

XVI. *Vorläufige Mittheilung, betreffend Versuche über die Weingährung und Fäulniß; von Dr. Th. Schwann in Berlin.*

Bei der letzten Versammlung der Naturforscher in Jena habe ich Versuche über *generatio aequivoca* mitgetheilt, aus denen hervorgeht, daß, wenn eine verschlossene Glaskugel, die mit atmosphärischer Luft gefüllt ist, und außerdem ein wenig einer Infusion von Muskelfleisch enthält, der Siedhitze des Wassers ausgesetzt wird, so daß Flüssigkeit und Luft der Glaskugel bis 80° R. erwärmt werden, nachher in der Flüssigkeit 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. Es war indessen doch wünschenswerth den Versuch in der Art zu modificiren, daß eine Erneuerung der Luft möglich würde, doch so, daß die neu hinzugeführte Luft, wie in den vorigen Versuchen, vorher einer höheren Temperatur ausgesetzt würde. Diefes habe ich nun auf folgende Weise bewirkt.

Ein Fläschchen, 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 Siedepunkt des Quecksilbers nahe liegenden Temperatur erhalten wurde. Die eine dieser Glasröhren wurde mit ihrem aus dem Metall hervorragenden Ende mit einem Gasometer in Verbindung gesetzt. Nun wurde die Flüssigkeit in dem Fläschchen stark gekocht, so daß alle Luft, die in dem

Fläschchen und in den Glasröhren enthalten war, theils ausgetrieben, theils bis zum Siedpunkt des Wassers erwärmt wurde. Nach dem Erkalten wurde mehre Wochen lang ein anhaltender Strom atmosphärischer Luft aus dem Gasometer durch das erste Glasröhrchen in das Fläschchen, und, nachdem so hierin die Luft erneuert worden war, durch das zweite Glasröhrchen wieder fortgeleitet. Die hinzugeleitete Luft aber wurde, indem sie durch die in dem erhitzten Metallbad liegende Glasröhre strich, vorher stark erwärmt. Auch in diesen Versuchen, deren mehrere angestellt wurden, zeigte sich nach mehren Wochen keine Infusorien- oder Schimmelbildung und keine Fäulniß, sondern das Fleisch blieb unverändert, und die Flüssigkeit so klar wie sie nach dem Kochen war ¹⁾).

Ob sich aus diesen Versuchen, zu deren Vervollständigung noch viele andere Versuche angestellt wurden, ein Schlufs über *generatio aequivoca* ziehen lasse

- 1) Da dieser Versuch zu viel Sorgfalt bei der Unterhaltung der Lampe erfordert, so habe ich später folgende Methode angewandt: Ein Gläschen von 3 Unzen Inhalt wurde zum vierten Theil mit Wasser und Fleisch gefüllt, und mit einem dichten Kork verschlossen, der mit Draht darauf fest gebunden wurde. Der Kork war von zwei dünnen Glasröhren durchbohrt, von denen die erste sich sogleich abwärts bog und in eine kleine Schale mit Quecksilber tauchte, welches mit Oel bedeckt war. Die zweite Glasröhre bog sich, so wie sie aus dem Kork hervorkam, zuerst horizontal, dann $1\frac{1}{2}$ Zoll weit abwärts, machte dann ein Paar enge Spiralwindungen, stieg wieder aufwärts, dann wieder horizontal und wurde zuletzt in eine Spitze ausgezogen. Der ganze Kork wurde dann mit einer dicken Auflösung von Kautschuck in kochendem Leinöl, die mit Terpenthinöl verdünnt war, mehrmals überzogen. Dann wurde die Flüssigkeit des Gläschens so stark gekocht, daß der Dampf an beiden Glasröhren stark hervorkam, und auch das Quecksilber und Oel so stark erwärmt wurden, daß sich die Wasserdämpfe nicht mehr darin condensirten. Damit aber in dem zwischen dem Oel und Quecksilber sich condensirenden Wasser keine Infusorien sich bildeten, wurden zur Vorsicht einige Stückchen Sublimat auf das Quecksilber gelegt. Während des Kochens wurde unter die Spi-

oder nicht, werde ich an einem anderen Orte auseinandersetzen, und bemerke hier nur, daß diese Versuche, wenn man sie vom Standpunkte der Gegner der *generatio aequivoca* betrachtet, sich so erklären lassen, daß die Keime des Schimmels und der Infusorien, die nach dieser Ansicht in der atmosphärischen Luft vorhanden sind, beim Ausglühen der Luft zerstört werden. Alsdann muß die Fäulnis ¹⁾ so erklärt werden, daß diese

ralwindung der zweiten Glasröhre eine Spiritusflamme gesetzt, die zur Verhütung des Wegblasens der Flamme mit einem Kamin versehen war. Die Hitze dieser Flamme wurde so stark unterhalten, daß die Glasröhre sich erweichte. Die sich in den kühlen Stellen der Glasröhre condensirenden Wassertropfen wurden durch eine andere Spiritusflamme, zur Verhütung des Springens der Glasröhre, sogleich wieder in Dampf aufgelöst. Nachdem das Kochen etwa eine Viertelstunde gedauert hatte, wurde damit aufgehört, und beim Erkalten des Fläschchens drang die Luft durch die zweite Glasröhre in das Fläschchen, wurde aber zuvor in der Spiralwindung ausgeglüht. Nach dem völligen Erkalten des Fläschchens wurde die Spitze der zweiten Glasröhre zugeblasen, der zwischen dieser Spitze und der glühenden Spiralwindung liegende Theil der Glasröhre, der nicht ausgeglühte Luft enthielt, besonders ausgeglüht, und dann auch die Weingeistlampe unter der Spiralwindung entfernt. Das Fläschchen enthielt nun bloß gekochtes Fleisch und ausgeglühte Luft. Um diese zu erneuern, wurde von Zeit zu Zeit die Spirale abermals bis zur beginnenden Schmelzung der Glasröhre erhitzt, die Spitze dieser Glasröhre abgebrochen und neue Luft langsam hineingeblasen; während die alte durch das Quecksilber entwich. Dann wurde die Glasröhre wieder zugeschmolzen, ihr freies Ende wieder besonders ausgeglüht und dann der Apparat wieder sich selbst überlassen. Auf diese Weise habe ich bei einer Temperatur von 14° bis 20° R. solche Gläser mit Fleisch 6 Wochen ohne Fäulnis oder Infusorien- und Schimmelbildung aufbewahrt. Nach Oeffnung des Fläschchens faulte die Flüssigkeit innerhalb einiger Tage, als ob sie eben erst gekocht worden wäre. Das vollkommen dichte Schließen des Stöpsels und der Glasröhren in demselben erfordert aber die größte Vorsicht.

- 1) Es kann hier natürlich nur die Rede seyn von der gewöhnlichen, bald nach dem Tode eintretenden Fäulnis, und zwar zunächst gekochter organischer Substanzen, nicht von all den man-

Keime, indem sie sich entwickeln und auf Kosten der organischen Substanz ernähren, eine solche Zersetzung in dieser hervorbringen, wodurch die Phänomene der Fäulnifs entstehen: eine Ansicht, für die auch der Umstand spricht, dafs gerade diejenigen Stoffe, welche für Infusorien und Schimmel nachweisbar starke Gifte sind, z. B. Arsenik oder Sublimat, auch am besten die Fäulnifs verhüten, und dafs diejenigen Stoffe, die nur für Infusorien Gifte sind, z. B. *Extractum Nucis vomicae spirituosum*, nicht für den Schimmel, alle Erscheinungen, unter denen sich die mit Infusorienbildung verbundene Fäulnifs kund giebt, namentlich den Schwefelwasserstoffgeruch verhindern, und blofs die Reihe von Erscheinungen gestatten, welche der mit Schimmelbildung verbundenen Fäulnifs angehören.

Ich führe indessen dies hier nur an, da es mich auf Versuche über die Weingährung geleitet hat, welche geeignet scheinen den Untersuchungen über diesen Procefs eine andere Wendung zu geben. In der Absicht nachzuweisen, dafs bei anderen Processen, bei denen atmosphärische Luft mitwirkt, bei denen aber, so viel bekannt war, keine Bildung neuer Thiere oder Pflanzen stattfindet, es gleichgültig ist, ob die Luft vorher geglüht wird oder nicht, stellte ich Versuche über die Respiration und über die Weingährung an. Es zeigte sich auch, dafs ein Frosch in ausgeglühter Luft sehr gut fortlebte.

Mit der Weingährung machte ich den Versuch auf folgende Weise. Eine Auflösung von Rohrzucker wurde mit Bierhefe vermischt und vier Fläschchen damit ganz angefüllt und verkorkt. Die Fläschchen wurden alsdann gleich lange (etwa 10 Minuten lang) in siedendes Wasser gestellt, so dafs die ganze Flüssigkeit in denselben die Siedhitze erreichte. Dann wurden sie herausgenom-

nichfaltigen Processen, die man unter dem Namen Fäulnifs zusammengefaßt, z. B. Moderbildung, Braun- und Steinkohlenbildung etc.

men, unter Quecksilber umgestülpt, und nach dem Erkalten in alle vier Fläschchen atmosphärische Luft hineingeleitet, die etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ vom Volumen der ganzen Flüssigkeit betrug. Diefes geschah bei zweien durch eine dünne Glasröhre, die an einer Stelle bis zur Rothglühhitze erwärmt war, bei den beiden andern durch dieselbe, aber nicht erwärmte Glasröhre. Eine Analyse, mit Hülfe eines Platinkügelchens, ergab, dafs atmosphärische Luft, die durch eine glühende Glasröhre geleitet worden ist, noch ungefähr 19,4 Proc. Sauerstoff enthält. Dem Einwurf, der sich aus dieser geringen Sauerstoffgasverminderung hernehmen liesse, wurde dadurch vorgebeugt, dafs in eines der Gläschchen, welche ausgeglühte Luft enthielten, etwas mehr von dieser hineingeleitet wurde als in die übrigen. Die Fläschchen wurden dann verkorkt und bei einer Temperatur von 10° bis 14° R. umgekehrt hingestellt. Nach 4 bis 6 Wochen trat in den beiden Fläschchen, welche nicht ausgeglühte Luft enthielten, die Gärung ein, und zeigte sich dadurch, dafs die Fläschchen, da sie umgestülpt waren, weggeschleudert wurden. Die beiden andern Fläschchen stehen auch jetzt noch, nach der doppelten Zeit, ganz ruhig ¹⁾).

- 1) Spätere Wiederholungen dieses Versuches zeigten mir, dafs derselbe nicht immer so gut gelingt, und zuweilen in keinem der Gläschen Gärung eintritt (wenn man sie nämlich zu lange gekocht hat), zuweilen auch in den Gläschen, die ausgeglühte Luft enthalten, die Flüssigkeit gährt. Diefes wird indessen leicht erklärlich durch die Art wie die Versuche angestellt wurden, indem von der Oberfläche des Quecksilbers, obgleich diefes unmittelbar vorher stark erhitzt worden war, und namentlich bei dem Lüften und Wiederaufsetzen des Stöpsels leicht etwas ungekochte organische Substanz eindringen konnte. Die bei der Fäulniß angewandte Methode war hier nicht anwendbar, weil dazu langes Kochen erforderlich ist. Ich würde deshalb das obige Resultat nicht aussprechen, wenn nicht, nachdem einmal die Existenz einer Pflanze sich herausgestellt hat, dieses Resultat aus der Analogie mit der Fäulniß- und Schim-

Es ist also auch bei der Weingährung wie bei der Fäulniß nicht der Sauerstoff, wenigstens nicht allein der Sauerstoff der atmosphärischen Luft, welcher dieselbe veranlaßt, sondern ein in der atmosphärischen Luft enthaltener, durch Hitze zerstörbarer Stoff.

Es drängte sich sofort der Gedanke auf, daß vielleicht auch die Weingährung eine Zersetzung des Zuckers sey, welche durch die Entwicklung von Infusorien oder irgend einer Pflanze veranlaßt werde. Da *Extr. Nucis vom. spir.* ein Gift für Infusorien, nicht für Schimmel ist, Arsenik aber nicht nur Infusorien, sondern auch die meisten Schimmelarten tödtet, so wurden zunächst diese Stoffe angewandt, um vorläufig auszumitteln, ob ich meine Aufmerksamkeit mehr auf Infusorien oder auf Pflanzen zu richten hätte. Es ergab sich, daß nicht das *Extr. Nucis vom.*, wohl aber einige Tropfen einer Auflösung von arsenichtsauerm Kali die Weingährung aufheben. Es war also wahrscheinlicher eine Pflanze zu erwarten.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Bierhefe zeigten sich darin die bekannten Körnchen, welche das Ferment bilden; allein ich sah zugleich die meisten derselben in Reihen zusammenhängen. Es sind theils runde, größtentheils aber ovale Körnchen von gelblichweißser Farbe, die theils einzeln vorkommen, größtentheils aber in Reihen von zwei bis acht oder noch mehreren zusammenhängen. Auf einer solchen Reihe stehen gewöhnlich ein oder mehrere andere Reihen schief auf. Häufig sieht man auch zwischen zwei Körnchen einer Reihe seitwärts ein kleines Körnchen aufsitzen, als Grundlage einer neuen Reihe, und meistens befindet sich an dem letzten Körnchen einer Reihe ebenfalls ein kleines, zuweilen etwas in die Länge gezogenes Körperchen. Kurz das Ganze

melbildung höchst wahrscheinlich wäre. Die Sache wird sich indessen durch eine andere sichrere Methode entscheiden lassen.

hat große Aehnlichkeit mit manchen gegliederten Pilzen, und ist ohne Zweifel eine Pflanze.

Hr. Prof. Meyen, der diese Substanz auf meine Bitte ebenfalls zu untersuchen die Güte hatte, war ganz derselben Meinung, und äußerte sich dahin, daß man nur zweifelhaft seyn könne, ob es mehr für eine Alge oder für einen Fadenpilz zu halten sey, welches letztere ihm wegen des Mangels an grünem Pigment richtiger schien.

Die Bierhefe besteht fast ganz aus diesen Pilzen. In frisch ausgepresstem Traubensaft ist nichts der Art vorhanden. Setzt man denselben aber einer Temperatur von ungefähr 20° R. aus, so finden sich schon nach 36 Stunden einige solcher Pflanzen darin, die aber erst aus wenigen solcher Körner bestehen. Diese wachsen sichtbar unter dem Mikroskop, so daß man schon nach $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde die Zunahme des Volumens eines sehr kleinen Körnchens, welches auf einem größeren aufsitzt, beobachten kann. Erst einige Stunden später, als man die ersten dieser Pflanzen beobachtet, zeigt sich die Gasentwicklung, weil die erste Kohlensäure im Wasser aufgelöst bleibt. Die Bildung solcher Pflanzen nimmt nun im Verlauf der Gährung sehr zu, und nach Beendigung derselben setzen sie sich in großer Quantität als ein gelblichweißes Pulver zu Boden. Sie zeigen größtentheils einige geringe Verschiedenheiten von den Pilzen in der Bierhefe. Nur einige stimmen ganz mit denselben überein; bei den meisten andern nähern sich die Körner mehr der runden Form, liegen nicht so regelmäßig in geraden Linien; endlich ist die Zahl der einzelnen Körnchen und solcher, wo aus einem einzelnen Körnchen nur noch ein zweites kleines Körnchen hervorwächst, weit größer als dies in der Bierhefe der Fall ist. Die Beobachtung ihres Wachstums läßt aber über ihre Natur als Pflanzen keinen Zweifel ¹⁾).

1) Wird Zuckerauflösung mit Muskelfleisch, Urin oder Leim län-

Aus diesen Versuchen lassen sich demnach folgende Thatsachen als die Hauptsache festsetzen:

- 1) Eine gekochte organische Substanz, oder eine gekochte, vorher gäbrungsfähige Flüssigkeit geräth nicht in Fäulnifs, resp. in Gährung, wenn auch hinlänglicher Zutritt von atmosphärischer Luft, die aber ausgeglüht worden ist, stattfindet.
- 2) Zur Fäulnifs wie zur Gährung, überhaupt zu Processen, wobei neue Thiere oder Pflanzen zum Vorschein kommen, muß entweder ungekochte organische Substanz da seyn, oder nicht ausgeglühte atmosphärische Luft zugeführt werden ¹⁾.
- 3) 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 und vermehren sich der Zahl nach.
- 4) 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.
- 5) Gifte, die nur für Infusorien, nicht für niedere Pflanzen tödtlich sind (*Extr. Nucis vom. spir.*), hindern die Erscheinungen, welche die mit Infusorienentwicklung verbundene Fäulnifs charakterisiren, nicht die Weingährung und die Fäulnifs mit

gere Zeit hingestellt, so entstehen darin ähnliche Pflanzen, aber in geringerer Zahl, meistens kleiner und gleichsam verkrüppelt.

- 1) Es scheint selbst, daß Blut (ungekocht), unmittelbar aus den Gefäßen eines lebenden Thieres in ein Gefäß geleitet, welches atmosphärische Luft enthält und vorher der Siedhitze des Wassers ausgesetzt war, nicht fault. Doch bedarf dieser Versuch noch einer mehrmaligen Wiederholung.

Schimmelbildung; Gifte, die für Thiere und Pflanzen tödtlich sind (Arsenik) hindern die Fäulniß sowohl als die Weingährung ¹).

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 Erscheinungen der Gährung veranlaßt. Da aber zur Gährung, aufser dem Zucker, ein stickstoffhaltiger Körper nothwendig ist, so scheint es, daß dieser ebenfalls eine Bedingung zum Leben jener Pflanze ist, wie es denn an und für sich schon wahrscheinlich ist, daß jener Pilz Stickstoff enthält. Die Weingährung wird man sich demnach so vorstellen müssen, als diejenige Zersetzung, welche dadurch hervorgebracht wird, daß der Zuckerpilz dem Zucker und einem stickstoffhaltigen Körper die zu seiner Ernährung und zu seinem Wachstum nothwendigen Stoffe entzieht, wobei die nicht in die Pflanze übergehenden Elemente dieser Körper (wahrscheinlich unter mehreren andern Stoffen) vorzugsweise sich zu Alkohol verbinden. Aus dieser Erklärung ergeben sich die meisten über die Weingährung gemachten Beobachtungen sehr natürlich. Doch beschränke ich mich hier, da die Untersuchung noch nicht beendigt ist, auf diese vorläufigen Mittheilungen, und verweise über das Weitere, sowohl die Gährung als die Fäulniß und *generatio aequivoca* betreffend, auf meine bald herauszugebenden »physiologischen Beiträge.«

Der Text des hier gegebenen Aufsatzes ist der unveränderte Abdruck einer Abhandlung, die in den ersten Tagen des Februar d. J. vom Hrn. Prof. Müller in

1) Die künstliche Verdauung von Eiweiß wird durch arsenichtsaures Kali in solcher Quantität, wie es hinreicht zur Verhinderung der Fäulniß, nicht gehindert.

in meinem Namen in der hiesigen Gesellschaft naturforschender Freunde vorgelesen wurde. Bald darnach erhielt ich das *Institut* vom 23. Nov. 1836, woraus ich ersah, daß Cagniard-Latour ähnliche, mir bis dahin unbekannte Beobachtungen über die Gährung des Biers gemacht hatte. Er beobachtete in der Maische, eine halbe Stunde nach dem Zusatz der Hefe, isolirte Kügelchen, denen der Hefe ähnlich. Eine Stunde später fanden sich einige doppelte Kügelchen, d. h. solche, an denen ein secundäres Kügelchen wie durch Expansion des Hauptkügelchens hervorgetrieben zu seyn schien. Später waren gar keine einfachen Kügelchen mehr zu sehen, die doppelten Kügelchen waren gleich groß, und endlich hingen selbst drei, vier und mehr Kügelchen zusammen. Zugleich vermehrte sich die Zahl der Kügelchen sehr bedeutend, und die ganze Masse der Hefe hatte um das Siebenfache der zuerst zugesetzten Hefe zugenommen. Er schließt ferner aus der Vergleichung der Kügelchen der Maische mit denen in gährendem Johannisbeer- und Rosinensaft, wo keine Hefe zugesetzt war, daß die Kügelchen der Maische *jünger* sind als die der Hefe, und daß letztere *während ihrer Wirkung auf die Maische Samen ausschicken, die sich so gleich entwickeln*. Auch sah er wirklich zwei Mal dieses Ausströmen von etwas Flüssigkeit aus einem solchen Kügelchen. Diefs ist die Hauptsache der von Cagniard-Latour damals gemachten Mittheilungen über die Gährung. Vor Kurzem hat der hochgeachtete französische 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 Detail zusammentreffen.