

## XIX.

**Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Verdauung. II.**

Von Prof. e. o. C. A. Ewald und Dr. J. Boas, prakt. Arzt  
in Berlin.

---

In dem 101. Bande dieses Archivs (August 1885) haben wir den ersten Abschnitt einer Versuchsreihe veröffentlicht, welche den Hergang der Verdauung im gesunden menschlichen Magen umfasst.

An jener Stelle haben wir die Methoden angegeben, deren wir uns bei unseren Untersuchungen bedienen und die Verhältnisse der Säurebildung und der Eiweissverdauung besprochen, die Umgestaltung des Amylums aber und das Schicksal der Fette nur nebensächlich berührt. Unsere heutige Mittheilung soll **das Verhalten der Amylaceen und Fette** zum Inhalt haben.

Fragt man nach dem Schicksal des Amylums im Magen, so kommen eine Reihe von Punkten in Betracht, die theilweise bereits in Laboratoriumsversuchen mit künstlicher Verdauung ihre Bearbeitung gefunden haben, theilweise aber solcher Natur sind, dass sie sich nur durch Beobachtung am Menschen lösen lassen. Aber auch den erstgenannten gegenüber schien uns die Bearbeitung derselben am Lebenden von Interesse und Wichtigkeit. Versuche, wie die hier in Frage kommenden, in Kolben und Wärmeschrank oder selbst an den höherstehenden Thieren angestellt, lassen sich, wie schon oft betont, nicht ohne Weiteres auf den Menschen übertragen, sondern erhalten erst durch die Controle an diesem ihren Abschluss. Letztere zu verlangen ist der Arzt jedenfalls berechtigt, dessen höchstes und letztes Ziel unter allen Umständen das Verständniss der Störungen des menschlichen Organismus aus der Erkenntniss des normalen Geschehens sein muss.

Am zweckmässigsten und zugleich kürzesten werden wir die einzelnen hier abzuhandelnden Fragen, gewissermaassen als Capitelüberschriften aufstellen und der Reihe nach zu beantworten suchen.

1. Findet man im Mageninhalt nach Einbringung von Stärke Säuren, nach welcher Zeit und welcher Natur sind dieselben?

Unsere Versuche sind nüchtern Morgens früh mit 1—2 pCt. Stärkeabkochung (Kartoffel- oder Weizenstärke) die jedesmal zu 200—500 ccm gegeben und nach 30 resp. 60 Minuten wieder exprimirt<sup>1)</sup> wurde, angestellt. Anfangs gossen wir dieselbe mit dem Magenschlauch ein, später liessen wir sie trinken, weil wir uns überzeugten, dass dadurch an den Resultaten nichts geändert wurde. Wiederholt wurde vor dem Versuch Wasser getrunken und dasselbe sogleich exprimirt. Immer war der Magen leer, das Wasser mit wenig Schleimflocken versetzt, von neutraler Reaction und konnte, was wir mit Rücksicht auf spätere Versuche besonders betonen wollen, bis auf wenige ccm ja häufig ohne jeden Verlust wieder exprimirt werden.

Es ergab sich nun das auf den ersten Anschein überraschende Resultat, dass auch bei reinem Amylum freie Salzsäure abgesondert wird, welche schon nach 10 Minuten durch die üblichen Reagentien<sup>2)</sup> nachweisbar sein kann, schnell an Menge zunimmt und nach 30—40 Min. eine beträchtliche Höhe erreicht. So z. B. beträgt sie in No. 27 der folgenden Tabelle nach 10 Min. 0,04 pCt. offic. HCl, nach 27 Min. 0,28 pCt. In No. 8 nach 15 Min. 0,13 pCt., in No. 12 nach 30 Min. 0,29 pCt. u. s. f. Doch dürfen wir nicht unterlassen anzuführen, dass in einzelnen Versuchen die Säureabscheidung eine minimale und erst spät auftretende war. Es handelte sich in diesen Fällen, die übrigens die grosse Minderzahl bildeten, nachweislich um Störungen der normalen Verdauungsthätigkeit, theils durch die Menstruation,

<sup>1)</sup> Siehe unsere erste Mittheilung. Dieses Archiv Bd. 101. S. 330.

<sup>2)</sup> *ibid.* S. 331 u. ff. Wir wollen nicht unterlassen, nachträglich hervorzuheben, dass schon Edinger (Untersuchungen z. Physiologie u. Pathologie d. Magens. Leipzig 1881) das frühe Vorkommen freier Salzsäure beobachtet hat.

theils dadurch veranlasst, dass die vorgängige Einverleibung grosser Fettmengen, welche Zwecks anderweitiger Versuche an den vorhergehenden Tagen statt gefunden hatte, einen ungünstigen Einfluss auf die Energie der Saftsecretion ausgeübt hatte. Wir nennen diese Salzsäuresecretion „überraschend“ weil ja, wie bereits bekannt und auch durch unsere Erfahrungen bestätigt wird (s. u.), die Salzsäure bei gewisser Concentration die diastatische Wirkung des Speichels aufhebt, scheinbar also ihre Absonderung in dem vorliegenden Fall überflüssig, ja schädlich für die Amyolyse ist. Wir werden aber im Folgenden sehen, dass dies scheinbare Paradoxon in anderer Weise eine gute Erklärung findet.

Milchsäure<sup>1)</sup> haben wir in unseren zahlreichen Versuchen

<sup>1)</sup> Auf der Naturforscher-Versammlung in Strassburg (1885) hat Herr Cahn bei Besprechung der Reaction mit Eisenchlorid-Carbol auf Milchsäure auf die Fehlerquellen aufmerksam gemacht, welche bei Anstellung derselben statthaben können und dieselbe nur dann für maassgebend erklärt, wenn sie mit dem Aetherrückstand der mit Aether ausgeschüttelten, auf Milchsäure zu prüfenden Flüssigkeit angestellt werde. Wir haben von den in unserer ersten Mittheilung angegebenen Fällen nur etwa ein Dritttheil mit Aether ausgeschüttelt. So könnte es scheinen als ob unsere Angaben an Sicherheit einbüssten. Dem ist aber nicht so und wir halten dieselben in vollem Umfang aufrecht. Die möglichen Irrthümer bei Anstellung der Reaction sind und waren uns wohlbekannt (der Eine von uns hatte auch nochmals gelegentlich seines Vortrages in Strassburg darauf hingewiesen, doch ist der betreffende Abschnitt des für das Tageblatt bestimmten Excerptes offenbar versehentlich in demselben nicht gedruckt worden), lassen sich aber bei einiger Uebung in der Anstellung der Reaction sicher vermeiden. Manche Filtrate ergeben nemlich mit Eisenchlorid ohne Weiteres ein positives Ergebniss — Gelbfärbung der amethystblauen Flüssigkeit — während nach der Aetherausschüttelung die Probe negativ ausfällt. Dies kann drei Ursachen haben. Erstens wird die Reaction durch phosphorsaure Salze vorgetäuscht, ist aber für den Geübten leicht auszuscheiden, weil sie dann nie rein zeisiggelb, sondern trübe, schmutzigblassgelblich ausfällt. Zweitens ist nicht freie Milchsäure, sondern milchsaures Salz vorhanden. Letzteres giebt auch die Eisenchloridreaction, geht aber nicht in den Aether über. Handelt es sich also vorwiegend oder ausschliesslich um milchsaure Salze, was für unsere Zwecke und Betrachtungen nebenbei gesagt gleichgültig ist und war, so kann die directe Reaction positiv, die nach Aetherschüttelung negativ ausfallen. Macht man aber die Milchsäure durch etwas Salzsäure frei, so erhält man auch dann ein positives Resultat. Allerdings geben starke Mineralsäuren

niemals mit Sicherheit nachweisen können. Sie stehen dadurch in striktem Gegensatz zu unseren früheren mit Brod, Kartoffeln oder Fleisch gewonnenen Erfahrungen<sup>1)</sup>. Dies ist auch wohl verständlich. Denn in letzterer Kost ist ein gewisses Quantum Milchsäure schon von vornherein enthalten, wird im Magen ausgelaut und durch die event. Gährungsprozesse, deren Organismen mit der Nahrung eingebracht werden, nur vermehrt. Aus reiner Stärke aber kann Milchsäure nicht anders entstehen als durch Abspaltung aus dem gebildeten Zucker (resp. Maltose), unter dem Einfluss eines der hierfür bekannten Spaltpilze und wunderbar wäre entsprechenden Falles die überraschende Schnelligkeit, mit welcher sich die ganze Stufenfolge der Prozesse vollziehen müsste, die zu ihrer Bildung führt.

Wir wollen übrigens nicht von vornherein in Abrede stellen, dass nicht auch einmal bei reiner Stärke eine gewisse Milchsäurebildung im „gesunden“ Magen vorkommen könnte. Sie muss dann aber, wie wir dies früher gezeigt haben, mit wachsender Salzsäure abnehmen, resp. verschwinden und jedenfalls können wir behaupten, dass die Bildung der Milchsäure bei der Stärkeverdauung kein durch den normalen Verlauf bedingtes und also physiologisches Vorkommniß ist, sondern ein Accidens abhängig von der zufälligen Anwesenheit der betref-

und ebenso absoluter Alkohol auch die Gelbfärbung mit Eisenchlorid, aber erst in Concentrationen, die für uns nicht in Betracht kommen und in den Aether geht die Salzsäure bekanntlich gar nicht resp. nur in Spuren über. Wir haben zur Bekräftigung davon zum Ueberfluss noch besondere Controlproben angestellt. Drittens kommt viel darauf an, dass die Menge des Reagens zu der zu prüfenden Flüssigkeit in richtigem Verhältniss, etwa 1—2 Tropfen auf den mit 5—6 Tropfen Wasser aufgenommenen Rückstand, steht. Andernfalls kann man geringe Säuremengen leicht übersehen.

In allen diesen Fällen giebt der Rückstand auch mit Tropaeolin die Reaction auf freie Säuren, selbst wenn es das ursprüngliche Filtrat — wegen der in ihm enthaltenen Salze — nicht thut.

Wenn man diese Verhältnisse kennt und beachtet, kann man sich sicher vor Irrthümern schützen und genau wissen, wenn die Aetheranschüttelung nöthig ist und wenn nicht. Wir müssen nach unseren Erfahrungen die Eisenchlorid-Carbolreaction für ein ausgezeichnetes und äusserst feines Reagenz auf Milchsäure resp. ihre Salze halten.

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. 101. S. 340 u. ff.

fenden Gährungserreger, die entweder bereits im Magen vorhanden, oder mit der Stärke eingebracht sind. Indessen lassen sich schon a priori mehrere Umstände anführen, welche die Bildung von Milchsäure aus Kleister sehr unwahrscheinlich machen. Wir werden im Folgenden zeigen, dass die HCl-Bildung sehr bald eine Höhe erreicht, bei welcher die diastatische Wirkung des Speichels aufhört, und wie wir in früheren Versuchen<sup>1)</sup> gesehen haben, die Milchsäurebildung gehemmt wird. Es würde also für die Entwicklung der betreffenden auf den Zucker einwirkenden Spaltpilze eine nur überaus kurze Zeit disponibel sein, während die Entwicklung grösserer Mengen der Gährungserreger, soweit wir aus Culturversuchen wissen, immerhin eine längere Zeit erfordert. Ein anderes hier ins Gewicht fallende Moment ist darin zu suchen, dass wie wir nachweisen werden, die Umwandlung der Stärke im Magen nicht bis zur Bildung von Traubenzucker getrieben wird, sondern bei der Bildung von Dextrinen und Maltose stehen bleibt. Soviel uns bekannt, sind über die Einwirkung des Milchsäurefermentes auf Maltose keine Angaben vorhanden, und die Frage bleibt eine offene, ob überhaupt aus Maltose Milchsäure gebildet werden, resp. eine vorgängliche Umsetzung derselben in Traubenzucker durch die Thätigkeit der Spaltpilze bewirkt werden kann. Geben wir aber Semmel und Kartoffel, so führen wir bereits ein gewisses Quantum Zucker ein [in den Kartoffeln etwa 1,3 pCt. nach Schultze und Maerker, im Weissbrot bis zu 4 pCt. (König)], arbeiten also unter anderen Verhältnissen, welche das stete Vorhandensein der Milchsäure erklärlich erscheinen lassen.

So lange wir nun überhaupt noch Flüssigkeit aus dem Magen herausbefördern konnten, d. h. meist nach 60 Minuten, in einzelnen Fällen aber bis zu 120 Minuten, war der Mageninhalt sauer und zwar durch Salzsäure, deren Menge, wie wir dies früher (s. u. erste Mittheilung) schon nachgewiesen haben allmählich wieder abnimmt. Auch aus unseren jetzigen Tabellen geht diese Abnahme deutlich hervor und verweisen wir deswegen auf Tabelle IV, wo mit der zunehmenden Zeit ein unverkennbares Absinken des Säuregrades statt hat. Denn wenn man die

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. 101. S. 353 u. ff.

Höhe der Salzsäureprocente in den 7 Versuchen von 30 Minuten Dauer mit den 6 Versuchen von 60 Minuten vergleicht, so ergibt sich als Gesamtsumme 1,23 gegen 0,67 oder im Mittel 0,17 gegen 0,11 und es würde dieser Unterschied noch viel frappanter werden, wenn wir statt der Procentzahlen die Gesamttacidität angeben könnten. Denn da der Gesamtmageninhalt während der Versuchszeit gleicherweise abgenommen hat, so müssten die niedrigen Procentzahlen, wie wir sie nach 60 Minuten finden, auf absolute Zahlen umgerechnet, noch viel grössere Differenzen gegen die Anfangsstadien aufweisen, als sich den Procentzahlen nach zu ergeben scheint. Wir können aber stetig absinkende Belegzahlen dafür um so weniger anführen, als wir in späteren Stadien fast stets nur so wenig Mageninhalt erhielten, — verdünnen durften wir ihn, wenn wir unter sich vergleichbare Resultate haben wollten, nicht — dass er nur zu den nothwendigen anderen Reactionen, aber nicht mehr zum Titriren ausreichte. Wir waren also zum Theil auf die Schätzung der Intensität der Salzsäure-Reactionen angewiesen und durften es um so eher, als für uns das Factum der Salzsäureabnahme nach früheren Erfahrungen durchaus feststand.

Die folgende Tabelle mag diese Verhältnisse erläutern, resp. belegen. Sie umfasst bei weitem nicht alle unsere Versuche, die sich nebenbei, d. h. bei Untersuchungen die zur Lösung anderweitiger Fragen angestellt waren, zugleich aber auch diese betrafen, im Lauf der Monate, um das Vier- ja Fünffache gesteigert haben. Wie sie hier vorliegt, wurde sie schon am 23. September 1885 in Strassburg, ebenso wie die Tabellen II und III vorgelegt. Es scheint uns aber, dass die Beweiskraft derselben nicht gesteigert wird, wenn wir sie durch weiteres Material ausdehnen wollten.

Es dürfte nicht unwesentlich sein, zu bemerken, dass in allen den Fällen, wo Salzsäuresecretion statthatte, auch Pepsin abgesondert wurde, denn so oft wir auch mit den betreffenden Filtraten Eiweiss- resp. Fibrin-Verdauungsversuche anstellten, — es ist dies nicht in allen, aber in einer grossen Anzahl von Malen geschehen, — liess sich eine gute, d. h. innerhalb der gewöhnlichen Zeit ablaufende Eiweissverdauung constatiren.

## Tabelle I.

I. Gruppe. Stärkelösungen nüchtern gegeben.

Versuchs- No.	Nach wie- viel Minuten untersucht.	Reduction.	Proc. in Trauben- zucker.	Proc. in offic. Salzsäure.
1.	30	?	—	neutral
6.	20	?	—	stark sauer
7.	10	stark	—	neutral
	25	-	—	-
	45	-	—	-
8.	15	-	—	0,13
9.	5	deutlich	—	neutral
10.	30	-	—	-
11.	20	stark	—	0,12
12.	30	-	—	0,29
15.	15	-	—	stark sauer
16.	15	mittel	—	neutral
17.	15	stark	0,28	schwach sauer
18.	20	-	0,44	neutral
19.	20	-	0,78	0,14
20.	10	-	1,77	neutral
23.	7	-	0,14	0,05
	18	-	0,139	0,21
27.	10	-	0,22	0,04
	27	-	0,22	0,28

## 2. Welchen Einfluss haben die freien Säuren auf die diastatische Wirkung des Speichels?

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Verzuckerung der Stärke durch den Speichel zum vornehmlichsten Theil erst im Magen und nur zu einem geringen Theil im Munde vor sich geht. Denn wenn auch die Einwirkung des Speichelfermentes auf das Amylum eine fast momentane ist, so werden die Bissen in der Mundhöhle doch nicht innig genug mit dem Speichel vermischt und zu schnell verschluckt, um bereits dort in toto seiner Wirkung zu unterliegen.

Nebenbei sei bemerkt, dass die eben erwähnte momentane Wirkung des Speichelfermentes in der That wörtlich zu nehmen ist. Solera<sup>1)</sup> fand schon 12 Secunden nach Einleitung der Reaction von Speichel auf Amylum bei Körpertemperatur Spuren von „Traubenzucker“, aber der Prozess nimmt bereits noch früher seinen Anfang. Der Eine von uns (Ewald) hat in seiner

<sup>1)</sup> Solera, Nuove ricerche sulla attività chimica-fisiologica della saliva umana. Pavia 1878.

„Lehre von der Verdauung“ folgenden Versuch angegeben<sup>1)</sup>. Es wurde eine 1procentige Stärkelösung mit frischem menschlichem Speichel und soviel Salzsäure versetzt, dass die diastatische Wirkung des Ptyalins dadurch aufgehoben wurde, auf 37°C. erwärmt und nun im Strahl eine vorher abgemessene, zur Neutralisation ausreichende Menge Alkali zugesetzt. Die so schnell als möglich angestellte Probe mit guter Fehling'scher Lösung ergab bereits das Vorhandensein einer reducirenden Substanz. Nach den Schlägen des Metronoms waren zwischen Zugiessen des Alkalis und Erscheinen der Reduction im Mittel aus 5 solchen Versuchen 4 Secunden verflossen.

Die Möglichkeit, dass alle Stärke bereits in reducirende Substanz verwandelt im Magen anlangt, ist also gegeben. Thatsächlich ist das Verhalten aus den eben angegebenen Gründen ein anderes.

Die Frage nach dem Einfluss des Magensaftes und speciell seiner Säure auf die Amylaceen ist daher eine sehr berechnigte und auch von mehreren Autoren bereits in Angriff genommen. Im Verfolg älterer Versuche von Hammarsten giebt Nylén<sup>2)</sup> an, dass bei 0,1 pCt. (offenbar officineller) Salzsäure sowohl die Zuckerbildung gehemmt, als auch das Ferment zerstört wird. 0,075 pCt. verhinderten zwar auch die Zuckerbildung, liessen aber das Ptyalin — wenn die Einwirkung nicht zu lange statt hatte — zu einem Theil ungeschädigt. 0,05 pCt. setzten die Verzuckerung stark herab. Langley und Eves<sup>3)</sup>, besonders Chittenden und Smith<sup>4)</sup> haben die in Betracht kommenden Verhältnisse auch in Beziehung auf die Rolle, welche die Verbindung der Eiweisskörper und der Peptone mit der Salzsäure spielt, in sorgfältigster Weise untersucht. Nach Chittenden hört die Fermentwirkung bereits bei 0,003 pCt. des verwendeten Speichels an freier reiner Salzsäure auf, bei 0,005 bis 0,01 pCt. wird der Fermentkörper selbst zerstört. Dagegen scheint die

<sup>1)</sup> C. A. Ewald, Die Lehre von der Verdauung. 2. Aufl. 1886. S. 52.

<sup>2)</sup> Nylén, Einige Beiträge zur Kenntniss der diastatischen Wirkung des Speichels. Upsala Läkarefs. förh. Bd. XVII, refer. in Jhber. f. Thierchemie. 1882. S. 241 und Virchow-Hirsch Jhber. S. 161.

<sup>3)</sup> Langley, On the destruction of ferments in the alimentary canal. Journ. of physiology. Vol. III. No. 3. Langley and Eves, On certain conditions which influence the amylolytic action of saliva. ibid Vol. IV. No. 1.

<sup>4)</sup> Chittenden and Smith, Diastatic action of saliva, modified by various conditions. Studies from the laboratory of Yale College. New Haven 1885. p. 17 u. ff.



Neutralisation schwach alkalischen Speichels die Fermentwirkung etwas zu erhöhen und in verdünntem Speichel auch sehr kleine zugesetzte Säuremengen, d. h. nur so wenig, dass sich die sauren Verbindungen derselben mit den Proteinkörpern bilden, von Vortheil zu sein. Bezüglich der Wirkung freier Säure geben sie übereinstimmend an, dass sehr geringe Mengen freier Säure, nemlich 0,0005–0,001 pCt. des verwendeten Speichels die diastatische Wirkung verdünnten Speichels in geringem Grade erhöhen.

Chittenden sagt deshalb mit Rücksicht auf das Verhalten im Magen (p. 32): „Es ist klar, dass das Ptyalin zerstört<sup>1)</sup> wird, sobald freie Salzsäure im Magen abgesondert wird. Dagegen kann die Verzuckerung in dem ersten Stadium der Magenverdauung, so lange noch keine freie Säure vorhanden ist, zweifellos statthaben, und zwar werden alsdann die Proteinkörper gleichsam wie ein Schild wirken, welches das Ptyalin schützt, ja selbst seine Wirkung verstärkt (stimulirt). Aber in dem Maasse, als sich mehr und mehr saure Verbindungen bilden und schliesslich eine Sättigung derselben eintritt, nähert sich die diastatische Wirkung ihrem Ende und kann bereits erloschen sein, ehe noch freie Säure nachzuweisen ist. Schliesslich muss alles Ptyalin im Magen vernichtet werden.“

Von klinischer Seite hat zuerst von den Velden<sup>2)</sup> das Verhältniss menschlichen Magensaftes zu Speichel und Amylum studirt. Er verwendete filtrirten ausgeheberten Mageninhalt und prüfte mit Hülfe der Jodkaliumprobe, ob die Stärke verzuckert würde, resp. keine Blaufärbung von vorhandener Granulose eintrat. Er hatte also nicht eruiert, ob überhaupt eine Zuckerbildung einträte, sondern ob die Verzuckerung bis zur Spaltung aller Stärke getrieben sei, und schliesst: das diastatische Speichelferment ist in saurem nativen menschlichen Magensaft nur wirksam, wenn die Acidität desselben durch organische Säuren, wirkungslos dagegen, wenn sie durch freie Salzsäure bedingt ist.

Da er nun zwei Perioden der Magenverdauung constatiren

<sup>1)</sup> It is plain that when the fluids of the stomach acquire an acid reaction due to the presence of free hydrochloric acid ptyalin will soon be destroyed. l. c. p. 32.

<sup>2)</sup> Von den Velden, Ueber die Wirksamkeit des Mundspeichels im Magen. Deutsch. Archiv f. klin. Medicin. Bd. 25. S. 105.

konnte, eine, in welcher der Magensaft salzsäurefrei war, eine zweite salzsäurehaltige, so kam er zu dem Schluss, dass in der ersten Periode der mit den Speisen verschluckte Speichel noch im Stande ist, Amylum zu spalten, in der zweiten Periode von den ungeformten Fermenten im Magen allein das Pepsin seine Wirksamkeit entfalte.

Unsere Versuche, die wir übrigens ohne Kenntniss der bereits im Anfang 1885 publicirten Versuche von Chittenden anstellten, bestätigen soweit es möglich ist (s. oben) die Ergebnisse dieses Forschers, weichen aber von denen von den Velden's in etwas ab.

Von den drei Factoren, welche hier in Betracht kommen, die Speichelmenge, die Menge der zu verzuckernden Stärke und die Menge der freien Salzsäure, haben wir nur die beiden letzteren, und auch diese nur mit gewissen Einschränkungen nach Belieben variiren können. Denn die von der Versuchsperson verschluckte Speichelmenge entzieht sich selbstredend unserer Messung, kann aber nicht ganz unbedeutend sein, weil wir regelmässig Schleimbällen in dem exprimirten Mageninhalt haben. Zu zweit bestimmen wir genau genommen in dem zu verschiedenen Zeiten erhaltenen Mageninhalt nicht sowohl die freie Salzsäure, als die Acidität desselben, berechnet auf Salzsäure. Nun hatte allerdings der saure Mageninhalt bei Verabreichung von reiner Stärke nach 20 Minuten immer freie Salzsäure, doch braucht dieselbe nicht nothwendig der gefundenen Acidität zu entsprechen, da ein Theil derselben auch auf Rechnung saurer Salze aus dem Speichel kommen könnte. Indessen fällt dieser Umstand, der übrigens nur einen sehr kleinen Fehler veranlassen kann, für uns nicht ins Gewicht, weil wir ja nicht die einfachen Verhältnisse des chemischen Versuches, sondern die complexen Vorgänge, wie sie sich im Organismus abspielen, studiren wollen. Nichtsdestoweniger können wir nur mit Maximumwerthen rechnen, d. h. zusehen, bei welchem Aciditätsgrade die Verzuckerung der Stärke im Magen sistirt wird, sei es dass derselbe erst im Magen erreicht wird, sei es dass die Stärke mit Salzsäure versetzt gegeben wird. Es stellte sich nun alsbald heraus, dass wenn man Kleister von verschiedenen Stärkearten (Kartoffelstärke, Weizenstärke) und in verschiedener Concentration dem nüchter-

nen Magen einverleibt, derselbe zu allen Zeiten der Verdauung, solange man überhaupt Reste desselben im Magen findet, zuckerhaltig ist, d. h. Kupfersulfat (Trommer'sche Probe, Fehling'sche Lösung) reducirt.

Daraus folgt also, dass die Stärke unmittelbar nachdem sie in den Magen gelangt ist — von der etwaigen Veränderung im Munde sehen wir ab — in reducirende Substanz umgewandelt wird und zwar in so grossen Mengen, dass der hemmende Einfluss der späteren Säureabsonderung so weit es sich um die vollständige Behinderung der Fermentation, d. h. also um die Bestimmung des Säuregrades, bei dem überhaupt keine Bildung reducirender Substanz möglich ist, handelt, gar nicht festzustellen ist. Diese Frage lässt sich also nur entscheiden, wenn man der Stärke von vornherein eine bestimmte Säuremenge zusetzt. Der folgenden Tabelle, welche die diesbezüglichen Versuche über das Verhalten der Salzsäure und Milchsäure zusammenfasst, diene zur Erläuterung, dass in dem letzten Salzsäureversuch zuerst Stärke mit Säure getrunken und dann unmittelbar nach der Expression eines Theiles der getrunkenen Stärke nach 15 Minuten 240 ccm Speichel desselben Individuums, welche im Lauf der Morgenstunden gesammelt waren, gegeben und nach weiteren 15 resp. 30 Minuten wieder exprimirt wurde. Die letzte Columnne enthält die Procentzahlen für Salzsäure, resp. Milchsäure des exprimierten Mageninhalts, nach der gefundenen Acidität berechnet.

Die Versuche über die Einwirkung der Buttersäure und Essigsäure sind nicht in die Tabelle aufgenommen und so detaillirt wie die umstehenden angestellt. Wir haben nur 12 derartige Versuche, und zwar bei den Pat. P. und Z., gemacht und uns begnügt, zu prüfen, ob nach 15 Minuten Reduction da war oder nicht. Die oberste Grenze lag bei der P. für beide Säuren bei 0,2 pCt. Zusatz, bei der Z. bei 0,4 pCt., doch waren bei diesen hohen Beigaben nur Spuren eines Niederschlages, der erst nach längerem Stehen ausfiel, vorhanden. Wo übrigens in der umstehenden Tabelle die Reduction mit „Spur“ bezeichnet ist, heisst dies immer, dass die äusserst verdünnte Kupfersulfatlösung beim Kochen sich gar nicht veränderte, sondern erst nach längerem Stehen einen ganz geringen Anflug von Kupferoxydul fallen liess.

## Tabelle II.

Stärkeabkochung von 1 pCt. mit Zusatz von Säure.

Ver- suchs- Num- mer.	Wieviel Procent Säure zugesetzt?	Nach wieviel Mi- nuten expirirt?	Proc. in Trauben- zucker.	Reaction mit Jod.	Proc. in Salzsäure n. d. Expression.	Bemerkungen.
67. W.	HCl 0,04	25	Spur	Blau	0,26	
58. W.	0,04	15	0,038	Blau	0,2	Vor 4 Stunden schwarzer Kaffee und Semmel.
62. W.	0,07	14	0	Blau	0,26	dito.
68. R.	0,07	25	0,5	Hellgelb	0,03	dito vor 3 Stunden.
57. W.	0,1	17	0	Blau	0,11	Nüchtern.
25. P.	0,1	5	0	Blau	?	Nüchtern.
		22	0	Blau	?	Nüchtern.
24. Z.	0,1	7	?	Blau	0,04	Nüchtern.
		20	0,14	Purpur	0,1	
		60	0,09	Blau	0,36	
28. Z.	0,1	5	0,028	Blau	0,09	Nüchtern.
		15	0,083	Blau	0,1	
		30	0,053	Blau	0,18	
68. Z.	0,12	22	schwach	Blau	0,05	Nüchtern.
29. Z.	0,12	10	Spur	Blau	0,09	Nüchtern.
47. W.	0,14	14	0	Blau	0,2	Nüchtern.
26. Z.	0,14	20	0	Blau	0,09	Nüchtern.
		35	0	Blau	0,18	
22. Z.	0,25	15	0	Blau	0,2	
		30	0	Blau	0,13	240 ccm Speichel gegeben.
		45	schwach	Violett	0,08	
34. P.	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> 0,06	10	0,06	Blau	0,04	Nüchtern.
45. R.	0,6	10	Spur	Violett	0,01	Vor 4 Stunden schwarzer Kaffe.
		35	Spur	Violett	0,23	Die Reduction war stärker wie nach 10 Minuten.
65. W.	0,07	12	Spur	Blau	0,12	
35. P.	0,08	20	0,04	Violett	0,07	Nüchtern.
31. P.	0,1	30	Spur	Blau	0,08	Nüchtern.
42. R.	0,1	10	0	Blau	0,12	Vor 3 Stunden schwarzer Kaffe und Semmel.
43. W.	0,1	15	Spur	?	0,2	dito.
64. R.	0,1	15	schwach	Blau	0,06	Nüchtern.
30. Z.	0,12	35	0,12	Violett	0,09	Nüchtern.
36. Z.	0,14	35	0,08	Violett	0,05	Nüchtern.
41. W.	0,2	15	0	Blau	0,09	Nüchtern.

Es geht aus dieser Zusammenstellung hervor, dass der zur Unterdrückung der Zuckerbildung nöthige Zusatz von Salzsäure, Milchsäure, Buttersäure und Essigsäure bei den verschiedenen

Individuen ein verschiedener ist und auch bei ein und derselben Versuchsperson nicht gleich bleibt, sondern innerhalb erheblicher Grenzen schwankt. So finden wir den niedrigsten Procentsatz von Salzsäure, welcher die Bildung reducirender Substanz verhindert 0,066 pCt. Aber wir können auch bis zu 0,1 ja bei der Pat. Z. bis zu 0,12 pCt. steigen, und doch noch eine Spur von Reduction erhalten. Aehnlich, wenn auch etwas höher, liegen die Werthe für die Milchsäure, nemlich zwischen 0,1 und 0,2 pCt. Bei Zusatz von Essigsäure und Buttersäure konnten wir bis zu 0,2 ja in einem Versuch sogar bis 0,4 pCt. steigen und erhielten doch noch eine Spur von Reduction. Diese Zahlen sind, was die Salzsäure anbetrifft, in guter Uebereinstimmung mit den vorerwähnten Angaben von Nylén, während die so sehr viel niedrigeren Salzsäurewerthe in den gleichfalls oben angeführten Versuchen von Chittenden auf Speichel bezogen und daher für uns nicht vergleichbar sind. Dass wir aber nicht eine bestimmte scharfe Grenze der Zuckerbildung, sondern eine gewisse Breite derselben gefunden haben, darf uns nicht Wunder nehmen. Denn wir dürfen nicht vergessen, dass wir es in unseren Versuchen mit complexen Vorgängen zu thun haben, und dass wir thatsächlich nicht scharf bestimmen können, wie sich die Verhältnisse, d. h. die procentualen Säuremengen im Magen gestalten. Denn nicht nur dass einerseits durch den abgesonderten und verschluckten Speichel eine gewisse nicht bestimmbare Salzsäuremenge verbraucht werden kann, es wird auch andererseits durch Resorption schnell eine Aenderung in dem Verhältniss von Kleister zu Säure statthaben können, so dass wir in Wahrheit nur die oben angegebenen, ausserhalb des Magens bestimmten Grenzwerte normiren können, ohne damit bestimmen zu können, wie hoch der entsprechende Werth im concreten Falle innerhalb des Magens liegt.

Aehnliches gilt auch von der Zerstörung des Fermentes durch den Säurezusatz.

Nylén giebt an, dass ein Salzsäuregehalt von 0,075 pCt. zwar die Bildung reducirender Substanz, oder wie er fälschlich sagt, die Zuckerbildung aufhebt, aber das Ptyalin zu einem Theil ungeschädigt lässt. Dem sind unsere Versuche, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht, ganz conform,

1. Pat. W. nimmt 250 Kleister von 1 pCt. und 0,1 HCl = 0,04 pCt. Nach 15 Minuten exprimirt leicht grünlich, wenig gelöst. Die Acidität ist mittlerweile auf 0,2 pCt. gestiegen. Filtrat mit Tropaeolin dunkelbraunroth, Methylviolett schwach blau, Rhodaneisen pfirsichfarben. Enthält also freie Salzsäure. Reducirt entsprechend 0,038 pCt. Traubenzucker. Es werden 10 ccm mit  $\frac{1}{10}$  NL. schwach alkalisch gemacht und 10 Minuten bei 50° C. gehalten. Die Zuckermenge bleibt = 0,04 pCt.

2. Pat. W. nimmt 300 Kleister von 1 pCt. + 0,2 HCl = 0,066 pCt. Nach 15 Minuten exprimirt leicht grünlich mit kleinen Flöckchen (Pat. hatte vor 5 Stunden schwarzen Kaffee ohne Zucker und einen Helling Semmel genommen). Acidität = 0,26 pCt. HCl. Mit Methylviolett blau, mit Tropaeolin dunkelbraunroth. Mit Eisenchloridcarbol keine Reaction. Keine Reduction mit Trommer'scher Probe. — 10 ccm werden mit  $\frac{1}{10}$  N.K.-Lösung neutralisirt und 10 Minuten in den Wärmekasten bei 50° C. gebracht. Danach keine Reduction. Eine andere Portion ganz schwach alkalisch gemacht bei 35° C. ebenfalls keine Reduction.

3. Pat. W. nimmt 200 ccm Kleister + 0,2 HCl = 0,1 pCt. Nach 17 Minuten exprimirt Acidität = 0,11 pCt. Keine Reduction. Neutralisirt und 10 Minuten bei 40° C. erwärmt keine Reduction.

4. Pat. W. nimmt nüchtern 500 ccm Kleister + 0,7 HCl = 0,14 pCt. Nach 14 Minuten exprimirt war die Acidität auf 0,2 pCt. gestiegen. Keine Reduction. Nach der Neutralisation und Einwirkung einer Temperatur von 50° C. während 5 Minuten keine Reduction.

Es ergibt sich also aus diesen Versuchen, dass schon bei einem Salzsäuregehalt von 0,07 pCt. das diastatische Ferment zerstört wird. Etwas höher liegen die Werthe für die Milchsäurebeigabe. Die nach dem gleichen Schema angestellten Versuche ergaben, dass das diastatische Ferment bei 0,07 pCt., 0,1 pCt. und 0,13 pCt. noch erhalten, dagegen bei 0,15 pCt. zerstört war, so dass also die anorganische Säure das Ferment eher wie die organische zu vernichten vermag.

Die Menge der aus dem Amylum im Magen gebildeten reducirenden Substanz — wir wollen von jetzt ab kurzweg

„Zucker“ sagen, obgleich dies nicht den Thatsachen entspricht (s. u. S. 294 u. ff.) — ist nie eine erhebliche und überschreitet nicht 0,5 pCt., bleibt sogar in den meisten Fällen erheblich dahinter zurück. Von der procentischen Menge der verabfolgten Stärke, wenigstens soweit sich dies innerhalb der engen von uns innegehaltenen Grenzen ausspricht, scheint sie ganz unabhängig zu sein. Dagegen ist es für die Menge des gebildeten Zuckers nicht gleichgültig, ob ein geringer, die Zuckerbildung aber noch nicht inhibirender Säurezusatz von vorneherein statt hat oder die entsprechende Acidität erst im Magen, wenn auch verhältnissmässig schnell erreicht wird.

Wenn man in der vorstehenden und der folgenden Tabelle III den Gehalt an Zucker, welcher dem gleichen oder ungefährl. gleichen Säuregrad zugehört, vergleicht, so findet man fast ausnahmslos in der ersteren bei gleichem Säuregrad geringere Zuckerwerthe als in der zweiten, so dass auch bereits der Zusatz von kleineren als zur Aufhebung der Zuckerbildung notwendigen Säuremengen einen verlangsamenden Einfluss auf die Zuckerbildung hat. Denn wir haben bei sofortigem Zusatz von 0,04 pCt. HCl eine Reduction entsprechend 0,038. Wird aber derselbe oder ein etwas höherer Aciditätsgrad (0,05) erst im Magen erreicht, so finden wir als entsprechende Werthe: 0,082, 0,14, 0,22 und 0,37. Bei 0,1 pCt. HCl haben wir 0,028, 0,05, 0,08 gegen 0,178 und 0,49. Dem entsprechend finden wir auch in den Filtraten der ersten Reihe fast durchweg mit stark verdünnter Jod-Jodkalilösung tiefe und sofort oder nach Zusatz von höchstens 2 Tropfen auftretende Blaufärbung hervorgerufen durch das alleinige oder im überwiegenden Maasse statthabende Vorhandensein löslicher Stärke, während in den Fällen der Tabelle III stets Erythrodextrin neben mehr oder weniger Achroodextrin vorhanden war. Aehnliches haben wir nebenbei gesagt auch in pathologischen Fällen beobachtet. Bei hochgradiger Salzsäurebildung, also in den als Hypersecretio acida zu bezeichnenden Fällen, fanden wir bei Untersuchung des Probefrühstücks überwiegend Amylum, d. h. starke Blaufärbung bereits nach Zusatz geringer Mengen Jodlösung, während in allen anderen Fällen, wo entweder keine vermehrte Acidität oder starke Milchsäurebildung statt hatte nur Achroo- und Erythrodextrin gefunden wurde.

In allen Fällen anfänglichen Säurezusatzes (Tabelle II) ist

die Acidität der exprimierten Flüssigkeit in den ersten 10 Minuten geringer als die der eingegebenen (eine Ausnahme macht nur der Versuch 42 R, wo eine ganz geringfügige Vermehrung statt hat), weil offenbar ein Theil der zugesetzten Säure durch den verschluckten Speichel und den Magenschleim neutralisirt, vielleicht auch, obgleich dies kaum wahrscheinlich, resorbirt ist. Jedenfalls liegt in diesem Verhalten ein weiterer Beweis (s. unsere früheren Versuche) dafür, dass der leere gesunde Magen keinen sauren Inhalt hat und die Magenwände zum wenigsten nicht sauer reagiren. Auf das eben hervorgehobene anfängliche Sinken der Acidität folgt dann in dem Maasse als sich die autochthone Säurereaction einstellt ein erneutes Ansteigen derselben, welches eventuell den ursprünglichen Gehalt übertreffen kann. Dies gilt sowohl für die Salzsäure wie für die Milchsäure, doch geht aus der Tabelle hervor wie wechselnd die Intensität der Säureproduction ist, so dass man nie mit Sicherheit voraussagen könnte, welchen Säuregrad man nach bestimmter Zeit und bestimmter Einfuhr erhalten würde. Es geht daraus hervor, dass auf die Säurebildung, auf die Menge des verschluckten Speichels und auf die event. Resorption sicherlich eine Reihe von Factoren zum Theil rein nervöser Natur einwirken, die wir noch gar nicht übersehen, geschweige denn beherrschen können. Und diese Schwankungen haben bei vollständigem subjectiven Wohlbefinden der betreffenden Individuen statt, die über keine Art von Verdauungsbeschwerden klagen! Und doch sind erstere, sobald sie sich bis zu ungewöhnlicher Verlangsamung der Production freier Säure oder gar völligem Verschwinden derselben steigern, der Ausdruck eines pathologischen oder, wie wir uns vielleicht richtiger ausdrücken, nicht normalen Zustandes. Denn als wir z. B. unsere später zu besprechenden Versuchsreihen mit Oel und Stärke angestellt hatten, fanden wir, obgleich wir zwischen die einzelnen Versuche stets ein- und mehrtägige Pausen einschoben, nach Beendigung oder vielmehr schon gegen das Ende derselben eine mehr und mehr zunehmende Trägheit der Salzsäureproduction so zwar, dass uns das „Probefrühstück“ nach Verlauf einer Stunde keine freie Salzsäure mehr lieferte und auch bei Eingabe reiner Stärke in der sonst gesetzmässigen Zeit keine freie Säure abgesondert wurde. Die betreffenden Personen hatten aber



keine subjectiven Verdauungsbeschwerden, assen während und nach der Versuchsreihe mit demselben Appétit wie sonst und zeigten nach 8- resp. 14tägiger Pause wieder ganz normale Verhältnisse. Nichtsdestoweniger müssen wir auf Grund aller unserer früheren Versuche und der mittlerweile [in das zweite Hundert angewachsenen Erhebungen bei Magenkranken annehmen, dass hier bereits eine Störung der Magenfunction vorliegt, ganz entsprechend unseren früheren (s. dieses Archiv Bd. 101) mit Speck und Butter angestellten Versuchen, die schon bei einmaliger Darreichung grösserer Quantitäten von Fett eine Verlangsamung der Salzsäureproduction erkennen liessen.

Ein Moment, welches für die verschiedene Intensität der Salzsäurebildung übrigens jedenfalls in Betracht kommt, ist die Zeit, welche zwischen der letzten Nahrungsaufnahme und dem Versuch verstrichen ist. In allen mit vollständig nüchternem Magen angestellten Versuchen ist die Acidität kleiner als in denen, die längere oder kürzere Zeit nach dem Frühstück, mochte es auch nur aus Kaffee ohne Beigabe bestehen, angestellt wurden. Wir könnten hierfür auch noch andere als in der Tabelle aufgeführte Versuche beibringen, in denen wir die Intensität des Säuregrades nur geschätzt haben, die uns aber durchgängig die Ansicht bestätigten, dass die lange Carenz die Intensität der Saftproduction herabsetzte, statt, wie man a priori glauben sollte, erhöhte. Man könnte daran denken, dies Verhalten im Sinne der bekannten Ladungstheorie von Schiff-Herzen zu verwerthen, wenn nicht diese im Wesentlichen auf den Pepsingehalt der Magenschleimhaut resp. des Magensaftes sich bezöge, unsere Versuche aber nur die Säureabsonderung beträfen. Dagegen zeigte sich, dass das Auftreten freier Säure und das Vorhandensein von Pepsin nicht Hand in Hand zu gehen brauchen. Wiederholt fanden wir, dass unser Kleister, d. h. sein Filtrat nach der Expression, welches keine freie Säure enthielt und überhaupt neutral oder nur ganz schwach sauer reagirte, nach Zusatz von Salzsäure bis zu 0,3 pCt. kräftig und schnell Fibrin verdaute und Propepton und Peptone bildete, während es ohne Säurezusatz vollständig wirkungslos blieb. Dagegen verdauten alle Filtrate mit freier Säure auch ohne Weiteres Fibrin und Eiereiweiss bald mit grösserer, bald mit gerin-

gerer Intensität. Bis jetzt steht uns überhaupt erst ein pathologischer Fall<sup>1)</sup> zu Gebote, in welchem bei freier Salzsäure keine Peptonbildung statt hatte, also offenbar kein Pepsin abgesondert wurde. Jedenfalls kann also freies Pepsin vorhanden sein ohne freie Salzsäure und die Anschauung, dass beide in einer Verbindung, etwa als Chlorpepsinwasserstoffsäure abgesondert werden, nicht zu Recht bestehen.

### 3. Wie verhält sich nun die Menge der gebildeten reducirenden Substanz zu der gleichzeitigen Säurebildung?

Wenn unsere vorgängigen Bestimmungen richtig sind, so müsste scheinbar bis zu einem im Magen allmählich sich bildenden Säuregrade von 0,1 bis 0,12 pCt. der Zuckergehalt zum wenigsten nicht abnehmen, ja er würde selbst zunehmen können.

Eine einfache Ueberlegung zeigt indessen schon a priori, dass dem schwerlich oder wenigstens nur unter besonderen Umständen so sein kann. Denn einmal werden, wie wir oben wahrscheinlich gemacht und Chittenden und Smith in exacter Weise nachgewiesen haben, schon kleine Säuremengen die Umwandlung der Stärke herabsetzen, sodann wird zweifellos ein Theil der gebildeten löslichen Producte sofort resorbirt, fortgeschafft werden, der vorhandene Zuckergehalt also die Resultante aus diesen beiden Componenten sein müssen. Da man nun im Allgemeinen annehmen darf, dass beide Factoren in demselben Sinne wirken, so wird auch in der Regel mit der Zunahme der Säure eine Abnahme des Zuckergehaltes Hand in Hand gehen, und nur unter besonderen Verhältnissen, die den einen oder den anderen oder beide Factoren in besonderer Weise beeinflussen, eine Aenderung eintreten. Aber schon die oben angeführte Thatsache, dass man bei Eingabe von reinem, nicht angesäuertem Kleister zu allen Zeiten der Verdauung Zucker im Magen nachweisen kann, zeigt, dass die Resorption desselben im Verhältniss zu der anfänglich gebildeten Menge eine nur geringe sein kann. Trotzdem muss sie unter gewöhnlichen Verhältnissen grösser sein als die Zuckermenge, die noch bis zu dem Zeitpunkt gebildet wird, an dem die abgesonderte Salzsäure den

<sup>1)</sup> C. A. Ewald, Zur Diagnose und Therapie der Magenkrankheiten. Berl. klin. Wochenschr. 1886. No. 3.

Werth erreicht hat, bei dem überhaupt jede Zuckerbildung aufhört, denn sonst könnte eine stetige Verminderung der procentualen Zuckermenge nicht statt haben. Wird dagegen gerade so viel resorbirt als gebildet ist oder erreicht die Säurebildung sehr früh ihren hemmenden Werth und tritt keine Resorption ein, so kann die Zuckermenge trotz wachsender Säuremenge dieselbe bleiben.

Zum Beleg für diese Angaben mögen die folgenden Versuche dienen, in denen wir die reducirende Substanz mit Fehling'scher Lösung titirt, auf Traubenzucker berechnet und mit der gleichzeitigen Acidität (auf officinelle Salzsäure bezogen) verglichen haben<sup>1)</sup>.

Es ergab sich, dass die Zuckerbildung schon in den ersten Minuten, so früh wir überhaupt untersuchten, d. h. in vielen Fällen schon nach 5 Minuten (zweimal wurde schon nach 3 Minuten untersucht) ihren höchsten Werth erreicht hatte und mit steigender Säurebildung allmählich abnahm. Aber weder die anfänglich gebildete Zuckermenge, noch ihr späteres Sinken zeigt hinsichtlich ihrer absoluten Werthe eine bestimmte Gesetzmässigkeit, etwa in der Weise, dass bestimmten Säuregraden auch eine bestimmte Zuckermenge entspräche oder der Abfall derselben direct proportional dem Anwachsen der Säure vor sich ginge. So finden wir z. B. bei einer Acidität von 0,0063 pCt. einmal 0,416 pCt., dann 0,22 pCt., endlich 0,208 pCt. Zucker, bei 0,175 Acidität einmal 0,049, dann 0,052 und bei 0,122 nicht weniger wie 0,49 pCt.

So ist auch das Absinken des gebildeten Zuckers keineswegs ein gleich schnelles, ja es kann, wie die folgenden 3 Beispiele zeigen und wie wir schon oben begründet haben, in den ersten 30 Minuten bei stetig anwachsender Säure gar keine Abnahme des Zuckergehaltes da sein. Wir haben nemlich

1)	nach 7 Minuten	0,14 pCt. Zucker	und	0,05 pCt. Acidität					
	- 11	- 0,139	-	-	- 0,21	-	-		
2)	- 10	- 0,22	-	-	- 0,042	-	-		
	- 27	- 0,22	-	-	- 0,28	-	-		

<sup>1)</sup> Alle unsere Bestimmungen sind mit frischer Fehling'scher Lösung ausgeführt und die Endreaction sowohl mit Salz- resp. Essigsäure und Ferrocyankalium einerseits wie mit Fehling'scher Lösung andererseits abgegrenzt.

3) nach 5 Minuten 0,22 pCt. Zucker und 0,0063 pCt. Acidität  
 - 20 - 0,21 - - - 0,087 - -

Auf Grund dieser Erfahrung hatte der eine von uns (Ewald, Tageblatt der 58. Naturforscher-Versammlung zu Strassburg i. Els. 1885. S. 428) geschlossen, „dass die reducirende Substanz in den ersten Momenten gebildet wird und unabhängig von der wachsenden Säure auf der einmal erreichten Höhe bleibt“. Der erste Theil dieses Satzes ist richtig, der zweite aber, wie die weitere Erfahrung gelehrt hat, dahin zu modificiren, dass die Menge der reducirenden Substanz unter Umständen in den ersten 30 Minuten trotz wachsender Säure dieselbe bleiben kann, im Allgemeinen aber mit steigender Säure abnimmt. Dies geht zweifellos aus den beiden folgenden Tabellen hervor, von denen die erstere die Zeit von 5 bis 30 Minuten, die zweite die von 30 Minuten bis 60 Minuten enthält. Nur da, wo die Reinheit des Versuches getrübt ist, d. h. nicht nüchtern untersucht wird, könnnn Abweichungen hiervon vorkommen, wie der Versuch 13 der Tabelle III lehrt. Endlich finden wir in den Fällen, wo der Mageninhalt durch Zusatz eines Alkali neutral resp. schwach alkalisch erhalten wurde, sämtliches Amylum bereits in Achroodextrin umgewandelt, während es sonst nur die Erythrodextrinreaction häufig mit einem starken Stich in's Bläuliche hinein giebt. Selbst da, wo wir nur noch wenige Cubikcentimeter Mageninhalt nach Verlauf längerer Zeit und bei starkem Säuregehalt bekamen, haben wir noch die Reaction auf Erythrodextrin und unter normalen Verhältnissen niemals Achroodextrin gefunden. Allerdings ist häufig eine gewisse Menge von Dextrin vorhanden, welche das Jod ohne Auftreten einer Farbenreaction zu binden im Stande ist, d. h. die ersten ein, zwei oder drei Tropfen können ohne Blau- resp. Violettfrärbung zugefügt werden, sobald man aber mehr zusetzt tritt die violette Frärbung ein, die, wenn einmal vorhanden, auch bei Zusatz grösserer Mengen Jodlösung violett bleibt und nicht in's Blaue überschlägt. Es wurden jedesmal 500 ccm 1procentiger Stärke gegeben.

Tabelle III.

	Minuten nach dem Trinken.	Säuregrad in pCt. HCl.	Reduction in pCt. Zucker.
1.	5	0,05	0,082
	15	0,275	0,052
2.	5	0,013	0,403
	15	0,05	0,375
3.	5	0,063	0,065
	20	0,175	0,049
4.	5	0,006	0,22
	20	0,087	0,21
5.	5	0,015	0,08
	20	0,175	0,052
7.	10	neutral	0,45
	25	0,006	0,41
6.	7	0,05	0,14
	11	0,21	0,14
8.	10	0,042	0,22
	27	0,28	0,22
9.	15	0,006	0,208
	30	0,025	0,39
	45	0,112	0,49
10.	10	0,025	0,38
	30	0,225	0,28
11.	12	0,0125	0,5
	40	0,075	0,38
12. B. <sup>1)</sup>	15	0,15	0,178
	45	?	0,083
13. W. <sup>1)</sup>	3	0,01	0,13
	45	0,3	0,17
14. W. <sup>1)</sup>	10	0,03	0,59
	45	0,39	0,078
15. R. <sup>2)</sup>	5	0,01	0,23
	40	0,33	0,166

<sup>1)</sup> Morgens Kaffee mit Weissbrod und nach 4 Stunden Kleister. In Fall 13 fanden sich bei der 2. Expression also nach 5 Stunden 15 Min. noch Rosinen im Exprimierten, welche in dem „Bäremeibrod“ des Frühstückes gewesen waren.

<sup>2)</sup> Hatte am Morgen gefrühstückt und wurde vor dem Versuch rein ausgewaschen.

Tabelle IV.

Menge des exprimierten Amylum	Procent in offic. Salzsäure	Procent an reduc. Substz. auf Zucker berechnet	Art der Säure	Reaction mit Jod	Zeit der Expression nach der Aufnahme
40	0,28	0,059	HCl	Violett	30 Min.
100	0,25	0,063	-	-	30 -
180	0,23	0,124	-	-	60 -
140	0,175	0,162	-	Bläulich	30 -
170	0,175	0,161	-	-	30 -
260	0,162	0,129	-	Violett	30 -
240	0,162	0,161	-	-	60 -
250	0,138	0,145	-	-	30 -
240	0,113	0,2	-	-	60 -
260	0,10	0,246	-	Bläulich	60 -
250	0,075	0,217	-	Violett	30 -
250	0,037	0,416	—	-	60 -
220	0,037	0,377	—	Hell	60 -
400 <sup>1)</sup>	0,006	0,242	—	Hell	30 -
270 <sup>2)</sup>	neutral	0,377	—	Hell	30 -

Mit der weiteren Discussion dieser Tabellen ist aber unumgänglich auch die Beantwortung der folgenden Frage verbunden:

4. Wie lange bleibt die eingegossene Stärke im Magen und von welchen Bedingungen ist ihr Austreten aus demselben abhängig?

Die erste Columne der Tabelle IV giebt die Menge der exprimierten Stärke an. Wir haben uns wiederholt durch nachträgliches Eingiessen abgemessener Quantitäten von Wasser und Aushebern desselben, sowie durch Eingiessen bestimmter Wassermengen und sofortige Expression überzeugt, dass unsere Versuchspersonen den gesammten Mageninhalt bis auf wenige Cubikcentimeter herausdrücken konnten und die Zahlen dieser Columne ein durchaus richtiges, wenn auch vielleicht um wenige, für die vorliegenden Bestimmungen gar nicht in Betracht kommenden Cubikcentimeter nach oben oder unten schwankendes Bild des jeweiligen Mageninhaltes geben. Danach können wir sagen, dass zwischen dem Säuregrade und dem Gehalt an Zucker auf der einen Seite und der Menge der durch Expression gewonnenen Flüssigkeit auf der anderen ein umgekehrt proportio-

<sup>1)</sup> 500 Kleister + 100 ccm  $\frac{1}{10}$  N.-L.

<sup>2)</sup> 500 Kleister + 60 ccm  $\frac{1}{10}$  N.-L.

nales Verhältniss besteht. In dem Maasse wie die Zahlen der ersten Columnne wachsen, sinken die der zweiten und steigen die der dritten, d. h. es erfolgt durch die Säureproduction ein lebhafter Anreiz zur Entleerung des Magens, welcher das Austreten seines Inhaltes in das Duodenum zur Folge hat. Denn dass es sich hier nicht um eine Resorption so beträchtlicher Quantitäten durch die Magenwände handeln kann, dürfte sowohl daraus hervorgehen, dass wir innerhalb der ersten 30 Minuten schon 450 ccm aus dem Magen verschwinden sehen, wie umgekehrt daraus, dass bei neutraler oder alkalischer Reaction eine auch nicht annähernd so grosse Verminderung, welche in maximo bis auf die Hälfte des Eingebrachten steigen kann, in den meisten Fällen aber viel geringer ist, während derselben Zeit eintritt. Ferner sprechen hierfür auch unsere bereits früher (dieses Archiv Bd. 101. S. 364) mitgetheilten Beobachtungen über den Einfluss der Säure auf den aus Eiweiss, Fleisch oder Brod bestehenden Mageninhalt, welche uns zu dem Ausspruch berechtigten, dass mit dem wachsenden Säuregehalt die successive Entleerung des Magens beginne. Allerdings zeigen die Zahlen der ersten Columnne, d. h. des exprimierten Mageninhaltes keine absolut strenge Gesetzmässigkeit, d. h. sie bilden keine arithmetische Reihe im strengen Sinne des Wortes. Aber gerade, dass dies nicht der Fall, dass sich gewisse Zufälligkeiten und Unregelmässigkeiten in ihnen aussprechen, dass also z. B. sowohl bei 0,162 wie bei 0,10 Acidität derselbe Mageninhalt — 260 ccm — gefunden wird, gerade dies scheint uns für die Richtigkeit unseres allgemeinen Schlusses zu sprechen. Man kann unter den Verhältnissen unserer Untersuchungen nur eine Gesetzmässigkeit in den grossen Zügen verlangen.

Man wird uns hier vielleicht die Fälle von sog. Hypersecretio acida entgegenhalten wollen, bei denen bekanntlich ein abnorm saurer Mageninhalt unter Umständen sogar im nüchternen Magen gefunden wird und fragen, warum nicht auch hier mit dem hohen Säuregrad eine entsprechende Austreibung der Magencontenta Hand in Hand geht? Unsere, allerdings nur eine Vermuthung aussprechende Antwort ist die, dass bei sehr hochgradiger Acidität ein krampfhafter Verschluss des Ringmuskels des Pylorus eintritt, welcher den ebenfalls durch die Säure ange-

regten austreibenden Bewegungen der Magenmusculatur einen nicht zu überwindenden Widerstand entgegensetzt<sup>1)</sup>. Das ist wie gesagt eine Vermuthung, aber umgekehrt ist der Anreiz zur Entleerung des Magens, wie er durch die Production geringerer Säuremengen gegeben ist, eine aus unseren Versuchen mit Nothwendigkeit sich ergebende und wie uns scheint sichere Folgerung.

Soviel steht nach dem Gesammtresultat unserer Versuche jedenfalls fest, dass die Vorgänge bei der Amylumverdauung im Magen wesentlich nach zwei Richtungen ablaufen. Entweder tritt bei fehlender oder geringer Acidität eine kräftige Umwandlung der Stärke und event. Resorption der gebildeten löslichen Producte ein, oder es wird mit wachsendem Säuregehalt die Amylolyse mehr und mehr inhibirt und die Entleerung des Mageninhaltes in den Darm angebahnt resp. bewerkstelligt. Im Allgemeinen ist die erste Phase eine kurze etwa 5—10 Minuten betragende und geht allmählich in die zweite über. Aber es wäre falsch, bestimmte Normen dafür aufstellen zu wollen, da aus unsern Versuchen zur Genüge das Schwankende und Wechselnde dieser Verhältnisse, zumal wenn es sich nicht mehr um reine Stärke, sondern mehr oder weniger gemischte Kost handelt, hervorgeht.

### 5. Welches sind die Producte der Amylolyse im menschlichen Magen?

Diese Frage konnte nur für die ersten 30 Minuten beantwortet werden, da selbst nach Eingabe eines Liters Stärkeabkochung die später erhaltene Menge für die analytische Untersuchung zu gering war. Wir haben uns aber um desto leichter über diese Lücke hinweggesetzt, als das Resultat der gleich zu berichtenden Analysen den interessanten Theil der Frage, ob nemlich überhaupt Traubenzucker oder nur die intermediären Producte gebildet werden, zu beantworten im Stande ist.

<sup>1)</sup> Diese Hypothese sowie die Verhältnisse, welche für den Chemismus der Verdauung bei der sogen. *Dyspepsia acida* in Betracht kommen, sind von dem Einen von uns (Ewald) bereits in einem am 13. April in der Gesellschaft für Heilkunde über dieses Thema gehaltenen Vortrage auseinandergesetzt worden. Derselbe wird in der Berliner klinischen Wochenschrift publicirt werden.



Die Einwirkung der Diastase des Speichel- und des Pancreasfermentes auf Stärke ist von Musculus und v. Mering genau studirt worden<sup>1)</sup>. Nach 6stündiger Digestion eines 10procentigen Kartoffelstärkekleisters fanden sie, dass die Menge des gebildeten Traubenzuckers circa 1 pCt., die Menge der Maltose 70 pCt. betrug.

Genau nach dem von den genannten Autoren angegebenen Wege der fractionirten Alkohol-Aether-Fällung wurde folgender Versuch durchgeführt.

Am 23. August 1885 nimmt die Pat. Z. nüchtern 1000 ccm Kartoffelstärke von 6,3 pCt. Nach 25 Minuten können noch 600 ccm einer dicklichen, leicht gelblichen, ganz schwach sauer, fast neutral reagirenden Flüssigkeit exprimirt werden, die ein gelbliches Filtrat liefert. Dasselbe gab mit Jod eine stark purpurviolette Reaction, reducirt auf Traubenzucker berechnet = 1,77 pCt., entsprechend einem Reductionsvermögen von 25. Hierauf wird die gesammte exprimirte Flüssigkeit zur Syrupsconsistenz eingedampft und mit 1300 ccm Alkohol von 95° versetzt. Es bildet sich nach 48 Stunden ein bräunlicher Niederschlag (1), von dem abfiltrirt wird. Der Rückstand wird in Wasser gelöst, genau neutralisirt und mit Hefe 5 Tage lang bei Körpertemperatur vergohren. Es verbleibt ein Rückstand, welcher reducirte entsprechend 0,65 pCt. Zucker, auf Barford's Reagenz nicht reagirte, und im Soleil-Ventzke = +1 drehte. Mit Schwefelsäure von 5 pCt. 2 Stunden gekocht, war der Gehalt an reducirender Substanz auf 0,78 pCt. gestiegen. Es war also ein rechtsdrehendes und reducirendes Achroodextrin nach dem Vergähren geblieben. Zum Filtrat des Niederschlags (1) werden 500 ccm Aether gesetzt und nach zwei Tagen vom weissen spärlichen Niederschlag (2) abfiltrirt. Der Niederschlag in 50 ccm Wasser gelöst war rechtsdrehend + 2 und reducirte entsprechend einem Gehalt an Traubenzucker von 0,03 pCt. Barford's Reagenz wurde nicht reducirt. Das Filtrat von (2) mit 1 Liter Aether versetzt gab nach achttägigem Stehen nur noch Spuren eines Niederschlags. Es wurde nochmals durch ein Filter gegossen und das Filtrat, zum Syrup eingedampft, gab auch nach wochen-

<sup>1)</sup> Musculus und v. Mering, Ueber die Umwandlung von Stärke und Glycogen durch Diastas, Speichel, Pancreas und Leberferment. Zeitschrift f. physiolog. Chemie. Bd. 2. S. 403—419.

langem Stehen keine krystallinische Ausscheidung. In 100 Wasser gelöst, dreht die Substanz  $= +1,3$  und werden 5 ccm Fehling durch 4,1 ccm reducirt entsprechend 0,61 pCt. Zucker oder nach der Polarisirung  $= 0,458$  Maltose und nach der Reduction  $= 0,924$  Maltose.

Dasselbe Verfahren wurde bei einer anderen Patientin P. wiederholt, aber die Stärkeabkochung 30 Minuten im Magen gelassen. Es wurden 650 ccm exprimirt mit einer Acidität von 0,14 pCt. off. HCl. Tropaeolin wurde braunroth, Methylviolett blau gefärbt, Milchsäure war nicht vorhanden. Nach der Reduction enthielt das klare weissliche Filtrat 0,78 pCt. Zucker. Es wurden 2 Portionen zum Gähren aufgestellt, eine neutralisirte und eine saure. Erstere gährte schnell und vollständig, letztere träge und nur zu etwa  $\frac{3}{4}$  der Gesamtmenge. Beide Rückstände färbten sich mit Jod schmutziggelb-röthlich und reducirten stark Fehling'sche Lösung. Die gesammte exprimirte Flüssigkeit wurde dann eingedampft, mit Alkohol versetzt und wie oben verfahren. Auch hier erhielten wir nach der Vergährung des Niederschlages ein rechtsdrehendes reducirendes Achroodextrin und bei weiterer Fällung mit Aether einen nach Drehung und Reduction — Drehung  $+ 2$ , Reduction  $= 0,16$  pCt. und Drehung  $+ 1$ , Reduction  $= 0,098$  pCt. — als Maltose sich ergebenden Körper.

Leider verunglückte die letzte auf Zucker zu prüfende Portion, doch ist es nach dem Vorhergehenden wohl zweifellos, dass Zucker, wenn überhaupt, nur in Spuren darin vorhanden war.

Es wurde deshalb bei einer dritten Patientin folgender Versuch angestellt, welcher auch den Zweck hatte, darzuthun, wie weit die Fermentation nach verhältnissmässig kurzer Zeit, 7 Minuten, gediehen war. Es sollte damit zugleich dem immerhin möglichen Einwand begegnet werden, dass der etwa gebildete Zucker bei späterer Untersuchung bereits resorbirt und deshalb nicht mehr nachweisbar wäre.

W. nimmt am 5. Januar 1886 nüchtern 500 Stärkeabkochung von 1 pCt. und exprimirt nach 7 Minuten 370 ccm, die sofort aufgekocht werden. Acidität 0,01 pCt., Reduction 0,21 pCt. Die weitere Bearbeitung geschah wie vorher, doch wurde das Filtrat von dem ersten Abkohniederschlag sofort mit  $3\frac{1}{2}$  Liter Aether versetzt. Es ergaben sich folgende Daten: Der Niederschlag von der 1. Alkohol-

fällung giebt in Wasser gelöst nach dem Vergähren nur eine schwache Reduction, dreht im Soleil-Ventzke  $= +0,4$ . Der Niederschlag vom Alkohol-Aether dreht  $+9$  und reducirt  $= 0,36$  pCt. Zucker. Der Rückstand nach dem Abdestilliren des alkoholischen Aethers dreht  $= +1$  und reducirt  $= 0,11$  pCt. Der Syrup scheidet keine Krystalle aus.

Also auch hier ist es nur zur Bildung von rechtsdrehenden und reducirenden Dextrinen und Maltose, aber nicht von Traubenzucker gekommen.

Mit aller Sicherheit dürfte aus den ersten zwei Versuchen hervorgehen, dass Traubenzucker aus der eingebrachten Stärke entweder gar nicht oder nur in verschwindend geringen Mengen innerhalb der ersten 30 Minuten im Magen gebildet wird, ja, wie der dritte Versuch zeigt, überhaupt nicht in grösseren Mengen im Magen zu irgend einer Zeit der Verdauung auftritt, denn wir wissen bereits, dass die Umwandlung der Stärke mit dem mehr und mehr zunehmenden Säuregrade gleichmässig abnimmt und endlich ganz sistirt. Gebildet wird ein gährendes, rechtsdrehendes und reducirendes Achroodextrin und Maltose, welche auch in dem letzten Alkohol-Aether-Filtrat noch vorhanden war, wie die für Drehung und Reduction gefundenen Werthe beweisen. Uebrigens entspricht das Verhältniss der für Drehung und Reduction gefundenen Werthe nicht genau den sich aus der Rechnung ergebenden Zahlen, wenn man die einen aus den anderen nach den bekannten Verhältnissen des Drehungs- und Reductionsvermögens von Zucker und Maltose ableiten will. Wir nehmen an, dass hier der Umstand der gleichzeitigen Säureproduction in's Spiel kommt und werden diesem Verhalten vielleicht noch in einer besonderen Versuchsreihe nachgehen. Für die vorliegende Aufgabe glauben wir uns auf die von verschiedenen Seiten bestätigten Versuche von Musculus und v. Mering stützen zu dürfen<sup>1)</sup> und lassen uns an dem Nachweis genügen, dass sicherlich auch im menschlichen Magen Traubenzucker gar nicht oder nur in Spuren aus Stärke gebildet wird.

<sup>1)</sup> E. H. Bimmermann, Ueber die Umwandlung der Stärke im thierischen Organismus. Pflüger's Archiv Bd. XX. S. 201. — S. J. Philipps, Ueber Maltose und ihre Umwandlung in Glycose im thierischen Organismus. Jahresber. f. Tierchemie für 1881. S. 60.

Der eigentliche Ort der Traubenzuckerbildung ist der Darm, wo unter dem Einfluss des pancreatischen Saftes, ja wie Brown und Heron gezeigt haben, unter dem Einfluss der Darmschleimhaut Maltose in Traubenzucker übergeführt wird. Die Frage, ob und wieviel von den im Magen gebildeten Vorstufen des Zuckers, speciell der Maltose resorbiert wird, haben wir im Vorhergehenden nur streifen können. Sie bedarf dringend der weiteren Untersuchung.

Die Frage nach dem Einfluss der voraufgegangenen Nahrung auf die Amylolyse erledigt sich durch das Voraufgegangene. Es ist klar, dass sobald die vor Verabfolgung der Stärke genommenen Nahrungsmittel eine lebhaftere Säureproduction anregen — und wir müssen nach unseren Erfahrungen mit der Stärke schliessen, dass sie dies alle thun, denn gewiss sollte man von keinem Ingestum a priori weniger eine Anregung der Salzsäureproduction erwarten, wie von der Stärke — die Amylolyse durchaus durch die Menge der vorhandenen freien Säure geregelt wird, also von der Art des Genossenen und der seit dem Essen verstrichenen Zeit abhängt. Wir könnten hierüber wiederum mit Leichtigkeit eine umfassende Tabelle aus unseren Versuchsprotocollen zusammenstellen, glauben aber in der That davon Abstand nehmen zu können, weil die Verhältnisse nach Allem, was bis jetzt von uns und Anderen über die Stärkeverdauung ermittelt ist, durchaus klar liegen und einer tabellarischen Erläuterung nicht mehr bedürfen.

Nur ein specieller Punkt, der freilich nicht sowohl ein Nahrungsmittel als einen Nährstoff betrifft, kann nach dem bisher Bekannten nicht von vornherein als erledigt gelten. Es ist dies

#### 6. der Einfluss von Fett auf die Stärkeumwandlung im Magen.

Wir haben aber besondere Veranlassung, die Einwirkung des Fettes zu verfolgen, weil es den häufigsten und begehrtesten Zusatz zu den ganz oder vorwiegend aus Amylum bestehenden Nahrungsmitteln darstellt.

Die von uns angestellten Versuche beziehen sich naturgemäss nur auf grössere Mengen Fett, um desto prägnantere Resultate zu erhalten und wurden mit gut durchgeschüttelten Gemischen von Stärkekleister von 1—2 pCt. und reinem neutral reagirendem

Olivlenöl angestellt. Letzteres gab, mit Alkohol durchgeschüttelt, an den Alkohol keine auf Phenolphthalein sauer reagirenden Substanzen ab. Das Verhältniss von Oel zu Kleister haben wir verschiedenfach modificirt, sind aber nicht unter 1:4 heruntergegangen.

Das wohl durchgeschüttelte Gemisch wurde theils mit der Schlundsonde eingegossen, theils direct getrunken. Nach Verlauf der in der Tabelle angegebenen Zeit wurde in einen Maasscylinder exprimirt und nach einiger Zeit die Mengen von Oel und Kleister, die sich meist scharf gegeneinander absetzten, abgelesen. Wo dies nicht der Fall, war entweder die Verzuckerung nicht weit genug vorgeschritten, so dass der zähe Kleister noch Oel zurückhielt, oder viel Schleim beigemengt. Ersterem konnte dadurch abgeholfen werden, dass der Cylinder einige Zeit bei Körpertemperatur stehen blieb. Dann trat durch das beigemengte Speichelferment eine weitere Verzuckerung ein und beide Schichten setzten sich scharf ab. Bei starkem Schleimgehalt fand sich eine Zwischenschicht zwischen reinem Oel und Kleister von übrigens höchstens 5 cm, welche die scharfe Abgrenzung beider Schichten etwas verwischte. In solchen Fällen haben wir die Quantität des wässrigen Mageninhaltes erst nach dem Filtriren durch nasse Filter bestimmt. Zur Entscheidung der Frage, ob die Expression in der That den Gesamt-Mageninhalt oder nur einen aliquoten Theil desselben herausbefördert, sind wir folgendermaassen verfahren:

Nach der Expression wurde zu wiederholten Malen eine bestimmte Quantität Wasser, im Ganzen bis zu 4 Liter, in den Magen gegossen, das Eingegossene durch Heben und Senken des Trichters wiederholt hin- und herbewegt und durch combinirte Expression und Heberwirkung herausbefördert. In dem Spülwasser der ersten Portionen war jedesmal eine kleine Quantität Oel aber niemals Stärke oder reducirende Substanz enthalten. Die letzten Portionen Spülwasser brachten auch kein Oel mehr heraus. Sämmtliche Oelreste — auch diejenigen kleinen Mengen, die in den zum Mischen von Oel und Kleister gebrauchten Gefässen, Schlauch und Trichter haften blieben — wurden in Aether gelöst, der Aether verdampft und der klare Oelrest bestimmt. Die Menge des so erhaltenen, also bei der Expression etc. zu Verlust gekommenen Oels betrug zwischen 10 und 40 cm

und wechselte ungefähr nach der Menge des Eingegossenen. Sie ist in der Tabelle bereits in Abrechnung gebracht. Den Umstand, dass die Stärke im Gegensatz zum Oel bereits durch die erste Expression so vollständig aus dem Magen befördert wird, dass das erste Spülwasser, circa 250—300 ccm weder mit Jod noch mit Trommer's Probe reagirt, erklären wir dadurch, dass die Oel-tropfen fester an der Magenwand haften bleiben und erst durch wiederholte Wassereingiessungen abgespült werden. Wir haben uns hiervon noch auf folgende Weise zu überzeugen versucht.

Ein frisches menschliches Magen-Oesophagus-Präparat wird der natürlichen Lage entsprechend aufgehängt, mit einem Gemisch von Oel und Kleister durch ein altes Schlundrohr und Trichter gefüllt und der Inhalt durch wiederholtes die peristaltischen Bewegungen des Magens imitirendes Zusammendrücken der Magenwände hin und her bewegt. Dann liessen wir das Gemisch durch den Oesophagus ablaufen und fanden die gesammte Kleistermenge wieder. Wir füllten nun Wasser ein und bestimmten die mit dem Wasser noch ablaufende Menge Oel. Sie betrug zwischen 3 und 4 ccm. Darauf wurde der Magen aufgeschnitten und mit Schreibpapier auf Fett, welches der Schleimhaut noch anhaften konnte, geprüft. Es konnten nur noch minimale Mengen — kleinste discrete Fettfleckchen — nachgewiesen werden.

Es ist also kein Zweifel, dass die folgende Tabelle in der That die genauen Quantitäten der im Magen nach bestimmter Zeit vorhandenen, resp. zu Verlust gekommenen Mengen von Kleister und Oel angiebt.

Wir haben noch anzuführen, dass wir in verschiedenen Versuchen das Filtrat des Exprimirten, welches immer wasserhell, klar, zuweilen von leicht grünlicher Färbung war und in der weitaus grössten Zahl der Fälle keine freie Salzsäure erkennen liess und blaues Lakmuspapier nicht röthete, mit den gebräuchlichen Proben auf Eiweisskörper und Mucin untersucht haben. Die Filtrate enthielten niemals Pepton oder Propepton, einigemal — in der Tabelle angegeben — Mucin, stets Eiweiss, welches auf alle Weise, d. h. mit Essigsäure und Ferrocyankalium, Salzsäure und Phosphorwolframsäure, Xanthoproteinreaction etc. nachzuweisen war.

Tabelle V.

Name	Cem eingegossen		Bleibt im Magen	Cem verschwunden		Acidität in Procent.	Zucker in Proc.	Bemerkungen.
	Stärke	Oel		Stärke	Oel			
1. P.	400	100	30 Min.	180	40	0,04	0,17	Starke Mucinreaction.
2. W.	410	100	30 -	90	40	0,01	0,28	
3. R.	350	200	25 -	90	30	0,02	0,52	
4. R.	300	200	25 -	70	45	0,03	0,32	
5. Z.	400	100	30 -	60	40	0,01	0,24	
6. R.	250	250	30 -	30	60	0,02	0,36	Leichte Mucinreaction. dito.
7. Z.	250	150	40 -	25	45	—	—	
8. R.	300	150	30 -	15	20	0,01	—	
9. Z.	250	150	30 -	10	42	0,01	0,16	
10. Z.	250	110	35 -	10	25	—	—	
11. R.	250	150	40 -	10	40	0,01	0,34	Keine Mucinreaction. Acidität nur mit Tropaeolin ge- prüft.
12. Z.	300	200	30 -	0	70	schwach sauer	0,32	
13. P.	300	200	30 -	0	50			
14. P.	200	200	30 -	0	20	st. sauer	Spur	
15. Z.	250	150	30 -	0	20	0,02	0,15	
16. Z.	250	150	35 -	0	22	0,01	0,20	Keine Mucinreaction. Leichte Mucinreaction. dito. Heiss getrunken. Morg. Kaffee. dito. Starke Mucinreaction. dito. Leichte Mucintrübung.
17. R.	250	150	30 -	0	0	—	—	
18. Z.	250	150	30 -	40 Zuw.	35	0,02	0,38	
19. R.	250	150	40 -	60 Zuw.	40	0,01	0,14	
20. Z.	250	150	40 -	20 Zuw.	15	—	—	

Bei Betrachtung der vorstehenden Tabelle, in der wir die einzelnen Versuche in absteigender Reihe der Menge der verschwundenen Stärke angeordnet haben, fällt zuerst die wechselnde und ungleiche Menge des verschwundenen Oels resp. Kleisters auf, die weder jedes für sich noch mit einander verglichen zu den verabfolgten Mengen in einem bestimmten Verhältniss steht und nur im Allgemeinen, aber nicht ausnahmslos, desto grösser ist je mehr eingegeben war.

Es erhebt sich nun zuerst die Frage, wodurch die Stärke- resp. Oelverluste bedingt sind. Handelt es sich um Uebertritt ungleicher Mengen von Oel und Kleister aus dem Magen in den Darm, oder um eine Resorption beider Componenten vom Magen aus oder endlich treten gleiche Mengen in die Därme über und wird die aus dem Magen verschwundene Flüssigkeit, soweit sie den Kleister betrifft, durch Transsudation oder Secretion, oder endlich durch verschluckten Speichel ersetzt, und zwar in bald stärkerem bald schwächerem Grade, so dass dadurch die wechselnden Verlust-Werthe bedingt sind?

Wir haben mit Rücksicht auf die Versuche von Cash<sup>1)</sup> und Ogata<sup>2)</sup>, welche bekanntlich eine Zerlegung neutralen Fettes durch die überlebende und lebende Magenschleimhaut wahrscheinlich gemacht haben und mit Rücksicht auf unsere früheren Versuche, denen zufolge der Uebertritt in die Därme an die wachsende Acidität des Mageninhaltes gebunden ist, zu- meist aber deshalb, weil in einer so grossen Zahl unserer jetzigen Versuche gar kein Verlust an Kleister bei beträchtlichem Oelverlust zu constatiren war, lange Zeit eine Fettresorption vom Magen aus für höchst wahrscheinlich gehalten. Wie anders sollte man sich den Oelverlust deuten, da die Thatsache, dass scheinbar durchaus kein Kleister aus dem Magen verschwunden war, vorläufig nicht anders erklärbar erschien, als dass weder eine erhebliche Resorption noch ein Austritt desselben in den Darm stattgefunden habe. Denn ein Ersatz etwa resorbirter oder durch den Pylorus gegangener Flüssigkeit durch Secretion der Magenwände oder verschluckten Speichel schien deshalb nicht anzunehmen, weil einmal der Aciditätsgrad dann viel erheblicher sein musste und zum andern Mal grössere Mengen Mucin gefunden werden mussten. Aber wiederholt war Mucin nur in Spuren d. h. in Gestalt einer ganz leichten fadenziehenden Trübung bei der Essigsäureprüfung nachweisbar, und zwei direct auf den Nachweis von Fettsäuren gerichtete Versuche (Aus- schüttelung mit Aether, Versetzen mit dünner Sodalösung, welche bei Säurezusatz keine in Aether schwindende Trübung gab) er- gaben ein negatives Resultat. Aber warum sollte das Oel in so grossen Quantitäten resorbirt und der Kleister nicht aufgesaugt werden? Die Annahme, dass die resorbirenden Gefässe sich so- fort mit Fett füllten und auf die Weise für die Resorption der aus der Stärke entstandenen Producte untauglich würden, hatte wenig für sich. Durch die Güte des Herrn Prof. Zuntz waren wir überdies mit dem Ergebniss einer in seinem Laboratorium ausgeführten und noch nicht publicirten Versuchsreihe des Herrn A. von Werther bekannt, derzufolge bei Kaninchen nach Ein-

<sup>1)</sup> Cash, Ueber den Antheil des Magens und des Pancreas an der Ver- dauung des Fettes. du Bois' Archiv. 1880. S. 323.

<sup>2)</sup> Ogata, Die Zerlegung neutraler Fette im lebendigen Magen. du Bois' Archiv. 1881. S. 515.



gabe von Rohrzuckerlösung eine starke Secretion von Magensaft wahrscheinlich gemacht ist, zum wenigsten der HCl-Gehalt des Mageninhaltes in einer Stunde von 0,087 auf 0,133 gestiegen war, was sehr gut mit unseren oben angeführten Bestimmungen stimmt. Indessen war in diesen Versuchen (des Herrn v. Werther) nach Verlauf von circa 1 Stunde der absolute Mageninhalt stets geringer als er der Zufuhr nach hätte sein sollen, offenbar durch Uebertritt in den Dünndarm, dessen Gewichtsinhalt eine bedeutende Zunahme erfahren hatte, bedingt. In unseren 20 Versuchen aber blieb der Mageninhalt 6 Mal gleich und von einer erheblichen Salzsäureproduction d. h. Secretion von Magensaft konnte den Aciditätsbestimmungen zu Folge keine Rede sein.

Einen Fingerzeig zur richtigen Deutung der Verhältnisse ergaben erst die letzten von uns angestellten, auch in der Tabelle zuletzt aufgeführten Versuche.

Während wir nemlich vorher das Gemisch von Oel und Kleister immer abgekühlt gegeben hatten, wurde durch einen Zufall zuerst in dem drittletzten Versuch und dann in 4 weiteren Versuchen die Mischung heiss, zwischen 40 bis 50° C., getrunken und nun dreimal ein erhebliches und unzweifelhaftes Plus an Kleister d. h. des wässrigen Mageninhaltes neben beträchtlichem Oelverlust constatirt. In dem vorletzten Versuch war die Flüssigkeit ziemlich stark grünlich und gab Gallenfarbstoffreaction, wie wir dies auch sonst ab und an gefunden hatten, in den anderen dagegen wasserklar. Die Reaction war beim Titriren mit Phenolphthalein 0,01 bis 0,02 pCt. Salzsäure entsprechend.

Wo also ein Zuwachs des Mageninhaltes statthat, ist neben anderen Möglichkeiten auch die eines Rücktrittes aus dem Darm, wie sich aus dem Uebertritt von Gallenfarbstoff erweist, gegeben, und damit sind alle Schlussfolgerungen, die sich für die Oelresorption aus dem Verhalten des Kleisters herzuleiten scheinen, mehrdeutig. Denn es ist klar dass wir, weil diese Eventualität im Einzelfalle nicht auszuschliessen ist, auch aus dem Verhältniss von Oel zu Kleister keine bindende Schlüsse in dem oben besprochenen Sinne ziehen können. Es sind eben die verschiedenen discutirten Möglichkeiten einzeln und insgesamt gegeben.

Eine Entscheidung liess sich demnach nur von dem Nachweis erwarten, dass betreffenden Falls ebensoviel Stärke aus dem

Magen heraus- wie hereingelangt war, resp. nur ein dem verschwundenen Kleister entsprechendes Minus statthatte. In diesem Fall wäre eine Resorption amylyotischer Produkte und falls es sich um Prozentzahlen handelt, eine Transsudation ausgeschlossen und demnach eine Fettresorption erwiesen.

Die Bestimmung des festen Rückstandes war zu diesem Zweck, weil sie uns keine Procentzahlen geliefert hätte, nicht angänglich. Wir mussten also den Kleister in Traubenzucker überführen und benutzen zu diesem Zweck die Versuche 17 und 11 und zwar ersteren, in welchem weder Oel noch Kleister zu Verlust steht, deshalb, weil hier überhaupt keine Resorption stattgehabt zu haben schien. Der Gang dieser Versuche war der, dass gleiche Mengen von dem Filtrat des exprimierten Mageninhalts und des ursprünglich eingegebenen Kleisters mit verdünnter Schwefelsäure von 1,16 spec. Gew. auf 1000 Wasser in dem Verhältniss versetzt wurden, dass auf 1 g Stärke 50 ccm der Säurelösung oder 0,15 Schwefelsäure kamen, und im Chlorcalciumbade bei einer Temperatur von 110° 8 Stunden lang in der Druckflasche gekocht wurden. Das von dem geringen flockigen Bodensatz erhaltene Filtrat war jedesmal wasserklar, so dass es ohne weiteres polarisirt werden konnte. Auf diese Weise erhielten wir directe Vergleichsbestimmungen und konnten die gebildeten Nebenproducte (es sollen ja immer noch Dextrine restiren) ausser Acht lassen. Die Resultate waren.

in Versuch 17:

eingegabener Kleister im Halbschatten-Apparat = 3°

im Soleil-Ventzke = 3,2

exprimierter Mageninhalt im Halbschatten-Apparat = 2,1<sup>0</sup>

im Soleil-Ventzke = 2.3

In Versuch 11:

eingegebener Kleister im Halbschatten-Apparat =  $4.5^{\circ}$

im Soleil-Ventzke = 4,7

exprimierter Mageninhalt im Halbschatten-Apparat = 2,9°

im Soleil-Ventzke = 3,2

Es geht aus diesen Versuchen also zweifellos hervor, dass die procentische Menge drehender Substanz während des Aufenthaltes im Magen abgenommen hat, während die Flüssigkeitsmenge dieselbe geblieben oder gar verringert ist. Dies kann

nur auf einen Verlust und Ersatz von anders her (event. durch Transsudation?) bezogen werden. Ueber das Verhältniss dieser beiden Grössen, nemlich der Menge des Resorbirten, resp. durch den Pylorus Getretenen einerseits und der Grösse des Nachschubes andererseits können wir aber nichts aussagen und so verlieren auch alle auf die Persistenz des wässrigen Mageninhaltes in Beziehung zum Oelverlust gemachten Schlüsse ihre sichere Basis.

Wenn wir daher schliesslich unsere aus der letzten Versuchsreihe gewonnenen Ergebnisse, auch mit Bezug auf die Säure- und Zuckerbildung, zusammenfassen wollen, würde sich ergeben:

1. Nach Eingabe eines Kleister-Oelgemisches tritt, entgegen unseren Versuchen mit reinem Kleister, innerhalb der ersten halben Stunde in der Regel keine freie Säure auf.

2. Es verschwindet regelmässig (unter 20 Versuchen 19 Mal) eine beträchtliche Menge Oel, die aber zu der verabfolgten Oelmenge in keinem festen Verhältniss steht.

3. Wieviel von diesem Minus in die Därme übergeführt, ob und wieviel im Magen resorbirt ist, lässt sich z. Z. nicht entscheiden.

4. Von dem Kleister kommen sehr wechselnde Mengen zu Verlust, wenn letzterer aus dem exprimierten wässrigen Mageninhalt berechnet wird. Häufig ist gar kein Verlust, zuweilen ein Zuwachs — bis zu 60 ccm auf 250 ccm — vorhanden. Die betreffenden Ergebnisse sind im Einzelfall durch vorläufig nicht zu übersehende Factoren bedingt, welche den effectiven Verlust zu mildern, zu compensiren oder zu übersteigen vermögen. Letzteres scheint nur bei Eingabe heisser Lösungen der Fall zu sein. Offenbar spielt hierbei das Oel resp. die mangelnde Salzsäuresecretion eine Rolle, denn bei den mit Kleister allein angestellten Versuchen (s. oben S. 292) haben wir ein constantes, der gebildeten Säure entsprechendes Absinken des Mageninhaltes gefunden. Die obigen Befunde (S. 292) gewinnen aber, so weit die Zuverlässigkeit der Expressionsmethode dabei in Betracht kommt, durch die Ermittlungen der vorliegenden Versuche an erhöhter Sicherheit.

5. Die gebildete Menge reducirender Substanz wird durch das Oel nicht beeinflusst. Sie ist wechselnd und offenbar von der Menge des verschluckten Speichels und seiner fermentativen Kraft abhängig.