

67. S. Kostytschew: Zur Frage über die Wasserstoffausscheidung bei der Atmung der Samenpflanzen.

Eingegangen am 11. Oktober 1906.

Bereits HUMBOLDT¹⁾ und MARCET²⁾ haben beobachtet, dass verschiedene Hutzpilze unter gewissen Umständen freien Wasserstoff ausscheiden. Durch die Untersuchungen von MÜNTZ³⁾ wurde diese Tatsache vollkommen bestätigt und hat sich somit allgemeine Anerkennung erworben. MÜNTZ hat gefunden, dass die Wasserstoffausscheidung nur bei mannitführenden Pilzen und zwar bei Sauerstoffmangel stattfindet. Die von MÜNTZ vorgeschlagene Erklärung dieser merkwürdigen Tatsache besteht darin, dass bei anaërober Atmung mannitführender Pilze eine Dissoziation des Mannitmoleküls unter Abspaltung freien Wasserstoffes und Bildung einer Hexose erfolgt; diese letztere wird dann sofort zu Kohlensäure und Alkohol vergärt. Späterhin hat DE LUCA⁴⁾ gefunden, dass auch mannitführende Samenpflanzen bei Sauerstoffmangel Wasserstoff produzieren.

Die Untersuchungen MÜNTZ's und DE LUCA's wurden leider zu der Zeit ausgeführt, wo die Mikrobiologie noch in den Kinderschuhen lag; es lässt sich daher manches gegen die Versuchsmethodik beider Forscher einwenden; so hatte z. B. DE LUCA Blätter und Früchte in geschlossenen und mit Wasser gefüllten Gefässen mehrere Monate hindurch aufbewahrt. Die Gasentwicklung war bei diesen Versuchen so bedeutend, dass einzelne Versuchsgefässe durch den Gasdruck zersprengt wurden; die Gasanalysen ergaben, dass die ausgeschiedenen Gase Kohlensäure, Stickstoff und Wasserstoff waren (die Wasserstoffbildung fand nur bei mannitführenden Pflanzen statt). Am Ende der Versuche wurde meistens eine weitgehende Zersetzung und Fäulnis des Versuchsmateriales wahrgenommen. Es ist einleuchtend, dass diese Versuche DE LUCA's nicht als ausschlaggebend betrachtet werden können.

Meine eigenen in dieser Abhandlung beschriebenen Versuche wurden ausschliesslich mit Blättern und Zweigen mannitführender Samenpflanzen ausgeführt. Frisch abgeschnittenes Versuchsmaterial wurde mit sterilisiertem Wasser abgespült und dann in den mit Luft oder Stickstoff gefüllten Gefässen luftdicht eingesperrt. Die Luft-

1) HUMBOLDT, Flora friburgensis, 1793.

2) MARCET, Annales de chimie et de physique, 2. sér., t. 40, p. 218.

3) MÜNTZ, ebenda, 5. sér., t. 8, 1876, p. 67.

4) DE LUCA, Annales des sciences naturelles, 6. sér., t. 6, 1878, p. 286.

periode dauerte $1-2\frac{1}{2}$ Stunden, die Stickstoffperiode dauerte 20 Stunden. Die Versuchsgefässe enthielten kein Wasser, doch war die innere Atmosphäre immer vollständig dampfgesättigt. Sämtliche Versuche wurden natürlich in Dunkelheit ausgeführt. Nach dem 20stündigen Verweilen in einer sauerstofffreien Atmosphäre blieben die Blätter vollständig frisch und derb; die Zellen hatten den Turgor nicht verloren. Von einer Mitwirkung der Mikroorganismen konnte bei der kurzen Dauer der Versuche selbstverständlich keine Rede sein.

Die Gasanalysen wurden vermitteltst des Apparates von POLOWZOW¹⁾ ausgeführt. War die zu untersuchende Gasprobe sauerstoffhaltig, so wurde sie nach der Absorption der CO_2 in die Explosionspipette überführt und mit einer entsprechenden Menge des Knallgases verbrannt²⁾. Blieb das Gesamtvolumen nach der Explosion unverändert (was auch immer der Fall war), so wurde schliesslich eine Sauerstoffbestimmung in der üblichen Weise vorgenommen. Die sauerstofffreien Gasproben wurden in der Weise geprüft, dass sie mit einem bestimmten Volumen Luft gemischt und dann mit Knallgas verbrannt wurden. Da auch in diesem Falle niemals Volumenverminderung erfolgte, so erwies sich eine quantitative Wasserstoffbestimmung (durch Verbrennung mit reinem Sauerstoff) als überflüssig.

Die Versuche wurden mit folgenden Objekten ausgeführt:

1. Blätter von *Syringa vulgaris*, die bis 0,5 pCt. des Frischgewichtes an Mannit enthalten³⁾.
2. Blätter von *Fraxinus excelsior* (Mannitgehalt etwa 0,25 pCt. des Frischgewichtes⁴⁾.
3. Junge beblätterte Zweige von *Ligustrum vulgare* (Mannitgehalt etwa 0,2 pCt. des Frischgewichtes⁵⁾.
4. Junge beblätterte Zweige von *Olea europea* (Mannitgehalt etwa 1,5 pCt. des Trockengewichtes⁶⁾.

Da sämtliche Versuche ein und dasselbe Resultat ergaben, so genügt es einige Beispiele anzuführen.

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

2) Es sei hier bemerkt, dass das Knallgas nicht nach dem Augenmass abgemessen werden darf (vgl. hierüber HEMPEL, Gasanalytische Methoden, 3. Auflage, 1900, S. 112). Wird zu wenig Knallgas zugelassen, so gelingt die Explosion nicht; bei einem Überschuss des Knallgases wird dagegen ein Teil des Stickstoffes zu Stickoxyd verbrannt, wodurch bedeutende Analysenfehler entstehen können.

3) LUDWIG, Annalen der Pharmazie, Bd 91, 1857, S. 289.

4) GINTL, Journal für prakt. Chemie, Bd. 104, 1868, S. 491.

5) KROMAYER, Archiv der Pharmazie, Bd. 101, 1860, S. 281.

6) DE LUCA, Comptes rendus, t. 53, p. 380, und t. 55, p. 470 und 506.

Versuch 1.

16 g frischer Blätter von *Syringa vulgaris*. Temperatur 23—24°.

I. $\frac{1}{2}$ Stunde im Luftstrome.

II. Luftperiode = 1 Stunde.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	156,95	CO ₂ =	3,16 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	151,98	H ₂ =	0,0 „
Nach der Explosion mit Knallgas.	151,98	O ₂ =	17,22 „
Nach Zulassung von H ₂	226,26	N ₂ =	79,62 „
Nach der Explosion	145,15		
		CO ₂	= 0,86.
		O ₂	

III. $1\frac{1}{4}$ Stunde im Stickstoffstrome.

IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	124,34	CO ₂ =	7,71 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	114,75	H ₂ =	0,0 „
Nach Zusatz von Luft	188,21	N ₂ =	92,29 „
Nach der Explosion mit Knallgas.	188,21		

Versuch 2.

20 g frischer Blätter von *Syringa vulgaris*. Temperatur 23—24,5°.

I. $\frac{1}{2}$ Stunde im Luftstrome.

II. Luftperiode = 1 Stunde.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	151,48	CO ₂ =	4,86 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	144,12	H ₂ =	0,0 „
Nach der Explosion mit Knallgas.	144,12	O ₂ =	14,18 „
Nach Zulassung von H ₂	225,93	N ₂ =	80,96 „
Nach der Explosion	161,47		
		CO ₂	= 0,69.
		O ₂	

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.

IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	122,41	CO ₂ =	11,08 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	108,85	H ₂ =	0,0 „
Nach Zusatz von Luft	155,71	N ₂ =	88,92 „
Nach Zusatz von Knallgas	155,76		

Versuch 3.

16 g frischer Blätter von *Fraxinus excelsior*. Temperatur 23,5—25°.

I. $\frac{1}{2}$ Stunde im Luftstrome.

II. Luftperiode = 1 Stunde.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	147,30	CO ₂ =	5,87 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	138,65	H ₂ =	0,0 „
Nach der Explosion mit Knallgas	138,68	O ₂ =	10,00 „
Nach Zulassung von H ₂	207,24	N ₂ =	84,13 „
Nach der Explosion	163,08		
		CO ₂	= 0,49.
		O ₂	

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.

IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	117,19
Nach Absorption der CO ₂	103,68
Nach Zusatz von Luft	160,28
Nach der Explosion mit Knallgas	160,33

Versuch 4.18 g frischer Blätter von *Fraxinus excelsior*. Temperatur 24—24,5°

I. 1/2 Stunde im Luftstrome.

II. Luftperiode = 1 Stunde.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	150,15	CO ₂ =	8,01 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	138,12	H ₂ =	0,0 „
Nach der Explosion mit Knallgas	138,12	O ₂ =	8,87 „
Nach Zulassung von H ₂	204,02	N ₂ =	83,12 „
Nach der Explosion	164,06		
		CO ₂	= 0,62.
		O ₂	

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.

IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

Anfängliches Volumen	149,03	CO ₂ =	13,31 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	130,20	H ₂ =	0,0 „
Nach Zusatz von Luft	175,85	N ₂ =	86,69 „
Nach der Explosion mit Knallgas	175,85		

Versuch 5.Zwei junge beblätterte Zweige von *Ligustrum vulgare*. Temperatur 19,5—21°.

I. 1/2 Stunde im Luftstrome.

II. Luftperiode = 1 Stunde.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	144,70	CO ₂ =	1,76 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	142,15	H ₂ =	0,0 "
Nach der Explosion mit Knallgas	142,15	O ₂ =	19,00 "
Nach Zulassung von H ₂	213,04	N ₂ =	79,24 "
Nach der Explosion	130,53		
		CO ₂	0,97.
		O ₂	

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.

IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	112,91	CO ₂ =	5,08 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	106,17	H ₂ =	0,0 "
Nach Zusatz von Luft	155,16	N ₂ =	94,92 "
Nach der Explosion mit Knallgas	155,16		

Versuch 6.

Junge beblätterte Zweige von *Ligustrum vulgare*. Temperatur 19,5–20,5°.

I. 1/2 Stunde im Luftstrome.

II. Luftperiode = 1 Stunde.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	145,38	CO ₂ =	1,62 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	143,03	H ₂ =	0,0 "
Nach der Explosion mit Knallgas	143,03	O ₂ =	19,17 "
Nach Zulassung von H ₂	213,57	N ₂ =	79,21 "
Nach der Explosion	129,90		
		CO ₂	1,00.
		O ₂	

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.

IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	114,01	CO ₂ =	6,96 pCt.
Nach Absorption der CO ₂	106,07	H ₂ =	0,0 "
Nach Zusatz von Luft	151,53	N ₂ =	93,04 "
Nach der Explosion mit Knallgas	151,61		

Versuch 7.

Junger beblätterter Zweig von *Olea europaea*. Temperatur 19–20°.

I. 1/2 Stunde im Luftstrome.

II. Luftperiode = 2 1/2 Stunden.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	144,30	
Nach Absorption der CO_2	143,23	
Nach der Explosion mit Knallgas	143,23	
Nach Zulassung von H_2	217,76	$\text{CO}_2 = 0,74 \text{ pCt.}$
Nach der Explosion	130,90	$\text{H}_2 = 0,0 \text{ „}$
		$\text{O}_2 = 20,06 \text{ „}$
		$\text{N}_2 = 79,20 \text{ „}$
		$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1,00.$

III. 1 Stunde im Stickstoffstrome.

IV. Stickstoffperiode = 20 Stunden.

Gasanalyse.

Anfängliches Volumen	108,65	$\text{CO}_2 = 3,53 \text{ pCt.}$
Nach Absorption der CO_2	104,82	$\text{H}_2 = 0,0 \text{ „}$
Nach Zusatz von Luft	168,80	$\text{N}_2 = 96,47 \text{ „}$
Nach der Explosion mit Knallgas	168,80	

Aus allen diesen Versuchen ist ersichtlich, dass bei der Atmung mannitführender Samenpflanzen eine Wasserstoffbildung stattfindet. Auch bei Sauerstoffabschluss wurde keine Spur Wasserstoff ausgeschieden, obschon die anaërobe Atmung der Versuchsobjekte eine sehr intensive war.

Obige Versuche wurden mit Samenpflanzen ausgeführt. Versuche mit Pilzen, die vielleicht mehr Interesse gewähren, sind noch nicht ganz abgeschlossen; sie werden den Inhalt einer anderen Abhandlung bilden.

St. Petersburg, Botanisches Institut der Universität.

68. A. Schulz: Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands.

II. Drude's Steppenpflanzen.

Eingegangen am 11. Oktober 1906.

In einer im Februarhefte des Jahrganges 1902 dieser Berichte¹⁾ erschienenen Abhandlung: „Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutsch-

1) 20. Bd., S. 54–81.

Übersicht der Hefte.

- Heft 1 (S. 1—54) ausgegeben am 21. Februar 1906.
 Heft 2 (S. 55—122) ausgegeben am 28. März 1906.
 Heft 3 (S. 123—184) ausgegeben am 25. April 1906.
 Heft 4 (S. 185—206) ausgegeben am 23. Mai 1906.
 Heft 5 (S. 207—272) ausgegeben am 27. Juni 1906.
 Heft 6 (S. 273—352) ausgegeben am 25. Juli 1906.
 Heft 7 (S. 353—406) ausgegeben am 12. August 1906.
 Heft 8 (S. 407—476) ausgegeben am 28. November 1906.
 Heft 9 (S. 477—532) ausgegeben am 27. Dezember 1906.
 Heft 10 (S. 533—608) ausgegeben am 24. Januar 1907.
 Generalversammlungsheft (Schlussheft) [S. (1)—(100)] ausgegeben am
 30. April 1907.

Berichtigungen.

Seite 1 oben lies „Vorsitzender: Herr S. SCHWENDENER“ statt „Vorsitzender: Herr L. KNY“.

Seite 38, Zeile 11 von oben setze statt „auch“ die Worte „dass sie hingegen“.

„ 38, „ 12 und 13 von oben ersetze die Worte „weit mehr oder weniger tief auch entfernt von der Peripherie“ durch „auch mehr oder weniger weit entfernt von der Peripherie“.

„ 42, „ 1 von oben lies „bestätigte“ statt „bestätige“.

„ 42, „ 8 von unten streiche die Worte „mit dem“.

„ 135, „ 5 von oben lies „aktiviert“ statt „ätherisiert“.

„ 135, „ 19 von oben lies ebenfalls „aktiviert“, statt „ätherisiert“.

„ 136, „ 18 von oben lies „Gesetzmässigkeit“ statt „Regelmässigkeit“.

„ 137, „ 1 von unten setze „Portion c“ statt „Portion a“.

„ 139, „ 18 von oben setze „20 ccm H₂O, 20 ccm H₂O₂“ statt „20 ccm H₂O“.

„ 140, „ 8 von unten setze „POLOWZEW“ statt „POLAWZEW“.

„ 403, „ 12 von oben setze „bestimmen“ statt „beschreiben“.

„ 406, „ 12 von oben setze „*ramealis*“ statt „*borealis*“.

„ 439 fehlt hinter der zweiten Gasanalyse die Angabe

CO₂ = 11,53 pCt.

H₂ = 0,0 „

N₂ = 88,47 „

„ 441 muss es in dem gesperrt gedruckten Satze unter der letzten Gasanalyse heissen: „dass bei der Atmung mannitführender Samenpflanzen **keine** Wasserstoffbildung stattfindet“ statt „dass . . . eine Wasserstoffbildung stattfindet.“

„ 460, Zeile 19 von oben setze „II, S. 458“ statt „I, S. 458“.

„ 467 muss es in Tabelle 4 in der ersten Kolumme unter „III. Generation“ heissen „ $\overline{\text{♀}}$ und schwach $\overline{\text{♀}} \overline{\text{♀}}$ “ statt „ ♀ und schwach $\text{♀} \text{♀}$ “.

„ 468 muss in Tabelle 5 in der letzten Kolumme die Gesamtzahl bei Versuch Nr. 9 die Zahl „37“ statt „34“ gesetzt werden.

„ 475 ist in der untersten Zeile der Textanmerkung das Wort „Frage“ ausgefallen.

„ 519, Zeile 4 von oben setze „vielleicht ostwärts nicht“ statt „vielleicht ostwärts, nicht“; das Komma muss fortfallen.

Übersicht der Hefte.

- Heft 1 (S. 1—54) ausgegeben am 21. Februar 1906.
 Heft 2 (S. 55—122) ausgegeben am 28. März 1906.
 Heft 3 (S. 123—184) ausgegeben am 25. April 1906.
 Heft 4 (S. 185—206) ausgegeben am 23. Mai 1906.
 Heft 5 (S. 207—272) ausgegeben am 27. Juni 1906.
 Heft 6 (S. 273—352) ausgegeben am 25. Juli 1906.
 Heft 7 (S. 353—406) ausgegeben am 12. August 1906.
 Heft 8 (S. 407—476) ausgegeben am 28. November 1906.
 Heft 9 (S. 477—532) ausgegeben am 27. Dezember 1906.
 Heft 10 (S. 533—608) ausgegeben am 24. Januar 1907.
 Generalversammlungsheft (Schlussheft) [S. (1)—(100)] ausgegeben am 30. April 1907.

Berichtigungen.

Seite 1 oben lies „Vorsitzender: Herr S. SCHWENDENER“ statt „Vorsitzender: Herr L. KNY“.

Seite 38, Zeile 11 von oben setze statt „auch“ die Worte „dass sie hingegen“.

„ 38, „ 12 und 13 von oben ersetze die Worte „weit mehr oder weniger tief auch entfernt von der Peripherie“ durch „auch mehr oder weniger weit entfernt von der Peripherie“.

„ 42, „ 1 von oben lies „bestätigte“ statt „bestätige“.

„ 42, „ 8 von unten streiche die Worte „mit dem“.

„ 135, „ 5 von oben lies „aktiviert“ statt „ätherisiert“.

„ 135, „ 19 von oben lies ebenfalls „aktiviert“, statt „ätherisiert“.

„ 136, „ 18 von oben lies „Gesetzmässigkeit“ statt „Regelmässigkeit“.

„ 137, „ 1 von unten setze „Portion c“ statt „Portion a“.

„ 139, „ 18 von oben setze „20 ccm H₂O, 20 ccm H₂O₂“ statt „20 ccm H₂O“.

„ 140, „ 8 von unten setze „POLOWZEW“ statt „POLAWZEW“.

„ 403, „ 12 von oben setze „bestimmen“ statt „beschreiben“.

„ 406, „ 12 von oben setze „*ramealis*“ statt „*borealis*“.

„ 439 fehlt hinter der zweiten Gasanalyse die Angabe

$$\text{CO}_2 = 11,53 \text{ pCt.}$$

$$\text{H}_2 = 0,0 \quad „$$

$$\text{N}_2 = 88,47 \quad „$$

„ 441 muss es in dem gesperrt gedruckten Satze unter der letzten Gasanalyse heissen: „dass bei der Atmung mannitführender Samenpflanzen **keine** Wasserstoffbildung stattfindet“ statt „dass . . . eine Wasserstoffbildung stattfindet.“

„ 460, Zeile 19 von oben setze „II, S. 458“ statt „I, S. 458“.

„ 467 muss es in Tabelle 4 in der ersten Kolumme unter „III. Generation“ heissen „ $\overline{\text{♀}}$ und schwach $\overline{\text{♀}} \overline{\text{♀}}$ “ statt „ ♀ und schwach $\text{♀} \text{♀}$ “.

„ 468 muss in Tabelle 5 in der letzten Kolumme die Gesamtzahl bei Versuch Nr. 9 die Zahl „37“ statt „34“ gesetzt werden.

„ 475 ist in der untersten Zeile der Textanmerkung das Wort „Frage“ ausgefallen.

„ 519, Zeile 4 von oben setze „vielleicht ostwärts nicht“ statt „vielleicht ostwärts, nicht“; das Komma muss fortfallen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [24](#)

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

Artikel/Article: [Zur Frage über die Wasserstoffausscheidung bei der Atmung der Samenpflanzen. 436-441](#)