

## Sitzung vom 29. April 1904.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

---

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

**Shibata, Dr. K.**, in Tokio, z. Z. in **Leipzig** (durch W. PFEFFER und C. CORRENS),

**Overton, Dr. James Bertram**, Professor der Biologie am Illinois College in **Jacksonville** (Ill., U. S. A.) (durch M. KOERNICKE und F. NOLL).

Zum ordentlichen Mitgliede ist proklamiert Herr:

**Cavara**, Professor in **Catania**.

---

Der Vorsitzende giebt den Tod des ordentlichen Mitgliedes,  
Herrn königlichen Rats

**Dr. Moritz Staub,**

Professor am Übungsgymnasium des kgl. ungarischen Seminars für Lehramtskandidaten in Budapest, bekannt. Zum ehrenden Gedächtnis an den Verstorbenen erhoben sich die in der Sitzung Anwesenden von ihren Sitzen.

---

## Mitteilungen.

---

### **32. S. Kostytschew: Über Atmungsenzyme der Schimmelpilze.**

Eingegangen am 26. März 1904.

---

Bereits PASTEUR<sup>1)</sup> hat den Gedanken ausgesprochen, dass die anaërobe (die sogenannte „intramolekulare“) Atmung der Pflanzen nichts anderes sei als Alkoholgärung. Späterhin wurde dieser Ge-

1) PASTEUR, Études sur la bière. Paris 1876, S. 258.  
Ber. der deutschen bot. Gesellsch. XXII.



danke durch eine Reihe von Untersuchungen verschiedener Forscher bekräftigt<sup>1)</sup>. So lange der von PASTEUR vorgeschlagenen Theorie der Alkoholgärung, welche darin besteht, dass „Gärung Leben ohne Sauerstoff“ sei, noch keine Tatsachen widersprachen, herrschte über die Identität zwischen anaërober Atmung und Gärung gar kein Zweifel. Es wurde jedoch in der Folge festgestellt, dass Alkoholgärung bei möglichst vollkommener Aëration mit eben derselben Energie vor sich geht, wie in einem sauerstofffreien Raume<sup>2)</sup>. Schliesslich ist durch die glänzenden Untersuchungen BUCHNER's<sup>3)</sup> nachgewiesen worden, dass die Alkoholgärung der Hefe durch ein spezifisches Enzym, „Zymase“, hervorgerufen wird. Es trat nun die Notwendigkeit zu Tage, die dadurch hervorgerufenen Widersprüche aufzuklären, was auch von verschiedenen Forschern unternommen wurde; so z. B. setzt MAZÉ<sup>4)</sup> voraus, dass Alkoholgärung die Anfangsstufe der Sauerstoffatmung bilde; diese Theorie ist somit eine Abart der alten WORTMANN'schen Theorie<sup>5)</sup>.

Eine vollkommen entgegengesetzte Ansicht vertreten STOKLASA und CZERNY<sup>6)</sup>. Diese Forscher glauben schliessen zu dürfen, dass bei aëroben Organismen die Entstehung von Zymase durch Sauerstoffabschluss hervorgerufen wird. Weiterhin suche ich darzulegen, dass diese Anschauung nicht ganz einwandfrei ist.

Bei Beginn meiner eigenen Untersuchungen bin ich von folgenden Erwägungen ausgegangen: 1. Wenn in der Pflanze bei Sauerstoffabschluss sich Zymase gebildet hatte, so muss dieselbe ihre Tätigkeit auch bei erneuertem Sauerstoffzutritt fortsetzen, was ohne Zweifel auf das Verhältnis  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  bei dem Atmungswechsel einwirken soll. 2. Wenn im Gegenteil die sogenannte „anaërobe“ Atmung tatsächlich auch bei normalen Aërationsbedingungen fortwährend vor sich geht, so ist der Erfolg hinsichtlich Erhaltung von entsprechendem Enzyme aus bei günstigen Aërationsbedingungen aufgezogenen Pilzkulturen nicht unmöglich; in diesem Falle könnte die Möglichkeit eintreten, die Eigenschaften des erhaltenen Enzyms mit denjenigen der Zymase zu vergleichen. 3. Auch ist die Wahrscheinlichkeit nicht ausgeschlossen, dass es gelingen werde, Enzyme der Sauerstoffatmung

1) Die bezüglich dieser Frage reichhaltige Literatur wird in einer später zu erscheinenden Schrift besprochen werden.

2) IWANOWSKI, Abhandl. der St. Petersburger Akad. der Wissensch. 1894, Bd. LXXIII, 2.

3) E. BUCHNER, H. BUCHNER und M. HAHN, Zymasegärung. 1903.

4) MAZÉ, Annales de l'Institut Pasteur. 1902, Bd. 16, S. 195, 346 und 433.

5) WORTMANN, Arbeiten des botanischen Instituts zu Würzburg. 1882, Bd. 2.

6) STOKLASA und CZERNY, Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch. 1903, Bd. 36, S. 622.



zu finden. Die genaueren Details der Methodik werden in meiner demnächst in den „Jahrb. für wissenschaftl. Botanik“ erscheinenden Abhandlung „Über die normale und anaerobe Atmung bei Abwesenheit von Zucker“ beschrieben werden. Ich will hier nur noch hinzufügen, dass die Gasanalysen mit einer Genauigkeit von 0,05 pCt., die Messungen des Gesamtvolumens der zu untersuchenden Gasmischung mit der Genauigkeit von 1 *ccm*-Teilen ausgeführt wurden. Die Analyse einer jeden Gasmischung wurde nicht weniger als zweimal vollzogen; alsdann wurden Mittelwerte berechnet. Auf diese Weise übersteigen die Fehlergrenzen in den absoluten Mengen von CO<sub>2</sub> bei 0° und 760 *mm* Quecksilberdruck nicht 0,1—0,15 *ccm*. Bei der Berechnung von  $\frac{CO_2}{O_2}$  ist der Sauerstoffgehalt der Laboratoriumsluft auf Grund vieler Gasanalysen als gleich 20,80 pCt. angenommen worden. In den Versuchsprotokollen bezeichnet *V* das Gesamtvolumen des zu analysierenden Gases, *t* die Temperatur und *P* den Gasdruck.

### Versuch I.

Drei fünftägige Kulturen von *Mucor stolonifer*. Die Nährlösung — RAULIN'sche Flüssigkeit — ohne Zn und Si und unter Ersatz von Rohrzucker durch gleiche Gewichtsmenge Traubenzucker.

1. Kultur.	2. Kultur.	3. Kultur.
A. Luftperiode = 1 Stunde 30 Minuten.	A. Luftperiode = 1 Stunde 20 Minuten.	A. Luftperiode = 1 Stunde 40 Minuten.
Gasanalyse: CO <sub>2</sub> = 1,94 pCt. O <sub>2</sub> = 19,09 „	Gasanalyse: CO <sub>2</sub> = 2,36 pCt. O <sub>2</sub> = 18,92 „	Gasanalyse: CO <sub>2</sub> = 2,93 pCt. O <sub>2</sub> = 18,53 „
Inerte Gase: = 78,97 „	Inerte Gase: = 78,72 „	Inerte Gase: = 78,54 „
$\frac{CO_2}{O_2} = 1,18.$	$\frac{CO_2}{O_2} = 1,35.$	$\frac{CO_2}{O_2} = 1,39.$
2 Stunden im Stickstoffstrom.	2 Stunden im Stickstoffstrom.	2 Stunden im Stickstoffstrom.
B. Stickstoffperiode = 19 Stunden.	B. Stickstoffperiode = 43 Stunden.	B. Stickstoffperiode = 110 Stunden.
1 Stunde im Luftstrom.	1 Stunde im Luftstrom.	1 Stunde im Luftstrom.
C. Luftperiode = 4 Std.	C. Luftperiode = 9 Std.	C. Luftperiode = 15 Std.
Gasanalyse: CO <sub>2</sub> = 4,49 pCt. O <sub>2</sub> = 16,34 „	Gasanalyse: CO <sub>2</sub> = 5,43 pCt. O <sub>2</sub> = 15,33 „	Gasanalyse: CO <sub>2</sub> = 8,32 pCt. O <sub>2</sub> = 12,67 „
Inerte Gase: = 79,17 „	Inerte Gase: = 79,24 „	Inerte Gase: = 79,01 „
$\frac{CO_2}{O_2} = 1,01.$	$\frac{CO_2}{O_2} = 1,00.$	$\frac{CO_2}{O_2} = 1,03.$

Auf diese Weise ist ersichtlich, dass selbst bei einer nicht strengen Anaerobe  $\frac{CO_2}{O_2}$  nicht unter dem Einfluss von zeitweiligem Sauerstoffabschluss erhöht wird. Ich beschloss nun, die Atmung der durch



Aceton getöteten Kulturen von *Aspergillus niger*, einer typischen Aërobe, zu untersuchen. Vor einigen Jahren noch wäre ein derartiger Plan wohl zu gewagt erschienen, nach den trefflichen Untersuchungen BUCHNER's und seiner Schüler erscheint jedoch ein solcher Plan vollkommen gerechtfertigt; die Alkoholgärung galt ja doch auch für einen typisch vitalen Prozess.

Die Methode der Darstellung von meinen Acetonpräparaten unterscheidet sich wenig von der gewöhnlichen Herstellung der Aceton-dauerhefe<sup>1)</sup>: Mycelien von *Aspergillus niger*, auf einer dünnen Nährlösungsschicht, also bei vollkommener Aëration aufgezogen, wurden mit Wasser umspült, in einer kleinen Presse bei schwachem Drucke abgepresst und sodann wiederholt mit Aceton bis zum Hartwerden bearbeitet; nun wurde das Aceton durch Äther ausgewaschen und der Äther an freier Luft abgedunstet. Die harten Mycelien wurden zu feinem Pulver zerrieben, welches sodann 24 Stunden bei 32° im Vakuumexsiccator getrocknet wurde; daraufhin gelangte das Präparat in die Versuchskolben. In sämtlichen Fällen konnte eine nach Schluss der Versuche vorgenommene sorgfältige mikroskopische Untersuchung nicht das Vorhandensein von fremdartigen Organismen konstatieren, was auch durchaus verständlich ist, da fast sämtliche Versuche von kurzer Dauer waren. Doch ergaben auch Impfungen aus den Versuchskolben, wenn Präparate unter Beobachtung elementarer Vorsichtsmassregeln angefertigt und in die Versuchskolben hineingetan wurden, mit Ausnahme einiger seltenen Fälle, ein negatives Resultat. Die Zuckerlösungen wurden stets vor dem Versuch sterilisiert. Wie zu erwarten, erwies sich die Atmungsenergie der Acetonpräparate<sup>2)</sup> im Verhältnis zu derjenigen der lebenden Mycelien kolossal schwach, was freilich von der Unvollkommenheit der Darstellungsmethode abhängt; zu meinen Zwecken konnte ich mich jedoch mit meinem elementaren Verfahren begnügen<sup>3)</sup>.

## Versuch II.

Zwei Kolben, ein jeder mit 0,317 g Präparat und 10 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung beschickt; es bildete sich ein Brei, und die Aëration blieb vollkommen.

1) BUCHNER u. a., l. c. S. 254.

2) Es sei noch bemerkt, dass diese Acetonpräparate schon nach zweitägigem Aufbewahren im Exsiccator ihre Wirksamkeit teilweise einbüßen.

3) Ich halte es für nötig hinzuzufügen, dass KOLKWITZ (diese Berichte 1901, S. 285) bereits zweifellos mit Atmungsenzymen zu tun gehabt hat, obschon er diese Bezeichnung vermeidet.



**Kolben A.** Luftperiode 19 Stunden<sup>1)</sup>.Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,97 pCt.O<sub>2</sub> . . . . . 19,54 „

Inerte Gase . . 79,49 „

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,73.$$

 $V = 246 \text{ ccm}, t = 16^\circ, P = 759 \text{ mm.}$ CO<sub>2</sub> = 2,25 ccm bei 0° und 760 mm.**Kolben B.** Luftperiode 19 Stunden.Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,93 pCt.O<sub>2</sub> . . . . . 19,64 „

Inerte Gase . . 79,43 „

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,76.$$

 $V = 248 \text{ ccm}, t = 16^\circ, P = 739 \text{ mm.}$ CO<sub>2</sub> = 2,14 ccm bei 0° und 760 mm.**Versuch III.**

Ein Kolben mit 0,5 g Präparat (welches zuvor eine Stunde lang bei 100° getrocknet wurde), 20 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung und Überschuss von Toluol. Vor der Analyse wurde das Gas 20 Minuten lang mit konzentrierter Schwefelsäure bearbeitet<sup>2)</sup>.

Luftperiode 19 Stunden.

Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 1,00 pCt.O<sub>2</sub> . . . . . 19,36 „

Inerte Gase . . . . . 79,64 „

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,64.$$

 $V = 220 \text{ ccm}, t = 16,5^\circ, P = 772 \text{ mm.}$ CO<sub>2</sub> = 2,11 ccm bei 0° und 760 mm.

Darnach wird ein unparteiischer Leser schwerlich voraussetzen, dass bei meinen Versuchen nicht Enzyme, sondern „Plasmasplitter“ oder etwas diesen ähnliches tätig waren.

**Versuch IV.**

Zwei Kolben, jeder mit einem Mass Präparat<sup>3)</sup> und 30 ccm Traubenzuckerlösung beschickt. Das Präparat mit einer dünnen Zuckerlösungsschicht bedeckt; Aëration unvollkommen.

**Kolben A.** Luftperiode 18 Stunden.Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 2,36 pCt.O<sub>2</sub> . . . . . 19,09 „

Inerte Gase . . 78,55 „

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1,53.$$

 $V = 261 \text{ ccm}, t = 17^\circ, P = 736 \text{ mm.}$ CO<sub>2</sub> = 5,62 ccm bei 0° und 760 mm.**Kolben B.** Luftperiode 18 Stunden.Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 2,24 pCt.O<sub>2</sub> . . . . . 19,38 „

Inerte Gase . . 73,38 „

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1,87.$$

 $V = 233 \text{ ccm}, t = 17^\circ, P = 734 \text{ mm.}$ CO<sub>2</sub> = 4,74 ccm bei 0° und 760 mm.

1) Da die Tätigkeit der Präparate mit der Zeit sehr rasch abnimmt, sind die Angaben über Zeitdauer kaum von grosser Bedeutung.

2) Bei dieser Gelegenheit will ich bemerken, dass bei gutem Auswaschen des Acetons durch Äther und einem hinlänglich dauernden Trocknen des Präparates Dämpfe von Aceton oder Äther in der Atmosphäre der Versuchskolben auch in Spuren nie auftraten.

3) Bei allen weiter folgenden Versuchen wurde das Acetonpräparat nicht abgewogen, sondern mit einem besonderen Mass, welches ca. 1 g fasste, abgemessen.



### Versuch V.

Zwei Kolben, jeder mit einem Mass Präparat und 30 *ccm* 10prozentiger Traubenzuckerlösung beschickt.

**Kolben A.** Stickstoffperiode 19 Std.  
 Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 1,11 pCt.  
               N<sub>2</sub> . . . . . 98,89 „  
*V* = 237 *ccm*, *t* = 17°, *P* = 741 *mm*.  
 CO<sub>2</sub> = 2,38 *ccm* bei 0° und 760 *mm*.

**Kolben B.** Stickstoffperiode 19 Std.  
 Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 1,01 pCt.  
               N<sub>2</sub> . . . . . 98,99 „  
*V* = 232 *ccm*, *t* = 17°, *P* = 736 *mm*.  
 CO<sub>2</sub> = 2,09 *ccm* bei 0° und 760 *mm*.

Auf diese Weise ersieht man, dass in Kulturen, welche bei vorzüglicher Aëration aufgezogen worden, ein Enzym anaërober Atmung zum Vorschein kommt. Ferner folgen Versuche, bei denen die Tätigkeit der aëroben und diejenige der anaëroben Kohlensäureentwicklung getrennt sind. Nach einiger Rekognoszierung habe ich gefunden, dass die im Verlaufe von einer Stunde bei 100° getrockneten Präparate im sauerstofffreien Raume unwirksam erscheinen; die Tätigkeit solcher Präparate bei Luftzutritt ist zwar abgeschwächt, doch nicht vollkommen eingestellt.

### Versuch VI.

Das Präparat ist in vier gleiche Portionen A, B, C und D geteilt. A und B sind Kontrollportionen, C und D wurden eine Stunde lang bei 100° getrocknet. Jede Portion ist mit 10 *ccm* 10prozentiger Traubenzuckerlösung in einen Brei verwandelt. Aëration vollkommen.

**A. Kontrollkolben.**  
 Luftperiode 15 Stunden.  
 Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 1,43 pCt.  
               O<sub>2</sub> . . . . . 19,09 „  
               Inerte Gase . . 79,48 „  
 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,80.$   
*V* = 230 *ccm*, *t* = 15°, *P* = 762 *mm*.  
 CO<sub>2</sub> = 3,13 *ccm* bei 0° und 760 *mm*.

**B. Kontrollkolben.**  
 Stickstoffperiode 15 Stunden.  
 Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,96 pCt.  
               N<sub>2</sub> . . . . . 99,04 „  
*V* = 215 *ccm*, *t* = 15°, *P* = 766 *mm*.  
 CO<sub>2</sub> = 1,97 *ccm* bei 0° und 760 *mm*.

**C. Versuchskolben.**  
 Luftperiode 15 Stunden.  
 Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,58 pCt.  
               O<sub>2</sub> . . . . . 19,82 „  
               Inerte Gase . . 79,60 „  
 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,49.$   
*V* = 228 *ccm*, *t* = 15°, *P* = 771 *mm*.  
 CO<sub>2</sub> = 1,27 *ccm* bei 0° und 760 *mm*.

**D. Versuchskolben.**  
 Stickstoffperiode 15 Stunden.  
 Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,00 pCt.  
               N<sub>2</sub> . . . . . 100,00 „

### Versuch VII.

Wiederholung des vorhergehenden mit einem anderen Präparat. A und B sind Kontrollportionen, C und D sind getrocknete Portionen. Aëration vollkommen.



**A. Kontrollkolben.**

Luftperiode 14 Stunden.

Gasanalyse: CO <sub>2</sub> . . . . .	1,44 pCt.
O <sub>2</sub> . . . . .	19,13 „
Inerte Gase . . . . .	79,43 „
$\frac{CO_2}{O_2} = 0,84.$	

$V = 253 \text{ ccm}, t = 16,5^\circ, P = 755 \text{ mm.}$   
 $CO_2 = 3,42 \text{ ccm}$  bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ mm.}$

**B. Kontrollkolben.**

Stickstoffperiode 10 Stunden.

Gasanalyse: CO <sub>2</sub> . . . . .	0,41 pCt.
N <sub>2</sub> . . . . .	99,59 „

$V = 247 \text{ ccm}, t = 16^\circ, P = 760 \text{ mm.}$   
 $CO_2 = 1,00 \text{ ccm}$  bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ mm.}$

**C. Versuchskolben.**

Luftperiode 14 Stunden.

Gasanalyse: CO <sub>2</sub> . . . . .	1,05 pCt.
O <sub>2</sub> . . . . .	19,19 „
Inerte Gase . . . . .	79,76 „
$\frac{CO_2}{O_2} = 0,58.$	

$V = 249 \text{ ccm}, t = 16,5^\circ, P = 749 \text{ mm.}$   
 $CO_2 = 2,43 \text{ ccm}$  bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ mm.}$

**D. Versuchskolben.**

Stickstoffperiode 20 Stunden.

Gasanalyse: CO <sub>2</sub> . . . . .	0,00 pCt.
N <sub>2</sub> . . . . .	100,00 „

**Versuch VIII.**

Wiederholung des vorhergehenden an einem neuen Präparat; nur enthält jeder Kolben  $30 \text{ ccm}$  Zuckerlösung, sodass die Aëration unvollkommen ist.

**A. Kontrollkolben.**

Luftperiode 16 Stunden.

Gasanalyse: CO <sub>2</sub> . . . . .	1,59 pCt.
O <sub>2</sub> . . . . .	19,56 „
Inerte Gase . . . . .	78,85 „
$\frac{CO_2}{O_2} = 1,38.$	

$V = 238 \text{ ccm}, t = 15^\circ, P = 745 \text{ mm.}$   
 $CO_2 = 3,51 \text{ ccm}$  bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ mm.}$

**B. Kontrollkolben.**

Stickstoffperiode 16 Stunden.

Gasanalyse: CO <sub>2</sub> . . . . .	0,80 pCt.
N <sub>2</sub> . . . . .	99,20 „

$V = 221 \text{ ccm}, t = 16^\circ, P = 737 \text{ mm.}$   
 $CO_2 = 1,61 \text{ ccm}$  bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ mm.}$

**C. Versuchskolben.**

Luftperiode 16 Stunden.

Gasanalyse: CO <sub>2</sub> . . . . .	0,89 pCt.
O <sub>2</sub> . . . . .	19,74 „
Inerte Gase . . . . .	79,37 „
$\frac{CO_2}{O_2} = 0,80.$	

$V = 214 \text{ ccm}, t = 15^\circ, P = 733 \text{ mm.}$   
 $CO_2 = 1,73 \text{ ccm}$  bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ mm.}$

**D. Versuchskolben.**

Stickstoffperiode 16 Stunden.

Gasanalyse: CO <sub>2</sub> . . . . .	0,00 pCt.
N <sub>2</sub> . . . . .	100,00 „

**Versuch IX.**

Wiederholung des vorhergehenden. Aëration unvollkommen (jeder Kolben enthält  $30 \text{ ccm}$  Traubenzuckerlösung).

**A. Kontrollportion.**

1. Luftperiode 18 Stunden.

Gasanalyse: CO <sub>2</sub> . . . . .	2,62 pCt.
O <sub>2</sub> . . . . .	18,44 „
Inerte Gase . . . . .	78,94 „
$\frac{CO_2}{O_2} = 1,14.$	

$V = 228 \text{ ccm}, t = 16^\circ, P = 770 \text{ mm.}$   
 $CO_2 = 5,72 \text{ ccm}$  bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ mm.}$   
 9 Stunden im Luftstrome.

**C. Versuchsportion.**

1. Luftperiode 18 Stunden.

Gasanalyse: CO <sub>2</sub> . . . . .	0,98 pCt.
O <sub>2</sub> . . . . .	19,50 „
Inerte Gase . . . . .	79,52 „
$\frac{CO_2}{O_2} = 0,71.$	

$V = 229 \text{ ccm}, t = 16^\circ, P = 757 \text{ mm.}$   
 $CO_2 = 2,11 \text{ ccm}$  bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ mm.}$   
 9 Stunden im Luftstrome.



## 2. Luftperiode 16 Stunden.

Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 1,04 pCt.  
 O<sub>2</sub> . . . . . 19,55 „  
 Inerte Gase . . 79,41 „  
 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,80.$

$V = 228 \text{ ccm}, t = 15^\circ, P = 762 \text{ mm}.$   
 $\text{CO}_2 = 2,25 \text{ ccm}$  bei 0° und 760 mm.

**B. Kontrollportion.**

## 1. Stickstoffperiode 18 Stunden.

Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 1,02 pCt.  
 N<sub>2</sub> . . . . . 98,98 „

$V = 224 \text{ ccm}, t = 15^\circ, P = 775 \text{ mm}.$   
 $\text{CO}_2 = 2,20 \text{ ccm}$  bei 0° und 760 mm.  
 9 Stunden im Luftstrome.

## 2. Luftperiode 16 Stunden.

Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,79 pCt.  
 O<sub>2</sub> . . . . . 19,58 „  
 Inerte Gase . . 79,63 „  
 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,59.$

$V = 224 \text{ ccm}, t = 15^\circ, P = 753 \text{ mm}.$   
 $\text{CO}_2 = 1,66 \text{ ccm}$  bei 0° und 760 mm.

## 2. Luftperiode 16 Stunden.

Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,50 pCt.  
 O<sub>2</sub> . . . . . 20,07 „  
 Inerte Gase . . 79,43 „  
 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,63.$

$V = 229 \text{ ccm}, t = 15^\circ, P = 757 \text{ mm}.$   
 $\text{CO}_2 = 1,08 \text{ ccm}$  bei 0° und 760 mm.

**D. Versuchsportion.**

## 1. Stickstoffperiode 18 Stunden.

Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,00 pCt.  
 N<sub>2</sub> . . . . . 100,00 „

9 Stunden im Luftstrome.

## 2. Luftperiode 16 Stunden.

Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,45 pCt.  
 O<sub>2</sub> . . . . . 19,62 „  
 Inerte Gase . . 79,93 „  
 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,33.$

$V = 229 \text{ ccm}, t = 15^\circ, P = 764 \text{ mm}.$   
 $\text{CO}_2 = 1,00 \text{ ccm}$  bei 0° und 760 mm.

**Versuch X.**

Das Präparat wurde in drei gleiche Portionen geteilt. A Kontrollportion, B eine Stunde lang bei 100° getrocknet, C vier Stunden lang bei 100° getrocknet. Jeder Kolben mit einem Mass Präparat und 30 ccm 10prozentiger Traubenzuckerlösung beschickt. Aëration unvollkommen.

**A.**

## Luftperiode 18 Stunden.

Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 2,50 pCt.  
 O<sub>2</sub> . . . . . 19,12 „  
 Inerte Gase . . 78,38 „  
 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1,71.$

$V = 214 \text{ ccm}, t = 15^\circ, P = 721 \text{ mm}.$   
 $\text{CO}_2 = 4,81 \text{ ccm}$  bei 0° und 760 mm.

**B.**

## Luftperiode 18 Stunden.

Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,72 pCt.  
 O<sub>2</sub> . . . . . 19,95 „  
 Inerte Gase . . 79,33 „  
 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,80.$

$V = 218 \text{ ccm}, t = 15^\circ, P = 743 \text{ mm}.$   
 $\text{CO}_2 = 1,45 \text{ ccm}$  bei 0° und 760 mm.

**C.**

## Luftperiode 18 Stunden.

Gasanalyse: CO<sub>2</sub> . . . . . 0,51 pCt.  
 O<sub>2</sub> . . . . . 20,18 „  
 Inerte Gase . . 79,31 „  
 $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,78.$

$V = 221 \text{ ccm}, t = 15^\circ, P = 712 \text{ mm}.$   
 $\text{CO}_2 = 1,00 \text{ ccm}$  bei 0° und 760 mm.



Aus den oben angeführten Versuchen ist ersichtlich, dass die Sauerstoffatmung von der anaëroben Atmung bei den mit Aceton getöteten Pilzen nicht als unlösbar verknüpft erscheint. Auch ist es sehr wahrscheinlich gemacht worden, dass das Enzym der anaëroben Kohlensäureausscheidung mit BUCHNER's Zymase nicht identisch ist, da die bei 100° getrocknete Dauerhefe sich noch immer sehr wirksam erweist<sup>1)</sup>. Die weitere Ausarbeitung dieser Frage wird von mir fortgesetzt; ich möchte hier bloss bemerken, dass ich auch hinsichtlich der enzymatischen Atmung anderer Pflanzenobjekte günstige Resultate erhielt.

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate:

1. Absorbierung von Sauerstoff, sowie Kohlensäureausscheidung bei dem Atmungsprozess sind, wenigstens zum Teil, durch die Tätigkeit spezifischer Enzyme bewirkt.

2. Die Kohlensäureausscheidung bei Sauerstoffabschluss erfolgt vermittelt eines Enzyms, welches mit BUCHNER's Zymase nicht identisch ist.

3. Die Anschauung STOKLASA's und CZERNY's bezüglich Bildung von Zymase bei aëroben Organismen ist nicht ganz richtig.

4. Obgleich das Enzym der „anaëroben“ Atmung sich auch bei solchen Objekten vorfindet, welche fortwährend unter vorzüglichen Aërationsbedingungen gelebt hatten, wäre es voreilig gewesen, zu schliessen, dass „anaërobe“ Atmung das Anfangsstadium der normalen Atmung vorstellt, denn:

5. Durch entsprechende Behandlung des Acetonpräparates (Trocknen bei 100°) gelingt es, dasselbe bei Sauerstoffabschluss unwirksam zu machen; bei Sauerstoffzutritt wird dagegen die Tätigkeit von derartigen Präparaten nicht eingestellt.

Sämtliche oben beschriebenen Versuche sind im Laboratorium des Herrn Prof. W. PALLADIN ausgeführt worden. Es gereicht mir daher zum besonderen Vergnügen, Herrn Prof. W. PALLADIN meinen innigsten und tiefsten Dank auszusprechen für das fortwährende Interesse und die wertvollen Ratschläge, die er mir während meiner Arbeit zuteil werden liess.

St. Petersburg, Pflanzenphysiolog. Institut der Universität.

1) E. BUCHNER u. a., l. c. S. 251.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Kostytschew S.

Artikel/Article: [Über Atmungsenzyme der Schimmelpilze 207-215](#)