

## Werk

**Label:** ReviewSingle

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1907

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0022](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0022) | LOG\_0202

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

beschrieben, eine gewisse Arbeitsfähigkeit zukommen, und wenn dann diese eigentümlichen Bewegungen lediglich eine Folge der molekularen Wärmebewegungen sind, also ihre Arbeitsfähigkeit lediglich eine Folge der Wärmeenergie des umgebenden Mediums ist, dann stimmt das allerdings nicht recht mit den Thomsonschen oder verwandten Grundsätzen zusammen, auf welche man ja bekanntlich die Lehren vom zweiten Wärmesatz begründet.

Danach ist es ja nicht möglich, Arbeit zu leisten, indem man einem Körper lediglich Wärme entzieht, ohne daß kompensierende Veränderungen zugleich eintreten. Wenn man also einen Kreisprozeß ausführt, derart, daß am Ende desselben eine gewisse Arbeit geleistet und einem Körper Wärme entzogen worden ist, sonst aber alles sich wieder im Anfangszustande befindet, so widerspricht ein solches Resultat dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik; es muß eben, um Arbeit zu bekommen, noch eine weitere (kompensierende) Veränderung hinzutreten. Nun ist aber noch gar nicht ausgemacht, ob eine solche bei den Brown-Zsigmondyschen Bewegungen wirklich nicht vorhanden ist, selbst wenn man Strömungen, Kapillarbewegungen, äußere Erschütterungen u. dgl. als Ursachen ausschaltet. Die neueren Beobachtungen über so manche merkwürdigen Strahlungserscheinungen haben doch wohl klar gezeigt, wie verhältnismäßig große Energiemengen durch sehr kleine Veränderungen frei gemacht werden können. So gut wie unmerkliche Variationen in dem Zustande der Körper, können sie als Kompensationen für eine Arbeitsleistung auftreten, die scheinbar nur auf Kosten der Wärmeenergie zustande kommt. So können von den in einer Flüssigkeit oder einem Gase schwebenden Teilchen Korpuskeln in das umgebende Medium abgeschleudert oder umgekehrt solche von ihnen verschluckt werden, und derartige Vorgänge können sehr wohl mit den Brown-Zsigmondyschen Bewegungen im Zusammenhange stehen. Beim Zerfall der Atome, bei dem Aussenden von Korpuskeln, Ionen, Elektronen usw., hat man es ja gar nicht direkt mit Wärmeerscheinungen zu tun. Mit Recht nimmt man ja wohl an, daß für die Wärmebewegungen bestimmte Relationen zwischen der Energie der Schwerpunktsbewegungen und der sogenannten intramolekularen Energie bestehen müssen; bei einer bloßen Wärmeabgabe bzw. bloßen Wärmeaufnahme ändert sich dann dieser ganze Komplex von Energie entsprechend der Temperaturänderung.

Unabhängig nun von dem durch die Temperatur eines Körpers bestimmten Gleichgewichte der verschiedenen Molekularenergien können Atome wie Moleküle, z. B. durch chemische Vorgänge, zu, man darf vielleicht sagen, überschüssigen, inneren Bewegungen angeregt werden, und wenn diese Ausstrahlungen ergeben, so hat man es hier keineswegs mit Wärmeübergängen zu tun, auch wenn dadurch andere

erleuchtete Gesichtsfeld durchleuchtet, fast als ob es ein lebendes Wesen wäre. Solche Bewegungen wurden auch noch bei anderen Substanzen und bei Rauchteilchen auch in Luft beobachtet.

Körper schließlich erwärmt werden. Vor einiger Zeit hatte Herr E. Wiedemann<sup>1)</sup> darauf aufmerksam gemacht, daß man durch einen phosphoreszierenden Kalkspatkristall von 0° eine ihn umgebende Platinhülle von 1° über Null noch weiter erwärmen könne. Hierbei geschieht aber, auch wenn man chemische Prozesse nicht annimmt, die erwärmende Ausstrahlung auf Kosten solcher überschüssiger „Intramolekularbewegungen“, es ist abklingende Lumineszenzenergie, welche in Wärme übergeht. Die Temperatur des Kalkspats sinkt dabei nicht in dem Maße, um die positive Verwandlung, wie ja die Erwärmung der Platinhülle eine ist, für den Gesamtprozeß in eine negative Verwandlung überzuführen, und eine solche widerspräche erst dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Man wird gut tun, ähnliche Betrachtungen, wie die hier angedeuteten, überall da anzustellen, wo anscheinend ein Widerspruch mit dem zweiten Wärmesatz sich zeigt.

#### W. Benecke: Untersuchungen über den Bedarf der Bakterien an Mineralstoffen. (Botanische Zeitung 1907, Jahrg. 65, S. 1—23.)

Seit den vortrefflichen Untersuchungen, die Hans Molisch und Wilhelm Benecke Mitte der neunziger Jahre über die mineralische Ernährung der niederen Pilze ausgeführt haben, sind eine große Zahl, namentlich bakteriologischer Arbeiten mit entsprechendem Ziel veröffentlicht worden; aber unter ihnen sind, wie Herr Benecke klagt, nur sehr wenige, die den Fehlerquellen, vor denen er und Molisch warnten, Rechnung tragen. „Insonderheit“, sagt Verf., „sind meine Untersuchungen über die Fehlerquelle, die der Löslichkeit der Wandung der Kulturgefäße entspringt, fast vollkommen unbeachtet geblieben, so daß beinahe alle neueren Arbeiten auf diesem Gebiete eine kritische Nachprüfung erheischen.“ Die neuen, mühevollen Untersuchungen, die Herr Benecke in dem vorliegenden Aufsatz veröffentlicht, werden mit ihrer sorgsam Methode und den nicht anzuzweifelnden Ergebnissen, die sie bringen, sicher ihren Zweck erreichen, „einer weiteren Anhäufung kritikloser Angaben über den Bedarf der Pilze an Mineralstoffen entgegenzuarbeiten“ und so für ein tieferes Eindringen in diese Fragen einen sicheren Grund zu legen.

Gearbeitet wurde vorzugsweise mit zwei farbstoffbildenden Bakterien, dem *Bacillus fluorescens liquefaciens* Flügge und dem *Bacillus pyocyaneus* Gessard, die schon zu vielen physiologischen Versuchen, unter anderem auch zur Ermittlung des Mineralstoffbedürfnisses, benutzt worden sind, so daß ein Vergleich der Befunde mit den Angaben anderer Forscher möglich ist; außerdem haben sie den Vorteil, in einfachen, aus leicht zu reinigenden Nährstoffen zusammengesetzten Lösungen zu gedeihen.

Als Kulturgefäße verwendete Verf. ein Kölbchen aus geschmolzenem Bergkristall, aus dem in alkalische Nährlösungen höchstens minimale Mengen von Kiesel-

<sup>1)</sup> Annalen der Physik, N. F., Bd. 38, S. 486, 1889.

säure übergehen können; ferner Kolben aus Jenenser Geräteglas, das ganz kaliumfrei ist, aber etwas Magnesium enthält, auch Spuren von Zink und möglicherweise von Kalk abgibt; endlich Resistenzglas aus Darmstadt, das sehr kaliumarm ist und Magnesium enthält; Wiener Normalglas, das wahrscheinlich Kalium abgibt, aber magnesiumfrei zu sein scheint, und verschiedene andere Gläser.

Die Chemikalien wurden zum großen Teile durch mehrmaliges Umkristallisieren, Auskochen mit Wasser usw. in Platinschalen oder auch in Abdampfschalen aus Jenenser Geräteglas gereinigt. Natürlich wurde dazu ganz reines Wasser benutzt, das Verf. selbst in einen Destillierapparat mit zinnernem Helm und zinnerner Kühlschlange destilliert hatte.

In ganz einfach zusammengesetzten Nährlösungen, die außer einer günstigen Kohlen- und Stickstoffquelle (z. B. Asparagin 0,25%) die Ionen des Kaliums und Magnesiums, der Phosphorsäure und der Schwefelsäure enthalten (z. B. Magnesiumphosphat 0,05% und Kaliumsulfat 0,02%), gedeihen beide Bakterien sehr gut, und Wachstum und Farbstoffbildung halten ungefähr gleichen Schritt mit einander. Diese Entwicklung erfolgt auch im Quarzkolben, woraus zu entnehmen ist, daß die genannten Nährstoffe für die Bakterien genügen. Denn daß etwa aus der Kolbenwandung austretendes Silicium von Bedeutung sein könne, hält Verf. für ausgeschlossen. Das Vorhandensein von Kalkspuren in den Nährsalzen und im Wasser ist bei der sorgfältigen Reinigung, die diese erfuhren, nicht anzunehmen, und so liefern des Verf. Versuche einen erneuten Beweis dafür, daß gewisse niedere Pflanzen des Kalkes nicht bedürfen, womit freilich nicht gesagt ist, daß nicht Bakterien gefunden werden können, die wie die meisten grünen Pflanzen den Kalk nötig haben.

Die Frage, ob das Eisen für die beiden Bakterien unnötig sei, möchte Verf. nicht ohne weiteres bejahen; er hält es für möglich, daß die Spaltpilze es brauchen, aber in ganz geringen Spuren, die sich jedem Nachweis entziehen. Diese Annahme wird nahegelegt durch die Betrachtung, daß grüne Pflanzen Eisensalze in weitaus geringerer Menge bedürfen als etwa Kalium-, Magnesium- oder Kalksalze, und durch Berücksichtigung der außerordentlich kleinen Mengen von Kalium- und Magnesiumsalzen, auf deren Gegenwart, wie unten noch gezeigt werden wird, unsere Bakterien durch Wachstum noch reagieren.

In kaliumfreien Lösungen (mit Magnesiumsulfat statt Kaliumsulfat), die sich in Bergkristall oder Jenenser Glas befanden, entstanden nie Bakterienvegetationen, in Resistenzglas waren sie mäßig, in allen anderen Gläsern aber ziemlich unterschiedslos kräftig entwickelt. Es erfolgte also in alkalifreien Lösungen nur dann Wachstum, wenn Kalium aus der Glaswand in Lösung gehen konnte. Kulturen, die wegen Kaliummangel mehrere Wochen nach dem Impfen klar geblieben waren, trübten sich innerhalb 24 Stunden, nachdem ein winziges Körnchen von Kaliumhydroxyd zugefügt war.

Für Kulturversuche in kaliumfreien Nährlösungen sind mithin außer Quarzkolben von den benutzten Gläsern nur Kolben aus Jenaer Geräteglas brauchbar. Die Chemikalien, auch wenn sie als chemisch rein bezeichnet werden, müssen noch einer möglichst gründlichen Reinigung unterzogen werden, da die Versuche lehrten, daß z. B. in alkalifreien Lösungen mit käuflichem Asparagin ansehnliches Wachstum und intensive Färbung auftrat. Endlich ist es empfehlenswert, das Impfmateriale möglichst kaliumarmen Kulturen zu entnehmen. Übrigens tritt auch bei allen Vorsichtsmaßregeln gelegentlich Wachstum in „kalifreien“ Lösungen ein; in solchen Fällen liegen Verunreinigungen einzelner Kolben mit Staub aus der Luft usw. vor.

Die Versuche, die Verf. zur Beantwortung der Frage ausführte, wieviel Kalium zu alkalifreien Lösungen mindestens zugesetzt werden müsse, damit sich eine Förderung des Wachstums des *Bacillus fluorescens* im Vergleich zum Wachstum in alkalifreien Lösungen bemerklich mache, ergaben, daß schon sehr geringe Mengen von Kaliumionen in der Nährlösung genügen, um optimale Wachstumsbedingungen zu erzielen. Sinkt der Kaliumgehalt unter das Optimum, so macht sich dies in einer Verlangsamung der Entwicklung bemerkbar; doch wird, wenn auch verspätet, schließlich dieselbe Entwicklungshöhe und Intensität der Farbstoffbildung erreicht wie in kaliumreicheren Kulturen. Erst wenn der Gehalt an Kaliumsulfat unter  $\frac{1}{50}$  mg in 100 cm<sup>3</sup> sinkt, wird die Entwicklungshöhe kaliumreicherer Kulturen überhaupt nicht mehr erreicht und die Farbstoffbildung ist minder kräftig. Sinkt der Gehalt an Kaliumsulfat bis auf etwa  $\frac{1}{250}$  mg in 100 cm<sup>3</sup>, so ist nur mäßige Entwicklung und nach längerer Versuchsdauer geringe Farbstoffbildung zu beobachten. Bei noch kleineren Kaliumdosen findet nur noch Trübung der Nährlösung, aber keine Farbstoffbildung statt. Beträgt der Gehalt an Kaliumsulfat endlich weniger als den zehntausendsten Teil eines Milligramms in 100 cm<sup>3</sup>, so ist das Wachstum von dem verschwindend geringen Wachstum in kaliumfreien Lösungen nicht mehr zu unterscheiden.

Anhangsweise teilt Verf. mit, daß auch der von ihm im vorigen Jahre beschriebene chitinerstörende Spaltpilz *Bacillus chitinovor* (vgl. Rdsch. 1906, XXI, 7) in Nährlösungen, denen Kalium fehlt, weder bei Asparagin- noch bei Chitinzufuhr wächst, daß aber auch er schon auf sehr kleine Kaliumdosen (Zucht in kalihaltigen Glasgefäßen) durch Wachstum reagiert.

Großes Interesse haben sodann des Verf. Versuche über die Frage, ob Kalium durch Lithium, Ammonium, Natrium, Rubidium oder Cäsium vertreten werden könne. Hierüber liegt ja bereits eine Anzahl von Untersuchungen an Schimmelpilzen und Bakterien vor; für erstere hat Verf. selbst eine beschränkte Vertretbarkeit des Kaliums durch Rubidium und Caesium nachgewiesen (vgl. Rdsch. 1896, XI, 87), und einige Jahre später (1901) hat Herbst Analoges für tierische Objekte festgestellt. Herr Benecke führte nun eine große Zahl neuer Versuche mit *Bacillus fluorescens*