

# Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

**k. b. Akademie der Wissenschaften**

zu München.

Band IX. Jahrgang 1879.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1879.

In Commission bei G. Franz.

Permeabilität, da diese grösser ist; es muss daher angenommen werden, dass das Wasser im nicht gefrorenen Zustande in den Poren beweglich ist, im gefrorenen Zustande aber unbeweglich, so dass der Druck der Luft der es im ersteren Falle verschieben konnte, dies nicht mehr vermag, wenn es zu Eis erstarrt ist.

Auch durch das Gefrieren kann es zum vollständigen Verschlusse eines selbst im nassen und ungefrorenen Zustande noch für Luft durchgängigen Bodens kommen.

Die Versuche werden ausführlich in der Zeitschrift für Biologie mitgetheilt werden.

---

Derselbe theilt mit und bespricht:

„Ueber den Uebergang von Spaltpilzen  
in die Luft“ von Dr. Isidor Soyka.

Bei den nahen Beziehungen der Krankheitskeime zu den Fäulnisskeimen scheint die Untersuchung der Art und Weise, wie letztere in die Luft gelangen und darin verbreitet werden, von einiger Bedeutung werden zu wollen. Im Nachfolgenden sind einige Resultate angeführt, die beim Studium dieser Fragen gewonnen wurden.

Im Speciellen waren die Aufgaben, die hier gestellt wurden darauf gerichtet, zu untersuchen, bei welcher Luftbewegung trockene Fäulnisskeime fortgerissen und weiter getragen werden, und sodann unter welchen Bedingungen es bei keimhaltigen Flüssigkeiten zu einer Propagation der Spaltpilze komme; ich bediente mich hiebei folgender Methode:

In besonders zu diesem Zwecke angefertigte Apparate — Glasbirnen, nach beiden Seiten in eine Röhre auslaufend, deren eine (untere) jedoch noch bis auf 2—2,5 Cm in die Birne hineinragte — wurde eine geeignete fäulnissfähige Nährlösung eingefüllt, und Luft durch dieselben geleitet, die im Falle, dass sie Fäulnisspilze mit sich führte, diese auf ihrem Weg durch die Birne in die Flüssigkeit fallen lassen und letztere so inficiren sollte; das obere Ende war, um ein Eindringen der Keime von oben her zu verhindern, nach dem Vorgange von Schroeder und Dusch mit einem Baumwollpfropf verschlossen und der ganze Apparat durch mehrstündiges Erhitzen auf 110—120° C (im Dampftopf) vollständig keimfrei gemacht. Während dieses Vorgangs war auch die untere Röhre mit einem Baumwollpfropf verschlossen, der besonders das Eindringen pilzhaltiger Luft beim Abkühlen verhindern sollte. Nachdem die Temperatur sich ausgeglichen hatte oder auch erst vor dem Versuche wurde dieser untere Pfropf entfernt; derartig behandelte Apparate konnten so Monate hindurch sich selbst überlassen werden, ohne nur im Geringsten eine Spur von Fäulniss zu verrathen. Als Nährlösung diente eine Fleischextractlösung 0,5%, die schwach alkalisch gemacht und mit Lacmus blau gefärbt worden war.



Der Grund, warum derartige Apparate zu den Versuchen gewählt wurden, lag darin, dass etwaige Krümmungen, wie sie bei Anwendung U förmiger Röhren hätten angebracht werden müssen, vermieden werden sollten, da in ihnen ein Hinderniss für die Weiterbewegung der Keime zu suchen ist; ausserdem hätte bei U förmigen Röhren die Nährlösung in beiden Schenkeln als Sperrflüssigkeit gedient und so eventuelle, spontane Luftbewegung behindert, was bei unsern Apparaten nicht der Fall sein konnte.

Um nun zuvörderst die Windgeschwindigkeit zu bestimmen, bei der Keime von der Luft mitgeschleppt werden wurde unser Apparat an das obere Ende einer vertical aufgestellten Röhre befestigt, die vollständig ausgeglüht war und an deren entgegengesetztes Ende ein kleines Kästchen befestigt wurde mit siebartig durchbrochenem Boden; auf welchem letzteren ein spaltpilzhaltiger Staub aufgeschichtet wurde; dieser bestand in bei gewöhnlicher Lufttemperatur eingetrocknetem und nachher fein verriebnem, faulem Blute. An dem obern Ende des Apparates wurde mittelst eines Aspirators Luft durchgesaugt und durch eine Gasuhr das Volumen gemessen; die Luft musste nun durch den Blutstaub hindurchstreichen, und bei einer gewissen Geschwindigkeit Staubpartikelchen mit sich führen, die, wenn sie in die oben im Apparat befindliche Nährlösung fielen, dieselbe in Fäulnis versetzen mussten. Bei dieser Versuchsanordnung war die Höhe vom Kästchen bis zum Niveau der Flüssigkeit 1 Meter; der Durchmesser der Röhre betrug 10 Mm.; ihr Querschnitt also  $78,5 \square$  mm.

Die geringste Geschwindigkeit nun, bei der bereits ein Transport der Keime bis in den oben angebrachten Apparat, also auf 1 Meter Höhe, constatirt werden könnte, betrug 0,0465 Meter in der Secunde oder 4,65 Cm in der Secunde. Es liess sich aber noch feststellen, dass auch bei viel geringeren Luftbewegungen körperliche Theile, also auch Keime mitgeschleppt werden. Der rothe Blutstaub konnte nämlich auf seinem Wege leicht verfolgt werden, wenn er sich in irgend welcher erheblicher Menge an einem hellen Körper abgelagerte, und so sah man denn in der untern Hälfte der Röhre bis zu einer Höhe von ca. 20 Cm eine ihrer Mächtigkeit noch oben allmählig abnehmende Schichte dieses Blutstaubes abgelagert in einem Falle, wo die Luftgeschwindigkeit nur

0,008 Meter in der 8 Mm. in der Secunde betrug.

Etwas anders waren die Resultate, wenn man die Luft anstatt durch diese keimhaltigen Substanzen über dieselben hinwegstreichen liess; die Versuchsanordnung wurde zu diesem Zwecke nur soweit modificirt, dass anstatt des Kästchens an dem untern Ende der Röhre eine Liebig'sche Ente befestigt wurde, auf deren Boden etwas von dem faulen, trockenen Blute aufgeschichtet war. Die geringste Windgeschwindigkeit, bei der nun hier Keime bis zur Höhe von 1 Meter mitgeführt wurde, betrug 0,111 Meter also 11 Cm in der Secunde.

Bezüglich des Verhaltens von Flüssigkeiten liegen bereits Versuchsergebnisse von v. Naegeli vor; allein es schien nicht ohne Interesse dieselben nach dieser Methode zu wiederholen, und wo möglich durch quantitative Versuche zu ergänzen.

Vorerst handelte es sich um das Verhalten einer in Ruhe befindlichen, sich selbst überlassenen, faulenden Flüssigkeit. Die Versuchsanordnung war hier folgende:

Ein kleines Kölbchen wurde mit einem doppelt durchbohrten Stöpsel verschlossen, in dessen einer Durchbohrung unser beschriebener Apparat stak, durch dessen andere jedoch ein Rohr bis an den Boden des Kölbchens ging; dieses Rohr war an seinem äussern Ende mittest eines mit Klemme versehenen Gummischlauchs verschliessbar. Es wurde nun zuerst durch dieses Rohr etwas Flüssigkeit in das Kölbchen eingefüllt, so dass der Boden leicht bedeckt und das Rohr vollständig damit gefüllt war. Nun wurde das Ganze im Dampftopf mehrere Stunden auf 110—120° erhitzt; nach dem Abkühlen wurde sodann mittelst einer Pipette durch das mit Flüssigkeit gefüllte Rohr (a) faulende Flüssigkeit in den Apparat gebracht: Diese Manipu-



lation bot die Gewähr, dass beim nachträglichen Einfüllen der faulenden Substanz keine in der Luft suspendirten Organismen mit hinein gelangen könnten; denn auf diese Weise konnte überhaupt keine Luft in den Kolben eintreten, und die früher in demselben enthaltene war ja ausgekocht. Natürlich wurde der Gummischlauch früher geschlossen, bevor die Röhre (a) sich entleeren konnte.

Bei einer derartigen Versuchsanordnung blieb die Nährlösung unserer Apparate stets frei von Fäulniss; wohl traten in derselben einige Veränderungen auf, die mit dem Fäulnissprocesse im Kolben im Zusammenhange standen; so zeigte die alkalisch gemachte, durch Lakmus blau gefärbte Fleischextractlösung alsbald eine rothe Färbung, ohne sich jedoch zu trüben; es diffundirten in derselben also jedenfalls sauer reagirende Gase aus der faulenden Flüssigkeit, die der Fleischextractlösung auch einen Fäulnissgeruch verliehen, allein Keime gelangten mit derselben nicht in die Flüssigkeit, sie blieb vollkommen klar, pilzfrei, auch nach vielen Monaten. Anders war jedoch das Ergebniss, wenn wir über diese Flüssigkeitsschichte bei mässiger Geschwindigkeit Luft streichen liessen; zu diesem Zwecke erlitt die soeben beschriebene Versuchsanordnung nur eine kleine Modification, indem ein mit einem etwas längern seitlichen Tubulus versehenes Kölbchen genommen wurde, welcher Tubulus durch einen Wattepfropf verschlossen wurde. Im Uebrigen war das Verfahren analog dem früheren, der ganze Apparat wurde im Dampftopf erhitzt und nachher unter den geschilderten Cautelen gegen Eindringen von Luft mit faulender Flüssigkeit (Blut) gefüllt.

Wir wollen hier einen von den vielen Versuchen, die wir nach dieser Richtung anstellten, anführen. Der Querschnitt des Kolbens in der Höhe des Flüssigkeitsniveau's, der zur Berechnung der Geschwindigkeit nothwendig ist, betrug 22,95 □ cm.

Datum. Durchgeleitetes Luftquantum. Zeitdauer. Geschwindigkeit.

	(in Litern)	(Minuten)	in Metern per Secunde
13	338	125	0,0196
14	790,4	193	0,02971
14	475,8	117	0,0294
15	660,4	171	0,0288
15	176,8	50	0,0256
16	494	148	0,0242
17	436,8	120	0,022

18 Fäulniss in der Nährlösung.

Es wurden also Keime aus dem Kölbchen von der über die Flüssigkeit hinwegstreichenden Luft mitgenommen, nachdem 3372,2 Liter oder 3,37 cbm Luft durchgeleitet worden waren; und zwar betrug die Geschwindigkeit, bei der dies stattfand, selbst wenn wir nur die grösste berücksichtigen, die während dieses Versuches zur Anwendung kam, 0,02971 Meter oder ca 3 cm in der Secunde. Es ist hervorzuheben, dass die Luftbewegung eine derartig schwache gewesen, dass keine merkbare Erschütterungen der Flüssigkeit verursacht wurden.

Den Einfluss von Bewegungsvorgängen zu illustriren, dienten Versuche, in denen schwache Luftströme durch die faulende Flüssigkeit geleitet wurden. Zu diesem Zwecke wurde ein seitlich tubulirter Kolben in ähnlicher Weise wie im vorhergehenden Experimente adjustirt, nur dass in den seitlichen Tubulus ein Glasröhrchen luftdicht eingepasst war, dessen äusserer Theil mit Baumwolle verstopft war, dessen innerer, in eine feine Spitze auslaufender, unter das Niveau der im Kolben befindlichen Flüssigkeit eintauchte. Beim eventuellen Durchsaugen von Luft musste diese nun in Form von Blasen in der Flüssigkeit aufsteigen, die dann an der Oberfläche platzten. In diesen Fällen

wurde stets, bei noch viel geringerer Luftgeschwindigkeit, als im vorhergehenden Falle, Infection der Apparate beobachtet. Es stimmt dieses Resultat mit den Untersuchungen Franklands überein, der an gelösten chemischen Körpern (Chlorlithium) constatiren konnte, dass diese bei Gasentwicklung innerhalb der Flüssigkeit, in der oberhalb des Flüssigkeitsniveau's befindlichen Luft nachgewiesen und auch weiter verschleppt werden konnten.

Dass eine allerdings nur höchst minimale, kaum merkbare Aenderung des Flüssigkeitsniveau's zur Erzielung des erwähnten Resultates (Infection der Nährlösung in dem oberhalb der Flüssigkeit befindlichen Apparate) im ersten Falle nöthig war, liess auch ein Versuch plausibel erscheinen, indem bloss die Abänderung getroffen wurde, dass die Luft, bevor sie über die faulende Flüssigkeit strich, vollkommen mit Wasserdampf gesättigt war, so dass keine Verdunstung stattfinden konnte. In diesen Fällen wurden keine Infection beobachtet.

Es wäre noch zu erwähnen, dass bei den Versuchen auch darauf geachtet wurde, ob der Baumwollverschluss auch wirklich ein genügendes Mittel sei, um die Pilze, die etwa in der Luft vorhanden waren, zurückzuhalten, und haben dies besondere Versuche erwiesen.

Bezüglich der gewonnenen Zahlen sei noch bemerkt, dass sie keineswegs Grenzwerte repräsentiren; sie sollen nicht etwa in absoluter Weise die geringste Geschwindigkeit angeben, bei der ein Fortführen der Keime möglich ist, denn, wie leicht einzusehen, werden diese Zahlen nach der Art der Versuchsanordnung variiren. Wenn ein noch leichter zu verstäubendes Material als das von mir angewendete, trockene Blut gewählt wird, wird man wol auch noch niedrigere Werthe erhalten. Ebenso vielleicht wenn man andere Vorrichtungen zum Nachweis der Weiterführung der Pilze anbringt. Immerhin geben uns schon



die nach unsern Methoden gewonnenen Zahlen einen Begriff von den minimalen Kräften, die dazu nöthig sind, um diese, allerdings auch nur minimalen Wesen in Bewegung zu bringen.

Da nun derartige Luftgeschwindigkeiten fortwährend — auch bei scheinbar vollkommener Windstille — vorhanden sind, so müssen wir wol annehmen, dass in unserem Luftmeer fortwährend Spaltpilze in grosser Zahl aufgewirbelt und weiter getragen werden; und zwar sowohl von trockenen Flächen als auch von befeuchteten, wenn zur Verdunstung Gelegenheit geboten ist.