiweiß vorhandenen Stickstoff nach Abzug des im Magensaft ursprünglich gefundenen Stickstoffs gelöst wurde, ist aus Tabelle II zu ersehen.

Wir entnehmen hieraus folgendes:

Die Präparate aus Hafermehl zeigten in Wasser eine nur geringe Löslichkeit, sie betrug ca. 7—9%; wird dem Wasser Salzsäure hinzugegeben, so ist eine etwas bessere Wirkung bei der Hafergrütze erst bei 0,1% HCl zu erkennen, sie beläuft sich hier auf 16,1%, bei 0,2% HCl auf 30,66%. Beim Hafermehl übt die Salzsäure keinen erkennbaren Einfluß aus, bei den Haferflocken steigt die Löslichkeit schon bei 0,05% HCl auf 27,9%. Das Optimum liegt bei 0,2% HCl mit 36,1%. Durch Verwendung von Magensaft wird bei allen drei Präparaten die Löslichkeit erhöht, das größte Lösungsvermögen wird mit 50 ccm Magensaft und 0,2% HCl erzielt, es beträgt hier bei Hafergrütze 67,77% und fast die gleiche Zahl — 68,93 — bei Haferflocken. Beim Hafermehl wird durch Magensaft zwar die Verdaulichkeit erhöht, sie bleibt jedoch selbst mit dem Optimum, das ebenfalls mit 50 ccm Magensaft + 0,2% HCl erreicht wird und hier 39,9% beträgt, hinter den beiden anderen Präparaten zurück.

Wie die Tabelle II zeigt, ist sowohl bei den eben besprochenen Haferpräparaten als auch bei sämtlichen anderen Nahrungsmitteln ein nennenswerter Unterschied in der Löslichkeit des Eiweißes bei der Verwendung von 25 bzw. 50 ccm Magensaft nicht wahrzunehmen. In der Regel wird durch 50 ccm Magensaft, wie von vornherein anzunehmen war, etwas mehr Eiweiß gelöst als durch 25 ccm. Bei einigen Nahrungsmitteln ist jedoch die Pepsinlöslichkeit bei 50 ccm Magensaft und

Tabelle II.

| Nr. | Bezeichnung | Zur Untersuchung angewandte Menge = 100 mg N in Form von «pepsinlöslichem» Eiweiß in g | 250 ccm der zur Untersuchung verwandten Flüssigkeit enthielten | | | | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|
| | | | Salzsäure | | | | 25 ccm Magensaft + Salzsäure | | | 50 ccm Magensaft + Salzsäure | | |
| | | | 0,0 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,05 | 0,1 | 0,2 |
| | | | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Von 100 mg N in Form von pepsinlöslichem Eiweiß wurden gelöst in mg | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Hafergrütze . . | 5,5540 | 9,2 | 8,0 | 16,1 | 30,66 | 38,27 | 45,7 | 53,77 | 38,29 | 48,36 | 67,77 |
| 2 | Hafermehl . . | 5,7803 | 7,1 | 8,1 | 9,25 | 10,0 | 19,6 | 28,81 | 36,24 | 19,0 | 31,4 | 39,9 |
| 3 | Haferflocken . . | 4,6080 | 7,8 | 27,9 | 29,4 | 36,1 | 44,03 | 57,48 | 65,53 | 42,38 | 59,36 | 68,93 |
| 4 | Gerstengrütze . | 6,0241 | 16,5 | 60,5 | 55,2 | 35,2 | 80,0 | 80,34 | 76,31 | 82,34 | 82,0 | 73,92 |
| 5 | Gerstengraupen | 8,5470 | 15,5 | 60,9 | 59,5 | 35,4 | 88,08 | 88,79 | 85,05 | 89,73 | 94,1 | 85,68 |
| 6 | Gerstenflocken . | 6,3290 | 6,9 | 9,2 | 8,4 | 7,66 | 48,24 | 47,2 | 51,81 | 48,75 | 55,5 | 58,3 |
| 7 | Grünkern (ganz) | 7,0922 | 23,0 | 35,65 | 36,0 | 37,6 | 59,25 | 63,13 | 72,35 | 58,31 | 69,29 | 78,84 |
| 8 | Grünkerngrütze | 6,4103 | 18,4 | 30,3 | 35,25 | 37,17 | 61,73 | 69,5 | 86,76 | 64,34 | 77,78 | 88,50 |
| 9 | Geschälte Hirse | 7,0126 | 6,13 | 7,66 | 8,15 | 7,54 | 12,74 | 23,5 | 30,66 | 12,03 | 27,5 | 42,3 |
| 10 | Hirsegrütze . . | 7,1073 | 4,25 | 7,10 | 8,15 | 8,15 | 9,7 | 15,77 | 17,5 | 8,33 | 16,07 | 26,16 |
| 11 | Buchweizenmehl | 23,2560 | 21,6 | 28,3 | 28,3 | 28,3 | 63,19 | 89,55 | 96,8 | 59,12 | 94,1 | 97,13 |
| 12 | Geschälter Reis | 9,1325 | 4,7 | 38,3 | 41,4 | 33,7 | 49,4 | 58,82 | 63,53 | 48,36 | 63,16 | 69,88 |
| 13 | Reisflocken . . | 10,6720 | 20,55 | 22,65 | 21,95 | 22,3 | 50,41 | 70,59 | 73,63 | 57,1 | 73,92 | 75,6 |
| 14 | Quakerreis . . | 11,2360 | 18,83 | 20,2 | 24,56 | 24,22 | 58,48 | 71,93 | 81,89 | 60,66 | 83,34 | 94,77 |
| 15 | Französ. Gries . | 5,7803 | 16,86 | 90,5 | 82,34 | 74,34 | — | — | — | — | — | — |
| 16 | Weizengries . . | 6,3100 | 27,25 | 86,35 | 82,15 | 79,8 | — | — | — | — | — | — |
| 17 | Erbsenmehl . . | 2,3436 | 29,9 | 70,51 | 77,03 | 72,8 | 75,93 | 92,59 | 96,43 | 76,31 | 90,12 | 95,00 |
| 18 | Bohnenmehl . . | 3,0175 | 14,93 | 18,16 | 24,22 | 25,56 | 39,63 | 61,84 | 69,58 | 34,57 | 65,85 | 77,96 |
| 19 | Linsenmehl . . | 2,3529 | 26,58 | 69,29 | 72,65 | 76,35 | 75,95 | 88,37 | 90,77 | 70,56 | 90,74 | 93,77 |
| 20 | Graue Erbsen . | 3,0120 | 72,9 | 84,36 | 89,28 | 93,5 | — | — | — | — | — | — |
| 21 | Grüne Erbsen . | 2,6596 | 82,0 | 80,85 | 88,9 | 88,9 | — | — | — | — | — | — |
| 22 | Golderbsen . . | 2,6315 | 74,3 | 83,15 | 82,77 | 87,37 | — | — | — | — | — | — |
| 23 | Viktoriaerbsen . | 2,9430 | 55,18 | 83,92 | 86,22 | 90,8 | — | — | — | — | — | — |
| 24 | Linsen | 2,6668 | 57,1 | 87,75 | 91,96 | 86,6 | — | — | — | — | — | — |
| 25 | Weißer Bohnen . | 2,7933 | 42,92 | 71,66 | 85,83 | 88,9 | — | — | — | — | — | — |
| 26 | Puffbohnen . . | 2,8820 | 18,39 | 80,47 | 88,13 | 98,21 | — | — | — | — | — | — |

0,05 % HCl geringer als bei Anwendung von 25 ccm Magensaft und demselben Prozentgehalt an Salzsäure. Da diese Unterschiede meistens nur sehr gering sind, so können sie auf Beobachtungsfehlern beruhen; es kann aber auch sein, daß durch die größere Menge Magensaft die Salzsäure durch das Pepsin gebunden und so die Wirkung herabgesetzt wurde. Unterstützt wird diese Ansicht dadurch, daß fast nur bei 0,05 % HCl diese Wahrnehmung gemacht wurde. Stutzer nahm bei seinen Versuchen mit Baumwollsaatmehl dasselbe wahr und auch er führt dies auf die gleiche Ursache zurück.

Jul. Grober¹⁾ beweist die chemische Bindung des Pepsins an Salzsäure durch die kritische Temperatur des Pepsins und des mit Salzsäure beschickten Pepsins; er fand das Mittel der kritischen Temperatur bei ersterem bei 64°, bei letzterem bei 66°, es wurde also durch die Salzsäure ein Wärmeschutz ausgeübt. Bestätigt fand Grober diese Ansicht der chemischen Bindung durch eine Titerbestimmung; er titrierte Salzsäure nach Zusatz von einfachem Fibrin und Pepsinfibrin. Durch letzteres wurde der Titer mehr herabgesetzt wie durch Zusatz der gleichen Menge von einfachem Fibrin.

Bei den Gerstenpräparaten ist die Löslichkeit in reinem Wasser ebenfalls eine nur geringe, durch Zusatz von 0,05 % HCl wird sie bei der Gerstengrütze und -graupe bedeutend erhöht, sie steigt auf 60,5 bzw. 60,9 %, um bei größerem Gehalt an Salzsäure wieder zu fallen, und zwar bei 0,1 % HCl auf 55,2 bzw. 59,5 und bei 0,2 % HCl sogar auf 35,2 bzw. 35,4 %. Die Gerstenflocken weichen von diesem Befunde ab, das Hinzufügen von Salzsäure bewirkt in keiner Konzentration ein Steigen der Löslichkeit. Durch Magensaft wird bei allen drei Präparaten das Lösungsvermögen gesteigert, bei Gerstengrütze und -graupe ist es beim Magensaft mit 0,2 % HCl ebenfalls geringer als bei einem Gehalte von 0,05 und 0,1 % HCl.

Von den ganzen Grünkernen sowohl als auch von der Grünkerngrütze sind in Wasser ca. $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ löslich; in den gleichen Grenzen bewegt sich ungefähr das Lösungsvermögen

¹⁾ Archiv für experimentelle Pathologie I und Pharmakologie. Bd. LI, S. 103—117.

der Salzsäure. Bei Verwendung von Magensaft liegt die beste Wirkung sowohl bei den ganzen Samen, als auch bei der Grütze, wenn 50 ccm Saft und 0,2% Salzsäure in der Flüssigkeit sich befinden — 78,84 bzw. 88,5%. Durch 25 ccm Magensaft ist die Wirkung nur wenig schwächer (72,35 bzw. 86,76%).

Der Eiweißstickstoff der Hirsezubereitungen zeigte sowohl gegen Wasser und Salzsäure als auch gegen Magensaft eine sehr geringe Löslichkeit, die gegen erstere beiden noch nicht 10% betrug; durch Magensaft konnten im günstigsten Fall 42,3 resp. 26,16% verdaut werden.

Das an N arme Buchweizenmehl zeigte in Wasser eine Löslichkeit von 21,6%, Salzsäure hatte nur eine wenig bessere Wirkung und zwar war es völlig gleichgültig, ob 0,05—0,1 oder 0,2% HCl einwirkten, es gingen stets 28,3% in Lösung.

Von den Reisfabrikaten wies die geschälte Ware in Wasser nur geringes Lösungsvermögen auf, durch Salzsäure stieg es aber bei einem Gehalt von 0,1% auf 41,4%, um bei 0,2% wieder etwas herabzugehen — 33,7%. Die Reisflocken und der Quakerreis, letzterer ein durch Rösten der geschälten Reiskörner hergestelltes, spezifisch sehr leichtes, Präparat, zeigten bezüglich ihrer Löslichkeit des Eiweißes fast das gleiche Ergebnis; durch Wasser wurde ca. $\frac{1}{5}$, durch Salzsäure nicht viel mehr aufgenommen. Der Magensaft vermochte bei allen drei Präparaten zum Teil recht erhebliche Mengen Eiweiß zu verdauen.

Die beiden Gries zeigten, wie zu erwarten war, den Lösungsmitteln gegenüber ungefähr das gleiche Verhalten; bei beiden liegt das Optimum der Eiweißlöslichkeit bei 0,05% HCl, beim «französischen» Gries wurden hierdurch 90,5%, beim gewöhnlichen Weizengries 86,35% gelöst. Künstliche Verdauungsversuche mit Magensaft wurden nicht angestellt, weil Salzsäure allein schon ein so hohes Lösungsvermögen aufwies, daß es vom Magensaft kaum mehr übertroffen werden konnte.

Der «französische» Gries ist ein nach einem in Frankreich gebräuchlichen Verfahren bereiteter sogenannter Hartgries von mehr gelber Farbe als der gewöhnliche Weizengries, stellt aber ebenfalls ein Weizenpräparat dar.

Die präparierten Leguminosenmehle zeigten gegenüber den

rohen einen teilweise erheblichen Unterschied. Während bei letzteren durch Wasser und noch besser durch Salzsäure fast der gesamte pepsinlösliche Stickstoff in Lösung ging — eine Ausnahme machen hiervon bezüglich ihrer Eiweißlöslichkeit in Wasser mit 18,39% nur die Puffbohnen —, ist bei den präparierten Mehlen die Löslichkeit zum Teil in geringerem Maße vorhanden. Vom Erbsenmehl gingen in reinem Wasser 29,9, vom Bohnenmehl 14,93 und vom Linsenmehl 26,58% Eiweiß in Lösung. Durch Salzsäure wird beim Erbsen- und Linsenmehl nicht unerheblich mehr gelöst — das Optimum wird mit 77,03 bzw. 72,65% erreicht; beim Bohnenmehl dagegen war die Einwirkung der Salzsäure eine nur geringe, es konnten im günstigsten Falle 25,56% Eiweiß gelöst werden. Durch Magensaft wurde, wie die Tabelle zeigt, die Verdaulichkeit gesteigert und zwar so, daß es beim Erbsen- und Linsenmehl gelang, fast das ganze Eiweiß in Lösung zu bringen. Wegen des hohen Lösungsvermögens der nicht präparierten Leguminosenmehle in reinem und in angesäuertem Wasser wurde von Verdauungsversuchen mit Magensaft abgesehen; denn schon durch Wasser konnten vom pepsinlöslichen Stickstoff bis zu 82% (grüne Erbsen) durch Salzsäure 80—98% gelöst werden. Bemerket sei hier noch, daß das Filtrat einer wässerigen Anschüttelung sämtlicher Leguminosenmehle mit Natronlauge und Kupfersulfat Peptonreaktion gab, während dies bei den übrigen untersuchten Nahrungsstoffen nicht der Fall war.

Überblicken wir noch einmal die gesamten Ergebnisse, so erkennen wir, daß die Löslichkeit der Eiweißstoffe der einzelnen Nahrungsmittel eine recht verschiedene ist, was seinen Grund nur darin haben kann, daß ihre chemischen Eigenschaften nicht die gleichen sind. Wir sehen aber auch, daß, wie schon G. Kühn und Kreuzler konstatieren konnten, die Eiweißstoffe durch Dämpfen, wie bei den Leguminosenmehlen, schwerer löslich werden, während bei der Stärke derselben Stoffe durch Invertieren der umgekehrte Fall eintritt. Ferner wird durch das Dämpfen die Dauer des Kochens abgekürzt. Stutzer¹⁾ kam bei den Verdauungsversuchen mit getrocknetem Weißbrot

¹⁾ Landwirtsch. Versuchsstat. 1890, Bd. XXXVII, S. 117.

und Weizenmehl zu denselben Ergebnissen; denn auch vom Weißbrot wurde viel weniger Eiweiß gelöst als vom Weizenmehl. Er nimmt deshalb an, daß die Eiweißstoffe selbst eine Fermentwirkung ausüben könnten, diese jedoch durch Erhitzen zerstört wird.

Wie schon angeführt, geben die erhaltenen Resultate keine absoluten, sondern nur relativ vergleichbare Zahlen; wir sehen aus ihnen, daß das pepsinlösliche Eiweiß größtenteils sehr schnell in Lösung geht und zwar nicht nur durch Magensaft+Salzsäure, sondern auch schon durch schwach mit HCl angesäuertes Wasser. Ferner erkennen wir, daß sich die Verdauungskoeffizienten der verschiedenen Nahrungsstoffe anders verhalten, als man a priori hätte annehmen sollen; ich weise besonders in dieser Hinsicht auf die Leguminosenmehle hin, deren Eiweiß sehr leicht in Lösung ging. Dieses Verhalten deckt sich nicht mit der verbreiteten Anschauung, daß die Leguminosen schwer verdaulich sind. Wie Kreuzler gezeigt hat, ist die Löslichkeit des Eiweißstoffes der Erbsen, des Legumins, in Wasser bei den verschiedenen Sorten von Erbsen nicht stets die gleiche; er wies nach, daß hartkochende Erbsen einen geringeren Gehalt an Phosphorsäure und phosphorsaurem Kali besitzen als weichkochende. Nach Kreuzler beruht das Hartkochen der Erbsen darauf, daß die in den Samen enthaltenen phosphorsauren Magnesium- und Kalksalze und die Kaliverbindung des Legumins sich bei der Einwirkung von Wasser zum Teil umsetzen, indem das Legumin mit dem Kalk oder der Magnesia eine unlösliche Verbindung bildet, das Kali sich dagegen an die Phosphorsäure anlagert; erstere sind aber nicht nur unlöslich in Wasser, sondern bilden auch eine hornartige Masse.

Obige Arbeit wurde im agrikulturchemischen Institut der Universität Königsberg — Direktor Prof. Dr. A. Stutzer — ausgeführt.

¹⁾ Landwirtsch. Versuchsstat. 1892, Bd. XL, S. 175.
