

Ueber das Verhältniss der mit dem Eiweiss verzehrten zu der durch die Galle ausgeschiedenen Schwefelmenge.

Von

Dr. A. Kunkel.

Die Beantwortung der Frage, welchen Antheil die Leber an der Ausscheidung der Schwefelmenge nehme, die mit dem Eiweissfutter in den Organismus getreten, befriedigt nicht bloss ein statistisches auf jenes Element bezogenes Interesse. Ist die gegenwärtig herrschende Anschauung richtig, dass die Taurocholsäure innerhalb der Leber aus dem Eiweiss entstehe, so empfangen wir durch die genannten Schwefelbestimmungen zugleich ein Mittel, um das Verhältniss zu beurtheilen, in welchem der Eiweissumsatz der Leber zu dem aller übrigen Organe steht. Vielleicht gewinnen wir auch weitere theoretische Einsichten in das Qualitative der Eiweisszersetzung.

Soweit mir bekannt hat sich mit der Lösung der aufgeworfenen Frage nur *C. Schmidt* ¹⁾ beschäftigt. Die Zahlen, welche uns aus der von ihm angestellten Versuchsreihe von Bedeutung sind, habe ich hier zusammengestellt.

Thier 4. Versuchsdauer 89 Stunden; während derselben wurde aus der Fistel an verschiedenen Tagen im Ganzen 3 Stunden hindurch Galle gefangen.

Anfangsgewicht des Hundes	4.025	Kilo
Endgewicht	- -	3.761 -
Verlust		0.354 -

¹⁾ *F. Bidder* und *C. Schmidt*, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel 1852. p. 368. f.

3.900 Kilo des Hundes in 24 Stunden
 erhielten 403.82 Gr. Fleisch mit 0.21 Gr. S.
 gaben 432.76 Gr. Harn, aufgefangen, mit 0.04 - S.
 - 5.79 - Koth, aufgefangen, mit 0.04 - S.
 - 58.68 - Galle, berechnet, mit 0.25 - S.

Das Thier gab also durch die Galle 0.04 Gr. S. mehr aus,
 als es im Futter aufgenommen.

Thier 2. Reihe a. Versuchsdauer 8 Tage; während derselben wurden aus der Fistel 9 Stunden hindurch an verschiedenen Tagen und Tageszeiten die Galle aufgefangen.

Anfangsgewicht 5.210 Kilo
 Endgewicht 5.633 -
 Zuwachs 0.423 -

5.400 Kilo des Hundes in 24 Stunden
 erhielten 549.04 Gr. Fleisch mit 1.54 Gr. S.
 gaben 359.32 - Harn, aufgef., mit 0.75 - S.
 - 42.07 - Koth, - - 0.04 - S.
 - 274.82 - Galle, berechn., 0.86 - S.

Das Thier gab also 0.14 Gr. S. mehr, als es empfangen.
 Der Schwefel der Galle berechnet sich zu 56 pC. von dem der Nahrung.

Reihe b. Versuchsdauer 5 Tage; während derselben wurde während 7 Stunden die Galle aufgefangen.

Anfangsgewicht 5.436 Kilo
 Endgewicht 5.840 -
 Zuwachs 0.404 -

5.400 Kilo des Hundes in 24 Stunden
 erhielten 526.20 Gr. Fleisch mit 4.47 Gr. S.
 gaben 338.40 - Harn, aufgef., mit 0.39 - S.
 - 40.81 - Koth, - - 0.04 - S.
 - 242.45 - Galle, berechn., - 0.46 - S.

Das Thier gab also 0.58 Gr. S. weniger, als es empfangen.
 Der Schwefel der Galle berechnet sich zu 34 pC. von dem der Nahrung.

Die Gleichung zwischen Aufnahme und Ausgabe nennt *C. Schmidt* selbst eine approximative. In der That kann sie nur für eine solche gelten, da die Zeitdauer, während welcher die Galle gesammelt wurde, eine zu beschränkte war, um aus den in ihr gesammelten Mengen einen sicheren Schluss auf das wahre Volum der in 24 Stunden ausgeflossenen Galle machen zu können.

Aus den Bestimmungen *C. Schmidt's* geht nur mit Gewissheit hervor, dass von dem in der Nahrung enthaltenen Schwefel ein bedeutender Bruchtheil durch den Harn aus dem Thiere tritt. Dieser betrug beim 2. Thiere 48, und 26 pC. von dem des eingenommenen Schwefels, wobei jedoch zu beachten, dass das Thier an Gewicht zunahm, in Folge dessen die der Zersetzung anheimgefallene Eiweissmenge geringer als die verzehrte war.

Wie schätzenswerth nun auch diese Beobachtungen sind, so machen sie doch neue Versuche nicht überflüssig. Zu ihnen hat mich Herr Prof. *C. Ludwig* aufgefordert.

1. Anordnung des Versuchs. Anlegung und Behandlung der Gallenfistel.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass einem Hunde eine Gallenblasenfistel nach vorheriger Unterbindung des ductus choledochus angelegt und die ganze innerhalb der Versuchstage abgesonderte Galle aufgefangen und analysirt wurde.

Die Art der Anlegung der Fistel war die gewöhnlich geübte und schon oft beschriebene. Nach Eröffnung der Bauchhöhle, die in der linea alba geschah, wurde der ductus choledochus aufgesucht und unterbunden: die Resektion eines mehr oder weniger grossen Stückes desselben — soviel eben leicht, ohne die Eingeweide und besonders die Leber stärker zu beleidigen, möglich ist — erwies sich für Erhaltung der vollständigen Ableitung sehr wichtig. Schliesslich wurde in die Gallenblase eine Canüle eingebunden, die aus einem 5 Centimeter langen Argentanrohre bestand, das 5 Millimeter Durchmesser im Lichten hatte. An dem in die Blase eingeführten Ende sass ein Tellerchen von gleichem Metalle, das im Wesentlichen ein Kugelsegment — selbstverständlich mit sorgfältig abgerundeten Rändern — darstellte. Die concave Seite dieses Tellerchens sah gegen die Blasenöhlung, die convexe gegen die Bauchdecken. Diese auch schon von Andern benutzte Vorrichtung sollte das Herausfallen der Canüle verhindern, wenn der Faden, mit dem die Gallenblase aufgebunden war, sich wieder gelockert hatte. An dem äusseren aus der Bauchwunde hervorragenden Ende war ein Gewinde eingeschnitten und darauf eine Schraubmutter gesetzt, durch die das Zurückweichen der ganzen Canüle in die Bauchhöhle verhindert wurde. Eine zweite verwendete Canüle war in ihrem ganzen Verlaufe in sanftem Bogen gekrümmt.

Der Nutzen dieser Einrichtung ist direkt ersichtlich. Anfänglich war, um das Einschneiden der oben erwähnten Schraubenmutter in die verletzten Unterleibsbedeckungen zu vermeiden, über das nach Aussen hervorragende Canülen-Endstück eine central durchbohrte Metallscheibe von grösserem Radius übergeschoben und dann erst die Mutter aufgesetzt worden. Es erwies sich diese Vorsicht überflüssig. Die doppelte Unterbindung des ductus choledochus, vor Allem die Einbindung der Canüle in die Blase wurde mehremale mit *Lister's Catgut* vorgenommen. Ich halte dies für zweckmässig und glaube in einem Falle bei der Sektion die Einwachsung des Restes von Catgut in das Narbengewebe beobachtet zu haben.

Das Auffangen der Galle geschah in keulenförmigen Kautschukbeuteln, deren hohler Stiel direkt auf das aus der Wunde hervorstehende Ende der Canüle aufgebunden wurde. Um das Eindringen der Galle leicht und dauernd zu gestatten, wurde aus dem Ballon die Luft vollständig ausgesaugt, in diesem Zustande wurde sein Stiel durch eine umgelegte Klemme luftdicht geschlossen, dann der letztere auf das Endstück der Canüle aufgeschoben und nun mit Fäden in die Züge des Schraubenganges fest aufgebunden, darauf die Klemme abgenommen. Die Versuchsthiere liessen den Beutel, nachdem man erst durch einige Zeit auf sie geachtet und sie daran gewöhnt hatte ihn zu dulden, ruhig an der Canüle hängen. Es passirte relativ selten der unglückliche Zufall, dass der Beutel vom Thiere abgerissen wurde. Natürlich musste sorgfältig von Zeit zu Zeit der Ballon entleert, die Luft wieder ausgesaugt und derselbe frisch aufgebunden werden, schon damit er nicht durch sein Gewicht die Wunde reize oder gar durchreisse. Sehr zweckmässig fand ich für die Versuche Colpeurynter, an denen das Ansatzrohr bis auf einen kurzen Stumpf abgeschnitten war.

Bei der Wahl des Verfahrens zum Auffangen der Galle ging ich von den Erfahrungen aus, die man über die Ausströmung und die Resorption dieser Flüssigkeit gesammelt hat. Durch die Beobachtungen von *Heidenhain*¹⁾ ist es erwiesen, dass der Inhalt der grossen Gallengänge — also auch der der Gallenblase — unter einem den atmosphärischen übertreffenden Drucke steht,

1) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. Viertes Heft. 1868. pag. 226.

der sie von ihrer Bildungsstätte aus in den Darm hinein treibt; durch die Versuche *Heidenhain's* ist aber zugleich dargethan, dass der Strom aus der genannten Richtung in eine andere übergeht, wenn in den Gallengang der Gegendruck einer Wassersäule von noch nicht ganz 200^{mm} Wasser eingeschaltet wird. Der Weg, den die an ihrem Uebertritt in den Darm gehinderte Galle nimmt, führt, wie schon die ältesten Physiologen und unter diesen namentlich *Tiedemann* und *Gmelin*¹⁾ wussten, in die Lymphgefäße der Leber. Dass aber von den Lymphgefäßen die gestaute Galle ausschliesslich aufgenommen werde, erfuhren wir durch die vor Kurzem von *Fleischl*²⁾ angestellten Versuche. Bei der Bedeutung, welche dieses Ergebniss für meine Absichten hatte, hielt ich es nicht für unwichtig, seine Versuche zu bestätigen. Zu dem Ende habe ich fünf Hunden den ductus choledochus unterbunden, aus dem geöffneten ductus thoracicus derselben die Lymphe gesammelt und aus ihr nach bekannter Methode die Gallensäuren im krystallinischen Zustande dargestellt. Ich erhielt

Hund I.	aus 206 Ccm.	Lymphe an Gallensäuren	= 0.872 Gr.
- II.	- 165 Ccm.	- - -	= 0.034 -
- III.	- 367 Ccm.	- - -	= 0.634 -
- IV.	- 530 Ccm.	- - -	= 0.800 -
- V.	- 356 Ccm.	- - -	= 0.580 -

Von diesen Präparaten, welche ich demnächst weiter zu untersuchen gedenke, zeichnete sich das erste durch seine Reinheit aus. Geht nun auch aus diesen Erfahrungen hervor, dass bei dem Ueberschreiten eines gewissen in den Gallenstrom eingesetzten Gegendruckes sich der letztere durchaus statt in den Darm in die Lymphbahnen ergiesst, so belehren sie uns doch nicht darüber, bei welchem Gegendrucke schon eine theilweise Aenderung der Stromrichtung eintritt; jedenfalls aber fordern sie von uns die Anwendung solcher Maassregeln, durch welche die Stauung der Galle in den Gängen möglichst zu vermeiden ist. In dem Grade, in welchem sich diese verringert, werden auch die Triebkräfte des Gallenstromes in die Lymphgefäße vermindert.

Die Brauchbarkeit der Gummibeutel als Sammelgefäße wird also davon abhängen, wie hoch der Druck in ihrem Innern ist.

1) Die Verdauung nach Versuchen. (Titel)-Ausgabe 1831. II. Bd. 40.

2) Diese Berichte 1874.

Davon, dass er nie höher, wohl aber häufig niedriger als der atmosphärische ist, überzeugt man sich leicht.

Wurde nämlich der zum Auffangen der Galle verwendete Kautschukbeutel luftleer gesaugt und nun geschlossen, dann an den Ausführungsgang ein Glasrohr angesteckt, dieses unter Wasser getaucht und nun der Beutel geöffnet, so war an dem Stande des Wassers in der Glasröhre zu sehen, welcher Druck jetzt in dem Ballon als Resultirende aus Atmosphärendruck und den elastischen Kräften der Kautschukwand herrschte. Ich hatte zwei solcher Kautschukballons, einen dünn- und einen starkwandigen. Bei dem dünnwandigen stand, wenn ich das Experiment in der eben beschriebenen Form anstellte, das Wasser im Rohre kaum eine Spur höher als aussen: es tritt in diesen Beutel darum die Galle ungefähr unter dem Atmosphärendruck über. Bei dem zweiten Beutel stand unter den gleichen Umständen, wenn derselbe beim Aussaugen in einer bestimmten, immer gleichen Art gefaltet wurde, das Wasser im Rohre etwa 40 Centimeter höher als aussen. Es trat also in diesen Beutel die Galle unter einem Drucke ein, der jeweilig um 40 Centimeter Wasser geringer war als der Atmosphärendruck. Diese beiden Ballons wandte ich bei einem Versuchshunde abwechselnd an: ich bemerkte dabei, dass die Gallenmengen durchschnittlich dieselben und von gleicher Concentration waren, ganz so wie ich sie erwartet hatte. Selbstverständlich wurden diese Ballons immer zeitig entleert, lange bevor sie gefüllt waren, so dass nie eine merkliche Spannung in der Wand des Beutels eintreten konnte.

Die Ableitung der Galle gelang auf die beschriebene Weise sehr vollkommen und nachhaltig, nur manchesmal tritt ein übler Zufall ein, der darin besteht, dass die abgesonderte Galle durch suspendirte weissliche Massen getrübt wird. Man könnte dies auf einen Blasenkatarrh beziehen; seine Entstehung kann jedoch durch den eingeführten Fremdkörper nicht bedingt sein, denn ich sehe, dass verschiedene Beobachter, so *Bidder* und *Schmidt*, *Kölliker* und *Müller* die gleiche Beobachtung auch bei Hunden machten, denen keine Cautle in die Gallenblase eingeheilt war, die Galle vielmehr direkt durch eine Fistel der mit den Bauchdecken verwachsenen Gallenblase nach Aussen abfloss.

Zur Versuchsordnung ist noch Folgendes zu bemerken. Die angeführten Versuchsreihen wurden an einem Hunde angestellt. Nachdem durch eine entsprechende Zeit an ihm beobachtet war,

wurde er durch Verbluten getödtet. Die Sektion ergab den noch bestehenden vollständigen Schluss des ductus choledochus. Die Prüfung war in der Weise vorgenommen worden, dass in den noch stehenden Rest des ductus choledochus eine Canüle eingebunden und nun mit einer Spritze eine gefärbte Flüssigkeit in der Richtung gegen den Darm gepresst wurde: es trat nichts über. Als interessant will ich aus den Sektionsprotokollen noch anführen, dass der Rest des ductus choledochus bei allen Hunden stark erweitert war: in einem Falle war durch peritonitische Verlöthung derselbe dem duodenum in einiger Ausdehnung enge angelegt. Auch bei den anderen Versuchsthieren war die Entfernung zwischen Stumpf des ductus choledochus und dem duodenum so gering, dass die stattgehabte Resektion eines Stückes völlig verwischt war. Es ist nach diesen Sektionsbefunden die Möglichkeit der Restitution sehr nahe gelegt. — Es haben Kölliker und Müller ¹⁾ erwähnt, dass sie einigemale bei Gallenistelhunden Geschwüre auf der Darmschleimhaut fanden. Ich achtete leider nur bei einem Hunde auf diesen Umstand und fand allerdings bei demselben hämorrhagische Infiltration und Geschwürsbildung: es sassen die kranken Stellen ziemlich nahe beisammen, etwa in der Hälfte des jejunum. Das duodenum war frei. Bei den anderen Hunden, deren Darm ich untersuchte, achtete ich nicht speciell auf dieses Vorkommen: es wäre mir indess doch wohl nicht entgangen.

2. Ueber die in die Galle übergehenden Antheile des Schwefels.

Obwohl ich auf die beschriebene Weise von fünf Hunden die Galle gesammelt und ihren Schwefelgehalt bestimmt habe, so glaube ich doch, dass nur eine der Versuchsreihen, und zwar die ausgedehnteste, einen Beitrag für die Lösung unserer Aufgabe liefern könne. Von ihr soll jetzt die Rede sein.

Dem schon ausgesprochenen Versuchsplane gemäss musste eine Uebersicht über den Schwefel gewonnen werden, der mit der Nahrung eingeführt und der in Galle, Faeces und zuweilen auch dessen, der mit dem Harn entleert wurde. Es geschah

¹⁾ Zweiter physiologischer Bericht etc. — Verhandlungen der phys. med. Gesellschaft zu Würzburg 1856 B. VI. p. 465.

dies so, dass aliquote Theile der eingeführten Nahrung und der gewonnenen Excrete analysirt wurden. Jede einzelne engere Versuchsperiode umfasste 24 Stunden und wurde stets um 8 Uhr Morgens der Tag zu zählen angefangen.

Als Nahrung wurde zuerst defibrinirtes Lammsblut, später, als der Hund das nicht mehr annehmen wollte, gehacktes Pferdefleisch gegeben. Es sind gerade diese beiden Nahrungssorten deshalb gewählt, weil in ihnen der Schwefel bis auf geringe Mengen nur als Eiweiss enthalten ist. Man hat darum bei den mit diesen Nahrungsmitteln angestellten Versuchen wirklich in den Schwefelbestimmungen einen Maassstab für den Gehalt an Eiweiss-Schwefel.

Es wurde im Einzel-Versuche eine Blutmenge von mehreren Litern in einem gut verschliessbaren Gefässe beständig über Eis aufgehoben. Funfzehn Ccm. davon wurden mit der nöthigen Menge Aetzkali und Salpeter in einer Silberschale zusammengesmolzen, die Schmelze in Wasser aufgenommen, mit Salzsäure übersättigt und mit Chlorbaryum heiss gefällt: das gefällte Baryumsulfat in der gewöhnlichen Weise auf dem Filter gesammelt, gut ausgewaschen, im Platinigel geglüht und gewogen.

Aehnlich wurde mit Galle und Harn verfahren. Was letzteren anlangt, so ist es, wie ich mich durch Controllversuche überzeugte, nothwendig, bei genauer Bestimmung die Verbrennung in der obigen Weise vorzunehmen. Es wurden, wenn man in der Weise verfährt, dass man eine bestimmte Harnportion mit Wasser verdünnt, dann mit Salzsäure versetzt und mit Chlorbaryum fällt, stets noch andere Stoffe mit niedergerissen. Man bemerkt dies schon daraus, dass das auf diese Weise erhaltene Baryumsulfat beim Glühen stets durch ausgeschiedene Kohle sich schwarz färbt. Wäre selbst die Menge der mit ausgeschiedenen Stoffe geringer als sie wirklich ist und durch Controllversuche corrigirbar, so wäre jetzt, um stets den gleichen Fehler einzuführen, sehr lange dauerndes Glühen bis zum vollständigen Verbrennen der Kohle, dann erneutes Manipuliren zur Oxydation allenfallsigen Schwefelbaryums nothwendig. Es wurde deshalb der obige Weg eingeschlagen.

Die Analyse der Galle wurde stets mit der frischgewonnenen Galle und nicht etwa mit dem Alkoholextrakte der zur Trockne abgedampften vorgenommen. Da nach übereinstimmenden Beobachtungen in der Galle gar keine oder nur Spuren von schwe-

felsauren Salzen vorkommen und sonstige schwefelhaltige Körper auch fehlen — Mucin ist bekanntlich schwefelfrei, — so wurde unbedenklich immer dieser Weg eingeschlagen.¹⁾

Der Koth wurde in der Weise untersucht, dass die täglich entleerte Menge getrocknet, gepulvert, gewogen und ein aliquoter Theil mit Aetzkali und Salpeter verbrannt wurde.

Die Analysen des zur Fütterung verwendeten Fleisches wurden so vorgenommen, dass die ganze Partie, die in mehreren Tagen verfüttert werden sollte, auf einem Brette sehr sorgfältig gemischt und ausgebreitet und dann von verschiedenen Stellen zur Herstellung möglicher Gleichartigkeit kleinere Proben entnommen wurden. Die zur Analyse entnommene Partie (100 bis 200 gr.) wurde, um hievon selbst wieder nur einen Bruchtheil der Analyse unterziehen zu müssen, mit künstlichem Magensaft verdaut, nach einiger Zeit das Aufgelöste vom Rückständigen durch Filtration getrennt und nun ein bestimmter Theil der Lösung und der ganze feste auf dem Filter gebliebene Rückstand mit Aetzkali und Salpeter verbrannt. Daraus war die Berechnung auf den ganzen Schwefelgehalt leicht auszuführen.

In der Weise wurden von allen fraglichen Stoffen sogenannte Pauschanalysen gemacht: es wurde immer nur der Gesamtschwefel ohne Rücksicht auf die Form, in der er sich vorfindet, bestimmt. Ich habe oben schon die Wahrscheinlichkeitsgründe dafür angegeben, dass auf diesem Wege bei der Galle genau der Schwefel bestimmt wurde, der als taurocholsaures Natrium in der Galle sich findet. Ein Einwurf hätte hier weniger principielle Bedeutung. Für die angewandten Nahrungsmittel gilt mit Einschränkungen, die genau angegeben werden sollen, das oben Behauptete, dass der in ihnen gefundene Schwefel auf ihren Eiweissgehalt zu berechnen ist; es ist so der in den untenstehenden Versuchstabellen angegebene Schwefelgehalt aufzufassen. Die nothwendigen Correkturen sind unten²⁾ be-

1) Sollte indess doch ein merklicher Gehalt von schwefelsauren Salzen in der Galle sich finden, so würde dies der Allgemeinheit und Gültigkeit der unten gezogenen Schlüsse, die nur Schwefelausscheidung durch die Galle überhaupt betrachten, keinen Eintrag thun. Leider habe ich selbst keine Controllversuche angestellt.

2) Nach den von verschiedenen Autoren angestellten Blut-Analysen ergibt sich als Mittel, dass auf 100 Theile Blut etwa 0.0037 Theile Schwefel

Der im Kothe gefundene Schwefel ist stets als von nicht assimilirtem Eiweisse herrührend aufgefasst worden. — Der Schwefel des Harns ist als fast ganz entleerte Schwefelsäure aufzufassen.¹⁾

Ueber den eingehaltenen Gang der Analyse erwähne ich noch kurz, dass die betreffenden Flüssigkeiten stets als solche mit Aetzkali und Salpeter im Silbertigel zusammengebracht und erhitzt wurden. Es findet dadurch eine sehr gleichmässige Mischung und gegen Ende ein ruhiger Ablauf der Reaktion statt. Auch den festen Körpern, die analysirt wurden, setzte ich zu dem Zwecke vorher etwas destillirtes Wasser bei. Die für die Schwefel-Analyse gegebene Vorschrift, mit dem 12-fachen Gewichte der trockenen Substanz Aetzkali und dem 6-fachen Salpeter zu verbrennen, habe ich nicht befolgt. Man kommt mit weniger von beiden Stoffen auch durch, unbeschadet der Genauig-

der als schwefelsaures Salz darin enthalten ist, kommen. Da nun nach den später angeführten Zahlen auf 100 Cub. Cent. Blut im Mittel etwa 0.43 Gr. Schwefel treffen, so begeht man einen mittleren Fehler von 2—3 pCt. des Gesamt-Schwefel-Gehaltes, wenn man denselben nur auf Eiweiss-Gehalt berechnet. Es sind darnach die später angeführten Zahlen allenfalls zu corrigiren. Ich habe es vorgezogen, die Originalzahlen anzugeben. Auffallend ist die relativ grosse Abweichung des absoluten Schwefel-Gehaltes bei verschiedenen Blutarten (auch Fleischmengen): ich glaube dafür einstehen zu können, dass alle die verwendeten Nahrungsmengen rein in meine Hände kamen.

Für das Fleisch lassen sich gleiche Correkturen auch leicht finden. Es kommen auf 100 Theile Asche des Pferdeblutes 0.3 Gr. Schwefelsäure (SO_3) oder 0.12 Gr. Schwefel. Da nun 4 pCt. des bei 100° getrockneten Fleisches Salze sind, so kämen auf 100 Theile bei 100° trockenen Fleisches 0.0048 Schwefel, der als schwefelsaures Salz darin enthalten ist. Nimmt man den Wassergehalt des Fleisches im Durchschnitt zu 75 pCt., so kämen auf 100 Theile frischen Pferdefleisches 0.0012 Gr. Schwefel, der als schwefelsaures Salz darin vorkommt. Da 100 Gr. frisches Fleisch etwa 0.27 Gr. Schwefel enthalten, so würde ein Fehler von nicht $\frac{1}{2}$ Percent (0.44) begangen, wenn man sämmtlichen Schwefel des Fleisches als von Eiweiss herrührend betrachtete, ein Fehler, der wohl vernachlässigt werden darf. — Ochsenfleisch enthält nach *Keller's* Angaben ungefähr 10mal so viel Schwefelsäure als das Pferdefleisch: der Fehler betrüge hier 4.4 pCt., alle sonstigen Annahmen als gleich vorausgesetzt. In den Versuchen, die für den Kreislauf des Schwefels die wichtigeren sind, habe ich Pferdefleisch gegeben.

1) Die Bindungsweise des S im Harn ist nach *Salkowski's* Untersuchungen wohl zu beachten: desshalb die Pausch-Analysen. Genauere Angaben werde ich nachbringen.

keit der Analyse ¹⁾, und spart dabei viel Material und Zeit. Man bekommt bald, wenn man erst mit jedem Stoffe einige Analysen gemacht hat, heraus, wie viel Kali und Salpeter anzuwenden zweckmässig ist. Das Verhältniss von Aetzkali zu Salpeter wie 2:4 behielt ich bei. Viele angeführte Controll-Analysen ergaben eine Genauigkeit der Bestimmung bis zu 1 pCt. des Gesamt-Schwefels.

Um den Harn vollständig zu sammeln, setzte ich das Versuchsthier in einen geräumigen von *Tschiriew*²⁾ genauer beschriebenen Thontrog, in dem es auf einem starken Eisendrahtgitter sich bewegen konnte: der Harn floss von dem in einiger Entfernung darunter befindlichen geneigten Boden vollständig ab und sammelte sich in einem dem Abflussrohre angehängten Kolben. — Als Getränke erhielt der Hund destillirtes Wasser, dem zeitweise als Geschmacks-Corrigens eine Spur reinen Kochsalzes oder doppelt kohlensauren Natrons zugesetzt war.

1) Da die obige Angabe sich allgemein als Vorschrift findet, so gebe ich als Beleg für meine Behauptung die nachstehende Controll.-Anal. 15 C. C. einer bestimmten Galle gaben mit 9 Gr. KOH und 4.5 Gr. KNO_3 verbrannt 0.1793 BaSO_4 : das entspricht 0.1642 S auf 100 C. C. Galle. 15 C. C. derselben Galle mit 4.5 KOH und 2.2 KNO_3 gaben 0.1799 BaSO_4 : entspricht 0.1647 S für 100 C. C. Galle.

2) Diese Berichte 1874. p. 442.

4. Versuchsperiode.

Der Hund erhielt als Nahrung coagulirtes Lamm- und Kalbsblut¹⁾. Der Harn wurde in dieser Reihe nicht gewonnen.

Ver- suchs- tag:	Schwefel aufgenommen:	Schwefel ausgeschieden:	
		durch die Galle:	d. d. Koth:
1.	484.8 C. C. Blut enthalten 0.852 gr. S.	153 C. C. enthalten 0.428 S	0
2.	250 C. C. Blut enthalten 0.442 gr. S. 500 C. C. Blut einer zweiten Blutmeng. enth. 0.844 gr. S	159.5 C. C. enthalten 0.439 S	0.144
3.	250 C. C. Blut enthalten 0.422 gr. S.	126.5 C. C. enthalten 0.409 S	0.322
4.	250 C. C. Blut enthalten 0.422 gr. S.	In 40 ^h 50 C. C. enthalten 0.0446 S; auf 24 ^h berech- net: 2) 120 C. C. enthalten 0.407 S	0.428
5.	108.3 C. C. Blut ³⁾ entspr. 0.263 gr.	95 C. C. enthalten 0.432 S	0.079
	3.245 gr.	0.615 S	0.670

Ich bemerke gleich zu dieser Versuchsreihe Folgendes: Der Hund bekam Nahrung vorgesetzt, soviel er wollte, und es wurde immer, damit er das Uebriggebliebene nicht verderbe, der Rest weggenommen und ihm nach einiger Zeit wieder angeboten. Von

1) In dieser Form vertragen die Thiere das Blut sehr gut. Gibt man es im rohen Zustande, wie es die Thiere allerdings auch gerne nehmen, so tritt regelmässig Erbrechen und Diarrhoe ein, was den Gang des Versuchs unterbricht. Damit das Thier das coagulirte Blut gerne genoss, setzte ich öfter gepulverten Zucker zu.

2) Nach 40^h riss der Hund den Beutel weg; die angesetzte Zahl ist mit Hilfe der Annahme berechnet, dass die Secretion gleichmässig weiter gehe. Diese Annahme gibt — es fehlen die Nachtstunden — hier eine etwas zu grosse Zahl.

3) Nur diesen Antheil nahm das Thier von den vorgesetzten 250 C. C. Der gebliebene Rest wurde zurückgewogen und analysirt.

dem Lammsblut wurde jedesmal eine bestimmte Partie (250 C. C.) abgemessen, und in einer Schale bis zur vollständigen Coagulation erwärmt, in dieser Form wurde es abgekühlt dem Thiere vorgesetzt. Selbstverständlich wurde immer die Hauptmenge wohlverschlossen im Eisschranke verwahrt. Genau stimmende Controllversuche zeigten mir, dass bei dieser Art des Aufhebens von einer Aenderung der Concentration durch Wasserverdunstung nicht die Rede sein kann, wenigstens nicht in Grenzen, die durch den Versuch nachgewiesen werden können. Ich nahm darum auch für das später verwendete Fleisch, das unter den gleichen Umständen aufgehoben wurde, das Gleiche an, ohne hierüber specielle Controllversuche anzustellen. — Die aufgenommenen Nahrungsmengen sind nicht sehr gross. Es wird sich bald bei der Fleischfütterung zeigen, dass viel grössere Eiweissmengen von demselben Hunde aufgenommen und umgesetzt werden können. Die wechselnden Nahrungsmengen sind durch die Laune des Hundes bedingt. Es zeigen so operirte Thiere einen merkwürdigen Wechsel in der Begierde nach Menge und Beschaffenheit der Nahrung. Anfänglich nahm das Thier das Blut ganz gerne, nach wenigen Tagen verweigerte es jede Aufnahme, als ich ihm dasselbe wieder anbot, eben so ging es später mit dem Fleische. Die Thiere hungern lieber durch mehrere Tage, ehe sie das Vorgesetzte anrühren. Irgend eine andere schlechtere Nahrung fressen sie dann mit der grössten Gier. Es ist dies auch schon von verschiedenen anderen Beobachtern mitgetheilt, so von *Blondlot*, *Kölliker* und *Müller*, *Bidder* und *Schmidt*. Es ist dies eine Hauptschwierigkeit die Versuche auf längere Zeit auszu dehnen. Ich erreichte überhaupt nur bei diesem Hunde, dass er bei der gleichen Nahrung so lange Zeit aushielt. Andere Hunde verweigerten jede Annahme schon am 2. und 3. Tage, wenn ich nicht wechselte.

2. Versuchsperiode.

Dem Thier wurde, weil es die Annahme von Blut ganz verweigerte, Pferdefleisch vorgesetzt.

Ver- suchs- tag:	Schwefel aufge- nommen: (Gramme)	Schwefel ausgeschieden durch:		
		Galle	Harn	Koth
1.	0	140 Ccm. enth. 0.129 S	1) —	—
2.	470.4 gr. Fleisch = 4.294 S	7 Ccm. enth. 0.113 S	—	—
3.	490.5 gr. Fleisch = 4.346 S	154 Ccm. enth. 0.099 S	443 Ccm. enth. 0.943 S	0
4.	678.3 gr. Fleisch = 4.836 S	199.3 Ccm. 0.170 S	544 Ccm. 0.944	0.181 S
5.	654.5 gr. Fleisch = 4.796 S	235 Ccm. 0.220 S	400 Ccm. 0.878	0
6.	377.5 gr. Fleisch = 4.036 S	211.5 Ccm. 0.208 S	438 Ccm. 1.080	0.089
7.	233.5 gr. Fleisch = 0.644 S	168.5 Ccm. 0.176 S	—	0.082
Sa. 1-7	7.946	4.115	—	0.352
Sa. 3-6	6.044	0.697	3.842	0.270

Zu dieser Reihe, der vollständigsten, die ich besitze, will ich nur bemerken, dass der Hund Nahrung erhielt, soviel er eben Lust hatte zu verzehren; der Abfall am 6. und 7. Tage ist wieder durch den jetzt hervortretenden Ueberdruss am Fleische bedingt. — Auf diese zweite Versuchsreihe folgte, wie zwischen der ersten und zweiten, eine mehrtägige Pause, wo der Hund Nahrung ad libitum erhielt und die Galle frei nach Aussen floss. Dann begann:

4) Harn und Koth konnten in den zwei ersten Tagen nicht gesammelt werden.

3. Versuchsperiode.

Ver- suchs- tag:	Schwefel aufgenommen:	Schwefel ausgeschieden durch:		
		Galle	Harn	Koth
1.	679.3 gr. Fleisch mit 4.529 S	223 Ccm. 0.183	466 Ccm. 0.612	0
2.	589.3 gr. Fleisch mit 4.328 S	174 Ccm. 0.234	577 Ccm. 1.078	0
3.	459.8 gr. Fleisch mit 4.036 S	176 Ccm. 0.223	328 Ccm. 0.550	0.510 ¹⁾
4.	164.5 gr. Fleisch mit 0.364 S	39 Ccm. enth. 0.052 ²⁾ ergänzt zu 175 Ccm. 0.233	246 Ccm. 0.527	0
Sa. 1-4	4.257	0.870	2.767	0.510
Sa. 1-3	3.893	0.637	2.240	0.51

Auch hier gilt wieder das in Beziehung auf die Nahrungs-Aufnahme oben Gesagte.

Ich hatte noch eine 4. Versuchsperiode angefangen, konnte dieselbe aber nur durch 2 Tage fortsetzen, da der Hund den Ballon nicht mehr litt, sondern immer abbiss.³⁾ Ich führe deshalb diese Tage gar nicht an. Der Hund wurde jetzt getödtet und durch die Sektion der Schluss des ductus choledochus bestätigt.

Der Hund war am 29. November 1874 operirt: die erste Versuchsreihe wurde Montag 7. Dezember (9. Tag nach der Operation) begonnen; der Hund wog bei Beginn dieser Reihe 8070 Gr., am Ende 7610, hatte also 460 Gr. während der 5 Tage verloren. Es ergibt sich daraus die ungenügende Ernährung.

1) Diese grosse Kothmenge rührt nicht ganz von unverdaulichem Fleische her, sondern ist theilweise, wie das Aussehen des Kothes ergab, noch auf Nahrung zu beziehen, die vor dem Versuche aufgenommen war.

2) Der Beutel abgerissen: der Zeit proportional ergänzt.

3) Bei diesem Abreißen des Beutels musste die Canüle stark gezerzt werden. Es ist interessant zu bemerken, wie fest dieselbe eingewachsen sein muss, dass sie bei diesen Anstrengungen des Hundes nicht ganz aus der Wunde gerissen wurde.

Die 2. Versuchsperiode umfasst die Zeit vom 14. Dezember bis 20. (incl.) Dezember. Die 3. vom 1. bis 4. (incl.) Januar 1875. Am 12. Januar wurde der Hund getödtet.

Ich wog den Hund alle paar Tage und war, da das Gewicht im Allgemeinen constant blieb, damit zufrieden. Leider habe ich diese Zahlen nicht notirt. — Das normale Gewicht liegt zwischen 8000 und 8200 Gr.

Zu den Versuchen selbst möchte ich vor Besprechung der Resultate noch Folgendes bemerken. Ein direkter Fehler ist bei allen Versuchen dadurch gemacht, dass ich es unterlassen habe, jeden Tag den Boden des Versuchskastens mit Wasser auszuspritzen. Es kann so durch Antrocknung fester Bestandtheile an die Wand ein gewisser Theil der ausgeschiedenen schwefelsauren Salze verloren gegangen sein. Der hierdurch entstandene Verlust kann indess nur ein geringer sein, da der Harn von dem geneigten und sehr glatt glasierten Boden sehr vollständig abliief, und da das Nachspülen des vom vorhergehenden Tage vorhandenen Restes durch den indess gelassenen Harn besorgt wurde. Es wird also nur den Rest eines Tages betreffen.

Da das Thier während der 1. Versuchsperiode an Gewicht verlor, so sind die sämmtlichen Ausscheidungen gegen die Nahrungsaufnahme relativ zu gross. Es ist vor Allem, wenn man aus den Zahlen dieser Tabellen schliessen will, wie viel von dem Schwefel des Eiweisses der Nahrung in der Galle wieder erscheint, zu beachten, wie viel von dem in den Magen eingeführten Eiweiss assimilirt worden ist. Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass bei vorhandener vollständiger Gallenableitung der Schwefelgehalt des entleerten Kothes nur von unverdaulichem, nicht assimilirtem Eiweisse herrühren kann, wenn die Nahrung frei von schwefelsauren Salzen war. Die in den Darm ergossenen Secrete enthalten nach übereinstimmenden Angaben gar keine oder nur sehr kleine Mengen von Schwefelsäure, und die dahin ausgeschiedenen (schwefelhaltigen?) Fermente und Eiweisskörper werden doch wohl grösstentheils reabsorbirt; zudem ist deren Schwefelgehalt an sich gering. Vor Allem spricht für die obige Auffassung das Verhalten des Kothes. Es zeigt sich nun in der ersten Tabelle ein unverhältnissmässig grosser Schwefelgehalt des Kothes: er ist nach den letzten Auseinandersetzungen als unverdautes Eiweiss von der aufgenommenen Nahrung ohne Weiteres abzu ziehen. Es zeigt sich dann, wie ungenügend das Thier in diesen

Tagen gefüttert war, und nebenbei ergibt sich noch das ganz interessante Resultat, dass für Hunde das Blut kein sehr gutes Nahrungsmittel ist, und gegen andere, bes. gegen Fleisch bedeutend nachsteht. Die Weigerung der Hunde Blut durch längere Zeit aufzunehmen und die Thatsache, dass sie Fleisch entschieden vorzogen, ist also keine blosse Geschmackssache.

Bei dem hohen Schwefelgehalt des Kothes in der ersten Versuchsreihe wird es der Sicherheit des Resultates dienen, wenn wir statt einer Vergleichung der täglichen eine solche der gesammten Einnahmen und der durch die Galle bewirkten Ausgaben des Schwefels vornehmen. In diesem Falle wird die Korrektur, welche wir an den Einnahmen mit Hilfe des Kothes vornehmen, jedenfalls tadelfreier.

Das Thier erhielt mit der Nahrung	+ 3.245 Gr. S
es entleerte mit dem Kothe	— 0.670 Gr. S
es wurden also aufgenommen	2.575 Gr. S
durch die Galle ausgeschieden	0.645 Gr. S

sonach beträgt der Schwefel der Galle den 0.238. Theil von dem in die Blutmasse aufgenommenen. Obwohl dieser Verhältnisswerth aus einer fünftägigen Versuchsreihe hervorgegangen ist, so dürfte er doch nicht ganz fehlerfrei sein. Denn es nahm das Gewicht des Thieres während derselben um 460 Gr. ab, also hatte dasselbe aus seinem eigenen Körper noch schwefelhaltige Stoffe zugesetzt; anderseits aber hatte es am Ende des fünften Tages noch mindestens den Koth bei sich, der von dem Futter desselben stammte. Inwieweit sich diese beiden mit entgegengesetzten Vorzeichen behafteten Posten ausgleichen, muss dahingestellt bleiben. Dem Anscheine nach dürfte sich die wahre Verhältnisszahl noch etwas niedriger stellen, als die oben angegebene. — Trotzdem ist sie viel kleiner als die, welche sich aus *C. Schmidt's* Versuchen ableitet, denn bei ihm beträgt sie in der ersten Reihe 4.48, in der zweiten 0.57 und in der dritten 0.33, ungeachtet dessen, dass in den beiden letzten Reihen sein Thier an Gewicht zunahm, also weniger an schwefelhaltigen Stoffen, als es in der Nahrung aufgenommen, der Zersetzung anheimgab.

Für die zweite und dritte Reihe wollen wir zunächst dieselbe Vergleichung vornehmen.

In der zweiten Reihe erhielt das Thier

mit der Nahrung	7.946 S
es entleerte durch den Koth	0.352 S

es wurden also aufgenommen 7.594 S
 durch die Galle ausgeschieden 1.445 S

Sonach beträgt der Schwefel der Galle den 0.447. Theil von dem aus der Nahrung in die Blutmasse übergegangenen Schwefel.

Wenn wir in der 3. Reihe nur die drei Tage berücksichtigen, in welchen die Galle vollständig gesammelt war, so hat das Thier empfangen durch die Nahrung 4.493 S
 es entleerte durch den Koth 0.540 S
 es wurden also aufgenommen 3.683 S
 durch die Galle ausgeschieden 0.637 S

Sonach beträgt der Schwefel der Galle den 0.473. Theil von dem aus der Nahrung in die Blutmasse übergegangenen.

Die Uebereinstimmung zwischen den Verhältnisswerthen aus den Tagen, an welchen das Thier mit Fleisch gefüttert ward, ist eine befriedigende in Anbetracht der zahlreichen Umstände, welche das Resultat zu trüben vermögen. Unter Berücksichtigung dieser letzteren bleibt es denn auch zweifelhaft, ob wir die relativ grössere Schwefelausscheidung bei Blutfutter auf den Unterschied der Nahrung bez. auf eine andere Bindungsart des in ihm vorhandenen Schwefels schieben dürfen.

Ausser der eben angestellten Vergleichung gestatten nun die zweite und dritte Reihe noch andere. So ist es der geringeren Schwefelmenge des Kothes wegen möglich, die Verhältnisszahlen der täglichen Ausscheidungen aufzustellen, indem man der Wahrscheinlichkeit gemäss den Schwefel des Kothes gleichmässig über alle Versuchstage vertheilt. Dann erhält man:

Zweite Reihe.

Nr. des Tages	Nahrungsschwefel	Gallenschwefel	Verhältnisszahl
1	0	0.429	—
2	4.223	0.443	0.092
3	4.278	0.099	0.077
4	4.768	0.170	0.096
5	4.728	0.220	0.127
6	0.968	0.208	0.243
7	0.573	0.476	0.302

Dritte Reihe.

Nr. des Tages	Nahrungsschwefel	Gallenschwefel	Verhältnisszahl
1	4.899	0.183	0.134
2	4.498	0.234	0.193
3	0.906	0.223	0.246

Diesen Zahlen gemäss beschleunigt die Ernährung mit eiweissartigen Stoffen allerdings den Austritt des Schwefels aus der Leber, aber in viel geringerem Grade als die des Stickstoffes in der Harnstoffabscheidung durch die Niere. Denn es wächst die Geschwindigkeit, mit welcher der Schwefel aus der Leber hervorgeht, nicht schon an demselben Tage, an welchem die Menge des Eiweissfutters zugenommen, sondern erst an einem späteren, so dass nun, wenn die Eiweissnahrung schon wieder in einer Abnahme begriffen ist, die Menge des mit der Galle ausgeführten Schwefels noch im Zunehmen sein kann.

Soweit sich aus den Beobachtungen erkennen lässt, welche uns in der betreffenden Litteratur über die Abscheidung der aus den Eiweisskörpern stammenden und durch die Niere ausgeführten Schwefelsäure vorliegen, verhält sich diese dem durch die Leber austretenden Schwefel ähnlich. Wiederholt sieht man ähnliches auch in den hier mitgetheilten Bestimmungen.

Zweite Reihe.

Nr. des Tages	Nahrungsschwefel	Harnschwefel	Verhältnisszahl
3	4.278	0.943	0.744
4	4.768	0.944	0.532
5	4.728	0.878	0.508
6	0.968	4.080	4.116

Dritte Reihe.

Nr. des Tages	Nahrungsschwefel	Harnschwefel	Verhältnisszahl
1	4.399	0.642	0.437
2	4.498	4.078	0.542
3	0.906	0.550	0.607
4	0.234	0.527	2.252

Die Anzahl der Beobachtungen ist zu gering, als dass sie zur Grundlage für ein statistisches Gesetz ausreichen; für unseren besonderen Fall genügen sie jedoch zum Nachweise, dass die Ausscheidung des Schwefels durch die Niere einen viel grösseren Umfang annimmt und viel grösseren Schwankungen unterworfen ist, als die durch die Leber.

Aus der bis dahin geführten Zerlegung der Resultate lässt sich erwarten, dass auch die Summe der Ausscheidungen des Schwefels durch die Niere und die Leber keineswegs in einer Tag um Tag bestimmten Abhängigkeit von den aufgenommenen Eiweissstoffen steht. Denn wie jede einzelne kann auch die

Summe der Ausscheidungen grösser oder geringer als die der Aufnahme werden. Meine Zahlenreihen sind indess zu wenig umfanglich, als dass es sich der Mühe lohnte, sie noch hierauf besonders zu zergliedern.

Nach meinen Erfahrungen kann dem hier in Angriff genommenen Gegenstand erst dann ein vollkommener Erfolg versprochen werden, wenn es gelingt, ein Futter ausfindig zu machen, dessen Schwefelgehalt leicht und sicher bestimmbar, und das zugleich so beschaffen ist, dass es von dem Hunde auf die Dauer gern gefressen wird. — Gelänge dieses, so würde man wohl noch manches Beachtenswerthe finden können, indem man die Untersuchung des Harnes mit der der Galle gleichzeitig und nach verschiedenen Richtungen hin unternähme. So gelangt man z. B. sogleich zu einer wie mir scheint beachtenswerthen Frage. Von der täglich aufgenommenen Eiweissmasse wird, den Angaben des Schwefels entsprechend, bis zu einem Viertel innerhalb der Leber in Ausscheidungsprodukte umgewandelt. Unzweifelhaft wird hiebei der Stickstoff des Eiweisses seinem grössten Theile nach schliesslich im Harnstoff erscheinen, denn es fehlt ja bei gewöhnlichen Verhältnissen dem Harne keine dem Schwefel der Galle entsprechende Stickstoffmenge. Sollten nun die Vorgänge bei der Eiweisszersetzung in der Leber durchaus andere sein als in den übrigen Körpertheilen? Sollte nicht auch in anderen neben den nächsten Stammkörpern des Harnstoffes Taurin entstehen? Hierfür spricht in der That das Vorkommen der letzteren Atomgruppe in der Lunge, den Nebennieren und in den Muskeln (des Pferdes). Daraus würde folgen, dass für die chemischen Vorgänge in der Leber nicht etwa die Entstehung des Taurins, sondern nur seine eigenthümliche Bindung bezeichnend wäre.