

# Ueber die krystallisirenden Bestandtheile des Lungensaftes.

Von

**G. Grübner.**

---

Dem Theile des Lungengewebes, in welchem sich die Capillaren der Pulmonararterie verbreiten, soll nach der gegenwärtig verbreiteten Ansicht eine sehr geringe chemische Bewegung eigenthümlich sein, und zwar darum, weil an jenen Orten saftreiche Zellen so gut wie gänzlich fehlen. Darf man hieraus auch schliessen, dass die chemische Umsetzung in dem Gewebe der Lungenbläschen eine andere und vielleicht auch eine geringere als in den zellenreichen Gebilden sei, so würde man in dem Schlusse aus Analogien doch zu weit gehen, wenn man das Gewebe, welches die athmenden Gefässe trägt, für chemisch unwirksam erklären wollte. Denn es ist uns aus einzelnen Beispielen u. a. dem des Bauchspeichels bekannt, dass innerhalb des Organismus auch ohne Betheiligung der Zellen die Eiweisskörper und Fette zerlegt werden können.

Die Befähigung des Gewebes der Lungenbläschen zu einer ähnlichen Wirkung kann demnach im Prinzip nicht bestritten werden, umsoweniger als uns genügende Nachweise dafür vorliegen, dass in jenem Theile der Lunge chemische Umsetzungen stattfinden.

Zu diesen wären zu zählen die Erfahrungen, welche man über die Temperatur des Blutes im rechten und linken Herzen gesammelt hat. Beim Kaninchen, bei Wiederkäuern und beim Pferde haben *Colin* <sup>1)</sup>, *Jacobson* und *Bernhardt* <sup>2)</sup> die Wärme des

---

1) Annales d. Sciences naturelles VII. 83—103. 1867. —

2) Centralblatt für medicin. Wissenschaften 1868. Nr. 44.

in die Lunge strömenden Blutes häufig geringer als diejenige des Aortenblutes gefunden. Da die eingeathmete Luft kühler und trockner als die ausgeathmete ist, so bedingt der Luftwechsel einen Wärmeverlust, und wenn trotzdem das Blut jenseits der Lunge höher temperirt anlangt, so muss in der letzteren selbst eine Wärmequelle vorhanden sein. Nun hat allerdings *Colin* öfters beim Pferde und Wiederkäuern, und es haben *G. v. Liebig*<sup>1)</sup>, *Th. Bischoff*, *Cl. Bernard*<sup>2)</sup>, *Heidenhain*<sup>3)</sup> und *Körner*<sup>4)</sup> durchweg beim Hunde die rechte Herzhälfte höher erwärmt gefunden als die linke. Aber damit ist der Beweis, dass sich in der Lunge Wärme bilde, so lange nicht erschüttert, als sich nicht zeigen lässt, dass zur Erklärung des Temperaturunterschieds beider Herzhälften der in der Lunge erlittene Wärmeverlust ausreicht. Bevor dieses geschehen, bleibt es gestattet, das veränderliche Verhalten durch die Annahme zu erklären, dass bei gewissen Säugethieren stets, bei andern aber zeitweilig die abkühlenden über die erwärmenden Vorgänge das Uebergewicht besitzen. Demgemäss würde man aus den Thatsachen, die gegenwärtig über den Temperaturunterschied des rechten und linken Herzens vorliegen, auf einen innerhalb des Lungengewebes stattfindenden Oxydationsprozess zu schliessen berechtigt sein, wenn nicht *Heidenhain* durch seine Versuche den Verdacht erweckt hätte, dass die Ungleichheiten der Wärme, welche diesseits und jenseits der Lunge in den Kreislaufsorganen gefunden wurden, nicht sowohl von dem Blute als vielmehr von den Wandungen des Herzens bedingt seien. Solange also die Gründe, welche *Heidenhain* für seine Meinung vorgebracht hat, nicht widerlegt sind, müssen wir es dahingestellt sein lassen, ob die hier in Frage kommenden Temperaturunterschiede zum Beweise für einen chemischen Umsatz im Lungengewebe benutzt werden können.

Für einen chemischen Umsatz im Bereiche des Lungengewebes, welches die zur Athmung dienenden Blutgefässe umgiebt, sprechen dagegen auf das unzweideutigste die Versuche von *J. J. Müller*. Zu diesen wurden ausgeschnittene, noch mit

1) Ueber die Temperaturunterschiede des arteriellen und venösen Blutes 1853.

2) Leçons sur les propriétés etc. des liquides de l'organisme I. 44.

3) Pflüger's Archiv IV. Bd.

4) Beiträge zur Temperaturtopographie. Breslau 1874.

allen Lebenseigenschaften begabte Lungen verwendet, welche möglichst von der in ihrem Innern enthaltenen Luft befreit, und von einem Kautschukbeutel umschlossen in Wasser versenkt waren. In die Lungenarterie wurde arterielles Blut eingeleitet, das nach seinem Austritt aus der Vene über Quecksilber aufgefangen ward. Hierbei fand sich nun jedesmal, wie lange auch das Blut durchgeleitet wurde, dass dasselbe während des Verlaufes durch die Lunge seinen Gehalt an Sauerstoff verringert und denjenigen der Kohlensäure vermehrt hatte.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass im Bereiche des Lungengewebes organische Stoffe einer Zersetzung anheimgefallen sind. Um nun zu erfahren, welche von den wesentlichen Bestandtheilen des thierischen Körpers in die letzteren eingegangen seien, empfiehlt es sich, zunächst das Lungengewebe selbst zu untersuchen, in der Hoffnung, Producte zu finden, die einen Schluss auf den vorgegangenen Prozess ziehen lassen. Nach dieser Richtung hin haben nun *Verdeil*<sup>1)</sup>, *Cloetta*<sup>2)</sup> und *Radziejewsky*<sup>3)</sup> Beobachtungen angestellt, und dabei in den von den größeren Bronchialästen befreiten Lungen Harnsäure, Leucin, Taurin und Inosit gefunden. Aus der Anwesenheit der genannten Verbindungen geht hervor, dass mindestens eine Zersetzung von eiweissartigen Körpern stattgefunden hat.

Eine Wiederaufnahme dieser Untersuchungen schien mir nicht ohne alles Interesse zu sein, namentlich, wenn man die methodische Untersuchung, welche *Cloetta* der Lunge des Ochsen zugewendet hatte, auch auf die des Hundes ausdehnte. Auch schien es mir der Mühe werth, zu prüfen, ob man nicht durch die Arbeit selbst auf eine Verbesserung der Zerlegungsmethode geführt werde, so dass man mit Sicherheit aus kleinen Gewichtsmengen der Lunge auf die Anwesenheit aller oder einzelner der obengenannten Stoffe hätte schliessen können. Denn es leuchtet ein, dass die Resultate einen erhöhten Werth gewinnen würden, wenn man die Orte der Lunge genauer zu bestimmen vermöchte, in welchen die Zersetzungsproducte entstehen. Die Schwierigkeit der Untersuchung mag es entschuldigen, wenn ich nach der bezeichneten Richtung hin nur kleine Fortschritte gemacht habe;

1) Comptes rendus XXXIII. 604.

2) Chemisch-pharmazeutisches Centralblatt 1855.

3) Centralblatt der medicin. Wissenschaften 1866. 405.

immerhin erscheinen mir meine Ergebnisse der Mittheilung werth.

Das Verfahren, dessen sich *Cloetta* bei seiner Lungenuntersuchung bedient hatte, war kurz folgendes :

Er rührte zerkleinerte Ochsenlungen mit Wasser an, erhielt dann durch Auspressen den Saft und kochte denselben zur Entfernung von Albuminaten auf. Die von den coagulirten Albuminaten befreite Flüssigkeit dampfte er bis auf ein gewisses Volumen ein und erhielt aus ihr durch Fällen mit Bleizuckerlösung, darauf mit Bleiessig, je einen Niederschlag. In der nach den Bleifällungen noch übrig bleibenden Flüssigkeit entfernte er den Bleiüberschuss durch Schwefelwasserstoff, dampfte das Filtrat vom Schwefelblei bis zur Syrupsdicke ein und konnte endlich, durch angemessene Behandlung mit Weingeist, Taurin und Leucin darin nachweisen. — Den Bleiessigniederschlag zersetzte er durch Schwefelsäure und entfernte den Ueberschuss der letzteren durch Barytwasser. In der Lösung fand er Harnsäure und Inosit. — Der Bleizuckerniederschlag wurde nicht untersucht.

Indem ich dieses, von *Cloetta* angewendete Verfahren befolgte, gelang es mir gleichfalls, aus dem Saft dreier Ochsenlungen die genannten Stoffe zu erhalten. Zur Zersetzung des Bleiniederschlages zog ich vor, an Stelle der verdünnten Schwefelsäure mich des Schwefelwasserstoffs zu bedienen, da ich auf diese Weise eine vollständige Zersetzung der Bleisalze herbeiführen konnte, ohne später eine besondere Entfernung der Schwefelsäure nöthig zu haben, und weil ferner auch das gebildete Schwefelblei sich als ein höchst wirksames Mittel zur Entfärbung der Flüssigkeit erwies.

Ich fand im Bleiessigniederschlage Harnsäure und eine beträchtliche Menge Inosit; in der nach Ausfällung durch Bleisalze noch hinterbliebenen Flüssigkeit Leucin und Taurin. Von der Identität des letzteren Körpers mit Taurin überzeuete ich mich, ausser durch Vergleichung der physikalischen Eigenschaften, noch durch Prüfung auf einen Schwefelgehalt, indem ich einige Krystalle mit Soda und Salpeter zusammenschmolz. Die erhaltene Schmelze, in verdünnter Chlorwasserstoffsäure gelöst, gab mit Chlorbarium starke Reaction auf Schwefelsäure.

Eine Untersuchung des ersten, durch Bleizuckerlösung entstandenen Niederschlages hatte *Cloetta*, wie schon erwähnt, nicht ausgeführt, da derselbe an kochenden Alkohol Nichts abgab. Ich

zerlegte auch diesen Niederschlag durch Schwefelwasserstoff und fand in der Lösung, neben Massen amorpher, organischer Substanzen, meist anorganische Bestandtheile, wie phosphorsauren Kalk, Chlorammonium, phosphorsaures Ammon. Was das von mir gefundene Ammoniak anlangt, so ist es möglich, dass dasselbe aus der Luft des Arbeitsraumes stammt. Beim Eindampfen der sauren Lösung, welche ich nach Zerlegung des Bleizuckerniederschlags erhalten hatte, setzte sich bald am Boden der Schale eine körnig-krystallinische Masse ab, die sich bei der nachfolgend beschriebenen Untersuchung als phosphorsaurer Kalk erwies. Auf dem Platinblech erhitzt, hinterliess sie einen weissen Rückstand, zeigte also zunächst einen anorganischen Bestandtheil an. Da die Unlöslichkeit des Rückstandes in Wasser ein Kalksalz vermuthen liess, kochte ich die erhaltene Krystallmasse mit einer Lösung von Kupferchlorid und bewirkte so einen Umtausch der an die Basen gebundenen Säuren. Die hierbei entstandene Kupferverbindung schied sich als blaugrüner Niederschlag aus und wurde durch Filtration von der Lösung getrennt. In letzterer wurde der Kupferüberschuss durch Schwefelwasserstoff beseitigt und darauf die wasserhelle Lösung vermittelst oxalsauren Ammons auf Kalk geprüft; ein entstehender weisser, in Essigsäure unlöslicher Niederschlag bestätigte die Anwesenheit des Kalkes. Der Kupferniederschlag gab, durch Schwefelwasserstoff zersetzt, eine Lösung, in welcher ich durch molybdänsaures Ammon die Phosphorsäure nachweisen konnte.

Die von dem phosphorsauren Kalk getrennte Flüssigkeit schied bei weiterem Eindampfen schliesslich Krusten von Ammonsalzen ab. Dieselben verflüchtigten sich beim Erhitzen vollständig, entwickelten auf Zusatz von Natronlauge schon in der Kälte Ammoniak und gaben mit Platinchlorid den bekannten Niederschlag von Platinsalmiak. Auf Phosphorsäure und Salzsäure prüfte ich durch molybdänsaures Ammon und Silberlösung.

Während des ersten Eindampfens des aufgekochten Lungensaftes wurde auch ein Albuminat bemerkt, welches sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit als rothbraune zähe Haut ausschied und sich dann nicht wieder in Wasser löste. Die Asche dieses Albuminates fand ich reich an Natron, Eisenoxyd und Kieselsäure.

*Cloetta's* Untersuchungen beschränkten sich auf die Lungen von Ochsen; die von ihm erzielten Resultate liessen es jedoch

als sehr wünschenswerth erscheinen, auch die Lungen von fleischfressenden Thieren einer ähnlichen Behandlung zu unterwerfen.

Um Letzteres auszuführen, wählte ich Hundelungen, da dieselben verhältnissmässig leicht in genügender Menge zu beschaffen sind. Sie wurden stets von gesunden Hunden, kurze Zeit nach durch Verblutung erfolgtem Tode entnommen. Im Ganzen habe ich siebzehn Lungen, von durchschnittlich mittlerer Grösse, verarbeitet; allein selbst aus dieser Menge erhielt ich nur so kleine Quantitäten der späterhin aufzuführenden Substanzen, dass eine quantitative Bestimmung derselben nicht möglich war. Letzteres darf nicht befremden, da bekannt ist, dass die verschiedenen Organe einen sehr niedrigen Prozentsatz an krystallinischen Extractivstoffen enthalten; es liess daher auch die Gesamtmasse der mir zu Gebote stehenden Lungen im Voraus nur kleine Mengen der einzelnen, daraus abzuschheidenden Stoffe erwarten.

Bei der folgenden Untersuchung arbeitete ich, wie schon erwähnt, im Allgemeinen nach der Vorschrift von *Cloetta*, fand indessen einzelne Abänderungen, welche sich aus dem Weiteren ergeben werden, für zweckmässig.

Die Hundelungen wurden, nachdem sie selbst durch Abspülen mit destillirtem Wasser vom anhängenden Blute möglichst gereinigt waren, in einer Fleischschneidemaschine zerkleinert, mit destillirtem Wasser zu einem dünnen Breie angerührt und so 12 bis 18 Stunden lang im Eiskeller aufbewahrt. Nach genannter Zeit wurde die Flüssigkeit abgepresst, der Rückstand nochmals mit Wasser einige Stunden lang macerirt und dann wiederum ausgepresst. Die bei dem jedesmaligen Auspressen erhaltene Flüssigkeit versetzte ich mit einigen Tropfen Essigsäure und bewirkte durch Aufkochen eine Abscheidung der coagulirbaren Albuminate. Die hellgelbe, klare Flüssigkeit trennte ich durch Coliren und Filtriren vom Coagulum, um sie dann weiter auf dem Wasserbade einzudampfen. Das bis auf ungefähr den achten Theil seines früheren Volumens eingedampfte Filtrat gab, mit Bleizuckerlösung versetzt, einen reichlichen Niederschlag (*A*), der auf einem Filter gesammelt und mit Wasser ausgewaschen wurde. Das Filtrat vereinigte ich mit dem Waschwasser und konnte dann in dieser Flüssigkeit durch Zusatz von Bleiessig eine zweite Fällung (*B*) hervorrufen. Als sich der

sehr voluminöse Niederschlag hinreichend zu Boden gesetzt hatte, brachte ich ihn ebenfalls auf ein Filter, wusch ihn aus und entfernte den Bleiüberschuss des Filtrates durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas. Das sich bildende Schwefelblei entfarbte hierbei die Flüssigkeit (C) derartig, dass sie meist ganz farblos erschien.

Auf die eben beschriebene Weise wurde die ganze Arbeit in drei Theile zerlegt und somit eine leichtere Uebersicht der während des Ganges der Untersuchung erzielten Resultate möglich gemacht. Diese drei Theile bestehen demnach in der Untersuchung:

- |                                  |    |
|----------------------------------|----|
| des Bleizuckerniederschlags      | A  |
| des Bleiessigniederschlags       | B  |
| der übrig bleibenden Flüssigkeit | C. |

*Analyse des Bleizuckerniederschlags (A).*

Zur Ausführung dieser Analyse vertheilte ich zunächst den Niederschlag, durch Anreiben in einem Mörser, möglichst fein in ungefähr einem Liter Wasser. Nach längerem Einleiten von Schwefelwasserstoffgas zeigte das Schwarzwerden der Flüssigkeit eine völlige Zersetzung des Bleiniederschlags an, doch blieb das entstandene Schwefelblei, auch nach längerem Stehen in einer fest verschlossenen Flasche, in der Flüssigkeit suspendirt. Eine Behandlung in der Centrifuge bewirkte ebenfalls keine Abscheidung des Schwefelbleies. Ich brachte desshalb versuchsweise eine geringe Quantität kohlen-saures Natron in die Flüssigkeit. Das Schwefelblei setzte sich hierauf schnell zu Boden und war nun ein Abfiltriren der überstehenden braunen Flüssigkeit leicht auszuführen. Während des Eindampfens schied diese Lösung eine körnig-krySTALLINISCHE Masse ab, die auf einem Filter gesammelt und getrocknet wurde. Sie hinterliess, auf dem Platinblech geglüht, einen alkalischen Rückstand von grau-weißer Farbe, der in Wasser unlöslich war. Nach meiner, schon bei Untersuchung des Ochsenlungensaftes gemachten Erfahrung vermuthete ich in dieser KrySTALLMasse phosphorsauren Kalk und zerlegte sie desshalb auf die schon früher beschriebene Weise durch Kochen mit Kupferchloridlösung. Es gelang mir infolgedessen auch hier, in der betreffenden Lösung durch Zu-

satz von oxalsaurem Ammon den in Essigsäure unlöslichen Niederschlag von oxalsaurem Kalk zu erhalten und ebenso die Phosphorsäure durch molybdänsaures Ammon nachzuweisen. Nach weiterer Concentration der Flüssigkeit durch fortgesetztes Eindampfen setzten sich am Rande des Schälchens Krystallkrusten fest, die, wie es ebenfalls schon beim Nachweis des Chlorammoniums und phosphorsauren Ammons in Ochsenlungen geschehen, auf ihre Bestandtheile geprüft wurden. Infolgedessen konnte auch hier Chlorammonium und phosphorsaures Ammon nachgewiesen werden. In dem Reste der Flüssigkeit befand sich noch eine Masse amorpher Substanzen, von denen ich eine Probe auf dem Platinbleche erhitze. Während des Erhitzens entstand ein Geruch nach verbranntem Horn; der Rückstand bestand aus einer porösen Kohle. Es waren demnach eiweissähnliche Substanzen als Hauptbestandtheil dieser amorphen Masse anzunehmen.

Demnach waren die im Bleizuckerniederschlage gefundenen Bestandtheile :

- Phosphorsäure
- Chlorwasserstoffsäure
- Kalk
- Ammoniak
- Unbestimmte eiweissähnliche Stoffe.

#### *Analyse des Bleiessigniederschlages (B).*

Ich vertheilte denselben ebenfalls in viel destillirtem Wasser und bewirkte durch Einleiten von Schwefelwasserstoff bis zur völligen Sättigung seine Zersetzung. Das sich diesmal schnell absetzende Schwefelblei gestattete sofortige Filtration der Flüssigkeit, die dann mit dem Waschwasser des Schwefelbleies vereinigt wurde. Um aus dem Filtrate den überschüssigen Schwefelwasserstoff zu verjagen, ohne eine Oxydation desselben befürchten zu müssen, brachte ich es in einer tubulirten Retorte auf das Wasserbad und dampfte im Kohlensäurestrom ein. Als nach längerem Erwärmen kein Schwefelwasserstoff, durch in die Dämpfe gehaltenes Bleizuckerpapier, mehr wahrzunehmen war, verdampfte ich die Lösung in einer Schale bis auf ungefähr ein Fünfzehntel ihres Volumens und liess sie dann in einem Becher-



glase erkalten. Nach Verlauf eines Tages hatte sich am Boden und an den Rändern des Gefässes eine bräunliche Krystallmasse angesetzt. Die von den Krystallen vorsichtig abgegossene Flüssigkeit wurde nochmals, und zwar bis auf die Hälfte ihres vorherigen Volumens, eingedampft und zur abermaligen Krystallisation in die Kälte gestellt. Die zweite, auf diese Weise erhaltene Krystallmasse wurde, nachdem auch hier die Flüssigkeit durch Decantation entfernt worden war, mit den zuerst gewonnenen Krystallen vereinigt. Eine Probe zeigte unter dem Mikroskop ein Gemisch verschiedener Krystallformen, unter welchen nur die, der Harnsäure eigenthümlichen, halb cylinder- oder spindelähnlichen Krystalle, meist rothbraun gefärbt, deutlich hervortraten. Um die hier vorliegenden, verschiedenen Körper zu trennen, zeigte die Unlöslichkeit der Harnsäure in Chlorwasserstoff den Weg. Ich versetzte das ganze Quantum der erhaltenen Krystalle mit verdünnter Salzsäure unter gelindem Erwärmen. Ein Theil löste sich hierbei allmählig auf, während ein rothbraun gefärbter Rückstand hinterblieb. Letzterer wurde, nach mehrmaligem Auswaschen mit kaltem Wasser, von einigen Tropfen Natronlauge leicht gelöst. Aus dieser Lösung schied sich auf Zusatz von verdünnter Salzsäure ein amorpher, weisser Niederschlag aus, der nach längerem Stehen wieder krystallinisch wurde. Liess nun schon, ausser seiner Schwerlöslichkeit in Wasser, das Verhalten gegen Salzsäure und kaustisches Alkali die Harnsäure vermuthen, so bestätigten diese Vermuthung auch die aus dem amorphen Niederschlage entstandenen Krystalle; sie besaßen, mikroskopisch betrachtet, ganz die für Harnsäure charakteristischen Formen, wie sie bei Zusatz von Salzsäure entstehen. Zur definitiven Bestätigung der Harnsäure endlich löste ich einen Theil der Krystalle, behufs Ausführung der Murexidprobe, in verdünnter Salpetersäure. Nach vorsichtigem Verdampfen bis zur Trockne zeigte der Rückstand bei Zusatz von wenig Ammoniak das entstandene Murexid durch eine purpurrothe Färbung an; durch einige Tropfen verdünnter Natronlauge wurde eine Blaufärbung des Rückstandes hervorgerufen.

War nun die Harnsäure als solche nachgewiesen, so lag es nahe, bei weiterer Untersuchung auf die, häufig als Begleiter der Harnsäure auftretenden, Stoffe Xanthin, Sarkin und Guanin Rücksicht zu nehmen. Ich versetzte deshalb die salzsaure Lösung, welche ich beim Ausziehen der ursprünglich mit Harnsäure

vermischten Krystallmenge erhalten hatte, mit überschüssigem Ammoniak und bewirkte hierdurch die Ausscheidung eines flockigen, braunen Niederschlages. Denselben sammelte ich auf einem vorher mit Salzsäure ausgezogenen Filter und brachte ihn, da er sehr gering war, sammt dem Filter in warme, verdünnte Salzsäure. Als der Niederschlag völlig in letzterer gelöst war, entfernte ich das Filter, dampfte die filtrirte Lösung auf einem Uhrglase bis zur beginnenden Krystallisation ein und liess im Exsiccator erkalten. Die so dargestellte salzsaure Verbindung bildete mikroskopische, monoklinische Krystalle. Die noch überschüssige Salzsäure liess ich bei gelinder Wärme verdunsten, löste dann die Krystalle wieder in wenig heissem Wasser und liess erkalten. Durch letztere Umkrystallisation aus heissem Wasser wurden die monoklinischen Krystalle in lange übereinander liegende Nadeln verwandelt, welche ganz das Aussehen von salzsaurem Guanin besaßen. Je nach verschiedenem Säuregehalt der Lösung schien demnach der Körper in zwei verschiedenen Krystallformen auftreten zu können. Eine kleine Quantität des Salzes, zur Ausführung der *Scherer'schen* Probe mit verdünnter Salpetersäure eingedampft, hinterliess einen hellgelben Rückstand, der durch Ammoniak und Kali mit intensiv rothgelber Farbe gelöst wurde. Die durch Behandeln des Salzes mit salpetersaurem Silber dargestellte Silberoxydverbindung bestand aus feinen, zu Sternchen vereinigten Nadeln. Es blieb daher bei Beobachtung des Verhaltens der Verbindung gegen Chlorwasserstoffsäure, ihrer Unlöslichkeit in Wasser und Ammoniak, ferner der Krystallform des salzsauren Salzes und des salpetersauren Silberdoppelsalzes, endlich nach Anstellung der *Scherer'schen* Probe kein Zweifel, dass der untersuchte Körper Guanin sei. Zu einer Silberbestimmung reichte die gewonnene Menge nicht aus.

Die vom ersten Guaninniederschlage abfiltrirte ammoniakalische Flüssigkeit erzeugte auf Zusatz einer ammoniakalischen Silberlösung einen weissgrauen Niederschlag, welcher, gut ausgewaschen, noch feucht vom Filter auf ein Uhrglas gespült wurde. Nach Entfernung des Spülwassers durch Verdampfen löste ich den Niederschlag in heisser, concentrirter Salpetersäure und stellte die Lösung zum Krystallisiren bei Seite. Nach mehrstündigem Stehen waren mikroskopisch kleine Schuppen und Blättchen von gelber bis grünlicher Farbe auskrystallisirt, die

auch nach mehrmaligem Umkrystallisiren dieselbe Krystallform behielten. Das Quantum dieses Silbersalzes (Xanthin oder Sarkin?) war jedoch so gering, dass eine Zerlegung desselben nicht gut thunlich erschien, ich also von weiterer Untersuchung dieses Körpers behufs genauer Feststellung seiner Eigenschaften Abstand nehmen musste.

Es blieb mir nun noch übrig, in dem Reste der Flüssigkeit, aus welchem Harnsäure und Guanin ursprünglich auskrystallisirt waren, Inosit nachzuweisen. Behufs dessen dampfte ich die noch überbliebene Flüssigkeit so weit ein, bis eine herausgenommene, abgekühlte Probe mit dem gleichen Volumen starken Weingeistes eine bleibende Trübung gab, worauf ich die gesammte Flüssigkeit mit ihrem gleichen Volumen Alkohol versetzte. Als die dadurch entstandene trübe Lösung nach längerem Erwärmen wieder völlig klar geworden war, goss ich sie in einen Glaszylinder und überliess sie der Krystallisation. Nach Verlauf eines Tages war der Boden des Gefässes mit einer weissen Krystallmasse bedeckt. Die überstehende, braune Flüssigkeit wurde abgossen, die Krystalle auf ein Filter gebracht und zur Entfernung der Flüssigkeitsreste mit Alkohol abgospült. Mit Wasser übergossen, löste sich der krystallinische Körper leicht; das Filtrat dieser wässrigen Lösung zeigte nach dem Eindampfen und Stehen im Exsiccator dem blossen Auge erkennbare blumenkohlartig gruppirte Krystalle.

Unter dem Mikroskop waren sie als wasserhelle, oft bündelweise übereinander liegende Säulchen erkennbar. Die Eigenschaften der Krystalle waren folgende:

Sie verwitterten leicht beim Stehen an der Luft und besaßen einen deutlich stüssen Geschmack. Auf dem Platinblech vorsichtig erhitzt, schmolzen sie unter Wasserabgabe und erstarrten beim Erkalten wieder krystallinisch. Beim Glühen wurden sie schwarz und verbrannten endlich vollständig. Die wässrige Lösung der Substanz gab mit Bleiessig einen gallertartigen Niederschlag, der nach Erwärmen der Flüssigkeit bis zum Sieden sich zu Boden setzte. Ein wenig der Substanz mit einer Lösung von weinsaurem Kupferoxydkali erwärmt, bewirkte in letzterer eine lebhaft grüne Färbung, die allmählig, unter Abscheidung eines flockigen Niederschlages, wieder in Blau überging. Es bedurfte nach den angestellten Prüfungen nur noch der *Scherer'schen* Probe, um den Körper zweifellos als

Inosit zu charakterisiren. Ich benutzte hierzu einige ganz reine Krystalle und erhitzte sie auf dem Platinbleche vorsichtig mit einigen Tropfen Salpetersäure. Der trockne Rückstand nahm, mit wenig Ammoniak und Chlorcalciumlösung versetzt, nach Verdunsten bis zur Trockne, eine rosenrothe Farbe an. Hiernach konnte kein Zweifel mehr obwalten über die Identität dieser Substanz mit Inosit.

Aus der dunkelbraunen Flüssigkeit, welche mir nach dem AuskrySTALLISIREN des Inosits noch übrig blieb, konnte ich krySTALLINISCHE KÖRPER nicht mehr erhalten.

Die im Bleiessigniederschlage gefundenen Stoffe bestanden somit in:

- Harnsäure
- Guanin
- Xanthin? Sarkin?
- Inosit
- Unbestimmbare andere Substanzen.

*Analyse der restirenden Flüssigkeit (C).*

Ich dampfte sie bis zur Consistenz eines dünnen Syrups ein, in welchem sich nach Verlauf einiger Stunden neben Würfeln von Chloralkalien, Gruppen von grossen, stark lichtbrechenden prismatischen Krystallen ausschieden. Letztere schmolzen, auf dem Platinblech erhitzt, zunächst in ihrem Krystallwasser, erstarrten dann wieder, schmolzen bei noch stärkerem Erhitzen und hinterliessen endlich in der Glühhitze einen weissen, alkalischen Rückstand. Ich prüfte die Krystalle, da schon *Cloetta* in dem gleichen Extract der Ochsenlungen viel essigsäure Alkalien fand, direct auf essigsäures Natron. Zu dem Zwecke wurde zunächst die Essigsäure nachgewiesen, durch Erhitzen des Salzes mit Schwefelsäure und Alkohol, wobei ein deutlicher Geruch nach Essigäther auftrat, und ferner durch die bei Destillation einer Lösung des Salzes mit verdünnter Schwefelsäure erhaltene freie Essigsäure, welche im Destillat durch Silberlösung nachgewiesen wurde. Das an die Essigsäure gebundene Alkali erwies sich durch die Flammenfärbung als Natron; die Gegenwart von Kali konnte durch Platinchlorid nicht constatirt werden. Behufs Entfernung des essigsäuren Natrons behandelte ich das

Extract in der Wärme mit verdünnter Schwefelsäure und vermischte dann die Flüssigkeit, nach Verjagung der Essigsäure durch Eindampfen auf dem Wasserbade, mit verdünntem Wein-geist. Der entstandene Niederschlag von schwefelsaurem Natron wurde abfiltrirt und die dem Extracte überschüssig zugesetzte Schwefelsäure durch Barytwasser beseitigt. Das Filtrat vom schwefelsauren Baryt dampfte ich so weit ein, dass in einer herausgenommenen Probe ein gleiches Volumen Alkohol eine beim Umrühren bleibende Trübung hervorbrachte. Auf gleiche Weise wurde dann die ganze Extractmenge behandelt, und, nachdem die Trübung beim Erwärmen wieder verschwunden, in einem Cylindergläschen zum Auskrystallisiren in die Kälte gestellt. Da jedoch nach längerem Stehen, auch bei Zusatz grösserer Quantitäten absoluten Alkohols, im Extracte Krystalle organischer Natur nicht zu finden waren, sondern sich neben Chloralkalien beträchtliche Mengen Leim absetzten, suchte ich vor Allem den letzteren zu entfernen. Ich verjagte zu dem Zwecke den Alkohol durch gelindes Erwärmen und löste den Rückstand in destillirtem Wasser, ungefähr dem fünfzehnfachen Volumen. Die so erhaltene braune Lösung gab auf Zusatz von Gerbsäure einen starken, flockigen Niederschlag von gerbsaurem Leim. Eine geringe Menge zu viel zugesetzter Gerbsäure fällte ich im Filtrate durch Bleizuckerlösung und entfernte endlich den Bleiüberschuss durch Einleiten von Schwefelwasserstoff. Das vom Schwefelblei erhaltene, nur noch schwach gelblich gefärbte Filtrat dampfte ich auf dem Wasserbade ein. Bei wieder erlangter Syrupconsistenz hatte diesmal das Extract zwar eine weit hellere Farbe, immer aber noch die zähe Beschaffenheit des Leimes und einen süsslichen Geschmack. Die Prüfung auf Traubenzucker, vermittelt einer alkalischen Lösung von weinsaurem Kupferoxyd, ergab ein negatives Resultat. Es scheint demnach der Leim durch Gerbsäure nicht völlig ausscheidbar zu sein oder es muss im vorliegenden Falle die Existenz einer leimähnlichen, durch Gerbsäure nicht fällbaren Substanz angenommen werden.

Das Extract, von Neuem mit absolutem Alkohol behandelt, schied auch jetzt nach längerem Stehen keine Krystalle aus, doch setzte sich auf Zufügung von Aether an verschiedenen Theilen des Gefässes eine gelblich weisse, fein krystallinische Masse an. Eine Probe der letzteren löste ich in wenig Wasser und liess

dann auf einem Uhrglase langsam verdunsten. Bei mikroskopischer Untersuchung des Rückstandes zeigten sich deutlich die schwach lichtbrechenden Scheibchen und kuglich vereinigten Nadeln, die für Leucin charakteristisch sind. Den Rest der vorsichtig zwischen Fliesspapier getrockneten Krystallmasse erhitzte ich in einem Proberöhrchen; es entstand ein weisses, lockeres Sublimat, bei Steigerung der Hitze ein gelber, ölartiger Tropfen, während sich die Bildung von Amylamin durch den eigenthümlichen Geruch kund gab.

Da es mir, trotz verschiedener Versuche, nicht gelingen wollte, noch mehr dieser Substanz frei von Leim zu erhalten, musste ich auf Anstellung weiterer Reactionen Verzicht leisten. Aus der Krystallform jedoch und aus dem Verhalten beim Erhitzen lässt sich schon mit ziemlicher Sicherheit der Körper als Leucin erkennen.

Krystalle von der Form des Taurin oder Tyrosin waren, auch nach längerer Aufbewahrung der alkoholischen Flüssigkeit, unter dem Mikroskop nicht zu entdecken.

Demnach enthielt diese Flüssigkeit (C)  
noch Leucin und  
Natronsalze

neben einem grösseren Quantum Leim und leimähnlichen Substanzen.

Eine Zusammenstellung der Resultate, welche ich in der vorstehend geschilderten Untersuchung erhalten, ergibt also einen Gehalt des Lungengewebes an folgenden Körpern:

I. Aus dem Bleizuckerniederschlage (A):

Phosphorsäure  
Salzsäure  
Kalk  
Ammoniak (?)

II. Aus dem Bleiessigniederschlage (B):

Harnsäure  
Guanin (Xanthin? Sarkin?)  
Inosit

III. Aus der restirenden Flüssigkeit (C):

Leucin  
Alkalisalze,

sowie bei den Ochsenlungen ein kieselsäure-, eisen- und natronhaltiges Albuminat (Casein?). Ein Gehalt an verschiedenen Albuminaten und leimähnlichen, amorphen Substanzen fand sich in jeder der 3 Portionen A, B und C.

Als ein Nachtheil dieses Untersuchungsverfahrens der Fleischsäfte hat sich herausgestellt, dass es Zweifel darüber aufkommen lassen muss, ob die gefundenen Stoffe als Educte des Organes, oder als Producte der Bearbeitung zu betrachten seien. Beweise für ein solches Auftreten gefundener Stoffe als Producte liefern bekanntlich Leucin und Tyrosin, welche Körper man schon künstlich aus in Zersetzung befindlichen Albuminaten darstellen können. Um daher auch bei dem im Lungengewebe gefundenen Leucin, hinsichtlich seines Vorkommens als wirklicher Bestandtheil des Lungengewebes, Gewissheit zu erhalten, wurde folgender Versuch ausgeführt, bei welchem hauptsächlich auf Leucin und Tyrosin Rücksicht genommen wurde.

Drei grossen, durch Verblutung getödteten Hunden wurde durch die schon früher blossgelegte Luftröhre starker Weingeist in die Lungen gegossen. Die sofort den Körpern entnommenen Lungen wurden unter Alkohol gebracht, etwa in den Lungenbläschen noch enthaltene Luft durch Pressen in der Hand ausgetrieben und endlich die Lungen unter Alkohol zerkleinert. Nach mehrstündigem Stehen presste ich den gelben, alkoholischen Auszug ab, filtrirte und unterwarf das Filtrat der Destillation. Der hierbei gebliebene hellbraune, klare Rückstand schied beim Erkalten beträchtliche Mengen einer weissen, fett- oder talgähnlichen Masse aus, die bei mikroskopischer Betrachtung Fetttröpfchen und myelinähnliche Gebilde wahrnehmen liess; letztere traten besonders schön hervor, als die mittelst Filtrirpapier möglichst von Flüssigkeit befreite Masse mit Wasser zusammengbracht wurde. In absolutem Alkohol war die Masse in der Wärme leicht löslich, wurde aber beim Erkalten wieder krystallähnlich ausgeschieden. Beim Verkohlen auf dem Platinbleche entwickelte sie Gase, die sich während des Glühens leicht entzündeten und dann mit heller Flamme brannten. Der schwach salpetersaure Auszug der zurückgebliebenen Kohle zeigte, mit molybdänsaurem Ammon geprüft, durch einen gelben Niederschlag das Vorhandensein von Phosphorsäure an. Zufolge der,

bei mikroskopischer Untersuchung bemerkten, myelinähnlichen Gebilde, sowie des nachgewiesenen Phosphorsäuregehaltes, musste Lecithin als Hauptbestandtheil der fettartigen Masse angesehen werden. Das Quantum des erhaltenen, phosphorsäurehaltigen Fettes war, im Verhältniss zur Gesammtmenge der verarbeiteten Organe, ein sehr grosses. Es würde hiermit die von *Gorup-Besanez* ausgesprochene Vermuthung, dass der häufig sehr hohe Prozentsatz der in Lungenaschen gefundenen Phosphorsäure von phosphorhaltigen Fetten herrühre, bestätigt.

Die vom Lecithin abfiltrirte Flüssigkeit lieferte nach weiterem Eindampfen eine geringe Menge Extract, in welchem unter dem Mikroskop nur eine kleine Anzahl scheibchen- oder kugelförmiger Krystalle von Leucin bemerkbar war. Ein Auszug des Extractes mit heissem Alkohol ergab eine Gewichtsmenge von annähernd 2 Centigr. Leucin

Die im Extracte befindlichen Chloralkalien deuteten, da sie eine ausgeprägte octaëdrische Form besaßen, auf Gegenwart von Harnstoff. Ich prüfte daher den oben erwähnten alkoholischen Auszug des Extractes auf Harnstoff, indem ich, als der Alkohol durch Erwärmen verjagt, den Rückstand mit einigen Tropfen verdünnter Salpetersäure versetzte. Die beim Salpetersäurezusatz sich zeigenden Fetttropfchen entfernte ich durch Schütteln mit Aether und liess dann den salpetersäurehaltigen Rückstand im Exsiccator verdunsten. Die bald sich ausscheidenden Kryställchen hatten jedoch, mikroskopisch untersucht, wenig Aehnlichkeit mit den charakteristischen Formen des salpetersauren Harnstoffs.

Aus den durch Alkohol extrahirten Lungen bereitete ich mir noch einen wässrigen Auszug, in welchem ich durch Bleizucker und Bleiessig Niederschläge erhielt. Die geringe Menge der letzteren jedoch liess eine vortheilhafte Analyse nicht erwarten. Die von den Bleiniederschlägen restirende Flüssigkeit gab, nachdem sie durch Schwefelwasserstoff entbleit, nach dem Verdampfen ein Extract, welches reich an Chloralkalien war und eine grosse Menge mikroskopischer Krystalle von Leucin enthielt. Eine Reindarstellung des letzteren wollte mir, wegen zu schwieriger Beseitigung des im Extracte enthaltenen Leimes nicht gelingen.

Garbenförmige Krystalle von Tyrosin waren, ebensowenig als Taurin, durch das Mikroskop zu entdecken.



Die Ergebnisse des letzteren Versuches lassen folgern, dass das Leucin als solches im lebenden Lungengewebe enthalten ist, jedoch in geringeren Mengen, als in einem solchen, das erst einige Stunden nach dem Tode der Untersuchung unterworfen wird.

An der hier befolgten Methode der Untersuchung, welche von *Liebig* zum ersten Male bei der Zerlegung des Fleischsaftes angewendet wurde, lassen sich leicht die Vorzüge, aber auch die Mängel erkennen. Zu den letzteren zählt die Möglichkeit, dass sich in den wässrigen Auszügen Stoffe wie z. B. Leucin bilden, die ursprünglich nicht vorhanden waren. — Ein grösserer Uebelstand liegt in der Anwesenheit einiger Stoffe, deren Beseitigung ebenso schwierig als nothwendig ist. Unter sie gehören Leim-, Eiweiss- und Farbstoffe, welche, solange sie anwesend, der Erkennung und Reindarstellung krystallinischer Körper sehr hinderlich entgegenreten. Die bis jetzt bekannten Mittel zur Entfernung dieser amorphen Extractstoffe haben sich meist als unzureichend erwiesen.

Von den Bemerkungen, welche sich an die chemische Untersuchung des Lungensaftes knüpfen lassen, möchte ich folgende betonen:

Der Unterschied, welcher sich zwischen den Säften der Hunde- und Ochsenlunge dadurch zu erkennen giebt, dass in der ersteren das Taurin nicht nachzuweisen war, ist vielleicht nur ein scheinbarer, jedenfalls aber von untergeordneter Bedeutung. Das erste möglicherweise darum, weil es bei dem geringen Gehalte der Lunge an Taurin in den kleinen Gewichten von Hundelunge, die zur Verarbeitung kamen, nicht gefunden werden konnte. Die Verwendung grösserer Mengen von Hundelungen müsste darum bei einer Wiederholung des Versuches angerathen werden. — Sollte aber das Taurin in der That den Hundelungen fehlen, so würde dieses wahrscheinlicherweise nur darum der Fall sein, weil das bei der Zersetzung des Eiweisses entstandene Taurin weiter zerfallen oder rasch entfernt worden wäre. Denn da die übrigen Bestandtheile des Auszuges beider Lungen miteinander übereinstimmen, so wird man auch auf einen wesentlich übereinstimmenden chemischen Vorgang schliessen müssen.

Wenn man aus den entstandenen Producten einen Schluss auf ihre Entstehungsart zu machen berechtigt ist, so wird man

den in dem Lungengewebe stattfindenden Vorgang für keinen diesem letztern eigenthümlichen zu halten haben. Denn nach den vorliegenden Beobachtungen enthalten die wässerigen Auszüge des Gehirns, der Muskeln, der Leber, des Pankreas, der Nebenniere, der Thyreoidea, der Lymphdrüsen Stoffe, welche mit den aus den Lungen gewonnenen entweder identisch, oder so nahe verwandt sind, dass ihre Entstehung aus einander höchst wahrscheinlich ist. Denn in allen den genannten Orten wurde Harnsäure (oder Guanin, Sarkin und Xanthin) und Inosit (oder Glykogen, Traubenzucker und Milchsäure), dazu noch in einigen Taurin (im Muskel der Pferde, in der Leber und Nebenniere) und in einigen auch Leucin (Leber, Milz, Pankreas) gefunden. Der chemische Prozess, welcher in dem Lungengewebe auftritt, muss sich also an gewisse Eigenschaften knüpfen, die nahezu allen Organen des Säugethieres zukommen.

Die Anwesenheit des Guanins und der Harnsäure in der Lunge des Hundes wirft ein Licht auf die Bildungsweise des Harnstoffs. Da dem Harn des Hundes die Harnsäure fehlt, und da das genannte Thier nahezu die gesammte Menge des mit der Nahrung aufgenommenen Stickstoffs mit dem Harnstoff ausscheidet, so muss auch die in den Lungen gebildete Harnsäure bez. das Guanin u. a. schliesslich in Harnstoff umgewandelt sein.

Am Schlusse meiner Arbeit sei es mir vergönnt, Herrn Dr. *Drechsel* für das stete Interesse, welches er meiner Arbeit gezollt, sowie für die Ertheilung freundlicher Rathschläge, meinen innigsten Dank auszusprechen.

---