

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1863. Band I.

München.

Druck von F. Straub (Wittelsbacherplatz 3).

1863.

~~~~~  
In Commission bei G. Franz.

15  
207-21

pleno per se singillatim uterque liquor, medietate olei, ut dictum est, propensior est quantitas mellis. Unus exempli causa chiatu appenditur sescuncia cum IIII scripulis, constans scripulis quadragenis, quorum medietas XX, qui XL superioribus adiecti complent chiatum mellis LX scripulis, id est sextante cum semuncia, et ita in reliquis mensuris gravitas mellis praeponderat semper levitatem olei; nam et sextarius olei XX, et mellis appenditur XXX unciis.

Tandem ad regulam multiplicandi numeros redeundum est.

---

## Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 14. Februar 1863.

---

Herr Pettenkofer hielt einen Vortrag

„über die Bestimmung des luftförmigen  
Wassers im Respirations-Apparate.“

Als ich im Mai des vorigen Jahres meine Erfahrungen über die Bestimmung des Wassers, welches bei der Respiration und Perspiration in die Luft übergeht, mitgetheilt hatte, hielt ich diesen Gegenstand für immer erledigt; denn die Controlversuche, welche ich im vorigen Sommer, wo ich und Prof. Voit unsere Untersuchungen am Hunde fortsetzten, machte, stimmten sowohl vor als mitten und nach dieser Versuchsreihe bis auf sehr geringe Differenzen mit der Rechnung aus der Elementaranalyse überein. Ich war deshalb nicht wenig erstaunt, als wir im November vorigen Jahres unsere Versuche wieder aufnehmen wollten und der erste Controlversuch wohl für die Kohlensäure gut stimmte, aber für Wasser um etwa 30 Procent fehlte. Nach einigen Versuchen

richtete sich mein Verdacht neuerdings gegen das Holzwerk im Apparate, obschon der Fussboden mit Oel getränkt und gefirnisst und Käfig und Gestell mit Oelfarbe angestrichen und gefirnisst waren. Die Fehler zeigten sich in der Art constant, dass zu wenig Wasser erhalten wurde, wenn der Apparat mehrere Tage hindurch kalt gestanden hatte und erst mit Beginn des Versuches im Zimmer geheizt wurde, und dass zu viel Wasser erhalten wurde, wenn schon 24 Stunden vor Beginn des Versuches das Zimmer geheizt und auch während des Versuches mit dem Heizen fortgeföhren wurde. — Das führte mich anfänglich auf die Idee, dass man den hygroskopischen Einfluss des Holzes dadurch unmerklich machen könnte, dass man längere Zeit fort das Zimmer geheizt erhielte, und sich zuletzt doch einmal der Punkt erreichen liesse, wo eine Art Gleichgewicht einträte, und das Holz kein Wasser mehr abgeben und aufnehmen würde. Aber aus Gründen, die ich nachher angeben werde, konnte diese Voraussetzung nie in Erfüllung gehen.

Da der Apparat seit vorigem Sommer mit 4 Quecksilberpumpen zur Untersuchung der Luft versehen ist, und somit sowohl die einströmende wie die abströmende Luft je zweimal untersucht werden konnte, so gewährt diese Reihe von Untersuchungen einen sehr lehrreichen Einblick in die absolute Genauigkeit der Methoden überhaupt, und ich erlaube mir desshalb das Wesentlichste davon mitzutheilen:

#### Versuch I. Am 3. Dezember 1862.

In 8 Stunden verbrannten im Apparate 80,58 Grm. Stearin, welches bei der Elementaranalyse 76,0 Procente Kohlenstoff und 13,26 Procente Wasserstoff ergab. Hieraus berechnen sich bei der Verbrennung von 80,58 Grm. Stearin 293,1 Grm. Kohlensäure und 125,4 Grm. Wasser. 100937 Liter Luft waren durch den Apparat gegangen. Es enthielten 1000 Liter

|                               |                            |    |               |
|-------------------------------|----------------------------|----|---------------|
| einströmende Luft (ungeglüht) | 0,9286 Gm. CO <sub>2</sub> | u. | 6,0675 Gm. HO |
| „ „ (geglüht)                 | 0,9097 „                   | „  | 6,0452 „ „    |
| abströmende „ (ungeglüht)     | 3,4967 „ CO <sub>2</sub>   | „  | 7,4017 „ HO   |
| „ „ (geglüht)                 | 3,5108 „                   | „  | 7,4899 „ „    |

Aus den Differenzen der ungeglühten Luft ergibt sich  
298,8 Kohlensäure und 152,7 Wasser

aus den Differenzen der geprühten Luft

295,1 Kohlensäure und 165,1 Grm. Wasser.

Es wurde mithin etwas zu viel Kohlensäure und beträchtlich zu viel Wasser gefunden. —

Die Gasuhren waren seit 2 Monaten nicht nachgeaicht worden, was aber bis zum nächsten Versuche erfolgte.

#### Versuch II. Am 15. Dezember 1862.

Binnen 8 Stunden giengen 108766 Liter durch den Apparat. Dieser Versuch wurde, ohne dass eine Kerze angezündet wurde, ausgeführt — mithin ganz leer. Es sollte die ein- und abströmende Luft desshalb gar keine Differenz weder im Kohlensäure- noch im Wassergehalte zeigen. Es enthielten 1000 Liter

|                               |                            |    |               |
|-------------------------------|----------------------------|----|---------------|
| einströmende Luft (ungeglüht) | 0,8809 Gm. CO <sub>2</sub> | u. | 6,6295 Gm. HO |
| „ „ (geglüht)                 | 0,8789 „                   | „  | 6,6710 „ „    |
| abströmende „ (ungeglüht)     | 0,8851 „ CO <sub>2</sub>   | „  | 6,9441 „ HO   |
| „ „ (geglüht)                 | 0,8728 „                   | „  | 7,0332 „ „    |

Man sieht, dass sich die Voraussetzung, es würde sich keine wesentliche Differenz zwischen ein- und abströmender Luft zeigen, nur für die Kohlensäure richtig erwies, die abströmende Luft zeigt sich entschieden wasserhaltiger als die einströmende, so dass dem Strom durch den Apparat mindestens 36 Grm. Wasser hinzugekommen sind.

Die Differenzen zwischen geprühter und ungeprühter Luft haben sich in diesen beiden Versuchen so gering gezeigt, dass ich das Glühen von nun an unterliess und die beiden Proben der einströmenden sowohl als der abströmenden Luft

im ungeglühten Zustande untersuchte. Man sieht, dass die einströmende Luft für gewöhnlich keine verbrennlichen Stoffe in messbarer Menge enthält.

Versuch III. Am 20. Dezember 1862.

Bei diesem wieder leeren Versuche und den folgenden dreien wurde die Bestimmung der Kohlensäure ebenso wie das Glühen der Luft als überflüssig unterlassen und nur das Wasser bestimmt. Ich wollte nur sehen, ob die Wasserabgabe in der Kammer des Apparates denn nicht aufhöre. Diessmal wurde eine grössere Ventilation genommen, und es giengen binnen 8 Stunden gegen 180000 Liter Luft durch den Apparat. Es enthielten 1000 Liter

|                   |    |        |        |        |
|-------------------|----|--------|--------|--------|
| einströmende Luft | a. | 4,6494 | Grm.   | Wasser |
| „                 | „  | b.     | 4,6927 | „      |
| abströmende       | „  | a.     | 5,0649 | „      |
| „                 | „  | b.     | 5,0656 | „      |

Also hier wieder eine Wasserzunahme der Luft auf ihrem Wege durch die Kammer von etwa 0,4 Grm. auf 1000 Liter, was für die 180,000 Liter binnen 8 Stunden 72 Grammen ausmacht. Je mehr man Luft durch den Apparat in gleicher Zeit zieht, desto mehr Wasser dunstet ab.

Versuch IV. Am 30. Dezember 1862.

Bei diesem Versuch wurden die Gasuhren in dem Sinne gewechselt, dass mit jeder eine andere Luftprobe gemessen wurde als bisher, so dass mit jenen die abströmende Luft gemessen wurde, womit bisher die einströmende gemessen worden war. Der Versuch dauerte wieder 8 Stunden und es strömten über 180000 Liter Luft durch den Apparat. Es enthielten 1000 Liter

|                   |    |        |        |        |
|-------------------|----|--------|--------|--------|
| einströmende Luft | a. | 5,6838 | Grm.   | Wasser |
| „                 | „  | b.     | 5,6920 | „      |
| abströmende       | „  | a.     | 5,8300 | „      |
| „                 | „  | b.     | 5,8059 | „      |

Auch diessmal zeigte sich eine grosse Uebereinstimmung zwischen den beiden Proben der ein- und abströmenden Luft, aber wiederholt eine nicht zu verkennende Vermehrung des Wassers beim Durchgange der Luft durch die Kammer.

Versuch V. Am 2. Januar 1863.

Bei diesem Versuche dienten die Gasuhren, wie beim Versuche III, aber die Untersuchungspumpen waren in dem gleichen Sinne gewechselt, wie die Gasuhren beim Versuche IV. Der Versuch dauerte wieder 8 Stunden, und es strömte nahezu die gleiche Menge Luft, wie bei Versuch IV durch den Apparat. Es enthielten 1000 Liter

|                   |    |        |        |        |
|-------------------|----|--------|--------|--------|
| einströmende Luft | a. | 5,5022 | Grm.   | Wasser |
| „                 | „  | b.     | 5,4785 | „      |
| abströmende       | „  | a.     | 5,7022 | „      |
| „                 | „  | b.     | 5,7447 | „      |

Wiewohl nun die Wasserabgabe des Apparates bedeutend gesunken war, nachdem das Zimmer täglich geheizt wurde, so war sie doch immer noch zu beträchtlich, um die Versuche mit dem Hunde fortsetzen zu können. Ehe ich mich entschloss, den Käfig und den hölzernen Bodenbeleg (der eigentliche Boden der Kammer besteht ohnehin vom Anfang an aus Blech) zu entfernen, glaubte ich noch eine Wasserbestimmung machen zu sollen, bei der 4 Proben ein und derselben Luft gleichzeitig untersucht wurden.

Versuch VI. Am 7. Januar 1863.

Bei diesem Versuche wurde die Anordnung getroffen, dass die 4 Untersuchungspumpen Luft aus ein und derselben Röhre zogen. Es enthielten 1000 Liter

|          |    |        |      |        |
|----------|----|--------|------|--------|
| der Luft | a. | 5,9974 | Grm. | Wasser |
|          | b. | 5,9796 | „    | „      |
|          | c. | 5,9762 | „    | „      |
|          | d. | 5,9674 | „    | „      |

Dieser Versuch gab mir den Beweis, dass der Untersuchungsapparat auf Wasser hinlänglich seine Schuldigkeit thut, und dass der grösste Fehler nicht 1 Procent der gegebenen Grösse erreicht.

Alles Holzwerk wurde nun aus der Kammer entfernt. Der hölzerne und geölte Fussboden bestand aus 4 Theilen. 1 Theil (nahezu 32 Kilogramme an Gewicht) wurde während eines 8 Stunden dauernden Versuches an eine Aussenseite der Kammer gelehnt, er verlor 70 Grammen an Gewicht. Das nämliche Brett, 12 Stunden in einem unbeheizten Lokale belassen, nahm während dieser Zeit wieder um 45 Grammen zu.

So erklärt sich nun allerdings mit Leichtigkeit, wie diese Wasserabgabe so lange dauern konnte. Wenn der Apparat zwischen 2 Versuchen abkühlte, nahm das Holz wieder Wasser auf, was es während des kommenden Versuches, wo wieder stärker geheizt wurde, wieder abgab. Hieraus erklärt sich auch, wie es kommen konnte, dass die Controlversuche zu einer milderen Jahreszeit stimmen konnten, wo die Schwankungen in der Temperatur der Luft und in ihrem relativen Feuchtigkeitsgehalte viel geringer waren.

Die hiedurch gewonnene Einsicht liess mich auch die richtige Erklärung für eine Erscheinung finden, die mir schon öfter höchst auffallend war. Im Dampfkesselhause des Apparates geht eine Röhre vom Kessel zum Kolben der Dampfmaschine durch die Luft. Um zu grosse Abkühlung des Dampfes zu verhindern, ist diese Röhre in Filz eingehüllt. Diese Röhre oder vielmehr deren Umhüllung aus Filz fühlt sich Sommer und Winter, ehe die Maschine in Bewegung gesetzt wird, ganz trocken an. Im Winter aber, wann der Apparat oft mehrere Tage hintereinander kalt gestanden hat, wird der Filz bald ganz feucht auf seiner Oberfläche und fängt zuletzt zu dampfen an, wenn der heisse Dampf einige Zeit vom Kessel nach der Maschine durch die Röhre strömt, ob-

wohl die Röhre ganz dampfdicht ist. Das vom hygroskopischen Filze condensirte Wasser wird dort, wo der Filz unmittelbar an der Röhre anliegt, zuerst gasförmig, um sich an der kälteren Peripherie des Filzes wieder zu condensiren, bis er durch die allmählich von innen nach aussen fortschreitende Erwärmung des Filzes auch von der Oberfläche verdampft wird.

Versuch VII. Am 9. Januar 1863.

Nachdem alles Holzwerk aus der Kammer entfernt war, wurde zunächst eine Wasserbestimmung der ein- und abströmenden Luft vorgenommen, ohne eine brennende Kerze oder sonst eine Wasserquelle in die Kammer zu bringen; es musste die Uebereinstimmung der beiden Probenpaare nun zeigen, ob wirklich nur das hygroskopische Holz die Unsicherheit hervorgebracht hatte. Der Versuch dauerte wieder 8 Stunden und es strömten wieder gegen 180000 Liter Luft durch den Apparat. Es enthielten 1000 Liter

|                   |    |        |        |        |
|-------------------|----|--------|--------|--------|
| einströmende Luft | a. | 6,0725 | Grm.   | Wasser |
| „                 | „  | b.     | 6,1181 | „      |
| abströmende       | a. | 6,0762 | „      | „      |
| „                 | „  | b.     | 6,0859 | „      |

Hieraus ist mit Sicherheit zu entnehmen, dass die Kammer nun kein Wasser mehr hergab. Ich schritt nun wieder zu Controlversuchen mit Kerzen. Ehe die Controlversuche begannen, wurde die Thüre der Kammer im Angel geöffnet, und mit Hilfe eines kräftigen Fächers die Kammer gut ausgelüftet.

Versuch VIII. Am 19. Januar 1863.

Binnen 8 Stunden 20 Minuten verbrannten 85,6 Grm. Stearin, welche nach der Elementaranalyse 238,5 Grm. Kohlensäure und 102,1 Grm. Wasser geben, und aus der Luft 253,5 Grm. Sauerstoff verzehren sollten. Es giengen 186927



Liter Luft durch den Apparat. Es enthielten 1000 Liter einströmende Luft a. 0,5553 Grm. Kohlensäure und 4,7328 Grm. Wasser  
 „ „ b. 0,5474 „ „ 4,7323 „ „  
 abströmende „ a. 1,7231 „ „ 5,2066 „ „  
 „ „ b. 1,7274 „ „ 5,2631 „ „

Hieraus berechnen sich aus den Differenzen a für den ganzen Versuch

233,3 Grm. Kohlensäure und 94,6 Grm. Wasser, aus der Differenz b. 235,7 Grm. Kohlensäure und 105,9 Grm. Wasser. Die Differenz a. lässt 256,0, die Differenz b. 260 Grm. Sauerstoff als consumirt erkennen.

Versuch IX. Am 23. Januar 1863.

Binnen 8 Stunden 15 Minuten verbrannten 85,4 Grm. Stearin, welche 237,9 Grm. Kohlensäure und 101,7 Grm. Wasser geben und aus der Luft 254,3 Grm. Sauerstoff verzehren sollten. Es strömten 79622 Liter Luft durch den Apparat. Es enthielten 1000 Liter

einströmende Luft a. 0,8762 Grm. CO<sub>2</sub> und 6,1567 Grm. HO  
 „ „ b. 0,8660 „ „ 6,0951 „ „  
 abströmende „ a. 3,4970 „ „ 7,1479 „ „  
 „ „ b. 3,4615 „ „ 7,0641 „ „

Die Differenz a ergibt 244,7 Grm. CO<sub>2</sub>, 92,7 Grm. HO u. 252,0 Grm. O  
 „ b „ 242,6 „ 91,0 „ „ 248,2 „ „

Versuch X. Am 27. Januar 1863.

Binnen 8 Stunden verbrannten 87,1 Grm. Stearin, gleich 242,6 Grm. Kohlensäure und 103,9 Wasser. Es giengen 83652 Liter durch den Apparat. Es enthielten 1000 Liter

einströmende Luft a. 0,6692 Grm. CO<sub>2</sub> und 4,3650 Grm. HO  
 „ „ b. 0,6726 „ „ 4,3478 „ „  
 abströmende „ a. 3,2070 „ „ 5,7623 „ „  
 „ „ b. 3,1861 „ „ 5,7907 „ „

Differenz a = 247,8 Grm. CO<sub>2</sub> und 136,4 Grm. Wasser  
 „ b = 244,9 „ „ 140,8 „ „

Hier zeigt sich wieder entschieden zu viel Wasser und zwar Wasser, welches in der Kammer zugieng. Als Ursache konnte ich nur finden, dass  $\frac{1}{2}$  Tag vor Beginn des Versuches die 3 Fenster der Kammer und das Oberlicht von innen mit Kreide und Wasser geputzt worden waren. Die letzten 30 Grammen Wasser davon scheinen erst während des Versuches verdunstet zu sein.

Ich halte diesen Versuch insoferne für wichtig, als er zeigt, welche Sorgfalt man auf die einem Versuche vorausgehende Lüftung der Kammer zu verwenden hat.

#### Versuch XI. Am 4. Februar 1863.

Dieser Versuch wurde gemacht, nachdem Prof. Voit einen neuen Käfig für den Hund, ganz aus Eisen und Glas bestehend, hatte anfertigen lassen, und der neue Käfig im Apparate aufgestellt war. Die brennende Kerze befand sich statt des Hundes im Käfige. Binnen 8 Stunden 5 Minuten verbrannten 89,0 Grm. Stearin, was 248,0 Grm. Kohlensäure und 105,6 Grm. Wasser entspricht, und wobei 264,7 Grm. Sauerstoff aus der Luft zur Verbrennung verwendet werden sollten. Durch den Apparat giengen 82787 Liter. Es enthielten 1000 Liter

einströmende Luft a. 0,6162 Grm.  $\text{CO}_2$  und 5,6995 Grm. HO

„ „ b. 0,6279 „ „ 5,7294 „ „

abströmende „ a. 3,2355 „ „ 6,7450 „ „

„ „ b. 3,2486 „ „ 6,7094 „ „

Differenz a = 253,5 Grm. Kohlensäure, 101,15 Grm. Wasser und 265,0 Grm. Sauerstoff aus der Luft;

„ b = 253,6 Gm.  $\text{CO}_2$ , 95,7 Gm. HO und 260,3 Gm. O.

Aus den Zahlen dieser eilf Versuche lässt sich leicht ein Urtheil über die Untersuchungsmethoden bilden, mit welcher Schärfe die Menge Kohlensäure und Wasser gefunden werden, welche in 1000 Litern Luft enthalten ist. Die Differenzen zwischen zwei Bestimmungen je einer und derselben

Luft geben den Anhaltspunkt für ein solches Urtheil. Fasst man nur die letzten 5 Versuche mit Kerzen ins Auge, so schwanken die Angaben für die Kohlensäure in 1000 Litern im Mittel um 12 Milligramme und für das Wasser um 32 Milligramme. Bei einem 24stündigen Versuche mit dem Hunde und einer Ventilation von 300000 Litern würde hienach der mittlere Fehler 3,6 Gramme Kohlensäure und 9,6 Gramme Wasser betragen.

---

Herr Nägeli macht weitere Mittheilungen

„über die Reaction von Jod auf Stärkekörner und Zellmembranen.“

Ich habe in meiner ersten Mittheilung (Dezember 1862) nachgewiesen, dass die verschiedenen Farbentöne der Jodstärke nicht bedingt werden durch die grössere oder geringere Menge des eingelagerten Jod, und kaum durch die Desaggregation, welche die Substanz der Stärkekörner durch die Einwirkung der Hitze, der Säuren und der Alkalien erfahren hat; ferner dass die Jodstärke die nämliche Farbe behält, wenn man ihr vorsichtig das Imbibitionswasser entzieht, dass aber der Farbenton durch die Menge Wasser modificirt wird, von welcher die Stärkesubstanz in dem Augenblicke durchdrungen ist, in welchem sie das Jod aufnimmt. Es giebt, ausser dem eben angegebenen, noch zwei Fälle, wo die Stärke ohne eine chemische und selbst ohne eine nachweisbare physikalische Veränderung zu erleiden, mit Jod bald eine indigoblaue oder violette, bald eine rothe, bald eine braune oder gelbe Farbe annimmt. Der eine Fall hat gewöhnlich statt, wenn die Jodstärke sich entfärbt; der andere, wenn beim Färben verschiedene fremde Substanzen anwesend sind. Ich will zunächst den ersteren behandeln.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der Bayerischen Akademie der Wissenschaften München](#)

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: [1863-1](#)

Autor(en)/Author(s): Pettenkofer Max von

Artikel/Article: [Über die Bestimmung des luftförmigen Wassers im Respirations-Apparate 152-161](#)