

Substanzen vermischert worden war, aufgetragen worden. Sowohl in der Intensität des Wachstums, als auch in der Färbung (namentlich bei den roten Hefen) machten sich erhebliche Unterschiede geltend sowohl bei dem Vergleich derselben Hefe auf den verschiedenen Schalen, als auch bei dem Vergleich der verschiedenen Hefen untereinander. Die genannte Versuchsanstellung sollte darlegen, in wie weit die billige Bierhefe durch Autolyse nutzbare Stickstoffsubstanzen für die im Betrieb gärende Hefe zu liefern vermag bzw. welche von den genannten Stoffen in den käuflichen Hefeextrakten, die in der Zusammensetzung dem LIEBIG'schen Fleischextrakt sehr nahe stehen, am nährkräftigsten sein dürften.

Eine zweite Demonstration bezog sich auf eine Schimmelpilzkultur, die in Würzelatine rings um sich eine breite Zone von ausgeschiedenem oxalsauren Kalk gebildet hatte. Herr Professor REINHARDT bemerkte dazu, dass manche parasitische Pilze, namentlich die Pezizen, auf den geringsten Reiz, wie ihn z. B. ein benachbartes Mycelium von einem anderen Pilz ausübt, mit einer starken Oxalsäurebildung reagieren, so dass in dem Zwischenfeld eine dichte Wolke von jenen Kristallen entsteht. Herr Privatdozent Dr. O. FISCHER teilte mit, dass er solche Wolken von oxalsaurem Kalk sehr häufig in Plattenkulturen von Erdproben beobachtet habe. Hier seien bei der Verschiedenartigkeit der Keime Reizwirkungen offenbar ebenfalls vorliegend. Herr LINDNER bemerkte noch, dass das bei den oft wiederholten Gärungen immer zahlreichere Auftreten von Calciumoxalatkrystallen vielleicht auch durch die naturgemäss zunehmende Infektion infolge Reizwirkung auf die Kulturhefe zustande kommen dürfte.

---

## 25. S. Kostytschew: Zur Frage der Wasserstoffbildung bei der Atmung der Pilze.

Eingegangen am 15. April 1907.

---

In einer früher publizierten Abhandlung<sup>1)</sup> habe ich nachgewiesen, dass bei der normalen und der anaëroben Atmung mannitförender Samenpflanzen keine Wasserstoffbildung stattfindet. In der vorliegenden Abhandlung sind Versuche mit den Schimmelpilzen *Penicillium glaucum* und *Aspergillus niger* und dem Basidiomyceten

---

1) KOSTYTSCHEW, diese Berichte, Bd. 24, 1906, S. 436.

*Agaricus (Psalliota) campestris* beschrieben worden. Den letztgenannten Pilz hat MÜNTZ<sup>1)</sup> für seine umfangreichen Untersuchungen benutzt, die bis auf die letzte Zeit hin als ausschlaggebend betrachtet wurden. Dieser Forscher hat gefunden, dass die Wasserstoffbildung nur bei mannitführenden Pilzen und zwar bei Sauerstoffabschluss erfolgt. Es liegt jedoch die Annahme nahe, dass die von MÜNTZ wahrgenommene Wasserstoffbildung lediglich auf die Tätigkeit der Bakterien zurückzuführen ist, da die Energie der Wasserstoffausscheidung in verschiedenen Versuchen innerhalb weiter Grenzen schwankte und sämtliche Versuche von langer Dauer waren. Aus meinen hier beschriebenen Versuchen wird ersichtlich werden, dass die Fruchtkörper von *Agaricus campestris* bei Sauerstoffabschluss von Bakterien schnell angegriffen werden. Es ist also einleuchtend, dass die Frage von der Wasserstoffausscheidung mannitführender Pilze durchaus nicht abgeschlossen ist. Diese Lücke auszufüllen, habe ich mich durch die weiter folgenden Versuche bestrebt.

### I. Versuche mit Schimmelpilzen.

Die Pilzkulturen wurden auf Mannitlösungen bei Abwesenheit anderer organischen Substanzen mehrere Generationen hindurch gezogen; zu den Versuchszwecken wurden nur die an Manniternährung vollständig gewöhnten Kulturen benutzt. Die Versuchsgefäße wurden derart eingerichtet, dass die innere Atmosphäre von der äusseren lediglich durch Glas und Quecksilber getrennt wurde.<sup>2)</sup> Sämtliche Versuche wurden in Dunkelheit ausgeführt. Für die Gasanalyse bediente ich mich des Apparates von POLOWZOW<sup>3)</sup> mit der Modification von A. RICHTER.<sup>4)</sup>

#### Versuch 1.

Eine fünftägige Kultur von *Penicillium glaucum*. Nährlösung: RAULIN'sche Flüssigkeit ohne  $K_2SiO_3$  und  $ZnSO_4$  und unter Ersatz des Rohrzuckers durch Mannit (5 g in 100 ccm der Lösung). Die Kultur wurde mit Luft eingesperrt. Temperatur 16°.

1) MÜNTZ, Annales de chimie et de physique, sér. V. t. 8, 1876, p. 56.

2) Näheres darüber findet man in meiner Abhandlung „Über die normale und die anaerobe Atmung bei Abwesenheit von Zucker“ (Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. 40, 1904, S. 563), wo auch die Methode der Darstellung des reinen Stickstoffs ausführlich beschrieben worden ist.

3) POLOWZOW, Untersuchungen über die Pflanzenatmung, 1901 (russisch).

4) A. RICHTER, Travaux de la société impériale des naturalistes de St. Pétersbourg, t. 33, 1902–1903, p. 311 (russisch). Denselben Apparat habe ich auch für meine Untersuchungen über mannitführende Samenpflanzen benutzt, was dort leider nicht erwähnt blieb. In dem nicht modifizierten POLOWZOW'schen Apparate können keine Verbrennungen ausgeführt werden.

## Luftperiode 2 Stunden.

## Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	157,28	CO <sub>2</sub> = 1,97 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	154,18	O <sub>2</sub> = 18,80 „
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	154,18	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zulassung von H <sub>2</sub> . . . . .	227,12	N <sub>2</sub> = 79,23 „
„ der Explosion . . . . .	138,40	CO <sub>2</sub> = 0,98 pCt.
		O <sub>2</sub>

Die Kultur wurde alsdann mit Stickstoff eingesperret; es wurde jedoch keine CO<sub>2</sub>-Bildung im Verlauf von 24 Stunden wahrgenommen.

## Versuch 2.

Genau Wiederholung des vorhergehenden. Temperatur: 16°. Luftperiode 2 Stunden.

## Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	154,93	CO <sub>2</sub> = 2,36 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	151,28	O <sub>2</sub> = 18,52 „
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	151,28	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zulassung von H <sub>2</sub> . . . . .	225,91	N <sub>2</sub> = 79,12 „
„ der Explosion . . . . .	139,83	CO <sub>2</sub> = 1,04 pCt.
		O <sub>2</sub>

Die Kultur wurde alsdann mit Stickstoff eingesperret. Keine CO<sub>2</sub>-Bildung im Verlauf von 24 Stunden.

## Versuch 3.

Eine viertägige Kultur von *Aspergillus niger*. Nährlösung wie im Versuch 1. Die Kultur wurde mit Luft eingesperret. Temperatur: 16,5°.

Luftperiode 2 Stunden.

## Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	154,05	CO <sub>2</sub> = 1,91 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	151,10	O <sub>2</sub> = 18,01 „
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	151,10	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zulassung von H <sub>2</sub> . . . . .	221,44	N <sub>2</sub> = 80,08 „
„ der Explosion . . . . .	138,22	CO <sub>2</sub> = 0,63 pCt.
		O <sub>2</sub>

Die Kultur wurde alsdann mit Stickstoff eingesperret. Keine CO<sub>2</sub>-Bildung im Verlauf von 20 Stunden.

## Versuch 4.

Wiederholung des vorhergehenden. Temperatur: 16°. Luftperiode 2 Stunden.

## Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	163,03	CO <sub>2</sub> = 1,98 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	159,80	O <sub>2</sub> = 17,97 „
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	159,90	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zulassung von H <sub>2</sub> . . . . .	235,88	N <sub>2</sub> = 80,05 „
„ der Explosion . . . . .	147,70	CO <sub>2</sub> = 0,65 pCt.
		O <sub>2</sub>

Die Kultur wurde alsdann mit Stickstoff eingesperrt. Stickstoffperiode 23 Stunden; CO<sub>2</sub>-Spur.

Aus obigen Versuchen ist ersichtlich, dass *Penicillium glaucum* und *Aspergillus niger* bei Manniternährung und Sauerstoffzutritt keinen Wasserstoff ausscheiden. Da die genannten Pilze bei Sauerstoffabschluss unter gewöhnlichen Kulturbedingungen sehr schnell vergiftet werden und daher keine CO<sub>2</sub>-Produktion bewirken, so wurde der anaerobe Gaswechsel dieser Objekte bei modifizierter Versuchsanordnung studiert. Neuerdings habe ich dargetan,<sup>1)</sup> dass die geringe Energie der anaeroben CO<sub>2</sub>-Produktion von *Aspergillus niger* eine Folge der Vergiftung ist: werden Mycelien von *Aspergillus* in eine beträchtliche Menge der Lösung total versenkt, so nimmt infolgedessen die anaerobe CO<sub>2</sub>-Produktion bedeutend zu. Diese Methode der Versenkung kam bei den weiter folgenden Versuchen in Anwendung.

## Versuch 5.

Eine siebentägige Kultur von *Penicillium glaucum* wurde durch reine, sterilisierte Glasperlen in eine beträchtliche Menge der mannithaltigen Nährlösung (siehe oben) total versenkt, wonach im Verlauf von 1½ Stunden ein konstanter Stickstoffstrom durch den Kolben und die sich darin befindende Flüssigkeit geleitet wurde. Der mit Stickstoff gefüllte Kolben stand im Verlauf von 10 Tagen in Dunkelheit bei Zimmertemperatur. Gesamtgasvolumen = 383,1 ccm, Volumen der Flüssigkeit = 225,0 ccm; die Gasprobe wurde entnommen bei t° = 19° und P = 747 mm.

## Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	126,87	CO <sub>2</sub> = 1,88 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	124,48	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zusatz von Luft . . . . .	156,15	N <sub>2</sub> = 98,12 „
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	156,15	
Gasförmige CO <sub>2</sub> = 6,6 ccm bei 0° und 760 mm		
Gelöste CO <sub>2</sub> <sup>2)</sup> = 3,4 „ „ 0° „ 760 „		
<hr/>		
Summe: CO <sub>2</sub> = 10,0 ccm = 19,8 mg		

1) KOSTYTSCHEW, diese Berichte, Bd. 25, 1907, S. 44.

2) Betreffs der Bestimmung der gelösten CO<sub>2</sub> sei auf meine früher publizierte Abhandlung (diese Berichte, Bd. 25, 1907, S. 44) hingewiesen.

Die Flüssigkeit wurde mehrfach abdestilliert; das Destillat gab die Aldehydreaktionen und wurde deshalb noch einmal unter Zusatz von Natriumbisulfit und dann einmal unter Zusatz von Natriumcarbonat abdestilliert. Die zuletzt erhaltene Flüssigkeit hatte das spezifische Gewicht 1,0000 und gab keine Jodoform- und Benzoylchloridreaktion. Darnach muss geschlossen werden, dass sich bei der anaëroben Atmung von *Penicillium glaucum* keine Spur Äthylalkohol gebildet hat.

#### Versuch 6.

Wiederholung des vorhergehenden; nur wurde die Anaërobie der Kultur auf 4 Tage beschränkt. Gasvolumen 391,9 *ccm*, Volumen der Flüssigkeit 225 *ccm*. Die Gasprobe wurde entnommen bei  $t^{\circ} = 21,5^{\circ}$  und  $P = 762$  *mm*.

#### Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	126,47		CO <sub>2</sub> = 1,26 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	124,88		H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zusatz von Luft . . . . .	161,95		N <sub>2</sub> = 98,74 „
„ der Explosion mit Knallgas . .	161,95		

#### Versuch 7.

Wiederholung der beiden vorhergehenden Versuche mit einer viertägigen Kultur von *Aspergillus niger*. Versuchsdauer 13 Tage, Gasvolumen 348,1 *ccm*, Volumen der Flüssigkeit 225,0 *ccm*. Die Gasprobe wurde entnommen bei  $t^{\circ} = 21^{\circ}$  und  $P = 700$  *mm*.

#### Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	119,43		CO <sub>2</sub> = 2,80 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	116,09		H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zusatz von Luft . . . . .	158,62		N <sub>2</sub> = 97,20 „
„ der Explosion mit Knallgas . .	158,02		

Die Flüssigkeit wurde mehrfach abdestilliert. Reaktionen des Destillates wie im Versuch 5. Spezifisches Gewicht des Destillates 1,0000. Gesamtkohlensäure = 25,1 *mg*.

#### Versuch 8.

Wiederholung des vorhergehenden. Versuchsdauer 9 Tage, Gasvolumen 337,8 *ccm*, Volumen der Flüssigkeit 225 *ccm*. Die Gasprobe wurde entnommen bei  $t^{\circ} = 26^{\circ}$  und  $P = 678$  *ccm*.

#### Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	127,32		CO <sub>2</sub> = 1,96 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	124,83		H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zusatz von Luft . . . . .	175,13		N <sub>2</sub> = 98,04 „
„ der Explosion mit Knallgas . .	175,13		

Obige Versuche zeigen, dass die normale und die anaërobe Atmung der mit Mannit ernährten Schimmelpilze ohne

Wasserstoffbildung erfolgt und, allem Anschein nach, mit der Alkoholgärung nichts zu tun hat. Schon früher hat DIAKONOW<sup>1)</sup> gefunden, dass *Penicillium glaucum* keinen Wasserstoff bei Sauerstoffabschluss ausscheidet; der genannte Forscher hat jedoch seine Versuche bei Zuckerernährung ausgeführt.

## II. Versuche mit *Agaricus campestris*.

Zu diesen Versuchen wurden ausschliesslich junge und ganz frische Pilze verwendet. Der unterirdische Teil des Stieles wurde immer abgeschnitten, da derselbe von den ihm anhaftenden Erdeteilchen nicht befreit werden kann und ausserdem auch bei sonst ganz gesunden Pilzen selten unversehrt bleibt. Das ausgelesene Versuchsmaterial wurde mit destilliertem Wasser schnell abgespült, mit Fliesspapier getrocknet, gewogen und dann in die Versuchsgefässe hineingetan. Sämtliche Versuche wurden in Dunkelheit bei Zimmertemperatur ausgeführt; die innere Atmosphäre der Versuchsgefässe war immer dampfesättigt.

### Versuch 9.

59 g von *Agaricus campestris* wurden in einem etwa 300 ccm fassenden Versuchskolben mit Luft eingesperrt. Temperatur: 19—20°.

Luftperiode 1 Stunde 20 Minuten.

#### Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	128,50	CO <sub>2</sub> = 6,72 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	119,87	O <sub>2</sub> = 9,25 „
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	119,87	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Bearbeitung mit KHO . . . . .	119,87	N <sub>2</sub> = 84,03 „
„ Zulassung von H <sub>2</sub> . . . . .	191,16	CO <sub>2</sub> = 0,52 pCt.
„ der Explosion . . . . .	153,51	O <sub>2</sub>

1 Stunde im Stickstoffstrome.

Stickstoffperiode 24 Stunden.

#### Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	105,82	CO <sub>2</sub> = 7,35 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	98,04	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zusatz von Luft . . . . .	172,49	N <sub>2</sub> = 92,65 „
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	172,49	
„ Bearbeitung mit KHO . . . . .	172,49	

Nach dem Versuche wurde das Versuchsmaterial mit einer beträchtlichen Menge destillierten Wassers mehrfach abdestilliert. Das spezifische Gewicht des Destillates war 1,0000. Jodoformprobe und Benzoylchloridreaktion negativ.

1) DIAKONOW, Archives slaves de biologie, t. 4, 1887, p. 31 und 121.

## Versuch 10.

Wiederholung des vorhergehenden. 62 g von *Agaricus campestris* wurden mit Luft eingesperrt. Temperatur 18—19°.

Luftperiode 1 Stunde 15 Minuten.

## Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	110,39	CO <sub>2</sub> = 6,88 pCt
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	102,79	O <sub>2</sub> = 7,82 „
„ der Explosion mit Knallgas. . . . .	102,79	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zulassung von H <sub>2</sub> . . . . .	168,59	N <sub>2</sub> = 85,30 „
„ der Explosion . . . . .	142,68	<hr/>
		$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,47 \text{ pCt.}$

1 Stunde im Stickstoffstrome.

Stickstoffperiode 24 Stunden.

## Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	105,92	CO <sub>2</sub> = 8,18 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	97,27	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zusatz von Luft . . . . .	175,18	N <sub>2</sub> = 91,82 „
„ der Explosion mit Knallgas. . . . .	175,23	
„ Bearbeitung mit KHO . . . . .	175,23	

Reaktionen und spezifisches Gewicht des Destillates wie im vorhergehenden Versuche.

## Versuch 11.

62 g zerkleinerter Fruchtkörper von *Agaricus campestris* wurden mit Luft eingesperrt. Temperatur: 18—19°.

Luftperiode 1 Stunde.

## Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	139,00	CO <sub>2</sub> = 5,70 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	131,08	O <sub>2</sub> = 10,50 „
„ der Explosion mit Knallgas. . . . .	131,08	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zulassung von H <sub>2</sub> . . . . .	200,07	N <sub>2</sub> = 83,80 „
„ der Explosion . . . . .	156,30	<hr/>
		$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0,50 \text{ pCt.}$

1 Stunde im Stickstoffstrome.

Stickstoffperiode 24 Stunden.

## Gasanalyse.

Anfängliches Volumen . . . . .	105,12	CO <sub>2</sub> = 8,43 pCt.
Nach Absorption der CO <sub>2</sub> . . . . .	96,25	H <sub>2</sub> = 0,0 „
„ Zusatz von Luft . . . . .	171,71	N <sub>2</sub> = 91,57 „
„ der Explosion mit Knallgas. . . . .	171,71	
„ Bearbeitung mit KHO . . . . .	171,71	

Es ergab sich also, dass die normale und die anaerobe Atmung frischer und gesunder Pilze ohne Wasserstoffbildung stattfindet. Da

nun dieses Resultat mit den Angaben von MÜNTZ<sup>1)</sup> in direktem Widerspruche steht, so ist es im Interesse einer vollständigen Aufklärung der Frage geboten, die Versuche des genannten Forschers zu wiederholen. MÜNTZ sperrte die Pilze mit CO<sub>2</sub> ein; am Ende je eines Versuches wurden die Gase des Versuchsgefäßes durch einen Kohlensäurestrom in ein mit KHO gefülltes Eudiometer gedrängt; der nicht absorbierte Teil des Gases wurde alsdann mit Sauerstoff verbrannt. Diese Methode gestattet den eventuell vorhandenen Wasserstoff auf ein möglichst geringes Volumen zu konzentrieren. Dieselbe Versuchsanstellung habe ich folgendermassen angewandt.

### Versuch 12.

190 g von *Agaricus campestris* wurden in einen dickwandigen Versuchskolben gebracht, der Kolben mittelst einer GERYK-Ölluftpumpe evakuiert und mit CO<sub>2</sub> gefüllt; diese Operation wurde, behufs Entfernung der eventuellen in dem Pilzgewebe vorhandenen Gase noch dreimal wiederholt. Alsdann wurde im Verlauf von 24 Stunden ein langsamer CO<sub>2</sub>-Strom durch den Kolben geleitet. Die aus dem Kolben entweichenden Gase sammelten sich in einem Eudiometer über 50 pCt. Kalilauge. Der Versuch wurde bei Zimmertemperatur in Dunkelheit ausgeführt. Die geringe Menge des durch KHO nicht absorbierten Gases wurde analysiert.

#### Gasanalyse.

Anfängliches Volumen. . . . .	72,84
Nach Zusatz von Luft. . . . .	130,15
„ der Explosion mit Knallgas. . . . .	130,15
„ Bearbeitung mit KHO . . . . .	130,15

H<sub>2</sub> = 0,0 pCt.

Auch in diesem Versuche hat sich also keine Spur Wasserstoff gebildet. Das durch KHO nicht absorbierte Gas war mit Wasserstoff nicht verbrennlich und in rauchender Schwefelsäure unlöslich. Diese negativen Eigenschaften weisen darauf hin, dass das über der Kalilauge angehäuften Gas allem Anschein nach reiner Stickstoff war.

### Versuch 13.

320 g von *Agaricus campestris* wurden in einen dickwandigen Versuchskolben hineingetan; der Kolben wurde viermal evakuiert und mit CO<sub>2</sub> gefüllt, dann mit einer Gaspipette in Verbindung gebracht und sich selbst überlassen. Von Zeit zu Zeit wurden Gasproben aus dem Kolben entnommen und analysiert. Der Versuch wurde bei Zimmertemperatur in Dunkelheit ausgeführt und dauerte 120 Stunden.

1) MÜNTZ l. c.

1. Erste Gasprobe (nach 20 Stunden).

Nach Bearbeitung mit KHO blieb eine nur ganz geringe Menge des Gases unabsorbiert; dieselbe wurde analysiert.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen. . . . .	43,80
Nach Zusatz von Luft. . . . .	129,75
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	129,75
„ Bearbeitung mit KHO . . . . .	129,75

$H_2 = 0,0$  pCt.

2. Zweite Gasprobe (nach 44 Stunden).

Die Kalilauge hinterliess eine ganz geringe Gasmenge; dieselbe wurde analysiert.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen. . . . .	78,23
Nach Zusatz von Luft. . . . .	159,75
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	159,75
„ Bearbeitung mit KHO . . . . .	159,75

$H_2 = 0,0$  pCt.

3. Dritte Gasprobe (nach 68 Stunden).

Die Analyse der durch KHO nicht absorbierten Gasmenge ergab:

Anfängliches Volumen. . . . .	77,28
Nach Zusatz von Luft. . . . .	157,23
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	143,03
„ Bearbeitung mit KHO . . . . .	143,03

$H_2 = 12,25$  pCt.

4. Vierte Gasprobe (nach 120 Stunden).

Das Volumen des durch KHO nicht absorbierten Gases hat bedeutend zugenommen. Die Gasanalyse ergab:

Anfängliches Volumen. . . . .	39,70
Nach Zusatz von Luft. . . . .	147,75
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	98,72
„ Bearbeitung mit KHO . . . . .	98,72
„ abermaligem Zusatz von Luft . . . . .	133,55
„ der Explosion mit Knallgas . . . . .	133,55

$H_2 = 82,33$  pCt.

Bei dem Öffnen des Kolbens liess sich ein deutlicher Fäulnisgeruch wahrnehmen; die mikroskopische Untersuchung ergab, dass das Pilzgewebe von verschiedenartigen Bakterien wimmelt.

Aus diesem Versuche ist ersichtlich, dass die bei der anaëroben Atmung von *Agaricus campestris* stattfindende Wasserstoffbildung erst nach Ablauf von mindestens zwei Tagen eingeleitet wird und ledig-

lich auf die Tätigkeit der Bakterien zurückzuführen ist. Wenn MÜNTZ<sup>1)</sup> eine Wasserstoffbildung bereits nach 48 Stunden der Anaërobie beobachtete, so lässt sich dies dadurch erklären, dass der genannte Forscher die von mir angewandte Abtrennung des unteren Teiles des Stieles unterliess, wodurch die Infektion in hohem Grade beschleunigt werden musste.

Es bleibt noch zu untersuchen, welchen Ursprung das in meinen Versuchen aufgefundene inerte Gas hat. Es ist von vornherein anzunehmen, dass die Atmosphäre des Versuchskolbens nicht aus reiner CO<sub>2</sub> bestehen kann, da bei dem Füllen des Kolbens mit CO<sub>2</sub> die innere Atmosphäre von der äusseren nur durch die verdünnte Salzsäure des Kohlensäureentwicklers getrennt bleibt; da aber der partielle Druck des Stickstoffs und Sauerstoffs im Versuchskolben sehr gering ist, so muss eine kleine Menge der in verdünnter Salzsäure gelösten Gase in den Kolben hineindiffundieren. Der Sauerstoff wird allerdings von den Pilzen schnell verbraucht, der Stickstoff bleibt aber in der Atmosphäre des Versuchskolbens. Diese Voraussetzung wurde durch folgenden Versuch bestätigt.

#### Versuch 14.

Der leere Versuchskolben wurde viermal bis auf 5 mm evakuiert<sup>2)</sup> und mit CO<sub>2</sub> gefüllt. Alsdann wurde aus dem Kolben eine Gasprobe entnommen und mit Kalilauge behandelt, wobei eine geringe Gasmenge ungelöst blieb. Das in KOH unlösliche Gas löste sich zum Teil in alkalischem Pyrogallol mit tiefbrauner Färbung und war mit Wasserstoff teilweise verbrennlich. Die quantitative Bestimmung ergab: O<sub>2</sub> = 21,44 pCt. Das nach Absorption des Sauerstoffs übriggebliebene Gas war nicht verbrennlich und in Säuren unlöslich, daher als Stickstoff berechnet. Es darf natürlich nicht befremden, dass der Sauerstoffgehalt des untersuchten Gases etwas grösser war, als derjenige der atmosphärischen Luft; dies hängt davon ab, dass Sauerstoff in Wasser löslicher ist und folglich schneller hineindiffundiert, als Stickstoff.

Aus den in dieser Abhandlung beschriebenen Versuchen geht mit Evidenz hervor, dass die normale und die anaërobe Atmung mannitführender Pilze ohne Wasserstoffbildung stattfindet. Auch ist es nunmehr klar geworden, dass die von MÜNTZ bei der anaëroben Atmung von *Agaricus campestris* wahrgenommene Wasserstoffbildung durch die Tätigkeit der Bakterien hervorgerufen wurde.

---

1) MÜNTZ l. c.

2) Bei dieser Gelegenheit konnte ich mich davon vergewissern, dass sämtliche Verschlüsse tadellos waren.

Herrn Professor PALLADIN, in dessen Laboratorium meine Versuche ausgeführt worden sind, drücke ich hiermit meinen innigsten Dank aus.

St. Petersburg, Botanisches Institut der Universität.

---

## 26. S. Kostytschew: Über anaerobe Atmung ohne Alkoholbildung.

Eingegangen am 15. April 1907.

Professor W. PALLADIN und ich haben in einer gemeinsam ausgeführten Arbeit<sup>1)</sup> nachgewiesen, dass die anaerobe Atmung erfrorener Lupinensamen, Lupinenkeimlinge und etiolierter Stengelgipfel von *Vicia Faba* ohne Alkoholbildung stattfindet. Späterhin haben wir gefunden,<sup>2)</sup> dass auch lebende etiolierte Blätter von *Vicia Faba* nur in anfänglichen Stadien der Anaerobiose Alkohol produzieren. Dieses Resultat konnte leider nur mit Hilfe einer indirekten Methode erzielt werden; neuerdings ist es mir jedoch gelungen nachzuweisen, dass die anaerobe Atmung von *Agaricus (Psalliota) campestris* vollständig ohne Alkoholbildung erfolgt. Dadurch ist ein direkter Beweis dafür geliefert worden, dass auch bei der anaeroben Atmung lebender Pflanzen unter Umständen keine Spur Äthylalkohol gebildet wird.

Gelegentlich meiner Untersuchungen über die Wasserstoffbildung bei der anaeroben Atmung von *Agaricus campestris*<sup>3)</sup> habe ich auch Alkoholbestimmungen ausgeführt, die ein negatives Resultat ergaben; da aber die Mengen der in denselben Versuchen gebildeten CO<sub>2</sub> weniger als 50 mg betragen, so können die Resultate dieser Alkoholbestimmungen nicht ganz beweiskräftig sein; darum habe ich neue Untersuchungen vorgenommen, deren Resultate nachstehend mitgeteilt werden.

Zu den Versuchen wurden nur junge und ganz frische Pilze benutzt, wobei der unterirdische Teil des Stieles immer abgeschnitten

---

1) PALLADIN und KOSTYTSCHEW, Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. 48, 1906, S. 214.

2) PALLADIN und KOSTYTSCHEW, diese Berichte, Bd. 25, 1907, S. 51.

3) Eine Mitteilung über die Resultate dieser Untersuchungen erfolgt gleichzeitig.

# 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: 1907

Band/Volume: [25](#)

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

Artikel/Article: [Zur Frage der Wasserstoffbildung bei der Atmung der Pilze. 178-188](#)