

XXVIII.

Einige Versuche über Fäulniss und Fäulnisorganismen.

Von Dr. Victor Paschutin.

Aus dem pathologisch-anatomischen Institut von Herrn Prof. v. Recklinghausen in Strassburg.

Den kleinen Organismen, welche beim Fäulnisprozess auftreten und sich theils als kleine Körnchen (Micrococcen), theils als Stäbchen (Bakterien) darstellen, hat man in neuerer Zeit auch von pathologischer Seite eine grosse Bedeutung zugeschrieben; um so mehr erscheint es von Interesse, die Bedingungen für die Entwicklung und das Wachsthum derselben genauer kennen zu lernen. — Auf den Vorschlag des Herrn Prof. v. Recklinghausen unternahm ich es daher, den Einfluss verschiedener Gase auf die Entwicklung dieser Organismen zu erforschen. Da das Wachsthum der letztern gewöhnlich dem sogenannten Fäulnisprozess parallel von Statten geht, so berühren meine Untersuchungen zugleich die Frage der Einwirkung dieser Gase auf den Fäulnisprozess selbst. Diese letztere Frage war schon Gegenstand vieler Untersuchungen, aber ohne dass bis jetzt übereinstimmende Resultate festgestellt wurden. Die Forscher auf diesem Gebiete sind verschiedener Ansicht darüber geblieben, ob die Gegenwart von Luft für den Fäulnisprozess nothwendig ist, oder nicht. Hoppe-Seyler und diejenigen, welche diese Nothwendigkeit behaupten, haben verschiedene Ansichten darüber, ob die Luft nur nothwendig ist zur ersten Einleitung (Berzelius, Liebig), oder während der ganzen Dauer der Fäulnis (Priestley, Brugnatelli, Hildebrandt, Böckmann u. A.), ob ferner die Luft als Gas, und zwar durch den Gehalt an Sauerstoff wirksam ist (Priestley, Hildebrandt, Böckmann, Berzelius, Liebig), oder ob die in ihr vorhandenen organisirten Keime die Fäulnis bedingen (Schwann, Helmholtz, Pasteur u. A.).

Diese Verschiedenheit rührt zum Theil daher, dass die Fäulnis nicht einen scharf definirten Vorgang darstellt, dass einige Forscher den specifischen Geruch, die Erweichung und Farbenveränderung,

andere die Entwicklung von Tyrosin, Schwefelwasserstoff und anderen Spaltungsproducten, noch andere das Auftreten von Organismen als eigentliches Kriterium der Fäulniss hinstellen. Andererseits liegt die Ursache der Differenzen in der Mannichfaltigkeit der Körper, welche in den organischen Substanzen nach dem Tode sich bilden, eine Mannichfaltigkeit, welche noch gesteigert wird dadurch, dass den fäulnissfähigen und zu solchen Experimenten öfter verwendeten organischen Substanzen schon ursprünglich eine complicirte und wechselvolle Zusammensetzung zukommt.

Zunächst galt es, ein Object zu finden, welches diesen Bedingungen genügt, an dem sich aber doch die Fäulniss und die Entwicklung von Organismen bequem beobachten lässt. Ich stellte daher zunächst Versuche an über die Fäulnissfähigkeit verschiedener Organe des Frosches. Zu diesen Versuchen wurden kleine Glas-kölbchen verwendet, die mit einfach durchbohrten Kautschukpfropfen geschlossen wurden; in letztere wurden Glasstäbe, am untern Ende zu einem feinen Haken, welcher die zu untersuchenden Organe trug, umgebogen, eingesteckt und zwar in solcher Höhe, dass der Haken bis in die Mitte des Kolbens reichte. Auf dem Boden des Kölbchens befand sich eine kleine Schicht von Wasser, um das Austrocknen der in die Kolben gebrachten thierischen Theile zu verhindern. Die hieraus erwachsenden Schwierigkeiten sind gewiss hinreichend gross, um den Gedanken nahe zu legen, die Experimente dadurch zu vereinfachen, dass man ein und dieselbe organische Substanz zu den Fäulnissversuchen benutzt, Gewebe resp. Flüssigkeiten von identischer Zusammensetzung den wechselnden Versuchsbedingungen unterzieht. Bei der Anstellung dieser Versuche wurden alle Vorsichtsmassregeln getroffen, damit nicht durch die Operationsinstrumente oder die Gefässe Keime an die untersuchten Substanzen gebracht wurden; zu diesem Zwecke wurden die Kolben, Pfropfen und die Glasplatten, auf denen präparirt wurde, vor den Versuchen mit Aetzkali und gekochtem destillirtem Wasser abgewaschen, die Instrumente und die Glasstäbchen vor dem Gebrauch immer ausgeglüht. Die Haut wurde den Fröschen so abgezogen, dass sie nie mit ihrer äussern Oberfläche mit den zu untersuchenden Geweben in Berührung kommen konnte; endlich wurde die Operation selbst in einem Glaskasten ausgeführt, um die Gewebe vor der Ausathmungsluft des Experimentators zu schützen. Die Versuche

wurden ferner in einem unbewohnten, gut ventilirten Zimmer angestellt. Die Kolben mit den darin befindlichen Gewebstheilen wurden beständig bei einer Tagestemperatur von $7-10^{\circ}$ C. aufbewahrt.

In den ersten 7—10 Tagen erschienen die Gewebstheile makroskopisch unverändert, nachher wurden sie allmählich weich und fielen schliesslich von dem Haken in das Wasser auf dem Boden des Kölbchens hinab. Das Wasser und die Gewebe enthielten dann bei der mikroskopischen Untersuchung sehr viel Micrococcen und Bacterien.

Die Erweichung, sowie die Entwicklung der Micrococcen erfolgt nun bei den verschiedenen Geweben mit ganz verschiedener Geschwindigkeit. Am schnellsten faulen solche Organe, die während des Lebens sehr viel in Berührung mit der Luft (Zunge, Lunge, Darm) waren; von anderen Geweben faulen am schnellsten Gehirn, Leber, Muskel, Nieren und Milz, viel langsamer die Hoden, Nerven, Eier und Eileiter. Hiernach wählte ich für die weitem Versuche die Muskeln, weil sie während des Lebens mit der Luft in keiner Berührung waren, dennoch aber sehr leicht faulen, leicht in grossen Quantitäten zu bekommen sind und eine sehr charakteristische Structur besitzen. Einerseits experimentirte ich mit Muskelstücken, andererseits mit einem aus Muskeln bereiteten Infus.

A. Versuche an Muskelstücken.

Die erste Versuchsreihe bestand darin, dass Muskelstücke sehr lange Zeit (bis zu 10 Monaten) bei gewöhnlicher Temperatur in verschiedenen Gasen aufbewahrt und dann untersucht wurden. Das Verfahren war folgendes: Eine gut gewaschene und ausgeglühte Glasröhre von mindestens 70 Cc. Voluminhalt wurde an einem Ende ausgezogen, durch das andere Ende wurde ein erbsengrosses Stück von Muskel in dieselbe eingebracht, mit ein paar Tropfen von destillirtem Wasser befeuchtet, sodann die Röhre auf dieser Seite ebenfalls ausgezogen, dann das betreffende Gas $\frac{1}{2}$ —1 Stunde lang hindurchgeleitet und hiernach beide Ende zugeschmolzen. Um das Eintreten von Luft beim Zuschmelzen zu verhindern, wurde das eine Ende, noch während das Gas hindurchging, rasch zugeschmolzen, zugleich wurde der am andern Ende befindliche Kautschukschlauch mit einer Klemmschraube abgeschlossen, und nun

auch dieses Ende ausgezogen und in der Flamme geschlossen. Sämmtliche Gase wurden mit grösstmöglicher Vorsicht frei von Luft dargestellt und, ehe sie in das betreffende Rohr gelangten, mit Wasserdampf gesättigt; atmosphärische Luft wurde entweder ohne Weiteres angewandt, oder zuvor durch ein glühendes Rohr und durch ausgekochtes Wasser hindurchgetrieben, um sie von keimungsfähigen Organismen zu reinigen. Hinsichtlich des Endeffects kann ich die Versuche in 2 Categorien eintheilen: 1. Versuche mit Sauerstoff oder sauerstoffhaltigen Gasen, 2. Versuche mit andern Gasen und zwar N, H, CO, CO₂, N₂O und Leuchtgas.

I. C a t e g o r i e.

a) Gereinigte (geglühte), b) nicht gereinigte Luft, c) reiner Sauerstoff.

Die Veränderungen des Muskels sind in allen 3 Gasen im Wesentlichen gleich und unterscheiden sich nur quantitativ, d. h. in der Schnelligkeit der fauligen Veränderung. Sie geht schneller in der nichtgereinigten, als in der ausgeglühten Luft, während die Geschwindigkeit der Veränderung im reinen Sauerstoff ungefähr in der Mitte liegt.

Die Veränderungen haben folgenden Charakter: Schon nach einigen Tagen fängt die rothe Farbe der Muskel an zu erblassen und geht in Braun über; die Ränder der Muskelstücke verlieren ihre Schärfe, die den Muskel umgebende Flüssigkeit wird immer trüber, der ganze Muskel zerschmilzt, und schliesslich bekommt man eine braune, schmutzige Flüssigkeit. Beim Oeffnen der Röhren ist starker Fäulnisgeruch bemerkbar, sehr stark alkalische Reaction. Auf Zusatz von Säure tritt Kohlensäure Entwicklung ein. Mikroskopisch und chemisch kann kein Tyrosin wahrgenommen werden; dagegen sind Micrococcen und verschiedene Arten von Bacterien in grosser Zahl vorhanden und zuweilen noch Spuren des ursprünglichen Gewebes (Bindegewebe und länglich, oder quer zerfallene Muskelfasern). Alle diese Veränderungen finden sich innerhalb einiger Wochen und bei geeigneter Temperatur schon innerhalb weniger Tage ein.

II. C a t e g o r i e.

Hier zeigten die Muskelstücke auch nach vielen Monaten (9—10) höchstens eine Veränderung der Farbe, welche dann schon in der

ersten Zeit eingetreten und seitdem constant geblieben war. Sonst boten die Fleischstückchen trotz der langen Aufbewahrung makroskopisch das Aussehen von ganz frischem Muskel, sogar die Ränder derselben blieben immer ganz scharf, gewöhnlich hatte die Consistenz etwas zugenommen; auch die Flüssigkeit, in welche die Stückchen eintauchten, blieb stets vollkommen klar. Nur eine Veränderung zeigte sich fast immer, es lagerten nemlich weisse, glänzende Klümpchen auf dem Muskel in sehr verschiedener Zahl, manchmal nur 1—3, bis zur Grösse eines Hirsekorns, in andern Fällen sind dieselben zu 10—20 und dann ganz klein vorhanden, so dass der Muskel aussieht, als ob er mit einem weissen Pulver bestreut wäre. Diese Klümpchen zeigen sich immer erst nach einigen Monaten und vergrössern sich allmählich. Dieselben wurden nicht beobachtet in der Portion mit CO und in einigen Portionen mit N und N₂O, sogar nach 9 Monaten nicht; am reichlichsten entwickelten sich dieselben im Leuchtgase. Bisweilen können diese Klümpchen sehr leicht und vollständig von dem Muskel abgehoben werden, in andern Fällen viel schwerer, weil sie in die Gewebe hineingedrungen sind. Bei der mikroskopischen Untersuchung stellen dieselben ein Aggregat von langen, glänzenden, radiär gestellten Krystallnadeln dar, die mit den bekannten Formen des Tyrosins vollkommen übereinstimmen. Die chemischen Reactionen beweisen in der That, dass dieser Körper Tyrosin ist. Kocht man ein Klümpchen mit Wasser und fügt eine schwache Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd zu, so entsteht sofort eine rothe Färbung, die beim Stehen immer intensiver wird, und allmählich setzt sich ein rosenroth gefärbter Niederschlag ab; die Reaction trifft auch bei gewöhnlicher Temperatur ein, wenn die Quecksilberlösung ziemlich concentrirt ist, aber erst nachdem die Mischung einige Zeit gestanden hat. Gegen Lösungsmittel, Wasser, Alkalien und Säuren verhält sich diese Substanz ebenfalls ganz wie Tyrosin. Fehlen diese Tyrosinklümpchen, so ergab doch das Muskelstückchen die Tyrosinreaction; indess kann ich in dieser Beziehung nichts Positives aussagen für den Fall, wo CO angewandt wurde, da ich hier die Untersuchung des Muskelstückchens auf Tyrosin versäumt habe. Ich habe die Muskelstückchen auch wiederholt auf SH mittelst Nitroprussidnatrium untersucht, aber immer nur ein negatives Resultat erhalten.

Der Muskel hat nach dem Oeffnen der Röhren entweder keinen,

oder nur sehr schwachen Geruch, welcher aber von dem Geruch der in Sauerstoff gefaulten Muskeln durchaus sich unterscheidet. Die Flüssigkeit, in welcher der Muskel schwimmt, hat immer saure Reaction, die manchmal sehr stark ist; in ihr finden sich bei der mikroskopischen Untersuchung keine Bacterien und Micrococcen, manchmal sehr lange, glänzende Nadeln von Tyrosin; zuweilen bemerkt man auch noch eine Anzahl von Flecken, die unregelmässig körnig aussehen und in Essigsäure und Aetzkali, wie es scheint, vollkommen löslich, also keine Micrococcen sind. Die mikroskopische Untersuchung des Muskels selbst ergibt keine, oder nur sehr geringe Unterschiede vom ganz frischen Muskel. Dieser Unterschied besteht darin, dass die Muskelfasern ein etwas trübes Aussehen besitzen und beim Zerzupfen leichter, als der normale Muskel, in der Längsrichtung zerfallen; eine Veränderung, die wohl davon herrührt, dass sich die Muskelfasern so lange in einer sauer reagirenden Flüssigkeit befunden haben, Micrococcen und Bacterien sind im Muskelgewebe durchaus nicht aufzufinden. Die ganze Veränderung der 9—10 Monate ohne Sauerstoff in indifferenten Gasen aufbewahrten Muskelstücke besteht also nur darin, dass saure Reaction eingetreten, reichlich Tyrosin gebildet und eine minimale Menge von riechenden Substanzen entstanden ist. Die Bildung von Tyrosin ohne Micrococcen und Bacterien zeigt, dass dieser Körper, der sonst ein steter Begleiter des Fäulnisprozesses ist, mit dem Leben dieser Organismen nichts zu thun hat, dass er aber auch entstehen kann, ohne dass ein Fäulnisprozess im gewöhnlichen Sinn aufgetreten ist.

Es war nun meine weitere Aufgabe, zu ergründen, wesshalb die obengenannten Veränderungen, welche an den Muskelstücken mit Sauerstoff so mächtig auftraten, in den anderen Gasen ausblieben; es konnte diese Differenz herrühren entweder von dem Mangel des Sauerstoffs, oder davon, dass die Gase der zweiten Kategorie positiv jene Umänderung des Muskelgewebes hinderten, d. i. direct antiseptisch wirkten. Es wurden daher Mischungen dieser Gase mit O ungefähr in dem Verhältniss, in dem derselbe in der Luft vorhanden ist, bereitet und Stücke von Muskel in diesem Gasgemenge aufbewahrt. Es ergab sich, dass nur in der Mischung von CO_2 mit O der Fäulnisprozess bedeutend später eintrat, als in gewöhnlicher Luft, in den andern Gasmischungen aber veränderte sich der Muskel ganz ebenso, wie in reiner Luft.

Folglich kann unter den von mir angewandten Gasen nur der Kohlensäure eine mässige antiseptische Wirkung zugesprochen werden, bei den Versuchen mit den übrigen Gasarten war der Sauerstoffmangel das Wesentliche. Es ist selbstverständlich, dass das Ausbleiben der Fäulniss in den genannten Gasen nicht der Abwesenheit von Keimen in diesen Gasen zuzuschreiben ist, denn die geglühte Luft und chemisch reiner Sauerstoff enthielten ebenfalls keine Keime, und doch trat der Fäulnisprozess bei Anwendung derselben stets ein. Freilich ging die Fäulniss und die Bildung der Organismen in geglühter Luft und in reinem O langsamer vor sich, wie in gewöhnlicher Luft. Woher die Keime dieser Organismen kamen, ob durch die kurze Berührung des Muskels mit Luft während der Präparation, oder ob dieselben schon im Organismus enthalten waren, diese Frage kann ich nicht beantworten, sie ist aber auch für den vorliegenden Zweck von keiner Bedeutung.

Um zu bestimmen, ob die Muskeln, welche so lange in verschiedenen Gasen aufbewahrt waren, nicht die Fähigkeit, zu faulen, verloren hatten, wurden die beiden folgenden Versuche angestellt.

Es wurden erstens einige Stückchen von solchen Muskeln, die lange Zeit (9 Monate) in den früher erwähnten Gasen intact geblieben waren, und einige Stückchen von frischem Muskel getrennt von einander auf eine Glasplatte gebracht und mit einigen Tropfen destillirten Wassers übergossen (so dass dieselben darin schwammen); die Platte wurde dann auf einem Dreifuss in einem gut verschliessbaren Glasgefässe, auf dessen Boden sich etwas Wasser befand, während der Sommerhitze aufbewahrt. Dabei ergab sich, dass alle Muskelportionen in gleicher Weise faulten, höchstens ein kleiner Unterschied stattfand in der Schnelligkeit des Eintritts der Fäulniss im frischen Muskel und den andern Portionen.

Der zweite Versuch bestand darin, dass die Gase, die in den Röhren waren, durch geglühte Luft ausgetrieben und die Röhren nach dem Zerschmelzen wieder (während des Septembers) aufbewahrt wurden. Es waren deren drei, die vorher in Leuchtgas, N und N_2O 10 Monate gelegen hatten. Zum Vergleich wurde auch frischer Muskel in einer Röhre mit geglühter Luft aufbewahrt. Es ergab sich, dass im frischen Muskel schon nach 3 Tagen ziemlich deutlich makroskopische Veränderungen zu bemerken waren; in den anderen Portionen konnte selbst nach 11 Tagen keine Spur von Veränderung

beobachtet werden. Zwei von jenen Röhren, nemlich die, welche vorher Leuchtgas und N_2O enthalten hatten, wurden nun wiederum geöffnet und mit gewöhnlicher Luft aus dem Sectionssaale gefüllt; sodann wieder verschlossen und aufbewahrt; dennoch war nach 14 Tagen noch keine Veränderung eingetreten. Es konnte hiernach scheinen, als ob die Muskelstückchen ihre Fäulnisfähigkeit durch die Aufbewahrung in Leuchtgas und N_2O eingebüsst hatten. Indess wurde diese Ansicht widerlegt durch einen weiteren Versuch. Beide Muskelstückchen wurden aus der Röhre herausgenommen und in der oben beschriebenen Weise auf einer Glasplatte aufbewahrt, und zwar so, dass, während der eine Muskel sich in der ursprünglichen Flüssigkeit der Röhre befand, der andere mit destillirtem Wasser erst abgespült war und in einigen Tropfen desselben liegen blieb. Dabei fand sich, dass der im Wasser liegende Muskel schon nach einigen Tagen Micrococcen und Bacterien enthielt und allmählich, wenn auch bei Weitem nicht so schnell, als der frische Muskel, zerfloss. Somit war durch die Behandlung mit destillirtem Wasser eine Substanz (Milchsäure?) fortgeschafft worden, welche vorher die Fäulnis und Bildung von Fäulnisorganismen verhindert hatte. — Wir gelangen daher zu dem Schlusse, dass die Muskelstückchen, in indifferenten Gasen Monate lang aufbewahrt, noch fäulnisfähig bleiben. Das Muskelstückchen, welches in der ursprünglichen Flüssigkeit sich befunden hatte, war nach einigen Tagen mit *Penicillium*¹⁾ durchwachsen, die saure Reaction der Flüssigkeit war verschwunden, Micrococcen und Bacterien aber traten nur in ganz geringer Menge auf.

Was die dritte Portion anbetrifft, welche 10 Monate mit N eingeschlossen und dann 35 Tage in Berührung mit geglühter Luft war, so zeigte dieselbe folgende Veränderungen: die röthliche Farbe war in eine gelbliche übergegangen, die Flüssigkeit war ebenso hell, wie vorher, die Reaction stark alkalisch, während dieselbe, so lange der Muskel mit N in Berührung war, stark sauer war;

¹⁾ Diese Thatsache ist in Uebereinstimmung mit der von Hildebrandt (Journal für die Chemie und Physik von Gehlen, Bd. 7 S. 283) gemachten Beobachtung, dass Muskelstücke, die einige Wochen in verschiedenen indifferenten Gasen gelegen hatten und nachher an die Luft kamen, nicht faulten, sondern vertrockneten und *Mucor* und „*Lanugo*“ sich auf ihnen entwickelten. (Die Reaction des Fleisches wurde aber nicht untersucht.)

wurde das Gewebe aber auf blauem Lacomuspapier zerrieben, so wurde letzteres stark geröthet. Es geht daraus hervor, dass die alkalische Reaction nur oberflächlich war. Die Structur des Muskels war unter dem Mikroskope ebenso unverändert, wie bei solchen Portionen, die sehr lange in indifferenten Gasen aufbewahrt waren. Ferner fand sich keine Spur von Penicillium; Micrococcen und Bacterien konnten ebenfalls nicht wahrgenommen werden. Das Muskelgewebe enthielt Tyrosin. Da in diesem Versuche die Luft jedenfalls nicht lange genug eingewirkt hatte, und derselbe nur einmal ausgeführt wurde, so kann man natürlich keine sichern Schlüsse daraus ziehen, aber es darf auch hier nicht unbeachtet bleiben, dass die saure Reaction der Flüssigkeit verschwunden war, ohne dass Micrococcen und Bacterien nachgewiesen werden konnten, so dass man diese Veränderungen nur der directen Erwärmung des Faserstoffs zuschreiben kann.

Versuche über Fäulniss von Muskelfleisch bei Berührung mit verschiedenen Gasen sind bereits im vorigen und im Anfang dieses Jahrhunderts wiederholt angestellt worden. Die Experimentatoren (Brugnatelli, Hildebrandt, Böckmann u. A.) fanden schon, dass die Fäulniss, charakterisirt durch den fauligen Geruch, die Veränderung der Farbe und die Erweichung des Muskelfleisches, in der atmosphärischen Luft und in O am intensivsten vor sich geht; ihre Versuche ergaben indess in Bezug auf andere Gase, die unter Abschluss von O applicirt wurden, keine übereinstimmenden Resultate. Selbst Hildebrandt, der am sorgfältigsten experimentirte, erhielt starken Fäulnissgeruch in einigen Fällen mit Anwendung von reinem H, während derselbe in seinen andern Versuchen mit H ausgeblieben war. Diese Widersprüche rührten wohl von der Beschaffenheit der angewandten Gase, deren Reindarstellung zu jener Zeit noch Schwierigkeiten unterlag, oder der Undichtigkeit der angewandten Apparate, bei denen sie Korke, thierische Membranen, Quecksilber und Wasser zum Abschluss anwandten, her; jedenfalls wurden diese Widersprüche durch meine Versuche mit ihren ganz constanten Resultaten vollkommen beseitigt.

B. Versuche mit Infusen vom Muskel des Frosches.

Lässt man ein solches Infus in einer Glasröhre offen an der Luft stehen, so bemerkt man nach 2—3 Tagen ein dünnes Häut-

chen, das mit der Zeit etwas dicker wird und braun gefärbt ist; dasselbe ist ganz voll von Micrococcen und Bacterien, während die übrige Flüssigkeit verhältnissmässig arm daran ist. Es scheinen daher die Micrococcen nur an der Oberfläche, d. h. in dem Theile der Flüssigkeit, der am meisten mit der Luft in Berührung ist, sich entwickeln zu können.

Dass der Sauerstoff für die Entwicklung der Micrococcen und Bacterien wirklich nothwendig ist, davon kann man sich leicht auf folgende Weise überzeugen: Man bringt ein Infus vom Froschmuskel in einen kleinen Kolben, der mit einem Kautschukpfropf gut verschlossen wird; durch den Pfropfen führt ein ziemlich weites, gebogenes Glasrohr zu einem anderen, grösseren, ebenfalls gut verschlossenen Kolben, auf dessen Boden etwas Kalilösung sich befindet. Das Rohr endigt unmittelbar unter den Pfropfen der beiden Kolben. Vom Boden des zweiten, grösseren Kolbens geht ein zweites, dünnes, gebogenes Rohr auf den Boden eines dritten, durch einen Pfropfen unvollständig geschlossenen, ebenfalls Kalilösung enthaltenden Gefässes. Letzteres dient dazu, die Kolben von der Luft vollständig abzusperren, während jedoch im Innern derselben der Atmosphärendruck erhalten bleibt, indem sich die durch Gasabsorption und die Temperatur eintretenden Druckschwankungen durch Zu- oder Abfließen der Kalilauge ausgleichen.

Ein anderer Apparat wurde in ganz derselben Weise zusammengesetzt, wie der eben beschriebene, nur mit dem Unterschiede, dass in den zweiten Kolben eine beträchtliche Menge Pyrogallussäure eingebracht wurde. Die Muskelinfuse in den beiden ersten Kolben der beiden Apparate befinden sich nun unter gleichen Verhältnissen, nur mit dem Unterschiede, dass das Infus in dem einen Apparate mit Luft von gewöhnlicher Zusammensetzung, die Flüssigkeit des zweiten Apparates aber mit Luft, welcher der Sauerstoff durch die Pyrogallussäure nach und nach immer mehr entzogen wird, in Berührung steht. Es zeigte sich nun, dass das Infus in dem letzteren Apparate nach einiger Zeit zwar etwas trübe wird und allmählich einen flockigen Niederschlag absetzt, aber kaum seine Farbe verändert, Häutchen gar nicht entstehen, oder doch so klein bleiben, dass sie mit blossen Auge nicht bemerkt werden können. In dem andern Apparat dagegen verliert die Flüssigkeit allmählich ihre Farbe, wird gelb bis grünlich gefärbt, und an ihrer Oberfläche ent-

wickelt sich eine sehr starke Schicht von Micrococcen und Bacterien. Es ist natürlich, dass in dem Kolben, in welchem die Pyrogallussäure enthalten ist, die Flüssigkeit sehr stark zunimmt in Folge der Absorption des Sauerstoffs durch die Pyrogallussäure; doch wurde auch in dem ersten Apparate eine bedeutende, wenn auch nicht gleich starke Zunahme der Flüssigkeit im grossen Kolben beobachtet. Daraus geht hervor, dass auch in diesem Kolben eine bedeutende Sauerstoffabsorption erfolgte, welche selbstverständlich nur von Seiten der faulenden Flüssigkeit stattfinden kann.

Weitere Versuche bestanden darin, dass die Muskelinfuse mit den Gasen, die schon bei den Versuchen mit den Muskelstücken angewendet worden waren, längere Zeit zusammengebracht wurden. Zu dem Zwecke wurde an einer etwa fusslangen, gut gereinigten Glasröhre, die an dem einen Ende zugeschmolzen war, ungefähr 3—4 Cm. über dem zugeschmolzenen Ende in schräger Richtung ein 30—40 Mm. langes Seitenröhrchen ausgezogen. (Es gelingt dieses leicht, indem man erst das Rohr an der betreffenden Stelle ringsum erwärmt, sodann an einem Punkte bis zum anfangenden Schmelzen erhitzt und nun mit einem vorher erhitzten Glasstabe diese Stelle auszieht.) So vorbereitete Röhren wurden nun bis zum Anfang des abgezweigten Rohrs mit Muskelinfusen gefüllt, sodann wurde ihr zweites Ende ausgezogen. Nun verbindet man das abgezweigte Rohr mit dem Gasentwickelungsgefäss, leitet die betreffende Gasart hindurch, während man die Flüssigkeit von Zeit zu Zeit schüttelt, bis die gelöste Luft ausgetrieben ist, und schmilzt alsdann das obere Ende, sowie das Seitenröhrchen schnell ab. Das Volumen des in dem Rohre bleibenden Gases war jedesmal mindestens 20mal so gross, als das der Flüssigkeit. Die geschlossenen Röhren wurden nun bei gewöhnlicher Temperatur einige Wochen stehen gelassen. Dabei ergab sich, dass das früher erwähnte Häutchen nur bei Anwesenheit von Luft oder Sauerstoff sich gebildet hatte, bei allen andern Gasen wurde keine Spur davon wahrgenommen; bei der Anwesenheit von N_2O war dies allerdings schwer zu entscheiden, da nach einiger Zeit Gasentwicklung eintrat, in Folge deren sich Schaum über der Flüssigkeit bildete.

In einer dritten Reihe von Versuchen wurden die Muskelinfuse mit verschiedenen Mengen Luft in Berührung gebracht, und zwar wurde

1) ein Infus in einen geräumigen Kolben gebracht, in welchem

dasselbe nur einige Millimeter tief den Boden bedeckte, der Kolben wurde gut verschlossen, um ein Verdunsten der Flüssigkeit zu vermeiden; mehrmals am Tage wurde der Kork gelüftet, und der Kolben gut umgeschüttelt, so dass dadurch das Muskelinfus mit Luft im grössten Ueberschusse versehen wurde.

2) Eine andere Portion von demselben Muskelinfus wurde in ein oben offenes Rohr bis zu einer Höhe von 350 Mm. gebracht und senkrecht in völliger Ruhe gehalten.

3) Mehrere kleine Portionen eben derselben Flüssigkeit wurden in der Weise eingeschmolzen, dass sich kein oder nur ein verschwindend kleines Luftbläschen über der Flüssigkeit befand. Dazu wurden ziemlich weite, 50—60 Mm. lange Röhren, die an beiden Enden zu Capillaren ausgezogen sind, durch Aufsaugen vollkommen mit dem Infus gefüllt und hierauf nach folgender Methode zugeschmolzen: Man nähert die eine Capillarröhre sehr vorsichtig der Flamme, bis sich in derselben ein genügend grosses Bläschen von Wassergas gebildet hat, und schmilzt dann mit sehr spitziger Flamme möglichst schnell zu; beim Erkalten schwindet das Bläschen vollkommen, oder es bleibt nur eine minimale Spur davon zurück. Ist letzteres der Fall, so wird dasselbe durch rasches Schütteln auf die andere Seite getrieben, was am leichtesten gelingt, wenn das capillar ausgezogene Ende möglichst nahe an seinem Uebergange in den weiten Theil des Rohres zugeschmolzen wird. Sodann wird das andere capillar ausgezogene Ende ebenso, wie das erste, zugeschmolzen. Beim Erkalten dieses Theiles der Röhre bemerkt man jetzt eine kleine Gasentwicklung in der Flüssigkeit, indem etwas von der darin gelösten Luft bei der Abkühlung in das entstandene Vacuum entweicht. Ist das Zuschmelzen gut gelungen, so wird bei schwacher Erwärmung der Flüssigkeit, z. B. durch die Hand, das ganze Rohr vollkommen von der Flüssigkeit angefüllt, ohne dass ein bemerkbares Luftbläschen darin bliebe. Um ein Zertrümmern des Rohrs durch zu starke Ausdehnung der Flüssigkeit in Folge etwaiger Temperaturerhöhung zu verhindern, wird dieselbe zuvor etwas über die Temperatur erwärmt, welcher sie während des Aufbewahrens ausgesetzt sein kann. Um nun die Veränderungen in den Flüssigkeiten verfolgen zu können, wurden die in dieser Weise gefüllten Röhren von Zeit zu Zeit geöffnet und deren Inhalt untersucht.

4) Verschiedene Portionen desselben Infuses wurden in Glasröhren eingeschmolzen und zwar so, dass das Verhältniss von Flüssigkeit zu Luft von 1 : 20 bis 1 : 1 wechselte. —

Diese 4 Reihen von Flüssigkeiten unterscheiden sich von einander darin, dass die einzelnen Portionen mit sehr verschiedenen Mengen von atmosphärischem Sauerstoff, daher auch mit ebenso wechselnden Mengen der in der Luft befindlichen Keime in Berührung waren. Ich muss ausdrücklich hervorheben, dass die Muskelfuse so bereitet wurden, dass sie vor der Aufnahme von Keimen nicht geschützt waren. Die Herstellung dauerte gewöhnlich 2 Tage, sie filtrirten langsam und wurden somit in grosser Oberfläche der Luft exponirt. Ob nachträglich noch Keime hinzutraten, war daher für den Verlauf des Versuchs von geringer Bedeutung, das Bestimmende lag vielmehr in der Quantität des dem Infuse zugänglichen Sauerstoffs. Die Muskelflüssigkeit, welche zu diesem Versuche verwendet wurde, war röthlich gefärbt, von neutraler Reaction, geruchlos, gab keine Reaction auf Tyrosin (mit salpetersaurem Quecksilberoxyd) und Schwefelverbindungen (mit Nitroprussidnatrium); unter dem Mikroskope sah dieselbe vollkommen klar aus, nur konnte man hier und da einzelne Bacterien bemerken.

Die Veränderungen der Flüssigkeit der ersten Reihe (im offenen Kolben mit niedriger Flüssigkeitsschicht) waren folgende: Micrococcen und Bacterien erscheinen schon nach 1 — 2 Tagen, nach 4 — 5 Tagen erreichen sie ihr Maximum, so dass das Gesichtsfeld des Mikroskops ganz dicht damit besät ist. Dies dauert einige Wochen; dabei bemerkt man, dass die Bacterien immer zahlreicher werden und die Micrococcen nach und nach abnehmen, später aber verschwinden beide Formen aus der Flüssigkeit vollständig. Die Farbe der Flüssigkeit verändert sich sehr schwach und wird schon nach 2—3 Tagen gelblich; einige Tage lang wird die Flüssigkeit mehr und mehr trübe, behält mehrere Wochen diese Beschaffenheit, wird aber nach dieser Zeit allmählich heller und schliesslich farblos. Fäulnissgeruch tritt sehr bald auf, erreicht sein Maximum nach 6—7 Tagen, nimmt dann allmählich ab und ist nach einigen Wochen kaum noch bemerkbar. Prüfungen der Flüssigkeit mit Nitroprussidnatrium und salpetersaurem Quecksilberoxyd geben immer ein negatives Resultat.

Zweite Reihe (offenes Glasrohr mit hoher Flüssigkeitssäule). Die Veränderungen der Flüssigkeit in dem langen, geöffneten

Rohre zeigen manche Verschiedenheiten in den verschiedenen Höhen der Flüssigkeitssäule. Schon nach einigen Tagen bemerkt man an der Oberfläche das schon früher beschriebene Häutchen von Micrococccen und Bacterien, welches ziemlich stark zunimmt; trotzdem finden sich in den unteren Schichten nur wenige Bacterien vor. Die Farbe der Flüssigkeit verändert sich schon in den ersten Tagen in der ganzen Höhe der Säule, jedoch insofern, dass die röthliche Farbe schwächer wird, ohne die Nuance zu ändern. Dies Aussehen behält die Flüssigkeit alsdann sehr lange, mit Ausnahme der obersten Schicht, welche ebenso, wie die Flüssigkeit der ersten Reihe bald gelblich und später farblos wird. Schon in den ersten Tagen wird die Flüssigkeit in der ganzen Höhe trüber, jedoch rührt diese Trübung nicht von Bacterien, sondern von einer Menge Flocken her, die unter dem Mikroskope ein ungleichmässig körniges Aussehen haben und, wie es scheint, in Folge der Veränderung der Reaction der Flüssigkeit ausgefällt wurden. Letztere wird nemlich sehr bald alkalisch und, wie es scheint, in den oberen Schichten früher und intensiver, als in den unteren. Nach einem Monate war die oberste Schicht bis einige Millimeter unter dem Häutchen ganz farblos, dann folgte ohne scharfe Grenze eine etwa 50 Mm. hohe gelblich gefärbte Schicht; hierauf die gegen 300 Mm. hohe röthlich gefärbte, unterste Schicht, welche nur wenig gegen die Farbe, die die Flüssigkeit in den ersten Tagen hatte, verändert schien. Proben, welche aus den unteren Schichten mittelst einer Capillarröhre herausgenommen wurden, enthielten deutlich Tyrosin und gaben ziemlich starke Reaction mit Nitroprussidnatrium; dieselben hatten einen sehr starken Fäulnisgeruch, alkalische Reaction und enthielten mehr Bacterien, als in der ersten Zeit des Versuchs.

Die obersten Schichten gaben dagegen keine Reaction mit Nitroprussidnatrium, nur äussert geringe Reaction auf Tyrosin; sie hatten viel schwächeren Geruch und, wie es scheint, stärker alkalische Reaction und enthielten viel grössere Quantitäten von Bacterien und Micrococccen, aber viel weniger, als in der ersten Zeit. Am Boden der Röhre war zu dieser Zeit ein Niederschlag, ungefähr 1 Mm. hoch, bemerkbar; unter dem Mikroskope bestand derselbe aus den schon früher erwähnten Flocken von ungleichmässig grobkörnigem Aussehen und aus Bacterien, die sich aber von den in der übrigen Flüssigkeit beobachteten durch ihre ausserordentliche Länge unter-

schieden. Dieselben haben gewöhnlich eine Länge von 20—30 Mikromillimeter (μ), einzelne sogar bis 80 μ , die Bakterien aus der übrigen Flüssigkeit sind nie länger, als 2—3 μ ; diese ausserordentlich langen Bakterien sind übrigens nicht, oder kaum breiter, als die gewöhnlichen, so dass sie trotz ihrer Länge bei geringen Vergrößerungen nicht gesehen werden können. Dieselben sind aus einzelnen langen Gliedern gebildet und machen schlangenförmige, ziemlich energische Bewegungen.

Veränderungen der Flüssigkeiten der dritten Reihe (in geschlossenen Röhren ganz ohne Luft):

In Zwischenräumen von 1 — 3 Tagen wurde je eine Röhre geöffnet, und die Flüssigkeit möglichst schnell, um eine längere Berührung derselben mit der Luft zu vermeiden, untersucht. Diese Proben wurden $1\frac{1}{2}$ Monate lang fortgesetzt; es ergab sich, dass über diese Zeit hinaus eine Veränderung nicht mehr eintritt, wenigstens nicht innerhalb weiterer 10 Monate. Die röthliche Farbe der Flüssigkeiten wurde in den ersten Tagen etwas schwächer und blieb dann weiterhin unverändert. In der ersten Zeit entsteht eine schwache Trübung in der Flüssigkeit, und es setzt sich allmählich ein ganz schwacher Niederschlag ab, der sich nicht zu vermehren scheint; derselbe besteht, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, aus den schon oben beschriebenen Flocken. Bakterien bilden sich nur in sehr kleiner Menge und nur in den ersten Tagen; dieselben werden nie so gross, wie in dem Niederschlage der Flüssigkeit der zweiten Reihe, sondern haben gewöhnlich die Länge von 2—4 μ ; die Reaction der Flüssigkeit wird in den ersten Tagen sauer und bleibt dann unverändert. Der Fäulnisgeruch tritt etwas später auf, als in den Flüssigkeiten der ersten Reihe, nimmt aber allmählich zu, wird schliesslich viel intensiver, als es bei den in Berührung mit der Luft gestandenen Portionen der Fall war, und bleibt dann unverändert. — Der Geruch ist etwas verschieden von dem der in Berührung mit Luft gefaulten Infuse, aber ähnlich demjenigen, welcher in den tieferen Schichten der Flüssigkeiten der zweiten Reihe bemerkt wurde. Schwefelwasserstoff und Tyrosin treten schon in der ersten Woche auf und nehmen lange Zeit immer mehr zu.

Was die Flüssigkeiten der 4. Reihe betrifft, in welcher kleine Portionen des Infuses mit verschiedenen Quantitäten Luft einge-

schlossen waren, so unterschieden sich dieselben entweder gar nicht von den Flüssigkeiten der 2. Reihe, wenn das Luftvolumen im Verhältniss zu der Flüssigkeitsmenge gross war, oder sie verhielten sich ganz, wie die Flüssigkeiten in der 3. Reihe, wenn nemlich das Volumen der Luft nicht grösser, als das der Flüssigkeit war¹⁾. Der Sauerstoff, wie die Abnahme des Drucks anzeigt, verschwindet allmählich aus der Luft und, wenn letztere nicht reichlich zugegen war, schon vollständig, ehe noch Fäulnisserscheinungen zu bemerken waren. Gewöhnlich kann man schon eine Abnahme des Drucks, (d. h. Absorption von Sauerstoff) in der Röhre in den ersten Tagen constatiren und zwar, noch bevor eine deutliche Zunahme der Anzahl der Bacterien und Micrococcen nachzuweisen ist. Dieser Sauerstoffverbrauch geschieht also unabhängig von dem Wachsthum der Organismen. Helmholtz²⁾ hat bei seinen Versuchen ebenfalls beobachtet, dass dem Farbstoffe der Lackmus-tinctur Sauerstoff schon innerhalb der 2 ersten Tage entzogen wird (unter Entfärbung derselben), ohne dass die sonstigen Fäulnisserscheinungen deutlich zu bemerken waren; er hält daher diese Erscheinung für eine sehr empfindliche Reaction auf Fäulniss. Hiernach dürfen wir schliessen, dass auch in den Flüssigkeiten der 3. Reihe schon nach 1—2 Tagen wohl jede Spur von Sauerstoff, welcher gelöst in dem Infuse mit eingebracht wurde, verschwunden war. Darauf weist auch der Umstand hin, dass die Neubildung von Bacterien und die leichte Veränderung der Farbe in den Flüssigkeiten der 3. Reihe nur während der ersten Tage beobachtet wird, während die des fauligen Geruchs, die Bildung von Tyrosin mit Schwefelwasserstoff in der ersten Woche kaum bemerkbar sind, sondern der Hauptsache nach erst viel später auftreten.

Ueberblicken wir die obigen Versuchsergebnisse, so liegt der Hauptunterschied zwischen den Veränderungen der Flüssigkeit Nr. 1 (1. Reihe) und Nr. 3 (3. Reihe) in folgenden Punkten:

1. In der Flüssigkeit Nr. 1 bildete sich eine colossale Menge

¹⁾ Hoppe-Seyler hat ähnliche Versuche gemacht (Medicinisch-chemische Untersuchungen. Tübingen. Heft IV. 1871.), indem er eiweisshaltige Flüssigkeit in zugeschmolzenen Röhren mit kleinen Quantitäten Luft (nicht mehr als 10 pCt. nach dem Volumen) lange Zeit aufbewahrte und dann Bildung von Tyrosin, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff bemerkte.

²⁾ Müller's Archiv 1843. S. 432.

von Micrococcen und Bacterien, in der Flüssigkeit Nr. 3 dagegen nur eine ganz geringe Zahl Bacterien;

2. Die Reaction in der Flüssigkeit Nr. 1 war immer alkalisch, in Nr. 3 immer sauer;

3. In Nr. 1 war kein Tyrosin mit Schwefelalkali, dagegen reichlich in Nr. 3;

4. Nr. 1 wurde schliesslich vollkommen entfärbt, während Flüssigkeit Nr. 3 bis auf eine leichte Abnahme der röthlichen Farbe unverändert bleibt.

5. In Nr. 1 trat nur ein verhältnissmässig schwacher Geruch auf, der nachher wieder verschwand, in Nr. 3 entwickelte sich der üble Geruch (deutlich verschieden von dem in Nr. 1) sehr stark und verschwand nicht.

Die Untersuchungen der Flüssigkeiten der zweiten und vierten Reihe ergaben dagegen gemischte Resultate. Entweder waren in der vierten Reihe die Veränderungen gleich denen der ersten, oder aber gleich denen der dritten Reihe. Die Flüssigkeiten der zweiten Reihe bildeten Uebergänge zwischen der ersten und dritten Reihe, und zwar standen die obern Schichten näher den Flüssigkeiten der ersten, die untern Schichten näher denen der dritten Reihe.

Worin liegt nun die Ursache der beobachteten scharfen Differenzen?

Das die Erhaltung der Farbe in einigen Flüssigkeiten der 3. Reihe von Versuchen durch die Abwesenheit des Sauerstoffs bedingt ist, ist sehr leicht zu beweisen. Denn öffnet man eine der Röhren der Reihe 3 und schüttelt die Flüssigkeit mit Luft, so verschwindet die rothe Farbe fast momentan, und die Flüssigkeit erscheint dann schwach gelblich gefärbt. Dasselbe geschieht mit der Färbung der untern Schichten der Flüssigkeiten der 2. Reihe und mit den Flüssigkeiten der 4. Reihe, die ihre röthliche Farbe behalten hatten. Dass der Stickstoff hierauf keinen Einfluss hat, ist schon aus dem Versuche ersichtlich, wo aus der über der Flüssigkeit stehenden Luft der Sauerstoff durch Pyrogallussäure entzogen war, und die Flüssigkeit ihre Farbe nicht veränderte. Die Leichtigkeit, mit der die Flüssigkeit ihre röthliche Farbe beim Schütteln mit der Luft verliert, nimmt bei der Dauer des Versuchs zu. Wenn man eine Röhre der 3. Reihe nach 7—10 Tagen öffnet und mit Luft schüttelt, so bleibt auch nach langem Schütteln immer

noch ein röthlicher Ton zurück, nach einem Monate aber genügt es, wenn man ein kleines Luftbläschen in die Röhre eintreten lässt und einmal umschüttelt, um momentane Entfärbung hervorzubringen. Bei dieser Entfärbung der röthlichen Flüssigkeit tritt eine Trübung ein, welche erst allmählich schwindet, ganz wasserhell wird aber auch diese Flüssigkeit erst nach längerer Zeit und hat alsdann auch jede Farbe verloren.

Was die Abwesenheit von Schwefelalkali und Tyrosin in der Flüssigkeit der 1. Reihe anbetrifft, so sind 2 Fälle möglich: entweder bilden sich diese Producte bei der Berührung der Flüssigkeit mit Luft gar nicht, oder aber dieselben werden in dem Momente ihrer Bildung durch den Sauerstoff oxydirt. Letztere Annahme scheint die richtigere zu sein, denn schüttelt man eine der Portionen der 3. Reihe mit Luft, so verliert sie sofort die Fähigkeit, mit Nitroprussidnatrium die Schwefelalkalireaction zu geben. Das Tyrosin verschwindet nicht so schnell. Schmilzt man aber eine der Flüssigkeiten der 3. Reihe mit Luft ein und schüttelt öfters um, so ist nach 7—10 Tagen auch das Tyrosin vollständig verschwunden. — Ganz ebenso verhalten sich die untern Schichten der Flüssigkeit der 2. und solche Flüssigkeiten der 4. Reihe, die nur mit wenig Luft in Berührung gewesen waren. —

Dass der Geruch in der dritten Reihe immer unverändert bleibt, während derselbe in der 1. Reihe nach einiger Zeit ganz verschwindet, ist wohl ohne jeden Zweifel ebenfalls dem Fehlen resp. der Gegenwart von Sauerstoff zuzuschreiben. Dass derselbe nicht von Schwefelverbindungen herrührt, geht daraus hervor, dass, wenn man eine solche stark riechende Flüssigkeit mit Luft kurze Zeit schüttelt, der Geruch ganz unverändert bleibt, obwohl der gesammte Schwefelwasserstoff zerstört ist. Schliesst man aber dann von dieser Flüssigkeit kleine Portionen mit sehr viel Luft in Röhren ein, um ein Entweichen der riechenden Substanz zu vermeiden und lässt diese nach öfterm Schütteln Tage lang liegen, so bleibt der Geruch in den ersten 3—4 Tagen ohne merkbare Veränderung, verschwindet aber nach weitem 4—5 Tagen ganz vollständig. — Es hat sich ferner ergeben, dass die Reaction in den mit der Luft in Berührung gewesenen Flüssigkeiten immer alkalisch war, während die bei Abschluss der Luft aufbewahrten immer saure Reaction zeigten. Auch dieser Umstand ist durch die Gegenwart

oder Abwesenheit von Sauerstoff bedingt; denn schliesst man eine Portion der sauer reagirenden Flüssigkeit mit überschüssiger Luft in eine Glasröhre ein und schüttelt öfter, so wird schon nach einem Tage die Reaction entweder alkalisch, oder mindestens neutral; weiterhin nimmt die alkalische Reaction stark zu.

Vergleichen wir nun die beobachteten Veränderungen der Muskelinfuse (B) und der Muskelstücke (A) mit einander, so ergibt sich das bedeutungsvolle Resultat, dass bei Abwesenheit von Sauerstoff Umsetzungsproducte gebildet werden, welche wir als wichtige Glieder „des Fäulnisprozesses“ kennen. Tyrosin bildete sich auf den Muskelstücken und in den Infusen ganz unabhängig von Sauerstoff, der Schwefelwasserstoff und der faulige Geruch bei Abschluss von Sauerstoff nur in den Infusen, nicht an den Muskelstücken. Diese Differenz dürfte sich wohl daraus erklären, dass die Infuse vor dem Versuche mit atmosphärischer Luft energisch, die Muskelstücke nur ganz oberflächlich in Berührung gekommen waren. Die energische Berührung mit Luft leitete wohl Zerstörungen in den Muskelinfusen ein, welche die Veranlassung wurden, dass sich später bei vollkommenem Mangel der Luft resp. des Sauerstoffs die riechenden Substanzen und der Schwefelwasserstoff immer reichlicher bildeten.

Was die Bildung von Micrococcen und Bacterien betrifft, so beweisen die Versuche mit den Muskelstücken direct, dass diese ohne Gegenwart von Sauerstoff sich nicht entwickeln können; die Versuche mit den Muskelinfusen in der dritten Reihe beweisen mit Sicherheit dasselbe nur in Bezug auf Micrococcen; eine minimale Entwicklung von Bacterien in diesen Flüssigkeiten fand statt, die aber vielleicht daraus erklärt werden kann, dass in dem Infuse noch eine geringe Menge Sauerstoff von der Präparation her vorhanden war.

Die Neubildung der Organismen in einer fäulnisfähigen Flüssigkeit geht indessen, wie bekannt, auch bei freiem Zutritt von Luft nur eine gewisse Zeit vor sich, wenn auch die chemischen, namentlich organischen Körper, welche zu ihrer Ernährung nothwendig, noch nicht ganz verbraucht sind. Es schien mir daher, dass unter diesen Umständen durch den Fäulnisprozess Producte zu Stande kommen, welche das Wachsthum der Micrococcen und Bacterien hindern. Meine Zeit reichte nicht aus, um diese Frage weiter zu

verfolgen, doch darf ich wohl hier die Experimente mittheilen, welche diese Ansicht durch ihr positives Ergebniss bestätigen.

In zwei Reihen von gleich grossen Kolben von ungefähr 200 Ccm. Inhalt wurden je circa 10. Ccm. filtrirtes Froschmuskelinfus gebracht; sodann wurde den Kolben der ersten Reihe Ammoniak in verschiedenen aber sehr kleinen Quantitäten, die genau bestimmt waren, zugesetzt; in derselben Weise wurde den Kolben der 2. Reihe kleine Quantitäten von kohlensaurem Ammoniak zugesetzt. Zur Controle diente für jede Reihe ein Kolben, der genau in derselben Weise mit demselben Muskelinfus ohne Zusatz von Ammoniak resp. kohlensaurem Ammoniak versehen wurde. Sämmtliche Kolben wurden während des Sommers gut verschlossen bei gewöhnlicher Temperatur aufbewahrt. In den beiden Kolben mit reinem Muskelinfus hatte sich schon nach wenigen Tagen ein starkes Häutchen von Micrococcen und Bacterien entwickelt, in der Reihe mit Ammoniak zeigte sich, dass schon zwei Tropfen mässig concentrirter Ammoniaklösung genügten, um die Bildung von Micrococcen und Bacterien vollständig zu hindern. Das kohlensaure Ammoniak ist der Entwicklung der Organismen viel weniger hinderlich; diese Wirkung war erst bemerkbar bei einem Gehalte der Flüssigkeit im Kolben von 1,14 pCt. concentrirter kohlensaurer Ammoniaklösung, bei einem Gehalte von 7pCt. wurde die Bildung von Micrococcen vollkommen verhindert. Aehnliche Versuche mit Schwefelammonium ergaben, dass dieses schon in geringen Quantitäten die Entwicklung der Organismen vollkommen hindert¹⁾.

Welche Rolle in einer faulenden Flüssigkeit die Micrococcen und Bacterien spielen, ist schwierig mit Sicherheit zu entscheiden, jedenfalls aber ist dieselbe nicht so bedeutend, als man gewöhnlich annimmt. Denn die Bildung von Spaltungsproducten, wie Tyrosin, findet bei vollkommener Abwesenheit dieser Organismen statt; ferner ist auch nicht anzunehmen, dass die Entwicklung des Schwefelwasserstoffes und des Geruches in der dritten Reihe durch die Gegenwart dieser geringen Menge von Bacterien bedingt sei; dies ist um so unwahrscheinlicher, da diese Producte viel später auftreten, als eine Zunahme von Bacterien bemerkbar ist. Die Flüssigkeiten

¹⁾ Schon Davy hat beobachtet, dass die Fäulniss schneller geht, wenn die dabei gebildeten CO_2 , NH_3 und SH_2 entfernt werden (Edinb. med. and surg. Journ. No. 105, S. 243).

der 3. Reihe beweisen, dass die Spaltungsprozesse in der Flüssigkeit bei Abwesenheit von Sauerstoff nur bis zu einem gewissen Punkte gehen können, und um weiter zu gehen, der Zuleitung von Luft bedürfen. Dass diese Zuleitung von Luft die Spaltungen weiter führte mittelst der Einwirkung von Sauerstoff und ohne Einfluss der Organismen, wurde zweifellos dargethan für den Farbstoff und für den Schwefelwasserstoff, indem dieselben momentan zerstört wurden; für die nachträgliche Vernichtung des Tyrosins, der riechenden Substanz und die Entwicklung der alkalischen Reaction, da sie langsam erfolgten, kann eine Betheiligung der Organismen nicht ausgeschlossen werden.

Wie bekannt, haben zahlreiche Forscher, welche faulende Flüssigkeiten Thieren einspritzten, ganz verschiedene Resultate erhalten und daher die Frage nach der pathologischen Bedeutung der Fäulnisproducte wenig gefördert. Sie gingen meist von der Ansicht aus, eine faulende Flüssigkeit habe bestimmte und constante Eigenschaften, und nahmen keine Rücksicht auf die Bedingungen, unter welchen die zur Einspritzung verwendete Flüssigkeit gefault hatte. Aus den oben beschriebenen Versuchen geht aber deutlich hervor, dass ein und dieselbe Flüssigkeit schon in ihren verschiedenen Schichten ganz verschiedene Eigenschaften bekommen kann, und zwar nicht nur hinsichtlich der morphologischen Gebilde, sondern auch chemisch, dass ferner durch einmaliges Schütteln einer faulenden Flüssigkeit mit Luft dieselbe ihre Eigenschaften schon merkbar verändert. Es ergiebt sich daraus die Nothwendigkeit, bei diesen pathologischen Untersuchungen Flüssigkeiten zu verwenden, deren Natur nach ihre Zusammensetzung und Entstehungsweise genau zu bestimmen ist. So wird es ohne Zweifel gelingen, nicht nur constante Resultate bei diesen Injectionen zu gewinnen, sondern auch genauer zu ermitteln, welche Rolle die Fäulnis-Organismen im thierischen und menschlichen Körper spielen können.
