

Die

geschichtliche Entwicklung unserer Kenntniss

von

# Fäulniss und Gährung.

Nach den zugänglichen Quellen bearbeitet.

**Inaugural-Dissertation**

zur

Erlangung der Doctorwürde

der hohen medicinischen Facultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

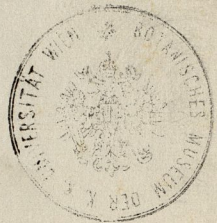
Am 25. April 1885

vorgelegt

von

***Cosmas Ingenkamp.***

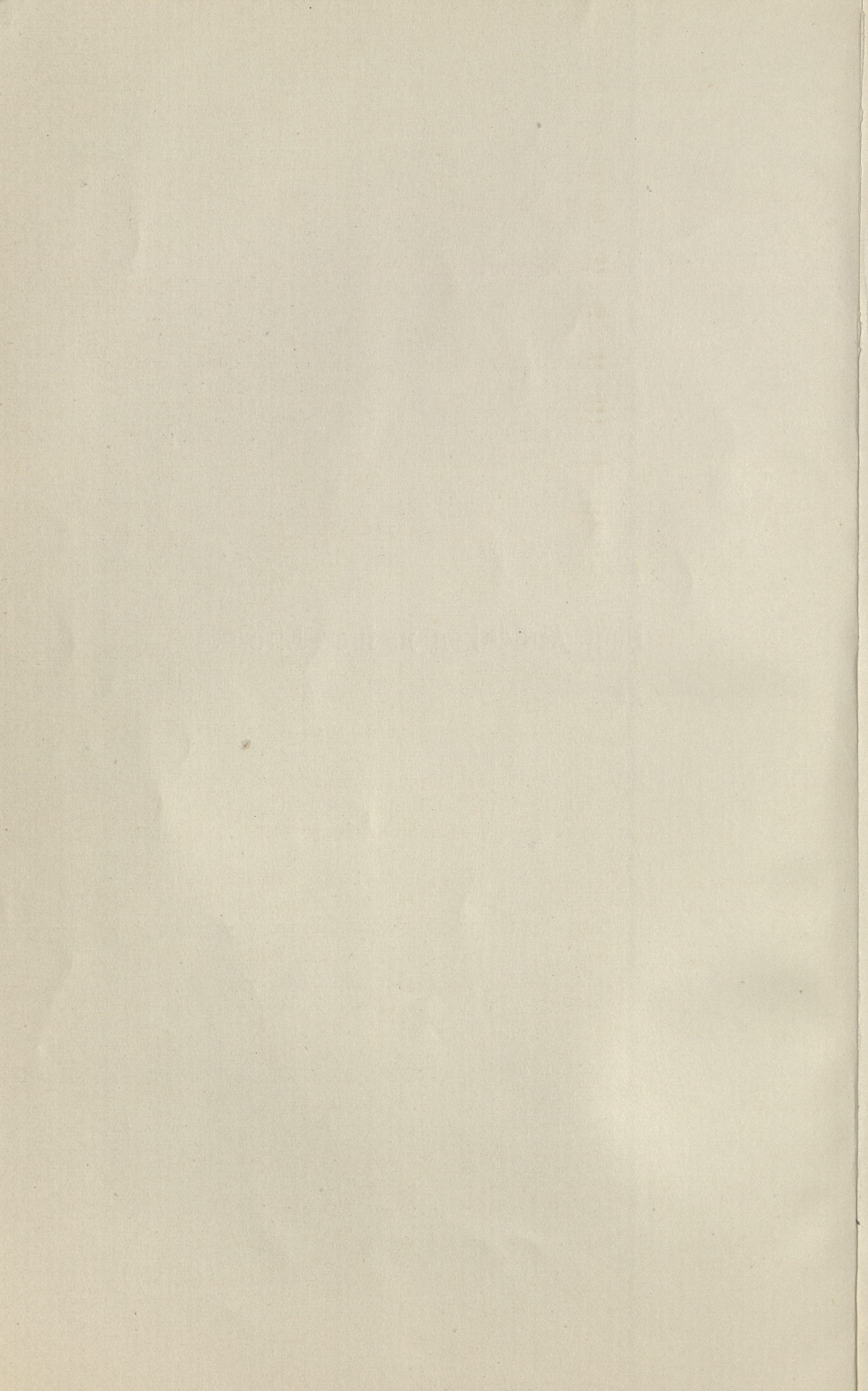
Mit 3 lithograph. Figuren.

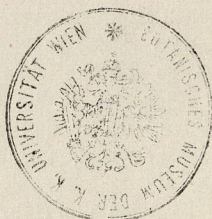


Bonn, 1885.



Dem Andenken meiner Eltern.





Auf dem Gebiete der Infectionskrankheiten, sowohl in der innern Medizin wie in der Chirurgie, erfreuen wir uns heute einer Reihe von Kenntnissen, von welchen vor beiläufig fünfzig Jahren noch nichts existirte.

Wir wissen im Allgemeinen, dass Alles, was wir ansteckende oder infectiöse Erkrankung nennen, auf dem Vorhandensein niederster Organismen beruhen muss, wenn wir auch die einzelnen specifischen Organismen noch nicht als solche erforscht sehen. Wir wissen im Besonderen, wenn auch nur bei einer verhältnissmässig kleinen Zahl von Erkrankungen, welches die niederen Organismen sind; wir verstehen sie zu isoliren und an Thieren den Beweis ihrer specifischen Giftigkeit zu erbringen.

Daran haben sich bereits praktische Erfolge geknüpft. Ich erinnere nur an die grossartigen Fortschritte, welche Joseph Lister auf Grund eben jener Kenntnisse in der Chirurgie machte. Aehnliches steht zu hoffen seitens der Entdeckung von Robert Koch über Tuberkulose und Cholera asiatica. Seitdem man weiss, dass letztere Erkrankung von einem niedersten Pilze abhängig ist, der im Darne nistet, hat die Prophylaxis einen festen Boden gefunden, während sie früher empirisch roh sich umherbewegte. Die Thatsache, dass der Cholerapilz gegen eine Spur von Säure äusserst empfindlich ist, wurde bereits von Arnaldo Cantani in Neapel zu wirksamen therapeutischen Massregeln benutzt. Und die Angaben Louis Pasteur's über eine vorbeuende Impfung des Hundswutgiftes scheinen sich bestätigen zu wollen.

Wie bedeutend ist der Abstand von jener nur kurz hinter uns liegenden Zeit, wo der Gynäkologe Ignaz Philipp Semmelweiss (1818—1865) unter dem Hohn und dem Widerspruch der Zeitgenossen auf Grund seiner Beobachtungen behauptete, die Ursache der bösartigen Kindbettfieber liege nicht in der Luft oder in dem alten phrasenhaften Genius epidemicus, sondern es sei ein bestimmtes fauliges Gift, welches von Aerzten, Clinicisten und Hebammen auf die wunden Genitalien

direct übertragen werde.<sup>1)</sup> Der unverständige Widerspruch, welcher den armen Semmelweiss in's Unglück trieb, ist verschwunden, und kein wissenschaftlich gebildeter Arzt zweifelt heute mehr daran, dass Semmelweiss Recht hatte. Die Folge davon ist eine Abnahme der tödtlichen Kindbettfieber, wie sie Niemand vorher sich hätte träumen lassen.

So verlohnt es sich denn wohl der Mühe, besonders „bei der heutzutage so gewöhnlichen Unkenntniss historischer Verhältnisse“<sup>2)</sup>, durch einen Rückblick in die Geschichte dieser Dinge und Erscheinungen klar zu stellen, woher und wie das Alles erwachsen ist, was wir heute als so fruchtbringend, aber gleichsam selbstverständlich in unseren Händen gewahren.

Fäulniss und Gährung sind die Grundlage der Infectionskrankheiten; Fäulniss und Gährung werden von niedersten Organismen erregt.

Bevor ich mich an den genauern Verfolg der in Betracht kommenden Arbeiten gebe, will ich eine kurze Darlegung und Uebersicht des heutigen Standpunktes unserer Kenntniss von Fäulniss und Gährung überhaupt vorausschicken. —

## FÄULNISS.

(Putredo, Putrefactio, Putrescenz) nennen wir diejenige Zersetzung, welche stickstoffhaltige thierische oder pflanzliche Stoffe bei Gegenwart von Wasser infolge der Wirkung eines sog. Fäulnissregers erleiden. Dieser Zersetzungsprocess, welcher, an irgend einem Theilchen der organischen Materie eingeleitet, sich ohne weiteres Zuthun der anfänglichen Ursache durch die ganze Masse stetig fortpflanzt, sobald nur die Erfordernisse erfüllt bleiben, unter denen überhaupt die Fäulniss möglich ist, erfolgt unter denselben Bedingungen, wie die analoge Zersetzung stickstofffreier organischer Körper, welche man Gährung nennt. Fäulniss und

<sup>1)</sup> Man hat vielfach behauptet, in England sei das, was Semmelweiss gelehrt habe, schon längst bekannt gewesen; entstanden sei unsere heutige Ansicht und Erklärung der Aetiologie des Puerperalfiebers auf englischem und nur weiter ausgebildet auf deutschem Boden. — Ohne auf das Nähere dieser geschichtlichen Frage einzugehen, will ich dem nur Folgendes entgegenhalten: „Ich glaube, sagt Hegar (Leben und Lehre des J. Ph. Semmelweiss, Freiburg, 1882, S. 49), wer . . . . . auch das, was früher über das Verhältniss der specifisch infectiösen Krankheiten zur febris puerperalis und die Contagiosität letzterer Affection in England producirt worden ist, kennt, wird die einfache und klare Doctrin von Semmelweiss nicht mit diesen zerfahrenen Anschauungen verwechseln.“ Schroeder in seinem bekannten „Lehrbuch der Geburtshülfe, 8. Aufl., 1884, Bonn.“ auf S. 745: „Semmelweiss, der überall da, wo, von den Wohlthätern des Menschengeschlechts die Rede ist, mit in erster Reihe genannt zu werden verdient, trat zuerst im Jahre 1847 mit der . . . Behauptung auf, dass das Puerperalfieber auf der Infection mit Leichengift beruhe, erweiterte aber seine Ansicht selbständig so weit, dass man die jetzt herrschende Anschauung im Wesentlichen als sein Eigenthum und sein Verdienst betrachten muss.“

<sup>2)</sup> Alfred Hegar: Ign. Phil. Semmelweiss. Sein Leben und seine Lehre. Freiburg i. B. u. Tübingen, 1882. S. 6.

Gährung sind also aus denselben Verhältnissen zu erklären; man hat deshalb die Fäulniss auch „faulige Gährung“ oder „Faulnissgahrung“ genannt.

Diese Bedingungen, unter denen Fäulniss und Gährung erfolgen, sind: 1) eine gewisse mittlere Temperatur, welche zwischen  $+ 5^{\circ}$  und  $+ 50^{\circ}$  schwankt. Bei Temperaturen ausserhalb dieser Grenzen nimmt die Fäulniss nicht mehr ihren normalen Fortgang; und Siedehitze oder Frostkalte heben dieselbe ganz auf. 2) Gegenwart von Wasser. 3) Zutritt der atmosphärischen Luft.

Als Faulnisserreger betrachtet man gegenwärtig meist die in der Luft uberal vorhandenem mikroskopischen Keime oder Sporen gewisser niederen vegetabilischen oder animalischen Organismen (Mikrokokken, Bakterien u. s. w.), welche hier dieselbe Rolle (der faulnisserregenden Wirkungen) spielen, wie ähnliche Organismen bei den fermentativen Processen der Gährung. An den Lebensprocess und das Absterben dieser Wesen ist die Fäulniss geknüpft. Die einzelnen Arten der Fäulniss und selbst die einzelnen faulnissfahigen Stoffe haben ihre eigenen Faulnisserreger. Dieselben gehören den Pilzen (Fungi, Mycetes), aber sehr verschiedenen Abtheilungen derselben an. Die gewöhnlichen Faulnissbakterien sind ihrer äussern Form nach sehr einfache und ausserordentlich kleine lebende Wesen, farblose, einzellige oder aus wenigen Zellen zusammengesetzte Organismen — wohl die minutioseste Pilzform überhaupt, — theils fadenförmig, wie *Bacillus subtilis*, *Bacillus Anthracis* und *Vibrio*, theils schraubenförmig, wie *Spirochaete plicatilis*, *Spirillum volutans* (Cohn) und *Spirillum tenue*. Ehrenberg, höchst verdient um die Kenntniss „des kleinsten Lebens“, hielt sie anfangs als *Vibrionia* für Infusorien; durch Cohn, dem die Wissenschaft das grösste Verdienst um die Bakterienkenntniss zuspricht, sind sie aber jetzt als pflanzliche Gebilde erkannt und werden zu den Schizomyceten oder Spaltpilzen gerechnet. C. von Naegeli<sup>1)</sup> stellt sich auf den Standpunkt, wornach er bezuglich der Morphologie und Entwicklung dieser Pilze die einzelnen Formen, wie Mikrokokkus, Bakterium, *Vibrio*, *Spirillum* etc. nicht, wie Cohn, für selbständige Formen ansieht, sondern sie als untereinander in generischen Beziehungen stehend betrachtet. Da die Bakterien stets da auftreten, wo Fäulnissprocesse stattfinden, so hat man sie auch Saprogene (d. i. Faulnisserreger, von *σάπρος*, faul, und *γεννάω*, erzeuge.) genannt. Während Hefepilze die Erreger der Alkoholgährung sind und Zucker zersetzen, sind die Bakterien die Erreger der Fäulniss und zersetzen, wie gesagt, stickstoffhaltige Materien. Sämtliche Bakterien können im Zustande der Bewegung und der Ruhe vorkommen, ohne dass letztere ein Beweis des Abgestorbenseins wäre. Sie bedürfen zu ihrer Entwicklung der Luft und des Wassers, sowie passender Nahrung; sie sind auch für Gifte und Säuren empfindlich. So lange die Fäulniss im Gange ist, vermehren sich diese

<sup>1)</sup> Naegeli: „Die niedern Pilze in ihren Beziehungen zu den Infectiouskrankheiten und der Gesundheitspflege“, München, 1877. S. 3, 20, 22.

Pilze vermöge ihrer Theilung (Spaltung) in Tochterzellen ausserordentlich; wenn aber die fäulnissfähigen Stoffe von den Bakterien aufgezehrt sind und damit die Fäulniss ihr Ende erreicht hat, so sterben diese Organismen theils ab, theils gehen sie in einen Ruhezustand über.

Es ist durch zahlreiche Versuche, werauf ich nachher im Einzelnen zurückkommen werde, nachgewiesen worden, dass vor den Bakterien geschützte stickstoffhaltige Substanzen nicht in Fäulniss übergehen. Filtrirt man z. B. die Luft durch Baumwolle, wie es zuerst Schroeder und von Dusch und nach ihnen Cohn und andere Forscher thaten, so werden die organischen Keime zurückgehalten, und es tritt dann keine Fäulniss ein. Die Keime der Fäulnissbakterien sind nur unter gewissen Umständen in der Luft zu finden; ihre Uebertragung geschieht hauptsächlich durch Wasser, sowie durch organische Körperoberflächen. Es ist zwar noch nicht ermittelt, wie das Vorkommen verschiedener Fäulniss-erreger auf den verschiedenen Substraten mit ihren Nahrungsbedürfnissen und mit den besondern, hierbei stattfindenden Fäulnissprozessen zusammenhängt; auch ist noch keineswegs genügend ermittelt, auf welche Weise durch diese Wesen die Fäulniss erregt wird: die unmittelbare Ursache dieses Vorganges kennt man noch nicht. Jedenfalls ist die lebende Zelle als solche nicht als den eigentlichen Fermenten d. h. Substanzen, welche eine andere chemisch umsetzen, ohne sich selbst dabei zu betheiligen, gleichwertig zu betrachten. Nach Naegeli geschehen die Zersetzungsprozesse „unmittelbar durch die Vegetation der niedern Pilze, welche auf die in der nächsten Umgebung befindlichen löslichen Stoffe einwirkt. — Man kann Zersetzung und Pilz räumlich nicht trennen; jene hört immer auf, wenn man diesen entfernt.“<sup>1)</sup> Sicher allein ist, dass die Fäulnisserreger ihre Nahrung und das zu ihrem Aufbau notwendige Material aus den in Zersetzung übergehenden Substanzen beziehen, und dass es organische Verbindungen sind, welche ihnen hierzu dienen. Dass aber diese Organismen wirklich als die Erreger der Fäulniss zu betrachten sind, geht daraus hervor, dass fäulnissfähige Substanzen lange Zeit unverändert bleiben, wenn nur der Zutritt dieser Organismen verhindert wird. Auch kann die Fäulniss verlangsamt oder unterdrückt werden durch Mittel, welche die Vegetation und Vermehrung der Pilze hemmen oder dieselben tödten; daher sind alle Mittel, welche das letztere bewirken, zugleich antiseptische. —

## GÄHRUNG.

Unter Gährung (Fermentatio)<sup>2)</sup> im Allgemeinen versteht man gewisse Zersetzungsprozesse organischer Substanzen, und zwar solche, die nicht nach den gewöhnlichen Regeln der chemischen Verwandtschaft

<sup>1)</sup> Naegeli, a. a. O. S. 12.

<sup>2)</sup> „Nach der Abstammung des Wortes selbst, heisset fermentatio gleichsam soviel, als fervimentatio (Heissmachung) und fermentum so viel, als



zu erfolgen scheinen, und für deren Fortgang die inficirende Wirkung eines Gährungerregers oder Fermentes angenommen wird. Die Anwesenheit desselben ist zwar zur Einleitung der fraglichen Processe erforderlich; es muss also, wie man es früher nannte, eine Contactwirkung desjenigen Körpers, unter dessen Einflusse die Zersetzung stattfindet, mit den organischen Substanzen eintreten; allein das Ferment theiligt sich nicht erkennbar an der Reaction, und es genügt — was höchst charakteristisch für die Wirkung des Ferments ist, — eine ganz ungewöhnlich geringe Menge desselben, um grosse Quantitäten gährungsfähiger Substanzen in Gährung zu versetzen. Derartige Fermentwirkungen sind im Pflanzen- und Thierreiche weit verbreitet; man zählte sie bis in die neueste Zeit zu den Gährungserscheinungen, erkannte dann aber, dass zwischen diesen Processen und jenen, die von jeher als Gährungen im engeren Sinne aufgefasst wurden (besonders der alkoholischen Gährung), der wesentliche Unterschied besteht, dass bei letzteren lebende niedere, einzellige, chlorophyllose Organismen, allgemein Gährungspilze genannt, als Gährungerreger wirken. Zu diesen organisirten Fermenten gehört besonders der Hefepilz (Kryptokokkus Kützing, Saccharomyces Meyen).

Die Fermente sind bald organisirte lebende Wesen, bald nicht organisirte organische Stoffe, bald auch unorganische Körper. Die Wirkung der Fermente beruht aber keineswegs auf der chemischen Verwandtschaft derselben zu dem Gährungsmaterial, indem zwischen beiden Körpern ein gegenseitiger Austausch von Elementen nicht stattfindet. Ein und dasselbe Ferment ist nicht im Stande, alle gährungsfähigen Substanzen in Gährung zu versetzen. Im Allgemeinen gibt es für jedes Gährungsmaterial ein bestimmtes Ferment.

Die Gährungsvorgänge erfordern 1) die Gegenwart des Ferments; 2) das Vorhandensein von Wasser; und 3) eine bestimmte mittlere Temperatur. Je nach der Verschiedenheit des gährungsfähigen Körpers, des Ferments und der Producte der Gährung unterscheidet man mehrere Arten von Gährung. Dieselbe kann verhindert oder unterbrochen werden durch solche Stoffe, welche die Keime tödten oder die Fermente chemisch verändern. Hierher gehören gewisse Chemikalien (antiseptische Mittel), ebenso heben eine Temperatur von  $0^{\circ}$  und die Erhitzung des Gährungsmaterials auf  $100^{\circ}$  C. und höher, desgleichen vollständiger Abschluss der Luft oder Filtrirung und Reinigung der Luft, welche mit dem Gährungsmaterial in Berührung kommt und a. m. die Wirkung der Fermente mehr oder minder vollständig auf. —

---

fervimentum (ein heissmachendes Wesen); bei dem Gebrauch des Worts aber ist hernacher ein Unterschied, wie nemlich dasselbe genommen werden solle, entstanden, weil etliche in der Aufschauung; etliche aber nur in der Aufwallung, oder in der Erwärmung der Materie, welche sich in diesem Actu äussert, eine gewisse Gleichheit mit der Erhitzung erkennen.“ G. E. Stahl's *Zymotechnia fundamentalis*; aus d. Latein. ins Teutsche übers.; Stett. und Lpzg. 1748; S. 9.

## I.

Nachdem wir uns so in aller Kürze mit dem heutigen Standpunkte unserer Kenntniss von Fäulniss und Gährung bekannt gemacht haben, wird es nunmehr unsere Aufgabe sein,

### DIE GESCHICHTLICHE ENTWICKELUNG UNSERER KENNTNISS VON FÄULNISS UND GÄHRUNG

von den bescheidensten Anfängen bis in unsere Zeit im Einzelnen zu verfolgen. —

Schon bei Aristoteles finden wir Spuren einer Erklärung der Fäulniss. In philosophischer Weise fasste er die Fäulniss auf als eine Zerstörung der eigenen und natürlichen Wärme, die in einem feuchten Radical eines gemischten Körpers existirt, eine Zerstörung, welche durch äussere und fremde Wärme hervorgerufen ist: „Philosopho (scil. Aristotele) teste . . . putrefactio nihil aliud est, quam corruptio caloris nativi, in humido radicali existentis alicuius mixti corporis, facta ab externo et peregrino calore.“<sup>1)</sup> „Sie Aristoteles . . . putredinem dicit esse corruptionem proprii et naturalis caloris in humido a calore extraneo.“<sup>2)</sup>

Paracelsus (1493—1541) spricht sich in Betreff der Fäulniss folgendermassen aus: „Die Putrefaction ist der vierdt Grad (scil. der Transmutationes Rerum naturalium) / darbey wirdt auch vermeinet vnd begriffen die Digestion vnd Circulation . . .“<sup>3)</sup> „Ein jedliche Feule (Putrefaction) ist ein verzehung vnd ein verschwinden des dings / in dem es ist / also / dass es gleich verzehrt wirdt / als wer nichts da gewesen.“<sup>4)</sup> „Ein Putrefaction aber ist einer solchen grossen Würckung / dass sie die alte Natur verzehret / vnd Transmutirt alle ding in ein Neue vnd andere Natur / vnd bringt herfür ein neue Frucht: . . . vnd scheidet Purum ab Impuro, das Pur vber sich / vnd das Impur vnder sich / ein jedes besonder.“<sup>5)</sup>

Der Engländer Thomas Willis (1622—1675) und A. waren der Ansicht, die Fäulniss bestehe in der Trennung schwefeliger und öliger und alkalischer, flüchtiger (extricatae), ausgedunsteter, brennbarer (inflammatae) Theile von übrigen Bestandtheilen.<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> Athanas. Kircher: Scrutin. physico-medic., Romae, 1658; Sectio I: De origine, causis et effectibus Pestis, S. 18.

<sup>2)</sup> Marc. Anton. Plenciz: Opera med.-physica, Vindobonae, 1762; Tractat. de Contagio, S. 45.

<sup>3)</sup> Paracelsi Opera, Bücher vnd Schriften; Strassburg, 1603; 1. Theyl, Lib. VII., S. 899 B.

<sup>4)</sup> —, Ander Theyl, Philosophia Paracelsi, Lib. IV., S. 50 A.

<sup>5)</sup> Paracelsi Opera, Erster Theyl, Lib. VII., S. 899 C.

<sup>6)</sup> Willis: Opera omnia: Amstelaelami, 1682; De fermentatione sive De Motu Corporum, Cap. VIII. — Vgl. ferner: Plenciz, a. a. O., Tractat. de Contag. S. 45 u. 46.

Wieder andere berühmte Männer hatten die Meinung, die Natur des Contagiums bei der Fäulniss sei durch gewisse Gährungen eines böartigen Miasmas mit den Säften (humores) zu erklären; und sie meinten, jenes wandle letztere in seine Natur um und assimilire sie sich gewissermassen.<sup>1)</sup> —

Die erste beachtenswerthe Erklärung der Erscheinung von Fäulniss gab 1657 Athanasius (vielfach fälschlich Anastasius) Kircher<sup>2)</sup> e Soc. Jesu (geb. 1601 im Fuldaischen, † 1680 als Prof. am Colleg. Roman. in Rom), ein Mann von der umfassendsten Gelehrsamkeit. Jede Fäulniss ist nach ihm ansteckend: „contagiosa omnis putredo“; sie ist schleichend, giftig, maligne, meist mit heftigem Gestank (foetor) verbunden. Fäulniss verbreitet sich nach ihm bei gewissen Krankheiten (morbi exotici) zuerst im Blute und dann durch alle Eingeweide des Körpers. Kircher war der Ansicht, dass jedes lebende Wesen der Fäulniss und faulenden Krankheiten ausgesetzt sei. Speziell für das animalische Wesen nahm er zwei Ursachen der Fäulniss an: 1) ein innerliches Princip d. h. eine verkehrte Disposition und schlechte Beschaffenheit der Säfte im Körper; und 2) ein äusserliches Princip d. h. verpestete Lüfte, durch dieselben zugeführte thierische Wesen und deren Keime und noch andere unbekannte Ursachen. — „Da nun faule epidemische Krankheiten gemeinlich zu solchen Zeiten, da sich ausserordentlich viel Gewürme und Insecten erzeugen, auf das heftigste wüten, so war der scharfsinnige Kircher der erste, welcher die Hypothese machte, dass Thierchen die Ursache der Fäulniss und besonders fauler Krankheiten (etwa unsere heutigen pathogenen Schizomyceten!) wären.“<sup>3)</sup> In Betreff dieses Verdienstes Kircher's äussert sich Plenciz in ähnlicher Weise mit den Worten: „Non immerito Kircherus putredinem animatum esse judicavit.“<sup>4)</sup>

Mareus Antonius (fälschlich Antoninus!) Plenciz, ein Wiener Arzt, versuchte auf experimentellem Wege zu einer Erklärung der Fäulniss zu gelangen. Derselbe machte auf die Beobachtung aufmerksam, dass an einem kalten Orte weniger, an einem warmen Orte leichter Fäulniss entsteht; dass auch Feuchtigkeit eine Rolle dabei mitspiele; denn frisches Fleisch gehe leichter in Fäulniss über, als im Rauche gehärtetes.<sup>5)</sup> Ferner: Zur Fäulniss ist der freie Luftzutritt erforderlich.<sup>6)</sup> Das Experiment zeigte Plenciz auch, dass im leeren Raume oder in einem gehörig verschlossenen Gefässe entweder keine oder nur schwer irgend eine Fäulniss auftrete,<sup>7)</sup> obwohl alle andern Ursachen, so dieselben von frühern

<sup>1)</sup> Vgl. Plenciz, a. a. O., Cap. 29.

<sup>2)</sup> Vgl. Kircher, a. a. O., Sect. I. Cap. 4, 5, 7, 8.

<sup>3)</sup> William Alexander's Medicin. Versuche und Erfahrungen; übers. aus d. Englischen; Lpzg., 1773. S. 246.

<sup>4)</sup> Plenciz, a. a. O., Tract. de Contag., S. 54.

<sup>5)</sup> Plenciz, a. a. O., Cap. 64.

<sup>6)</sup> Ders., a. a. O., Cap. 68.

<sup>7)</sup> Ders., a. a. O., Cap. 68.

Autoren aufgefunden, vorhanden gewesen seien; und deswegen schien ihm die Ansicht des Aristoteles in Betreff der Fäulniss nicht genügend, weil dieselbe „idem per idem“ erklärte.<sup>1)</sup>

Die Ursache für diese Erscheinungen, also das Wesen der Fäulniss bestimmt anzugeben, glückte auch ihm nicht, obwohl er aussprach, dass gemäss vielen Beobachtungen in faulenden Substanzen mit blossem, besser aber noch mit bewaffnetem Auge „innumerabilia animalcula“ gefunden werden; dann, dass man sie imgleichen in faulem Wasser, Wein, Bier, Essig, in allen fauligen Blutsäften des Körpers, wie in jeder faulen „materia, aut variolosa, cancrrosa, scabiosa aut ulcerosa“ sehen,<sup>2)</sup> und endlich in faulenden Substanzen sogar die Keime dieser Thierchen beobachten könne; dass demnach die Hypothese Kircher's, wornach Animalcula die Ursache der Fäulniss abgäben, angenommen zu werden verdiene.<sup>3)</sup>

Ausser von Plenciz wurde diese Hypothese von verschiedenen andern zeitgenössischen Schriftstellern von Ansehen verteidigt.

Dagegen trat der Edinburger Arzt William Alexander 1768 der Hypothese Kircher's und seiner Anhänger scharf entgegen. Eine Reihe von Versuchen lehrten ihn, dass „die Fäulniss mit allen ihren gewöhnlichen Erscheinungen und Wirkungen ohne alle Thierchen vorhanden sein“<sup>4)</sup>, „dass Fäulniss sowohl in einem animalischen als vegetabilischen Körper Statt finden könne, ohne Thierchen hervorzubringen.“<sup>5)</sup> Nach ihm sind deshalb „die Thierchen, welche wir gemeinlich in faulen Substanzen antreffen, vielmehr die Wirkung als die Ursache der Fäulniss“,<sup>6)</sup> und die faulende Materie „gibt blos ein schickliches Nest zur Ausbrütung der Eier dieser Thierchen ab;“<sup>7)</sup> es gehören also endlich „die durch die Fäulniss hervorgebrachten Thierchen nicht wesentlich, sondern nur zufällig zur Fäulniss.“<sup>8)</sup>

Seitdem sind von den hervorragendsten Forschern zahlreiche, aber mehr die Gährung als die Fäulniss behandelnde Arbeiten geliefert und viele Theorien aufgestellt worden, welche zu lebhaften Discussionen geführt haben. —

Die Kenntnisse der Alten über Gährung waren rein empirisch, ohne dass sich auch nur eine Spur einer theoretischen Auffassung dieses Vorgangs fände. Die Bekanntschaft mit gewissen Gährungserscheinungen, besonders mit der alkoholischen Gährung, ist uralte; und es reicht die

<sup>1)</sup> Plenciz, a. a. O., Cap. 59.

<sup>2)</sup> Ders., a. a. O., Cap. 69.

<sup>3)</sup> Ders., a. a. O., Cap. 74.

<sup>4)</sup> Will. Alexander, a. a. O., S. 285.

<sup>5)</sup> Ders., a. a. O., S. 294. Plenciz in s. Tractat de Contagio läugnet dieses ausdrücklich.

<sup>6)</sup> Ders., a. a. O., S. 247.

<sup>7)</sup> Ders., a. a. O., 260.

<sup>8)</sup> Ders., a. a. O., S. 264.

älteste Wahrnehmung derselben über die Grenzen der sichern historischen Nachrichten hinaus. Wein und Bier, welche durch einen Gährungsprocess erhalten werden, bereiteten schon die ältesten Völker (Aegypter, Griechen, Israeliten, Germanen); und so hatten sich denn auch die hierher gehörigen Erscheinungen längst zu einem populären und naturgemäss sehr vagen Begriff gestaltet, ehe man an deren wissenschaftliche Erörterung, an die genaue Abgrenzung und Feststellung ihrer **Wesenheit** denken konnte. —

Bei den Alchymisten bis in's 14. und 15. Jahrh. hinein finden sich die Bezeichnungen *fermentatio* und *fermentum* sehr häufig; indess sind diese Ausdrücke in einer ganz allgemeinen Bedeutung genommen. Selbst aus den Schriften der berühmtesten Alchemisten, wie: Albertus Magnus (1193—1280), Roger Bacon (1214—1284 [n. And. 1292]), Raimundus Lullus (1234—1315) ist nur wenig über die damaligen Ansichten betreffs der eigentlichen Gährung zu lernen. Es wurde damals kein Unterschied zwischen anorganischen und organischen Körpern gemacht. Dem einen Alchemisten ist *Fermentation* gleichbedeutend mit *Digestion*, und die Bezeichnung *Ferment* gebraucht er für jede chemisch wirkende Substanz; bei einem andern Adepten bedeutet *fermentum* den Stein der Weisen, *lapis philosophorum*, oder einen zu seiner Darstellung notwendigen Körper; und wieder ein anderer behauptet, das *Ferment* versetze die in Gährung zu bringende Masse in einen dem seinigen gleichen Zustand.

Ich könnte Stellen genug aus den Schriften der zuvor genannten und anderer Alchemisten reden und urtheilen lassen als Beweis für deren Unklarheit in Beziehung auf das, was sie unter Gährung, *fermentatio*, verstanden. Charakteristisch hierfür sind die Worte Kopp's: „Ich verzweifle fast daran, mir einen klaren Begriff über den Sinn, den die Alchemisten mit den Bezeichnungen *fermentatio* und *fermentum* verbunden, zu verschaffen.“<sup>1)</sup>

Etwas deutlicher schon äussert sich über die eigentliche Gährung Andreas Libau, gewöhnlich latinisirt Libavius genannt (1540—1616). „*Fermentatio*, so lautet es in seiner *Alchymia*,<sup>2)</sup> est rei in substantia, per admistionem fermenti, quod virtute per spiritum distributa totam penetrat massam et in suam naturam immutat, exaltatio.“ Die Wirkung des Ferments, sagt er weiter, beruhe auf der Wärme: „agit fermentum praesidio caloris interni maxime.“ —

Bei den meisten Jatrochemikern des 16. und 17. Jahrh., deren bedeutendste Vertreter Paracelsus (1493—1541), Joh. Baptist van Helmont (1577—1644) und Franc. de le Boë Sylvius (1614—1672) waren, behielt der Ausdruck *Fermentation* seine ausgedehnteste Bedeutung, bei denen damit fast jede Einwirkung, welche zwei Körper auf

<sup>1)</sup> Herm. Kopp: *Geschichte der Chemie*, Bd. IV, Brschw., 1847; S. 286.

<sup>2)</sup> *Andreae Libavii Alchymia recognita, emendata etc.*, Francofurti, 1606; Lib. I, Cap. 59.

einander hervorbringen, bezeichnet wird. Sie sprachen noch bei der Zersetzung eines Kohlensäuresalzes durch eine Säure von Gährung, weil der Prozess, bei welchem sich Kohlensäure brausend entwickelt, „Effervescentia“, eine äussere Aehnlichkeit mit der Wein- und Biergährung zeigt. Van Helmont's Gährungsstoffe oder Fermente waren die vorzüglichsten Stützen dieses sog. chemiatrischen Systems. „Fermenta omnino ad omnem rei transmutationem praevia atque necessaria.“<sup>1)</sup> Ohne Gährung gibt es nach dieser Lehre keine veränderte Säftemischung; auf Gährung beruhen alle andern physiologischen Vorgänge im Körper. Van Helmont selbst drückt sich, indess undeutlich, so über die Gährung aus, als ob aus dem Ferment in die gährungsfähige Masse etwas einem Samen Vergleichbares übergehe, in dessen Entwicklung die Gährung bestehe: „Imago fermenti impraegnat (die gährungsfähige) massam semine“ ist der Abschnitt seiner Opera omnia überschrieben, wo er vorzüglich von der Gährung handelt.

Allerdings machte schon Sylvius auf den Unterschied aufmerksam, welcher zwischen „Effervescentia“ (dem Aufbrausen der Säuren und kohlen-saurer Alkalien) und „fermentatio“ stattfindet, ihn — nicht unrichtig, aber auch nicht erschöpfend — dahin erläuternd, dass Gährung auf Zerlegung und Zersetzung beruht, die Effervescenz hingegen von der Bildung einer neuen Verbindung begleitet wird: „Effervescentia . . . . . differt a Fermentatione. Hujus namque finis est partium misti ad faciliorem sui segregationem dispositio per salini earundem vinculi dissolutionem: Illius autem, spiritus acidi cum lixivioso sale congelatio, alioue subjecto concentratio, adeoque cum ipsis conjunctio.“<sup>2)</sup>

Und doch bedient sich Sylvius der „fermentatio“ als einer Annahme zur Erklärung der natürlichen Verrichtungen des Organismus in so arger Weise, dass er fast von keiner veränderten Mischung der Säfte spricht, ohne eine Gährung dabei zu finden.<sup>3)</sup>

Joh. Joachim Becher (1635—1682) hielt die Gährung für etwas der Verbrennung Aehnliches: wie bei der letztern, so finde auch bei der erstern eine Auflockerung und Zertheilung statt; auch glaube er, bei der Gährung müsse die Luft einwirken können: „Ignis flammans fermentationis species est et per omnia cum fermentatione comparatur.“<sup>4)</sup> „Fermentatio definitur, quod sit corporis densioris rarefactio, particulorumque aërearum interpositio. Ex quo concluditur, debere in aëre fieri, . . . .“<sup>5)</sup> Bei der Vergleichung von Fäulniss und Gährung sagt er, die

<sup>1)</sup> J. B. van Helmont, Opera omnia; Hafniae, 1707; S. 107, Nr. 1.

<sup>2)</sup> Franc. de le Boë Sylvius, Opera medica, Genevae, 1698; Disputat. medic. decas, Cap. I, Corollaria.

<sup>3)</sup> Vgl. Sylvius, a. a. O. Disput. med. dec. Cap. I. — Ferner: a. a. O. Prax. med. Idea nova, Lib. I., Cap. 7. —, desgl.: a. a. O. Prax. med. Appendix, Tractat. IV. —, und noch: a. a. O. Opus. varia, Tractat. I., Lib. I., Cap. 9.

<sup>4)</sup> J. J. Becher, Physica subterranea, Lips. 1703; in der Synopsis zu Lib. I., Sect. V., Cap. 2, Nr. 151.

<sup>5)</sup> Ders., a. a. O., Lib. I., Sect. V., Cap. 2, Nr. 10.

Fäulniss habe das mit der Gährung gemein, dass bei beiden Prozessen eine Zertheilung statthabe, aber die erstere bilde verschlechterte, die letztere verbesserte Producte: „Fermentatio a putrefactione differt, quod in ea quidem partes rarefiant, ut in putrefactione, et quod ex hac rarefactione aliqua corpusculorum mixti resolutio et alteratio sequatur; sed quod haec resolutio non sit mixti destructio, sed potius perfectio, subtilisatio et extenuatio.“<sup>1)</sup> Nach ihm gibt es drei Arten von Gährung: Gasentwicklung; Gährung im eigentlichen Sinne oder geistige Gährung; und Essiggährung: „. . . Hoc loco de fermentatione agemus, cujus tres species existunt; alia enim est intumefactio seu ebullitio, aut interna incalescentia; alia proprie fermentatio; alia acetificatio seu acescentia.“<sup>2)</sup> Die geistige wie die Essiggährung beruhen auf der Einwirkung salziger und schwefliger (brennbarer) Partikeln auf einander, und je nachdem die einen oder die andern vorwalten, entsteht Essig oder Alkohol: „. . . Spiritus vini et aceti, qui duo inter se differunt, quod prior, ut saepius dictum est, plures partes sulphureas, pauciores salinas, posterior plures salinas, pauciores sulphureas contineat . . .“<sup>3)</sup> —

Von besonderer Wichtigkeit sind Willis' und Stahl's Ansichten über die Gährung. In ihren Gährungstheorien ist zuerst der Satz deutlich ausgesprochen, ein in Zersetzung begriffener Körper könne diesen Zustand auf einen andern übertragen. Sie nahmen zuerst an, das Ferment befinde sich in einer zersetzenden Bewegung und trage diese auf den gährungsfähigen Körper über. Willis gibt folgende Definition über Gährung: „Fermentatio est motus intestinus particularum principiorum cujusvis corporis, cum tendentia ad perfectionem ejusdem corporis, vel propter mutationem in aliud.“<sup>4)</sup> Das Ferment ist nach ihm ein Körper, welcher in innerer Bewegung begriffen ist; und dasselbe wirkt auf den gährungsfähigen Körper, indem es diesem seine Bewegung mittheilt: „Est autem fermentum . . . ejusmodi corpus, in quo particulae activae simul omnes in vigorem collocatae, insigniter in motu sunt; adeoque dum subjecto fermentando committuntur, alias ibidem particulas cujuscunque generis prius inertes, secum in motum rapiunt.“<sup>5)</sup>

Mehr noch als Willis' Ansichten bahnten die des berühmten Mediziners und Chemikers Georg Ernst Stahl (1660—1734) über die Gährung den Weg zu einem richtigeren Verständniss dieses Vorgangs. Derselbe sprach vorzüglich in seiner *Zymotechnia fundamentalis*<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> J. J. Becher, a. a. O. Lib. I., Sect. V., Cap. 2, Nr. 3.

<sup>2)</sup> Ders., a. a. O., Lib. I., Sect. V., Cap. 2, Nr. 5.

<sup>3)</sup> Ders., a. a. O., Lib. I., Sect. V., Cap. 2, Nr. 155.

<sup>4)</sup> Willis, a. a. O., De fermentat. sive etc., Cap. III.

<sup>5)</sup> Ders., a. a. O., Cap. VI.

<sup>6)</sup> G. E. Stahl's *Zymotechnia fundamentalis* (1697 zum ersten Male erschienen). Wegen ihres uobeschreiblichen Nutzens aus dem Lateinischen ins Deutsche übersetzt. Stettin u. Lpzg., 1748. — Dieses auf hiesiger Bibliothek weder im Original noch in einer Uebersetzung vorhandene Werk wurde mir von der Göttinger Univers.-Bibl. zur Benutzung freundlichst überlassen.

aus, dass Gährung und Fäulniss analoge Vorgänge, dass Fermentation und Putrefaction unwesentlich verschiedene Wirkungen einer ähnlichen Ursache seien; und es lasse sich leicht darthun, dass die Gährung nur ein specieller Fall der Fäulniss sei. „Es würde leichtlich gezeigt werden können, dass die Fäulung als eine allgemeinere Behandlung anzusehen, unter welcher sich die Gährung als eine blosser Gattung derselben sich befindet“ (S. 15). „Da ich denn nur . . . . wiederhole, . . . . nemlich dass die Fermentation ehe unter der Putrefaction, als diese unter jener begriffen werden könne; . . . . denn die eigentlich also genannte Fermentation ist dermassen ein Anfang zur Putrefaction, dass wo sie nicht künstlich gehemmet und gehindert wird, sie in der That unmittelbar biss zur Putrefaction fortgehet . . . . Es ist die Putrefaction nichts anders, als eine vollständige und ganz zu Ende gebrachte Fermentation: Die eigentlich also genannte Fermentation aber . . . . ist nichts anders, als eine unterbrochene und gehinderte, . . . . gleichsam zu einer gewissen Gattung gebrachte Fäulung“ (S. 264—266). Nach Stahl handelt es sich bei der Gährung nicht um präformirte Producte, sondern um eine Auflösung des aus heterogenen („*paris heterogeneitatis*“), kleinsten Theilchen („*Moleculae*“) zusammengesetzten, gährungsfähigen Körpers in seine Bestandtheile und um Bildung neuer beständiger Verbindungen: „Die Fermentation ist eine innerliche Bewegung, wodurch verschiedene nicht gar zu fest verknüpfte Zusammensetzungen, mittelst einer dahin dienlichen Feuchtigkeit ergriffen, und durch langwieriges Untereinander-treiben aneinander gerieben und gestossen werden, wesfalls die Verknüpfung des gegenwärtigen Zusammenhanges von einander gerissen, die abgerissenen Theilchen aber durch das stete Reiben verdünnet, und in eine neue und zwar stärkere Verbindung versetzt werden.“ (S. 16 u. 141). „Der Endzweck, oder der Effect der Fermentation, bestehet theils in einer einfachen Auflösung, theils in einer Verdünnung oder Zartmachung, theils auch in einer neuen Versetzung,“ (S. 83). Die Ursache der Zersetzung, der Gährung, sieht Stahl darin, dass in chemischer Action befindliche Stoffe diese Thätigkeit, die innere Bewegung, gleichsam durch einen mechanischen Anstoss ihrer Molecüle auf andere, an sich zwar stabilere, aber doch leicht zersetzliche, mithin gährungsfähige, Substanzen und Verbindungen zu übertragen vermögen. „Dass nun auch in unserm Gährungs-Geschäfte die etwas nachlässigere Betrachtung der Grund-Ursachen viele Schwierigkeit, ja gar Verwirrung verursacht habe, wird einem jeglichen, wie ich hoffe, in die Augen fallen, der dasjenige, was von der Gährung biss auf den heutigen Tag ans Licht gebracht worden, mit der Erfahrungs-mässigen Wahrheit auf's genaueste zu vereinigen sich bemühen wird. Unter dergleichen Dingen ist gewiss der Beytritt der Luft nicht eines von den geringsten.“ (S. 115). „Weil die Fermentation — worunter auch die Fäulung mit begriffen ist, (S. 143) — eine Bewegung ist, so ist nöthig, dass nicht allein etwas bewegliches, sondern auch etwas bewegendes, oder ein Be-



weger zugleich gegenwärtig sey. Das Bewegliche machen die saltzigte, saure, erdigte, schwefelichte Theilchen aus. Der vornehmste Bewegter aber ist die in diesen Theilchen eingeschlossene und unter deren gleblichten Zusammen-Ordnung verborgene Luft, welche sich mit Beyhülfe der äusserlichen warmen Bewegung des Aetheris ausdehnet, und diejenige Bande, in welchen sie verhaftet gewesen, zu zerreißen sucht; wannhero sie auf allen Seiten die Particulchen anracket, zerreißen, auseinander setzt und zertheilet, . . . . Diese innere Würkung des Aetheris, wird nicht alleine von aussen durch die Wärme, sondern auch durch das zugesetzte Ferment, welches man aus einer schon in der Gährung begriffenen, oder auch dazu vor andern bequemen Materie zu nehmen pflaget, gar sehr befodert.“ (S. 302).

Stahl's Anhänger hielten lange an dieser Theorie der Gährung fest, an welche auch unverkennbar die Liebig'sche Gährungstheorie anknüpfte.“<sup>1)</sup>—

Nach der von Cagniard-Latour (1777—1859) und Schwann (1810—1882) entwickelten Theorie der Gährung sind überall in Luft und Wasser zahllose Keime lebender Pflanzen verbreitet, welche sich da entwickeln, wo sie die zu ihrem Fortkommen günstigen Verhältnisse finden; und die aus der Entwicklung dieser Keime hervorgegangenen niedern Organismen sind es, welche die Gährung veranlassen. Besondere Beweise für diese Ansicht lieferten die Versuche der genannten und anderer Forscher, welche ergaben, dass, wenn organische Substanzen aufgeköcht und dann mit vorher durch Schwefelsäure oder glühende Glasröhren geleiteter Luft in Berührung gebracht wurden, diese Substanzen keinen Schimmel bildeten oder Gährung erregten; die Luft besass die Fähigkeit zum Einleiten dieser Prozesse nicht, weil durch die Glühhitze oder die Schwefelsäure die in der Luft befindlichen lebenden Keime zerstört wurden. Wurde dagegen der äussern Luft freier Zutritt gestattet, so trat schon nach kurzer Zeit Schimmelbildung oder Gährung ein.

Schroeder und von Dusch fanden, dass auch durch Baumwolle geleitete Luft die Bildung von Schimmelpflanzen verhindere; und Pasteur beobachtete wirklich in der zu diesem Zweck angewendeten Baumwolle oder Asbest Pilzsporen. —

Man hatte früher geglaubt, dass der Schimmel, sowie andere ähnliche Bildungen unmittelbar aus der organischen Substanz entstehen können und daraufhin eine Urzeugung angenommen; doch sind die diesbezüglich angestellten Versuche — wie wir auch im Verlaufe unserer Abhandlung sehen werden, — geeignet zu beweisen, dass, wie im fibrigen Pflanzenreiche, die neu entstehenden Individuen stets von derselben Art durch Vermehrung oder Fortpflanzung abstammen.

<sup>1)</sup> „Il résulte des recherches historiques récentes de M. Chevreul, insérées au Journal des Savants, que Stahl avait déjà émis des idées analogues à celles de M. Liebig sur les causes de la fermentation alcoolique.“ Pasteur: Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, Bd. 45, 1857; S. 913.

Im Alterthume und bis zum Ausgange des Mittelalters beherrschte der Glaube, dass Thiere und Pflanzen ohne vorgängige Zeugung durch bereits vorhandene Organismen ähnlicher Art aus leblosen Körpern und Substanzen heraus entstehen könnten: die Ansicht von der sog. *Generatio spontanea* s. *aequivoca* ein sehr weites Feld.

Noch im 17. Jahrh. beschrieben verschiedene Autoren alles Ernstes das Verfahren der Entstehung der Mäuse, Insecten und Vögel durch Urzeugung; <sup>1)</sup> wieder andere gaben die Art und Weise an, Frösche aus dem Sumpfmoraste oder Aale aus dem Flusswasser entstehen zu lassen. <sup>2)</sup>

Nicht ganz ausgerottet ist ferner die Volksmeinung, wornach allerlei Ungeziefer aus Schmutz, in gährenden und faulenden Mischungen, in feuchten Sägespänen u. s. w., Helminthen oder Entozoën aus dem Darminhalt von selbst, also durch *Generatio aequivoca*, entstünden.

Der bereits erwähnte William Alexander wollte, nach dem Vorgange der Philosophen, von einer solchen Erzeugung ohne Samen, „*Equivocal or spontaneous generation*“, nichts wissen; denn „eine solche Benähme der Gottheit ihre Macht und streite wider die Vollkommenheiten derselben.“ <sup>3)</sup>

Doch auch abgesehen davon, konnten ähnliche Irrthümer nicht lange dem Forschungsgeiste, der sich im 17. und 18. Jahrh. über Europa verbreitete, widerstehen. Und je mehr die Wissenschaften fortgeschritten sind, um so mehr wurde dargethan, dass alle diese für Wahrheiten gehaltenen Meinungen auf falschen und leichtfertigen Beobachtungen beruhten, um so mehr wurde durch die exacte Naturforschung das Gebiet dieser Phantasieen auf einen sehr kleinen Raum eingeschränkt, und um so mehr endlich hat die Ansicht Anhänger gefunden, dass lebende Wesen stets und überall aus andern bereits bestehenden Wesen gleicher oder ähnlicher Art hervorgehen: *Omne vivum ex vivo*. —

Francesco Redi (1626 — 1694), ein berühmtes Mitglied der florentinischen *Academia del Cimento*, machte darauf aufmerksam, dass die Maden auf faulendem Fleisch die Larven der Fliegeier seien. Seine Beweise waren ebenso einfach als entscheidend; denn er zeigte, dass die Ausspannung einer feinen Gaze über faulendes Fleisch genüge, um die Entstehung dieser Larven absolut zu verhindern. Imgleichen erkannte und unterschied Redi zuerst unter den Thierchen, welche auf andern Thieren leben und schmarotzen, Männchen, Weibchen und Eier.

In der zweiten Hälfte des 17. und in der ersten des 18. Jahrh. erschien mit der Entdeckung mikroskopisch kleiner lebender Wesen auch die Doctrin von der *Generatio spontanea* wieder; der Streit über die Urzeugung, der schon geschlichtet schien, begann auf's Neue und hat in seinen mannigfaltigen Wechselfällen bis auf die neueste Zeit gewährt. —

<sup>1)</sup> Vgl. z. B. van Helmont: a. a. O., S. 108, Nr. 9 u. S. 109, Nr. 10.

<sup>2)</sup> U. A.: Anton. a. Leeuwenhoek (holländ. Naturforscher, 1632—1723): *Arcana naturae detecta*; Lugd. Batav., 1722; Epist. 75, S. 307—320.

<sup>3)</sup> Will. Alexander, a. a. O., S. 259.

Wie nun liess sich der Beweis gegen die Hypothese von der *Generatio aequivoca* führen? Auf zweierlei Wegen konnte dies geschehen: 1) a) entweder musste nachgewiesen werden, auf welche Art und Weise sich die niedern pflanzlichen und thierischen Organismen vermehren; oder b) man musste zeigen, dass in Substanzen, in denen auf irgend welche Weise alle Organismen getödtet und denen der Zutritt abgeschnitten worden, keine neuen sich spontan entwickeln.

Letzterer Nachweis ist für uns von höherer Bedeutung; denn er schliesst einmal die Annahme aus, dass neben einer Vermehrung durch Zeugung eine spontane Generation aus leblosen Körpern und Substanzen heraus stattfindet; und zweitens leitet er mich gleich zu einem Hauptzweck vorliegender Arbeit hin, dem nämlich, nachzuweisen, welchen Forschern der Haupttheil an dem Verdienste, das Wesen von Fäulniss und Gährung als auf Mikroorganismen beruhend entdeckt zu haben, zukommt.

Needham, ein geschickter Beobachter und kath. Priester, veröffentlichte 1745 zu London ein Werk, in welchem er, nach umfänglichen Versuchen dieser Art, welche zum ersten Male mit hermetisch verschlossenen, zuvor der Einwirkung erhöhter Temperatur ausgesetzten Gefässen angestellt wurden, sich zu Gunsten der spontanen Zeugung entschied. Zu seiner Lehre bekannte sich der berühmte franz. Naturforscher George Louis Buffon (1707—1788), welcher Umstand der *Generatio aequivoca* eine um so grössere Bedeutung verlieh. Indess fanden die Ideen Needham's und Buffon's wie ihre Anhänger, so auch ihre Gegner. Namentlich trat ihnen der Naturforscher und Philosoph Charles Bonnet (1720—1793) mit seinem System von der Praeexistenz der Keime entgegen. Wir wissen heute, dass die Wahrheit weder auf der einen, noch auf der andern Seite sich befand.

Nicht gar lange währte es, dass die Schlussfolgerungen des englischen wie des französischen Forschers einer experimentellen Untersuchung und Klarstellung unterworfen wurden. Denn durch das Experiment allein konnte entschieden werden, ob ihre Meinungen richtig oder verkehrt waren.

Der italienische „Abbate“ Lazzaro Spallanzani (1729—1799), ein sehr gelehrter Physiologe seiner Zeit, „einer der ersten Naturforscher aller Zeiten“,<sup>2)</sup> erklärte sich auf Grund von directen Versuchen gegen die Systeme der beiden Forscher, zuerst in einer Dissertation: „Saggio di osservazioni microscopiche, relative al sistema della generazione di Signori Needham e Buffon. Modena, 1765.“ und später auf's Neue in seinen „Opuscoli di fisica animale e vegetabile. Mod., 1776.“ Es liegt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit, eine Geschichte des Streites zwischen Needham und Spallanzani in Betreff der in Rede stehenden

<sup>1)</sup> Vgl. Huppert, „Ueber die Urzeugung“ in Schmidt's Jahrb. d. ges. Medicin, Bd. 129, Nr. 1.

<sup>2)</sup> H. Haeser: Lehrb. d. Gesch. d. Medicin, II. Bd., 1881, S. 584.

Frage zu geben; es genügt mitzuthellen, dass auch Spallanzani den Gegenstand nicht zu entscheiden vermochte, wengleich man ihn vielfach gern als den siegreichen Gegner Needham's betrachtet hat. Soviel wurde indess ausgemacht, dass jegliche Erzeugung von Infusorien unterdrückt wird, dass also keine Fäulniss eintritt, wenn die betreffenden Substanzen resp. Infusionen in hermetisch verschlossenen Gefässen während einiger Zeit in der Temperatur des siedenden Wassers erhalten werden. —

Was indess die eigentliche Ursache, das Wesen der Fäulniss und der Gährung sei, worin diese beiden Processe beständen, darüber hatten die Arbeiten der vorgenannten Autoren keinen Aufschluss gegeben. Und auch noch im Anfange unseres Jahrh. blieben die Versuche namentlich französischer Chemiker und Physiologen, das Bedingende der Fäulniss und Gährung, das Ferment, genau anzugeben, erfolglos.

So hatte die Abtheilung für physikalische und mathematische Wissenschaften des L'Institut zu Paris im Jahre 8 der franz. Republik (1800) folgende Frage als Preisaufgabe vorgelegt: „Welches sind die charakteristischen Merkmale, welche in den pflanzlichen und thierischen Stoffen diejenigen, welche als Ferment dienen, von denen unterscheiden, mit welchen sie die Gährung vor sich gehen lassen?“ Indess blieb diese Frage damals unbeantwortet.

Fabbroni,<sup>1)</sup> ein italienischer Gelehrter, hatte den ingenüösen Gedanken. Traubenbeeren zu zerlegen und sie der Gährung auszusetzen; wobei er fand, dass es darauf ankomme, dass der Inhalt der Beeren mit der Luft zusammen kommen müsse, damit sich Alkohol bilden könne.

Louis Thenard<sup>2)</sup> beobachtete, dass die Hefe, indem sie auf den Zucker einwirkt, ihren Stickstoff verliert; er stellte auch fest, dass alle Früchte, deren Saft einer geistigen Gährung fähig ist, Zucker und Ferment enthalten, eine Substanz, deren Typus, nach ihm, die Bierhefe ist.

Colin, Prof. an der kgl. Militärschule zu Paris, veröffentlichte<sup>3)</sup> eine Abhandlung: „Mémoire sur la fermentation du sucre,“ der ich Folgendes entnehme: „Die Hefe, welche der Wein, sobald er älter wird, ablagert, wandelt den Zucker in Alkohol um: . . . Bei allen Experimenten,“ welche Colin mit stickstoffhaltigen organischen Materien in Betreff der Zuckergährung anstellte, „fand neben der Alkoholbildung Kohlensäure-Entwickelung statt, woraus man folgern muss, dass der jedesmalige Process langsam verlief.“ Colin fügt hinzu, dass bei allen Reactionen die Hefen während des Vorgangs der Gährung gebildet werden, was ihn zu der Annahme geneigt machte, dass sich in der Hefe selbst eine innere Arbeit vollzieht, deren Bewegung sich dem Zucker mittheilt, und die nicht eher zu wirken aufhört, als bis die Hefe erschöpft ist, sei es nun durch den Zuckerstoff oder durch die auf sich selbst gerichtete Action; und dass ferner die Rückstände bei der Destillation, welche sie

<sup>1)</sup> Vgl. *Annal. de Chim. et de Phys.*; Paris, 1825; Bd. 28, S. 128.

<sup>2)</sup> Vgl. daselbst, S. 129.

<sup>3)</sup> Daselbst, S. 128—142.

auch immer waren, sich noch von selbst einer weinigen Gährung unterzogen, ein Beweis, „dass Alkohol die Gährung verhindert, und dass die Siede, wenn sie auch die Gährung aufhebt, die Ursache derselben nicht zerstört.“ Colin constatirte ferner, dass das Gahrungsferment nicht flüchtig ist; dass die Hefe noch zur Gährung dienen kann, nachdem sie bis zur Trockenheit erhitzt worden ist; und „dass, wengleich die Hefe den Sauerstoff der Luft in Kohlensäure umsetzt, der Sauerstoff nicht notwendig ist, um die Hefe in Action zu versetzen.“

Dahingegen behauptete Gay-Lussac (1778—1850), dass nur der Sauerstoff der Luft das Bedingende für die Entstehung von Fäulniss und Gährung sei; der Sauerstoff sei gerade notwendig, um die Gährung einzuleiten, nicht aber nötig, damit die Gährung sich fortsetze.<sup>1)</sup>

## II.

So war der Stand der Frage und ihrer Beantwortung in den dreissiger Jahren unseres Jahrh., als die Sache durch die Untersuchungen von Franz Schulze und Theodor Schwann im Jahre 1836 eine neue Wendung und namentlich durch des Letztern Experimente einen bemerkenswerten Fortschritt erlangte, indem sie zeigten, dass auch Zutritt von atmosphärischer Luft nicht im Stande sei, eine faulnissfahige Substanz in Fäulniss zu versetzen. —

Franz Schulze, damals in dem Laboratorium von E. Mitscherlich in Berlin thätig († anfangs der siebenziger Jahre als Prof. in Rostock), machte 1836 eine „Vorläufige Mittheilung der Resultate einer experimentellen Beobachtung über Generatio aequivoca.“<sup>1)</sup>

Eine Entwicklung lebender Organismen hatte man bis hierbin noch nicht beobachten können und es blieb daher die Frage: „Fasst der Zutritt von atmosphärischer Luft, Licht und Wärme zu infundirten organischen Substanzen alle Bedingungen zur primitiven Entstehung thierischer oder auch nur pflanzlicher Organismen in sich?“ noch unentschieden. Die hierbei zu überwindende Schwierigkeit lag darin, dass man a) gleich beim Beginn des Versuchs gewiss sein musste, keine Thiere oder entwickelungsfahige Keimstoffe in der Infusion zu haben; und b) dass die hinzutretende Luft nichts davon enthalten durfte. Zu dem Ende construirte sich Schulze einen Apparat, von dem ich die von Schulze seiner Arbeit beigefügte Abbildung in vergrössertem Massstabe hier wiedergebe (s. Fig. 1), weil er das Vorbild aller andern bis heute zu ähnlichen Zwecken gebrauchter Apparate geblieben ist.

<sup>1)</sup> In den *Annal. de Chim. et de Phys.*, 3<sup>eme</sup> Sér., Bd. 58, 1860, S. 367, nach denen ich hier citire, ist auf die *Annal. de Chim.*, Bd. 76 1810, S. 247 als diesbezügliche Originalquelle verwiesen, welche letztere indess, weil nicht auf hiesiger Univers.-Bibl. vorhanden, mir nicht direct zugänglich war.

<sup>2)</sup> Poggendorff's *Anal. d. Phys. u. Chem.*, Bd. 39, 1836, Nr. 11, S. 487 bis 489.

Derselbe füllte den gläsernen Kochkolben (K) zur Hälfte mit destillirtem Wasser ( $H_2O$ ), dem er verschiedene animalische und vegetabilische Stoffe beigemischt hatte, verschloss ihn mit einem guten Kork (k), der von zwei luftdicht in ihn eingepassten, knieförmig gebogenen Glasröhren ( $r_1$  und  $r_2$ ) durchbohrt war; hierauf erhitzte er ihn in einem Sandbade so lange, bis das Wasser heftig kochte und „so alle Theile einer Temperatur von  $100^0$  ausgesetzt waren.“ Während dessen befestigte er an die beiden in den Kork eingefügten Glasröhren „einen Apparat, dessen sich die Chemiker bei organischen Analysen bedienen, um die Kohlensäure zu absorbiren“ (nämlich einen sog. Liebig'schen Kugelapparat, Fig. 1.  $A_1$  u.  $A_2$ ), von denen der eine mit Kalilauge (KOH), der andere mit conc. Schwefelsäure ( $H_2SO_4$ ) gefüllt war.“ „Durch die Siedehitze war alles in dem Kolben und den beiden Glasröhren etwaig vorhandene Lebendige oder dessen Keime zerstört und durch die Schwefelsäure auf der einen, die Kalilösung auf der andern Seite aller Zutritt desselben von aussen abgeschnitten . . . . Um nun fortwährend die Luft innerhalb des Kolbens zu erneuern, sog ich mehrmals des Tages mit dem Munde an dem offenen Ende des mit Kalilösung gefüllten Apparates, wo dann jedesmal die Luft aus dem Kolben heraus durch die kautische Flüssigkeit hindurch in meinen Mund, und von aussen atmosphärische Luft durch die Schwefelsäure hindurch in den Kolben trat. Die Luft wurde natürlich durch das Hindurchtreten durch die Schwefelsäure in ihrer Zusammensetzung nicht verändert; es mussten aber, wenn man sie nur langsam hindurchtreten liess, alle in ihr befindlichen lebendigen oder lebensfähigen Theilchen von der Schwefelsäure aufgenommen und sofort zerstört werden.“

Obschon die Versuche während der Sommermonate (1836) angestellt und die Erneuerung der Luft im Kolben ununterbrochen fortgesetzt wurde, blieb die Flüssigkeit doch frei von jeder Spur von Infusorien, Conferven oder Schimmel. „Dagegen zeigte sich alles dreies schon in einigen Tagen, nachdem ich den Kolben hatte offen stehen lassen, im reichlichsten Masse.“ —

Theodor Schwann (geb. 1810 zu Neuss, Prof. in Lüttich, † Jan. 1882 zu Koeln) dehnte die von Schulze zur Widerlegung der Urzeugung von Neuem aufgenommenen Versuche bald darauf weiter aus; er vermied bei seinen Experimenten die Filtration durch starke chemische Reagentien, setzte indess die Luft, welche er zu den Versuchsflüssigkeiten treten liess, erst der Glühhitze aus; es trat alsdann keine Fäulniss ein.

Dr. Schwann, damals bei Joh. Müller in Berlin arbeitend, theilte am 26. Sept. 1836 auf der Naturforscher-Versammlung zu Jena seine Versuche über *Generatio aequivoca* mit.<sup>1)</sup> „Schwann hatte ein

<sup>1)</sup> Vgl. „Bericht üb. d. Versamml. deutsch. Naturf. u. Aerzte zu Jena im Sept. 1836.“ in Oken's Isis, encyclop. Zeitschr., 1837; Heft 7, S. 523 ff.

wenig von einer organischen Infusion in eine Glaskugel gebracht, so dass der grösste Theil der Kugel mit atmosphärischer Luft gefüllt blieb. Die Kugel wurde dann an ihrer Oeffnung zugeschmolzen und in siedendem Wasser oder in den Papinianischen Topf gebracht und nach  $\frac{1}{4}$  Std. wieder herausgenommen; zeigten sich hier nach einiger Zeit Infusorien, so konnten sie nur durch *Gen. aequivoca* entstanden sein, da die etwa vorhandenen Keime durch die Siedehitze zerstört waren; zeigten sich keine Infusorien, so konnte auch nur die Nichtexistenz der *Gen. aequivoca* der Grund davon sein, da alle andern Bedingungen zur Infusorienbildung mit Ausnahme der Keime vorhanden waren. Schwann hatte aber keine Infusorienbildung in diesem Gläschen beobachtet. Um dem Einwurfe vorzubeugen, dass die organische Materie während des Kochens den Sauerstoff der in dem Gläschen befindlichen Luft in Kohlensäure verwandle, hatte Schwann den Apparat auf folgende Weise modificirt (s. Fig. 2): Der Hals des Kölbchens (K) wurde abwärts gesenkt, knieförmig umgebogen, so dass der andere Schenkel wieder in die Höhe stieg. Hier wurde noch ein kleines Kügelchen (k) angeblasen und der übrige Theil der Glasröhre in eine Spitze (S) ausgezogen und dann abgebrochen. Das Knie wurde nun mit Quecksilber (Hg) gefüllt und darüber eine organische Infusion in das kleine Kügelchen gegossen, wovon die Spitze zugeblasen. Während des Kochens wurde die Flüssigkeit durch das Quecksilber von der Luft des Kölbchens abgesperrt. Nach dem Kochen aber wurde der Apparat umgekehrt, wobei das Quecksilber herabsank und die Infusion mit der atmosphärischen Luft des Kölbchens in Berührung trat; aber auch hier zeigten sich keine Infusorien.“

Schwann schloss aus diesen sinnreichen Versuchen auf die Nichtexistenz der *Gen. aequivoca*, über welche Schlussfolgerung einige Theilnehmer der Naturforscher-Versammlung ihre Zweifel aussprechen zu müssen glaubten.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass in einer gut verschlossenen Glaskugel, die mit atmosphärischer Luft gefüllt ist und ausserdem ein wenig einer Infusion von Muskelfleisch enthält, nach dem Erhitzen auf  $100^{\circ}$  C. innerhalb mehrerer Monate keine Infusorienbildung und keine Fäulniss stattfindet, und zwar „selbst dann nicht, wenn die Quantität der in der Glaskugel enthaltenen thierischen Substanz so gering ist, dass an eine vollständige Verschluckung des Sauerstoffs aus der Luft der Glaskugel nicht zu denken ist.“

Schwann modificirte diesen Versuch derart, dass eine Erneuerung der Luft möglich wurde, „doch so, dass die neu hinzugeführte Luft, wie in den vorigen Versuchen, vorher einer höheren Temperatur ausgesetzt würde.“ Er veröffentlicht diesen Versuch in einer schon im folgenden Jahre (1837) gebrachten Abhandlung, welche die Dinge, worauf es uns hier ankommt, bereits in der Ueberschrift hervorhebt: „Vorläufige Mittheilung, betreffend Versuche über die Weingährung und Fäulniss.“<sup>1)</sup>

1) Poggendorff's Annal. d. Phys. u. Chem., Bd. 41, 1837; Nr. 5, S. 184-193.

„Ein Fläschchen, so lautet es hier, welches einige Stückchen Muskelfleisch enthielt und bis zu Einem Drittel mit Wasser gefüllt war, wurde mit einem Stöpsel geschlossen, der von zwei dünnen Glasröhren durchbohrt war. Diese Glasröhren wurden in einer Strecke von ungefähr drei Zoll durch eine leichtflüssige Metallmischung geleitet, welche anhaltend in einer dem Siedepunkte des Quecksilbers nahe liegenden Temperatur erhalten wurde.“ Durch diese Röhren wurde mehrere Wochen lang ein anhaltender Strom atmosphärische Luft in das Fläschchen geleitet, dessen Inhalt vorher stark gekocht worden war. Aber „auch in diesen Versuchen, deren mehrere angestellt wurden, zeigte sich nach mehreren Wochen keine Infusorien- oder Schimmelbildung und keine Fäulniss, sondern das Fleisch blieb unverändert und die Flüssigkeit so klar, wie sie nach dem Kochen war.“

Bezüglich der Schlussfolgerungen und der Resultate aus diesen Versuchen äussert sich Schwann also: „Ich bemerke hier nur, dass diese Versuche, wenn man sie vom Standpunkte der Gegner der Gen. aequivoca betrachtet, sich so erklären lassen, dass die Keime des Schimmels und der Infusorien, die nach dieser Ansicht in der atmosphärischen Luft enthalten sind, beim Ausglühen zerstört werden. Alsdann muss die Fäulniss so erklärt werden, dass diese Keime, indem sie sich entwickeln und auf Kosten der organischen Substanz ernähren, eine solche Zersetzung in dieser hervorbringen, wodurch die Phänomene der Fäulniss entstehen“ Dem Worte „Fäulniss“ fügt Schwann dies als Anmerkung bei: „Es kann hier natürlich nur die Rede sein von der gewöhnlichen, bald nach dem Tode eintretenden Fäulniss, . . . . nicht von all den mannigfaltigen Processen, die man unter dem Namen Fäulniss zusammengefasst hat, z. B. Moderbildung, Braun- und Steinkohlenbildung etc.“

Diese Beobachtung leitete Schwann, wie er selber sagt, auf „Versuche über die Weingährung, welche geeignet scheinen, den Untersuchungen über diesen Prozess eine andere Wendung zu geben.“ Er wiederholte, um die Beziehungen der atmosphärischen Luft zum Eintritt der Weingährung festzustellen, den frühern Versuch, etwas verändert, mehrmals mit einer Rohrzuckerlösung, die mit Bierhefe vermischt wurde; und er kam dabei zu dem gleichen Schlusse, dass auch bei der Weingährung, wie bei der Fäulniss, „nicht der Sauerstoff, wenigstens nicht allein der Sauerstoff der Luft, sondern ein in der atmosphärischen Luft enthaltener, durch Hitze zerstörbarer Stoff“ diese Gährung bewirke und veranlasse. Er fährt alsdann folgendermassen fort: „Es drängte sich sofort der Gedanke auf, dass vielleicht auch die Weingährung eine Zersetzung des Zuckers sei, welche durch die Entwicklung von Infusorien oder irgend einer Pflanze veranlasst werde.“ Für die Fäulniss stand ihm das, was wir gesehen haben, schon fest. Er machte sich an die mikroskopische Untersuchung der Bierhefe, bei der sich „darin die bekannten Körnchen, welche das Ferment bilden, zeigten; es sind theils runde,



grösstentheils aber ovale Körnchen von gelblich-weisser Farbe“; ferner sah er dabei eine in allen Stadien verfolgbare Vermehrung der Hefenzellen durch Knospung. Schwann beschreibt sodann den uns heute wohlbekannten Pilz, für den er den Namen „Zuckerpilz“ vorschlägt, und sagt von ihm: „In ausgepresstem Traubensaft tritt die sichtbare Gasentwicklung als Zeichen der Gährung ein, bald nachdem die ersten Exemplare eines eigenthümlichen Fadenpilzes, den man Zuckerpilz nennen könnte, sichtbar geworden sind. Während der Dauer der Gährung wachsen diese Pflanzen — Das Ganze hat grosse Aehnlichkeit mit manchen gegliederten Pilzen und ist ohne Zweifel eine Pflanze; — und vermehren sich der Zahl nach. Wird Ferment, welches schon gebildete Pflanzen enthält, in eine Zuckerauflösung gebracht, so treten die Erscheinungen der Gährung sehr bald ein, viel schneller, als wenn sich diese Pflanzen erst bilden müssen.“

Die Ansicht, dass keine faulige Zersetzung oder Gährung ohne die Anwesenheit organisirter Wesen vor sich gehe, war für Schwann der leitende Gedanke bei seinen Untersuchungen, aus denen er dieses deduzirte: „Der Zusammenhang zwischen der Weingährung und der Entwicklung des Zuckerpilzes ist also nicht zu verkennen, und es ist höchst wahrscheinlich, dass letzterer durch seine Entwicklung die Gährungserscheinungen veranlasst. Da nun aber zur Gährung, ausser dem Zucker, ein stickstoffhaltiger Körper nothwendig ist,“ so wird man sich nach Schwann demnach die Weingährung so vorzustellen haben, „als diejenige Zersetzung, welche dadurch hervorgebracht wird, dass der Zuckerpilz dem Zucker und einem stickstoffhaltigen Körper die zu seiner Ernährung und zu seinem Wachsthum notwendigen Stoffe entzieht, wobei die nicht in die Pflanze übergehenden Elemente dieser Körper (wahrscheinlich unter mehren andern Stoffen) vorzugsweise sich zu Alkohol verbinden. Aus dieser Erklärung ergeben sich die meisten über die Weingährung gemachten Beobachtungen sehr natürlich.“

In diesen Worten ist die Gährungstheorie Pasteur's bereits klar ausgesprochen. Mit aller Bestimmtheit wiederholt es dann zwei Jahre später (1839) Schwann <sup>1)</sup> und stützt es durch neue Experimente, „dass diese Pilze die Ursache der Gährung sind.“ „Dassübrigens die Fermentkügelchen Pilze sind, dafür sind auch alle denkbaren Beweise geliefert. Ihre Form ist die der Pilze, ihre Structur ist wie die der Pilze, da sie . . . . . sie wachsen wie Pilze . . . . . sie pflanzen sich fort wie Pilze, . . . . . Dass nun diese Pilze die Ursache der Gährung sind, geht a) daraus hervor, weil sie constant bei der Gährung vorkommen; b) weil die Gährung aufhört durch alle Einwirkungen, wodurch nachweisbar die Pilze getödtet werden, namentl. Siedehitze, arsenichtsaurer Kali etc.; und c) weil das den Process der Gährung erregende Princip ein Stoff sein muss, der durch diesen Process selbst wieder erzeugt und vermehrt wird, eine Erscheinung, die nur bei lebenden Organismen Statt hat.“

<sup>1)</sup> Schwann: Mikroskop. Untersuchungen; Berl., 1839; S. 235 ff.

Diese Resultate, wonach Fäulniss und Gährung durch von der Luft zugeführte, aber durch Ausglühen derselben zerstörbare mikroskopische Keime von Infusorien und Pilzen eingeleitet werden, welche dann auf Kosten der faulenden oder gährenden Substanz fortwachsen und sich vermehren, und so den einmal begonnenen Process unterhalten, — diese Resultate waren in der That ein grosser Fortschritt; denn sie entschieden den zwischen Needham und Spallanzani geführten Process zu Gunsten des Letztern; sie antworteten auf alle Befürchtungen Needham's über die mögliche Alteration der Luft bei den Experimenten Spallanzani's; sie zerstörten endlich die auf die Autorität Gay-Lussac's hin angenommene Meinung über die ursächliche Rolle, welche der Sauerstoff bei der alkoholischen Gährung spielt. —

Gleichzeitig mit Schwann hatte der franz. Physiker Charles Cagniard de Latour (1777—1859) den Zuckerpilz entdeckt und das Wachstum der Hefe beobachtet und beschrieben. Die beiden Forscher wussten offenbar nichts von einander; und so fällt mitlin jedem die Ehre und das Verdienst dieser Entdeckung gleichmässig zu, was Schwann auch in einem Nachtrag zu seinen „Versuchen über die Weingährung und Fäulniss“ und abermals in seinen „Mikroskop. Untersuchungen“, hier mit den Worten: „die von Cagniard-Latour und von mir aufgestellte Theorie der Gährung“, für den Franzosen ausdrücklich hervorhebt. Des Letztern Abhandlung war zuerst am 23. Nov. 1836 im Pariser L'Institut erschienen, der Aufsatz Schwann's „Vorl. Mittheil., betr. Versuche üb. d. Weing. u. Fäulniss“ „in den ersten Tagen des Febr. 1837 von Hrn. Prof. Joh. Müller in Schwann's Namen in der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin vorgelesen worden.“<sup>1)</sup> Schwann sagt diesbezüglich folgendes: „Bald darnach erhielt ich das L'Institut vom 23. Nov. 1836, woraus ich ersah, dass Cagniard-Latour ähnliche, mir bis dahin unbekannte Beobachtungen über die Gährung des Bieres gemacht hatte.“<sup>2)</sup> Er gibt dann kurz die Hauptsache der von Cagniard damals gemachten Mittheilungen über die Gährung an und fährt fort wie folgt: „Vor Kurzem hat der hochgeachtete französ. Gelehrte ein Werk über die Gährung des Biers herausgegeben, welches aber noch nicht hierher gekommen ist, und über dessen Inhalt ich bis jetzt nur aus den politischen Blättern Kenntniss habe. Ich kann daher nicht beurtheilen, in wiefern unsere in der Hauptsache übereinstimmenden Ansichten im détail zusammentreffen.“<sup>3)</sup> —

Cagniard-Latour sowohl als Schwann waren somit die ersten, welche bestimmt angaben, dass die Hefe nicht die Folge, sondern durch ihr Leben die Ursache der geistigen Gährung ist. Doch nehmen wir nun auch, der Vollständigkeit halber und um beiden Theilen gerecht zu

1) Poggendorff's Annalen: Bd. 41, 1837; Nr. 5, S. 192.

2) Dasselbst, S. 193.

3) Das., S. 193.

werden, von den in Betracht kommenden Beobachtungen und Mittheilungen Cagniard's <sup>1)</sup> Notiz.

Diesem Forscher kam es darauf an, zuerst die mikroskopische Untersuchung der Hefe, „desjenigen Stoffes vorzunehmen, welcher die Eigenschaft besitzt, Zucker gähren zu lassen.“ Diese Untersuchung und Beobachtung führte ihn zu der Erkenntniss, dass „die Körnchen, aus denen sich der Stoff zusammensetzt, eine kugelige Gestalt haben, . . . dass diese Kügelchen im Allgemeinen einfach, durchscheinend, fast farblos, sphärisch oder sehr wenig länglich, und fähig sind, sich zu regeneriren.“ Niemals hatte Cagniard an ihnen ortsverändernde Bewegungen wahrgenommen, welche als äussere Zeichen einer Willensthätigkeit betrachtet werden könnten. „Nun, da Körper von kugeligter Gestalt, d. h. andere als Krystalle in einer schleimigen Flüssigkeit sich vermehren, welche, ohne vorher verändert zu sein, keine Kügelchen entdecken liess, und da diese Körper keine ortsverändernde Bewegung zu besitzen scheinen, . . . so kann man es für sehr wahrscheinlich ansehen, dass diese Körnchen, die Hefekügelchen, organisirt sind und dass sie, obgleich stickstoffhaltig, zum Pflanzenreiche gehören.“ Bezüglich der Dimensionen der Hefe sagt er, dass der Durchmesser der Kügelchen für gewöhnlich nicht  $\frac{1}{100}$  mm überschreitet; „sie sind zudem meistens von noch geringerer Grösse, so dass allein in 1 cbmm Hefe, in festem Teige, sich wahrscheinlich zum Mindesten eine Million dieser kugeligen Individuen vorfindet.“ In der Voraussetzung, dass die Hefekügelchen die Fähigkeit besässen, sich zu reproduciren, hatte Cagniard, um sich diesbezüglich Klarheit zu verschaffen, verschiedene Versuche angestellt, welche ihn zu mannigfachen Beobachtungen führten, aus denen vorzüglich Folgendes resultirt: „Diese Kügelchen haben das Sonderbare, dass sie die Fähigkeit zu besitzen scheinen, sich durch Sprossen <sup>2)</sup> oder durch Verlängerung ihres eigenen Gewebes zu regeneriren, und so vielfältige Kügelchen zu bilden im Stande zu sein, d. h. zu zwei, zu drei und einige Male in grösserer Anzahl zusammengefügt, was, wie man sieht, meine Hypothese zu bestärken scheint, dass die Hefekügelchen organisirt sind, und dass sie zum Pflanzenreiche gehören.“

Man hatte Cagniard vorgehalten, dass die Vermehrung der Hefe bei der Gährung hauptsächlich herrühre von einer Fällung des Pflanzeneiweisses, welches der Biermost enthält. Der Forscher widerlegte aber diese Vermutung durch eine Reihe exacter Versuche, welche ergaben, dass diese Kügelchen eine Art Pflanzen zu sein schienen, welche nicht durch Entziehung von Wasser zu Grunde gingen; weil die an der Luft

<sup>1)</sup> Cagniard-Latour: „Mém. sur la Fermentat. vineuse“, vorgelegt der Académ. des sciences am 12. Juni 1837, veröffentl. in: *Annal. de chim. et phys.*, Bd. 68, 1838; S. 206 ff.

<sup>2)</sup> „Le bourgeonnement des globules, qui constitue l'importante découverte de M. Cagniard de Latour, se fait . . .“ Pasteur, *Annal. de Chim. et de Phys.*, 3<sup>ème</sup> Série, Bd. 58, 1860, S. 394.

getrocknete Hefe, selbst während langer Zeit, bekanntlich stets als ein gutes Ferment wirken könne; dass diese Hefe, obgleich der Einwirkung einer niedrigen Temperatur ausgesetzt, nicht weniger geeignet gewesen, nach der beträchtlichen Abkühlung, den Zucker ebenso activ zu zersetzen als gewöhnliche frische Hefe; dass ferner der Ueberschuss der Hefe hauptsächlich herrühre grade von der Reproduction der Hefekügelchen, d. h. davon, dass diese Kügelchen in der Flüssigkeit, welche sie enthält, die Nährmittel gefunden haben, welche besonders geeignet waren, diese Regenerirung zu begünstigen; dass demnach die Annahme, wornach diese Kügelchen sich durch eine Art albuminöser Coagulation gebildet und vermehrt hätten, nicht berechtigt sei. —

Turpin kam auf Grund seiner mikroskopisch-physiologischen Untersuchungen in Betreff der Gährung zu diesen Schlussfolgerungen <sup>1)</sup>: „Unter Gährung muss man ein Zusammenwirken von Wasser und lebenden Körpern verstehen, die sich entwickeln und nähren durch Absorption eines Bestandtheiles des Zuckers, indem sie daraus Alkohol oder Essigsäure abscheiden: eine rein physiologische Wirkung, welche anfängt und endigt mit der Existenz von Infusorienpflänzchen oder Thierchen, deren Leben erst mit der totalen Erschöpfung der zuckerhaltigen nährenden Materie aufhört, wornach sie sich als schleimiger Absatz oder Hefe am Boden des Gefässes ansammeln.“ —

Nach den vorgenannten Forschern stellte zunächst Hermann Ludwig Helmholtz <sup>2)</sup> (geb. 1821), der die Sachlage zugleich in klarer Weise auseinandersetzte, Versuche an, die jedoch zum Theil nur als Wiederholungen der seiner Vorgänger zu betrachten sind. Zunächst zeigte Helmholtz, „dass geglühte atmosphärische Luft unfähig sei, Fäulniss oder Gährung hervorzurufen.“ Derselbe bediente sich bei Anstellung seiner Versuche folgender sehr einfachen Methode: „Ein Glaskolben, der verschiedene organische Substanzen, Theile von Thieren, Fleischstücke, klare Leimlösung oder Traubensaft enthielt, wurde durch einen ganz mit Siegellack überzogenen Kork verschlossen, durch welchen 2 dünne, rechtwinkelig gebogene, dicht neben einander verlaufende Glasröhren führten, deren eine in eine enge Spitze ausgezogen, die andere aber horizontal in einem rechten Winkel abgebogen war, um als Saugrohr zu dienen. Nachdem die Flüssigkeit des Kolbens so weit zum Kochen gebracht war, dass aus beiden Röhren die Dämpfe stark ausströmten, wurde die eine (nämlich die ausgezogene Röhre) durch etwas Siegellack geschlossen, und die andere während des Erkaltens des Kolbens durch eine Spiritusflamme an einer Stelle bis zum Glühen erhitzt, und . . . gleichfalls mit Siegellack verschlossen. Die dabei eingeströmte Luft war meist bald nach der vollen-

<sup>1)</sup> Compt. rend. 1838; 2<sup>ème</sup> sér., No. 8, S. 402.

<sup>2)</sup> Helmholtz: „Ueber das Wesen der Fäulniss und Gährung.“ Arch. f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Medicin von Joh. Müller, 1843; 5. Heft, S. 453—462.

deten Abkühlung vollständig ihres Sauerstoffs beraubt, wie ich mich durch Untersuchung derselben mittelst Phosphors überzeuge.“

Die angewandten Flüssigkeiten waren ganz unverändert geblieben, und nur in den klaren Glutinlösungen war ein ganz geringer Niederschlag entstanden; Fäulniss oder Gährung war nirgends eingetreten: dies konnte an dem Mangel von Sauerstoff liegen. „Um nun neuen Sauerstoff hinzubringen, erhitze ich die beiden nebeneinanderlaufenden Röhren an einer Stelle, öffnete dann beide Enden und sog leise durch das 2. gebogene Rohr die Luft aus dem Kolben aus, wobei von aussen neue durch die enge Öffnung des ersten langsam einströmte und die erhitze Stelle desselben passirte. Auf diese Art konnten beliebige Quantitäten Luft in beliebigen Zwischenzeiten hineingeschafft werden. Die einzige Veränderung, die an den organischen Materien sichtbar wurde, war eine geringe Vermehrung des Niederschlags; übrigens waren dieselben selbst in den heissesten Zeiten des Sommers nach 8 Wochen an Geruch, Geschmack, Ansehen und in ihrem Verhalten gegen Reagentien unverändert; liess man aber auch nur eine geringe Menge ungeglühter Luft ein, oder war der Verschluss des Kolbens nicht ganz fest, so entstand meist schon nach 2—4 Tagen Fäulniss in ihren gewöhnlichen Erscheinungen mit Infusorienbildung . . . . . Mit dem Mikroskop findet man in der durch Fäulniss entfärbten Flüssigkeit eine fein granulirte Masse, welche sich bei 400maliger Vergrösserung als eine Zusammenhäufung kleiner Kügelchen erkennen lässt und grössere stabförmige Thiere, welche sich langsam und um ihre Längenchse rotirend fortbewegen.“

Helmholtz fügt hinzu, dass man das hier aufgefundenene Factum zunächst nur auf die Zersetzungen der stickstoffhaltigen näheren Organbestandtheile der lebenden Wesen beziehen dürfe, namentlich auf die proteinhaltigen und leimartigen Verbindungen, indem andere Stickstoffverbindungen, Harnstoff und Cyanwasserstoffsäure, unabhängig vom Zutritt der Luft auch in verschlossenen und ausgekochten Gefässen langsam sich zersetzen.

Diese Versuche widersprachen den althergebrachten Ansichten über die zur Fäulniss und Gährung notwendigen Bedingungen, traten zumal der bekannten Hypothese Gay-Lussac's entgegen und bestätigten im Wesentlichen die Theorien Schwann's und Cagniard's. Um aber noch auf eine andere Methode die Einwirkung des Sauerstoffs auf organische Stoffe zu untersuchen, schloss Helmholtz Fleisch, Leimlösungen, Traubensaft ausgekocht luftdicht ein und bewirkte durch einen mittelst Platindrähte durch die Flüssigkeit geleiteten elektrischen Strom eine Wasserzersetzung; aber auch hier war das entwickelte Sauerstoffgas nicht im Stande, Fäulniss oder Gährung hervorzurufen.<sup>1)</sup> „Aus diesen Experimenten geht hervor, dass weder der Oxydationsprocess, . . . . . noch

<sup>1)</sup> Dieses Resultat widerspricht einem Versuche von Gay-Lussac, welcher in unter Quecksilber ausgepresstem Traubensaft durch den elektrischen Strom Gährung hervorgerufen haben will.

die mächtige chemische Bewegung, welche durch den elektrischen Strom hervorgerufen wird, im Stande sind, die Fäulniss oder Gährung einzuleiten. Auch kann keiner der gewöhnlichen, durch Siedehitze nicht veränderlichen Bestandtheile der Atmosphäre den Anstoss geben . . . . . Uebrig bleiben nur noch zwei Substrate, denen wir diese Wirkung zuschreiben können, nämlich die in der Luft verbreiteten Exhalationen fauliger Substanzen, . . . . . oder die Keime organischer Wesen . . . . . Beiden können wir die Fähigkeit zuschreiben, Fäulniss zu erregen.“

Um die Frage zu entscheiden, welches dieser beiden Agentien das wirksame sei, hatte Helmholtz fäulnissfähige Stoffe so abzusperren versucht, dass der Zutritt selbst mikroskopisch kleiner, fester Körperchen zu ihnen verhindert wurde, nicht aber der von flüssigen oder gasförmigen Stoffen. Diese Absperrung bewerkstelligte er auf rein mechanischem Wege mittelst thierischer Blase, da durch chemische Mittel die Trennung beider Agentien nicht gelingen konnte, weil dieselben stets Fäulniss und Leben zugleich zerstören.

Aus den erhaltenen Resultaten bildete er sich die Ansicht, dass die Fäulniss auch unabhängig von dem Lebensprozesse bestehen kann und nur in der Form von diesem verschieden ist, dass zu ihrer Einleitung der Zutritt faulender Flüssigkeiten oder Dünste hinreiche, und dass organische Wesen nur dann entstehen, wenn der Zutritt fester Körper (also auch organischer Keime) vorhanden ist. Dagegen ist „die weinige Gährung an den Zutritt eines festen Körpers gebunden, der durch die Blase zurückgehalten wird, und unter welchem wir uns nur die Hefe denken können, deren vegetabilische Natur nicht mehr zu bezweifeln ist.“ —

Diese Versuche von Helmholtz sind bemerkenswert. Man könnte zwar, sagt Huppert, <sup>1)</sup> bezweifeln, dass der Verschluss durch den Kork im Tubulus und durch die Membran hinreichend dicht gewesen sei, um den Zutritt niederer Organismen vollständig zu verhindern; aber eine mikroskopische Untersuchung wies die Abwesenheit von Infusorien nach. Diese belangreichen Erfahrungen constatirten vor der Hand, dass man zwei Arten von Fäulniss, von denen die eine unter, die andere ohne Mitwirkung niederer Organismen vor sich geht, zu unterscheiden hat. —

O. Döpping und H. Struve <sup>2)</sup> haben die Versuche von Helmholtz wiederholt, aber zum Theil andere Resultate über die zur Fäulniss und Gährung notwendigen Ursachen, namentlich in Betreff der Gährung, erhalten: „Aus unsern Beobachtungen glauben wir mit Recht folgenden Schluss ziehen zu müssen: Die Gährung der Trauben wird nicht durch die Hefenzellenbildung bedingt; diese ist nur eine sekundäre Erscheinung, die hervorgebracht wird durch die Einwirkung der Luft auf den Traubensaft.“ (S. 275.) Aus ihrer Abhandlung geht indess

<sup>1)</sup> Huppert, a. a. O., S. 6.

<sup>2)</sup> Döpping u. Struve: „Versuche über Fäulniss und Gährung.“, im Journ. f. pract. Chemie, Bd. 41, 1847; Heft 5, S. 255—277.

hervor, dass sie nicht immer die nötigen Vorsichtsmassregeln innegehalten haben, weshalb es gestattet sein wird, diese Experimente hier zu übergehen.

### III.

Während man auf der einen Seite die Vorgänge und Erscheinungen der Fäulniss und Gährung biologisch und vom mikroskopisch-physiologischen Gesichtspunkte zu erklären sich bemühte, wurden dieselben von andern Forschern chemisch genauer verfolgt. Darin nun stimmten beide Theile, Chemiker wie Physiologen, überein, dass die sog. Zersetzungsprocesse des Lebens beraubter organischer Substanzen keine freiwilligen seien, sondern dass erst der Zutritt eines andern in der Atmosphäre enthaltenen Agens den Anstoss dazu geben müsse. Da es sich nun fand, dass ein Theil des hinzugetretenen Sauerstoffs sich mit den Bestandtheilen der organischen Stoffe verbinde, so glaubten sich die meisten Chemiker, auf die Autorität Gay-Lussac's hin, zu dem Schlusse berechtigt, dass eben der Sauerstoff durch seine hervorstechende Verwandtschaft zu diesen Stoffen den Anstoss zu den Zersetzungsprocessen gebe, und somit die Ursache von Fäulniss und Gährung sei, entweder indem durch Oxydation Substanzen entständen, welche nach Joh. Jac. Berzelius (1779—1848), dem bedeutendsten Chemiker der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts, durch „katalytische Kraft“ das Zerfallen der Masse bewirken,<sup>1)</sup> oder indem nach Liebig's Theorie der Gährung<sup>2)</sup> die chemische Bewegung, welche mit der Oxydation (Verwesung) verbunden sei, sich auf die übrigen Atome fortpflanze und sich in diesem bei nicht hinreichendem Sauerstoffzutritt als blosse Metamorphose der Verbindung darstelle.

Liebig sagt in dem eben citirten Werke (S. 382): „Mit Gährung, Fäulniss und Verwesung bezeichnet man im Allgemeinen die Form- und Eigenschaftsveränderungen, welche die complexen organischen Materien erleiden, wenn sie von den Organismen getrennt, bei Gegenwart von Wasser und einer gewissen Temperatur sich selbst überlassen werden. Gährung und Fäulniss sind Zersetzungsprocesse von der eigenthümlichen Art, die wir mit chemischen Metamorphosen bezeichnet haben; die Elemente der Körper, welche in Gährung oder Fäulniss überzugehen fähig sind, ordnen sich zu neuen Verbindungen. und an dieser Ordnungsweise nehmen meistens die Bestandtheile des Wassers einen bestimmten Antheil. Die Verwesung ist verschieden von der Gährung und Fäulniss,

1) Berzelius hatte unbestimmt schon 1827, genauer 1839 die Fermentationen als durch „katalytische Kraft“ bedingt angesehen. Er bezeichnet damit eine Kraft, deren Wirkung darin besteht, chemische Verbindungen zu ersetzen, und welche verschiedenen Substanzen, die bei dieser Zersetzung chemisch sich nicht verändern, eigenthümlich ist.

2) J. Liebig, Die organ. Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur u. Physiologie; Braunsch., 1840; 1. Aufl. 2. Theil.

insofern sie ohne Zutritt der Luft nicht stattfindet, deren Sauerstoff hierbei von dem Körper aufgenommen wird, u. s. w. <sup>1)</sup> —

Nicht unerwähnt bleiben darf folgender Versuch <sup>2)</sup> Eilhard Mitscherlich's (1794—1863): Bei der Zersetzung, welche Traubenzucker und andere Zuckerarten erleiden, bildet sich Kohlensäure und Alkohol . . . . .; „Der Körper aber, der diesen Process bewirkt, und durch den wir ihn bisher haben bewirken können, ist organischer Natur; . . . . Ohne dass man weiter auf die verschiedenen Meinungen über diesen Prozess einzugehen nötig hat, kann man die Thatsachen, worauf es hier wesentlich ankommt, durch bestimmte Versuche sicher ermitteln. Die Hefe besteht aus runden und ovalen Kügelchen, welche so gross sind, dass sie durch feines Filtrirpapier nicht hindurehgehen; bringt man etwas von dieser Hefe in ein Glasrohr R (s. Fig. 3), welches unten mit einer Papierscheibe p verschlossen ist und stellt dieses Glasrohr in eine Zuckerauflösung Z, so findet während mehrerer Tage nur in dem Glasrohr die Gährung statt, der Zucker tritt durch das Papier hinein, wird dort zersetzt, und der Alkohol tritt heraus und verbreitet sich in der Flüssigkeit; die Flüssigkeit sättigt sich mit Kohlensäure; gasförmige Kohlensäure entweicht jedoch nur aus dem Rohr, aber in grosser Menge; erst wenn nach längerer Zeit das Papier, indem es weich wird, Hefekügelchen durchlässt, beginnt an der Oberfläche derselben der Gährungsprocess. Dieser Versuch beweist genügend, dass nur an der Oberfläche der Kügelchen die Gährung vor sich geht.“

Die Versuche Schwann's und die Resultate derselben waren Mitscherlich nicht unbekannt; denn a. a. O. S. 393 sagt er: „Nach den Versuchen mehrerer Naturforscher, nach denen von Schulze, Schwann und Andern bilden sich diese Wesen nicht, wenn man keine Luft oder nur geglühte Luft zulässt.“

Die Substanzen, welche nach Berzelius durch „katalytische Kraft“ wirken und sich chemisch während ihrer Wirkung nicht ändern sollen, nannte Mitscherlich 1841, „nur um den Vorgang zu bezeichnen, Contactsubstanzen, und den Process selbst eine chemische Zersetzung oder Verbindung durch Contact.“ <sup>3)</sup> Die Causalität der Gährung fasste er also so auf, dass die Organismen nicht durch ihre Lebensthätigkeit, sondern durch Contact wirken. „Die Gährung, sagt Mitscherlich, <sup>4)</sup> wird durch ein vegetabilisches, die Fäulniss durch ein thierisches Wesen bewirkt.“ Er deutete dies aber nicht als physiologischen Vorgang, sondern erklärte es durch sein Theorem von der Existenz und Aktion organischer Contactsubstanzen. —

<sup>1)</sup> In den neuesten Auflagen dieses Buches sind die Excurse über Gährung, Fäulniss u. s. w. ausgelassen.

<sup>2)</sup> Monatsber. über d. Verhandl. d. kgl. Academ. d. Wissenschaft zu Berlin; Decbr. 1841; S. 392.

<sup>3)</sup> Mitscherlich; Monatsber. d. Academ. zu Berlin; Decbr. 1841; S. 396.

<sup>4)</sup> Vgl. Monatsber. d. Academ. zu Berlin; Februar 1843; S. 38.



Offenbar war durch die Arbeiten der Chemiker in der Erklärung der in Rede stehenden Fragen eher ein Rückschritt, denn ein merklicher Fortschritt gemacht worden.

Namentlich waren es Justus v. Liebig und auf seine Autorität hin viele andere Forscher, welche „als die erste und wichtigste Ursache aller nach dem Tode der Organismen eintretenden Veränderungen und Umwandlungen die Wirkung und den Einfluss betrachteten, welche der Sauerstoff der Luft auf manche ihrer Bestandtheile ausübt. Diese Wirkung ist bedingt durch eine gewisse Temperatur und findet nur bei Gegenwart von Wasser statt. Die Frostkälte und die Siedehitze heben diese Prozesse auf“<sup>1)</sup> (17. Brief). „Die chemische Action des Sauerstoffs hört erst dann auf, wenn die Fähigkeit der organischen Atome, sich mit Sauerstoff zu verbinden, erschöpft ist. Die chemische Action des Sauerstoffs ist ja nichts anderes, als das Streben nach Verbindung“ (19. Brief). „Die Fortdauer der Zersetzungsprocesse (Fäulniss und Gährung), auch wenn der Sauerstoff, die ursprüngliche Bedingung zu ihrer Entstehung, nicht mehr mitwirkt, zeigt aufs Klarste, dass der Zustand der Umsetzung, welcher in den Elementen eines kleinen Theilchens eingetreten ist, einen Einfluss ausübt auf die übrigen Theilchen, welche mit dem Sauerstoff der Luft nicht in Berührung gekommen waren; denn nicht bloss die ersten, sondern auch alle andern erleiden allmählich dieselbe Zersetzung“ (17. Brief). „Ein jeder Zersetzungsprocess, der in einem Theil eines organischen Körpers durch eine äussere Ursache beginnt und der sich mit oder ohne deren weitere Mitwirkung durch seine ganze Masse verbreitet, hat den Namen Fäulnissprocess erhalten. Alle der Fäulniss unfähigen Materien heissen gährungsfähig, wenn sie die Eigenschaft besitzen, in Berührung mit faulenden Stoffen eine Zersetzung zu erleiden; der Process ihrer Zersetzung heisst dann Gährung; der faulende Körper, durch welchen derselbe bedingt ist, empfängt den Namen Ferment“. „Nach der Menge des vorhandenen Ferments richtet sich die Zeit der Zersetzung“. „In der Fäulniss und Gährung wechseln nicht die Atomgruppen, sondern die Atome in den Gruppen ihren Ort, und es ist diese innere Bewegung in faulenden Körpern, welche eine Umlagerung, einen Ortswechsel der Atome in gährungsfähigen Körpern hervorruft, wenn die Kraft, welche ihre Elemente zusammenhält, kleiner ist, als die auf sie einwirkende Thätigkeit, die sie zu ändern strebt“. (17. Brief).—

Bevor ich auf die experimentellen Untersuchungen von H. Schroeder und Th. von Dusch, die nun folgen würden, und welche einer ausführlichen Erwähnung verdienen, eingehe, will ich theils recapitulirend, theils ergänzend noch Folgendes hier einfügen: 2) Es war also, wie

<sup>1)</sup> von Liebig, Chemische Briefe; 2 Bde.; 4. Aufl., Leipzig u. Heidelberg, 1859.

<sup>2)</sup> Das Nachstehende citire ich zum Theil nach Helmholtz, a. a. O. S. 454 u. f.

wir gesehen, bis zu dieser Zeit bekannt, dass sich in allen faulenden thierischen und pflanzlichen Substanzen mikroskopische Organismen in ungeheurer Zahl bilden; man hatte auch die Bedingungen, unter welchen sich dieselben entwickeln, bestimmt und gefunden, dass, sobald eine des Lebens beraubte organische Substanz nur mit ausgekochtem Wasser und ausgeglühter Luft in Berührung kommt, weder Gährung oder Fäulniss noch Entwicklung von Organismen bemerkt wird, dass sich solches aber einstellt sobald auch nur ein Minimum von einem jener Stoffe hinzutritt, ohne vorher die Siedehitze oder starke chemische Agentien, welche ebenfalls die Bedingungen und Ursachen für Fäulniss und Gährung zerstören, passirt zu haben. Alsdann wurde Schwann's Beobachtung von der vegetabilischen Natur der Hefe von grosser Wichtigkeit, weil die Hefe eine sehr constante Form darbietet. In Anbetracht der so stetigen Verbindung zwischen den Zersetzungsprocessen und der Entwicklung mikroskopischer Organismen, sowie der Gleichheit der Mittel, durch welche beide Vorgänge zerstört werden, kamen mehrere Physiologen zu der Ansicht, dass die Zersetzung nur Folge des Lebensprocesses sei, dass sich jene Organismen von den zersetzten Materien genährt und die Zersetzungsprodukte durch die Secretionen von sich gegeben hätten.

Von vielen der damaligen grössten Chemiker wurden jedoch die *Facta*, worauf sich diese Ansicht stützt, ignorirt und als physiologische Phantasien betrachtet. Die vegetabilische Natur der Hefe verwarfen sie, sich auf eine Beobachtung Ehrenberg's stützend, wonach auch unorganische Niederschläge sich zuweilen zu rosenkranzförmigen und ästigen Figuren an einander reihen. Dagegen waren schon bis Anfangs der 40er Jahre unseres Jahrh. entwickeltere Formen gährungserregender Vegetabilien bekannt geworden, welche keinen Zweifel über ihre vegetabilische Natur liessen. Gegen die Versuche, durch welche dargethan wird, dass geglühte Luft unfähig sei, diese Zersetzungsprozesse einzuleiten, äusserte Liebig in seinem bereits citirten Werke: „Die organische Chemie etc., 1840“, dass überhaupt thierische Stoffe in reinen Gefässen viel langsamer faulen, als in solchen, welche durch organische Reste verunreinigt sind. Es wurde jedoch, wie wir gesehen haben, durch die oben genauer erörterten, ebenso einfachen, als leicht auszuführenden Versuche Schwann's, Helmholtz's und A. so stringent bewiesen, als überhaupt nur chemische Experimente beweisen können, dass geglühte Luft vollkommen unfähig ist, Fäulniss und Gährung hervorzurufen. —

H. Schroeder und Th. von Dusch<sup>1)</sup> hatten bei ihren Versuchen die Absicht, die Luft mit allen ihren gasförmigen Bestandtheilen auf

<sup>1)</sup> Die 1. Abhandlung: „Ueber Filtration der Luft in Beziehung auf Fäulniss und Gährung, von H. Schroeder u. Th. v. Dusch.“ erschien *Annal. der Chem. u. Pharm.*, Bd. 89, 1854, Heft 2, S. 232—343.

Die 2. Abhandl. mit dems. Titel von H. Schroeder, daselbst Bd. 109, 1859, H. 1, S. 35—52.

Die 3. Abhandl. als Fortsetzung der ersten und zweiten, von H. Schroeder, daselbst Bd. 117, 1861, H. 3, S. 273—295.

fäulnis- oder gährungsfähige Substanzen einwirken zu lassen, ohne sie vorher energischen chemischen Eingriffen und starken Reagentien (wie die Filtration durch Säure nach dem Vorgange Schulze's, dem Ausglühen nach dem Verfahren Schwann's) auszusetzen, sie aber möglichst von körperlichen Elementen zu trennen. Sie filtrirten daher die Luft; und zwar wählten sie „als Filtrationsmittel zunächst Baumwolle, weil von ihr bekannt ist, dass sie ansteckende Krankheitsmiasmen auf ihrer Oberfläche zurückzuhalten und weithin zu verschleppen im Stande ist.“ (1. Abhdl.).

Die beiden Forscher vermuteten, „dass eine frisch abgekochte organische Substanz in solch gehörig filtrirter Luft gegen den Eintritt der Fäulnis oder Gärung geschützt sein würde.“ (1. Abhdl.). Der benutzte Luftfiltrationsapparat bestand aus einem Glaskolben, welcher mit einem vollkommen luftdicht schliessenden Kork versehen, zur Aufnahme der Probesubstanz (Fleischinfusion, Gährungsflüssigkeit, Malzwürze etc.) bestimmt war. Die Luft wurde in demselben mittelst eines mit Wasser gefüllten, als Aspirators dienenden Gasometers gesaugt; ehe sie in den Kolben trat, durchstrich sie erst ein Glasrohr, die sog. „Filtrationsröhre, von etwa 1 Zoll Durchmesser und 20 Zoll Länge“, welches lose mit vorher einige Zeit im Wasserbade erwärmter Baumwolle gefüllt war; aber auch zwischen dem Aspirator und dem Kolben befand sich in einer Glasröhre, dem sog. Saugrohr, eine Schicht Baumwolle. Sonst war der Apparat, wie schon bemerkt, luftdicht. Ehe man ihn in Gang setzte, „wurde die in dem Kolben befindliche Probesubstanz (Fleischbrühe mit Fleisch, Malzwürze etc.) bis zum Kochen erhitzt und so lange im Kochen erhalten, bis alle Verbindungsrohre bis an die Baumwolle im Filtrationsrohre hin heiss geworden waren.“ (1. Abhdl.)

Schroeder und v. Dusch haben eine ganze Reihe von Versuchen angestellt, von denen ich einige wichtige hier anführe:

1. „Fleisch wurde in der oben angegebenen Weise mit etwas Wasser in dem Kolben angesetzt; gleichzeitig wurde in einem 2. Controlkolben Fleisch ebenfalls mit Wasser abgekocht und offen neben den Filtrationsapparat hingestellt.“ (1. Abhdl.)

Hier kurz das Resultat dieses Versuchs: Den ersten Kolben öffneten sie nach 23 Tagen, während welcher Zeit ununterbrochen „filtrirte Luft durch denselben hindurchgesaugt worden war; das Aussehen seines Inhalts war völlig unverändert; es zeigte sich keine Spur von Geruch, beim Erwärmen aber der reine und charakteristische Geruch frischer, ungewürzter warmer Fleischbrühe.“ (1. Abhdl.)

2. In einem andern Falle (1. Abhdl.) wurde Fleisch mit Wasser abgekocht und der Kolben noch heiss mit einem losen Baumwollenpfropf versehen, über welchen ein grösserer Baumwollenwulst übergestülpt und an den Hals des Kolbens mit Seidenschnur befestigt wurde.

In diesem letzten Kolben, der „unter Baumwolle“<sup>1)</sup> stehen blieb, musste schon während der Abkühlung frische Luft durch die Baumwolle nachfiltriren. Nach 24 Tagen wurde dieser Kolben geöffnet; man konnte in ihm „weder Schimmelbildung, noch sonst eine auffallende Veränderung der Substanz erkennen; nur schien uns das Fleisch an einzelnen Stellen ein weisslicheres Aussehen bekommen zu haben; wenigstens war nur dasselbe von Anfang nicht aufgefallen. Beim Oeffnen zeigte sich die Substanz ohne Geruch; sie entwickelte beim Erwärmen den unveränderten Geruch frischer Fleischbrühe und hatte ebenso den unveränderten Geschmack frischer ungesalzener Fleischbrühe. Sie reagierte, wie frische Fleischbrühe, schwach sauer.

Das Fleisch und die Fleischbrühe in den offenen Probekolben fing schon in der zweiten Woche an, einen unerträglichen Fäulnissgeruch zu entwickeln und dann in stinkende Fäulniss überzugehen.

Mehrfach wiederholte Versuche der Art, in derselben Weise und unter den gleichen Cautelen angestellt, liessen die beiden Forscher den Schluss aussprechen, „dass mit Wasser frisch abgekochtes Fleisch nicht fault, und dass frisch abgekochte Fleischbrühe während mehrerer Wochen völlig unverändert bleibt, wenn nur solche Luft Zutritt hat, welche vorher durch Baumwolle filtrirt worden ist.“ (1. Abhdl.)

3. Frisch gekochte süsse Malzwürze, mit etwas Hopfen versetzt, welche nur sehr schwach sauer reagirte, erhielt sich im Filtrirapparat 23 Tage lang ganz unverändert: „Die Flüssigkeit war wie von Anfang vollkommen klar, . . . . . von süssem Geschmack und von schwach-saurer Reaktion wie vor dem Versuche.“ (1. Abhdl.)

In der in einem offenen Probekolben aufbewahrten Würze hatte schon nach 8 Tagen Schimmelbildung begonnen und es hatte sich gleichzeitig die Flüssigkeit getrübt. „Durch diesen Versuch glauben wir (Schröder u. v. Dusch) festgestellt zu haben, dass . . . . . eine süsse gährungsfähige Malzwürze durch Wochen völlig unverändert bleibt, wenn nur solche Luft Zutritt hat, welche vorher durch Baumwolle filtrirt worden ist.“ (1. Abhdl.)

4. Schroeder und v. Dusch war es ferner von Interesse, zu erfahren, ob unter gleichen Umständen auch frisch abgekochte Milch unverändert bleiben, ob sie nicht gerinnen und nicht faulen würde. Aber alle im Juni und Juli 1853 angestellten analogen Versuche schlugen fehl, sie „ergaben ein negatives Resultat. Das Gerinnen der Milch trat eben so schnell ein, wenn sie sich in filtrirter, als wenn sie sich an offener Luft befand . . . . . Nur die Schimmelbildung auf ihrer Oberfläche war durch die Filtration der Luft vollkommen verhütet.“ (1. Abhdl.). „Gleichwohl gelang ein andermal der Versuch vollkommen“, (2. Abhdl.), und zwar im Sommer 1855.

<sup>1)</sup> Damit sollte angedeutet werden, dass eine Substanz im Glaskolben bis zum Kochen erhitzt, heiss mit Baumwolle lose verpfropft und dann sich selbst überlassen wurde.

Ebenso wie die Milch verhielt sich auch Eigelb. „Eigelb, mit Wasser angerührt und gekocht, erhielt sich bei wiederholten Versuchen „unter Baumwolle“ nicht; es zersetzte sich meist ebenso schnell als an offener Luft, entwickelte fauligen Geruch und unter dem Mikroskope waren sogar mehrmals Fibrionen wahrzunehmen.“ (2. Abhdl.)

Spätere, hinreichend oft wiederholte Versuche aus dem J. 1861 lehrten Schroeder, dass sich Milch und Eigelb unter denselben Umständen stets vollkommen erhalten, „wenn beides bis zu einer höhern Temp. als 100° vorher erhitzt, oder wenn es längere Zeit bei 100° gekocht und dann heiss mit Baumwolle verpfropft ist.“

Nicht unterlassen will ich, zu erwähnen, dass Schroeder auch untersuchte, „ob vielleicht das Ozon die Fäulniss einleite“; er setzte es aber durch einen eklatanten Versuch ausser Zweifel, „dass es das Ozon nicht ist, welches die Fäulniss einleitet.“ (2. Abhdl.)

Schroeder stellte später allein noch mit allen möglichen Substanzen ausser den genannten Versuche an, wie mit Blut und Blutfaserstoff, mit gewissen Bestandtheilen der Milch, als Casein, Zieger, Molken; ferner mit Casein in Rohrzuckerlösung, Milchezucker, Krümel- und Rohrzucker, Stärkekleister, Harn etc. Aber seine sämtlichen Versuche lassen sich, seiner eigenen Aussage gemäss, dahin zusammenfassen, „dass fast alle organische Körper, . . . . . bis zum Kochen in einem Kolben erhitzt und heiss mit Baumwolle lose verpfropft, Monate und Jahre lang sich selbst überlassen, völlig unverändert bleiben, obgleich die Luft, nachdem sie durch die Baumwolle filtrirt ist, ungehinderten Zutritt hat. . . . Schimmelbildung tritt niemals ein.“ (2. Abhdl.)

Die beiden Forscher glaubten auf Grund dieser Thatsachen annehmen zu müssen, „dass es freiwillige Zersetzungen organischer Substanzen, welche zu ihrem Beginn lediglich des Sauerstoffs der Luft bedürfen, und dass es andre Gährungs- und Fäulnisserscheinungen gibt, welche mit jenen mit Unrecht in Eine Kategorie gestellt worden sind, und welche zu ihrem Beginne ausser dem Sauerstoff auch noch jene unbekanntes Beimischungen der atmosphär. Luft, eine active Substanz, erfordern, welche nach Schwann's Versuchen durch Erhitzen der Luft, nach unsern durch Filtration derselben über Baumwolle aus ihr entfernt resp. zurückgehalten werden können.“ (1. Abhdl.)

„Ob man sich unter dieser activen Substanz in der Luft schwebende, kleine mikroskopische organisirte Keime im Sinne der bekannten Hypothese Schwann's zu denken habe, oder eine bis jetzt unerkannte chemische Substanz, welche durch höhere Temp. verändert und auf der Baumwollfaser durch Contactwirkung ausgeschieden und fixirt wird, mag dahin gestellt bleiben.“ (2. Abhdl.)

„Die vorstehenden Versuche sprechen dafür, dass eine Reihe specifischer Gährungs- und Fäulnisserscheinungen, z. B. die Weingährung, die Fäulniss des Harns etc., durch specifische, von der Luft zugeführte miasmatische Keime eingeleitet wird. . . . Die nicht erhitzte und nicht

filtrirte Luft gibt den ersten Anlass zu den Gährungs- und Fäulnisserscheinungen.“ (2. Abhdl.)

Schroeder legte sich die Frage vor: „Ist das Fäulnissferment nur als eine chemisch wirkende Substanz, oder als die Entwicklung eines thierischen Organismus zu betrachten?“ und versuchte dieselbe in seiner Mittheilung (Anhang zur 3. Abhdl. aus d. J. 1861) über „Natur und Ursprung des specifischen Fäulnissferments“ zu beantworten. Das Resultat war aber dieses: „Eine völlig genügende Beantwortung dieser Frage scheint mir zur Zeit noch nicht möglich.“

Ueber die Frage: „Sind die Keime des Fäulnissferments schon ursprünglich in den organischen Substanzen enthalten, oder sind diese Keime vor dem Kochen von der Luft zugeführt?“ äussert sich Schroeder auf Grund verschiedener Thatsachen ebendasselbst also: „Mir scheinen alle Umstände dafür zu sprechen, dass diese Keime schon ursprünglich in der Milch, im Eigelb und Fleisch etc. enthalten seien, dass sie wesentlich zur Substanz derselben gehören. Es ist wahrscheinlich, dass es Keime infusorischer Bildung gibt, welche in den Organen und Secreten der Pflanzen und Thiere selbst sich finden und nicht erst durch die Luft denselben zugeführt werden. Es ist wahrscheinlich, dass es niedrigere infusorische Bildungen gibt, welche, sei es durch die lebendige Pflanzenzelle, sei es durch das lebendige thierische Gewebe erzeugt und abgesondert werden, welche bestimmter organischer Functionen und Umbildungen fähig sind. Sie sind aufzufassen als mit vegetabilischen oder animalischen Functionen begabte Organisationen, deren Entwicklung keine ursprünglich selbständige, keine von gleichartigen Mutterpflanzen oder von gleichartigen Eltern abstammende ist, sondern nur eine von der Entwicklung selbständig organisirter vegetabilischer oder animalischer Wesen abgeleitete und abgelöste.“

„Die von Schroeder angenommene Umbildung der Keime in das Fäulnissferment, sagt Hueppe,<sup>1)</sup> welches nach ihm „nicht, wie die Hefe, vegetabilischer Natur ist“, ist sichtlich ein Versuch, seine gegen die Gen. aequivoca gerichteten Resultate auf biologischem Gebiete mit den herrschenden chem. Fermenttheorien in Einklang zu bringen.“ —

Im Januar 1858 und Juli 1859 hatte J. H. van den Broek, Prof. der Physik und Chemie an der Militairarzneischule zu Utrecht, der physikalischen und chemischen Sektion der Provinzial-Gesellschaft für Kunst und Wissenschaft zu Utrecht Resultate seiner Untersuchungen<sup>2)</sup> vorgelegt und mitgetheilt.

<sup>1)</sup> F. Hueppe, „Untersuch. über die Zersetzungen der Milch durch Mikroorganismen“ in d. Mittheilung. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte; 2. Bd., Brl. 1884. S. 31.

<sup>2)</sup> V. d. Broek: „Untersuchungen über d. geistige Gährung des Traubensaftes u. über d. Fäulniss thier. Substanzen im frischen Zustande; Versuche über das in der Atomsphäre enthaltene Agens, welches diese beiden Zersetzungen einleitet.“ Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 115, 1860, Heft 1, S. 75—86.

In denselben hat er „die Vegetationstheorie für die geistige Gährung“ von Neuem und zwar „auf dem kürzesten Wege und in der positivsten Weise“ erwiesen. „Die Gährung des Traubensaftes beruht auf der Vegetation der Hefezellen und ist ausschliesslich an die Entwicklung und das Wachsthum dieser Zellen geknüpft; nicht gärender Saft enthält auch keine Hefezellen.“

Er fand ferner, dass es unter gewissen Cautelen gelingt, frischen Traubensaft, Eiweiss und Eigelb, Galle, arterielles Blut und Urin auch ohne Kochen unzersetzt zu bewahren, wenn nur filtrirte oder geglühte Luft mit ihnen in Berührung kommt, „dass es von den Bestandtheilen der Luft nicht der Sauerstoff, sondern andre Agentien sind, welche die Fäulniss einleiten.“

Ueber den Antheil, den lebende Wesen an den Fäulnissprocessen nehmen, spricht sich van d. Broek sehr bestimmt also aus: „Die mikroskopische Untersuchung der 5 genannten thierischen Substanzen hat mir gezeigt, dass keine Beziehung zwischen der Fäulniss derselben und der Entwicklung und dem Wachsthum der Vibrionen oder anderer mikroskopischer Organismen besteht.“

Jedoch bei genauerer Beachtung des Verfahrens, welches van den Broek bei seinen Untersuchungen anstellte, darf man sich nicht verhehlen, dass diese mit so vielem Eifer und mit Anstrengung angestellten Versuche nicht mit genügender Umsicht und nicht methodisch angestellt sind. —

Bis hierhin war also ermittelt worden, dass es nicht die Luft an sich, nicht der Sauerstoff, was schon Schwann bestimmt angegeben, oder das Ozon (Schroeder) sind, welche die Fäulniss oder Gährung hervorrufen. Die Oxydation gibt keinen Anstoss dazu. Auch die Electricität ist ohne Einfluss auf den Eintritt der Zersetzung (Helmholtz). Das Ferment ist aber in der Luft enthalten und wird aus derselben durch Durchleiten der Luft durch Schwefelsäure (Schulze) oder durch Glühen (Schwann) oder durch Filtriren durch Baumwolle (Schroeder und van den Broek) entfernt. Substanzen, die nie mit der Luft in Berührung kamen, gehen weder die Fäulniss noch die Gährung ein; aber auf alle Fälle wird der Anstoss zur Zersetzung, welchen die Substanzen aus der Luft erhalten, durch Einwirkung hoher Temperatur vernichtet; in vielen Fällen reicht dazu eine Temp. von  $100^{\circ}$  aus; in anderen Fällen ist eine über  $100^{\circ}$  liegende erforderlich. Stets ist aber die Fäulniss oder die Gährung begleitet von der Existenz mikroskopischer Organismen, für welche Schwann den Namen „Hefezellen“ vorschlug, und die er sowohl, wie andere Autoren und Forscher nach ihm genauer uns beschrieben; und nur eine gewisse Art von Fäulniss, die sich von der gewöhnlichen unterscheidet, scheint nach Schroeder ohne die Gegenwart von Infusorien vor sich zu gehen.

## IV.

Gleichzeitig mit van den Broek und noch vor dem Erscheinen der beiden letzten Arbeiten von Schroeder hatte Louis Pasteur, Chemiker in Paris, angefangen, sich mit dem Studium dieser Vorgänge zu befassen.

Am 30. November 1857 wurde eine Abhandlung von ihm vorgelesen in der Académie des sciences zu Paris mit dem Titel: „Mémoire sur la fermentation appelée lactique“<sup>1)</sup> Offenbar angeregt durch die bisher publicirten Studien von Schwann und Cagniard an, — obschon er es nicht sagt, — hatte er sich an die Milchsäuregährung gemacht und auch für sie die Anwesenheit einer mikroskopisch eigenartigen Hefe festgestellt. Die Milchsäuregährung, sagt er hier, ist also ebenso gut wie die Alkoholgährung ein Act seitens einer stickstoffhaltigen Materie, welche alles Aussehen eines organisirten Körpers hat und walrscheinlich der Bierhefe sehr nahe steht.

In einer folgenden Abhandlung, betitelt: „Mémoire sur la fermentation alcoolique“<sup>2)</sup> kommt Pasteur zu dem Schlusse, die Hefe zerlege den Zucker in Folge ihrer Lebensthätigkeit, indem sie einen Theil der Elemente des Zuckers behufs ihrer Organisation an sich ziehe. Gleichzeitig macht er Mittheilung über den Einfluss der Gährung auf die verschiedene Drehbarkeit der Polarisationsenebene durch die Weinsteinsäure.

Die dritte Abhandlung; „Sur la fermentation alcoolique“<sup>3)</sup> bringt die Mittheilung, dass neben Alkohol und Kohlensäure auch etwas Bernsteinsäure bei der Alkoholgährung aufstehe.

Die nächste Arbeit handelt wieder von der Weinsteinsäure: „Mém. sur la fermentation de l'acide tartrique“.<sup>4)</sup> Im Eingang nennt der Verfasser seinen Landsmann Cagniard als den Entdecker des organisirten Ferments; von Schwann ist keine Rede. Der übrige Inhalt dieser Abhandlung steht zu unserer Frage nur in losem Zusammenhang.

Es folgt sodann<sup>5)</sup> der Nachweis, dass das Glycerin ein constantes Product der Alkoholgährung ist.

In der sechsten Arbeit<sup>6)</sup> wird in Abrede gestellt, dass die Milchsäure ein regulärer Begleiter der Alkoholgährung sei.

Die siebente Abhandlung trägt die Ueberschrift: „Nouveaux faits concernant l'histoire de la fermentation alcoolique.“<sup>7)</sup> Ihr Hauptresultat ist, dass sich kein Ammoniak, entgegen den Ansichten vieler Chemiker, bei der Alkoholgährung bilde, und dass man durch Zufügung von weinsteinsaurem Ammonium die Zerlegung des Zuckers durch die Hefe er-

1) Compt. rend. de l'Académ.; Bd. 45, 1857, S. 913.

2) Compt. rend., Bd. 45., 1857; S. 1032.

3) Compt. rend., Bd. 46., 1858; S. 179.

4) Compt. rend., Bd. 46., 1858; S. 615.

5) Compt. rend., Bd. 46., 1858; S. 857.

6) Compt. rend., Bd. 47., 1858; S. 224.

7) Compt. rend., Bd. 47., 1858; S. 1011.



heblich beschleunigen könne; es sei also das zugesetzte Salz als Nährmittel für die Hefe anzusehen.

In der nun folgenden Arbeit, <sup>1)</sup> wesentlich eine Ergänzung seiner ersten Abhandlung, gibt er seiner Ansicht in Betreff der Gährungsercheinungen Ausdruck, dass eine grosse Anzahl specifisch verschiedener, aber schwer isolirbarer Hefen existirt; er berichtet ferner, dass bei Zutritt der gewöhnlichen Luft zu den Versuchsflüssigkeiten, diese sich allemal trübten, und dass sich ein mit „infusoires“ gemischter Niederschlag bildete, dass aber bei Abschluss der atmosphärischen Luft, oder wenn man nur zuvor ausgeglühter Luft Zutritt gestattete, die Flüssigkeiten unverändert blieben.

Die beiden folgenden Abhandlungen, ebenfalls über die Alkoholgährung, <sup>2)</sup> bieten nichts, was nach dem heutigen Stand der Sache als für die historische Entwicklung wesentlich erscheinen könnte.

Die nächste Abhandlung, betitelt: „Mém. sur la fermentation alcoolique“, <sup>3)</sup> bringt eine Uebersicht über das von Pasteur bisher Erreichte.

Alle diese Abhandlungen sind dem Character der Mittheilungen der Pariser Akademie gemäss kurze Briefe, welche dort verlesen wurden. Im Jahre 1860 fasste Pasteur seine Ansichten über die Alkoholgährung in einer hundert Seiten füllenden Abhandlung <sup>4)</sup> zusammen. Sie bietet etwas wesentlich Neues nicht dar, ist aber als Sammelpunkt der bisherigen zerstreuten Stücke für die literarische Benutzung von Interesse. Auf Seite 359 erklärt er definitiv die Alkoholgährung für einen Vorgang des Lebens und der Vermehrung der Hefezelle. „Der chemische Vorgang der Gährung,“ so heisst es hier, „ist wesentlich eine die Lebensakte der Hefe begleitende Erscheinung; sie fängt damit an und endigt damit; eine Alkoholgährung ohne gleichzeitige Organisation, Entwicklung und Vermehrung d. h. ohne fortgesetztes Leben findet niemals statt.“ „Pasteur betrachtet also die Gährung als einen chemischen Process, der einen physiologischen begleite und davon abhängig sei; die Lebensakte des Fermentes bedingen das Zerfallen des Zuckermoleküls.“ <sup>5)</sup>

Im nächstfolgenden Jahre erschien eine zweite grössere Abhandlung von Pasteur, 92 Seiten stark. <sup>6)</sup> Sie ist insofern für die literarische Entwicklung der Sache von Bedeutung, als Pasteur in ihr sich bereits stark genug fühlt, Schwann bei Seite zu setzen. Dreimal (auf S. 15, 19 und 62) kommt der Ausdruck vor, Schwann habe nur fest-

<sup>1)</sup> Compt. rend., Bd. 48, 1859; S. 337.

<sup>2)</sup> Compt. rend., Bd. 48, 1859; S. 640 u. 735.

<sup>3)</sup> Compt. rend., Bd. 48, 1859; S. 1149.

<sup>4)</sup> „Mém. sur la fermentat. alcool.“: Annal. de Chim. et de Phys.; 3. Serie; Bd. 58, 1860; S. 323—426.

<sup>5)</sup> J. v. Liebig: „Ueber die Gährung u. die Quelle der Muskelkraft.“ Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 153, Lpzg. u. Hdlbg., 1870. S. 2.

<sup>6)</sup> „Mém. sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère.“ Annal. des Scienc. natur., Partie zoologique, Bd. 16, Paris, 1861.

gestellt, dass Fäulniss und Weingährung nicht durch den Sauerstoff der Luft oder den Sauerstoff allein bewirkt werde, sondern durch ein unbekanntes Etwas: „quelque chose d'inconnu“ oder „un principe inconnu,“ welches durch die Wärme zerstört werde. Selbstverständlich ist, dass Pasteur für sich das Verdienst in Anspruch nimmt, diesem unbestimmten Etwas Form und Gestalt gegeben zu haben.

Zur bessern Kritik dieses Ausspruchs möge der Leser mit mir einen Blick zurückwerfen auf die Resultate der Arbeiten Schwann's. Auf S. 20 meiner Abhandlung lesen wir in Betreff der Fäulniss Schwann's Worte: „Die Fäulniss muss so erklärt werden, dass die Keime des Schimmels und der Infusorien, indem sie sich entwickeln und auf Kosten der organischen Substanz ernähren, eine solche Zersetzung in dieser hervorbringen, wodurch die Phänomene der Fäulniss entstehen.“ Und in Betreff der Gährung äussert sich Schwann also (S. 20): „Es drängte sich sofort der Gedanke auf, dass vielleicht auch die Weingährung eine Zersetzung des Zuckers sei, welche durch die Entwicklung von Infusorien oder irgend einer Pflanze veranlasst werde;“ ferner (S. 21): „Der Zusammenhang zwischen der Weingährung und der Entwicklung des Zuckerpilzes ist nicht zu verkennen, und es ist höchst wahrscheinlich, dass letzterer durch seine Entwicklung die Gährungserscheinungen veranlasst“; sagt Schwann doch auch im Jahre 1839 auf Grund neuer experimenteller Untersuchungen, „dass diese Pilze die Ursache der Gährung sind“ (S. 21). —

Es liegt also klar vor unsern Augen, dass Schwann im J. 1837 die Dinge, welche Pasteur 1861 als angeblich „principe inconnu“ resp. „quelque chose d'inconnu“ bezeichnet, mit der nicht misszuverstehenden Bezeichnung: „Keime des Schimmels und der Infusorien“ und „Zuckerpilz“ belegt hatte.

Es muss uns heute unbegreiflich erscheinen, dass Pasteur es vermochte, diese Nebelwolke zwischen die Verdienste Schwann's und die seinigen zu ziehen. Aber das Verfahren wirkte. Seit jener Zeit war Pasteur in den Augen der meisten Zeitgenossen der alleinige Entdecker jener kleinsten Wesen, welche Fäulniss und Gährung erregen. Schwann schwieg, wenigstens literarisch, zu dieser merkwürdigen Inscenirung des Pasteur'schen Verdienstes. Vielleicht dachte er, seine Ergebnisse sprächen für sich selbst und seien im Stande, das mehrmalige „chose d'inconnu“ Pasteur's auf seinen richtigen Werth zurückzuführen; aber, wenn dem wirklich so war, so hatte er sich gründlich getäuscht; denn ich könnte hier zahlreiche Beispiele aus der neuesten naturwissenschaftlichen und medicinischen Literatur anführen, worin allemal nur von Pasteur, und niemals von Schwann als dem Entdecker des Wesens von Fäulniss und Gährung die Rede ist. —

Wenn ich nun mit wenigen Worten charakterisiren soll, was eigentlich das wahre Verdienst Pasteur's in dieser Frage ist, so muss ich dies hervorheben: Pasteur hat die Geschichte der Fäulniss und Gäh-

rung mit einer Menge von interessanten Thatsachen bereichert; aber in Beziehung auf die Ursache und das Wesen dieser Zersetzungsprocesse ist ihm nur das Verdienst zuzuerkennen, dass er die bereits vorhandene und in ihren Grundzügen fertige Lehre in geistvoller und eleganter Weise aufnahm und weiterentwickelte, und sie dem damals noch vorhandenen, namentlich von Liebig und auf dessen Autorität und Ansehen hin von anderen Forschern aufrecht erhaltenem Widerspruche gegenüber mit Erfolg vertheidigte. —

Liebig vor Allen mochte und wollte nun einmal beim Bestreben, eine Erklärung der Erscheinungen der Gährung und Fäulniss zu geben, wie er selbst bemerkt, <sup>1)</sup> den chemischen Standpunkt nicht aufgeben; er versuchte, die Spaltung der gährungsfähigen Substanz in Berührung mit der Hefenzelle rein chemisch zu erklären; Pasteur ging darauf nicht ein, sondern gab als Grund der Gährung einen Lebensact der Hefe an.

Im 21. Briefe seiner „Chemischen Briefe“ sagt Liebig, dass die Ansicht einiger Naturforscher und namentlich vieler Physiologen und Aerzte, welche gewisse vitale Thätigkeiten oder Lebensäusserungen als die Ursache der Fäulniss und Gährung betrachteten, der Erwähnung kaum werth wäre, „wenn sie nicht die Grundlage ganz falscher Vorstellungen über das Wesen des Lebensprocesses überhaupt und namentlich mancher pathologischer Zustände und gewisser Krankheitsursachen abgäbe.“ . . . . „Dieselben betrachten nämlich die Gährung oder das Zerfallen höherer organisch vegetabilischer Atome in einfachere Verbindungen als die Wirkung der Lebensäusserungen vegetabilischer, die Fäulniss oder denselben Vorgang in Thiersubstanzen, als bedingt durch die Entwicklung oder die Gegenwart thierischer <sup>2)</sup> Wesen.“

„Ist es denkbar, erwidert Liebig auf diese Ansicht, Pflanzen und Thiere als Ursachen von Wirkungen anzusehen, als Vernichter und Zerstörer von Pflanzen- und Thierleibern, wenn sie selbst und ihre eigenen Bestandtheile den nämlichen Zerstörungsprocessen unterliegen?“.

„Es ist unmöglich, sich dieser Ansicht hinzugeben, wenn man bedenkt, dass die Gegenwart mikroskopischer Thiere und faulender Stoffe ganz zufällig ist, dass man ihr Erscheinen meistens durch Ausschluss des Lichtes verhindern kann, dass diese Stoffe in Fäulniss und Verwesung ohne alle Mitwirkung derselben versetzt werden können.“

Bezüglich des letzteren Punktes, des Nichtvorhandenseins von Mikroorganismen bei den Zersetzungsprocessen, beruft sich Liebig unter anderm auf die Resultate der Versuche von Döpping und Struve; was aber von deren Experimenten zu halten ist, darüber habe ich auf S. 26 Aufschluss gegeben.

Pasteur gegenüber sagt Liebig, <sup>3)</sup> dass er die Forschungen der Mikroskopiker im Gebiete der Gährungs- und Fäulnissprocesse

<sup>1)</sup> Liebig, a. a. O. S. 2.

<sup>2)</sup> Schwann sagt nur: „Keime des Schimmels und der Infusorien.“

<sup>3)</sup> Liebig, a. a. O. S. 44.

wieder auf den alten ziellosen Pfad gelenkt habe, da man nämlich „dahin gekommen sei, das Allgemeine, d. i. ist die Erscheinungen, die allen diesen Vorgängen gemein sind, gar nicht mehr zu sehen und ganz ausser Acht zu lassen; die Arbeiten haben sich in die Aufsuchung von lauter Einzelheiten zersplittert; man ist dahin gekommen, in einem jeden dieser zahllosen Processe eine besondere Ursache aufzusuchen; und für die meisten derselben hat man in der That für jeden eine besondere Pilzspecies oder auch ein Thier aufgefunden, ebenso für manche Krankheiten; und der Höhepunkt, den wir glücklich erreicht haben, ist der, dass wir gar nicht mehr begreifen, wie diesen Feinden gegenüber die organische Welt noch fortbesteht.

Es wird wohl Niemand den Nutzen mikroskopischer Beobachtungen bestreiten wollen; aber man sollte doch endlich zur Einsicht kommen, dass man Ursachen, auch mit dem Mikroskope, nicht sehen kann.“ —

G. Hüfner, ein Anhänger Liebig's, äussert sich also: 1) „Die ausgedehnten und sorgfältigen Untersuchungen Pasteur's über das Vorkommen organisirter Keime in der Atmosphäre, seine Versuche über Alkohol-, Essig-, Buttersäure- und andre Gährungen haben es wahrscheinlich gemacht, dass eine Reihe sogenannter Gährungen mit ihren specifischen Producten nichts sind als die Vorlaufsbilder vom Stoffwechsel einer Reihe verschiedener mikroskopischer Organismen. — Aber man ist weiter gegangen. Man hat selbst in den durch „todte Materie“ bedingten Zersetzungsprocessen eiweissartiger Stoffe nur die Lebensäusserungen niederer Organismen erblickt und es geradezu als ein Dogma proclamirt, dass kein sog. Gährungsvorgang eintreten und ablaufen könne ohne die Gegenwart und die Weiterentwicklung „organisirter“ Materie.“ Ueber die Art und Weise, wie der Act der Fermentation ermöglicht werde, spricht sich Hüfner auf S. 388 aus: „Wie die höhern und complicirteren, so werden höchst wahrscheinlich auch die einfachsten Organismen in ihren Leibern, sei es in den Hohlräumen von Zellen, sei es in deren Wandungen, Substanzen enthalten, die als Fermente, d. h. als mit katalytischen Kräften begabte Körper, wirksam sind, an deren ununterbrochenen Besitz und an deren stete Integrität und Wirksamkeit vielleicht das Leben jener einfachen Geschöpfe unzertrennlich geknüpft ist.“ —

F. Hoppe-Seyler glaubte stets gleich Liebig die Zersetzungsprocesse der Fäulniss und Gährung vom chemischen Gesichtspunkte aus erklären zu können. In seiner Abhandlung: „Ueber Fäulnissprocesse und Desinfection“ 2) lesen wir: „Die Untersuchungen anderer Forscher wiesen nach, dass in gährenden, sowie in faulenden Flüssigkeiten stets lebende Organismen gefunden wurden, dass die Keime derselben aus der Luft in die gährungsfähigen Flüssigkeiten gelangen konnten, dass man Fleisch und andere leicht zersetzliche Substanzen lange, ohne üblen Ge-

1) Journ. f. pract. Chemie, N. F., Bd. 5, Lpzg. 1872, S. 372 ff.

2) Hoppe-Seyler, Medicin.-chem. Untersuchungen, 4. Heft; Berlin 1871; S. 561.

ruch zu finden, aufbewahren könne, wenn die hinzutretende Luft durch Filtration von den Keimen niederer Organismen befreit wäre. Nachdem in dieser Richtung bereits manche deutsche Arbeiten z. B. von Schroeder und Dusch<sup>1)</sup> darauf hingewiesen hatten, dass Beimengung der Luft von Einfluss auf Gährungen und Fäulnisprocesse seien, wurde besonders durch die ausgedehnten Untersuchungen von Pasteur<sup>2)</sup> die Ansicht ziemlich allgemein herrschend, dass niedere Organismen und Keime derselben, welche die atmosphärische Luft in grösserer oder geringerer Menge enthält, die Ursachen der genannten Processe seien, und sie gewann um so grösseres Vertrauen, als sehr oft wiederholte und auf das Mannigfaltigste modificirte Versuche älterer bis neuester Zeit übereinstimmend erwiesen, dass die Alkoholgährung an das Leben der Hefezellen geknüpft sei. Pasteur beschreibt und bildet ab die Hefe der Milchsäuregährung, der Fäulnis des Harns und anderer ähnlicher Processe und jeder, der sich die Mühe nahm, gährende oder faulende Flüssigkeiten zu untersuchen, fand darin Organismen, kein Wunder also, dass alle diesen Lehren entgegenstehenden Untersuchungsergebnisse als falsche angesehen wurden.

Schroeder und Dusch hatten angegeben, dass die milchsaure Gährung auch in filtrirter Luft eintrete, ich fand,<sup>3)</sup> dass Milch, die in einer reinen Glasröhre in der Weise aufgefangen war, so dass sie gar nicht an die Luft kam, dann darin eingeschlossen blieb, eben so schnell gerann als die zu gleicher Zeit gemolkene Milch, die der Luft ausgesetzt gewesen und bei derselben Temperatur aufbewahrt war. Diese Resultate wurden später nicht beachtet, Pasteur hatte ja das organisirte Ferment gesehen, und dies genügte, um alle entgegenstehenden Angaben als unrichtig zu verdammen. Zwar gab man wohl allgemein zu, dass die Einwirkung der Organismen als Gährungserreger immerhin nur eine chemische sein könne, aber man hielt es von vorn herein nicht für möglich, das Ferment von dem Organismus zu sondern, vielmehr den ganzen lebenden Organismus zur Einleitung des Gährungs- oder Fäulnisprocesses für unbedingt erforderlich. Von Liebig hat vor Kurzem die Mängel der Untersuchungen von Pasteur nach einigen Seiten hin scharf beleuchtet;<sup>4)</sup> er hat die Notwendigkeit der Hefeorganismen für die Bildung von Alkohol aus Zucker anerkennen müssen, aber consequent sich bestrebt, so weit dies ausführbar, bei den Gährungen die Einflüsse der Organismen auszuschliessen, und es kann nicht zweifelhaft sein, dass dieser Weg allein zur gründlichen Kenntniss der Gährungsprocesse führen wird. Pasteur mag vollkommen Recht haben, dass die kleinen Zellen, welche er als die Hefe der milchsauren Gährung, näml. der Bildung von

1) Annal. der Chem. u. Pharm., Bd. 89, 1854; S. 232 ff.

2) Ann. de chim. et de phys., III. Sér., T. 64., 1862, S. 5.

3) Virchow's Archiv, Bd. 17, 1859, S. 417.

4) Hoppe-Seyler meint hier Liebig's Arbeit: „Ueber Gährung etc.“, Annal. der Chem. u. Pharm., Bd. 153.

Milchsäure aus Milchzucker beschreibt, wirklich diesen Process einzuleiten und weiterzuführen im Stande sind; es mag in denselben das für diese Umwandlung erforderliche Ferment enthalten sein, meine mehrmals wiederholten Versuche zeigen aber, dass die Milch, wenn sie gar nicht an die Luft kommt, doch sauer wird und gerinnt, das Ferment muss also in der Milch bereits vor dem Hineinfallen der Hefekeime vorhanden sein und durch die Prozesse, welche bei der Lactation vor sich gehen, gebildet werden.“

In seinem Aufsatz: „Ueber die Prozesse der Gährungen und ihre Beziehung zum Leben der Organismen“<sup>1)</sup> sagt Hoppe-Seyler in gleichem Sinne dieses: „Die Vorgänge, welche als Fäulnisprocesse zusammengefasst werden können, sind Gährungen und sind als solche angesehen schon im vorigen Jahrhundert; in neuerer Zeit hat man weniger sich mit der Untersuchung und Vergleichung dieser Prozesse als mit Speculationen über die Fermente beschäftigt und hier durch die natürlichen Schwierigkeiten künstlich noch vergrößert, besonders indem das Leben niederer Organismen mit bestimmten Gährungen identificirt und verschiedene neben- und nacheinander verlaufende Prozesse als untrennbares Ganze behandelt wurden. Es ist leicht ersichtlich, dass dies Verfahren die physiologische Chemie geradezu negirt und eine biologisch-botanische oder zoologische Betrachtung zur allein herrschenden macht. Gegen diese Bestrebungen hat v. Liebig<sup>2)</sup> entschieden protestirt, ich habe gleichfalls . . . . nachzuweisen versucht<sup>3)</sup>, wie wenig berechtigt dieselben sind.“

Noch in seinem Werke: „Physiologische Chemie, Berlin, 1881.“ trat Hoppe-Seyler für die Liebig'sche Theorie gegen Pasteur ein, indem er daselbst auf S. 115 sagt:

„Liebig hat die Unhaltbarkeit und Schädlichkeit der Pasteur'schen Anschauungen sehr klar dargelegt; dennoch fanden seine Deductionen wenig Gehör, wenn auch bezüglich einiger Fermente die Unabhängigkeit von der Fortdauer des Leben nachgewiesen wurde.“<sup>4)</sup> Und auf S. 122 daselbst heisst es: „Ferment, welches Fäulnisprocesse hervorruft, findet sich in den niedrigsten Organismen, Mikrokokken, Bakterien etc. und findet sich vorgebildet auch in den Organen höherer Thiere, wahrscheinlich allgemein auch in den Pflanzen.“ —

Für uns nun liegt die Sache heute so: Es gibt einmal Zersetzungen organischer Körper, welche in ihren Endprodukten den durch Fäulnis und Gährung herbeigeführten ganz ähnlich oder 'gar gleich sind, jedoch

<sup>1)</sup> Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. XII.; Bonn 1876; S. 5.

<sup>2)</sup> Annal. der Chem. u. Pharm., Bd. 153, 1870, S. 1.

<sup>3)</sup> Med.-chem. Untersuchungen, Tübingen, 1871; 4. Heft, S. 561.

<sup>4)</sup> Hoppe-Seyler, Med.-chem. Untersuchungen, Brl. 1871; Heft 4, S. 561. — Ders.: Arch. f. d. ges. Physiol., 12. Bd., 1876; S. 1 ff. — ferner: G. H üfner Journ. f. pract. Chem., N. F., Bd. 5, 1872, S. 372.

durch Erhitzen mit verdünnten Säuren oder Alkalien oder durch Behandlung mit überhitztem Wasserdampf ausgeführt werden. Als Beispiele nenne ich: Stärke wird Zucker; Harnstoff wird Ammonium-Carbonat; Hippursäure wird Benzoësäure.

Es gibt eine zweite Reihe von Zersetzungen genannter Art, welche durch organische Fermente erregt wird, die offenbar keine Spur von Leben mehr enthalten: Stärke wird Maltose und Dextrin durch Diastase; Amygdalin wird ätherisches Bittermandelöl, hauptsächlich Benzaldehyd, und Blausäure durch das Emulsin oder Synaptase; Eiweis wird Leucin und Tyrosin durch Trypsin. Sehen wir uns diese Fermente nach ihrem Herkommen an, so sind sie alle die Producte lebender Zellthätigkeit von Pflanzen oder Thieren.

Endlich gibt es solche Zersetzungen, welche sich vollziehen durch den Einfluss des organisirten lebenden Fermentes. Ich habe deren im Laufe dieser Abhandlung zur Genüge angeführt. —





## Lebens- und Studienlauf.

---

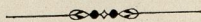
Geboren wurde ich, Cosmas Damian Johannes Ingenkamp, am 23. Juni 1860 zu Emmerich als Sohn der Eheleute Peter Ingenkamp und Louise, geb. Brands. Meine Eltern wurden mir leider durch allzu frühen Tod entrissen: den Vater verlor ich 1865, die Mutter starb 1872. Ich bekenne mich zur katholischen Religion. Durch Elementarunterricht vorbereitet, besuchte ich seit 1872 das Gymnasium meiner Vaterstadt. Vom Herbst 1873 ab war ich Zögling des Kaiser-Wilhelm-Gymnasiums zu Köln, welches ich Ostern 1881 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Nach meiner Majorenn-Erklärung verlegte ich mein Domizil nach Lindenthal bei Köln. Seit dem 23. April an der Bonner Hochschule ununterbrochen immatriculirt, hörte ich naturwissenschaftliche und medicinische Vorlesungen; absolvirte am 24. Febr. 1883 die ärztliche Vorprüfung (Tentamen physicum); besuchte darauf dem Brauche gemäss die verschiedenen Kliniken als Auskultant und Praktikant und bestand am 25. Februar 1885 das Examen rigorosum.

Meine akademischen Lehrer waren folgende Herren Professoren und Docenten:

a) der medicinischen Fakultät: C. Binz; C. Burger; I. Doutrelepont; D. Finkler; W. Kochs; J. Kocks; C. Koester; G. Krukenberg; F. von Leidig, C. von Mosengeil; M. Nussbaum; E. Pflüger; J. Prior; H. Ribbert; H. Rühle; Th. Rumpf; Th. Saemisch; H. Schaaffhausen; F. Trendelenburg; E. Ungar; A. Frhr. von la Valette St. George; G. Veit; H. Walb; S. Wolffberg.

b) der philosophischen Fakultät: R. Clausius; A. Kekulé; C. Schaarschmidt; E. Strasburger.

Allen meinen hochverehrten Lehrern den herzlichsten Dank. Zu ganz besonderm Danke bin ich Herrn Prof. Dr. Binz verpflichtet, der mir bei der Anfertigung meiner vorliegenden Arbeit rathend und leitend zur Seite stand; bei dem ich im 7. Semester die zweite Assistentenstelle am Pharmakologischen Institute bekleidete; und der mir wiederholt sein Wohlwollen zu erkennen gab. Sodann ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrath Prof. Dr. Rühle zu danken, welcher mich seit dem 1. October vor. J. mit der Unterarztstelle an hiesiger medicinischer Klinik und Poliklinik betraute.



Stammrolle des ...

UB Wien



+AM505842002

Fig. 1.

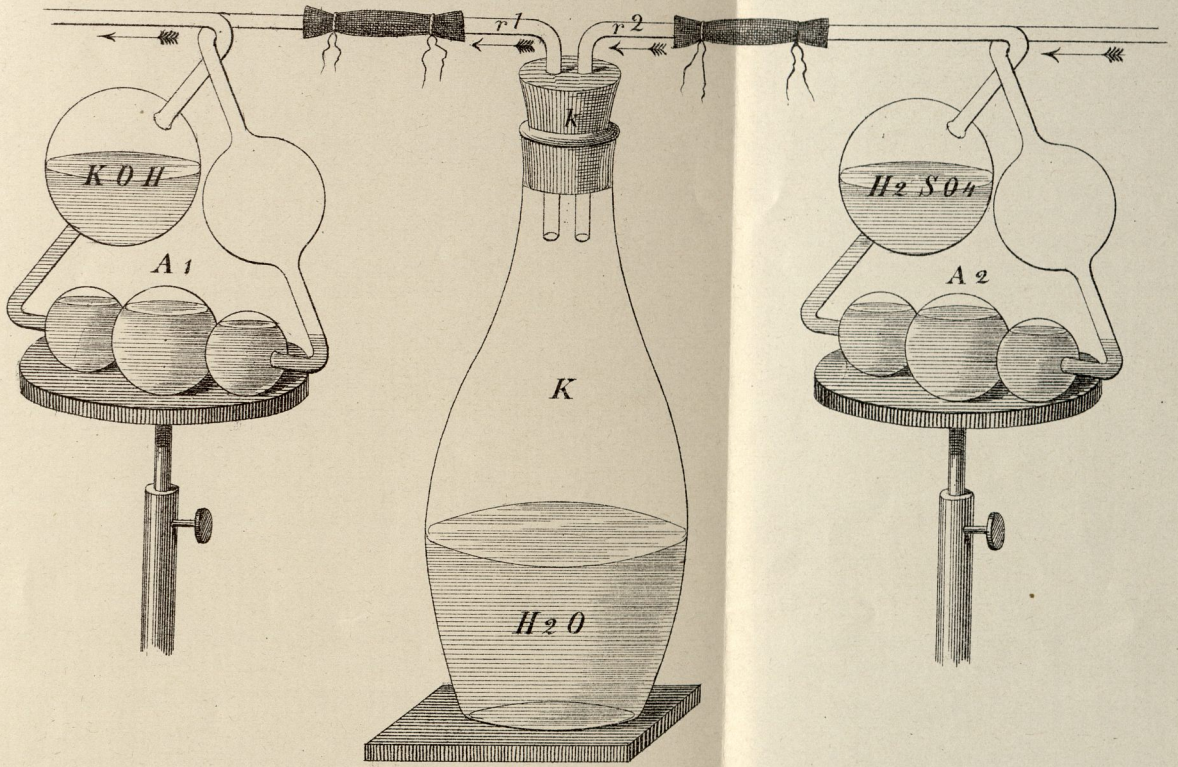
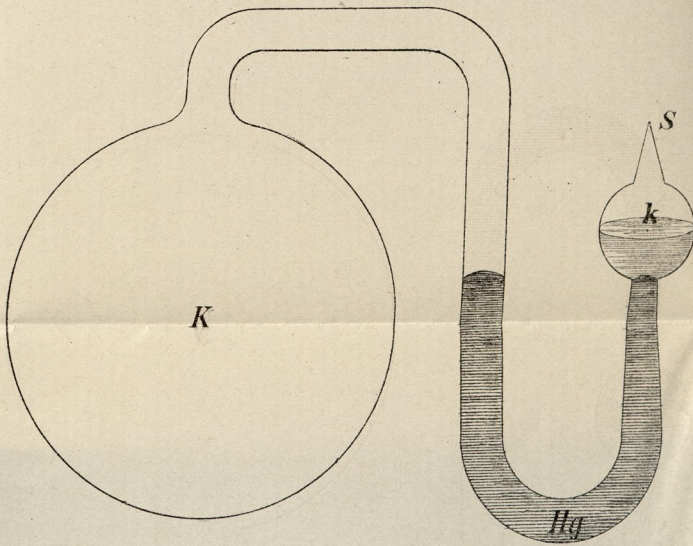
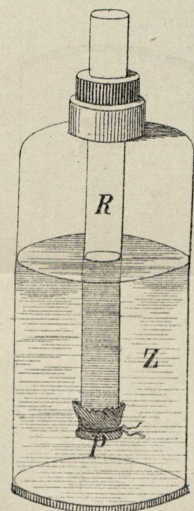


Fig. 2.



Jungenkamp del.

Fig. 3.



Lith. H. Block, Köln.

Fig. 1.

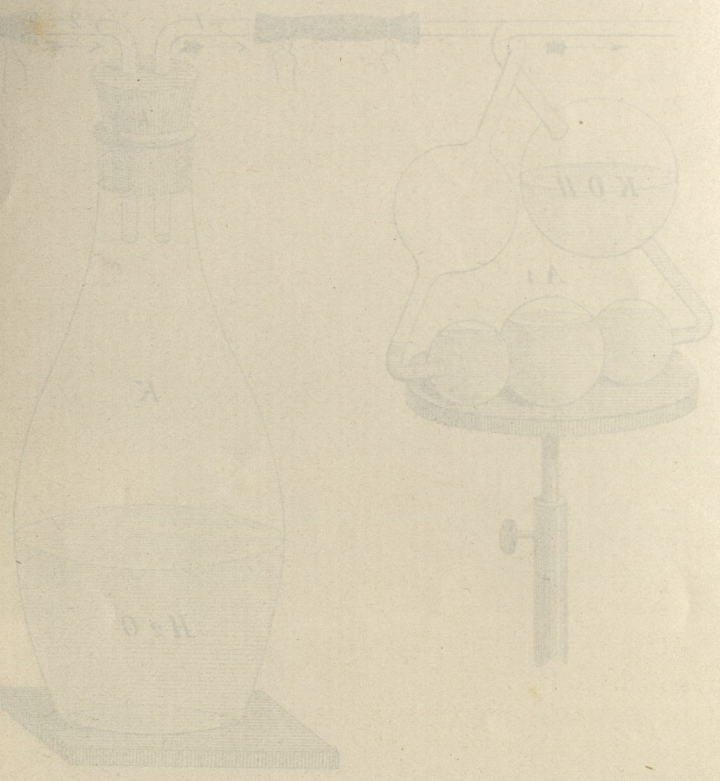


Fig. 2.

