Ueber den Einfluss der Galle auf die Magenverdauung

von

Dr. O. Hammarsten

in Upsala.

Zur Beantwortung der Frage, warum die Galle die Pepsinverdauung störe, muss man natürlich ihr Verhalten zu einem jeden von den dabei in Betracht kommenden Factoren, der Säure, dem Pepsin und dem Eiweisse, besonders prüfen; und es fragt sich also, auf welchen von diesen dreien die Galle wirke, ob auf sie alle und welche Wirkung in diesem Falle die wichtigste sei.

Um diese Verhältnisse zu studiren, habe ich im hiesigen Physiologischen Institute im Laufe des verflossenen Jahres mehrere Versuche angestellt, deren wichtigste Resultate ich hier mittheile.¹⁾ Zur Herstellung des bei diesen Versuchen angewandten Magensaftes benutzte ich Magen vom Schwein, Hund, Fuchs, Kaninchen m. m., am häufigsten aber Kälbermagen, und die Darstellungsweise ist, wenn nichts anderes angegeben wird, immer folgende gewesen. Nachdem ich den Magen geöffnet und genau mit Wasser abgespült hatte, wurde die Schleimhaut desselben mit einem stumpfen Instrumente geschabt. Der gewonnene röthliche Schleim wurde mit reinem Quarzsand zerrieben und dann in der Kälte mit destillirtem Wasser (200 Cc. auf 1 Kälbermagen) extrahirt. Die Flüssigkeit wurde filtrirt, mit Salzsäure versetzt und zuletzt, wenn es nöthig erschien, wieder filtrirt. Die so gewonnene Verdauungsflüssigkeit war von wechselnder Reinheit, in den meisten Fällen aber verhältnissmässig rein und eiweissfrei. Die Verdauungsversuche sind sämmtlich im Brütofen bei einer Temperatur, welche zwischen 37° und 40° C. schwankte, angestellt.

Ehe ich zu den eigentlichen Untersuchungen ging, stellte ich

1) Siehe über diesen Gegenstand meine Dissertation: »Om gallans förhållande till magsaften och ägghvitedigestionen. Upsala 1869.«

eine I. Versuchsreihe an, die mir zunächst zeigen sollte, ob die Fähigkeit der Galle, die Pepsinverdauung zu stören, etwas im Thierreiche allgemein verbreitetes, oder nur eine Eigenthümlichkeit eini-ger wenigen Thiere sei. Um dies zu erforschen, war es nöthig, Galle von möglichst vielen Arten anzuschaffen; da sich aber die Galle während der Aufbewahrung leicht zersetzt und dadurch, wie ich es mehrmals beobachtet habe, ihre Wirkungen abgeschwächt werden, wollte ich niemals Galle von anderen als von soeben ge-tödteten Thieren in Arbeit nehmen. Dies ist auch der Grund, warum der untersuchten Arten nur wenige sind und auf folgende sich beschränken. Unter den Säugethieren:

Ochs, Kalb, Hund, Fuchs, Katze, Schwein, Schaf, Igel, Kanin-chen und Hase (*Lepus borealis*. Nilss).

Unter den Vögeln: *Falco Tinnunculus*. L., *Buteo vulgaris*. Raji, *Strix nyctea*. L., *Strix Aluco*. L., *Corvus cornix*. L., Huhn und Gans.

Unter den Fischen: *Cyprinus Carassius*. L.; *Tinca vulgaris*. Cuv., *Leuciscus Idus*. Lin., *Leuciscus Rutilus*. L., *Abramis Brama*. L., *Abramis Aspius*. L., *Muraena Anguilla*. L., *Esox Lucius*. L., *Perca fluviatilis*. L., *Lota vulgaris*. Cuv., *Coregonus oxyrhynchus*. L.

Die Mengenverhältnisse der Galle und des Magensaftes waren in diesen Versuchen wie 1 : 20 ($\frac{1}{2}$ Cc. Galle, 10 Cc. Magensaft) und die Galle wurde immer schleimhaltig, wie sie aus der Blase genommen wurde, in Anwendung gebracht. Als Verdauungsobjecte wurden immer einige Würfel aus dem Eiweiss eines hart gesotte-nen Hühnereies angewandt. Der Säuregrad des Magensaftes war immer 0,4 pCt. HCl.

Die Resultate dieser Versuche waren, dass die Galle aller ge-nannten Thiere mit einer einzigen Ausnahme die Verdauung in der Weise störten, dass das Eiweiss vom Magensaft, dessen Wirksam-keit bei Abwesenheit der Galle gleichzeitig controllirt wurde, nicht im geringsten angegriffen erschien. Eine vielleicht scheinbare Aus-nahme fand ich beim Hasen, dessen Galle in zwei von mir angestell-ten Versuchen keine solche Einwirkung zeigte. Im ersten ($\frac{1}{2}$ Cc. Galle, 10 Cc. Magensaft) war die Verdauung ganz so energisch wie in einer andern Probe mit eben so viel desselben Magensaftes, ohne Galle. Im zweiten Versuche (1 Cc. Galle 6 Cc. Magensaft) entstand beim Vermischen beider Flüssigkeiten ein reichlicher, flockiger Niederschlag; aber die Verdauung ging dessenungeachtet, wenn auch langsam, jedoch völlig normal von Statten. Dass in diesem

letzten Falle die schwachen Wirkungen der Hasengalle nicht in einer ungewöhnlichen Energie des Magensaftes ihren Grund hatten, geht daraus hervor, dass in einer anderen Probe mit Katzensgalle und demselben Magensaft ($\frac{1}{2}$ Cc. Galle 25 Cc. Magensaft) das Eiweiss völlig unverdaut blieb. Dieses abweichende Verhalten der Hasengalle ist doch gewiss nur ein Zufall gewesen, und wahrscheinlich macht sie keine wirkliche Ausnahme. Diese Vermuthung scheint mir deswegen um so mehr berechtigt, weil die Versuche mit Kaninchengalle mehrmals dieselben Resultate lieferten. In 4 aufeinander folgenden Versuchen ($\frac{1}{2}$ Cc. Galle, 10—5 Cc. Magensaft) erwies sich nämlich die Kaninchengalle völlig unwirksam, während gleichzeitig eine weit geringere Menge Rindergalle eine stark hindernde Wirkung zeigte. In den zunächst folgenden Versuchen dagegen ($\frac{1}{2}$ Cc. Galle. 4 Cc. Magensaft) zeigte die Kaninchengalle ein ganz deutliches Vermögen die Magensaftverdauung zu stören, obwohl sie in meinen Versuchen im allgemeinen eine schwächere Wirkung als die übrigen Gallenarten zu besitzen schienen. erinnert man sich, dass die Lebergalle der Kaninchen, mit durchschnittlich 2 pCt. festen Bestandtheilen (Bidder u. Schmidt), durch Stagniren in der Blase auf 10 pCt. gelangen kann, so wird das wechselnde Verhalten der Kaninchengalle in diesen Versuchen leicht verständlich. Wahrscheinlich giebt es ähnliche Verhältnisse beim Hasen, in welchem Falle man natürlich aus den von mir gewonnenen Resultaten keine bestimmte Schlüsse ziehen kann.

Die Zahl der von mir untersuchten Arten ist freilich nicht gross und die Möglichkeit, dass die Galle anderer Thiere andere Eigenschaften besitze, bleibt immer übrig; jedenfalls aber wird es aus diesen Untersuchungen wahrscheinlich, dass die störende Einwirkung der Galle keine Eigenthümlichkeit einiger wenigen Thiere, sondern vielmehr etwas bei den Rückgratsthieren allgemein verbreitetes und Wesentliches sei.

Die nächste Frage wurde also die, nach der Ursache dieser Einwirkung, wobei ich zunächst das Verhalten der Galle zur Säure des Magensaftes zu ermitteln suchte. In dieser Absicht stellte ich eine II. Reihe von Versuchen an, und verfuhr dabei in folgender Weise. Ich bereitete mir mehrere, möglichst eiweissfreie Verdauungsflüssigkeiten von demselben Pepsingehalte, aber verschiedenem Säuregrade, 0,2. 0,4, 0,8 pCt. HCl. Demnächst bereitete ich mir eine Lösung von schleimfreier (mittels Alkohol vom Schleime

gereinigter) Rindergalle und bestimmte die (ungefähre) kleinste Menge dieser Gallenlösung, welche die Wirkungen einer gewissen Menge (20 Cc.) des säureärmsten Magensaftes vollständig verhinderte. Nachdem diese kleinste Menge ermittelt war, wurden die Verdauungsflüssigkeiten (von einer jeden 20 Cc.) mit derselben versetzt und dann die verdauende Kraft geprüft. Es zeigte sich nun, besonders wenn zu den Versuchen Fibrin angewandt wurde, dass bei den höheren Säuregraden die Verdauung sogar noch schlechter als bei den geringeren von Statten ging. Im ersten Falle nämlich schien das Fibrin nicht nur völlig unverdaut, sondern es fing auch früher an zu schrumpfen und wurde sichtbar härter und fester als bei Gegenwart von weniger Säure.

Eine andere Verfahrungsweise bestand darin, dass ich einen durch Galle unwirksam gewordenen, noch sauer reagirenden, Magensaft mit der ursprünglich vorhandenen Menge Salzsäure wieder versetzte, ohne dass er dadurch seine verdauende Kraft wieder erlangte. Dieselben Resultate haben schon früher mehrere Forscher erhalten und die Galle wirkt also nicht dadurch, dass sie die Salzsäure des Magensaftes vernichte.

Nachdem die Eigenschaft des Pepsins, den fein vertheilten Niederschlägen anderer Substanzen hartnäckig anzuhaften, durch Brücke genauer studirt worden war, wollte man die Einwirkung der Galle grösstentheils dadurch erklären, dass der beim Vermischen von Magensaft und Galle entstehende Niederschlag das Pepsin mechanisch mit sich niederreisse. Neuerdings hat Burkart¹⁾, der zuerst den Beweis für eine solche Fällung des Pepsins lieferte, in diesem Umstande die einzige Ursache gesucht, wobei er die Fällung in folgender Weise zu Stande kommen lässt: bei Zusatz von Galle zum sauren Magensaft entsteht ein Niederschlag der Glykocholsäure, durch welchen das Pepsin mechanisch niedergerissen wird; trennt man das Pepsin von jenem Niederschlag und führt dasselbe wieder in saure Lösung, so erhält es seine verdauende Kraft zurück. Um diese Behauptung zu erhärten, dass von den Gallensäuren grade die Glykocholsäure, indem sie ausgeschieden wird und das Pepsin mechanisch mit sich niederreisse, die der Pepsinverdauung schädliche Substanz repräsentire, hat er in einem neuen Aufsatz²⁾ wei-

1) Pflüger's Archiv: Erster Jahrgang Heft III.

2) Dasselbst zweiter Jahrgang Heft III.

tere Untersuchungen mitgetheilt, welche alle die geringe Bedeutung der löslichen Gallensäuren zeigen sollen.

Wäre diese Behauptung richtig und der Glykocholsäureniederschlag also die einzige oder wichtigste Ursache der störenden Einwirkung der Galle, so sollte man natürlich nur schwache oder gar keine Wirkungen finden beim Menschen und bei mehreren Thieren, deren Galle überwiegend die Taurocholsäure enthält. Vor allem sollten diese Wirkungen ganz wegfallen bei einigen Fleischfressern, bei dem Hunde und der Katze, deren Gallen ja ganz frei von Glykocholsäure sind (Strecker, Hoppe-Seyler). Aus den oben (Reihe I) mitgetheilten Versuchen geht indessen hervor, dass die Galle, unabhängig von der Nahrung des Thieres und der Vertheilung der Gallensäure, die Verdauung stören kann. Was besonders die Hunde- und Katzengalle betrifft, hat es sich immer gezeigt, dass dieselben eine solche Fähigkeit im hohen Grade besitzen.

Schon durch diesen Umstand wird die von Burkart vertretene Ansicht ganz unwahrscheinlich und man muss sich also nach einer andern Erklärung umsehen. Hierbei sind zunächst zwei Möglichkeiten denkbar. Entweder kann die Galle, unabhängig von einem jeden Niederschlage, die Verdauung stören oder ein solcher Niederschlag ist eine nothwendige Bedingung, in welchem Falle es durch etwas anderes als durch die Glykocholsäure hervorgebracht werden kann.

Dass, beim Vermischen der schleimfreien Galle und des Magensaftes, ein Niederschlag entstehen kann, ist ganz unzweifelhaft, aber man kann sich leicht davon überzeugen, dass ein solcher nur unter gewissen Umständen gebildet wird. Wenn man eine Lösung von kristallisirter oder mittelst Alkohol vom Schleime gereinigter Galle mit schwacher 0,4procentiger Salzsäure vermischt, entsteht in der Regel kein Niederschlag. Die Galle enthält nämlich nicht allein Glykocol-, sondern auch Taurocholsäure, welche letztere ebenfalls frei wird und die sonst schwer lösliche Glykocholsäure löst. Je grösser die Taurocholsäuremenge ist, desto schwieriger wird die Galle von Säuren gefällt; je kleiner diese Menge ist, desto leichter wird ein solcher Niederschlag hervorgebracht, weshalb auch die Schweinegalle immer und die Rindergalle bisweilen von schwachen Säuren gefällt wird. In der Regel wird indessen die schleimfreie Galle nicht gefällt, und man wird leicht finden, dass die reinen salzsäuren Pepsinlösungen in dieser Hinsicht ganz wie die Salzsäure sich verhalten.

Wenn ich eine, in der oben (pag. 1) angegebenen Weise bereitete, möglichst eiweissfreie Verdauungsflüssigkeit mit einer Lösung von kristallisirter, durch schwache Salzsäure nicht fällbarer Rindergalle versetzte, blieb die Flüssigkeit vollkommen klar oder wurde höchstens schwach opalescirend. War der Magensaft unreiner, so wurde die Flüssigkeit stärker opalescirend und bisweilen entstand beim Zusatz der ersten Tropfen Galle eine Trübung, die jedoch bald (obgleich die Reaction stark sauer blieb) wieder verschwand, wenn etwas mehr Galle zugefügt wurde. Nahm ich dieselbe Menge von einer, nach Burkarts Methode dargestellter, also eiweisshaltiger Verdauungsflüssigkeit und vermischte sie mit ebensoviel derselben Gallensalzlösung, so entstand sogleich eine milchige Trübung. Nahm ich statt Rindergalle zu diesen Versuchen kristallisirte Hundegalle, so war das Verhalten dasselbe; der eiweissfreie Magensaft blieb klar, der eiweissreiche wurde milchig getrübt.

Der Grund, warum in Burkarts Versuchen ein Niederschlag entstand, lag also wahrscheinlich darin, dass der Magensaft eiweisshaltig war, obwohl es andererseits nicht geleugnet werden kann, dass es Ausnahmefälle giebt, wo die Rindergalle, ganz wie die Schweinegalle, von dem reinsten Magensaft ebensowohl wie von schwachen Säuren gefällt wird. Wenn man aber solche Galle vermeidet oder überhaupt nicht ausschliesslich mit Rindergalle experimentirt, zeigt es sich leicht, dass weder die glykocholsäurehaltigen noch die glykocholsäurefreien Gallen vom reinen Magensaft gefällt werden, während im Gegentheil ein Niederschlag immer entsteht, wenn der Magensaft eiweisshaltig ist. Der Niederschlag wird also in der Regel durch die Gegenwart des Eiweisses im Magensaft hervorgerufen und, da man einem solchen Niederschlage leicht ausweichen kann, wird es auch möglich, die Frage zu beantworten, ob die Galle, unabhängig von einem jeden Niederschlage, die Verdauung stören kann.

Um diese Frage zu beantworten, stellte ich eine III. Versuchsreihe an, wobei ich immer eine mittelst Alkohol vom Schleime gereinigte Galle, am öftersten Rinder-, Schaf- oder Hundegalle, benutzte. Da die Resultate immer dieselben wurden, dürfte es hinreichend sein, einen einzigen Versuch anzuführen.

30 Ccm. Kälbermagensaft, 0,3 pCt. HCl., wurden mit 3 Ccm. einer 5procentigen Lösung von schleimfreier Hundegalle versetzt, wobei die Flüssigkeit vollkommen klar und von saurer Reaction

blieb. Einige scharf zugeschnittene Eiweisswürfel wurden hineingelegt und dann die Flüssigkeit in den Brütöfen gestellt. Nach 12 Stunden waren die Eiweisswürfel grün, undurchsichtig, geschrumpft mit scharfen Rändern. Nach 24 Stunden war das Eiweiss ganz unverändert, die Flüssigkeit klar. Nach 120 Stunden, da der Versuch unterbrochen wurde, schien das Eiweiss nicht im geringsten verdaut; in der Flüssigkeit fand sich ein unbedeutender kristallinischer Niederschlag.

Die Galle kann also die Verdauung stören auch in den Fällen, wo kein Niederschlag gebildet wird, und wir können diese Behauptung durch andere Versuche erhärten. Nachdem ich einige Eiweisswürfel mit einer Mischung von Magensaft und Rindergalle 24 Stunden behandelt hatte, ohne dass das Eiweiss im geringsten angegriffen erschien, filtrirte ich die am Ende des Versuches etwas trübe gewordene Flüssigkeit mehrere Male, bis sie wasserklar durch's Filter ging. Das Filtrat, welches sauer reagirte, wurde mit neuem Pepsin versetzt und dann einige Eiweisswürfel hineingelegt, aber nach 36 Stunden war das Eiweiss nicht im geringsten verdaut. Dieser Versuch ist im Grunde derselbe, den Brücke schon früher angestellt hat. Wenn er die Galle mit Phosphorsäure versetzte, filtrirte und dann etwas Pepsin hinzufügte, erschien eine eingelegte Fibrinflocke weder gequollen noch verdaut. In dieser Weise habe ich ebenfalls die Versuche mehrmals angestellt und die Resultate waren immer dieselben, weshalb ich zu der Annahme mich berechtigt glaube, dass die mechanische Fällung des Pepsins weder die einzige noch die wichtigste Ursache des störenden Einflusses der Galle auf die künstliche Magenverdauung sein kann.

Ehe man indessen diese Ursache in der behinderten Quellung des Eiweisses suchen will, muss man eine andere Möglichkeit, die, so weit ich finden kann, niemals geprüft wurde, zurückweisen, die nämlich, dass die löslichen Gallensäuren das Pepsin zerstören. Um zu finden, in wie weit eine solche Möglichkeit gegründet sein könnte, habe ich in einer IV. Versuchsreihe aus dem mit Galle vermischten Magensaft das Pepsin wieder rein darzustellen gesucht. Hierbei musste die wiedergewonnene Pepsinmenge natürlich hinreichend sein, um mit einer Salzsäuremenge von dem Volumen und dem Säuregrade des ursprünglich angewandten Magensaftes eine neue, kräftige Verdauungsflüssigkeit zu bilden. Die Methode, deren ich mich hierzu bediente, war dieselbe, welche Brücke für die Darstellung

des Pepsins angegeben hat, nämlich das Fälln mittelst phosphorsaurem Kalk. Meistens war eine zweimalige Fällung mit Kalkwasser nöthig, und nachdem der zuletzt erhaltene Niederschlag in Salzsäure gelöst worden war, theilte ich entweder die Flüssigkeit in zwei Theile, von denen die eine gekocht wurde, oder ich nahm eine gleich grosse Menge der angewandten Salzsäure, um ihr Verhalten zu dem Eiweiss zu prüfen. In dieser Weise ist es mir mehrmals gelungen, aus dem unwirksamen Magensaft das Pepsin wieder zu gewinnen, und dies sogar in Fällen, wo die Menge der Galle im Verhältniss zu der des Magensaftes nicht eine unbedeutende war (20 Ccm. einer schleimhaltigen Rindergalle, 50 Ccm. Magensaft). Auch in mehreren Fällen, wo der Magensaft eiweisshaltig war und ein Niederschlag also gebildet wurde, habe ich das Pepsin in der Flüssigkeit wieder gefunden, obwohl der in dieser Weise wiedergewonnene Magensaft weniger energisch als der ursprünglich vorhandene verdaute. Sogar bei kleineren Flüssigkeitsmengen (10 Cc.) ist es gelungen, eine hinreichende Pepsinmenge wiederzufinden, und die Galle scheint also nicht dadurch zu wirken, dass sie das Pepsin zerstöre.

Was nun das Verhalten der Galle zum Eiweiss, ihre Fähigkeit, dessen Quellung zu verhindern, betrifft, so zeigt schon der erste Versuch, den man anstellt, dass diese von Brücke entdeckte Eigenschaft der Galle ein sehr wichtiges Moment sein muss. Nimmt man zu einem solchen Versuche scharf zugeschnittene Eiweisswürfel, so quellen sie nicht im geringsten in dem sauren, gallehaltigen Magensaft, sondern sie werden im Gegentheil kleiner mit scharfen Rändern, geschrumpft und fester, aber zugleich, wie schon Platner hervorgehoben hat, mehr spröde als im Anfange des Versuches. Eine eingelegte Fibrinflocke zeigt dies noch deutlicher und es bleibt also nur übrig, zu zeigen, ob diese gehinderte Quellung die wichtigste Ursache sein kann.

Um dies zu erfahren, stellte ich mit der schleimfreien Galle mehrerer Thiere eine V. Versuchsreihe an. Der Säuregrad des Magensaftes war in dieser 0,3—0,4 pCt. Salzsäure; als Verdauungsobjecte wurden einige Fibrinflocken, meistens aber Eiweisswürfel benutzt. Die Resultate dieser Versuche waren so übereinstimmend, dass es mir hinreichend scheint, einen einzigen anzuführen.

30 Ccm. Hundemagensaft (0,4 pCt. HCl.) lieferten, mit 5 Ccm. einer 5procentigen Lösung von schleimfreier Hundegalle versetzt,

eine vollkommen klare, sauer reagirende Flüssigkeit, die, nachdem einige Eiweisswürfel eingelegt worden, in den Brütöfen gestellt wurde. Nach 24 Stunden waren die Eiweisswürfel grün, undurchsichtig und mit scharfen Rändern, während eine andere Probe desselben Magensaftes binnen 3 Stunden eine verhältnissmässig gleich grosse Eiweissmenge verdaut hatte. Die unverdauten Eiweisswürfel wurden nun herausgenommen, mit Wasser gewaschen und dann mit neuen 30 Ccm. desselben Magensaftes ohne Galle behandelt. Nach 24stündigem Verweilen im Brütöfen schien das Eiweiss ganz unverdaut und, nachdem der Versuch 120 Stunden fortgesetzt worden, war es noch nicht im Geringsten vom Magensaft angegriffen.

Der Versuch wurde nun derart verändert, dass eine in Salzsäure gequollene Fibrinflocke in einer Mischung von Salzsäure und Galle eingelegt wurde. Binnen Kurzem wurde das Fibrin weiss und undurchsichtig und zuletzt verwandelte es sich in eine feste, trockene und geschrumpfte Masse, die sich durchaus unzugänglich für die Einwirkung des Magensaftes zeigte.

In diesen Versuchen, wo eine durch die Galle geschrumpfte Fibrinflocke oder ein Eiweisswürfel mit neuem Magensaft behandelt wurde, fanden sich natürlich von der Seite des letzteren alle Bedingungen für das Zustandekommen der Verdauung; die Säure war nicht neutralisirt und das Pepsin konnte nicht niedergerissen sein. Die Verdauung blieb dennoch aus, ein deutlicher Beweis, dass die mechanische Fällung des Pepsins nicht die einzige Ursache des störenden Einflusses der Galle sein kann, und gleichzeitig ein Beweis, dass diese wichtigste Ursache in ihrer Einwirkung auf das Eiweiss liegen muss. Es zeigt sich ferner, dass diese Einwirkung nicht etwas Vorübergehendes ist, das nur während des Verweilens des Eiweisses im gallehaltigen Magensaft sich geltend macht, es zeigt sich im Gegentheil, dass das Eiweiss wirklich durch die Galle in der Weise verändert wird, dass es nicht mehr vom Magensaft angegriffen werden kann.

Fragt man nun, worin diese Veränderung des Eiweisses besteht, so scheint sie zunächst ihren Grund darin zu haben, dass die Galle in irgend einer Weise mit dem Eiweiss sich vereinigt. Schon die Farbe des letzteren zeigt oft genug, dass die Gallenbestandtheile, wenigstens theilweise, auf das Eiweiss sich niedergeschlagen haben, und dies geht noch deutlicher daraus hervor,

dass man durch's Waschen des Eiweisses mit Weingeist Gallsäuren im Alkoholextracte findet.

Besonders deutlich hat sich diese Vereinigung der Galle mit dem Eiweiss bei den quantitativen Versuchen gezeigt. Bei diesen bestimmte ich die Menge fester Stoffe im gallehaltigen Magensaft am Anfange und Ende des Versuches, wobei es sich immer zeigte, dass, wenn die Gallenmenge hinreichend war, die Menge der festen Stoffe im Magensaft während des Verdauungsversuches stets abnahm statt sich zu vermehren. In jedem Versuche wurde daneben das Gewicht des Eiweisses vor und nach der Verdauung bestimmt, wobei ich immer in folgender Weise verfuhr. Von dem zu einem Versuche bestimmten Eiweiss (respective Fibrin, Casein etc.) nahm ich zwei, möglichst gleiche Portionen, von denen die eine genau gewogen und dann in den mit Galle vermischten Magensaft eingelegt wurde. Die andere Portion wurde ebenfalls gewogen, dann genau bei 90° Cels. getrocknet und wieder gewogen. Aus dem Verhältniss der gefundenen Gewichte wurde das Gewicht des in den Magensaft eingelegten Eiweisses (als getrocknet) berechnet. Mit dem in dieser Weise berechneten Gewichte wurde das am Ende des Versuches wirklich gefundene Gewicht des getrockneten, unverdauten Eiweissrückstandes verglichen. Folgende Tabelle zeigt die gewonnenen Resultate.

T a b. A.

	Menge der festen Stoffe in 50 Ccm. des mit Galle vermischten Magensaftes vor der Verdauung (in Grm.)	Menge der festen Stoffe in 50 Ccm. des selben Magensaftes nach der Verdauung (in Grm.)	Gewicht des frischen Eiweisses in Grm.	Gewicht desselben aber getrockneten Eiweisses in Grm.	Gewicht des getrockneten unverdauten Eiweissrückstandes in Grm.	Die Gewichtszunahme des Eiweisses in Grm.
1.	0,470	0,300	0,764 (Fibrin)	0,165	0,343	0,178
2.	0,537	0,360	0,928 do.	0,228	0,396	0,168
3.	0,471	0,367	0,893 do.	0,210	0,322	0,112
4.	0,480	0,389	0,829 (Eiweisswürfel)	0,121	0,215	0,094
5.	0,428	0,362	0,949 do.	0,124	0,195	0,071
6.	0,517	0,341	0,867 (Casein)	0,422	0,588	0,166
7.	1,024	0,695	2,096 (mit Essigsäure coagulirtes Eiweiss)	0,376	0,713	0,337
8.	0,610	0,472	0,515 (Legumin)	0,190	0,324	0,134

In dieser Versuchsreihe zeigt sich also überall eine Abnahme der festen Stoffe im Magensaft und gleichzeitig eine Gewichtsvermehrung des Eiweisses, ein Verhältniss, das immer zutrifft, wenn die Gallenmenge hinreichend ist, um die Verdauung zu stören. Eine derartige Gewichtsveränderung muss jedenfalls darauf beruhen, dass ein Theil der im Magensaft gelösten Gallenbestandtheile mit dem Eiweiss sich verbindet. Dass dieser Bestandtheil gerade die Gallensäure zu sein scheint, geht daraus hervor, dass ich, durchs Waschen des Eiweisses mit Weingeist und Abdampfung der Weingeistlösung zur Trockene, einen bitter schmeckenden, aus Gallensäuren bestehenden Rückstand erhielt. Die Menge dieses getrockneten Rückstandes in einem jeden von den in der Tabelle A. angeführten Versuchen zeigt sich aus der folgenden Tabelle B., wo ich der leichteren Uebersicht wegen diese Menge mit der Gewichtsvermehrung des Eiweisses zusammenstelle.

T a b. B.

	Das Gewicht der wiedergefundenen Gallensäuren in Grm.	Die Gewichtsvermehrung des Eiweisses in Grm.
1.	0,165	0,178
2.	0,150	0,168
3.	0,085	0,112
4.	0,063	0,094
5.	0,052	0,071
6.	0,146	0,166
7.	0,298	0,337
8.	0,120	0,134

Die Menge der wiedergefundenen Gallensäuren entsprach also niemals vollkommen der Gewichtsvermehrung des Eiweisses, sondern war immer etwas geringer, was natürlich darauf beruhte, dass die Galle nicht vollständig mit Weingeist entfernt worden war. Aus diesen Tabellen geht indessen hervor, dass während des Versuches eine bedeutende Menge Gallensäure mit dem Eiweiss sich verbindet; und da ich immer eine klare Mischung von Magensaft und Galle benutzte, und die wiedergewonnene Galle also nicht aus einfach niedergeschlagener Glykocholsäure bestehen konnte, muss man annehmen, dass die gelösten Gallensäuren auf irgend eine Weise mit dem Eiweiss sich vereinigen. Welcher Art diese Vereinigung sei, war mir bisher nicht möglich, zu bestimmen.

Liegt aber die wichtigste Wirkung der Galle darin, dass die Gallensäuren mit dem Eiweiss sich verbinden, und ist es weiter möglich, mittelst Weingeist die Gallensäuren wieder zu entfernen, so kann man mit Recht fragen, ob nicht das Eiweiss durch eine solche Weingeistbehandlung wieder verdaulich gemacht werden kann?

In der That ist mir dies mehrmals, obgleich nicht immer, gelungen. Je grösser die Menge der Galle im Magensaft war und je länger ihre Einwirkung dauerte, um so schwieriger war es, alle Galle zu entfernen. Ebenso schien es mir wichtig, einen nicht allzustarken Weingeist zu benutzen und das Eiweiss nach beendeter Weingeistbehandlung sorgfältig mit destillirtem Wasser abzuwaschen, da der Weingeist selbst das Eiweiss schwer verdaulich macht. Indessen ist es mir, wie oben gesagt, in dieser Weise mehrmals gelungen, das Eiweiss wieder verdaulich zu machen, und die Veränderung des Eiweisses durch die Galle scheint also die wichtigste Ursache ihrer störenden Einwirkung auf die künstliche Magensaftverdauung zu sein.

Es fragte sich demnächst, welcher Bestandtheil der Galle diese Wirkung ausübe. Aus Brücke's Untersuchungen weiss man freilich, dass die reinen gallensauren Salze die Verdauung stören, aber hieraus folgt natürlich nicht, dass die übrigen Gallenbestandtheile ganz unwirksam sind. Ich suchte also zunächst zu ermitteln, ob die Pigmente und das Cholesterin einigen Einfluss hätten. Dies direct zu ermitteln war indessen bisher nicht möglich, da ich für sie kein Lösungsmittel finden konnte, dass nicht selbst in irgend einer Weise die Verdauung störte. Dagegen glaube ich auf indirectem (exclusivem) Wege ihre geringe Bedeutung gefunden zu haben, und da Burkart ebenfalls zu demselben Resultate gelangte, glaube ich mich berechtigt, diese Frage nun bei Seite zu legen und zu den Wirkungen der gallensauren Alkalien überzugehen.

Da es eine unbestrittene Thatsache ist, dass die gallensauren Alkalien die Pepsinverdauung stören können, so war es zunächst nöthig, zu erforschen, welchen Antheil jede der beiden Gallensäuren darin nehme. Zu dem Ende war es nöthig, die Alkalisalze der respectiven Säuren rein darzustellen, wobei ich nach den gewöhnlichen, in den Handbüchern gegebenen Vorschriften verfuhr. Mit diesen reinen Salzen stellte ich mehrere Versuche an, wobei ich einen möglichst eiweissfreien Magensaft und, als Verdauungsobject, theils Fibrin, theils scharf zugeschnittene Eiweisswürfel benutzte.

Die eine (VI.) Versuchsreihe sollte die Wirkungen der Glykocholsäure zeigen.¹⁾ Die Resultate gehen aus folgenden Versuchen hervor.

a) 20 Ccm. Magensaft (0,4 pCt. HCl.) wurden mit 5Ccm. einer 10procentigen Lösung von Glykocholsäure-Natron vermischt und der hierbei entstandene reichliche Niederschlag mittelst wiederholten Filtrirens abgeschieden. Das sauer reagirende Filtrat hatte nach 12stündigem Stehen im Brütöfen einige eingelegte Eiweisswürfel noch nicht im geringsten angegriffen. Aus dem auf den Filtern gebliebenen Rückstände wurde, nach Behandlung mit Weingeist, das Pepsin wieder in einer solchen Menge erhalten, dass es in 20 Ccm. Salzsäure gelöst eine neue, kräftige Verdauungsflüssigkeit lieferte. Die Glykocholsäure kann also die Verdauung dadurch stören, dass sie das Pepsin niederschlägt.

b) Zwei gleich grosse (20 Ccm.) Proben desselben Magensaftes wurden, die eine α mit 2 Ccm. Glykoch.-Natron (5procentige Lösung), die andere β mit 2 Ccm. kristallisirter Rindergalle (5 pCt.) versetzt. Gleich viele Eiweisswürfel wurden in beide eingelegt und dann die beiden Proben in den Brütöfen gestellt. Nach 16 Stunden war jeder Eiweisswürfel in α in eine gequollene, geléartige Masse verwandelt, die von einem weissen, undurchsichtigen Mantel (von der ursprünglichen Form des Eiweisswürfels) umschlossen war. Bei der geringsten Erschütterung zerfielen die Eiweisswürfel, wobei die inneren Theile zerflossen, so dass man nur einige undurchsichtige, hautartige Reste in der durch Glykocholsäure stark getrübbten Flüssigkeit sehen konnte. In β war die Flüssigkeit klar, die Eiweisswürfel weiss, geschrumpft, mit scharfen Rändern und zerfielen erst bei stärkerer Erschütterung, wobei die inneren Theile nicht gequollen oder unmerkbar verändert erschienen. Eine solche undurchsichtige Haut findet sich immer in den Versuchen mit der Glykocholsäure, welche also die Verdauung etwas dadurch zu stören scheint, dass sie auf das Eiweiss sich niederschlägt, dessen äusseren Theile vom Aufquellen verhindert und vielleicht dadurch das Eindringen des Magensaftes zu den inneren Theilen des Eiweisses erschwere.

Diese äussere unverdaute Rinde wird in demselben Maasse, wie

1) Sämmtliche in diesem Aufsätze angeführten Versuche mit dem glykocholsauren Salze sind nach Burkart's Vorschrift (Erwärmen der Flüssigkeiten) angestellt.

die Menge des beigemischten Gallensalzes grösser ist, immer dicker und undurchgängiger für den Magensaft, so dass die inneren Theile, obwohl eine hinreichende Pepsinmenge in der Flüssigkeit sich befindet, bisweilen nicht im geringsten gequollen oder verdaut zu sein scheinen. Vielleicht wollte man dies so erklären, dass die in der Flüssigkeit gelöste unbedeutende Glykocholsäuremenge das Eiweiss, ganz so wie die Galle selbst, verändere und obwohl ich eine derartige Einwirkung nicht ganz zu leugnen wage, haben doch weitere Untersuchungen gelehrt, dass hierbei ein neues, sehr wichtiges Moment, die Menge des gebildeten Kochsalzes, sich geltend macht. Folgender Versuch wird dies zeigen.

c) 20 Ccm. Magensaft (0,6 pCt. HCl.) wurden mit 6 Ccm. einer 10procentigen Lösung von Glykocholsäure-Natron versetzt, wobei ein höchst voluminöser Niederschlag entstand. Einige eingelegte Eiweisswürfel waren nach 18 Stunden noch nicht im geringsten sichtbar verdaut, die Glykocholsäure war kristallisirt und konnte leicht abfiltrirt werden. Eine in Salzsäure gequollene Fibrinflocke wurde nun in das sauer reagirende Filtrat hineingelegt, aber 12 Stunden später war sie noch nicht vom Magensaft angegriffen, sondern im Gegentheil völlig undurchsichtig, weiss und geschrumpft. Nun wurden 6 Ccm. derselben Glykochol-Lösung im Wasserbade verdunstet, dann behutsam getrocknet und zuletzt verbrannt. Die Asche wurde in 6 Ccm. Wasser gelöst, die Lösung mit 20 Ccm. Magensaft vermischt und dann einige Eiweisswürfel hineingelegt (die Reaction der Flüssigkeit war sauer). Nach 12 Stunden war das Eiweiss nicht sichtbar verdaut. Nun wurde eine gequollene Fibrinflocke hineingelegt; nach 12 Stunden war sie nicht im geringsten verdaut, sondern im Gegentheil geschrumpft und undurchsichtig. Die in diesem Versuche gebildete Kochsalzmenge war also hinreichend, um die gehinderte Quellung hervorzurufen.

Dass die Glykocholsäure übrigens, wie es wohl zu erwarten war, nicht, oder wenigstens nicht in demselben Maasse wie die Galle, das Eiweiss zum Schrumpfen bringen kann, geht aus folgendem Versuche hervor.

d) Zwei gleich grosse Mengen [(30 Ccm.) einer 0,4procentigen Salzsäure wurden, die eine α mit 6 Ccm. einer 5procentigen Lösung von kristallisirter Rindergalle, die andere β mit ebensoviel einer gleich starken Lösung von Glykochol-Natron versetzt. Dann wurde in jede Probe eine in Salzsäure gequollene Fibrinflocke hineingelegt.

Binnen einer Viertelstunde war das Fibrin in α etwas geschrumpft und undurchsichtig, während es in β keine Veränderung zeigte. Nach 12 Stunden war es in α in eine feste geschrumpfte Masse verwandelt; in β war es noch gequollen, aber mit einem weissen Häutchen überzogen. Beide Fibrinflocken wurden nun herausgenommen, mit Wasser gewaschen und dann mit Magensaft behandelt. In β wurde innerhalb zwei Stunden das Fibrin bis auf einige weisse, undurchsichtige Ueberreste völlig verdaut, in α dagegen war es nach 12 Stunden geschrumpft und völlig unverdaut. Die Glykocholsäure besitzt also nicht die Fähigkeit der Galle, die Quellung des Eiweisses zu verhindern oder das schon gequollene Fibrin zum Schrumpfen zu bringen. Dass ihr (der in Wasser gelösten Glykocholsäure) diese Fähigkeit gar nicht zukomme, wage ich nicht bestimmt zu behaupten, jedenfalls aber scheint diese Wirkung eine ungemein schwächere als die der Galle zu sein. Dass übrigens die störende Einwirkung des glykocholsauren Salzes überhaupt schwächer als die der Galle ist, geht aus dem Versuche b dieser Reihe hervor und wird sich noch besser aus den quantitativen Versuchen erweisen.

Die VII. Versuchsreihe sollte die Wirkungen der Taurocholsäure zeigen. Die Resultate waren folgende.

a) Zwei gleich grosse (20 Ccm.) Proben desselben Magensaftes wurden, die eine α mit 1 Ccm. einer 10prozentigen Lösung von kristallisirter Rindergalle, die andere β mit derselben Menge einer gleich starken Lösung von taurocholsaurem Natron versetzt. Gleich viele Eiweisswürfel wurden in beide eingelegt und dann die beiden Proben in den Brütöfen gestellt. Nach 12 Stunden war das Eiweiss in keiner der beiden Proben sichtbar vom Magensaft angegriffen. Beide Eiweissportionen wurden nun herausgenommen, mit Wasser gewaschen und dann mit neuem Magensaft behandelt. Nach 48 Stunden schien das Eiweiss in den beiden Proben völlig unverdaut zu sein, und die Taurocholsäure kann also, ganz so wie die Galle, die Verdauung stören.

b) In eine wasserklare Mischung von Salzsäure und taurocholsaures Natron wurde eine in Salzsäure gequollene Fibrinflocke eingelegt. Binnen einer halben Stunde wurde sie weiss und undurchsichtig und nach 12 Stunden war sie vollkommen geschrumpft. Sie wurde dann herausgenommen, mit Wasser gewaschen und in einen kräftigen Magensaft hineingelegt. Nach 12 Stunden war sie nicht im geringsten gequollen, sondern im Gegentheil stark geschrumpft.

und völlig unverdaut. Die Taurocholsäure kann also die Quellung des Eiweisses ganz verhindern.

Da ich nun, wie schon oben hervorgehoben wurde, diese gehinderte Quellung als die wichtigste Ursache des störenden Einflusses der Galle betrachten will, so folgt eben hieraus, dass ich der Taurocholsäure die grösste Bedeutung für die künstliche Pepsinverdauung zuerkennen muss. Folgender Versuch soll die Richtigkeit dieser Behauptung zeigen. Zu diesem Versuche benutzte ich Hühnereiweiss, das ich nach Brücke's Vorschrift mittelst Essigsäure coagulirt hatte. Am Ende des Versuches wurde der unverdaute Eiweissrückstand mit Weingeist wiederholt gewaschen und darauf gewogen. Die Gewichtsveränderung wurde nach denselben Principien wie in der V. Versuchsreihe, Tabelle A. bestimmt. Der Versuch dauerte 16 Stunden, die Resultate sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

T a b. C.

	Menge des angewandten (0,4pCt. HCl.) Magensaftes in Ccm.	Menge der zugesetzten 10 pCt. Lösung von Glykochol-Natron in Ccm.	Menge der zugesetzten 10 pCt. Lösung von Tauroch.-Natron in Ccm.	Gewicht des frischen Eiweisses in Grm.	Gewicht desselben aber getrockneten Eiweisses in Grm.	Gewicht des unverdauten Eiweissrückstandes (getrocknet) in Grm.
α	50 Ccm.	—	—	1,739	0,390	0,011
β	50 Ccm.	5 Ccm.	—	1,803	0,405	0,136
γ	50 Ccm.	—	5 Ccm.	1,815	0,407	0,41

Die unbedeutende Gewichtsvermehrung in γ hatte wahrscheinlich ihren Grund darin, dass die Gallensäuren nicht vollständig entfernt wurden. Sieht man von diesem Versuchsfehler ab, so wird es wahrscheinlich, dass das Gewicht des Eiweisses in γ während des Versuches keine Veränderung erlitten hat. Jedenfalls aber wird es klar, dass die Taurocholsäure stärker als die Glykocholsäure die Verdauung stören kann. Dasselbe geht auch aus dem folgenden Versuche hervor. In diesem war der Magensaft aus einem Hundemagen bereitet, der Säuregrad war 0.4 pCt. Salzsäure. Als Verdauungsobject wurde mittelst Essigsäure coagulirtes Eiweiss angewandt, und die Gewichtsbestimmungen wurden wie im vorigen Versuche ausgeführt. Der Versuch dauerte 14 Stunden.

T a b. D.

		Menge des Magen- saftes in Ccm.	Gewicht des frischen Eiweisses in Grm.	Gewicht desselben aber ge- trockneten Eiweisses in Grm.	Gewicht des unver- dauten, getrock- neten Eiweisses in Grm.
α	10 Ccm. einer 5pro- centigen Lösung von kristallisirter Galle.	50 Ccm.	1,964	0,463	0,450
β	10 Ccm. einer 5pro- centigen Lösung von Taurochol-Natron.	50 Ccm.	2,170	0,489	0,478
γ	10 Ccm. einer 5pro- centigen Lösung von Glykochol-Natron.	50 Ccm.	2,016	0,469	0,173
δ	—	50 Ccm.	1,605	0,376	0,020

Die Taurocholsäure scheint also in demselben Grade, wie die Galle selbst, die Verdauung stören, während die Glykocholsäure eine weit schwächere Wirkung auszuüben scheint.

In diesem Versuche, sowie auch in den vorigen und den meisten andern, in denen ich nach Burkarts Vorschrift die Flüssigkeiten erwärmte, ereignete es sich, dass die Glykocholsäure während des Versuchs vollständig kristallisirte. Da nun aber das Pepsin, das einem amorphen Niederschlage anhaftet, sich wieder löst, wenn dieser Niederschlag in einen kristallisirten verwandelt wird, so ist es möglich, dass in diesen Versuchen das Pepsin in demselben Maasse, als die Glykocholsäure kristallisirte, sich wieder löste und wieder wirksam wurde. Da ich indessen eine solche Kristallisation der Glykocholsäure erwartete, nahm ich eine zweite Probe desselben Magensaftes und derselben Lösung des glykocholsauren Salzes (60 Ccm. Magensaft 12 Ccm. Glykochol-Natron), filtrirte die Flüssigkeit wiederholt durch ein 4doppeltes Filter (wobei sie natürlich vom Verdunsten gehindert wurde) bis sie wasserklar erschien, und nahm dann vom Filtrate 50 Ccm., mit denen der Versuch angestellt wurde. Folgende Tabelle zeigt die gewonnenen Resultate.

T a b. E.

Menge der 5pCtigen Lö- sung von gly- koch. Natron in Ccm.	Menge des Magensaftes in Ccm.	Gewicht des frischen Ei- weisses in Grm.	Gewicht des- selben aber getrockne- ten Eiweiss in Grm.	Gewicht des unverdauten Eiweissrück- standes in Gr.
10 Ccm.	50 Ccm.	1.393	0.320	0.120

Das reine glykocholsaure Salz zeigte also auch in diesem Versuche eine schwächere Wirkung als das taurocholsaure Salz oder die Rindergalle selbst. Der Einwand, dass in diesen Versuchen die Wirksamkeit der Galle oder der Taurocholsäure nur von dem gebildeten Kochsalze herrühre, verfällt, wenn man bedenkt, dass eben dieselbe Kochsalzmenge von dem glykocholsauren Salze geliefert wurde. Der Beweis, dass die störende Einwirkung der Taurocholsäure (in β Tab. D) nicht von dem Kochsalze herrühre, liegt übrigens darin, dass die Asche einer gleich grossen Menge, 10 Ccm., von der Lösung des taurocholsauren Salzes, in 10 Ccm. Wasser gelöst und mit 50 Ccm. desselben Magensaftes vermischt, die Wirkungen dieses letzteren vielleicht etwas verzögerte aber nicht wesentlich störte.

Wenn nun aber die Wirkungen der Glykocholsäure sichtbar schwächer als diejenigen der Taurocholsäure sind, so fragt es sich, wie die glykocholsäurereiche Rindergalle dennoch in hohem Grade, zuweilen eben so stark wie das reine taurocholsaure Salz, die Verdauung stören kann. Hierbei ist es zuerst zu bemerken, dass die Rindergalle nicht immer gleich kräftig wirke; im Gegentheil hat es sich mehrmals gezeigt, dass ihre Wirkungen desto geringer ausfallen, je leichter und vollständiger sie von schwachen Säuren gefällt wird. In einem Versuche mit zwei gleich concentrirten Lösungen von kristallisirter Rindergalle, von denen die eine durch schwache Säuren gefällt wurde, die andere nicht, zeigte jene eine weit schwächere Wirkung als diese. Ebenso verhielt es sich in einem Versuche mit gereinigter Schweine- und Hundegalle; die letztere störte die Verdauung weit stärker als die durch schwache Säuren leicht fällbare Schweinegalle. Die durch verdünnte Säuren nicht fällbaren Gallen scheinen also eine stärkere Wirkung als die leicht fällbaren auszuüben und in mehreren Versuchen mit kristallisirter Rindergalle konnte ich, wie in der Tabelle D keinen wesentlichen Unterschied zwischen ihren Wirkungen und denjenigen des taurocholsauren Salzes constatiren. Dies scheint mir

darauf hinzudeuten, dass die freie Glykocholsäure, wenn sie gelöst wird, auf das Eiweiss in eben derselben Weise wie die Taurocholsäure selbst wirke; wenigstens scheint es mir anderenfalls schwer zu begreifen, wie eine Mischung der beiden Säuren eben so kräftige Wirkungen wie dieselbe Menge der Taurocholsäure allein ausüben könnte. Um diese Vermuthung durch Versuche zu erhärten, ist es nöthig, für die Glykocholsäure ein Lösungsmittel aufzusuchen, das nicht selbst in irgend einer Weise die Verdauung störe. Ein derartiges zu finden ist mir bisher nicht gelungen, und, obwohl einige Versuche, die ich angestellt habe, für die Richtigkeit dieser Vermuthung zu sprechen scheinen, muss ich also diese Möglichkeit dahin stellen.

Wenn wir also die Resultate dieser Versuche kurz zusammenstellen, so zeigt es sich, dass die Taurocholsäure ebenso energisch wie die kristallisirte (durch schwache Säuren nicht fällbare) Galle wirkt, dass aber die Glykocholsäure die Verdauung in geringerem Grade stört.

Mit diesen Resultaten im grellsten Widerspruche steht die Behauptung Burkarts, dass die Taurocholsäure ganz oder beinahe vollständig allen Einfluss entbehre. Um diesen Widerspruch zu erklären scheint es nöthig, bei seinen Versuchen etwas zu verweilen. Burkart experimentirt mit 2 gleich grossen Quantitäten derselben Rindergalle; aus der einen fällt er die Glykocholsäure mit einer mässig verdünnten Salz- oder Schwefelsäure, filtrirt, stumpft die saure Reaction bis auf ein Minimum ab und bringt dann die Flüssigkeit durch Abdampfen auf das ursprüngliche Volumen zurück. Von diesen beiden gleich grossen Flüssigkeitsvolumina, das eine glykocholsäurefrei, das andere glykocholsäurehaltig, nimmt er dann zwei gleich grosse Proben (5 Ccm.), von denen er jede mit einer gewissen Menge desselben Magensaftes vermischt. Es zeigte sich nun, dass die Flüssigkeit, in der sich keine Glykocholsäure mehr befindet, weit mehr Eiweiss als die andere verdaut.

Nehmen wir an, dass in der angewandten Galle die Hälfte der Gallensäuren aus der Glykocholsäure gebildet wurde, so ist es klar, dass, wenn wir die Menge des taurocholsauren Salzes in 5 Ccm. der glykocholsäurefreien Flüssigkeit 1 nennen, in 5 Ccm. der anderen Flüssigkeit eine Gallensalzmenge 2 sich befand. Wenn nun die Taurocholsäure nicht etwa doppelt so stark wie die Galle selbst wirke, so ist es ja natürlich, dass in Burkarts Versuchen die Wirkungen des taurocholsauren Salzes geringer als die der Galle selbst aus-

fallen müssten, da nämlich in diesen Versuchen eine gewisse Menge des ersteren mit der doppelten Menge des letzteren verglichen wurde. Nun aber beträgt in der Rindergalle die Taurocholsäure niemals die Hälfte der Gallensäuren und bisweilen ist ihre Menge eine so geringe, dass die Rindergalle schon von sehr verdünnten Säuren gefällt wird. Wenn man nun nach Burkarts Methode experimentirt, kann es sich also ereignen, dass man eine gewisse Menge des taurocholsauren Salzes das eine Mal mit der 2- bis 3fachen, das andere mit einer vielleicht noch grösseren Gallensalzmenge vergleiche; die Resultate können also wechseln, immer aber stimmen sie darin überein, dass die Wirkungen des Taurocholsalzes schwächer als die der kristallisirten Galle selbst ausfallen. Burkarts Experimente scheinen mir also nicht die Bedeutungslosigkeit der Taurocholsäure zu beweisen, und, da man in dem einzelnen Falle nicht das Mengenverhältniss der beiden Gallensäuren kennt, scheint es mir überhaupt nicht möglich in dieser Weise, durch das Entfernen der einen Säure, die Wirkungen der anderen kennen zu lernen.

Alles, was bisher von der Wirkung der Galle gesagt wurde, gilt zunächst natürlich nur für die künstliche Pepsinverdauung und darf nicht ohne Weiteres auf die Verdauung während des Lebens übergeführt werden. Fragt man nun, warum die Galle die natürliche Verdauung störe, so muss man wohl diese Ursache zunächst in der Fällung des Pepsins suchen. Schon oben wurde hervorgehoben, dass die Galle vom reinen Magensaft nicht gefällt wird, während ein Niederschlag sogleich sich bildet, wenn der Magensaft eiweisshaltig ist. Je grösser die Eiweissmenge des Magensaftes ist, desto grösser wird der entstehende Niederschlag und desto vollständiger muss also das Pepsin niedergerissen werden. Es kann also nicht geläugnet werden, dass während der natürlichen Verdauung die mechanische Fällung des Pepsins möglicherweise ein hinreichender Grund zu der gestörten Verdauung sein kann. Die eigentliche Ursache dieser Fällung aber kann ich nicht mit Burkart bei der Glykocholsäure allein suchen. Dass die Schweinegalle, die kristallisirte (durch schwache Säuren fällbare) Rindergalle, das glykocholsaure- oder cholalsäure Salz das Eiweiss aus dem sauren Magensaft niederschlagen können, ist ganz unzweifelhaft; es ist aber eben so gewiss, dass die taurocholsäurereichen Gallen, ja sogar das reine taurocholsäure Salz dieser Fähigkeit nicht entbehren. Wäre Burkarts Behauptung, dass das Eiweiss nur durch die Glykocholsäure

niedergeschlagen werde, richtig, so würde bei der Katze z. B. im Darne kein Eiweissniederschlag während der Verdauung sich bilden. Dies ist indessen, wie Jedermann weiss, nicht der Fall. Tödtet man ein solches Thier während der Verdauung, so findet man stets im Darne den von Bernard zuerst beschriebenen aus Galle und Eiweiss bestehenden Niederschlag. Man kann sich weiter leicht davon überzeugen, dass die schleimfreie Hunde- und Katzengalle einen reichlichen, flockigen Niederschlag im sauren, eiweisshaltigen Magensaft hervorbringen können. Nimmt man eine Lösung von taurocholsaurem Natron, die vom HCl. nicht im geringsten getrübt wird, so entsteht in dem sauren eiweissreichen Magensaft ein reichlicher, flockiger Niederschlag, der aus Gallensäuren und Eiweiss besteht. Diesen Versuch habe ich mehrmals, stets mit demselben Resultate, angestellt, weshalb ich die Thätigkeit des taurocholsauren Salzes, das Eiweiss niederzuschlagen, nicht im geringsten bezweifle. Warum Burkarts Versuche zu entgegengesetzten Resultaten geführt haben, kann ich nicht bestimmt sagen, da ich die Beschaffenheit der von ihm angewandten Flüssigkeiten nicht näher kenne. Seit einiger Zeit bin ich nämlich mit Untersuchungen über das Verhalten der beiden Gallensäuren zu dem Syntonin und den Peptonen beschäftigt, und, obgleich diese Untersuchungen noch nicht völlig zum Ende gebracht sind, haben sie doch entschieden gezeigt, dass die sauren Syntonin-Peptonlösungen durch das taurocholsaure Salz niedergeschlagen werden, dass aber für das Entstehen dieses Niederschlages mehrere Umstände von Bedeutung sind. Unter diesen sind folgende zu nennen: das Verhältniss zwischen der Syntonin- und der Peptonmenge im Magensaft, die Concentration der Gallensalzlösung, die Concentration der Syntonin-Peptonlösung, der Säuregrad etc. Da auf alle diese Verhältnisse in Burkarts Versuchen keine Rücksicht genommen wurde, kann ich die Ursache zu den von ihm gewonnenen Resultaten nicht bestimmt angeben. Welche Bedeutung für die Entstehung des Eiweissniederschlages einer jeden der beiden Gallensäuren übrigens zukomme, wage ich noch nicht bestimmt zu sagen, dass aber die Taurocholsäure einen grossen Einfluss darauf übe, scheint mir ganz unzweifelhaft zu sein. Auf diese Verhältnisse werde ich jedoch, sobald ich mit meinen jetzigen Untersuchungen fertig bin, wieder zurückkommen.

Upsala, August 1869.