(Aus dem physiologischen Institut zu Breslau.)

Ueber den sogenannten paralytischen Darmsaft.

Von

Dr. Lafayette B. Mendel,
aus New Haven, Conn., U. S. A.

In seiner Abhandlung über die Folgen der Durchschneidung der Darmnerven macht Moreau ¹⁾ schon darauf aufmerksam, dass die nach seiner Methode erhaltene Flüssigkeit eine auffallende Aehnlichkeit mit dem normalen, aus Thiry-Fisteln erhaltenen, Darmsecret zeigt. Diese Thatsache wurde auch von späteren Beobachtern bestätigt ²⁾, und der Vorgang wurde von Einigen als eine Secretion, analog der sogenannten „paralytischen Secretion“ der Speicheldrüsen nach Durchtrennung der Chorda tympani aufgefasst. Doch haben andere Forscher die Flüssigkeit als ein Transsudat betrachtet, bedingt durch Gefässwandveränderungen, die nach Durchtrennung der Mesenterial-Nerven eingetreten sind ³⁾. Es schien geboten die nach Moreau erhaltene Darmflüssigkeit in Bezug auf ihrer Zusammensetzung und Wirkung weiter zu prüfen, besonders da unsere Kenntnisse über die Eigenschaften des normalen Darmsecrets in den letzten Jahren wesentlich gefördert worden sind.

1) Moreau, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1868. 209.

2) z. B. Masloff, Unters. aus d. physiol. Institut zu Heidelberg. 1882. II. 290. Hanau, Zeitschr. f. Biologie. 1886. XXII. 195. Hier finden sich auch die Angaben über die ältere Literatur. Lauder-Brunton and Pye-Smith, „Intestinal Secretion and Movement“. British Assoc. Reports, 1874, 1875, 1876; angegeben in Lauder-Brunton, Text-book of Pharmacology etc. 1887. S. 380.

3) z. B. A. Tecklenburg, Inaugural-Dissertation. Jena 1894. S. 20; Leubuscher und Tecklenburg, Virchow's Archiv 1894. CXXXVIII. 367. E. Pfäfer, Archiv f. Physiologie. Bd. 63.

Gewinnung der Flüssigkeit.

Die folgenden Versuche wurden ausschliesslich an Hunden angestellt. Nach Einleitung der Narcose mit Chloroform-Aether wurde die Operation unter Cautelen der Antisepsis vorgenommen, im Allgemeinen nach der von Hanau ausführlich beschriebenen Methode ¹⁾, doch wurde meistens an abgebandenen Darmschlingen experimentirt, ohne die sich sammelnde Flüssigkeit direkt nach aussen zu leiten, da es in diesen Versuchen nicht darauf ankam, den zeitlichen Ablauf der Absonderung zu bestimmen, und da bei der, wie sich unten zeigen wird, guten Uebereinstimmung der Analysen in den verschiedenen Fällen eine bemerkenswerthe Resorption während der Dauer der Versuche kaum anzunehmen war. Die Thiere waren gewöhnlich im nüchternen Zustande. In den meisten Versuchen wurde der Vorsicht halber die präparierte Darmschlinge sorgfältig gereinigt durch Ausspülung mit warmem, sterilisirtem Wasser, indem Canülen in die Enden eingesetzt und wieder entfernt wurden, ehe die Schlinge reponirt wurde. Dabei wurden auch nicht enervirte Control-Schlingen in der Nähe des präparierten Darmes abgebanden.

Was den Erfolg der Operation anbetrifft, so ist zu erwähnen, dass trotz der sorgfältigsten Präparation die Versuche manchmal misslingen. Aehnliche Erfahrungen machten schon frühere Beobachter ²⁾; Moreau, Radziejewski ³⁾ und Hanau betonen alle, dass die Durchschneidung der Nerven eine vollständige sein muss, und dass kein Blutgefäss verletzt werden darf. Auf Grund meiner Erfahrung möchte ich die Meinung äussern, dass auch andere Factoren möglicher Weise in Betracht kommen, wie z. B. die Tiefe und Art der Narcose, jedoch ohne dass ich im Stande bin aus der Anzahl meiner Versuche einen sicheren Beweiss dafür zu liefern. Nach Versuchen von Hanau „scheint ein hemmender Einfluss des Atropins höchst wahrscheinlich“. Dass Morphinum auf verschiedene Absonderungsvorgänge hemmend wirken kann,

---

1) Hanau, a. a. O. S. 199.

2) So auch Tecklenburg, a. a. O. Herr Geheimrath Heidenhain theilt mir mit, dass er ebenfalls schon früher bei fünf Versuchen nur zweimal Erfolg hatte.

3) Radziejewski, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1870, 77.

ist längst bekannt. In meinen missglückten Versuchen waren die Thiere mehr oder weniger stark mit Morphium, bezw. Chloral narcotisirt. In einem Fall (Versuch V), in dem die Darmschlinge durch Canülen nach aussen communicirte und die Narcose einige Stunden anhielt, fing die Ansammlung von Flüssigkeit im Darm erst nach längerer Zeit an. Nie wurde eine Absonderung während der Operation beobachtet; auch Hanau sah die ersten Flüssigkeitsmengen in manchen Versuchen erst nach mehreren Stunden erscheinen, dagegen beobachtete er in anderen schon während des Präparirens eine reichliche Absonderung. Die Control-Schlingen waren stets leer.

Einige kurze Auszüge aus meinen Protocollen folgen:

I.

11. XII. 1895. Hund von 6,7 Kilo Gewicht. Gefüttert vor 20 Stunden. Darmschlinge 20 cm lang und 115 cm vom Coecum entfernt. Ende der Operation 10 h 45', Hund getödtet 4 h 50' = $6\frac{1}{12}$ Stunden. Die Schlinge enthält 42 ccm Flüssigkeit mit Flocken, etc.

II.

16. XII. 1895. Hund von 7 Kilo Gewicht. 36 Stunden Hunger. Darmschlinge 18—19 cm lang und 30 cm vom Coecum entfernt. Die Schlinge wurde sorgfältig mit warmem Wasser ausgespült. Ende der Operation 11 h, Hund getödtet 5 h = 6 Stunden. Die Schlinge ist prall gefüllt und enthält 33 ccm Flüssigkeit.

III.

19. XII. 1895. Hündin von 6,5 Kilo Gewicht. 30 Stunden Hunger. Darmschlinge 54 cm lang und 25 cm vom Coecum entfernt. Die Schlinge wird ausgespült wie in II. Ende der Operation 10 h 45'. Hündin getödtet 5 h = $6\frac{1}{4}$ Stunden. Die Schlinge enthält 35 ccm Flüssigkeit.

IV.

17. I. 1896. Hündin von 10 Kilo Gewicht. Darmschlinge 30 cm lang und 51 cm vom Coecum entfernt. Die Schlinge wird ausgespült wie gewöhnlich. Ende der Operation 10 h 30', Hündin getödtet 5 h 15' = $6\frac{3}{4}$ Stunden. Die Schlinge ist prall gefüllt und enthält 85 ccm Flüssigkeit.

V.

3. II. 1896. Hündin von 9,6 Kilo Gewicht. 39 Stunden Hunger. Darmschlinge 43 cm lang und 18 cm vom Coecum entfernt.

Die Schlinge wurde ausgespült mit Wasser und das Thier mit Canülen *in situ* in der Schwebe aufgehängt (cf. Hanau, loc. cit.). Ende der Operation 10 h 30'.

Einige Stunden nachher 1 gr Chloral subcutan. Da keine Flüssigkeit sich sammelte, wurde die Wunde um 5 h wieder geöffnet und die Schlinge leer gefunden. Die Canülen wurden entfernt, die Schlinge abgebunden und die Wunde wieder geschlossen.

4. II. 1896. 9 h wurde die Hündin getödtet. Die Schlinge ist jetzt prall gefüllt mit Flüssigkeit, 120 ccm.

Eigenschaften der Flüssigkeit und des Darmes.

Was das Aussehen der Flüssigkeit angeht, so stimmte dasselbe vollständig mit den Angaben früherer Beobachter überein. Sie enthielt immer zahlreiche beigemengte Flocken. Durch Filtration wurde eine dünne, opalescirende, leicht gelbliche Flüssigkeit gewonnen, die gewöhnlich eine Spur Rothfärbung zeigte, herrührend von minimalen, durch die Ligaturen erzeugten Blutungen. Beimengungen von Nahrungsresten, Galle, Bandwürmern, etc. wurden durch Ausspülung des Darmes vermieden.

Die Flocken, die sich beim Stehen der Flüssigkeit zu Boden senken, gleichen denjenigen, die man im Secret der permanenten Thiry-Vella Fistel häufig findet¹⁾. Sie sind schon früher von Hanau beschrieben worden und bestehen hauptsächlich aus Elementen, die man als Schleimkörperchen bezeichnet hat²⁾. Nach Hanau sind sie Abkömmlinge der Epithelien „zum grössten Theil der ausgetretene Inhalt der Becherzellen, dessen Austritt durch alkalische Flüssigkeit erleichtert wird“. Auch sah er eine gewisse Anzahl von Zellen, die den weissen Blutzellen an Grösse entsprechen, aber den Leucocyten qualitativ nicht gleich sind; weiter fand er vielfach Wanderzellen, von denen er sagt: „Ich bin geneigt einen kleinen Theil der Schleimkörper von ihnen möglicherweise abzuleiten, obschon eine directe Beobachtung des Durchtritts nicht vorliegt und ihre Zahl im Epithel bei secernirenden Därmen nicht vermehrt erscheint.“ Seit dieser Zeit haben jedoch die Unter-

---

1) Vgl. Gumilewski, Pflüger's Archiv 1886. XXXIX. 564. F. Pregl, *ibid.* 1895. LXI. 375.

2) Hanau, a. a. O. S. 226.

suchungen von Heidenhain festgestellt, dass nach Injection von Salzlösungen in den Darm oder nach Erregung reichlicher Secretion von Darmsaft durch subcutane Pilocarpininjection, Zellen in grossen Massen an der inneren Oberfläche des Darmes auswandern¹⁾. Von dieser Erscheinung habe ich mich auch an den Moreau-Darmschlingen durch wiederholte microscopische Untersuchung überzeugt; ein Präparat von der Oberfläche der Zotten zeigt nach Färbung mit der Ehrlich'schen Triacid-Mischung theils gewöhnliche mono-nucleare Zellen, theils solche mit stark lichtbrechenden Granula. Letztere hat Hanau in folgender Weise beschrieben: „Die Granula der Schleimkörper sind zum Theil Fett und mit Osmiumsäure schwärzbar.“ Dass Hanau durch diese Farbenreaction veranlasst wurde die Granula als Fett zu betrachten ist leicht zu verstehen; erst später hat Heidenhain aufmerksam gemacht, dass in den Zotten häufig Parenchymzellen vorkommen, die mit Osmiumsäure schwärzbare Granula zeigen, welch' letztere durchaus nicht aus Fett bestehen²⁾. Selbst bei hungernden Thieren findet man derartige Zellen.

Durchmustert man Sublimat-Präparate der weisslich, gallertig aussehenden Dünndarmschleimhaut, die mit der Ehrlich-Biondi'schen Flüssigkeit gefärbt worden sind, so findet man gewöhnlich eine erhebliche Menge der von Heidenhain beschriebenen „rothkörnigen“ Parenchymzellen³⁾. Dieselben sind auch in Osmium-Präparaten leicht nachweisbar als Gebilde mit schwarz-gefärbten Körnchen, die aber, wie schon bemerkt, nicht als Fetttröpfchen aufzufassen sind. Die vermehrte Zahl dieser Zellen ist deshalb besonders interessant, weil Heidenhain angegeben hat, „dass das Auftreten der rothkörnigen Zellen an einen gewissen Thätigkeitszustand der Schleimhaut geknüpft ist“⁴⁾, und weil diese auch den körnigen Zellen der beschriebenen Flocken entsprechen. Damit dürfte es wohl kaum bezweifelt werden, dass die sogenannten Schleimkörper, wenn nicht ausschliesslich, doch in weit grösserem

---

1) Heidenhain, Pflüger's Archiv 1888. XLIII, Supplementheft. 38.

2) a. a. O. S. 85.

3) Vgl. Heidenhain, a. a. O. S. 41; auch Fig. XXI e. Herr Geheimerath Heidenhain, der die Güte hatte meine Präparate näher zu untersuchen, stimmt mit diesem Urtheil vollständig überein.

4) a. a. O. S. 80.

Theile von ausgewanderten Parenchymzellen der Zotten abzuleiten sind, als früher angenommen wurde.

Ueber die Eigenschaften der Flüssigkeit, die aus der nach Moreau präparirten Darmschlinge erhalten wird, liegen nur wenige genauere Angaben vor.

Moreau beschreibt die von ihm erhaltene Flüssigkeit in folgenden Worten: „Filtrirt ist die Flüssigkeit klar und leicht gelblich. Ihr spec. Gewicht ist 1,008. Sie ist stark alkalisch und enthält einfach und doppelt kohlensaure Salze in einer Menge, welche 0,2 gr Natron auf 100 Flüssigkeit entspricht. Die organischen Bestandtheile betragen 0,35–0,45 gr und die Mineralbestandtheile 0,9–0,95 gr auf 100 Flüssigkeit.“ In der Asche war Chlor bis 32–45 pCt. vorhanden. „Versetzt man die filtrirte Flüssigkeit mit Essigsäure bis zur Neutralisation, so erhält man beim Kochen einen Niederschlag, dessen Menge zwischen 0,08–0,10 gr schwankt, der also ein Drittel oder ein Viertel der organischen Bestandtheile beträgt. Im Filtrat findet sich Harnstoff . . .“ Ueber irgend welche verdauende Eigenschaften sind keine Angaben¹⁾.

Masloff²⁾ hat in einem Versuch eine opalescirende Flüssigkeit mit einer weingelben Färbung, die zahlreiche weisslich-gelbe Flocken enthielt, gefunden. Die Reaction war alkalisch. Eine ähnliche Beschreibung hat Hanau gegeben. Eine Zunahme der gebundenen Kohlensäure im Laufe der Absonderung konnte nicht festgestellt werden. „Sobald der Saft klar geworden, war auch der Eiweissgehalt ein so minimaler, dass noch eine eben merkliche Trübung mit NO_3H in der Hitze erfolgte.“ Seine Untersuchung leitet ihn zu dem Schluss: „Der paralytische Darmsaft stimmt mit dem auf andere Weise gewonnenen überein, insbesondere besitzt auch er keine Verdauungsfermente³⁾.“

In folgender Tabelle sind die Resultate der Analysen der Darmflüssigkeit in den beschriebenen Versuchen zusammengestellt. Die Analysen wurden in dem unter Röhmann's Leitung stehenden chemischen Laboratorium des Instituts ausgeführt; Herrn Professor Röhmann, dessen freundlichen Rathes ich mich erfreute, sei an dieser Stelle hierfür herzlich gedankt. Die Methode war derjenigen von Gumilewski und von Röhmann schon benutzten ähnlich. Die Alkalinität wurde durch Titrirung mit $\frac{1}{16}$ -normal H_2SO_4 bestimmt und auf Na_2CO_3 berechnet; der Chlorgehalt, als NaCl angegeben, wurde durch Titration mittels einer Lösung von sal-

1) Moreau, Centralbl. f. med. Wiss. 1868. 210.

2) Masloff, a. a. O. S. 299.

3) Hanau, Zeitschr. f. Biologie 1886. XXII. 207, 230.

petersaurem Silber in der neutralen Flüssigkeit, nach Entfernung der coagulirbaren Eiweisskörper durch Erhitzen, bestimmt ¹⁾).

Zusammensetzung der filtrirten Darmflüssigkeit.

No. des Versuches	Trocken-Substanz pCt	Wasser pCt.	100 ccm Flüssigkeit enthalten		
			Na ₂ CO ₃ gr	NaCl gr	coagulirbares Eiweiss gr
I.	1,67	98,33	—	—	—
II.	1,32	98,68	0,381	0,544	—
III.	1,65	98,35	0,413	0,508	—
IV.	1,31	98,69	0,381	0,572	0,122
V.	1,30	98,70	0,519	0,404	0,150
Mittel	1,45	98,55	0,423	0,507	0,136

Diese Zahlen stimmen gut mit denjenigen von Moreau überein, sowie mit denjenigen, die verschiedene Beobachter für den normalen, aus Thiry-Vella Fisteln erhaltenen Darmsaft des Hundes gefunden haben. So fand z. B. Gumilewski

Procentgehalt an Hund I. Hund II.

Trockensubstanz	1,36	1,68
Wasser	98,64	98,32
Na ₂ CO ₃	0,44	0,54
NaCl	0,50	0,48
Eiweiss	0,47	0,64,

und im Darmsaft vom Schafe fand Pregl ²⁾) als Mittel der Alkalinitäts-Bestimmungen, 0,454 pCt. Na₂CO₃, eine Zahl, die der obigen beinahe gleicht.

Wirkung der Darmflüssigkeit.

I. Auf Eiweisskörper.

Die Untersuchungen von Masloff ³⁾), Wenz ⁴⁾) und Bastianelli ⁵⁾) haben bewiesen, dass der normale Darmsaft des Hun-

1) Vgl. Gumilewski, Pflüger's Archiv 1886. XXXIX. 565.

2) F. Pregl, Pflüger's Archiv 1895. LXI. 376.

3) Masloff, Unters. aus dem physiol. Institut zu Heidelberg. 1882. II. 290.

4) Wenz, Zeitschr. f. Biologie 1886. XXII. 1.

5) Bastianelli, Moleschott's Untersuchungen 1892. XIV. 138.

des keine Wirkung auf Eiweisskörper ausübt, wenn die Wirkung von Bakterien durch Zusatz von Thymol ausgeschlossen ist ¹⁾. Mit der Flüssigkeit aus einer Moreau'schen Darmschlinge hat Masloff eine sehr geringe Wirkung auf rohes Fibrin in saurer Lösung gefunden, was auf unbeträchtliche Spuren von Pepsin zurückzuführen ist. Auch Hanau hat in den ersten entleerten Portionen eine verdauende Wirkung auf Fibrin gesehen, und eine saccharificirende auf Stärke zu gleicher Zeit, was er auf noch vorhandenen Pancreassaft zurückführt. Spätere Portionen hatten gar keine fermentative Kraft mehr. Ich habe weitere Prüfung in dieser Richtung unterlassen, da es wohl als festgestellt betrachtet werden darf, dass der nicht verunreinigten Darmflüssigkeit keine proteolytische Wirkung zukommt.

II. Auf Stärke.

Die Untersuchungen von Lannois und Lépine ²⁾ und von Röhm ann ³⁾ haben es sehr wahrscheinlich gemacht, dass der Darmsaft in den verschiedenen Abschnitten des Darmes verschieden wirkt — er saccharificirt stärker im oberen, schwächer im unteren Theil. Was die Flüssigkeit des Moreau'schen Darmes anbetrifft, so hat Masloff einmal beobachtet, dass in einer neutralen und alkalischen Probe sich früher Zucker gebildet hat als in einer sauer reagirenden. Hanau fand nur in den ersten Secret Portionen eine amylolytische Wirkung, was er auf Beimengungen von Pancreassaft zurückführt. Auch Tecklenburg hat nie eine Bildung von Zucker aus Stärke gefunden ⁴⁾.

Meine Versuche wurden so angestellt, dass die filtrirte Darmflüssigkeit mit einprocentigem Stärkekleister unter Zusatz von etwas alkoholischer Thymollösung der Temperatur des Thermostaten (30—32° C.) ausgesetzt wurde. Control-Proben mit Stärkekleister und Thymol allein, oder unter Zusatz von gekochter Flüssigkeit wurden immer unter gleichen Bedingungen mit den obigen

---

1) Auch Pregl giebt an, „dass dem Darmsafte des Lammes keine verdauende Wirkung auf Eiweisskörper zukommt“. (Pflüger's Archiv 1895. LXI. 383.)

2) Lannois et Lépine, Archives de Physiologie 1883. I. [3]. 92.

3) Röhm ann, Pflüger's Archiv 1887. XLI. 424.

4) Tecklenburg, a. a. O. S. 20.

ausgeführt. Die Prüfung des Gemisches geschah mittels Jodjodkalium-Lösung und der Trommer'schen Probe. Eine amylytische Wirkung konnte in jedem Falle nachgewiesen werden, obgleich sie meistens sehr schwach ausfiel. Niemals, auch bei mehrtägiger Einwirkung der Darmflüssigkeit, wurde ein Verschwinden der Färbung mittels Jodjodkalium-Lösung beobachtet; die Veränderung schritt höchstens zum roth-violett färbenden Stadium vor. Dabei gaben die Gemische mit ungekochter Darmflüssigkeit Reduction mit der Trommer'schen Probe, und einigemal wurde die Anwesenheit von Dextrose mittels der Phenylhydrazin-Probe nachgewiesen¹⁾. Dieser Befund stimmt überein mit den Angaben von Brown und Heron²⁾ und von Hamburger³⁾; diese haben gefunden, dass Maltose durch das amylytische Enzyme des Dünndarmes gebildet wird und dann rasch durch ein zweites Enzyme — die Glucose — in Dextrose umgewandelt wird. Das Eintreten einer sauren Reaction wurde nie gefunden.

Als Beispiel der Geschwindigkeit, etc. der Wirkung soll folgendes Versuchsprotocoll dienen:

6. II. 1896. Versuch V.

A.

10 ccm 1% Stärkekleister, 3 ccm Darmflüssigkeit, Thymollösung.

B.

10 ccm 1% Stärkekleister, 3 ccm Darmflüssigkeit, gekocht. Thymollösung.

A. und B. werden 11 $\frac{1}{4}$ h M., in den Thermostaten gebracht. 5 h N. keine Reduction mit der Trommer'schen Probe.

7. II. 9 h M. A. giebt eine Reduction; Violetfärbung mit Jodjodkalium. B. giebt keine Reduction; Dunkelblaufärbung mit Jodjodkalium.

---

1) Diese wurde immer so angestellt, dass $\frac{1}{2}$ ccm eines Gemisches von gleichen Theilen Phenylhydrazin und 50 procentiger Essigsäure zu 10 ccm der zu prüfenden Flüssigkeit zugesetzt und das Ganze in ein kochendes Wasserbad gebracht wurde. Der sich bald in Flocken zusammenziehende Niederschlag wurde rasch abfiltrirt. Das Glycosazon scheidet sich bei weiterem Erhitzen in den charakteristischen Krystallen aus, die mit dem Mikroskop untersucht wurden.

2) Brown und Heron, *Annalen der Chemie und Pharmacie*. 1880. CCIV. 228.

3) C. Hamburger, *Pflüger's Archiv* 1895, LX. 560.

Man könnte annehmen, dass es sich in diesen Versuchen nur um Spuren des pancreatischen Enzyms handelt; darauf ist aber zu erwidern, dass die Darmschlingen sorgfältig mit Wasser ausgespült waren und die Hunde sich nicht im Zustande der vollen Verdauung befanden. Die Trägheit der Wirkung wird erklärt durch die Thatsache, dass die präparirten Schlingen sich alle im unteren Abschnitt des Darmes fanden, welcher, wie bereits erwähnt, nur gering amylolytisch wirkenden Saft liefert¹⁾.

III. Auf Rohrzucker.

Die invertirende Wirkung des normalen Darmsaftes und der Darmschleimhaut auf Rohrzucker²⁾ gilt als eine festgestellte Thatsache; es war deshalb von besonderem Interesse, das Verhalten der nach Moreau erhaltenen Flüssigkeit gegen verschiedene Zuckerarten zu prüfen. Die filtrirte Darmflüssigkeit wurde einer Lösung, die 1 pCt. reinen, umcrystallisirten Rohrzucker und 1 pCt. Fluornatrium (als Antisepticum) enthielt, zugesetzt; das Gemisch wurde dann der Temperatur des Thermostaten (30° C.) ausgesetzt. Die

---

1) Neuerdings hat F. Pregl (Pfüger's Archiv 1895. LXI. 384) angegeben, eine amylolytische Wirkung des Dünndarmsaftes vom Schafe gefunden zu haben. Die Versuche sind nicht einwandfrei, da die Wirkung der Bacterien nicht ausgeschlossen war. Er fand, dass ein Gemisch von Stärkekleister und alkalischem Darmsaft nach 24 Stunden „stark saure Reaction“ zeigte. Control-Proben mit Thymolzusatz zeigten keine saure Reaction und gaben erst nach sechs Tagen schwache Reduction mit der Trommer'schen Probe. Pregl schliesst daraus, dass der Thymolzusatz „einen die Wirkung des saccharificirenden Fermentes des Darmsaftes des Lammes verzögernden Einfluss ausübt“. Doch ist dies keineswegs dadurch bewiesen. In Röhm ann's Versuchen (loc. cit.) wirkte der aus dem oberen Theil des Jejunums entstammende Saft sehr energisch saccharificirend nach Zusatz von Thymol. Es wäre deshalb eher anzunehmen, dass beim Schafe ähnliche Verschiedenheiten der Wirkung des Saftes von den verschiedenen Darmabschnitten wie beim Hunde vorkommen. Dafür spricht auch der Befund, dass bei Pregl's Versuchsthier die Vella-Schlinge dem unteren Theil des Darmes zugehörte, i.e. sie war 13,5 m vom Magen und 5,5 m vom Dickdarm entfernt. (Auch Bastianelli (loc. cit.) hat nie eine derartige saure Reaction, selbst nach fünf Tagen, gefunden.)

2) Vgl. Gamgee, Physiol. Chemistry. 1893. II. 414 und K. Miura, Zeitschr. f. Biologie 1895. XXXII. 766, wo die früheren Literatur-Angaben sich finden.

Prüfung der Inversion geschah mittels der Trommer'schen Probe und auch mit Phenylhydrazin ¹⁾. Am Anfang des Versuches wurde immer das Fehlen beider dieser Reactionen festgestellt; Control-Proben mit gekochter Darmflüssigkeit gaben stets negative Reaction.

Nach diesem Verfahren konnte das Vorhandensein einer invertirenden Wirkung und die Bildung von Dextrose in jedem Versuch nachgewiesen werden. Die Reactionen wurden gewöhnlich innerhalb einiger Stunden erhalten; genauere Bestimmungen der Geschwindigkeit wurden nicht ausgeführt. Ein Protocoll soll als Beispiel angegeben werden.

4. II. 1896.

A.

30 ccm Rohrucker-NaF-Lösung, 5 ccm Darmflüssigkeit.

B.

30 ccm Rohrucker-NaF-Lösung, 5 ccm Darmflüssigkeit, gekocht.

A. und B. werden gleichzeitig in den Thermostaten (25° C.) gebracht. Nach 3 Stunden giebt eine Probe von A. deutliche Reduction mit der Trommer'schen Probe. Nach 4½ Stunden werden aus einer Probe die Krystalle von Phenylglycosazon nach 35 Min. Erhitzen im Wasserbade ausgeschieden.

Eine Probe von B. (Controlversuch) nach 24 Stunden entnommen zeigt weder eine Spur einer Reduction noch Krystalle von Phenylglycosazon nach zweistündigem Erhitzen.

IV. Auf Maltose.

Ogleich die Entstehung von Dextrose aus Maltose nach Einwirkung der Dünndarmschleimhaut durch verschiedene Untersuchungen festgestellt worden ist ²⁾, so liegt meines Wissens keine Angabe über die Einwirkung des Secrets von Vella-Fistel-Hunden vor. Die von mir erhaltene Darmflüssigkeit ist im Stande auch Maltose in Dextrose umzuwandeln, wie einige Versuche bewiesen haben. Letztere wurden in einer der oben beschriebenen ähnlichen Weise ausgeführt. Die Maltose (C. P.) wurde in 1 procentiger Lösung (mit NaF, 1 pCt.) benutzt. Control-Versuche wurden mit gekochter Darmflüssigkeit angestellt. Die Bildung von Dextrose wurde mittels Phenylhydrazin nachgewiesen. Ein Protocoll folgt.

---

1) Vgl. oben S. 433 Bemerkung 1.

2) Vgl. Pautz u. Vogel, Zeitschr. f. Biologie. 1895. XXII. 304, wo frühere Literatur angegeben ist.

18. I. 1896. (Versuch IV.)

A.

30 ccm Maltose-NaF-Lösung, 5 ccm filtrirte Darmflüssigkeit.

B.

30 ccm Maltose-NaF-Lösung, 5 ccm filtrirte Darmflüssigkeit, gekocht.

A. und B. werden gleichzeitig in den Thermostaten (30 ° C.) gebracht. Nach 6½ Stunden wurde eine Probe von A. entnommen. Mit Phenylhydrazin scheiden sich nach ¾ Stunden Erhitzen im kochenden Wasserbade Krystalle aus, die microscopisch als charakteristisch für Phenylglycosazon erscheinen. Diesem entsprechen auch ihre Löslichkeitsverhältnisse. Eine Probe nach 22 Stunden entnommen liefert schon nach ⅓ Stunden ähnliche Krystalle, während in B. kein Dextrose sich nachweisen lässt.

V. Auf Milchzucker.

Ueber die Einwirkung des Darmes, resp. Darmsaftes auf Milchzucker liegen nur wenige Angaben vor.

Halliburton sagt unter „Succus Entericus“¹⁾: „Milk sugar is inverted to dextrose and galactose“, ohne jedoch irgend welche Angaben aus der Literatur anzuführen. Ebenso sagt Gamgee²⁾: „In all probability, however, the inverting ferment which can resolve saccharose into dextrose and levulose is the same ferment which possesses the power of splitting up sugar of milk into dextrose and galactose.“

Durch Versuche an Hunden kommt Dastre zu dem Schluss: „ni le suc pancratique, ni le suc intestinal ne contiennent de ferment soluble, de zymase capable d'invertir ou de digérer de lactose“³⁾.

C. Voit und Lusk haben nachgewiesen, dass der Milchzucker im Darne des Kaninchen nicht — oder nur sehr langsam — invertirt wird, und dementsprechend Eingaben von Milchzucker in Gegensatz zu Rohrzucker, keine Steigerung des Glycogengehalts der Leber hervorrufen⁴⁾.

Pautz und Vogel fanden, dass das Jejunum eines neugeborenen Kindes aus Milchzucker Glycose bildete⁵⁾. Ebenso fanden Röhmnn und Lappe eine Umwandlung des Milchzuckers durch die Dünndarmschleimhaut vom jungen und ausgewachsenen Hunde und vom Kalb hervorgerufen; bei den zwei letzteren war die Wirkung geringer als beim jungen Hunde, und beim Rinderdarm fiel die Wirkung aus⁶⁾.

---

1) Halliburton, Text-book of chem. Pathol. and Physiol. 1891. 665.

2) Gamgee, Physiological Chemistry of the Animal Body. 1893. II. 415.

3) Dastre, Archives de Physiologie. 1890. 107.

4) C. Voit, Zeitschr. f. Biologie. 1891. XXVIII. 275.

5) Pautz und Vogel, a. a. O.

6) Röhmnn und Lappe, Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. 1895. XXVIII. 2506.

Durch den Darmsaft des Lammes soll nach F. Pregl der Milchzucker nicht wie Maltose und Rohrzucker invertirt werden¹⁾).

Die Versuche über die Wirkung der paralytischen Darmflüssigkeit auf Milchzucker wurden in analoger Weise wie bei den schon besprochenen Disacchariden angestellt. Selbst nach längerer Einwirkung bei günstiger Temperatur und mit verhältnissmässig grossen Mengen Darmflüssigkeit wurde nie eine Bildung von Dextrose beobachtet.

Versuche an einer Thiry-Vella-Fistel.

Es sollen noch einige Versuche erwähnt werden, die ausgeführt wurden an einem Thier, dem eine Vella-Fistel angelegt wurde nach Durchtrennung der zur Darmschlinge führenden Nerven. Die Operation wurde am 13. Januar 1896 ausgeführt. Nach Ende einer Woche war die Hündin wieder sehr munter und die Wunde beinahe geheilt. Die Verbände, die täglich gewechselt wurden, zeigten immer eine gewisse Feuchtigkeit in den ersten Tagen; doch entsprach dieses quantitativ nicht unseren Erwartungen. Schleimflocken, ganz gleich den schon beschriebenen, wurden in grossen Mengen ausgeschieden (bis auf 6 gr täglich). Die sichtbare Schleimhaut hatte ein gutes Aussehen.

Am 24. Januar wurde zuerst durch Einführung eines Gummiballons in der üblichen Weise 18 cem Secret mit beigemengten Flocken aufgefangen. Dieselbe entsprach in Aussehen und Zusammensetzung vollständig dem normalen Darmsaft des Hundes; so ergab sich aus einer Analyse:

Trockensubstanz	1,76 pCt.
Wasser	98,24 pCt.

---

1) Pregl, a. a. O. S. 401. Wenn Pregl in seinen Versuchen mit verschiedenen Disacchariden ohne Ausschliessung der Bacterien auch immer das Eintreten einer sauren Reaction beobachtete, so ist das wahrscheinlich auf Gegenwart eines organisirten Fermentes zurückzuführen. Eine derartige Veränderung der ursprünglich alkalischen Reaction der Verdauungsmischungen habe ich nie erhalten. Selbst nach zwei Wochen habe ich die Reaction noch alkalisch gefunden. Auch Bastianelli (loc. cit. S. 152) fand, dass keine saure Reaction eintrat, was weiter von Röhm ann bestätigt wird.

In 100 ccm Secret sind enthalten:

Na_2CO_3	0,431 gr
NaCl	0,507 gr
Coagulirbares Eiweiss	0,679 gr

Eine Prüfung der verdauenden Eigenschaften von zu verschiedenen Zeiten gesammeltem Secret ergab eine schwache amylytische Wirkung (mit Bildung von Dextrose) sowohl wie eine starke Inversion von Rohrzucker und Maltose. Milchzucker wurde niemals invertirt.

Nach Einführung eines Gummiballons konnte gewöhnlich 8–10 ccm Secret in einer Stunde gesammelt werden. Eine dauernde spontane Secretion wurde niemals beobachtet. Das Thier wurde am 11. März getödet; die Section ergab, dass die 35 cm lange Darmschlinge 148 cm vom Pylorus und 30 cm vom Coecum entfernt war. Das macroscopische Aussehen der Mucosa war vollständig normal.

Ob das Fehlen einer dauernden Secretion auf missglückte Nervendurchtrennung zurückzuführen ist, oder ob die paralytische Secretion nur eine vorübergehende Erscheinung ist, lässt sich durch diesen Versuch nicht entscheiden. Für die letztere Erklärung spricht aber manches, insbesondere die zahlreichen Versuche von Hanau an isolirten Darmschlingen. Nach seinen Beobachtungen fällt die Secretion einige Stunden nach Beendigung der Operation ziemlich plötzlich ab und wird alsdann immer schwächer. Nach 24 Stunden versiegt sie, resp. wird sie ganz minimal¹⁾.

Schlussbetrachtungen.

Die Resultate der Untersuchung der infolge Durchtrennung der Darmnerven erhaltenen Flüssigkeit lassen kaum zweifeln, dass es sich um ein Secret handelt und nicht, wie verschiedene Autoren anzunehmen geneigt sind, um ein Transsudat aus dem Blute. Für die Richtigkeit dieser Erklärung hat schon Hanau verschiedene Gründe angegeben. Dafür sprechen ferner alle die bisher beobachteten Eigenschaften der Flüssigkeit. Ihre Zusammensetzung gleicht, wie oben gezeigt, vollständig derjenigen des aus Fisteln gewonnenen Darmsecrets. Besonders auffallend ist das in

---

1) Hanau, a. a. O. S. 206.

Bezug auf Alkalinität und Chlor-Gehalt. Die Analysen der Flüssigkeiten, von verschiedenen Thieren stammend, zeigen beinahe dieselbe Constanz wie der normale Darmsaft zu verschiedenen Zeiten von einem Thier erhalten. Auch der geringe Eiweiss-Gehalt spricht — wie Hanau schon hervorgehoben hat — gegen die Annahme eines Transsudats. Ferner stimmt die Wirkung der Flüssigkeit auf die verschiedenen Nährstoffe vollständig mit derjenigen des normalen Darmsecrets überein. Wenn Leubuscher und Tecklenburg angeben, „dass die Flüssigkeit weder im Stande ist Eiweiss zu verdauen, noch Stärke in Zucker zu verwandeln, dass sie also keinerlei verdauende Eigenschaften besitzt, folglich nicht durch Secretion der Darmdrüsen entstanden ist“¹⁾ — so ist gegen diese Schlussfolgerung hervorzuheben, dass auch dem normalen Darmsecret keinerlei proteolytische Wirkung zukommt. Wie letzteres aber ist das paralytische Secret im Stande eine amylytische Wirkung auszuüben und Rohrzucker sowie Maltose, nicht aber Milchzucker, in Dextrose umzuwandeln. Auch die histologische Untersuchung der Schleimhaut des präparirten Darmes und ein Vergleich mit dem übrigen Darme lässt nie irgend etwas Abnormes bemerken; die vorhandene Vermehrung der Zahl der Parenchymzellen entspricht der erhöhten Thätigkeit der Schleimhaut.

Es ist mir eine angenehme Pflicht Herrn Geheimrath Heidenhain für die gütige Erlaubniss, die beschriebenen Versuche in seinem Institut auszuführen, sowie für seine freundliche Unterstützung herzlichen Dank auszusprechen.

---

1) Leubuscher u. Tecklenburg, a. a. O.; A. Tecklenburg, Inaugural-Dissertation, Jena 1894, S. 20.