

VIII.

Ueber das Verhalten einiger Fermente im thierischen Organismus.

Von Kreisphysicus Dr. F. Falk in Berlin.

Während das Verhalten der sogenannten organisirten Fermente gegenüber den verschiedenartigsten Agentien, namentlich auch ihre Schicksale und Umwandlungen nach Eindringen in den thierischen Organismus vielfach erforscht worden sind, ist den „ungeformten“, „löslichen“ Fermenten gerade in letzterer Beziehung nicht eine gleich eingehende Aufmerksamkeit zugewendet worden. Ich bin nun daran gegangen, das Verhalten einiger ungeformter Fermente gegenüber den eingreifenden Prozessen im thierischen Stoffwechsel zusammenhängend zu verfolgen. Vielleicht gelang es, beachtenswerthe Differenzen zwischen den verschiedenen Fermenten oder Fermentarten zu erweisen. Von vornherein war freilich zu vermuthen, dass z. B. die im Organismus vor sich gehenden Oxydationen so manche jener Fermente nicht ganz unberührt lassen; sehen wir doch, dass oxydirende Einflüsse ausserhalb des Organismus, wie sie z. B. im Erdboden¹⁾ vor sich gehen, gelöste und geformte Fermente in gleicher Weise zu alteriren befähigt erscheinen.

Zu beginnen war, bevor man die Schicksale jener Substanzen innerhalb der Blutbahn und der Gewebe erforschte, mit der Beobachtung ihrer Veränderungen in den sogenannten ersten Wegen, d. h. dem Verdauungscanale; es galt also, die Einwirkung der Verdauungsdrüsen-Säfte und namentlich der in ihnen enthaltenen Fermente zu prüfen; es wurden demnach die Fermente (meist ausserhalb des Organismus, aber bei Körper-Temperatur) dem Einflusse des Speichels und pancreatichen Saftes, des Pepsin, der Galle und der im Darme bekanntlich stets vorhandenen Fäulniss-Fermente unterworfen.

¹⁾ Verf. in Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1877 und 1878.

Als erstes Prüfungsobject wurde das (nicht eiweissfreie) Emulsin gewählt. Seine Fermentwirkung auf Amygdalin wurde durch den Geruch nach Blausäure so wie durch die sehr empfindliche, von A. Vogel¹⁾ empfohlene chemische Probe (Erhitzen der alkalischen Flüssigkeit mit verdünnter Pikrinsäure) oder auch toxikologisch eruiert. Nach früheren gelegentlichen Mittheilungen von Kölliker und H. Müller²⁾, auf welche wir bald zurückkommen, konnte Böhm zu der allgemein gehaltenen Schlussfolgerung gelangen, dass die Fermente des Thierleibes . . . die Wirkungen des Emulsin zu vernichten scheinen.³⁾

Als Ergebniss beobachteten wir nun, dass, um dies gleich voranzuschicken, der Zusatz von Speichel oder auch von pancreatischem Safte die Fermentkraft von Emulsinlösungen, wie ich fermentkräftige Süßmandel-Extracte kurz nennen will, nicht alterirt, auf sie kaum anders einwirkt als der Zusatz von Wasser. Anders ist es mit dem Pepsin. Es zeigte sich nämlich, dass beim Zusammenbringen von Emulsin mit künstlichem Magensaft, dessen peptonisirende Kraft vorher erprobt war, eine verhältnissmässig kurz währende Einwirkung genügte, um die Fermentkraft des Emulsin zu vernichten. Indessen ergaben sofort Controlversuche, dass von einer Zerstörung des Mandelfermentes durch das Verdauungsferment als solches, einer eigentlichen Digestion oder dem ähnlichen nicht recht die Rede sein kann, und zwar lehrte dies zunächst das Schicksal von Emulsin-Lösungen beim Zusammenbringen mit einem pflanzlichen Verdauungs-Fermente, dem in letzter Zeit in Folge der Arbeiten von Wittmack, Würtz und Bouchut mehrfach genannten Papayin, dem eingedickten Saft von Carica Papaya, von welchem mir kleine Mengen durch die Güte des Herrn Professor Dr. phil. Wittmack hierselbst zur Verfügung standen.

Es zeigte sich nun, dass Einwirkung von Papayin-Lösung, deren peptonisirende Energie als sehr beträchtlich erkannt worden, die Fermentkraft des Emulsin nicht beeinträchtigt. Welches ist denn aber ein hier in Betracht kommender Cardinalunterschied zwischen dem peptonisirenden Vermögen von Pepsin und von Papayin? Jenes wirkt nur bei saurer Reaction, Papayin aber bei neutraler und al-

¹⁾ Centralblatt für medicinische Wissenschaften. 1866. S. 559.

²⁾ Verhandlungen der Würzburger physikalisch-medicinischen Gesellschaft. 1856.

³⁾ Handbuch der Intoxicationen. Leipzig 1876. S. 199.

kalischer. So muss denn für die Beurtheilung jener Pepsinwirkung ein Hauptgewicht der sauren Reaction des Labdrüsensaftes beigelegt werden. Und in der That zeigte die Beobachtung, dass, wenn zu Emulsinlösung nur die zur Bereitung des künstlichen Magensaftes verwendete Salzsäure von 0,135 pro 1000 (also sogar schwächer als sie im menschlichen Magensaft angetroffen werden kann) durchaus nicht im Ueberschusse, bloss bis zu deutlich saurer Reaction zugesetzt wurde, dies bereits zur Aufhebung der Fermentkraft des Emulsin genügen konnte, ein Ergebniss, welches übrigens mit früheren Versuchen von Selmi über den Einfluss der sauren und alkalischen Reaction auf die Spaltung des Amygdalin durch Emulsin in Einklang gebracht werden kann.¹⁾ Auffällig dürfte hiernach nur erscheinen, dass man nach Genuss von bittern Mandeln beim Menschen oder beim Hineinbringen von Emulsin und Amygdalin in den Magen lebender Thiere hat Symptome der Blausäure-Vergiftung beobachten wollen²⁾), dass also trotz der Säure im Magen das Emulsin die Spaltung des Glykosids bewirkt haben soll (denn noch innerhalb der Mundhöhle dürften doch beim gewöhnlichen Schluckacte zu geringfügige Mengen von Blausäure zur Entwicklung gelangen).

Indessen kann die Magensäure nicht jede Blausäure-Entwickelung hemmen, da wohl, wie angedeutet, eine verhältnissmässig schnelle, aber keine sofortige Aufhebung der Fermentkraft des Emulsin durch die Mineralsäure statt hat: selbst wenn ich gleiche Mengen wirksamen Mandelextractes und jener Salzsäure zusammenbrachte, konnte ich doch nach bald auf diese Vermengung folgendem Zusatze von Amygdalin dessen Spaltung constatiren; erst wenn ich zuvor die Salzsäure etwa eine halbe Stunde hindurch auf das Emulsin hatte einwirken lassen, vermisste ich dessen Fermentkraft. —

Was nun die Schicksale des Emulsin in den Darmsäften anlangt, so gilt zunächst von der Galle in gewisser Beziehung das von der Einwirkung des Magensaftes gesagte: Aufhebung der Fermentkraft und zwar baldige, aber keine sofortige. Wenn frische Galle zu gleichem Theile mit Emulsin-Lösung (bei Körpertemperatur)

¹⁾ Vergl. auch Wernitz, Ueber die Wirkung der Antiseptica auf ungeformte Fermente. Dissept. Dorpat 1880.

²⁾ Gmelin, Organische Chemie. 1858. S. 603. im Gegensatze zu Lussana, Comptes rendus 1864. Tome 58.

versetzt wird und eine Amygdalin-Solution diesem Gemenge alsbald unterworfen wird, so tritt die Glykosid-Spaltung ein, nicht aber, wenn vorher die Galle etwa eine halbe Stunde, manchmal auch schon kürzere Zeit mit dem Emulsin in Berührung gewesen war. Diese antifermenative Wirkung der Galle beruht aber einfach darauf, dass sie das Emulsin niederschlägt, präcipitirt. —

Die Wirkung der im Darme vorhandenen Fäulnissfermente auf das Emulsin zu verfolgen, erschien um desswillen interessant, weil über die Einwirkung des Fäulnissprozesses auf Fermente überhaupt nicht viel Angaben existiren. Hervorgehoben wird von den organisierten Fermenten oder speciell von Milzbrandgift-haltigen Lösungen, dass sie, ausserhalb des thierischen Organismus der fauligen Zersetzung preisgegeben, hierdurch schnell ihre Infectionskraft einbüssen. Dem entgegen muss ich vorweg bemerken, dass sich die von mir hierauf geprüften ungeformten Fermente in jener Beziehung viel resistenter verhalten.

Schon früher hatte ich gelegentlich erwähnt, dass trotz einer bis zur Schwefelwasserstoff-Entwickelung gediehenen Fäulniss einer Süßmandel-Emulsion die Fermentwirkung auf Salicin und Amygdalin noch wahrgenommen werden konnte¹⁾). Wenn ich nun auch immer wieder eine merkliche Resistenz des Emulsin gegen Fäulniss constatirte, sei es dass ich die Mandelemulsion allein oder nach Zusatz mit Pancreas-Infus faulen liess, so ist freilich die Einschränkung geboten, dass bei Beginn der Fäulniss (dieser vornehmlich aus der Einwirkung auf die Sinneswerkzeuge erschlossen) auch schon eine Schwächung der Fermentkraft ersichtlich wird: es dauert nun ceteris paribus länger, bis die Blausäure-Entwickelung in der mit der (faulenden) Emulsin-Solution versetzten Amygdalin-Lösung bemerkbar wird, und man kann sagen, dass diese Abnahme der Gährung erzeugenden Kraft dann gleichsam zusehends deutlicher wird; aber selbst in hochfaulnen, von Bakterien wimmelnden Lösungen, z. B. wenn gleiche Mengen Mandelemulsion und Pancreas-Infus bei mittlerer Temperatur drei Wochen hindurch in offenen Gefässen zusammengebracht waren, konnte man hiermit noch Amygdalin zur Spaltung bringen. Andrerseits erlischt dann die Fermentkraft der Emulsin-haltigen Flüssigkeit vor dem Abschluss der fau-

¹⁾ Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin. 1877. Bd. 27. S. 95.

ligen Zersetzung, um nie, begreiflicherweise auch nicht z. B. nach Zusatz von Carbolsäure, wiederzukehren. —

Durch unsere Beobachtung der schwächenden oder selbst vernichtenden Wirkung der Magensäure, der Galle und der Fäulniss finden frühere, Eingangs angedeutete Mittheilungen (von Lehmann sowie) von Kölliker und Heinrich Müller ihre Erklärung. Sie sahen bei Injection von Amygdalin in's Blut und Emulsin in den (Magen, bez.) Darm keine Blausäure-Vergiftung eintreten, wohl aber bei umgekehrter Application der Blausäure-Generatoren; „es gelangte also das Emulsin nicht als solches aus dem Darme in's Blut. Im Darme war dasselbe gleichfalls nicht nachzuweisen und es liegt auch die Möglichkeit vor, dass es schon im Darme einer Veränderung unterliegt¹⁾.“ Nun wir haben im obigen diese Emulsin-zerstörenden Prozesse im Darmrohre kennen gelernt. —

Es sei uns gestattet, hier die Erklärung für eine andere von denselben Forschern in der nämlichen Versuchsreihe erwähnte Beobachtung einzuschalten. Sie kommen nämlich auf Grund von Sections-Ergebnissen nach Injection blosser Amygdalin-Lösungen in den Darm zu dem Schlusse, dass sich im Darme lebender Kaninchen ein Ferment befindet, welches allein (ohne Beisein von Emulsin) das Amygdalin bis zu lebensgefährlicher oder tödlicher Entwickelung von Blausäure spaltet. In ähnlicher Weise constatirten späterhin Moriggia und E. Ossi²⁾, dass nach innerlicher Darreichung von Amygdalinlösung (ebenfalls ohne Emulsin-Zusatz) im Darme von Fleisch- und namentlich von Pflanzenfressern chemisch³⁾ und auch toxikologisch nachweisbare Blausäure-Entwickelung stattfindet; auch sie nehmen das Vorhandensein einer (nicht näher ergründeten) Substanz im Darme an, welche, im Gegensatze zu andern von ihnen geprüften Thier- und Pflanzensaften, auf das Amygdalin fermentativ wirkt⁴⁾. Schon ihre Angabe, dass nach der (innerlichen) Darreichung von Amygdalin der Inhalt des Dickdarmes (bekanntlich Schauplatz besonders starker Fäulniss) am lebhaftesten, der des

¹⁾ Vgl. auch Husemann, Handbuch der Toxikologie. 1862. S. 34.

²⁾ Centralblatt für medicinische Wissenschaften. 1876. S. 587.

³⁾ allerdings nur mit dem zweifelhaften Schönbein'schen Reagens-Papiere.

⁴⁾ Ähnliche Spaltung des Sallein in der oberen Hälfte des Dünndarms constatirte Marmé, Nachrichten von der k. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-August's Universität. Göttingen 1878. S. 279.

Dünndarmes eine schwächere Entwicklung von Blausäure erkennen liess, konnte in uns die Vermuthung erwecken, dass lediglich eine Fäulnisswirkung vorliege; und in der That haben uns Versuche gelehrt, dass in einer Amygdalin-Lösung der blosse Fäulnissprozess dieselbe Spaltung wie das specifische Ferment erzeugen kann.

Ich habe Amygdalin-Lösungen unvermengt oder auch, der Beschleunigung halber, nach Zusatz verschiedener eiweisshaltiger Flüssigkeiten, wie Trans- und Exsudate, faulen lassen; zur Controle wurden diese albuminöse Flüssigkeiten ohne Amygdalin der Fäulniss übergeben. Die Angabe älterer Autoren, dass sich bei der Fäulniss von Eiweisskörpern oder ihren Derivaten deutliche Mengen freier Blausäure entwickeln können, fand ich nicht bestätigt, hingegen sah ich allerdings in der faulenden Amygdalin-Lösung Blausäure entstehen: nach Merkbarwerden der fauligen Zersetzung konnte man, weniger durch den hier natürlich trügerischen Geruch als unverkennbar vermittelst der Pierinsäure wie auch der Berlinerblau-Probe, den Blausäuregehalt erweisen¹⁾. Der antiseptischen Wirkung der Blausäure ist es dann wohl zuzuschreiben, dass der Fortschritt der Fäulniss in jener Flüssigkeit einige Zeit hindurch beeinträchtigt wurde; dauernd war dies freilich nicht und es erfolgte danach der gewöhnliche Ablauf der Putrescenz, und lange vor Beendigung des Fäulnissprozesses war dann die Blausäure geschwunden.

Die intensive Fäulniss im Darme, namentlich in dessen untern Abschnitten erklärt hiernach die relativ baldige Zerlegung des Amygdalin, wie sie jene Forscher bei ihren Thierversuchen, übrigens im Widerspruche mit der gewöhnlichen Annahme der vollen Unschädlichkeit des Amygdalin, beobachtet haben. Kölliker und H. Müller glaubten in dem pancreatischen Safte das Amygdalin spaltende Agens vermuten zu dürfen; indessen beobachtete ich, dass diese Wirkung des Bauchspeichels, wenn überhaupt vorhanden, nur inconstant und schwach ist; anders der Mundspeichel: diesen sehen wir thatsächlich das Amygdalin in chemisch und toxikologisch unverkennbarer Weise spalten²⁾. Jedenfalls erscheint nach allen er-

¹⁾ Salicin-Zersetzung konnten Moitessier durch Schimmelpilze, Ranke und Marmé durch Bierhefe hervorrufen.

²⁾ Fermentwirkung übt der Speichel nicht etwa auf alle Glykoside, z. B. nicht auf das Coniferin aus, auch bedarf es (ähnlich wie beim Salicin) einer um Stunden längeren Einwirkung zur Spaltung des Amygdalin als zur Sacchari-

wähnten Versuchen das Amydalin als eine der seltenen Substanzen, welche, unmittelbar in's Blut geführt, unschädlich, hingegen vom Verdauungskanale aus giftig wirken können. —

Wenn wir nun zu einem physiologisch interessanteren Fermente, dem (Mund- und dem Bauch-) Speichel, übergehen, so können wir uns trotzdem nach den vorangegangenen Erörterungen kürzer fassen.

Es handelt sich zunächst um das nach vielen Richtungen bedeutsame Verhalten des Pepsin zur thierischen Diastase. Auch hier muss vorangeschickt werden, dass Zusatz von verdauungskräftigem Papayin die diastatische Wirkung des Speichels nicht aufhebt; geschieht solches durch Pepsin, so kann auch dies nur als Wirkung der Salzsäure angesprochen werden. In Betreff dieser seit längerer Zeit bis in die Gegenwart vielfach behandelten Frage nach dem Einflusse der freien Mineralsäure im Magen auf die saccharificirende Kraft des Speichels kann ich mich auf Grund meiner Versuche ohne Bedenken der stattlichen Reihe derjenigen anschliessen, welche die Aufhebung der Fermentkraft des Speichels durch die Säure erweisen. Wenn anscheinend im Gegensatz hierzu z. B. gelegentlich beobachtet worden ist, dass ausgepumpter Mageninhalt in Folge von verschlucktem Speichel deutliche Saccharificirung von Stärkemehl erkennen liess, so ist hierdurch allein noch nicht die Schlussfolgerung geboten, dass der Magensaft constant zu gewissen Zeiten säurefrei ist; denn ähnlich, ja in noch höherem Grade als beim Emulsin, gewahrte ich, dass eine längere Einwirkung der Salzsäure auf den Speichel bis zur Zerstörung seiner diastatischen Energie nothwendig ist; wenn ich z. B. gleiche Mengen jener Salzsäure (0,135 pro mille) und frischen Mundspeichels zusammengebracht hatte, so konnte ich noch nach einer halben Stunde Saccharificirung von Stärke hervorrufen. Danach kann der Umwandlung von Amylaceen durch heruntergeschluckten Speichel keineswegs sofort nach deren Eintritt in den Magen ein Ziel gesetzt werden (s. u.).

Was den Einfluss der Galle auf Speichel anlangt, so musste von vorn herein eine Aufhebung der diastatischen Wirksamkeit fraglich erscheinen, da wir sehen, wie innerhalb des Darmes die Galle

fieirung der Stärke nothwendig ist. Dies erklärt vielleicht die entgegenstehende Angabe von Schmidt und Städeler (Erdmann's Journal für praktische Chemie. 1857. Bd. 72. S. 250).

und der amylolytische Saft des Pancreas friedlich nebeneinander ihre eigenthümliche Kraft entfalten. In der That vermag der Zusatz von Galle zu Speichel, auch in gleichen Mengenverhältnissen, nicht alsbald die diastatische Wirksamkeit zu vernichten; noch nach Ablauf mehrerer Stunden ist sie zu constatiren, dann aber, wiederum unter Bildung einer Sedimentirung, schwindet sie gänzlich. —

Der Fäulniss gegenüber ist das Speichel ferment noch resistenter als das Emulsin; mit Fleischwasser zusammengethan und in diesem Gemisch der Fäulniss überlassen, liess Mundspeichel, ähnlich wie wir es vom Mandel ferment erwähnt haben, wohl mit dem Beginne der putriden Zersetzung eine Schwächung (nach Zeit des Eintritts der Saccharification, dgl., erschlossen), aber relativ lange noch nach Vollentwickelung der Fäulniss-Kriterien Vorhandensein diastatischer Kraft erkennen, und auch ebenso wie beim Emulsin verlor sich letztere noch vor gänzlichem Ablauf der Putrescenz. Indessen ist es trotz dieses längeren Fortbestandes der Fermentkraft des in grösseren Mengen ausserhalb des Körpers faulenden Speichels doch nicht ausgeschlossen, dass, wenn geringere Mengen menschlichen Mundsecretes, z. B. gleich nach der Ausscheidung aus den Speicheldrüsen, mit faulenden Stoffen, wie sie u. a. bei Zahncaries die Mundhöhle in sich birgt, in innige Berührung kommen, nun eine bis zur Aufhebung reichende Abschwächung der zuckerbildenden Fermentkraft veranlasst werden, in solchen Fällen also zu der mechanischen noch eine chemische Digestions-Erschwerung hinzutreten kann. —

Was nun das Verhalten der jetzt auch mehrfach zu therapeutischer Verwendung empfohlenen pflanzlichen Diastase gegen die genannten im Körper wirksamen Agentien betrifft, so habe ich es an fermentkräftigen Malzaufgüssen geprüft und kann es kurz in die Worte zusammenfassen, dass sich pflanzliche und thierische Diastase im wesentlichen gleich erweisen: Persistenz gegen das Pflanzenpepsin, baldiges Schwinden der Fermentkraft durch die Mineralsäure des Magensaftes¹⁾), etwas langsamer durch Galle, noch zögernder durch Fäulniss. Nur muss ich hervorheben, dass, wenn es überhaupt statthaft ist, derartige Vergleiche ohne weiteres anzustellen, die pflanzliche Diastase merklich weniger widerstandsfähig erscheint,

¹⁾) Hierauf hat bereits v. d. Velden gelegentlich hingewiesen. Archiv für klinische Medicin Bd. 25.

mindestens erheblich schneller jenen Agentien unterliegt; es hängt dies allem Anschein nach mit dem grösseren Eiweissgehalte des Malzaufgusses im Vergleich mit Speichel zusammen und steht im Einklange mit den oben angedeuteten Beobachtungen über die anti-fermentativen Kräfte des Erdbodens, welchen ebenfalls die eiweiss-reichen Fermente schneller erliegen als eiweissarme, während der zerstörenden Wirkung der Hitze grade die Malzdiastase grösseren Widerstand leisten soll als der Speichel¹⁾). —

Ich ging nun daran, die Schicksale des vielleicht an der Grenze der organisierten und der löslichen Fermente stehenden putriden Giftes, wie sie sich innerhalb des Verdauungskanales gestalten können, zu erforschen. Von besonderem Interesse musste grade das Verhalten des Fäulnissgiftes gegen Magensaft erscheinen; hat man doch u. a. gegen die Bedeutung des Trinkwassers als Vehikel für infectiose Krankheitsstoffe den Umstand in's Feld führen zu können geglaubt, dass wir dem Magen sehr oft faulende Stoffe zuführen, ohne dadurch septisch inficiert zu werden, dem Magensaft demnach eine hohe antifernmentative Wirksamkeit zukommen müsse, wie solche in der That bezüglich einiger Gährungsprozesse²⁾ bereits erwiesen scheint. Hat man doch früher auch zur Erklärung der Unschädlichkeit interner Application von schärfer charakterisierten organischen Giften, die nach subcutaner Injection schnell tödten, wie das Curare, [irrthümlicherweise³⁾] eine Zerstörung des Giftes durch den Magensaft annehmen zu müssen vermeint.

Als putrides Gift benutzte ich zuvörderst faules Blut, dessen septicämisch-tödtliche Wirkung nach Verdünnung mit gleichen Mengen Wassers durch Injection in die Bauchhöhle von Kaninchen festgestellt war. Ich bemerke, dass eine übermässig toxische Wirkung, eine zu starke Concentration des Giftes nicht vorlag, indem bei weiterer Verdünnung mit Wasser, wenigstens bei etwa gleich grossen Thieren ein tödtlicher Ausgang der Injection vermisst wurde.

¹⁾ R. Maly, Chemie der Verdauungssäfte und der Verdauung. S. 35.

²⁾ Severi; Hoppe's medicinisch-chemische Untersuchungen. Bd. 2.

³⁾ C.L. Bernard, Leçon sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses. 1857. p. 282. — L. Herrmann. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1867; Lehrbuch der experimentellen Toxikologie. 1874. S. 308.

⁴⁾ Lehmann, Handbuch der physiologischen Chemie. 1859. S. 363.

Ich erwähne nun kurz, dass, wenn ich anstatt Wasser gleiche Mengen von Speichel, beziehentlich pancreatichem Safte oder Papayinlösung zusetzte, die Giftigkeit des faulen Blutes hierdurch nicht gemindert wurde. Indessen, und hier liegt ein Unterschied von den bisher genannten löslichen Fermenten vor, auch nach Zusatz und Stunden langer Einwirkung von digestionskräftigem Magensaft oder auch von blosser Salzsäure (0,135 auf 1000) trat der Tod unter wesentlich gleichen Erscheinungen und ziemlich innerhalb des nämlichen Zeitraumes ein wie nach Injection des einfach gewässerten faulen Blutes. Freilich ist zu bedenken, dass ein nicht unerheblicher Bruchtheil der Salzsäure von dem Ammoniak des faulen Blutes in Beschlag genommen wird, aber ich habe mich in anderen Versuchsreihen auch davon überzeugen können, dass durch Zusatz jener Salzsäure zu septischem Blute selbst bis zu unverkennbarer saurer Reaction die Giftigkeit desselben kaum abgeschwächt, geschweige denn vernichtet wurde. Hingegen schien in diesem angesäuerten Blute, wie erklärlich, die weitere chemische Decomposition, der Fortschritt der Fäulniss einige Zeit hindurch inhibirt zu sein. Man dürfte kaum einwenden, dass wesentliche Unterschiede zwischen derartigen Experimenten und den Vorgängen innerhalb des lebenden Organismus, speciell des Verdauungskanales vorliegen und Berücksichtigung verdiensten könnten: nach diesen Versuchen kann aber dem Magensaft oder, genauer, dessen Mineralsäure wohl eine die Fäulniss verzögernde, aber keine besonders stark entgiftende Wirkung zukommen. Von der Galle konnte ich keine dieser Fähigkeiten erweisen, obwohl sie bei Zusatz zum faulen Blut einen, freilich nicht sehr beträchtlichen Niederschlag erzeugt. Dass aber die Fäulniss das putride Gift zerstört, ist bereits bekannt.

Etwas anders gestaltete sich das Ergebniss, wenn ich anstatt faulen Blutes ein nach Panum's¹⁾ Angaben bereitetes putrides Extract verwandte; hier schien es wirklich einige Male, dass ein angemessener Zusatz von Magensaft, beziehentlich Salzsäure oder auch von Galle die septicämische Wirksamkeit wesentlich beeinträchtigte, doch erstens war dies Resultat nicht constant, und dann ist jenes Extract an sich sehr „sensibel“, d. h. einer Reihe von Substanzen erliegend, welchen andere gelöste Fermente wirksamen

¹⁾ Dieses Archiv Bd. 60.

Widerstand entgegenzusetzen vermögen. Wir können daher dieser antitoxischen Wirksamkeit der Verdauungssäfte kein besonderes Gewicht beilegen. —

Von den anderen ungeformten Fermenten haben wir das Myrosin hier deshalb keiner eingehenden Beobachtung unterzogen, weil es sich nach mannichfachen Versuchen gegen Reagentien verschiedener Art ähnlich dem Emulsin verhält; andererseits ist auch das Invertin von mir nicht erprobt worden, weil es zwar nicht an sich zersetzungsfähiger ist, aber langsamer und schwächer als die Mehrzahl der der Forschung leicht zugänglichen Fermente wirkt¹⁾. — —

Wenn wir aus obigen Versuchen resümiren und einige allgemeine Bemerkungen kurz anknüpfen wollen, so ist zunächst hervorzuheben, dass in den sogenannten ersten Wegen, dem Verdauungskanale, erhebliche gährungswidrige Kräfte vorhanden sind, dass dies in erster Reihe vom Magensaft, dann, in geringerem Grade, von der Galle und endlich auch von den im Darme thätigen Fäulnissfermenten gesagt werden muss. In Betreff des Magensaftes ist mit Sicherheit festgestellt, dass seine antifermentative Kraft an die peptinisirende nicht unmittelbar geknüpft ist, denn das pflanzliche Pepsin-ferment „verdaut“ weder das Emulsin noch die Diastase. Mit dieser Verschiedenheit im Verhalten gegen das vegetabilische Verdauungs-ferment ist wieder eine beachtenswerthe Differenz der sonst so manichfache Berührungspunkte bietenden Albuminate und Fermente gegeben.

Für jene antifermentative Kraft des Magensaftes kommt im wesentlichen nur die Salzsäure in Betracht; dass letztere das Ferment thatsächlich zu zerstören vermag, schliesse ich daraus, dass ich, wenn ich die Fermentkraft nach Säure-Zusatz eben nicht mehr eruiren konnte (was sich an der pflanzlichen Diastase am schnellsten vollzog), dann auch durch Zusatz von Alkali die specifische Fermentwirkung nicht wieder zum Vorschein bringen konnte. Ausserdem wurde durch die Säure dann auch die den Fermenten eigenthümliche katalytische Kraft auf Wasserstoffhyperoxyd vernichtet.

Dennoch darf man die Wirkung des Magensaftes nicht ganz derjenigen der blossen Salzsäure gleichstellen, denn das gleichzeitige Vorhandensein von Pepton im Magen ist befähigt, die antifermenta-

¹⁾ R. Barth, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 1878. S. 482.

tive Wirkung der Salzsäure zu schwächen, wie dies folgender Versuch mit gegen die Säure besonders empfindlicher vegetabilischer Diastase lehren kann:

- a) 40 Tropfen eines Malzaufgusses werden mit 40 Theilen Wasser versetzt und zu 40 Tropfen eines mässig verdünnten Stärkekleisters hinzugethan: alsbald Zucker-Reaction.
- b) 40 Tropfen desselben Aufgusses werden mit 20 Tropfen einer Lösung käuflichen Peptons und 20 Tropfen Wasser versetzt, dann zu 40 Tropfen des nämlichen Kleisters hinzugethan: baldige Zucker-Reaction.
- c) 40 Tropfen des Malzaufgusses werden mit 20 Tropfen Salzsäure (0,135 pro 1000) und 20 Tropfen Wasser versetzt, dann zu 40 Tropfen des Kleisters gethan: Zucker-Reaction bleibt aus.
- d) 40 Tropfen Infus werden nun mit 20 Tropfen Salzsäure und 20 Tropfen durch Milchsäure angesäuerter Peptonlösung versetzt, dann zu 40 Tropfen Kleister gethan: nun tritt Zucker-Reaction ein.

Es spricht dies für die Anschauung Kossel's, dass die Peptone mit der Salzsäure eine Verbindung eingehen und, wie bereits Brücke erschlossen hat, die Salzsäure bei der Verdauung verbraucht wird. —

Bevor wir die Schicksale jener Fermente in dem Blute und den Geweben verfolgen, soll uns eine Versuchsreihe mit der Einwirkung der Verdauungssäfte auf einige geformte Fermente beschäftigen. — —

Schliesslich verfehle ich nicht, Herrn Prof. Dr. E. Baumann hieselbst für seine stets bereitwillige Unterstützung meinen verbindlichsten Dank öffentlich auszusprechen.

