

Über den Einfluß von Gasen, insbesondere des Sauerstoffs auf die Trypsin- und Pepsinverdauung.

Von

Ernst Laqueur und Kurt Brünecke. ¹⁾

(Aus den physiologischen Instituten in Königsberg und Halle a. S.)

(Der Redaktion zugegangen am 30. August 1912.)

In einer vorhergehenden Arbeit hat der eine von uns²⁾ gezeigt, daß Sauerstoff und Kohlensäure einen bestimmten Einfluß auf die Autolyse haben; Sauerstoff hemmt diese, Kohlensäure fördert sie. Der Einfluß beider Gase war spezifisch, denn einerseits trat die Hemmung durch andere Gase wie Sauerstoff nicht ein (Stickstoff und Wasserstoff), und ferner ist die Förderung nicht allein durch die Säurenatur der Kohlensäure zu erklären.

Eine weitere Frage war nun, ob Sauerstoff und Kohlensäure auf andere proteolytische Fermente eine ähnliche Wirkung haben.

Literarische Angaben liegen darüber nicht vor oder sind nicht eindeutig. (Einfluß der Kohlensäure.)

Wir untersuchten den Einfluß des Sauerstoffs, Stickstoffs und der Kohlensäure bei gewöhnlichem und bis zu 13 Atmosphären erhöhten Druck auf die Verdauung durch Pepsin und Trypsin.

Methode: Um die Größe der Pepsinwirkung zu bestimmen, benutzten wir die Methode von Fuld bzw. Groß,³⁾

¹⁾ Die Versuche zu dieser Arbeit sind in den Sommersemestern 1909 in Königsberg, hierbei zum Teil in Gemeinschaft mit Herrn J. Ettienger, und 1911 in Halle a./S. angestellt worden.

²⁾ E. Laqueur, Diese Zeitschrift, Bd. 79, S. 82, 1912.

³⁾ O. Groß, Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmak., Bd. 58, S. 157 (1907).

wobei wir auch einmal quantitativ nach Kjeldahl bestimmten, wieviel Stickstoff in den unverdauten Anteil übergegangen ist. Wir verwandten ferner die Methode von Mett, die sich durch genügende Kontrollen recht genau gestalten läßt. — Die Trypsinverdauung bestimmten wir ebenfalls nach Groß, zum Teil mit quantitativer Bestimmung des verdauten Stickstoffs, und ferner nach Sörensen mittels der Formoltitrierung nach Verdauung von Eiweiß und von Witte-Pepton.

Bei allen Reihenversuchen, wo die Größe der Verdauung nach der Stärke der Trübung, bzw. der Aufhellung gemessen wurde, sind stets je zwei parallele Reihen in Luft und in dem betreffenden Gas untersucht worden. Um suggestive Momente auszuschließen, wurde die Beurteilung der Reihen so vorgenommen, daß der Beurteilende nicht wußte, unter welchen Bedingungen sie sich befunden hatten. Auch die Ablesung der Mettschen Röhren (in jeder Probe stets 3 Röhren, also meist 6 Werte) geschah auf diese Weise, ohne zu wissen, aus welchen Proben die Röhren entnommen waren; es wurde auch zuweilen eine zweite Zählung, wiederum in Unkenntnis der ersten, vorgenommen, wobei die Übereinstimmung mit der ersten Messung oft eine fast vollkommene (— bis auf 0,02 mm —) war.

Einfluß des Sauerstoffs.

Am meisten hatte die Untersuchung des komprimierten Sauerstoffs Interesse, den wir bei der aseptischen Autolyse eine bis zu 50% gehende Hemmung hatten ausüben sehen.

Versuch I. Je 1,0 g Casein (Mercksches Präparat nach Hammarsten) wird in je 1000 ccm 0,1%iger Soda bzw. 0,2%iger Salzsäure aufgelöst. Von der alkalischen Lösung werden je 15 ccm, von der sauren Lösung je 10 ccm in gleichweite Reagenzgläser gefüllt. Ein Teil der Gläser bleibt in einer geschlossenen Standflasche unter Luft stehen, der andere kommt in einen Druckapparat,¹⁾ der gestattet, die Gläser dem Druck eines beliebigen Gases auszusetzen. In diesem Falle werden die Proben zunächst bei dem Druck von 6 Atmosphären mit Sauerstoff gesättigt. In der Standflasche, wie in dem Druckapparat, ist etwas Wasser, um eine Verdunstung aus den Gläsern zu vermeiden. Standflasche wie Druckapparat mit ihren Röhren werden vor dem Fermentzusatz 5 Stunden bei 37° gehalten.

¹⁾ E. Laqueur, Zeitschrift f. biol. Technik, Bd. 2, S. 319 (1912).

A. Trypsin. Zu je 2 Gläsern der alkalischen Luft- wie Sauerstoffproben fallende Zusätze von 1,6, 1,2, 0,8, 0,4, 0,2, 0,0 ccm einer 0,1%igen (15 Stunden alten) Trypsinlösung (Grüblersches Präp.); also unter Luft wie unter Sauerstoff 2 gleiche Reihen a und b. Die Sauerstoffproben bleiben im Druckapparat unter 1 Atm. Nach 16 Stunden Verdauung bei 37° werden zu allen Gläsern 6 Tropfen einer norm. Essigsäure zugesetzt.

Zwischen den beiden Reihen a und b der Luftproben vollkommene Übereinstimmung. Die Gläser mit 1,6 und 1,2 ccm Trypsinlösung bleiben ganz klar, bei 0,8 ccm beginnt eine Opalescenz, die in den folgenden Gläsern in eine immer stärkere Trübung übergeht.

Die beiden Reihen unter Sauerstoff stimmen bis auf die etwas stärkere Trübung in den Proben mit 0,2 ccm Trypsin mit den Luftproben überein. In der einen Sauerstoffreihe, die sonst ganz identisch mit der anderen, ist die Opalescenz der Probe mit 0,8 stärker als die in der entsprechenden Probe der anderen Reihe, aber nicht annähernd so stark als die der folgenden Probe mit 0,4.

B. Pepsin. Zu je 2 Gläsern der sauren Luft- wie Sauerstoffproben fallende Zusätze von 2,0, 1,0, 0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0,0 ccm einer 0,001%igen (1 Stunde alten) Pepsinlösung (Mercksches Präp.). Die Sauerstoffproben unter 1 Atmosphäre. Nach 16 Stunden langer Verdauung bei 37° in alle Gläser 3 Tropfen gesättigte Natriumacetatlösung.

Zwischen den beiden Reihen der Luftproben völlige Übereinstimmung. Bei den Gläsern mit 2,0 ccm Pepsin geringe Opalescenz, die bei den andern Gläsern steigend bis zu starken Trübungen zunimmt. Auch in den Gläsern mit dem geringsten Zusatz von nur 0,2 Pepsin ist nach einer Weile — am geringeren Niederschlag kenntlich — eine gewisse Verdauung gegenüber den Proben ohne Pepsin zu erkennen.

Zwischen den beiden Reihen der Sauerstoffproben auch Übereinstimmung. Die Proben mit Zusätzen von 2,0 bis 0,8 scheinen immer weniger als die entsprechenden Luftproben verdaut, bei den Proben von 0,6 bis 0,2 scheint das Umgekehrte der Fall.

Resultat: Sauerstoff unter 1 Atmosphäre hat auf Trypsin eine schwache Hemmungswirkung, auf Pepsin keinen sicheren Einfluß.

Versuch II. Anordnung wie in dem vorhergehenden Versuch. Die Proben vor dem Fermentzusatz 3 Stunden bei 37°, dabei die Sauerstoffgläser unter 6 Atmosphären gesättigt. Dauer 16 Stunden bei 37°. Die Sauerstoffproben unter dem Druck von 10 Atmosphären. Nach der letzten Herausnahme aus dem Druckapparat entwickeln sich aus ihnen Gasblasen.

A. Trypsin. Je 2 Reihen mit Zusätzen von 1,0, 0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0,0 ccm einer 0,2%igen 5 Stunden alten Trypsinlösung.

Die beiden Reihen der Proben gleicher Art stimmen vollkommen untereinander überein. Nach Essigsäurezusatz bleiben die Luftproben von 1,0—0,4 klar; sie sind also ganz verdaut; 0,2 ist trübe.

Die Sauerstoffproben von 1,0—0,6 klar, 0,4 zeigt geringe Trübung, in 0,2 ist die Trübung stärker als in der entsprechenden Luftprobe. Die Trübung der 0,4-Sauerstoffprobe ist aber noch nicht so stark als die der 0,2-Luftprobe, also die Hemmung beträgt weniger als 50%. — Dies ist auf Grund folgender Überlegung berechnet. Wenn z. B. die Probe mit 0,8 Fermentlösung in der Sauerstoffreihe nur dieselbe Verdauung zeigt, wie die Probe mit 0,4 ccm in der Luftreihe, so kann man dies so auffassen, als wenn in der Sauerstoffprobe die Hälfte des Fermentes inaktiviert ist; wäre z. B. die Verdauung der «0,8-Sauerstoffprobe» gleich der der «0,6-Luftprobe», so wäre also 25% inaktiviert.

B. Pepsin. Je 2 Reihen mit Zusätzen von 1,5, 1,0, 0,5, 0,4, 0,3, 0,2 ccm $\frac{1}{100}$ %iger Pepsinlösung.

Zwischen den Reihen gleicher Art völlige Übereinstimmung.

Nach Natriumacetatzusatz bleiben die Luftproben mit 1,5 fast ganz unverändert, bei den anderen entstehen Trübungen in steigendem Maße; die Trübungen werden allmählich im Laufe von 10 Minuten noch stärker und gehen dann in Niederschläge über. Die Sauerstoffproben zeigen sämtlich Trübungen, die stets etwas stärker sind als die in den entsprechenden Gläsern der Luftproben. Der Unterschied beträgt aber nirgends 25%, d. h. also, die Trübung z. B. der Sauerstoffprobe mit 0,4 ist stärker als die der Luftprobe mit 0,4, aber schwächer als die der Luftprobe mit 0,3 Pepsin.

Resultat: Sauerstoff unter Druck von 10 Atmosphären hemmt die Trypsin- wie Pepsinwirkung.

Versuch III. Ähnliche Anordnung wie bei Versuch II. — Die Proben stehen vor dem Fermentzusatz 5 Stunden bei 37°; die eine Hälfte hiervon unter Sauerstoff von 6 Atmosphären, im eigentlichen Versuch unter 10 Atmosphären. (Die Sättigung muß in diesem Versuch besser als in vorhergehendem sein, denn bei der ersten Herausnahme aus dem Druckapparat zum Fermentzusatz entwickelten sich schon Gasblasen, beim vorigen Versuch erst am Ende bei der definitiven Herausnahme.)

A. Trypsin. Dauer 16 $\frac{1}{2}$ Stunden. — Zusätze 1,6, 1,2, 0,8, 0,4, 0,2 ccm. — Luft- und Sauerstoffreihen unter sich völlige Übereinstimmung.

Luftproben mit 1,6 und 0,8 bleiben ganz klar, von 0,8 ab steigende Opalescenz bis Trübung.

Sauerstoffprobe 1,6 schon deutlich trübe, wenn auch wenig, und von da ab steigende Trübung. Die Opalescenz der Sauerstoffproben mit 0,8 ist stärker als die der Luftproben mit 0,4, aber schwächer als die der Luftproben mit 0,2. Also Hemmung über 50%. Hierzu paßt auch das Ver-

halten der Sauerstoffprobe 1,6, die noch nicht den Verdauungsgrad der Luftproben mit 0,8 erreicht.

B. Pepsin. — Fallende Zusätze von 2,0, 1,0, 0,8, 0,6, 0,4, 0,2 ccm. — Für Luftproben nur die eine Reihe brauchbar, da bei der anderen der Pepsinzusatz versehentlich unterblieben ist.

Die Sauerstoffreihen sind völlig gleich. In keiner Probe völlige Verdauung. Sämtliche Sauerstoffproben sind trüber als die entsprechenden Luftproben, aber keine stärker als die nächst höhere, also Hemmung weniger als 25%.

Resultat: wie oben in Versuch II.

Zwei weitere Versuche mit derselben Methode — in dem einen wurde Sauerstoff von 8, in dem anderen von 10 Atm. angewandt — zeigen keinen Einfluß des Sauerstoffs auf Trypsin. (Pepsin wurde hierbei nicht untersucht.) Indessen ist in beiden Versuchen überhaupt die Verdauung viel geringer als in den vorher angeführten. Keine Probe zeigt völlige Verdauung; in dem einen Versuch ist die Trübung in den Proben mit den 2 kleinsten Zusätzen so stark, daß sie sich nicht mehr unterscheiden lassen. Es ist also nicht auszuschließen, daß sich bei längerer Fortdauer dieser Versuche noch Unterschiede in der Verdauung entsprechend den vorhergehenden Ergebnissen gezeigt hätten.

In den folgenden Versuchen wurde nur die Pepsinverdauung beobachtet.

Versuch VI. Die eine Hälfte der Sauerstoffproben vor dem Fermentzusatz unter Sauerstoff von 10 Atm. Verdauung 16 Stunden, während dieser beträgt der Sauerstoffdruck 11 Atm.

Nur mit Pepsin. Die Fermentlösung ist schwächer als die in dem Versuch III benutzte. In keiner Probe ist die Verdauung vollständig, trotzdem lassen sich die 6 Stufen sehr deutlich voneinander unterscheiden. Sämtliche Sauerstoffproben sind etwas trüber als die entsprechenden Luftproben. In der einen Sauerstoffreihe ist die Probe mit 2,0 sogar noch trüber als die Luftproben mit 1,0, in der anderen aber etwas weniger trübe; die Hemmung beträgt also gegen 50%.

Außer dem Großschen wird hier in diesem Versuch noch das Mettsche Verfahren benützt.

Je 3 sorgfältig ausgesuchte Hühnereiweißröhrchen in ein kleines Becherglas. In jedes der 6 Bechergläser 1 ccm 2%iger HCl. Aufenthalt bei 37° 15 Stunden. Näheres siehe Tabelle.

Versuch VI.

Gas	Pepsin- lösung in ccm	Aq.	Verdauung in mm am Ende eines Röhrchens im Durchschnitt von 6 Werten	Änderung gegen den Wert in Luft
Luft	1,0	9,0	1,00	- 0,16
Sauerstoff unter 8 Atm.			0,84	
Luft	5,0	5,0	1,95	- 0,06
Sauerstoff unter 8 Atm.			1,89	
Luft	10,0	0,0	2,66	- 0,12
Sauerstoff unter 8 Atm.			2,54	

Versuch VII. Dieselbe Anordnung wie bei vorhergehendem Versuch.

Gas	Pepsinlösung in ccm	Aq.	Durchschnittliche Verdauung	Änderung
Luft	1,0	9,0	0,29	- 0,14
Sauerstoff unter 11 Atm.			0,15	
Luft	5,0	5,0	0,83	- 0,02
Sauerstoff unter 11 Atm.			0,81	
Luft	10,0	0,0	1,25	- 0,31
Sauerstoff unter 11 Atm.			0,94	

Versuch VIII. Gleiche Anordnung wie vorher.

Gas	Pepsinlösung in ccm	Aq.	Durchschnittliche Verdauung	Änderung
Luft	1,0	9,0	1,25	- 0,35
Sauerstoff unter 8 Atm.			0,90	
Luft	5,0	5,0	2,33	- 0,37
Sauerstoff unter 8 Atm.			1,96	
Luft	10,0	0,0	2,67	± 0,0
Sauerstoff unter 8 Atm.			2,67	

Die letzten drei Versuche zeigen übereinstimmend eine geringe Hemmung der Pepsinwirkung durch Sauerstoff unter Druck. Allerdings ist sie in mehreren Proben so unbedeutend,

daß sie innerhalb der Fehlergrenzen fallen, und nur die Gleichsinnigkeit der Ausschläge läßt sie für das Resultat verwerten. Die Abweichungen zwischen Proben unter gleichen Bedingungen können bei eintägiger Verdauung, wie die drei zuletzt stehenden Versuche aus 9 Bestimmungen erkennen lassen (Versuch XX bis XXII), bis 0,20 mm betragen.

Es mag hier noch erwähnt werden, daß in diesem wie in den beiden vorhergehenden Versuchen Mettsche Röhrchen in einer 0,09%igen Sodalösung auch mit starker Trypsinlösung (einmal ist sogar etwas von dem Trypsinpräparat in Substanz hinzugetan worden) keine Spur von Verdauung zeigten.

In den folgenden Versuchen sind andere quantitative Methoden benutzt worden.

Der aus der alkalischen bzw. sauren Caseinlösung durch Essigsäure bzw. Natriumacetat nicht ausfällbare Stickstoff wurde nach Kjeldahl bestimmt, oder es wurden die bei der Verdauung von Eiereiweiß bzw. Witte-Pepton frei werdenden Aminogruppen nach Sörensen mit Formol titriert. Die erste Methode, die N-Bestimmung im Filtrat, liefert für Pepsin übereinstimmende Werte in den Kontrollproben; dasselbe gilt für Trypsin, aber nur wenn die Verdauung noch nicht zu weit vorgeschritten ist; in diesem Falle sind die Unterschiede größer.

Versuch IX. Mit Trypsin. Je 100 ccm einer 0,55%igen (lufttrockenen) Caseinlösung in 0,1%iger Sodalösung in weite Reagenzgläser. Die beiden «Sauerstoffgläser» werden vor dem Fermentzusatz 6 Stunden unter Sauerstoff von 10 Atm. belassen; danach werden zu allen 4 Proben je 0,3 ccm einer 0,4%igen Trypsinlösung zugesetzt. Nach 16 Stunden bei 39–40° zu allen Proben 4,0 ccm $n/1$ -Essigsäure; der Niederschlag wird, bei allen Proben gleichmäßig mit 50 ccm Wasser, aufs Filter gebracht. Filtrat auf 150 ccm aufgefüllt. Hiervon in je zweimal 50 ccm der Stickstoff nach Kjeldahl bestimmt.

Nr.	Gas	N in $n/4$ ccm Lauge für je 50 ccm Filtrat		Also verdauter N für die ganze Probe [Gesamt-N = 19,8 ccm]	Ände- rung
1.	} unter Luft	1,20	1,25	3,66	—
2.		1,19	1,21	3,60	
3.	} unter Sauer- stoff von 10 Atm.	1,20	1,18	3,57	— 0,05
4.		1,20	1,20	3,60	

Versuch X. Mit Trypsin. Ähnliche Anordnung wie im vorhergehenden Versuch. Caseinlösung 0,3%. Sauerstoffproben vor Trypsinzusatz 4 Stunden unter Sauerstoff von Atm. Nach 14 stündiger Verdauung mit 3,0 ccm $n/4$ -Essigsäure gefällt usw.

Nr.	0,05%ige Trypsinlösung in ccm	Gas	Verdauter N (im Mittel von 2 Analysen) in ccm $n/4$ -Lauge für die ganze Probe [Gesamt-N = 10,40]	Änderung
1.	1,0	unter Luft	9,42	9,10
5.			8,79	
2.		unter Sauerstoff von 10 Atm.	8,46	8,73
6.			9,00	
3.	4,0	unter Luft	10,56	10,42
7.			10,29	
4.		unter Sauerstoff von 10 Atm.	10,08	9,94
8.			9,81	

Versuch XI. Mit Pepsin. Je 100 ccm einer 0,3%igen Caseinlösung in 0,2%iger HCl-Lösung in weite Reagenzgläser. Die Sauerstoffproben 6 Stunden lang vor dem Fermentzusatz unter Sauerstoff von 10 Atm. Zu je 4 Proben 1,0 ccm bzw. 4,0 ccm 0,5%ige Pepsinlösung. Nach 14 Stunden bei 37° mit 4,5 ccm gesättigt. Natriumacetatlösung gefällt. Filtriert usw. wie in Versuch IX. Vier Proben mit 4,0 ccm Fermentlösung sind sämtlich völlig verdaut, so daß keine quantitative Bestimmung möglich ist.

Nr.	Pepsin in ccm	Gas	Verdauter N [Gesamt-N = 11,0]	Änderung
3.	1,0	unter Luft	10,26	10,24
5.			10,23	
2.		unter Sauerstoff von 12,5 Atm.	verloren	— 0,13
4.			10,11	

Diese 3 Versuche zeigen wiederum sämtlich Unterschiede, die in der Richtung einer Hemmung der Verdauung durch komprimierten Sauerstoff liegen, indessen ist die Hemmung so gering bzw. die Fehlergrenzen der Methode relativ zu groß, um etwas Sicheres auszusagen.

Die bisherigen Versuche sind mit Methoden angestellt, die beim Trypsin nur die eine Seite seiner Fähigkeit, die eigentlich proteolytische berücksichtigen, nicht aber die pepto-

lytische. Diese läßt sich leicht durch die Formoltitration nach Sörensen beobachten.

In Vorversuchen konnten wir zunächst die Angaben Sörensens bestätigen, daß seine Methode sich sehr gut zu quantitativen Bestimmungen der Verdauung von Albumosen und Peptonen eignet. Die Übereinstimmung von Proben gleicher Behandlung ist eine ausgezeichnete.

Durch Zusatz von Toluol bezw. Fluornatrium suchten wir die Bakterienentwicklung zurückzuhalten.

Versuch XII. In jede Probe 50 ccm 4%ige Witte-Peptonlösung, dazu 10,5 ccm $n/10$ -KOH und 5 ccm Toluol; mit 0,2%iger Pankreatinlösung (Pankreatin absol. Merk in 0,1%iger Sodalösung) und Wasser werden alle Proben auf das Volumen von 156 ccm gebracht. Zur Titration werden je 20 ccm der Proben mit 10 ccm Formolmischung [100 ccm Formol, 2 ccm 0,5%ige Phenolphthaleinlösung durch 27,5 $n/10$ -KOH neutralisiert] benutzt.

Nr.	Pan- kreatin- lösung in ccm	Vor der Ver- dauung	Verbrauch an ccm $n/10$ -KOH					
			nach 16 $\frac{3}{4}$ Std.	also ver- daut	nach 42 $\frac{1}{2}$ Std.	also mehr verdaut	nach 92 $\frac{1}{2}$ Std.	also mehr verdaut
1 a	20	6,95	11,63	4,68	12,09	0,46	14,38	2,29
1 b		7,08	11,65	4,57	12,08	0,43	14,30	2,22
1 c		7,01	11,66	4,65	12,05	0,39	14,30	2,25
2 a	50	7,70	13,09	5,39	14,75	1,66	verloren	
2 b		7,75	13,09	5,34	14,70	1,61	15,80	1,10
3 a	64	7,98	13,75	5,77	15,22	1,47	16,65	1,43
3 b		7,95	13,70	5,75	15,22	1,52	16,65	1,43

Versuch XIII. Ähnliche Anordnung wie bei Versuch XII.

Nr.	Zusätze	Verbrauch an ccm $n/10$ -KOH				
		vor der Verdauung	nach 14 Std.	also verdaut	nach 60 Std.	also mehr verdaut
1 a.	0,4% an NaFl	7,90	12,84	4,94	15,27	2,43
1 b.		7,90	12,85	4,95	15,22	2,37
2 a. ¹⁾	5 ccm Toluol	7,60	13,15	5,55	15,85	2,70
2 b. ¹⁾		7,60	13,15	5,55	15,75	2,60

¹⁾ Das Verdauungsgemisch von 2a und 2b war vielleicht, was Alkali- oder Fermentgehalt anlangt, etwas anders zusammengesetzt wie von 1a und 1b; es fehlt die genaue Angabe im Protokoll.

Wir haben in den folgenden Versuchen auch die Sörensensche Formolmethode bei der Verdauung von nativem Eiereiweiß benutzt. Diese ist aber durch Trypsin, wie schon wiederholt festgestellt wurde (vgl. z. B. Oppenheimer und Aron¹⁾), eine sehr langsame, die Bestimmung der Aminosäuren gibt daher in kurzdauernden Versuchen nur sehr kleine Werte.

Versuch XIV. I. Peptongemisch. 12 g Witte-Pepton in 300 ccm Aq., dazu 1,8 g NaFl und 40 ccm n_{10} -KOH; zum Ganzen dann gleiches Volumen 0,2%ige Pankreatinlösung in 0,1% Soda. — Je 100 ccm der Mischung in weite Zylinder, zwei hiervon in ein Präparatenglas mit Luft, zwei andere in den Druckapparat unter Sauerstoff von 13,0—13,5 Atm. Dauer 19 Stunden bei 38—39°. Zur Titration je 20 ccm der Proben und 10 ccm Formolmischung.

II. Eiereiweißgemisch. 30 ccm Hühnereiweiß in 90 ccm Aq., dazu 0,96 g NaFl und 15 ccm n_{10} -KOH, hierzu bis zum Gesamtvolumen von 320 die obige Pankreatinlösung.

Nr.	Gas	In ccm n_{10} -KOH			Änderung	
		vor der Verdauung	nach 19 Stunden	also verdaut		
Gem. I.						
1.	} unter Luft	} im Mittel von 2 Bestimmungen des Gemisches vor der Verteilung 7,89	12,42	} 12,46	4,57	—
2.			12,50			
3.	} unter Sauerstoff von 13,2 Atm.		12,48	} 12,45	4,56	
4.			12,42			
Gem. II.						
5.	} unter Luft	0,35	1,65	1,30	—	
6.		0,33	1,10?	?0,77	—	
7.	} unter Sauerstoff von 13,2 Atm.	0,33	1,65	1,32	} 1,34 + 0,04	
8.		0,31	1,68	1,37		

¹⁾ Oppenheimer und Aron, Hofmeisters Beiträge, Bd. IV, S. 281 (1903).

Versuch XV. I. Peptongemisch, wie in Versuch XIV; desgl. II. Eiereiweißgemisch, nur enthält es 35 g Eiereiweiß.

Nr.	Gas	In ccm $\frac{n}{10}$ -KOH			Änderung	
		vor der Verdauung	nach 23 Stunden	also verdaut		
Gem. I.						
1.	} unter Luft	} im Mittel	12,20	} 12,20	} 5,77	—
2.			12,20			
3.	} unter Sauerstoff von 12,5 Atm.	} 6,43	12,00	} 12,02	} 5,59	— 0,18
4.			12,05			
Gem. II.						
5.	} unter Luft	} im Mittel	1,97	} 1,96	} 1,26	—
6.			1,95			
7.	} unter Sauerstoff von 12,5 Atm.	} 0,70	1,90	} 1,86	} 1,16	— 0,10
8.			1,82			

Versuch XVI. Ähnliche Anordnung wie bei den vorhergehenden Versuchen, nur sind gleichzeitig Proben mit verschiedenem Alkaleszenzgrade untersucht.

I. Die Peptonlösung besteht aus 20 g Witte-Pepton in 500 ccm 0,1%iger Sodalösung mit 3 g NaFl; zu der einen Hälfte der Lösung sind 33 ccm $\frac{n}{10}$ -KOH, zu der andern 66 ccm hiervon gesetzt, bevor sie durch 0,2%ige Pankreatinlösung auf das doppelte Volumen gebracht wurden.

II. Die Eiereiweißlösung besteht aus 60 ccm Hühnereiweiß, 180 ccm 0,1%iger Sodalösung, 2 g NaFl, das Ganze mit 0,2%iger Pankreatinlösung auf 640 ccm aufgefüllt. Zu der einen Hälfte des Gemisches kommen 15 ccm Aq., zur andern 15 ccm $\frac{n}{10}$ -KOH.

Nach der Verdauung wurden die Proben bakteriologisch untersucht. Selbst die nicht sterile Probe ist wohl verwertbar, da sie vollkommen mit der sterilen Vergleichsprobe übereinstimmt. Also NaFl in 0,3%iger Lösung ist, wie wir auch bei unsern Autolyseversuchen¹⁾ erwähnt haben, ein recht geeignetes Desinficiens für solche kurzdauernde Fermentversuche.

¹⁾ E. Laqueur, Diese Zeitschrift, Bd. 79, S. 44 (1912).

Nr.	Normalität an KOH	Gas	In ccm n_{10} -KOH					
			vor der Ver- dauung	nach 20 Stunden	also ver- daut	Ände- rung		
Gem. I								
1.	ca. n_{170}	unter Luft	im Mittel	13,30	13,31	4,08	+ 0,31	
2.				13,33				
3.		unter Sauerstoff von 12,5 Atm.	9,23	13,65	13,62	4,39		
4.				13,60				
5.	ca. n_{95}	unter Luft	im Mittel	12,83	12,82	4,52		
6.				12,82				
7.		unter Sauerstoff von 12,5 Atm.	8,30	12,65	12,66	4,36		- 0,16
8.				12,67				
Gem. II								
9.	0,0	unter Luft	im Mittel	2,15	2,11	0,74		
10.				2,04				
11.		unter Sauerstoff von 12,5 Atm.	1,37	2,09	2,09	0,72	- 0,02	
12.				2,09				
13.	ca. n_{218}	unter Luft	im Mittel	1,50	1,50	0,25		
14.				1,50				
15.		unter Sauerstoff von 12,5 Atm.	1,25	1,60	1,59	0,34	+ 0,09	
16.				1,58				

Die Proben bis auf 6, 10, 12, 16 steril.

Die drei letzten Versuche lassen keinen Einfluß des komprimierten Sauerstoffs auf die peptolytische Komponente des Trypsins erkennen.

Aus sämtlichen Versuchen über die Wirkung des Sauerstoffs geht also hervor: Sauerstoff hat auf die Verdauung durch Pepsin und Trypsin einen hemmenden Einfluß, der unter gewöhnlichem Druck kaum zu erkennen, unter erhöhtem Druck mit manchen Methoden deutlich ist. — Die Wirkung auf das Trypsin scheint im wesentlichen an einer Hemmung der proteolytischen Komponente zu liegen, während auf die peptolytische kein Einfluß zu erkennen ist.

Paul Bert¹⁾ fand früher, daß Pepsin, das während 17 Tagen

¹⁾ P. Bert, La pression barométrique. Paris 1878.

komprimierter Luft von 15 Atmosphären ausgesetzt war, Weißei ebensogut wie eine Kontrollprobe verdaute. Dies Resultat stellt keinen Widerspruch zu unseren Ergebnissen dar. Einmal ist der hierbei angewandte Druck auf Sauerstoff bezogen erheblich geringer als der von uns benutzte (3 Atm. gegen 8—13,5 Atm.), dann aber ist es auch durchaus möglich, daß durch den Sauerstoff zwar nicht das Ferment an und für sich geschädigt wird, deswegen aber doch der von ihm veranlaßte Prozeß sich langsamer vollzieht. Für diese, uns ja allein interessierende, Frage kommen die mit der Bertschen Versuchsanordnung erhaltenen Resultate also überhaupt nicht in Betracht.

Einfluß des Stickstoffs.

Da der Sauerstoff unter Atmosphärendruck fast keinen und unter erhöhtem Druck nur einen geringen Einfluß hatte, begnügten wir uns mit wenigen Versuchen beim Stickstoff und zwar wandten wir nur Stickstoff unter erhöhtem Druck an.

Versuch Va. Die gleiche Anordnung wie in Versuch II (s. S. 241), nur wird der Druckapparat statt mit Sauerstoff mit komprimiertem Stickstoff gefüllt. Die Sättigung fand bei 7 Atm., der eigentliche Versuch bei 10 Atm. N₂-Druck statt. Zusätze von 1,6, 1,2, 0,8, 0,4, 0,0 ccm Trypsinlösung. Die beiden gleichartigen Kontrollproben der Luft- und N-Reihen stimmen völlig überein. Die Proben mit 1,6 und 1,2 ganz verdaut, Probe mit 0,8 Spur Opalescenz, mit 0,4—0,0 zunehmende Trübung, Probe mit 0,2 aber erheblich weniger als mit 0,0. Die nicht ganz verdauten Proben unter komprimiertem Stickstoff sind vielleicht eine Spur weniger trübe als die entsprechenden Luftproben.

Resultat: Es besteht kein oder ein eher nach der Seite der Förderung liegender Einfluß des komprimierten Stickstoffs bei der Trypsinverdauung

Versuch Vb. Gleiche Anordnung wie in Versuch II B. (s. S. 242) und wie oben in Versuch Va.

Zusätze von 2,0, 1,0, 0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0,0 ccm Pepsinlösung.

Die beiden gleichartigen Kontrollproben der Luft- und N-Reihen stimmen völlig überein. Keine Probe ist ganz verdaut, die Reihen der verschieden starken Verdauung sehr deutlich, auch die Proben mit 0,2 noch deutlich geringere Trübung als in den Proben ohne Pepsin.

Zwischen den Luft- und Stickstoffreihen kein Unterschied.

Resultat: Komprimierter Stickstoff hat keinen Einfluß auf die Pepsinverdauung.

Durch diese Versuche ist auch entschieden, daß die Hemmung durch komprimierten Sauerstoff in den obigen Versuchen mit der Großschen Methode eine wirkliche und nicht nur eine vorgetauschte ist. Daran müßte man nämlich denken: nach der Dekompression bilden sich in den Druckproben öfter Gasblasen, und diese könnten die Ausfällung des übrig gebliebenen Eiweißes vollständiger machen und so eine geringere Verdauung vortäuschen. Da also mit komprimiertem Stickstoff negative Resultate erhalten sind, so ergibt sich, daß die Hemmung durch den komprimierten Sauerstoff nicht durch den Druck als solchen, sondern durch den Sauerstoff selbst zu erklären ist.

Im folgenden Versuch ist noch der Einfluß des komprimierten Stickstoffs auf die peptolytische Komponente des Trypsins untersucht.

Versuch XVI. Die gleiche Anordnung wie in Versuch XIV.

5% Witte-Pepton in Aq. dest. gelöst, das 0,1% Na_2CO_3 und 0,5% NaFl enthält.

Von dieser Peptonlösung drei Gemische bereitet:

- A. 125 ccm W.-Peptonlsg. + 30 ccm Aq. + 125 ccm 0,2% Pankreatinlösung
 B. 125 > > + 30 > n_{10} -KOH + 125 ccm 0,2% Pankr.-Lösung.
 C. 125 > > + 30 > > + 125 > 0,4% >

Zu jeder Probe 55 ccm von einem der Gemische. — Zur Titration je 20 ccm Gemisch + 10 ccm Formolmischung.

Nr.	Gemisch	Gas	In ccm n_{10} -HOH			Änderung
			vor der Verdauung	nach 21 1/2 Stunden	also verdaut	
1.	A	unter Luft	im Mittel 7,30	15,97	16,00	8,70
2.				16,03		
3.		unter Stickstoff von 12 Atm.		15,35	15,32	8,02
4.				15,30		
5.	B	unter Luft	im Mittel 6,22	16,52	16,49	10,27
6.				16,46		
7.		unter Stickstoff von 12 Atm.		16,94	16,43	10,21
8.				15,93		
9.	C	unter Luft	im Mittel 7,92	21,41	21,41	13,49
10.				21,41		
11.		unter Stickstoff von 12 Atm.		20,84	20,94	13,02
12.				21,04		

Soweit sich aus diesen drei Ergebnissen schließen läßt, übt der komprimierte Stickstoff keinen oder einen schwach hemmenden Einfluß auf die Peptolyse durch Trypsin aus.

Die Stickstoffversuche zusammenfassend, können wir wohl sagen: daß der komprimierte Stickstoff ohne Einfluß auf die Pepsin- und Trypsinverdauung ist.

Einfluß der Kohlensäure.

Hier untersuchten wir die Wirkung der Kohlensäure nur auf das Pepsin, da uns die ganze Frage der Beeinflussung der Fermentprozesse durch Gase nur im Hinblick auf deren Einfluß auf die Autolyse interessierte. — Bei Trypsin liegt bekanntlich das Optimum seiner Wirksamkeit bei schwacher Alkaleszenz, und darum wird es, sobald Reaktionsveränderungen durch das zu untersuchende Agens auftreten, von vornherein ein gegensätzliches Verhalten zum autolytischen Ferment zeigen, dessen Optimum bei saurer Reaktion liegt. — Um die Verschiebung der Reaktion durch Kohlensäure genau zu bestimmen bzw. um den Anteil dieser Reaktionsverschiebung an einer etwaigen Wirkung der Kohlensäure auf die Trypsinverdauung zu beurteilen, hätte es ausgedehnter Versuche, u. a. des Vergleichs mit andern Säuren bedurft. Wir würden wohl solche angestellt haben, wenn sich beim Pepsin ein irgendwie erheblicher Einfluß gezeigt hätte. Wie die folgenden Versuche zeigen, fehlt aber ein solcher.

Versuch IIa. Anordnung wie bei Versuch II. 4 gleiche Reihen von Reagenzgläsern, gefüllt mit 0,1 % iger Caseinlösung in 0,2 % iger HCl und mit fallenden Zusätzen von 2,0, 1,0, 0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0,0 ccm 0,001 % iger Pepsinlösung. Je 2 Reihen kommen in ein Standgefäß, von denen das eine mit Luft, das andere mit CO₂ gefüllt wird. Dauer der Verdauung 16 Stunden bei 37°. — Zusatz von 3 ccm gesättigter Natriumacetatlösung.

Die beiden Luftreihen unter sich ebenso wie die beiden CO₂-Reihen völlige Übereinstimmung. In den Proben mit 2,0 ist die Verdauung fast vollständig, nur geringe Opaleszenz. Jede CO₂-Probe ist etwas stärker opalescent bzw. trübe als die entsprechende Luftprobe, nirgends ist aber der Unterschied so groß, daß die Trübung der CO₂-Probe die der nächstfolgenden Luftprobe erreichte.

Resultat: Hemmung durch Kohlensäure.

Versuch Ia. Dieselbe Anordnung wie im vorhergehenden Versuch, nur kommen die CO₂-Proben in den Druckapparat und zwar unter CO₂ von 9 Atm.

Die 4 Reihen stimmen völlig untereinander überein. Die Verdauung ist in den Proben mit dem stärksten Zusatz von 2,0 fast vollständig und in den Proben mit 0,2 noch deutlich gegenüber den Proben ohne Pepsin.

Resultat: Kein Einfluß der komprimierten Kohlensäure.

Die nächsten Versuche sind wieder mit Mettschen Rörchen angestellt.

Versuch XIX. Je 3 Eiweißrörchen in Wiegegläschen, dazu Pepsinlösung (0,1% Pepsin. puriss. [Grübler] in 0,19%iger HCl) und 0,19%ige HCl. Die Gläschen in Standflaschen, die etwas Aq. enthalten. Die eine Standflasche bleibt mit Luft gefüllt, durch die andere geht ¼ Stunde CO₂ hindurch und außerdem wird noch durch jedes der Gläschen 2 Minuten CO₂ durchgeleitet und zwar nach jeder Messung.

Nr.	Pepsinlösung in ccm	0,19% HCl	Gas	Verdauung in mm am Ende des Rörchens im Durchschnitt von 6 Werten ¹⁾					
				nach 24 Std.	Ände- rung	nach 49 Std.	Ände- rung	nach 74 Std.	Ände- rung
1.	0,1	9,9	Luft	0,75 ^{*)}		1,62		2,52	
2.			CO ₂	0,44	- 0,31	1,27	- 0,35	2,08	- 0,44
3.	1,0	9,0	Luft	2,14		3,92 ^{*)}		>5,54 (4) ¹⁾	eine Röhre ganz verdaut
4.			CO ₂	1,96	- 0,18	3,52	- 0,40	5,09 ^{*)}	>- 0,45
5.	10,0	0,0	Luft	4,73		>7,01	alle 3 Rörchen ganz verdaut		
6.			CO ₂	4,54	- 0,19	>7,50	ein Rörchen ganz verdaut	>8,22	alle Rörchen ganz verdaut

¹⁾ In manchen Fällen war die Grenze zwischen verdaulichem und unverdaulichem Teil des Eiweißzylinders nicht klar oder ein Ende des Rörchens war nicht glatt u. dgl., so daß eine Messung nicht möglich war. Es ist dann in Klammern die Zahl der gemessenen Werte hinzugefügt.

^{*)} Eine zweite Bestimmung ergab: bei 1 nach 24 Stunden: 0,70; bei 3 nach 49 Stunden: 3,98; bei 4 nach 74 Stunden: 5,00.

Versuch XX. Dieselbe Anordnung wie in Vs. XIX.

Nr.	Pepsin- lösung in ccm	0,19% HCl	Gas	Durchschnittliche Verdauung				
				nach 16 Std.	Ände- rung	nach 42 Std.	Ände- rung	
1.	0,2	9,8	Luft	0,29	+ 0,0	1,07	(5) ¹⁾	
2.			CO ₂	0,29		1,06		- 0,01
3.	1,0	9,0	Luft	0,89	- 0,12	2,67	(5) ¹⁾	
3a.				0,95		1,02		2,82
4.			CO ₂			0,83		2,42
5.	10,0	0,0	Luft	2,14	- 0,37	6,23		
6.			CO ₂	1,77		5,03		- 1,20

In den 17 Fällen besteht 2 mal kein Unterschied und 15 mal ist die Verdauung in den Kohlensäureproben geringer.

Da es aber möglich war, daß die hier gefundene Hemmung durch die Kohlensäure nicht wirklich ihr selbst zuzuschreiben ist, sondern nur dem geringfügigen Schütteln, das bei ihrer Durchleitung durch die Pepsinlösung eintritt, so wurden noch zwei Versuche angestellt, in denen dieser methodische Fehler herausfällt bzw. überhaupt vermieden wird.

In Versuch XXI ist durch die unter Luft stehenden Gläschen eben solange Luft wie durch die CO₂-Gläschen Kohlensäure geleitet worden, in Versuch XXII ist von jeder Durchleitung durch die Gläschen abgesehen, es wird vielmehr nur eine Kohlensäure-Atmosphäre in der Standflasche hergestellt, da ja bei der langen Zeit der Verdauung Sättigung der nur 10 ccm betragenden Verdauungsflüssigkeiten eintreten muß. Außerdem wurden in diesen beiden Versuchen stets Doppelproben angestellt, um den Unterschied zwischen den Werten zweier Gläschen gleicher Behandlung zu ermitteln. Die Abweichungen sind im Durchschnitt von 15 Bestimmungen 0,09 mm, und erreichen, sofern man nur die mindesten aus 4 Werten gebildeten Zahlen in Betracht zieht, nur einmal die Höhe von 0,2 mm. Der Messungsfehler, wobei hier nochmals darauf hingewiesen sei, daß die Messungen ohne Kenntnis, um welche Probe es

¹⁾ S. Anm. 1 auf der vorhergehenden Seite.

sich handelt, vorgenommen wurden, beträgt im Durchschnitt von 5 Bestimmungen 0,05 mm; er kann bis 0,09 gehen.

Versuch XXI. Anordnung wie in den vorhergehenden Versuchen. Durch die Standflaschen wird gleichmäßig Luft bez. CO₂ geleitet und ebenfalls durch jedes einzelne Gläschen gleichmäßig 2 Minuten Luft bez. CO₂.

Nr.	Pepsin- lösung in ccm	n/10- HCl	Gas	Durchschnittliche Verdauung in mm				
				nach 18 Std.	Ände- rung	nach 44 Std.	Ände- rung	
1.	1,0	9,0	Luft	1,15	1,09	2,69	2,59	
2.				1,04				
3.			CO ₂	0,90	0,99 (5) ¹⁾	- 0,10	2,34	2,39 (4)
4.				1,08				
5.	10,0	0,0	Luft	2,67	2,66 (5)	6,06	6,04	
6.				2,66				
7.			CO ₂	2,74 ²⁾	2,65 (5)	- 0,01	6,29	6,13 ³⁾
8.				2,56				

Versuch XXII. Dieselbe Anordnung wie bei Versuch XXI.

Nr.	Pepsin- lösung in ccm	n/10- HCl	Gas	Durchschnittliche Verdauung in mm				
				nach 19 Std.	Ände- rung	nach 40 Std.	Ände- rung	
1.	1,0	9,0	Luft	1,45	1,41	2,87 ⁴⁾	2,84	
2.				1,37				
3.			CO ₂	1,28	- 0,13	2,75	- 0,09	
4.				verloren				verloren
5.	10,0	0,0	Luft	3,42	3,34	6,59	6,53	
6.				3,27				
7.			CO ₂	3,52	3,53 (5)	+ 0,19	6,78	6,80 (5)
8.				3,54				

Die beiden letzten Versuche zeigen, daß in der Tat die in den beiden vorhergehenden Versuchen gefundene Hemmung durch

¹⁾ S. Anm. 1 auf S. 254.

²⁾ Eine zweite Messung bei 7 nach 18 Stunden ergab: 2,72.

³⁾ Das Mittel ist hier aus den 8 gemessenen Werten genommen.

⁴⁾ Eine zweite Messung bei 1 nach 40 Stunden ergab: 2,85.

Kohlensäure nur durch einen methodischen Fehler vorgetäuscht war, und daß sich bei seiner Vermeidung die Einflußlosigkeit der Kohlensäure auf die Pepsinverdauung ergibt, soweit sie sich wenigstens mit dem Mettschen Verfahren nachweisen läßt; mit der Großschen Methode konnten wir ja eine geringe Hemmung durch Kohlensäure feststellen.

Wir haben uns hier begnügt, die Wirkung der Kohlensäure nur unter den erwähnten für Pepsin optimalen Bedingungen zu untersuchen, also in Lösungen, die stets HCl enthalten. Ein spezifischer Einfluß der Kohlensäure, der also von ihrer Eigenschaft als Säure unabhängig ist, könnte sich so am ehesten zeigen.

Im Gegensatz zu unsern Resultaten steht die Angabe E. Manns, wonach Kohlensäure eine Förderung der Pepsinverdauung bewirkt. Mann leitete durch Lösungen von 0,5 g Peps. germanic. in 0,2%iger HCl, in denen sich 0,5 g gekochtes Hühnereiweiß befanden, Kohlensäure bzw. Luft und fand, daß die Verdauung in den CO₂-Proben nach 4 Std. 25 Min., in den Luftproben aber erst nach 5 Std. 5 Min. beendet war, daß mithin Kohlensäure einen günstigen Einfluß ausübt. Es erscheint uns zweifelhaft, ob die Methode, bei der also das Verschwinden der Eiweißbrocken als Vergleich der Verdauungsleistung gewählt wird, ausreichend ist, um solche Schlüsse zu ziehen. Die Geschwindigkeit des Gasstroms ist für die Luft und CO₂-Proben wohl schwer ganz gleichmäßig zu halten. Nach zweierlei Richtung hat dies aber einen Einfluß auf die Verdauung. Das von der Durchleitungsgeschwindigkeit abhängige, mehr minder starke Schütteln der Lösung hat einerseits eine mehr oder weniger ungünstige Wirkung auf das Ferment, andererseits aber wirkt es günstig, indem es die Eiweißstücke immer wieder mit neuer Fermentlösung in Berührung bringt, ein Moment, auf das Mann selbst aufmerksam macht. Er erwähnt aber nicht, daß er darauf geachtet hat, die beiden Gasströme gleich stark zu halten. Es scheint dies auch kaum der Fall gewesen zu sein, da die Versuche mit Luft-

¹⁾ E. Mann, Inaug.-Dissert. Erlangen 1897.

durchleitung an einem andern Tage wie die mit Kohlensäure-durchströmung angestellt sind. Ferner ist auffallend, daß Luft-durchleitung gar keinen Effekt hatte, d. h. keinen Unterschied in der Verdauung gegenüber den ruhig stehenden Proben hervorbrachte. Es deutet dies darauf hin, daß sich die oben erwähnten störenden Momente bei der Durchleitung: Förderung durch Umrühren und Schädigung durch Schütteln, in diesem Falle gerade kompensiert haben, in andern Fällen aber ein nach der einen oder andern Richtung abweichendes Ergebnis herbeiführen können. — Sehr gut scheint übrigens diese ganze Methode zur Bestimmung der Pepsinwirksamkeit nicht zu sein, trotzdem gleich behandelte Proben eine große Übereinstimmung zeigen, denn sie gibt zwischen der Verdauung durch 0,1 und 1,0 g Pepsin einen nur sehr geringen, durch 0,5 und 1,0 g aber überhaupt keinen Unterschied.

Während die Resultate Manns unserm Ergebnisse widersprechen, stimmen Versuche von Langley und Edkins¹⁾ und von Schierbeck²⁾ mit den unseren überein, indem diese Autoren auch eine unbedeutende Hemmung durch Kohlensäure finden.

Die Resultate unserer Untersuchung sind kurz folgende:

Sauerstoff hat unter Atmosphärendruck keinen erkennbaren Einfluß, unter erhöhtem Druck (9—13 Atm.) einen hemmenden. — Beim Trypsin erstreckt sich die Wirkung wohl im wesentlichen nur auf seine proteolytische Komponente, während die peptolytische nicht beeinflußt wird.

Stickstoff unter Druck (ca. 12 Atm.) hat auf die Pepsin- und Trypsinverdauung keinen deutlichen Einfluß.

Kohlensäure unter Atmosphärendruck hemmt die Pepsinverdauung sehr unbedeutend, eine Wirkung, die bei Erhöhung des Druckes auf 10 Atm. noch abnimmt, so daß überhaupt kein Einfluß zu erkennen ist.

¹⁾ Langley und Edkins, Journ. of Physiol., Bd. VII, S. 371, 1886.

²⁾ N. P. Schierbeck, Skand. Arch., Bd. III, S. 344, 1892.

Die Untersuchung ist, wie wir am Anfang der Mitteilung bereits erwähnt haben, mit Rücksicht auf unsere früheren Ergebnisse über die Wirkung von Gasen auf die Autolyse unternommen worden.

Nach unseren obigen Befunden müssen wir sagen, daß der bei der Autolyse konstatierte Einfluß: ausgesprochene Hemmung durch Sauerstoff, sehr starke Förderung durch Kohlensäure, sich bei der Verdauung durch Pepsin und Trypsin nur in gewissem Grade oder so gar ins Gegenteil verkehrt, wiederfindet.

Freilich haben wir diese Fermente nur in ihren normalen, sogar optimalen, Bedingungen untersucht. Wir müssen es darum offen lassen, ob nicht vielleicht Bedingungen hergestellt werden könnten, unter denen eine ähnliche Wirkung der Gase auftritt, wie sie bei der Autolyse zu beobachten ist.
