

Beitrag zur Kenntnis der Wirkung des Pepsins und der Salzsäure.

Von

Emil Abderhalden und Eugen Steinbeck.

(Aus dem physiologischen Institute der tierärztlichen Hochschule. Berlin.)
(Der Redaktion zugegangen am 12. August 1910.)

Durch eine große Zahl von Untersuchungen ist festgestellt worden, daß der Magensaft die Proteine in Peptone zerlegt. Aminosäuren entstehen dabei nicht. Über die Art des Abbaues der Eiweißkörper sind unsere Kenntnisse noch sehr gering. Weder sind wir über die auftretenden Zwischenprodukte orientiert, noch wissen wir etwas über den zeitlichen Verlauf der Spaltung, d. h. wir wissen nicht, ob die Spaltung rasch ihr Ende erreicht, oder ob sich der stufenweise Abbau über längere Zeit hin erstreckt. Um einen Einblick in diese Vorgänge zu erhalten, verfolgten wir den Abbau von Eiweißkörpern mit Hilfe der optischen Methode. Wir hofften charakteristische Änderungen des Drehungsvermögens des Verdauungsgemisches zu erhalten und erwarteten namentlich von vergleichenden Untersuchungen mit verschiedenartigen Eiweißstoffen Aufklärung über die Art der Wirkung des Magensaftes. Um speziell die Wirkung des Pepsins für sich beurteilen zu können, beobachteten wir stets eine Kontrollprobe, die kein Pepsin, wohl aber die dem Magensaft entsprechende Menge Salzsäure enthielt.

Unsere Versuche gliedern sich nach folgenden Fragestellungen:

1. *Wie wirken einerseits Magensaft und andererseits Salzsäure von der gleichen Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf Peptone ein?*

Wir verwendeten zur Entscheidung dieser Frage Peptone, die aus Eiereiweiß, Gelatine und Seide durch Einwirkung von 70%iger Schwefelsäure in der Kälte dargestellt worden waren. Der Magensaft stammte vom Hunde. Er war, wie Vorversuche zeigten, sehr aktiv. Die einzelnen Versuche wurden nun in der folgenden Weise vorgenommen. Wir gaben zu einer bestimmten Menge des Peptons eine abgemessene Menge Magensaft und physiologische Kochsalzlösung. Das Gemisch wurde dann in ein Polarisationsrohr eingefüllt und die Anfangsdrehung

des Gemisches festgestellt. Im Parallelversuch verwendeten wir an Stelle des Magensaftes Salzsäure. Von Zeit zu Zeit beobachteten wir das Drehungsvermögen wieder. Während der ganzen Zeit wurden die Polarisationsröhren bei 37° aufbewahrt.

Das Resultat war folgendes: Die Anfangsdrehung blieb auch bei vielstündiger Einwirkungsdauer des Magensaftes und der Salzsäure fast unverändert, nur beim Eiereiweißpepton zeigten sich geringe Schwankungen. Es ließ sich somit mit Hilfe der optischen Methode weder eine Einwirkung des Magensaftes noch der Salzsäure auf Peptone feststellen. Einige Beispiele aus einer großen Zahl von Untersuchungen, die alle gleichsinnig verliefen, mögen die einzelnen Versuche erläutern.

Es ist nach diesen Befunden von Interesse und für die Beurteilung der Stellung der synthetischen Polypeptide zu den Polypeptiden von Wichtigkeit, daß die bis jetzt zugänglichen Polypeptide von Magensaft nicht angegriffen werden.

2. *Wie verhält sich gelöstes resp. genuines Eiweiß nach Zusatz von Magensaft resp. Salzsäure von der gleichen Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist?*

Die Versuche sind in ganz der gleichen Art durchgeführt worden wie bei der obigen Untersuchung. Wir waren überrascht, zu bemerken, daß der Magensaft und die Salzsäure in ungefähr der gleichen Weise auf das verwendete gelöste Eiweiß — Eiereiweiß, Serumeiweiß, Gelatine — einwirkten. Wir haben eine sehr große Anzahl von Versuchen angestellt und die Beobachtung über längere Zeit ausgedehnt. Die Drehung des Eiweiß-Magensaftgemisches und des Eiweiß-Salzsäuregemisches veränderte sich im Verlauf der Einwirkung des Magensaftes resp. der Salzsäure ziemlich gleichmäßig. Irgend welche Besonderheiten waren nicht festzustellen, vor allen Dingen nicht die typischen Änderungen der Drehungsrichtung, wie sie beim Abbau von Proteinen und Peptonen durch Pankreassaft auftreten. Wir haben auch Versuche mit verschiedenen Konzentrationen der Salzsäure ausgeführt. Bei höherer Konzentration änderte sich die Drehung, wie zu erwarten war, rascher als bei niedriger Konzentration. Auch hier war die Drehungsänderung im allgemeinen eine ganz gleichmäßige. Zu einer Anzahl von Versuchen setzten

wir nachträglich noch Magensaft resp. Salzsäure hinzu. In keinem Falle kam der Einfluß des Pepsins zum Ausdruck.

Die erhaltenen Resultate ergeben, daß mit Hilfe der optischen Methode die Wirkung des Pepsins auf genuines Eiereiweiß, Serumeiweiß und Gelatine sich unter den getroffenen Versuchsbedingungen nicht erkennen läßt. Magensaft und Salzsäure zeigten eine ganz ähnliche Wirkungsweise.

3. Wie verhalten sich Magensaft und Salzsäure von der gleichen Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, gegenüber gelöstem (genuinem) und festem (denaturiertem) Eiweiß?

Nachdem festgestellt worden war, daß bei der Einwirkung des Magensaftes auf Proteine unter den gewählten Bedingungen mit Hilfe der optischen Methode nur die Salzsäurewirkung zur Beobachtung kam, verglichen wir nunmehr in Parallelversuchen den Einfluß des Magensaftes resp. der Salzsäure auf dasselbe Protein in gelöstem und festem Zustande. Ferner ließen wir Magensaft und Salzsäure auf gelöste Gelatine einwirken, anderseits gossen wir Magensaft resp. Salzsäure auf feste Gelatine. Endlich ließen wir Magensaft und Salzsäure auf einige nur in festem Zustand vorkommende Proteine einwirken, nämlich auf Elastin, Bindegewebe, Knorpelgewebe und Horn. Schließlich haben wir auch noch die Einwirkung von Magensaft und Salzsäure auf rohes und gekochtes Muskelgewebe studiert. Die Versuchsanordnung war folgende: Wir gaben in Reagenzgläser das zu untersuchende Eiweiß in bestimmter, genau abgewogener resp. abgemessener Menge. Dann gaben wir zu allen Proben die gleiche Menge Magensaft resp. Salzsäure. Nunmehr stellten wir das Drehungsvermögen des Inhaltes des ersten Röhrchens der Versuchsreihe fest; dann nahmen wir nach einiger Zeit das zweite Reagenzglas, dann das dritte und so fort.

Das Resultat dieser Versuche war ein ganz eklatantes. Während Magensaft und Salzsäure sich gegenüber gelöstem Eiweiß gleich verhielten, zeigte sich bei Verwendung fester Eiweißkörper ein sehr deutlicher Unterschied. Die Salzsäure vermochte die festen Proteine kaum anzugreifen. Die Drehung der Lösung blieb fast unverändert. In den meisten Versuchen trat überhaupt keine Veränderung ein.

Ein ganz anderes Verhalten zeigte der Magensaft. Die

Drehung der Lösung nahm fortwährend zu. Das verschiedene Verhalten des Magensaftes und der Salzsäure gegenüber festen Eiweißkörpern läßt sich in sehr schöner Weise dadurch veranschaulichen, daß man bei den Parallelversuchen mit Magensaft und Salzsäure die Biuretprobe anstellt. Überschichtet man festes Eiweiß mit Salzsäure, so erhält man selbst nach Stunden kaum eine Andeutung einer Biuretprobe, während im Parallelversuch mit Magensaft schon nach relativ kurzer Zeit eine deutliche Biuretprobe erkennbar ist. Die Versuche mit Gelatine machen eine Ausnahme. Hier wirkten die Salzsäure und der Magensaft gleichmäßig auf die von vornherein gelöste und die feste Gelatine ein. Dieses Verhalten beruht offenbar darauf, daß die feste Gelatine in Lösung ging und dadurch sich andere Verhältnisse ergaben, als bei den unlöslichen Eiweißkörpern. Die Versuche mit Gelatine müssen mit ganz kurzen Beobachtungsperioden wiederholt werden. Auch die Versuche mit Muskelgewebe müssen für sich betrachtet werden, weil auch hier speziell beim rohen Muskel lösliche Proteine zu berücksichtigen sind.

Besonders interessant gestalteten sich die Versuche mit Eiereiweiß, das verschieden lange Zeit koaguliert worden war. Hier läßt sich der Unterschied in der Wirkung von Salzsäure und Magensaft sehr deutlich demonstrieren. Bei gelöstem Eiereiweiß war die Einwirkung von Magensaft und Salzsäure ziemlich gleich. Bei Eiereiweiß, das $\frac{3}{4}$ Minuten auf 95° erwärmt worden war, war schon ein recht deutlicher Unterschied zwischen der Magensaft- und Salzsäurewirkung vorhanden. Wurde das Eiereiweiß 2 Minuten auf 95° erwärmt, dann wurde es von Salzsäure kaum noch angegriffen, während der Magensaft eine deutliche Einwirkung zeigte.

Unsere Versuche zeigen somit, daß die Wirkung des Pepsins im Magensaft sich mit Hilfe der optischen Methode nicht feststellen läßt, wenn gelöste resp. genuine Eiweißkörper verwendet werden, wenigstens gilt dies für die von uns gewählten Versuchsbedingungen. Die Wirkung des Pepsins tritt sofort in Erscheinung, wenn koagulierte resp. feste Eiweißkörper verwendet werden. Die gemachten Beobachtungen müssen noch nach vielen Richtungen ergänzt und erweitert werden. Vielleicht läßt sich auf dieser Grundlage ein Einblick in die Art

der Wirkung des Pepsins und seine Bedeutung gewinnen. Wir möchten in Hinsicht auf unsere Feststellung noch darauf hinweisen, daß die Ausfällung des Caseins aus der Milch unter der Einwirkung des Labfermentes vielleicht nicht allein den Zweck hat, das Casein resp. das Paracasein rein mechanisch im Magen für einige Zeit festzuhalten und so der Magenverdauung zugänglich zu machen; offenbar wird gleichzeitig durch die Überführung des Caseins in eine feste Form dem Pepsin die Möglichkeit geboten, seine Wirkung zu entfalten.

Zum Nachweis von Pepsin und speziell zur Unterscheidung von der Säurewirkung dürfte die Anwendung von festen Proteinen und die Verfolgung des Drehungsvermögens oder die einfache Anstellung der Biuretprobe zu empfehlen sein.

Nach den Versuchen verschiedener Forscher¹⁾ dürfte das verschiedene Verhalten von gelösten und festen Eiweißkörpern in erster Linie auf physikalische Beziehungen zwischen Ferment und Substrat zurückzuführen sein. Wir haben bereits einige Versuche nach dieser Richtung unternommen und uns folgende Frage vorgelegt.

4. *Wie verhält sich festes Eiweiß, das kurze Zeit mit Magensaft in Berührung war, nachdem es von Magensaft befreit und in destilliertes Wasser übergeführt worden ist?*

Zur Entscheidung dieser Frage übergossen wir Proteine mit Magensaft. Das Gemisch ließen wir dann 1—2 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur stehen. Dann gossen wir den Magensaft ab und wuschen das Eiweiß mit destilliertem Wasser. Nun setzten wir eine bestimmte Menge destillierten Wassers hinzu und beobachteten nach einiger Zeit das Drehungsvermögen der Flüssigkeit. Während des Versuches wurden die Proben bei 37° aufbewahrt. Es zeigte sich, daß bald Peptonbildung auftrat — erkennbar an dem Auftreten der Biuretreaktion. Die Lösung wurde optisch aktiv.

¹⁾ Vgl. hierzu die Mitteilungen von W. Cramer und A. R. Bearn. The effect of heat on enzyme activity. Journal of physiol., Bd. XXXIV. Proceed. of the physiol. soc., S. XXXVI, 1906. — On Zymoids. The Biochemical Journal, Bd. II, S. 174, 1907. — S. G. Hedin, On extraction by casein of trypsin, absorbed by charcoal. The Bio-chemical Journal, Bd. II, S. 81, 1907. — Über die Aufnahme von Trypsin durch verschiedene Substanzen. Diese Zeitschrift, Bd. L, S. 497, 1907.

Experimenteller Teil.**Versuche zu Fragestellung 1.**

Spaltung von Eiereiweißpeptonlösung durch Magensaft bezw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist.

10 cm- Rohr { 1,25 ccm 10%ige Eiereiweiß-peptonlösung, 6,75 „ Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,49
13	— 0,40
19 ¹ / ₂	— 0,40
24	— 0,40
38	— 0,40
45 ¹ / ₂	— 0,40
47 ¹ / ₂	— 0,41
61	— 0,40
70	— 0,42

10 cm- Rohr { 1,25 ccm 10%ige Eiereiweiß-peptonlösung, 6,75 „ Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,42
13	— 0,40
19 ¹ / ₂	— 0,38
24	— 0,38
38	— 0,37
45 ¹ / ₂	— 0,38
47 ¹ / ₂	— 0,38
61	— 0,38
70	— 0,39

Spaltung von Eiereiweißpeptonlösung durch Magensaft bezw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, bei nachträglichem weiteren Zusatz von Magensaft bezw. Salzsäure.

10 cm- Rohr { 2,5 ccm 10%ige Eiereiweiß-peptonlösung, 5,5 „ Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,88
13	— 0,72
19 ¹ / ₂	— 0,73
24	— 0,70
38	— 0,70
45 ¹ / ₂	— 0,68
47 ¹ / ₂	— 0,71
61	— 0,70
70	— 0,70

Von dem Inhalt des Polarisationsrohres wurde 1 ccm entnommen und dafür 1 ccm Magensaft zugesetzt

71 — 0,57
85 — 0,58

Nochmals 1 ccm entnommen, dann 1 ccm Magensaft zugefügt

86 — 0,51
109 — 0,52

10 cm- Rohr { 2,5 ccm 10%ige Eiereiweiß-peptonlösung, 5,5 „ Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,78
13	— 0,76
19 ¹ / ₂	— 0,75
24	— 0,74
38	— 0,74
45 ¹ / ₂	— 0,74
47 ¹ / ₂	— 0,73
61	— 0,74
70	— 0,73

Von dem Inhalt des Polarisationsrohres wurde 1 ccm entnommen und dafür 1 ccm Salzsäure zugesetzt.

71 — 0,68
85 — 0,66

Nochmals 1 ccm entnommen, dann 1 ccm Salzsäure zugefügt.

86 — 0,59
109 — 0,58

Einwirkung von Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf Gelatine-pepton.

5 cm-Rohr $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ ccm } 10\% \text{ige Gelatine-peptonlösung.} \\ 1 \text{ } \gg \text{ Magensaft,} \\ 2 \text{ } \gg \text{ physiolog. Kochsalzlösung.} \end{array} \right.$

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,34
2	— 0,34
16	— 0,34
18	— 0,34
23	— 0,34
25 ¹ / ₂	— 0,34
40	— 0,34
47	— 0,34
65	— 0,34
72	— 0,34

5 cm-Rohr $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ ccm } 10\% \text{ige Gelatine-peptonlösung,} \\ 1,2 \text{ } \gg \text{ } \frac{1}{10}\text{-n-Salzsäure,} \\ 1,8 \text{ } \gg \text{ physiolog. Kochsalzlösung.} \end{array} \right.$

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,30
2	— 0,30
16	— 0,30
18	— 0,30
23	— 0,30
25 ¹ / ₂	— 0,30
40	— 0,30
47	— 0,30
65	— 0,30
72	— 0,30

Einwirkung von Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf Seiden-peptonlösung.

5 cm-Rohr $\left\{ \begin{array}{l} 0,5 \text{ ccm } 10\% \text{ige Seiden-peptonlösung,} \\ 1 \text{ } \gg \text{ Magensaft,} \\ 2,5 \text{ } \gg \text{ physiol. Kochsalzlösung.} \end{array} \right.$

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,03
1	— 0,03
2	— 0,04
17	— 0,04
19	— 0,04
24	— 0,04
47	— 0,04
68	— 0,04

5 cm-Rohr $\left\{ \begin{array}{l} 0,5 \text{ ccm } 10\% \text{ige Seiden-peptonlösung,} \\ 1,2 \text{ } \gg \text{ } \frac{1}{10}\text{-n-Salzsäure,} \\ 2,3 \text{ } \gg \text{ physiol. Kochsalzlösung.} \end{array} \right.$

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	0
1	0
2	0
17	0
19	0
24	0
47	0
68	0

5 cm-Rohr $\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ ccm Magensaft,} \\ 1 \text{ } \gg \text{ } 10\% \text{ige Seiden-peptonlösung.} \end{array} \right.$

—	— 0,12
1	— 0,13
2	— 0,12
14	— 0,12

5 cm-Rohr $\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ ccm } \frac{1}{10}\text{-n-Salzsäure,} \\ 1 \text{ } \gg \text{ } 10\% \text{ige Seiden-peptonlösung.} \end{array} \right.$

—	— 0,02
1	— 0,01
2	— 0,02
14	— 0,01

Versuche zu Fragestellung 2.

Spaltung von Eiereiweißlösung durch Magensaft
bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft
enthalten ist.

5 cm- { 3 ccm Magensaft
Rohr { + 1 ccm Eiereiweißlösung.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,73
1	— 0,85
2	trübe
4	„
5	„
6	„
7	„
8	„
9	— 0,94
23	— 0,94
26	— 0,94

5 cm- { 3 ccm $\frac{1}{10}$ -n-Salzsäure
Rohr { + 1 ccm Eiereiweißlösung.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,73
1	trübe
2	„
4	„
5	„
6	„
7	„
8	„
9	— 0,85
23	— 0,92
26	— 0,93

Spaltung von Eiereiweißlösung durch Magensaft
bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft
enthalten ist.

5 cm- { 1 ccm Magensaft,
Rohr { 0,5 „ Eiereiweißlösung,
2,5 „ physiol. Kochsalz-
lösung.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,31
1	— 0,31
2	— 0,31
17	— 0,40
19	— 0,40
24	— 0,41
47	— 0,41
68	— 0,41

5 cm- { 1,2 ccm $\frac{1}{10}$ -n-Salzsäure,
Rohr { 0,5 „ Eiereiweißlösung,
2,3 „ physiol. Kochsalz-
lösng.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,26
1	— 0,26
2	— 0,26
17	— 0,38
19	— 0,38
24	— 0,39
47	— 0,42
68	— 0,45

Spaltung von Eiereiweißlösung durch Magensaft
bezw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft
enthalten ist.

5 cm-Rohr { 2 ccm Magensaft,
1 > Eiereiweißlösung,
1 > physiol. Kochsalzlösung.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,63
1 1/2	trübe
2 1/2	>
3 1/2	>
4 1/2	>
19 1/2	— 0,93
23 1/2	— 0,93
28 1/2	— 0,93
43	— 0,93
45	trübe
50	>
67	>
74	>
92	>
99	>
116	>
169	>

5 cm-Rohr { 2,4 ccm 1/10-n-Salzsäure,
1 > Eiereiweißlösung,
0,6 > physiol. Kochsalzlösung.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,46
2	— 0,49
3	— 0,49
4	— 0,53
5	— 0,54
20	— 0,76
24	— 0,80
29	— 0,79
43 1/2	— 0,85
45 1/2	— 0,85
50 1/2	— 0,85
67 1/2	— 0,85
74 1/2	— 0,85
92 1/2	— 0,85
99 1/2	— 0,85
116 1/2	— 0,85
169 1/2	— 0,85

Spaltung von Eiereiweißlösung durch Magensaft bezw. Salz-
säure von derselben Konzentration, wie sie im Magensaft
enthalten ist, bei nachträglichem weiterem Zusatz von
Magensaft bezw. Salzsäure.

5 cm-Rohr { 3 ccm Magensaft,
1 > Eiereiweißlösung.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	trübe
13	— 0,91
17	— 0,91
24	— 0,90
37	— 0,90

Der Inhalt des Röhrchens wurde auf-
geschüttelt, 1 ccm daraus entnommen
und dafür 1 ccm Magensaft zugesetzt,
dann zur Klärung 10 Stunden in den
Eisschrank gestellt.

47	— 0,68
62 1/2	— 0,67
70	— 0,68

5 cm-Rohr { 3 ccm 1/10-n-Salzsäure,
1 > Eiereiweißlösung.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	trübe
13	— 0,90
17	— 0,90
24	— 0,91
37	— 0,95

Der Inhalt des Röhrchens wurde auf-
geschüttelt, 1 ccm davon entnommen und
dafür 1 ccm 1/10-n-Salzsäure zugesetzt,
dann zur Klärung 10 Stunden in den
Eisschrank gestellt.

47	— 0,67
62 1/2	— 0,67
70	— 0,67

Verschiedene Mengen Eiereiweißlösung mit Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, im Reagenzglase angesetzt und im 10 cm-Rohr die Drehung festgestellt.

Drehung des Magensaftes: — 0,06.

I. 1 ccm flüssiges Eiereiweiß
+ 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
17	— 0,87

II. 2 ccm flüssiges Eiereiweiß
+ 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
18	— 1,58

III. 3 ccm flüssiges Eiereiweiß
+ 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
18½	— 2,04

Ia. 1 ccm flüssiges Eiereiweiß
+ 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
17	— 0,79

Ia. 2 ccm flüssiges Eiereiweiß
+ 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
18	— 1,49

IIIa. 3 ccm flüssiges Eiereiweiß
+ 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
18½	nach mehrmaligem Filterieren noch trübe

Verschiedene Mengen Serumeiweiß mit Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, im Reagenzglase angesetzt und im 10 cm-Rohr die Drehung festgestellt.

Drehung des Magensaftes: — 0,06.

I. 1 ccm Serum + 10 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
17	— 0,56

II. 2 ccm Serum + 10 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
17	— 1,04

Ia. 1 ccm Serum + 10 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
17	— 0,48

IIa. 2 ccm Serum + 10 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
17	— 0,88

Wirkung von Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf gelöste Gelatine.

10 cm-Rohr $\left\{ \begin{array}{l} 0,5 \text{ ccm } 10\% \text{ ige Gelatine-} \\ \text{lösung} \\ + 7 \text{ ccm Magensaft.} \end{array} \right.$

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 1,02
14	— 0,92
16	— 0,91
21	— 0,92
24	— 0,92
38	— 0,91
41	— 0,91
46	— 0,91
48	— 0,91
62	— 0,89
66	— 0,90
70	— 0,90

10 cm-Rohr $\left\{ \begin{array}{l} 0,5 \text{ ccm } 10\% \text{ ige Gelatine-} \\ \text{lösung} \\ + 7 \text{ ccm Salzsäure} \end{array} \right.$

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 1,03
14	— 0,91
16	— 0,91
21	— 0,91
24	— 0,91
38	— 0,90
41	— 0,90
46	— 0,90
48	— 0,91
62	— 0,89
66	— 0,89
70	— 0,90

Wirkung von Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf gelöste Gelatine.

10 cm-Rohr $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ ccm } 10\% \text{ ige Gelatine-} \\ \text{lösung} \\ + 7 \text{ ccm Magensaft.} \end{array} \right.$

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 1,81
2	— 1,55
4	— 1,55
6	— 1,55
21	— 1,55
27	— 1,55

10 cm-Rohr $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ ccm } 10\% \text{ ige Gelatine-} \\ \text{lösung} \\ + 7 \text{ ccm Salzsäure.} \end{array} \right.$

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 1,70
2	— 1,45
4	— 1,45
6	— 1,45
21	— 1,44
27	— 1,44

Spaltung von Eiereiweißlösung durch Salzsäure in
verschiedenen Konzentrationen.

5 cm-Rohr { 1 ccm Eiereiweiß
+ 3 ccm $\frac{1}{10}$ -n-Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,60
1	— 0,61
2	— 0,61
17	— 1,02

5 cm-Rohr { 1 ccm Eiereiweiß,
2,25 \cdot $\frac{1}{10}$ -n-Salzsäure,
0,75 \cdot physiol. Kochsalzlösung.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,58
1	— 0,57
2	— 0,58
4	— 0,63
8	— 0,72
21	— 0,87
28	— 0,87
46	— 0,97

5 cm-Rohr { 1 ccm Eiereiweiß,
1,5 \cdot $\frac{1}{10}$ -n-Salzsäure
1,5 \cdot physiol. Kochsalzlösung.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,58
1	— 0,58
2	— 0,57
4	— 0,58
8	— 0,58
21	— 0,63
28	— 0,63
46	— 0,69

5 cm-Rohr { 1 ccm Eiereiweiß,
0,75 \cdot $\frac{1}{10}$ -n-Salzsäure,
2,25 \cdot physiol. Kochsalzlösung.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
—	— 0,51
1	— 0,52
2	— 0,52
4	— 0,51
8	— 0,51
21	— 0,51
28	— 0,51
46	— 0,51

Versuche zu Fragestellung 3.

Wirkung von Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf gleiche Mengen flüssiges resp. genuines und koaguliertes Eiereiweiß.

(Drehung im 10 cm-Rohr festgestellt.)

Drehung des Magensaftes: — 0,19.

Flüssiges Eiereiweiß.

1 ccm genuines Eiereiweiß
+ 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
19 $\frac{1}{2}$	— 0,85
45	— 0,83
68	— 0,84

1 ccm genuines Eiereiweiß
+ 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
19 $\frac{1}{2}$	— 0,70
45	— 0,80
68	— 0,80

Koaguliertes Eiereiweiß (5 Min. bei 75°).

1 ccm Eiereiweiß, koagul.,
+ 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
20	- 0,83
45	- 0,85
68	- 0,86

1 ccm Eiereiweiß, koagul.,
+ 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
20	- 0,16
45	- 0,15
68	- 0,15

Einwirkung von Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf Eiereiweiß, das verschieden lange Zeit koaguliert worden war.

Im 10 cm-Rohr beobachtet.

Drehung des Magensaftes: - 0,19.

von 1 ccm Eiereiweiß
+ 10 ccm H₂O: - 0,35.I. 1 ccm genuines Eiereiweiß
+ 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
25 ¹ / ₂	- 0,72

II. 1 ccm Eiereiweiß, ³/₄ Min. bei 95°
koaguliert + 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
25 ¹ / ₂	- 0,73

III. 1 ccm Eiereiweiß, 2 Min. bei 95°
koaguliert + 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
25 ¹ / ₂	- 0,52

Drehung von 1 ccm Eiereiweiß
+ 10 ccm H₂O: - 0,35.Ia. 1 ccm genuines Eiereiweiß
+ 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
25 ¹ / ₂	- 0,67

IIa. 1 ccm Eiereiweiß, ³/₄ Min. bei 95°
koaguliert + 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
25 ¹ / ₂	- 0,13

IIIa. 1 ccm Eiereiweiß, 2 Min. bei 95°
koaguliert + 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
25 ¹ / ₂	- 0,01

Einwirkung von verschiedenen Mengen Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf eine bestimmte Menge Bindegewebe (Hinterschenkel-fascie vom Pferd). Drehung im 10 cm-Rohr festgestellt.

Drehung des Magensaftes: - 0,12.

I. 1 g Fascie + 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
20	- 2,45

II. 1 g Fascie + 20 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
20	- 1,27

Ia. 1 g Fascie + 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
20	+ 0,01

IIa. 1 g Fascie + 20 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
20	0

III. 1 g Fascie + 30 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
20	- 0,95

IV. 1 g Fascie + 40 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
20	- 0,68

IIIa. 1 g Fascie + 30 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
20	+ 0,01

IVa. 1 g Fascie + 40 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
20	+ 0,01

Wirkung von verschiedenen Mengen Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf eine bestimmte Menge Elastin (Nackenband vom Pferd).
Im 10 cm-Rohr beobachtet.

Drehung des Magensaftes: - 0,06.

I. 1 g Elastin + 10 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
19	- 1,70

II. 1 g Elastin + 20 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
19	- 0,91

III. 1 g Elastin + 30 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
19	- 0,70

IV. 1 g Elastin + 40 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
19	- 0,49

Ia. 1 g Elastin + 10 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
19	- 0,09

IIa. 1 g Elastin + 20 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
19	- 0,05

IIIa. 1 g Elastin + 30 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
19	- 0,03

IVa. 1 g Elastin + 40 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
19	- 0,02

Wirkung von Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf Elastin.
3 Tage lang beobachtet (10 cm-Rohr).

Drehung des Magensaftes: — 0,04.

1 g Elastin + 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
23	— 0,58
49	— 0,88
72	— 1,05

1 g Elastin + 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
23	— 0,06
49	— 0,05
72	— 0,05

Einwirkung von verschiedenen Mengen Magensaft bzw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf eine bestimmte Menge Horn (Hufhorn vom Pferd).

Drehung im 10 cm-Rohr festgestellt.

Drehung des Magensaftes: — 0,04.

I. 1 g Horn + 10 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21½	— 0,68

II. 1 g Horn + 20 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21½	— 0,38

III. 1 g Horn + 30 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21½	— 0,24

IV. 1 g Horn + 40 ccm
Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21½	— 0,20

Ia. 1 g Horn + 10 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21½	+ 0,02

IIa. 1 g Horn + 20 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21½	+ 0,01

IIIa. 1 g Horn + 30 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21½	+ 0,01

IVa. 1 g Horn + 40 ccm
Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21½	+ 0,01

Wirkung von Magensaft bezw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf Horn.

Drehung im 10 cm-Rohr festgestellt.

Drehung des Magensaftes: $-0,04$.

$\frac{1}{2}$ g Horn + 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
22	$-0,38$
49	$-0,55$
73	$-0,68$

$\frac{1}{2}$ g Horn + 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
22	$+0,02$
49	$+0,01$
73	$+0,01$

Wirkung verschiedener Mengen Magensaft bezw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf eine bestimmte Menge Knorpelgewebe (Gelenkknorpel vom Pferd). Drehung im 10 cm-Rohr festgestellt.

Drehung des Magensaftes: $-0,19$.

I. 1 g Knorpel + 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21	$-1,14$

II. 1 g Knorpel + 20 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21	$-0,56$

III. 1 g Knorpel + 30 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21	$-0,44$

IV. 1 g Knorpel + 40 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21	$-0,30$

Ia. 1 g Knorpel + 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21	$+0,02$

Ila. 1 g Knorpel + 20 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21	$+0,01$

IIla. 1 g Knorpel + 30 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21	$+0,01$

IVa. 1 g Knorpel + 40 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
21	0

Wirkung verschiedener Mengen Magensaft bezw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf eine bestimmte Menge Gelatine. Drehung im 10 cm-Rohr beobachtet.

Drehung des Magensaftes: — 0,19.

I. 0,5 g Gelatine + 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
26	— 5,46

II. 0,5 g Gelatine + 20 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
26	— 2,73

III. 0,5 g Gelatine + 30 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
26	— 2,02

IV. 0,5 g Gelatine + 40 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
26	— 1,39

Ia. 0,5 g Gelatine + 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
26	— 5,30

IIa. 0,5 g Gelatine + 20 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
26	— 2,65

IIIa. 0,5 g Gelatine + 30 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
26	— 1,90

IVa. 0,5 g Gelatine + 40 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
26	— 1,30

Wirkung von Magensaft bezw. Salzsäure von der Konzentration, wie sie im Magensaft enthalten ist, auf rohes und koaguliertes Muskelgewebe (10 cm-Rohr).

Drehung des Magensaftes: — 0,12.

1. Rohes Muskelgewebe.

I. 1 g rohes Muskelgewebe + 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
23	— 1,35

II. 1 g rohes Muskelgewebe + 20 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
23	— 0,73

Ia. 1 g rohes Muskelgewebe + 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
23	— 0,36

IIa. 1 g rohes Muskelgewebe + 20 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
23	— 0,13

2. Koaguliertes Muskelgewebe.

I. 1 g koaguliertes Muskelgewebe
+ 10 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
23	— 1,23

II. 1 g koaguliertes Muskelgewebe
+ 20 ccm Magensaft.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
23	— 0,70

Ia. 1 g koaguliertes Muskelgewebe
+ 10 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
23	— 0,09

IIa. 1 g koaguliertes Muskelgewebe
+ 20 ccm Salzsäure.

Einwirkungsdauer (Stunden)	Beobachtete Drehung
23	— 0,04

Versuche zur Fragestellung 4.

Spaltung von Elastin durch Magensaft, der nur kurze Zeit in Berührung mit dem Elastin war.

Versuch 1.

Drehung des Magensaftes: — 0,05.

I.	II.	III.
20 ccm Salzsäure + 1 g Elastin	20 ccm Magensaft + 1 g Elastin	20 ccm Magensaft
	I, II, III wurden 1½ Std. bei Zimmertemperatur aufbewahrt, dann in den Brutschrank gebracht und nach weiteren 15 Stunden das Drehungsvermögen festgestellt.	
Beob. Drehung: 0	Beobachte Drehung: — 0,21.	Beobachte Drehung: — 0,10. Nach weiteren 31 Stunden: — 0,62.

Versuch 2. — Drehung des Magensaftes: — 0,12.

I. 10 ccm Salzsäure + 1 g Elastin	II. 10 ccm Magensaft + 1 g Elastin	III. 10 ccm Magensaft + 1 g Elastin
--------------------------------------	---------------------------------------	--

I, II, III wurden 1 Stunde bei Zimmertemperatur aufbewahrt, dann in den Brutschrank gebracht. Nach 22 Stunden wurde das Drehungsvermögen festgestellt.

Bevor III in den Brutschrank gebracht wurde, wurde der Magensaft abgegossen, das Elastin mit Wasser ausgewaschen und das das Elastin enthaltende Röhrchen, soweit der Magensaft gereicht hatte, mit Wasser angefüllt.

Beob. Drehung
— 0,25

Beobachtete Drehung
— 1,08

Beobachtete Drehung
— 0,99

Spaltung von Bindegewebe (Hinterschenkelfascie vom Pferd) durch Magensaft, der nur kurze Zeit seine Wirkung entfalten konnte (Drehung im 5 cm-Rohr beobachtet).

I. 1 g Fascie + 20 ccm HCl	II. 1 g Fascie + 20 ccm Magensaft	III. 1 g Fascie + 20 ccm Magensaft
-------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

I, II, III wurden 45 Minuten bei Zimmertemperatur stehen gelassen und dann in den Brutschrank gebracht.

Bevor III in den Brutschrank kam, wurde der Magensaft abgegossen, das Bindegewebe mit Wasser ausgewaschen und das das Bindegewebe enthaltende Reagenzglas soweit mit Wasser wieder gefüllt, wie der Magensaft gereicht hatte.

I, II, III verblieben 16 Std. Das Drehungsvermögen des abgegossenen Magensaftes und des zum Auswaschen benutzten Wassers in einem 5 cm-Rohr festgestellt. hatte keine Änderung erfahren.

I.: — 0,03

II.: — 0,71

III.: — 0,70

nach weiteren 10 Stunden:

I.: — 0,05

II.: — 0,87

III.: — 0,80

nach weiteren 15 Stunden:

I.: — 0,10

II.: — 0,95

III.: — 0,84

Die erhaltenen Befunde führen zu mannigfaltigen Fragestellungen. Vor allem wird zu prüfen sein, wie sich das Propepsin gegenüber festen Proteinen verhält. Versuche nach dieser Richtung sind bereits im Gange.