

# 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-Upsala, G. HOPPE-SEYLER-Kiel, C. G. HÜFNER-Tübingen, M. JAFFE-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, R. v. ZEYNEK-Prag

herausgegeben von

**A. KOSSEL,**

Professor der Physiologie in Heidelberg.

---

**Dreiundfünfzigster Band:**

**Sechstes Heft.**

(Schluß des Bandes.)

(Ausgegeben am 22. November 1907.)

---

STRASSBURG

VERLAG VON KARL J. TRÜBNER

1907.

Für das nächste Heft sind Arbeiten eingegangen von:

E. S. London und W. W. Polowzowa.

---

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.

---

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

Soeben erschien:

# Die Fette

## vom physiologisch-chemischen Standpunkte.

Von

**Dr. Adolf Jolles,**

Honorar-Dozent am k. k. Technologischen Gewerbemuseum in Wien.

8°. 71 Seiten. 1907. *M.* 1.60.

---

Diese Schrift ist bestimmt, eine fühlbare Lücke in der einschlägigen Literatur auszufüllen und wird sowohl Physiologen als auch allen Medizinern, Chemikern und Pharmazeuten gute Dienste leisten.

«Das Werkchen ist eine sehr fleißige Sammlung der neueren Forschungen auf dem Gebiete der Fettchemie, insoweit sie physiologisch bedeutsam sind, im Zusammenhang mit den in Betracht kommenden allgemeinen Erfahrungen der organischen und physikalischen Chemie. Die Anzahl der die wissenschaftlichen Arbeiten veröffentlichenden Zeitungen und Zeitschriften ist zu einer erstaunlichen Höhe angewachsen und macht es dem Einzelnen schon schwer, selbst auf kleinerem Gebiete, alle Abhandlungen und Leistungen zu verfolgen. Wer nun weiß, welches Maß von Mühe und Zeitaufwand es kostet, bei diesen Mengen von Publikationen eine so vielfach zerstreute einschlägige Literatur zu bearbeiten, wird dieser gewissenhaften Zusammenfassung Dank wissen.»

*Österreichische Chemiker-Zeitung* 1907, Nr. 16.



## DREIUNDFÜNFZIGSTER BAND, SECHSTES HEFT.

### Inhalt.

	Seite
<b>London, E. S., und W. W. Polowzowa.</b> Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Körper. XVI. Mitteilung. Weitere Verdauungs- und Resorptionsversuche . . . . .	429
<b>Gregersen, J. P.</b> Über die alkalimetrische Phosphorsäurebestimmung nach A. Neumann . . . . .	453
<b>Abderhalden, Emil, und Bruno Bloch.</b> Untersuchungen über den Eiweißstoffwechsel, ausgeführt an einem Alkaptonuriker	464
<b>Olivi, G.</b> Untersuchungen über das Hypothermolysin . . . . .	484
<b>Koch, W.</b> Zur Kenntnis der Schwefelverbindungen des Nervensystems . . . . .	496
<b>Steudel, H.</b> Über die Bildung von Pyrimidinderivaten aus Purinkörpern . . . . .	508
<b>Krimberg, R.</b> Zur Kenntnis der Extraktivstoffe der Muskeln. IX. Mitteilung. Zur Frage über die Konstitution des Carnitins	514
<b>Hunter, Andrew.</b> Über die Verbindungen der Protamine mit anderen Eiweißkörpern . . . . .	526
<b>Steudel, H.</b> Über die Guanylsäure aus der Pankreasdrüse . . . . .	539
<b>Ackermann, D.</b> Notiz zur Kenntnis des Putrescins . . . . .	545
Berichtigung zu Seite 110 (Letsche) . . . . .	546

---

Für das nächste Heft sind Arbeiten eingegangen von:

D. Ackermann, J. W. A. Gewin, W. W. Sawjalow.

---

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.

---



# Vereinigte Fabriken für Laboratoriumsbedarf

Berlin N., Chausseestraße 3.

## Vorteilhafteste Bezugsquelle

kompletter Einrichtungen sowie Ergänzungen physiologischer-chemischer, pathologischer, bakteriolog., hygienischer u. mikroskopischer

## Laboratorien.

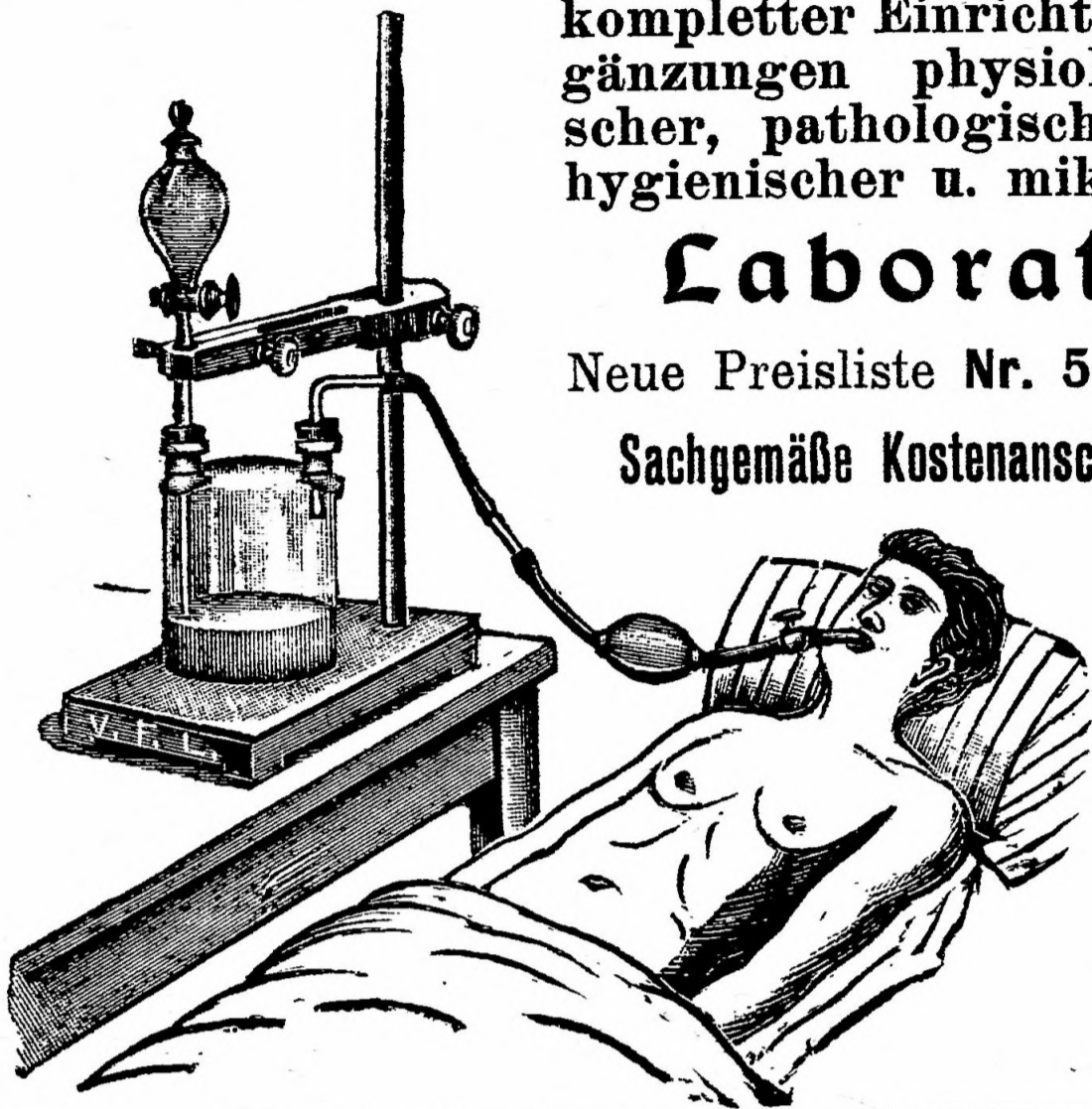
Neue Preisliste Nr. 54 gratis u. franko.

Sachgemäße Kostenanschläge auf Verlangen.

Herstellung neuer Apparate nach Zeichnung und Beschreibung.

Fabrikmarke:

# V.F.L.



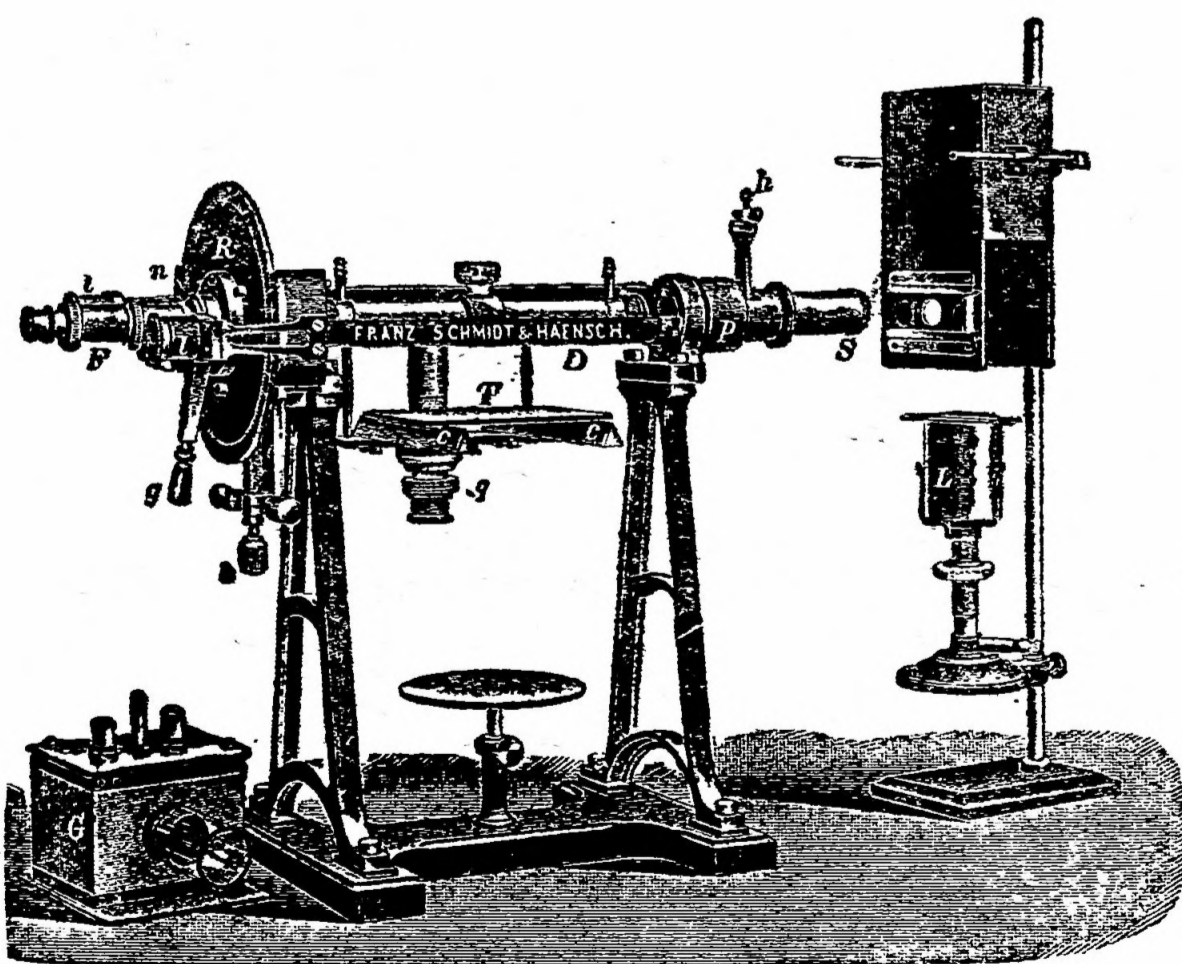
Max Kaehler & Martini.

Dr. Peters & Rost.

# Franz Schmidt & Haensch

Berlin S. 42, Prinzessinnenstraße 16.

Werkstätten für Präzisions-Mechanik und Optik.



Polarisationsapparat nach Landolt.

Polarisations-  
apparate,  
Spektralapparate,  
Photometer,  
Spektralphoto-  
meter,

Kolorimeter,

sowie andere wissen-  
schaftliche Instru-  
mente für Labora-  
toriumsgebrauch.

Preislisten kostenlos.

Diesem Heft liegt ein Prospekt der Verlagsbuchhandlung **Steinkopff & Springer, Dresden**, bei über Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide, der besonderer Beachtung empfohlen wird.



# Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Körper.

## XVI. Mitteilung.

### Weitere Verdauungs- und Resorptionsversuche.

Von

**E. S. London** und **W. W. Polowzowa.**

---

(Der Redaktion zugegangen am 22. September 1907.)

---

#### I. Methodik.

In einer unserer früheren Mitteilungen<sup>1)</sup> haben wir einige Angaben über die Resorptionserscheinungen im Darmkanal veröffentlicht. Seitdem haben wir diese Frage eingehender studiert, indem wir mehrere Versuche an dem in der XIII. Mitteilung<sup>2)</sup> beschriebenen Zweifistelhunde, sog. Resorptionshunde (Pudel), mit der angegebenen Methodik ausführten.

Die Versuchsanordnung ist folgende: Nach 24stündigem Fasten wird der Resorptionshund in der üblichen Weise ins Gestell getan, beide Fisteln geöffnet und gereinigt; in die anale Hälfte der Duodenalfistel wird der Kork mit 3 Röhren (Ableitungs-, Aufblähungs- und Injektionsrohr) eingesetzt, der Ballon aufgebläht und sowohl das Aufblähungsrohr, wie das Injektionsrohr verschlossen. Das Ableitungsrohr wird mit einem Glasgefäß vereinigt, damit man kontrollieren kann, ob nicht etwa infolge eventueller Balloninsuffizienz ein Teil der eingeführten Lösung durch dasselbe zurückströmt; zur besseren Ausführung der Kontrolle färbten wir die Versuchslösungen mit Methylenblau. Außerdem, kann das Ableitungsrohr zum Auffangen des im Laufe des Versuchs sich absondernden Darmsaftes aus dem zwischen Fistelöffnung und Ballon liegenden Darmabschnitt dienen, man braucht dazu nur den Ballon entsprechend weiter analwärts zu verschieben.

---

<sup>1)</sup> E. S. London, Diese Zeitschrift, Bd. XLIX, H. 5 u. 6., S. 324.

<sup>2)</sup> E. S. London, Diese Zeitschrift, Bd. LIII, S. 246.

Nun wird der auf sein Resorptionsvermögen zu prüfende Darmabschnitt, welcher zwischen beiden Fisteln sich befindet und beim Pudel ca. 120 cm lang war, behufs Entfernung der darin zurückgehaltenen, aus dem Duodenum stammenden Verdauungssäfte (Galle und Pankreassaft) mit 80—100 cm auf 39° C. erwärmten physiologischen Kochsalzlösung durchgespült. Wir leiteten dieselbe durch das Injektionsrohr in Portionen von 20 ccm alle 5 Minuten ein; die aus der Terminal-(Ileum-)fistel ausfließende Flüssigkeit wurde in ein kleines, mittels eines Gummischlauches an dieselbe befestigtes Glaskölbchen aufgefangen. Nach ein paar Minuten beginnt deren schuß- oder tropfenweise Ausscheidung aus der Ileumfistel, wobei die wasserklare Kochsalzlösung durch allerlei Beimengungen aus dem Darm ein trübes rahmartiges Aussehen bekommt. Daß dabei wirklich eine vollkommene Entfernung der Duodenalsäfte aus dem Jejunum erzielt wurde, haben wir dadurch festgestellt, daß wir mit dem ausgeschiedenen Spülwasser eine Verdauungsprobe mit den Mettschen Eiweißröhrchen anstellten: nach 12stündigem Verweilen im Brutschrank wurde das Eiweißröhrchen gar nicht angegriffen, während dasselbe in einer Kontrollprobe mit einer Mischung von Darm- und Pankreassaft einen bedeutenden Grad der Verdauung zeigte.

Die Einleitung von Kochsalzlösung hat gewöhnlich eine rege Absonderung der duodenalen Verdauungssäfte zur Folge, die aber unter Umständen auch ausbleiben kann; dieselben gelangen in eine darunter stehende Porzellanschale. Wenn im Laufe von 15—20 Minuten nach der letzten Kochsalzinjektion aus der Ileumfistel nichts mehr zum Vorschein kommt, wird der Kolben gewechselt und man schreitet nun zum eigentlichen Versuch hin.

Die Versuchslösung wird ebenfalls auf 39° C. auf dem Wasserbade erwärmt und in Portionen von 20—50 ccm in den Darm eingeleitet, wobei dieselben in einzelnen Schüssen von 2—5 ccm alle 10—15 Sekunden eingespritzt werden: dadurch wird dem natürlichen Mechanismus der Darmperistaltik, wie wir ihn an unseren Darmfistelhunden beobachteten, nachgeahmt; sobald die Ausscheidung aus der Ileumfistel sistierte, wieder-



holten wir die Einleitung der Versuchslösung. Die ausgeschiedene Flüssigkeit hatte sehr trübes und dickliches Aussehen und betrug gewöhnlich 40—60% der eingeführten Quantität. Der zwischen jeder Einspritzung und Ausscheidung verflossene Zeitraum, welcher die Schnelligkeit der Darmperistaltik charakterisiert, betrug gewöhnlich 2—5 Minuten, manchmal etwas mehr oder weniger; die Ausscheidung jeder Portion von 40—50 ccm dauerte 5—10 Minuten, so daß die Injektionen dementsprechend nach 10—15—20 Minuten wiederholt werden mußten, und folglich war die Resorptionsdauer für je 40—50 ccm Versuchslösung ebenfalls gleich 10—15—20 Minuten.

Im Laufe des Versuchs entleeren sich in die Schale die Duodenalsäfte aus der oralen Fistelhälfte entweder getrennt — Galle oder Pankreassaft — oder aber auch gemischt; von Zeit zu Zeit erscheinen auch einzelne Portionen Magensaft, welcher sowohl an stark saurer Reaktion, wie auch an dem dieselben begleitenden Pylorusgeräusch erkennbar ist.

Je nach der Menge und der Zusammensetzung der Versuchslösungen dauerten unsere Versuche bei ein und derselben Durchleitungsschnelligkeit eine bis drei Stunden. Nach Aufhören jeder Ausscheidung wurde der Kolben nochmals gewechselt und eine (terminale) Darmspülung mit 100 ccm physiologischer Kochsalzlösung vorgenommen; die aufgefangene Kochsalzlösung wurde der ausgeschiedenen Versuchslösung beigefügt, die Gesamtmenge mit Essigsäure schwach angesäuert, durch Einleiten von Wasserdampf enteiweißt, filtriert und das Filtrat weiterer Analyse unterworfen.

## II. Zur Eiweißresorption.

Der Zweck unserer Untersuchungen bestand darin, die Resorptionsverhältnisse im Darm bei verschiedenartiger Nahrung zu erforschen. Wir haben daher in unseren Versuchen sowohl lösliche Produkte der Eiweißverdauung, wie auch kohlehydrate- und fetthaltige Lösungen verwendet. Es gelang uns aber einstweilen nur für die erste Kategorie von Versuchslösungen einen mehr oder weniger abgeschlossenen Untersuchungskreis auszuführen, während die beiden übrigen Versuchsreihen vorzeitig abgebrochen



werden mußten, indem unser Resorptionshund (Pudel) infolge einer Divertikelbildung für weitere Versuche untauglich gemacht wurde. Infolgedessen wollen wir hier hauptsächlich die Resorption der Eiweißabbauprodukte besprechen, während wir die übrigen Versuche nur in ihren Grundzügen wiedergeben werden.

Wir haben an unserem Resorptionshund zur Untersuchung der Resorption von Eiweißabbauprodukten 8 Versuche ausgeführt, indem wir demselben Produkte der Fleischverdauung im Magen und Darm, die von unseren Fistelhunden in den früheren Versuchen gewonnen wurden, durch das Jejunum durchleiteten. Diese Versuche sollten in folgende Punkte Licht bringen: 1. In welchem Grade resp. in welcher Konzentration die Produkte der peptischen und tryptischen Eiweißverdauung im Darm zur Resorption zu gelangen pflegen. 2. Ob die einer Magenverdauung unterzogenen Eiweißstoffe durch letztere ohne jede Mitwirkung der Duodenalsäfte für die Resorption geeignet gemacht werden. 3. Inwiefern die Eiweißsubstanzen im Laufe der Verdauung im gesamten Magendarmtraktus (mit Ausnahme des Dickdarms) vom Organismus ausgenützt werden, d. h. ob und in welchem Maße dieselben im Jejunum noch resorbiert werden können. Außerdem haben wir 4. das Schicksal der Duodenalsäfte (Galle und Pankreassaft) im Darne, soweit es sich um deren Stickstoff handelt, sowie auch 5. deren Rolle beim Resorptionsprozeß zu erläutern gesucht. In den gewöhnlichen Versuchen an unseren Fistelhunden, wo wir die Verdauungsprodukte mit den Verdauungssäften gemischt gewinnen, können wir die Menge der letzteren nur durch indirekte Berechnungen approximativ bestimmen. Dank der beschriebenen Versuchsanordnung haben wir aber die Möglichkeit, die Beimengung der Verdauungssäfte sowohl in ihrer Quantität, wie auch Qualität zu regulieren, indem wir abgemessene Mengen des einen oder des anderen Verdauungssaftes oder aber deren bekannten Gemisches den Versuchslösungen zufügen oder dieselben für sich allein durch den Darm passieren lassen und sowohl deren Schicksal im Darne, wie auch deren Bedeutung für den Abbau und Assimilation verschiedenartiger Nahrungsstoffe *in vivo* studieren können.



Unserem Zweck entsprechend leiteten wir dem Resorptionshunde Produkte der Fleischverdauung aus verschiedenen Abschnitten des Magendarmkanals durch und zwar: aus dem Magen (Pylorusfistelhund Ussátij) in den Versuchen I, III und IV; aus dem Duodenum (Duodenalfistelhund Rjábtschik) im Versuch V; aus der Mitte des Dünndarms (Fistelhund Shut-schók) in den Versuchen VI A, B und C; endlich aus dem Ende des Dünndarms (Ileocoecalfistelhund Bjelka) im Versuch VII. Außerdem führten wir je einen Versuch mit reiner Glykokollösung (Versuch VIII) und mit bloßen Verdauungssäften (Versuch II) aus.

Die zu den Versuchslösungen verwendeten Verdauungsprodukte wurden in der Weise verarbeitet, daß der von den Fistelhunden gewonnene Speisebrei durch Einleitung von Wasserdampf enteiweißt, filtriert und das vollkommen durchsichtige Filtrat bei 40° C. bis zur Trockne eingedampft wurde; das in beschriebener Weise aufgesammelte Material von mehreren Versuchen wurde in luftdicht verschlossenen Gläsern aufbewahrt und nach Bedarf bestimmte Mengen davon zu Versuchslösungen verwendet; wir bereiteten dieselben in annähernd gleichen Konzentrationen, wie wir sie in unseren früheren Versuchen für die Resorption berechnet hatten.

Die durch den Darm durchgeleiteten Flüssigkeitsmengen variierten in den Grenzen zwischen 180 ccm (Versuch V) und 400 ccm (Versuch I); dementsprechend schwankte auch die Versuchsdauer bei gleichbleibender Injektionsschnelligkeit zwischen 1 und 3 Stunden. Der Stickstoffgehalt der Versuchslösungen betrug 0,3367 g (Versuch II) bis 1,2456 g (Versuch IV). Die ausgeschiedene Flüssigkeitsmenge machte in den meisten Fällen 40—60% der eingeführten Quantität aus, folglich waren deren resorbierte Mengen gleich 60—40%. Der ausgeschiedene Stickstoff zeigte verschiedene absolute Werte in den Grenzen zwischen 0,2336 g (Versuch II) und 0,6015 g (Versuch V), dementsprechend betrugen die resorbierten Stickstoffmengen 0,0909 g (Versuch VI B) bis 0,8305 g (Versuch IV) oder in Prozenten des eingeführten Stickstoffs ausgedrückt 17,2—66,7%; in den meisten Fällen aber waren die Unterschiede in einzel-



nen Versuchen weniger bedeutend, so daß wir im allgemeinen sagen können, daß sowohl Flüssigkeiten wie auch Stickstoffsubstanzen in unseren Versuchen in der Proportion von 40 bis 60 % resorbiert wurden. Wir konnten dabei keinen merklichen Unterschied im Verhalten der höheren und tieferen Spaltungsprodukte des Eiweißes bei der Resorption konstatieren, indem sowohl die Verdauungsprodukte vom Pylorusfistelhund (ausschließliche Magenverdauung), wie auch diejenigen vom Coecumfistelhund, welche die gesamte Magen- und Darmverdauung durchgemacht hatten, ceteris paribus in ungefähr gleichem Grade zur Resorption gelangten. Zur Erläuterung des Gesagten wollen wir hier zwei kurze Versuchsprotokolle anführen:

Versuch I. Dauer 3 Stunden. Eingeführt: 400 ccm Produkte der Fleischverdauung vom Pylorusfistelhund (Ussátij), mit dem Stickstoffgehalt = 1,2075 g. Resorbiert: 235 ccm (58,7 %) Flüssigkeit und 0,6724 g (55,7 %) Stickstoff.

Versuch VII. Dauer 3 Stunden. Eingeführt: 260 ccm Produkte der Fleischverdauung vom Coecumfistelhund (Bjelka) mit dem Stickstoffgehalt = 1,1725 g. Resorbiert: 177 ccm (68,1 %) Flüssigkeit und 0,7243 g (61,8 %) Stickstoff.

Der Unterschied von 6,1 % Stickstoff ist zu gering, um irgend welche Schlüsse zugunsten der besseren Resorption tieferer Abbauprodukte des Eiweißes gegenüber höheren zu gestatten. Desgleichen scheinen auch die aus dem Duodenum und aus der Mitte des Dünndarms gewonnenen, also noch nicht ausgenützten und vom Organismus für die Resorption direkt vorbereiteten Produkte der Eiweißverdauung keinenfalls günstigere Verhältnisse für die Resorption zu bieten, indem dieselben, wie aus den Versuchen V und VI A ersichtlich ist, in den ähnlichen Proportionen von 46,1 % (Versuch V) und 41,6 % (Versuch VI A) für Flüssigkeit und von 35,8 % (Versuch V) und 52,1 % (Versuch VI A) für Stickstoff resorbiert werden.

Diese Angaben wurden auch durch den Versuch VIII unterstützt, wo dem Resorptionshund eine reine Glykokollösung mit dem Stickstoffgehalt von 0,9333 g eingeleitet wurde. Es stellte sich heraus, daß auch krystallinische Produkte der künstlichen Eiweißspaltung analoge Resorptionsverhältnisse im Darm



zeigen, wie deren höhere Produkte: es wurde namentlich im genannten Fall 53,5% (=0,4997 g) Stickstoff resorbiert, was mit den Resultaten der übrigen Versuche gut übereinstimmt. Wir wählten gerade Glykokoll aus dem Grunde, weil dasselbe sich für die quantitative Bestimmung nach der Estermethode gut eignet. Selbstverständlich müssen jetzt in unseren weiteren Untersuchungen speziell diejenigen Eiweißabbauprodukte an die Reihe gestellt werden, welche nach den neuesten Forschungen<sup>1)</sup> während des natürlichen Verdauungsprozesses im Darm abgespalten werden. Außerdem beabsichtigen wir eine neue Versuchsreihe auszuführen, in der wir Eiweißabbauprodukte der Magenverdauung mit Zusatz von verschiedenartigen, bei natürlicher Eiweißverdauung abgespaltenen Aminosäuren durch den Darm durchleiten werden, um uns durch Bestimmung des selektiven Verhaltens des Darmes gegenüber den genannten Ingredientien der Gemische der Frage über Resorption und Assimilation gewissermaßen zu nähern.

Aus den beschriebenen Versuchen geht nun hervor, daß 1. Eiweißabbauprodukte im Jejunum sehr rasch zur Resorption kommen, indem von denselben im Laufe von 10--20 Minuten ca. 50% der eingeführten Menge resorbiert werden; daß 2. durch ausschließliche Magenverdauung, d. h. ohne Mitwirkung der Duodenalsäfte, die Eiweißsubstanzen in einen durch den Darm gut resorbierbaren Zustand übergeführt werden; daß 3. Magendarmverdauungsprodukte des Eiweißes in genau gleichem Grade zur Resorption gelangen können, wie Magenverdauungsprodukte desselben; daß 4. die Produkte der Eiweißverdauung im gesamten Dünndarm nicht vollkommen resorbiert werden, indem von denselben noch ca. 60% Stickstoff zur Resorption gelangen können (Versuch VII). Letztere Tatsache könnte darauf hinweisen, daß die Rolle des Dickdarms bei der Eiweißresorption in der Wirklichkeit größer sein mag, als es angenommen wird; es wäre demnach wünschenswert, in den Zyklus unserer Untersuchungen auch noch entsprechende Ver-

---

<sup>1)</sup> Emil Abderhalden, Kornel von Körösy und E. S. London, Diese Zeitschrift, Bd. LIII, S. 147.



Tabelle I.  
Resorption  
Hund (Pudel).

Ver- suchs- num- mer	Ver- suchs- dauer in Std.	Eingeführt Versuchslösung in ccm	Stick- stoff der- selben g	Ausgeschieden				Resorbiert				Stickstoff- konzentration in der			Volumen der einzelnen Injek- tionen in ccm	Pausen zwischen je zwei Injek- tionen in Minuten	Zeitinter- valle zwischen Ein- spritzung und Aus- scheidung der Flüssigkeit in Minuten
				Flüssigkeit		Stickstoff		Flüssigkeit		Stickstoff		ein- gefüh- rten Flüssigkeit in %	ausge- schie- denen in %	resor- bier- ten in %			
				in ccm	in %	in g	in %	in ccm	in %	in g	in %						
I	3	400 ccm Produkte der Fleisch- verdauung vom Pylorusfistelhund (Ussátij)	1,2075	165	41,3	0,5351	44,3	235	58,7	0,6724	55,7	0,30	0,33	0,29	40	10—15	1—2½
II	1	190 ccm Verdauungssäfte vom Resorptionshund (Pudel)	0,3367	120	63,2	0,2336	69,3	70	36,8	0,1031	30,7	0,18	0,19	0,15	40	10—15	—
III	1½	200 ccm Produkte der Fleisch- verdauung vom Pylorusfistelhund (Ussátij) + 100 ccm Verdauungssäfte vom Resorptionshund (Pudel)	0,8019	122	40,7	0,3905	48,7	178	59,3	0,4114	51,3	0,27	0,32	0,23	50	10—13	2
IV	2	200 ccm Produkte der Fleisch- verdauung vom Pylorusfistelhund (Ussátij) + 100 ccm Verdauungssäfte von demselben Hund (Ussátij).	1,2456	113	37,7	0,4151	33,3	187	62,3	0,8305	66,7	0,42	0,37	0,44	50	15—20	2—5
V	1¾	180 ccm Produkte der Fleisch- verdauung vom Duodenalfistel- hund (Rjábtschik)	0,9369	97	53,9	0,6015	64,3	83	46,1	0,3354	35,8	0,52	0,63	0,40	20	10	1—4
VI A	1½	190 ccm Produkte der Fleisch- verdauung vom Ileumfistelhund (Shutschók).	1,2123	111	58,4	0,5812	47,3	79	41,6	0,6311	52,1	0,64	0,58	0,82	45	10—20	2—6
VI B	1	101 ccm im Versuch A aus der Ileum- fistel ausgeschiedene Flüssigkeit	0,5289	66	65,3	0,4380	82,3	35	34,7	0,0909	17,2	0,58	0,66	0,26	20—50	10—20	2—5
VI C	1	61 ccm im Versuch B aus der Ileum- fistel ausgeschiedene Flüssigkeit	0,4048	39	63,9	0,2712	67,7	22	36,1	0,1336	33,0	0,66	0,70	0,58	20	13—15	2—7
A + B + C		352 ccm Versuchslösung	2,1460	216	62,9	1,2904	65,3	136	37,5	0,8556	34,1	0,63	0,65	0,55	20—50	10—20	2—7
VII	3	260 ccm Produkte der Fleisch- verdauung vom Ileocoecalfistel- hund (Bjelka)	1,1725	83	31,9	0,4482	38,2	177	68,1	0,7243	61,8	0,45	0,54	0,41	20	10	1—3
VIII	2½	200 ccm Glykokollösung	0,9333	120	60,0	0,4336	46,3	80	40,0	0,4997	53,5	0,46	0,60	0,36	20	10—15	1—1½



suche zur Erforschung der Resorptionsverhältnisse im Dickdarm einzuschließen.

Um zu sehen, bis zu welchem Grade die Eiweißspaltungsprodukte im Dünndarm ausgenützt, d. h. resorbiert werden können, machten wir folgenden Versuch: Wir leiteten dem Resorptionshunde (Versuch VI A) 190 ccm Produkte der Fleischverdauung vom Ileumfistelhund (Shutschók) ein mit dem Stickstoffgehalt von 1,2123 g und gewannen wieder 0,5812 g = 47,9 % Stickstoff; es wurden also 0,6311 g = 52,1 % Stickstoff resorbiert. Die im Laufe von 1½ Stunden ausgeschiedene Flüssigkeit haben wir nach Entnahme von 10 ccm zur Stickstoffbestimmung (im ganzen 101 ccm) nochmals durchgeleitet (Versuch VI B), wobei 0,0909 g Stickstoff (17,2 %) zur Resorption gelangten, und nun wurde die im zweiten Fall ausgeschiedene Flüssigkeit zum drittenmal eingespritzt (Versuch VI C): diesmal wurden 0,1336 g = 33 % Stickstoff resorbiert. Die Resorptionszeit betrug im ganzen 3½ Stunden; die in allen drei Versuchen durchgeleitete Stickstoffmenge war gleich 2,1460 g, wovon 0,8556 g oder 34,1 % der Gesamtquantität (= 2,1460 g) und 70,6 % der Ausgangsmenge (= 1,2123 g) zur Resorption gelangten. Die aus der Mitte des Dünndarms stammenden Produkte der Eiweißverdauung haben also nochmals Resorption bis auf 70,6 % im Darne erlitten.

Ob in den beschriebenen Fällen die höheren Abbauprodukte des Eiweißes (Albumosen und Peptone) als solche zur Resorption gelangen oder aber durch den Darmsaft im Darm-lumen (von den Zellen der Schleimhaut ist hier nicht die Rede) eine weitere Spaltung erfahren, lassen wir vorläufig dahingestellt. Wir wollen nur noch hinzufügen, daß wir in einem Fall (Versuch V) eine Vermehrung des Stickstoffgehaltes im Phosphorwolframsäurefiltrate der ausgeschiedenen Flüssigkeit gegenüber demjenigen in der Versuchslösung um 0,2339 g konstatierten; wir sind aber weit davon entfernt, irgend welche definitive Schlüsse aus dieser einzigen Beobachtung ziehen zu wollen.

Wir haben außerdem zu erörtern gesucht, welche Veränderungen die aus dem Duodenum stammenden Verdauungs-



säfte (Magensaft, Galle und Pankreassaft) auf dem Wege bis zum Dickdarm in betreff ihres Stickstoffgehaltes erleiden, d. h. ob und in welchem Maße dieselben im Dünndarm zur Resorption gelangen. Wir wissen ja, daß auch in der Hungerszeit Duodenalsäfte abgesondert werden; ihr Schicksal im Darne blieb aber bis jetzt völlig unbekannt.

Zu diesem Zwecke leiteten wir dem Resorptionshund (Versuch II) 190 ccm seiner eigenen Verdauungssäfte ein, die am Tage vorher von demselben abgesondert wurden und ihre natürliche Zusammensetzung resp. Mischung besaßen (die Säfte waren auf Eis aufbewahrt); indem wir dieselben aus der oralen Hälfte der Duodenalfistel auffingen und durch deren anale Hälfte wieder in den Darm einführten, ließen wir sie ihren natürlichen Weg verfolgen. Die eingeführte Stickstoffmenge betrug dabei 0,3367 g. Die ausgeschiedene Flüssigkeitsmenge machte 63,2 % (120 ccm) aus und deren Stickstoffgehalt war gleich 0,2336 g = 69,3 %. Es wurden demnach von den Verdauungssäften 36,8 % Flüssigkeit und 30,7 % Stickstoff resorbiert. Die Verdauungssäfte scheinen also (wenigstens soweit es sich um deren Stickstoffsubstanzen, deren Natur noch zu bestimmen ist, handelt) zur Resorption zu kommen; die Stickstoffkonzentration in den injizierten Säften war gleich 0,18 % und diejenige der resorbierten Säfte 0,15 %.

Zur Erforschung der Bedeutung der Verdauungssäfte beim Resorptionsprozeß machten wir noch folgenden Versuch: Wir mischten je 200 ccm gelöste Magenverdauungsprodukte von Ussátij (Pylorusfistelhund) mit je 100 ccm Verdauungssäfte von Ussátij und von Pudel (Resorptionshund) und leiteten diese Mischungen dem Resorptionshund durch das Jejunum durch. Wenn wir die Resultate dieser beiden Versuche mit denjenigen des Versuchs I vergleichen, in dem der Hund nur Verdauungsprodukte vom Pylorusfistelhund bekam, so überzeugen wir uns, daß dieselben in allen drei Fällen im großen und ganzen übereinstimmten: während bei Abwesenheit der Verdauungssäfte (Versuch I) 55,7 % Stickstoff resorbiert wurden, betrugen die Resorptionswerte in beiden letzteren Versuchen, also mit Zusatz von Verdauungssäften 51,3 % (Versuch III) und 66,7 %



(Versuch IV). Im ersten Fall war also die resorbierte Stickstoffmenge um 4,4% geringer und im zweiten dagegen um 11% größer als im Versuch I. Zur Aufklärung dieses scheinbaren Widerspruchs haben wir ausgerechnet, wie groß die Stickstoffresorption für die entsprechenden Mengen der gemischten Flüssigkeiten sein würde, wenn dieselben getrennt eingeleitet wären, um dann zu sehen, ob die Gegenwart von Verdauungssäften auf den Resorptionsprozeß von Einfluß war. Diese Berechnung war leicht auszuführen, indem uns der Resorptionsgrad sowohl für die Versuchslösung I wie auch für die Verdauungssäfte aus den entsprechenden Versuchen bekannt war. Wir nehmen als Beispiel den Versuch III: die eingeleitete Stickstoffmenge betrug 0,8019 g, wovon 0,6038 g der Versuchslösung I und 0,1981 g den Säften angehörten. Davon der ersten Lösung 55,7% und von der zweiten 30,7% Stickstoff resorbiert werden, so würden die entsprechenden absoluten Werte gleich 0,3363 g (Lösung I) und 0,0610 g (Säfte) sein, was zusammen  $0,3973 \text{ g} = 49,5\%$  ausmacht, also nur um 1,8% weniger, als es in der Tat der Fall war. Wir sehen nun, daß im gegebenen Fall der Zusatz von den Verdauungssäften zu den Verdauungsprodukten auf deren Resorptionsgrad keinen merklichen Einfluß ausgeübt hat. Wir halten uns aber nicht für berechtigt, diese Erscheinung zu einer Regel zu erhöhen, indem noch weitere Untersuchungen in dieser Richtung notwendig sind. Soweit aber die erwähnten Tatsachen es gestatten, sind wir geneigt, die Bedeutung der duodenalen Verdauungssäfte nicht darin zu suchen, daß dieselben die aus dem Magen in den Darm gelangenden löslichen Verdauungsprodukte in besser resorbierbaren Zustand überzuführen bestimmt sind, da dieselben, wie wir gesehen haben, auch sonst ganz gut zur Resorption gelangen, sondern im Interesse der Assimilation weniger komplizierte Moleküle davon abzuspalten.

Zum Schluß haben wir noch den Konzentrationsgrad berechnet, in dem die Eiweißabbauprodukte im Darmlumen zur Resorption kommen. Wir haben denselben nach dem Stickstoffgehalt der entsprechenden Mengen resorbierter Versuchslösungen berechnet und erhielten folgende Werte: in den meisten Fällen



wurden sie in annähernd derselben Konzentration resorbiert, wie sie in den Ausgangslösungen enthalten waren, was auch gut begreiflich ist, da wir bei Bereitung der Versuchslösungen uns nach den in unseren früheren Versuchen berechneten Werten für Stickstoffkonzentration bei Resorption richteten: Im Versuch I betrug die Stickstoffkonzentration in der Ausgangslösung 0,30% und der resorbierten 0,29%; im Versuch III — 0,27% (eingeführt) und 0,23% (resorbiert); im Versuch IV — 0,42% (eingeführt) und 0,44% (resorbiert); im Versuch VII — 0,45% (eingeführt) und 0,41% (resorbiert) usw. Im Mittel war die Stickstoffkonzentration bei der Resorption gleich 0,39%.

Im weiteren beabsichtigen wir den Einfluß der Konzentration auf die Resorption eingehender zu erforschen.

Soweit die dargelegten Tatsachen es gestatten, halten wir uns für berechtigt, folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Im Jejunum wurden die geprüften Flüssigkeiten bei mäßiger Durchleitungsschnelligkeit in der Proportion von ca. 50% resorbiert.

2. Von den stickstoffhaltigen Abbauprodukten des Stickstoffs gelangen 40—60% zur Resorption.

3. Die Konzentration der Eiweißabbauprodukte bei der Resorption (auf Stickstoff berechnet) betrug im Mittel 0,39%.

4. Durch ausschließliche Magenverdauung, d. h. ohne jede Mitwirkung des Trypsins, werden die Eiweißsubstanzen in einen durch den Darm gut resorbierbaren Zustand übergeführt.

5. Das Glykokoll wird in gleichem Maße wie die höheren Produkte der Eiweißspaltung resorbiert.

6. Der Zusatz von duodenalen Verdauungssäften zu den Produkten der Magenverdauung scheint deren Resorptionsgrad nicht zu steigern.

7. Bei Eiweißnahrung werden auf dem Wege bis zum Coecum die Stickstoffsubstanzen unvollkommen resorbiert, indem noch ca. 60% davon im Jejunum zur Resorption gelangen können.

8. Von den duodenalen Verdauungssäften werden im Jejunum ca. 30% resorbiert.

9. Die Zeitintervalle zwischen Einspritzung und Anfang



der Ausscheidung von je 40—50 ccm Versuchslösung betragen 2—7 Minuten (Schnelligkeit der Darmperistaltik).

10. Die Zeitintervalle zwischen Einspritzung und Ende der Ausscheidung von je 40—50 ccm Versuchslösung (Zeit des Verweilens derselben im Darm) betrug 10—20 Minuten.

Die angeführten Angaben sollen nicht als definitive Entscheidung der Resorptionsfrage für Eiweißabbauprodukte betrachtet werden; sie dienen vielmehr als eine Richtungsschnur für unsere weiteren Untersuchungen.

### III. Zur Fettresorption.

Wir wenden uns nun zur zweiten Versuchskategorie, die wir zur Erforschung der Fettresorption angestellt hatten.

Wir wählten zunächst als Versuchsflüssigkeit das wasserlösliche Monobutyryn, dessen 1%ige Lösung wir in der Quantität von 200 ccm unserem Resorptionshund einleiteten. Die ausgeschiedene Flüssigkeitsmenge betrug 94 ccm = 47%, hatte ganz dickes und trübes Aussehen und zeigte einen ausgiebigen weißlichen Bodensatz mit dem Stickstoffgehalt = 0,1009 g; es wurden also 53% Flüssigkeit resorbiert. Die Versuchsdauer betrug 3 Stunden, die Zeitintervalle zwischen Einspritzung und Anfang der Ausscheidung dauerten 3—6 Minuten; die Darmperistaltik war also dabei viel langsamer als bei stickstoffhaltigen Lösungen.

Die ausgeschiedene Flüssigkeit wurde unter Zusatz von Essigsäure aufgeköcht und filtriert, wonach das Filtrat, sowie auch eine Kontrollprobe der Versuchslösung der Analyse unterworfen wurden. Wir titrierten dieselben mit  $\frac{n}{10}$ -NaOH-Lösung zur Bestimmung der freien Buttersäure (Säurezahl) und verbrauchten für Monobutyrynlösung 2,44 ccm und für die ausgeschiedene Flüssigkeit 6,63 ccm davon. Danach wurden beide Flüssigkeiten mit einer abgemessenen Menge  $\frac{n}{10}$ -NaOH-Lösung verseift, durch Titration mit  $\frac{n}{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Lösung das überschüssige Alkali bestimmt und durch Subtraktion der letzteren Zahl von der gesamten NaOH-Menge der gebundene (Esterzahl) Teil der Buttersäure berechnet; letzterer erwies sich für Monobutyrynlösung gleich 110,04 ccm und für die ausgeschiedene Flüssigkeit gleich 26,0 ccm  $\frac{n}{10}$ -NaOH-Lösung; der Gesamtgehalt an Buttersäure (Verseifungs-



zahl) betrug demnach 112,48 ccm für Monobutyrim und 32,63 ccm für die ausgeschiedene Flüssigkeit; dieselbe enthielt also 29% Monobutyrim und die resorbierte Monobutyrimmenge betrug 71%.

Um den Grad der im Laufe des Versuchs zustande gekommenen Spaltung des Monobutyrim zu bestimmen, verfahren wir folgendermaßen: Wir berechneten für das Filtrat zunächst diejenige Menge freier Buttersäure, die schon als solche in der entsprechenden Quantität Ausgangslösung enthalten war; dieselbe betrug 0,71 ccm  $n/10$ -Lösung. Wir subtrahierten nun diese 0,71 ccm sowohl von der Verseifungszahl (32,63 ccm), wie auch von der Säurezahl (6,63 ccm) des Filtrats und erhielten für erstere 31,92 ccm und für letztere 5,95 ccm. Diese 5,95 ccm stellen das direkte Resultat der im Darmlumen stattgefundenen Spaltung des Monobutyrim dar und machen 18,6% der ausgeschiedenen Menge oder 5,4% des Ausgangsmaterials aus.

Es wurden also in dem gegebenen Fall 71% Monobutyrim resorbiert und wenigstens 5,4% in gespaltenem Zustande zurückgewonnen. Ob die Spaltung der Resorption voranging und als eine Vorbedingung für das Zustandekommen derselben betrachtet werden muß, oder aber ob sie nur eine Nebenerscheinung darstellt, werden wir durch weitere Untersuchungen zu entscheiden suchen.

Wir haben außerdem noch zwei Versuche mit einer Seife — dem oleinsauren Natrium — ausgeführt, indem wir einmal dessen wässerige Lösung allein, ein andermal ein Gemisch derselben mit den Verdauungssäften durch das Jejunum durchleiteten. Wir lösten 3,8188 g über Schwefelsäure im Exsikkator bis zum konstanten Gewicht getrockneter Seife in 200 ccm Wasser und verwendeten je 95 ccm zur Injektion.

Der erste Versuch zeichnete sich durch besonders reichliche Säfteabsonderung aus der oralen Fistelröhrenhälfte aus, denn im Laufe von  $1\frac{1}{4}$  Stunde entleerten sich 80 ccm Säfte aus dem Duodenum, während bei den Versuchen mit Stickstoffsubstanzen deren Menge selten 30 ccm überstieg. Augenscheinlich bewirkte oleinsaures Natrium auch eine rege Darmsaftabsonderung, indem die Gesamtmenge der ausgeschiedenen Flüssigkeit die eingeführte Quantität um 26,3% überstieg; während letztere 95 ccm ausmachte, war erstere gleich 120 ccm = 126,3%.



Die Analyse der ausgeschiedenen Flüssigkeit wie auch der Kontrollprobe wurde folgendermaßen ausgeführt: Beide Lösungen wurden mittels Salzsäure gespalten, die Oleinsäure mit Äther extrahiert, der Ätherextrakt bis zur neutralen Reaktion mit Wasser ausgewaschen und dann in alkalischer Lösung mit  $n/10$ -NaOH-Lösung titriert. Die zur Titration verbrauchten NaOH-Mengen resp. deren Natriumgehalt ergaben uns die Quantität der in beiden Lösungen enthaltenen Oleinsäure und folglich auch die entsprechenden Mengen oleinsauren Natriums. Dementsprechend enthielt das Ausgangsmaterial 1,5018 g Seife, während deren Gehalt in der ausgeschiedenen Flüssigkeit gleich 1,2281 g war. Die resorbierte Menge betrug demnach 0,2737 g = 18,22%. Diese Zahl weist darauf hin, daß auch ein gewisses Quantum Flüssigkeit im Darm zur Resorption gekommen sein mußte, so daß die auf Kosten des Darmsaftes entstandene Vermehrung der ausgeschiedenen Flüssigkeit gegenüber der eingeführten Menge, die wir gleich 26,3% abschätzten, in der Wirklichkeit noch viel größer sein mußte.

Im zweiten Fall setzten wir der Versuchslösung (ebenfalls 95 ccm der gleichen Lösung von oleinsaurem Natrium) 15 ccm duodenale Verdauungssäfte (Galle und Pankreassaft samt Darmsaft) von unserem Pylorusfistelhund (Ussátij) hinzu, so daß die gesamte eingeleitete Flüssigkeitsmenge gleich 110 ccm war. Wie im ersten Versuch, so war auch hier die ausgeschiedene Menge viel größer, und zwar betrug dieselbe 160 ccm = 145,6%, so daß der Flüssigkeitsüberschuß 45,6% ausmachte.

Wir verfahren mit der ausgeschiedenen Lösung genau in gleicher Weise wie im ersten Fall und bestimmten deren Gehalt an oleinsaurem Natrium gleich 1,1427 g = 76%; demnach betrug dessen resorbierter Teil 0,3591 g = 24%. In der Gegenwart von Verdauungssäften wurde also um 5,78% mehr Seife resorbiert, als ohne dieselben. Ob aber der gesteigerte Resorptionsgrad in diesem Fall auch wirklich durch die Mitwirkung der Verdauungssäfte zustande gekommen ist, werden wir durch weitere Forschungen zu entscheiden suchen.

Im ganzen sind in beiden genannten Versuchen 3,0036 g



oleinsauren Natriums dem Resorptionshunde eingeleitet worden, wovon 0,6328 g = 21,07% zur Resorption gelangten.

Wir haben also in den beschriebenen Versuchen folgende Eigentümlichkeiten konstatiert:

1. Wässrige Lösungen von Monobutylin und oleinsaurem Natrium passieren den Darm langsamer als die eiweißspaltproduktethaltigen Flüssigkeiten.

2. Oleinsaures Natrium wird in viel geringeren Proportionen im Darm resorbiert, als es bei Monobutylin und auch bei stickstoffhaltigen Flüssigkeiten der Fall ist.

3. Vom Jejunum aus bewirkt oleinsaures Natrium reichliche Absonderung der transpylorischen Säfte (besonders Darmsaft).

Letztere Tatsache stimmt mit der von Levites<sup>1)</sup> beobachteten Erscheinung gut überein, daß bei Fütterung unserer Fistelhunde mit Seifen ungewöhnlich große Quantitäten flüssigen Speisebreies ausgeschieden wurden. Aus unseren Versuchen geht nun hervor, daß diese Flüssigkeitsvermehrung sowohl auf Kosten der Duodenalsäfte, wie auch in bedeutendem Grade auf Kosten des Darmsaftes zustande kommt.

#### IV. Zur Kohlehydrateresorption.

Was nun die Resorptionsverhältnisse bei kohlehydratehaltigen Versuchslösungen anbetrifft, so können wir darüber vorläufig folgendes mitteilen.

Wir haben zu unseren Versuchslösungen drei Hauptrepräsentanten der Stärkeabbauprodukte ausgewählt, namentlich Amylodextrin, Erythrodextrin und Glykose.

Im Laufe der Versuche haben wir ein eigentümliches Verhalten der Verdauungssäfte konstatiert, indem sowohl bei Zuckerlösung, wie aber auch besonders bei Dextrinlösungen fast gar keine Galle, dagegen aber recht viel (60—80 ccm) reinen Pankreassaftes abgesondert wurde. Ob diese Erscheinung in allen analogen Fällen konstant vorkommt, werden wir durch weitere Prüfungen zu entscheiden suchen. Die Versuche II und III mit Dextrinen zeichneten sich außerdem durch besonders hohen Grad der Flüssigkeitsresorption aus: während von 200 ccm

<sup>1)</sup> Levites, Diese Zeitschrift, dieser Band, S. 349.



Glykoselösung, analog wie bei stickstoffhaltigen Lösungen, 53% zur Resorption gelangten, betrugen die entsprechenden Werte für Erythrodextrin 80% und für Amylodextrin 79%. Dementsprechend waren auch die Zeitintervalle zwischen Einspritzung und Ausscheidung von je 20 ccm verhältnismäßig groß und betrugen 7 bis 20 Minuten.

Von den Analysenresultaten wollen wir nur die Hauptwerte angeben. Eingehender über das Verhalten des Magens und des Dünndarmes gegen Kohlehydrate kommen wir in einem nächsten Aufsätze ein.

Im Versuch I (Glykoselösung) wurde ungefähr die Hälfte des eingeführten Zuckers resorbiert, wobei dessen Konzentration bei der Resorption ca. 4% betrug.

Vom Erythrodextrin (Versuch II A) wurden ungefähr 30% ausgeschieden; die fehlenden 70% dürfen aber nicht auf die Resorption allein bezogen werden, indem ein Teil Erythrodextrin zweifellos im Darm zurückgehalten wurde, da hier die terminale Darmspülung unterlassen war, damit nicht die natürlichen Resorptionsverhältnisse irgendwie gestört werden. Eine halbe Stunde nach Sistierung der letzten Ausscheidung wiederholten wir den Versuch, wobei wir der gleichen Menge Erythrodextrinlösung (100 ccm) die während des Versuches II A abgesonderten Verdauungssäfte (80 ccm) zusetzten (Versuch II B); diesmal erschienen nur ca. 10% Erythrodextrinlösung als resorbiert, was mit unserer Voraussetzung, daß ein gewisses Quantum desselben im Darm zurückgehalten war, gut übereinstimmt. Im Mittel wurden ungefähr 40% Erythrodextrin resorbiert. In beiden Versuchen mit Erythrodextrin haben wir dessen Spaltung konstatieren können, wobei dieselbe ohne Duodenalsäfte ca. 4% und mit deren Mitwirkung ca. 20% der ausgeschiedenen Menge betrug. Ähnliche Resultate erhielten wir auch in den Versuchen mit Amylodextrin.

Auf Grund der dargelegten Tatsachen können wir vorläufig folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Zucker- resp. Dextrinlösungen kommen im Jejunum sehr rasch zur Resorption, indem einzelne Portionen derselben sogar in toto resorbiert werden können.



2. Dextrinlösungen bewirkten vom Jejunum aus fast gar keine Gallenabsonderung, dagegen aber sehr reichliche Sekretion des pankreatischen Saftes.

Wenn wir nun die Resultate aller 3 Versuchskategorien miteinander vergleichen, so überzeugen wir uns, daß das Jejunum sich gegenüber verschiedenartigen Versuchslösungen ungleich verhält; während bei stickstoffhaltigen Flüssigkeiten (Abbauprodukte des Eiweißes) sowohl die Schnelligkeit der Peristaltik, wie das Resorptionsvermögen vollkommene Analogie zeigen und nur geringen Variationen unterworfen sind, konstatieren wir gegenüber den fett- und kohlehydratehaltigen Lösungen ganz abweichendes und für jede Flüssigkeitsart charakteristisches Verhalten desselben. Dementsprechend reagiert das Jejunum auf verschiedene Lösungsarten auch durch seine Verdauungssäfte ungleich, indem dieselben sowohl quantitativ wie auch qualitativ verschiedenartig abgesondert werden. Dieses elektive Verhalten des Jejunums gegenüber einzelnen Nährstoffarten könnte vielleicht darin seine Erklärung finden, daß denselben verschiedene Rolle im Organismus bevorsteht; während sowohl Fette wie auch Kohlehydrate, nachdem sie im Darm bis zu einem gewissen Grade abgebaut und von dessen Wand auf dem einen oder anderen Weg aufgenommen werden, dieselbe gleich danach passieren, um in den allgemeinen Kreislauf (Blut und Lymphe) zu gelangen und in den Organen als Reservestoffdepots in Form von Fett und Glykogen abgelagert zu werden, scheinen die Eiweißstoffe nach deren Spaltung im Darmkanal in der Darmwand selbst eine Synthese zu erfahren,<sup>1)</sup> indem sie schon als assimiliertes Eiweiß dieselbe verlassen und ihre weitere Verwendung im Organismus finden.

#### V. Zum Verdauungsvermögen der Duodenalsäfte.

In unseren früheren Versuchen mit dem Pylorusfistelhund (Ussátij) haben wir stets die durch das Ableitungsrohr abfließenden, aus der ersten Duodenalpapille stammenden Ver-

<sup>1)</sup> Vgl. S. M. Lukjanoff, Grundlagen einer allgemeinen Pathologie der Verdauung (russisch), 1897, und E. Abderhalden, Lehrbuch der physiologischen Chemie, 1906.



dauungssäfte (Galle und Pankreassaft samt Darmsaft) in ihrer natürlichen Zusammensetzung resp. Mischung, d. h. wie sie im Laufe der Verdauung abgesondert werden, aufgefangen. Es schien uns nun von Interesse, dieselben auf ihr Verdauungsvermögen gegenüber verschiedenartigen Nahrungsstoffen zu prüfen. Zu diesem Zwecke haben wir 4 Versuche mit künstlicher Verdauung ausgeführt, wobei wir als Versuchsmaterial Eiereiweiß, Kartoffelstärke und Schweinefett oder Monobutyryl wählten. Wir nahmen nun drei gleiche Portionen Verdauungssäfte (gleich nach Abschluß des entsprechenden Versuchs am Pylorusfistelhund), gewöhnlich je 30 ccm, setzten denselben abgewogene Mengen der 3 erwähnten Nahrungsstoffe zu und stellten sie, nachdem dieselben mit den Säften gut vermischt wurden, in den Brutschrank auf 11—13 Stunden bei 37° C.

Nach Herausnahme aus dem Thermostaten wurde jede Probe auf ihren Gehalt an Verdauungsprodukten geprüft und zwar in folgender Weise:

A. Die Eiweißproben wurden unter Zusatz von Essigsäure aufgeköcht und filtriert. Im Filtrat bestimmten wir sowohl den Gesamtstickstoff, wie auch dessen Gehalt im Zinksulfatniederschlag, Phosphorwolframsäureniederschlag und Phosphorwolframsäurefiltrat; der unverdaute Filterrückstand wurde ebenfalls auf seinen Stickstoffgehalt geprüft. Die Tabelle II A ergibt die dabei erhaltenen Werte.

Die zum Versuch verbrauchten Stickstoffmengen betragen in den 3 ersten Versuchen mit 30 ccm Säfte 0,3144 g, 0,4379 g und 0,5346 g — im Mittel 0,4290 g. Die verdauten Mengen waren gleich 0,2821 g = 89,7%, 0,3022 g = 69% und 0,3687 g = 69%, im Mittel — 75,9%. Das Verhalten verschiedenartiger Abbauprodukte zu einander zeigte in allen drei Fällen außerordentliche Regelmäßigkeit; namentlich betragen die Albumosen 9,0%, 14,9% und 10,4%, — im Mittel = 11,4%; die Peptone — 55,7%, 50,6% und 53,2%, im Mittel 53,2% und die Restkörper 35,3%, 34,5% und 36,4%, im Mittel 35,4%.

In einem 4. Versuch mit 15 ccm Verdauungssäfte und 0,2150 g Versuchsstickstoff mit der Dauer von 12 Stunden war die Verdauung weniger ausgiebig, indem nur 0,1120 g = 51,9%



II. Tabelle der Verdauungssäfte.

A. Eiweißverdauung.

Ver- suchs- num- mer	Zum Versuch ver- brauchte Säfte- menge in ccm	Stickstoff- gehalt des Versuchs- materials (Eier- eiweiß) in g	Verdauter Stickstoff			Unverdauter Stickstoff		Dauer der künst- lichen Ver- dauung in Stund.		
			Gesamtmenge in g	in %	Albu- mosen in %	Pep- tone in %	Rest- körper in %		in g	in %
I	30,0	0,3144	0,2821	89,7	9,0	55,7	35,3	0,0323	10,3	11
II	30,0	0,4379	0,3022	69,0	14,9	50,6	34,5	0,1357	31,0	13
III	30,0	0,5346	0,3687	69,0	10,4	53,2	36,4	0,1659	31,0	12
Im Mittel	30,0	0,4290	0,3177	75,9	11,4	53,2	35,4	0,1113	24,1	12
IV	15,0	0,2150	0,1120	51,9	43,3	20,6	36,1	0,1035	48,1	12



## B. Kohlehydrateverdaung.

Ver- suchs- num- mer	Zum Versuch ver- brauchte Säfte- menge in ccm	Zucker- gehalt des Versuchs- materials (Stärke) in g	Verdaute Stärke			Un- ver- daute Stärke in ‰	Dauer der künst- lichen Ver- daung in Std.	
			Gesamt- menge in g Zucker ausge- drückt	in ‰	Dex- trin in ‰			Zucker in ‰
I	30,0	4,3844	0,4460	10,2	3,6	6,6	89,8	11
II	30,0	2,6364	0,3240	12,3	7,7	4,6	87,7	13
III	30,0	2,8467	0,4680	16,4	13,3	3,1	83,6	12
Im Mittel	30,0	3,2892	0,4127	13,0	8,2	4,8	87,0	12

## C. Fettverdaung.

Ver- suchs- num- mer	Zum Versuch ver- brauchte Säfte- menge in ccm	Versuchsfett		Verdautes Fett Säure- gehalt in ccm n/10- Lösung	Differenz in ccm n/10- Lösung	Dauer der künst- lichen Ver- daung in Stund.
		Gewicht	Säure- gehalt in ccm n/10- Lösung			
I	30,0	5,3510 Schweine- fett	4,90	12,96	8,06	11
II	30,0	2,7414 Schweine- fett	2,55	15,39	12,84	13
III	30,0	5,2602 Schweine- fett	4,89	16,20	11,31	12
IV	30,0	0,9000 Mono- butyrin	1,80	10,10	8,30	12
Im Mittel	30,0	3,5632	3,54	13,67	10,13	12



Eiweiß in löslichen Zustand übergeführt wurden. Auch die gegenseitigen Mengen Abbauprodukte zeigten abweichendes Verhalten, indem hier die Albumosen am reichlichsten vorhanden waren = 43,3%, während die Peptone in geringer Quantität von 20,6% und die Restkörper in analoger Menge — 36,1% darin enthalten waren. Es scheint danach der Effekt der Verdauung in direkter Abhängigkeit von der Quantität der Verdauungssäfte zu sein.

B. Die Kohlehydrateproben wurden ebenfalls mit Essigsäure zum Sieden gebracht, filtriert und im Filtrat sowohl dessen Zuckergehalt direkt, wie auch der Gehalt an Dextrin nach dessen Überführung in Zucker bestimmt.

In der Tabelle II B finden wir folgende Analysenresultate:

Die zum Versuch verbrauchten Stärkemengen betragen (in Gramm ausgedrückt) 4,3844 g, 2,6364 g und 2,8467 g — im Mittel 3,2892 g. Die verdauten Stärkequantitäten waren gleich 0,4460 g = 10,2%, 0,3240 g = 12,3% und 0,4680 g = 16,4%, im Mittel 0,4127 g = 13%; davon waren 3,6%, 7,7% und 13,3%, im Mittel — 8,2% in Form von Dextrin und 6,6%, 4,6% und 3,1%, im Mittel 4,8% in Form von Zucker zugegen. Es stellte sich also heraus, daß, während die Gesamtmenge der verdauten Stärke annähernd gleich bleibt, deren Gehalt an Zucker und Dextrin gewissen Schwankungen unterworfen zu sein scheint.

C. Die Analysen der Fettproben haben wir in der Weise ausgeführt, daß wir dieselben, sowie auch die entsprechenden Kontrollproben von Schweinefett mit Äther extrahierten und den Ätherextrakt in alkoholischer Lösung mit  $n/10$ -NaOH-Lösung titrierten. Die Monobutyrimprobe wurde als solche titriert, da ja Monobutyrim wasserlöslich ist. Auf diese Weise bestimmten wir deren Gehalt an freier Säure, wobei letzterer durch die zur Titration verbrauchten Kubikzentimeter Zehntelnormalnatronlauge ausgedrückt werden. Die entsprechenden Zahlen betragen für Versuchsfett 4,90 ccm, 2,55 ccm, 4,89 ccm und 1,80 ccm, im Mittel 3,54 ccm und für die Verdauungsproben — 12,96 ccm, 15,39 ccm, 16,20 ccm und 10,10 ccm, im Mittel = 13,67 ccm. Die Differenzen zwischen beiden Zahlenreihen,



welche den Effekt der Fettverdauung ergeben, sind gleich 8,06 ccm, 12,84 ccm, 11,31 ccm und 8,30 ccm, im Mittel 10,13 ccm.

Wir sehen nun, daß bei Schweinefett, wo die Verdauung nur an der Oberfläche desselben vor sich gehen kann, der Verdauungseffekt keinen merklichen Zusammenhang mit der Fettmenge zeigt, indem derselbe im Versuch II annähernd denselben Wert beträgt, wie im Versuch III mit doppelter Fettmenge.

Auf Grund der dargelegten Untersuchungsergebnisse können wir über das Verdauungsvermögen der Duodenalsäfte (Galle mit Pankreas- und Darmsaft) folgende Sätze aussprechen:

1. Das Verdauungsvermögen für Eiweißstoffe beträgt bei 12 stündiger Brutschrankwirkung im Mittel 75,9%, wovon ungefähr die Hälfte von den Peptonen gebildet wird.

2. Der Effekt der Verdauung scheint in direktem Zusammenhang mit der Säftemenge zu stehen.

3. Kohlehydrate (Stärke) werden in geringer Quantität von 13% verdaut, wobei das Verhalten der Spaltungsprodukte (Dextrin und Zucker) keine Konstanz zeigt.

4. Die Fettspaltung wird im Mittel durch 10,13 ccm zur Neutralisation der freien Säure verbrauchten  $\frac{n}{10}$ -NaOH-Lösung ausgedrückt, wobei der Verdauungseffekt mit der Fettmenge in keinem direkten Zusammenhange zu sein scheint.

Durch analoge Untersuchungen des Verdauungsvermögens von verschiedenartigen Gemischen der Verdauungssäfte, welche letztere an verschiedenen Duodenaletappen zur Absonderung kommen und daselbst aufgefangen werden können (erste und zweite Duodenalpapille, Duodenalfisteln usw.), hoffen wir uns der definitiven Entscheidung jener noch immer streitigen Frage zu nähern, inwiefern die während der Verdauung sich absondernden Verdauungssäfte für einzelne Nahrungsstoffe spezifisch sind.

