

	berechnet	gefunden
Jod	88,42	88,59
Aluminium	4,77	5,26
Kalium	6,81	5,76
	<u>100,00.</u>	<u>99,61.</u>

Die beiden Zahlenreihen weichen wenig von einander ab, so daß die Formel für die Verbindung gelten kann. Die Zahlen lehren, daß ein kleiner Ueberschufs von Jodaluminium der Doppelverbindung beigemischt war.

Mit der Darstellung einiger anderer Doppelverbindungen des Jodids bin ich noch beschäftigt.

---

*X. Akustische Beobachtungen;  
von F. G. Schaffgotsch.*

---

**I**n Folge mannichfach abgeänderter Wiederholungen meiner in diesen Annalen (Bd. C, S. 352) kurz zur Anzeige gebrachten akustischen Beobachtung ist es mir gelungen, mehrere neue Thatsachen aufzufinden, welche den Gegenstand des vorliegenden Aufsatzes bilden, und bereits im April d. J. einigermaßen zum Abschluß gediehen waren, so daß ich, von Hrn. Prof. Poggendorff dazu aufgefordert, es wagen durfte, sie zur Kenntniß der Königl. preuss. Akademie der Wissenschaften zu bringen. Fast alle bis dahin von mir gemachten Erfahrungen finden sich in den gedruckten Monatsberichten der Akademie unterm 30. April kurz zusammengestellt. Seitdem habe ich meine Beobachtungen noch erweitert und es mir namentlich angelegen seyn lassen, die zum Gelingen der Versuche günstigsten Umstände zu erforschen, so wie die erforderlichen Hülfsmittel zu vervollkommen, um denen, die meine Versuche der Wiederholung würdigen wollen, die Arbeit zu erleichtern, denn ich weiß aus Erfahrung, daß dergleichen Wie-

derholungen wegen Nichtbeachtung scheinbar geringfügiger Umstände selbst sehr geschickten Händen mißlungen sind.

Es erscheint mir als das Angemessenste, gegenwärtigen Aufsatz in zwei Abschnitte zu theilen, so daß der erste die schon erwähnte kurze Zusammenstellung *wortgetreu* wiedergibt, während ich im zweiten außer einigen weniger wichtigen älteren meine neuesten akustischen Erfahrungen, sowie die auf Verfahrungsweise und Geräthschaften bezüglichen Einzelheiten darlege. Die Nachträge des zweiten Abschnitts entsprechen den Versuchsnummern des ersten.

#### Abschnitt I.

Ein an beiden Enden offenes Glasrohr giebt beim einfachen Anblasen mit dem Munde schwach aber deutlich seinen Grundton, d. h. den ihm als offener Orgelpfeife zukommenden tiefsten Ton. Beim Aufschlagen der flachen Hand auf eine der Mündungen und raschen Zurückziehen giebt das Rohr zwei Töne nach einander, zuerst den Grundton der gedeckten, darauf den schon erwähnten *eine* Octave höheren der offenen Pfeife. Durch Erwärmung werden diese Grundtöne, von denen hier nur der höhere in Betracht kommen soll, bekanntlich erhöht, wie man beim Anblasen eines von außen her oder durch eine im Innern brennende Gasflamme erhitzten Rohres sogleich bemerkt. Es giebt z. B. ein 242<sup>mm</sup> langes und 20<sup>mm</sup> weites Rohr, seiner ganzen Länge nach erhitzt, beim Anblasen noch vor Eintritt der Rothgluth einen um eine große Terz erhöhten Ton, nämlich zweigestrichen *gis* statt zweigestrichen *e*. Brennt eine Gasflamme von 14<sup>mm</sup> Länge und 1<sup>mm</sup> unterer Breite im Rohr, so steigt sein Ton auf zweigestrichen *fis*. Dieselbe Gasflamme erhöht den Ton eines 273<sup>mm</sup> langen und 21<sup>mm</sup> weiten Glasrohres vom zweigestrichenen *d* auf zweigestrichenes *e*.

Diese beiden Rohre, hinfort kurz als *e*-Rohr und *d*-Rohr bezeichnet, haben zu allen folgenden Versuchen gedient, welche Versuche keinen andern Zweck hatten, als eine bekannte und nichts weniger als auffallende Thatsache in

auffallender Weise zu veranschaulichen, nämlich die Thatsache, daß die Luftsäule eines Rohres in Schwingungen geräth, wenn auferhalb des Rohres sein Grundton oder ein nahe verwandter Ton, z. B. eine Octave, angestimmt wird. Das Vorhandenseyn der Luftschwingungen wurde durch eine Rauchsäule, durch einen Gasstrom und eine Gasflamme erkennbar gemacht.

1. Ein glimmendes Räucherkerzchen steht dicht unter dem senkrecht gehaltenen *e*-Rohr und der Rauch zieht als gleichförmiger Faden durch das Rohr hindurch. Es wird  $1^m,5$  davon entfernt eingestrichenes *e* gesungen. Der Rauch kräuselt sich und es sieht so aus, als würde ein Theil desselben zur oberen, der andere zur unteren Oeffnung des Rohres hinausgeschleudert.

2. Zwei Gasbrenner,  $1^m$  im Lichten, sind nahe bei einander auf demselben Leitungsrohr angebracht. Aus beiden strömt Leuchtgas; der eine ragt von unten ungefähr bis zum fünften Theil der Länge des *d*-Rohres in dieses hinein, auf dem andern brennt ein Gasflämmchen von  $3^m$  Höhe.  $1^m,5$  davon wird eingestrichenes *d* gesungen; das Flämmchen nimmt augenblicklich an Dicke und Höhe, folglich überhaupt an Umfang um das Vielfache zu, es strömt also aus dem äußeren Brenner vorübergehend eine größere Gasmenge, was sich nur aus einer Hemmung des Gasstroms im Innern, d. h. in dem vom Glasrohr umschlossenen Brenner erklären läßt.

3. Eine Brennerspitze,  $1^m$  im Lichten, ragt in das *d*-Rohr etwa  $80^m$  weit von unten hinein und trägt eine  $14^m$  lange Gasflamme.  $5,6$  Meter davon wird eingestrichenes *e* gesungen; die Flamme verlischt augenblicklich. Dasselbe geschieht auf eine Entfernung von  $7$  Metern, wenn die Flamme nur  $10^m$  hoch ist und eingestrichenes *dis* gesungen wird.

4. In der Nähe löscht auch der Ton *gis* die letztgedachte Flamme aus. Geräusche, wie Händeklatschen, Rücken eines Stuhles, Zuklappen eines Buches haben diese Wirkung nicht.

5. Eine Brennerspitze,  $0^{\text{mm}},5$  im Lichten, ragt  $60^{\text{mm}}$  weit von unten in das *d*-Rohr hinein und trägt ein kugelförmiges Gasflämmchen von  $3^{\text{mm}}$  bis  $3^{\text{mm}},5$  Durchmesser. Durch allmähliches Schließen eines Hahnes wird die Gaszufuhr mehr und mehr beschränkt. Die Flamme wird plötzlich um vieles länger, aber dafür auch schmaler, sie wird annähernd cylindrisch, färbt sich durchweg bläulich und aus dem Rohre erschallt ein durchdringendes zweigestrichenes *d*, das seit 80 Jahren bekannte Phänomen der sogenannten chemischen Harmonika ist eingetreten. Der Hahn wird noch mehr geschlossen, der Ton wird noch stärker, die Flamme noch länger und schmaler, fast spindelförmig, sie verlischt.

Ganz ähnlich nun, wie das Abschneiden des Gases, wirkt ein gesungenes oder von Instrumenten angegebenes *d* oder eingestrichenes *d* u. s. w. auf die kleine Gasflamme; wobei zu bemerken, daß die Flamme im Allgemeinen um so empfindlicher wird, je kleiner sie ist und je tiefer die Brennerspitze in das Glasrohr hineinragt.

6. Die Flamme im *d*-Rohr ist zwei bis drei Millimeter lang;  $16^{\text{m}},3$  (über  $51'$  Rh.) von ihr wird eingestrichenes *d* gesungen. Die Flamme nimmt sogleich die ungewöhnliche Gestalt an und das zweigestrichene *d* erklingt aus dem Rohr und fährt fort zu klingen.

7. Das zweigestrichene *d* des vorigen Versuches ertönt. In der Nähe wird mit Kraft eingestrichenes *d* gesungen, die Flamme verlängert sich übermächtig und verlischt.

8. Die Flamme ist nur  $1^{\text{mm}},5$  lang; eingestrichenes *d* wird gesungen. Die Flamme läßt nur einen Augenblick zweigestrichenes *d* (vielleicht auch bisweilen ein höheres *d*) erklingen und erlischt. Auf die Flamme wirken auch verschiedene *d* einer stellbaren Labialpfeife, das Contra *D*, *D*, *d*, eingestrichenes *d* und zweigestrichenes *d* eines Harmoniums (von Trayser in Stuttgart), aber kein einziges *cis* oder *dis* dieses mächtigen Tonwerkzeuges. Es wirkt auch, aber nur ganz in der Nähe, das dreigestrichene *d* einer soge-

nannten Kinderklarinetten. Der gesungene Ton wirkt auch, wenn er durch Einathmen entsteht (in diesem Falle zweigestrichenes *d*) oder wenn der Mund von der Flamme abgewendet ist.

9. In der Nähe wirkt auch der gesungene Ton *g*.

Geräusche haben gleichfalls Einfluss, aber nicht alle, oft auch die stärksten und nächsten nicht, offenbar weil der erregende Ton in ihnen nicht enthalten ist.

10. Die Flamme brennt innerhalb des *d*-Rohres im Zustande der Ruhe etwa 2<sup>mm</sup>,5 lang. Im Nebenzimmer, dessen Thür geöffnet ist, wird ein Stuhl mit seinen vier Füßen gleichzeitig auf den hölzernen Fußboden gestampft. Sogleich tritt das Phänomen der chemischen Harmonika ein. Eine ganz kleine Flamme wird natürlich durch das Stuhlgeräusch nach augenblicklichem Tönen ausgelöscht. Ein angeschlagenes Tamtam wirkt bisweilen, gewöhnlich aber nicht.

11. Das Flämmchen brennt im erregten, tongebenden Zustande innerhalb des *d*-Rohres; dieses wird langsam so weit in die Höhe geschoben, als sich, ohne dass die Flamme in den gewöhnlichen Zustand zurückfällt, thun lässt. Der Ton: eingetrichenes *d* wird auf 1<sup>m</sup>,5 Entfernung stark und *kurz abgebrochen* gesungen. Der Harmonikaton hört auf, die Flamme befindet sich im Ruhezustand, ohne zu verlöschen.

12. Dasselbe geschieht mittelst Einwirkung auf den Luftzug im Rohre durch eine fächernde Bewegung der flachen Hand nahe über der oberen Rohrmündung.

13. Im *d*-Rohre befinden sich zwei Brenner dicht neben einander; der eine, von 0<sup>mm</sup>,5 Durchmesser im Lichten, mündet 5<sup>mm</sup> unter dem andern, dessen Durchmesser 1<sup>mm</sup> oder mehr beträgt. Aus beiden fließen Gasströme, welche von einander unabhängig sind, und zwar aus dem engeren ein ganz schwacher Strom, welcher angezündet mit einer etwa 1<sup>mm</sup>,5 langen, am Tage fast unsichtbaren Flamme brennt; eingestrichenes *d* wird in 3 Meter Entfernung gesungen. Augenblicklich entflammt sich der starke Gasstrom, weil

das unter ihm befindliche Flämmchen bei seiner Verlängerung in ihn hineinzüngelt. Bei starker Einwirkung des Tones verlöscht die kleine Flamme selbst, so daß eine wirkliche Uebertragung der Flamme von einem Brenner auf den andern stattfindet. Bald darauf pflügt sich der schwache Gasstrom wieder an der großen Flamme zu entzünden, und wenn man die letztere nun allein auslöscht, so ist Alles zur Wiederholung des Versuches bereit.

14. Dasselbe Ergebniß liefert Aufstampfen mit dem Stuhle u. dergl.

Es leuchtet ein, daß man auf diese Art durch Ton und Geräusch Gasflammen von beliebiger Größe erzeugen und jede beliebige mechanische Wirkung hervorbringen kann, wenn man einen durch Gewichte gespannten Faden so durch das Glasrohr hindurchzieht, daß ihn die auflodernde Flamme anbrennen muß.

15. Blickt man die Flamme der chemischen Harmonika starr an und giebt dabei dem Kopfe eine rasch abwechselnde Bewegung nach rechts und nach links, so sieht man nicht einen ununterbrochenen Feuerstreifen, wie ihn sonst jeder leuchtende Körper giebt, sondern eine Reihe neben einander stehender Flammen, oft auch zahnförmige und wellenförmige Bilder, vorzüglich wenn meterlange Röhre und centimeterlange Flammen benutzt werden.

Dieser Versuch gelingt auch ganz leicht ohne Bewegung der Augen, wenn man die Flamme durch einen Operngucker betrachtet, dessen Objectiv rasch hin und her oder im Kreise bewegt wird, ebenso, wenn man das Flammenbild in einem schüttelnd bewegten Handspiegel beobachtet. Er ist übrigens nur eine Abänderung des schon vor längerer Zeit von Wheatstone angegebenen und erklärten Versuches, zu welchem ein durch Uhrwerk rotirender Spiegel gedient hat.

#### Abschnitt II.

Das zu Anfang des ersten Abschnitts erwähnte Anblasen geschah mit nahezu gleichem Erfolge in der verschiedensten

Weise, hauchend und stofsweise, in grader, in schräger Richtung, unmittelbar mit dem Munde oder durch ein enges Glasrohr, das in das weitere in wechselnder Tiefe und Entfernung von der Mittellinie einmündete.

Zur Nachweisung des Einflusses der Wärme auf die Tonhöhe eignen sich sehr gut die für die organische Elementaranalyse bestimmten mit Gas gespeisten Heitzvorrichtungen, z. B. die Baumhauer'sche. Man hängt zwei gleich lange Glasröhren, eine in der Verlängerung der andern, über die Brenner und erhitzt sie abwechselnd. Starkes Anblasen des heifsen Rohres wirkt abkühlend und erniedrigt sogleich den Ton. Man kann die Rohre auch auf einem passenden Träger parallel zu einander legen und durch eine Weingeistflamme erwärmen.

Die Längen des *e*-Rohres und *d*-Rohres verhalten sich wie 8 zu 9, d. h. so, wie es das Intervall der grofsen Sekunde erheischt. Eine gleiche Uebereinstimmung mit der Rechnung zeigten andere kurze Rohre von 237, 195 und 152<sup>mm</sup> Länge. Alle fünf gleichzeitig zur Hand genommen bildeten eine Art Panflöte (*σύριξ*).

Zwei in einander passende gleich lange Rohre, z. B. zwei *d*-Rohre, durch zwischengeschobenes Papier in beliebiger gegenseitigen Stellung festgehalten, lassen sich auf jeden gewünschten Ton innerhalb *einer* Octave abstimmen, was zu manchen Versuchen nöthig ist. Man kann dies eine Hauchposaune nennen.

*Nachtrag 1.* Am besten gelang mir dieser Versuch, der übrigens eine sehr starke Stimme erfordert, wenn das Räucherkerzchen fast unter dem Rande des Rohres stand und frisch angezündet war. Später wird die Rauchsäule zu dick und der Abstand des glimmenden Theils vom Rohrende zu grofs. Ohne Erfolg habe ich diesen aufsteigenden Rauchfaden durch den niedersinkenden eines über dem Rohre befestigten Phosphorstückchens zu ersetzen gesucht.

Aufserdem habe ich die Erregung von Luftschwingungen im Rohre durch das Herabfallen sehr glatter Papierrollen nachweisen zu können geglaubt, welche der Länge

nach gefaltet und mit der Falte nach unten so auf den glatten oberen Rand des senkrechten oder etwas geneigten Rohres gelegt wurden, daß sie eben noch das Gleichgewicht behielten; doch waren diese Versuche deshalb sehr mißlich, weil die Röllchen nicht selten ohne erkennbare Ursache herabglitten. Hier kann ich nicht umhin, ausdrücklich zu erklären, daß ich bei sämtlichen Versuchen eifrig bemüht war, jede Zufälligkeit von den Erfolgen fern zu halten und gewiß wird jeder Wiederholer meiner Versuche wahrnehmen, wie nothwendig, aber auch wie leicht bei einiger Uebung dieß ist. Namentlich hat man immer darauf zu achten, daß sich während der Flammenversuche weder der Gasdruck noch die Lage des Flämmchens in Bezug auf das Rohr ändere. Letzteres vermeidet man am besten, wenn das Anzünden stets von oben durch das von einem Retortenhalter getragene Rohr hindurch mittelst eines in Weingeist getauchten an Draht befestigten Baumwollbäuschchens geschieht.

*Nachtrag 2.* Beide Spitzen waren von Messing und saßen senkrecht auf zwei benachbarten wagerechten unter  $60^\circ$  gegen einander geneigten,  $157^{\text{mm}}$  langen Armen eines zwölfarmigen Leuchters, dessen zehn übrige Brenner kein Gas ausströmen ließen. Waren auf beiden Brennern Flammen, so verschwand (vergl. Versuch 3) die innere bei der Verlängerung der äußeren. Diese Verlängerung hält übrigens, wenn der gesungene Ton ausgehalten wird, mit dessen Stärke gleichen Schritt, so daß ein Tauber mit dem Auge jeder Schwankung der Tonstärke folgen kann. (Vergl. Nachtrag 15.)

Aehnliches fand statt bei einer Abänderung des zweiten Versuchs, als ich anstatt des Steinkohlengases Wasserstoffgas nahm, dieses in einem sehr schwachen aber unveränderlichen Strome aus beiden Spitzen treten ließ und  $12^{\text{mm}}$  über der äußern ein Stück Platinschwamm befestigte, welches auch im Finstern keine sichtbare Einwirkung des Wasserstoffs zeigte. Als aber eingestrichenes  $d$  gesungen wurde, erglühte der Schwamm sofort und zwar in größ-

rem oder geringerem Maafse, je nach der Tonstärke, ohne jedoch den Wasserstoff zu entzünden. Bei nur 8<sup>mm</sup> Abstand hingegen entflamnte der Platinschwamm das Gas, als eingestrichenes *d* angestimmt ward. Wer den Versuch wiederholen will, vermeide jeden Luftzug, singe möglichst stark und rein, halte dabei die Hand vor den Mund und entferne diesen nicht über 1<sup>m</sup> vom Glasrohr. Als besondere Schwierigkeit ist die äußerst geringe Sichtbarkeit einer kleinen Wasserstoffflamme zu erwähnen. Man hilft ihr ab durch Beimengung von etwas Benzindunst zum Wasserstoff oder, indem man neben der Flamme eine kleine Staubwolke von kohlsaurem Natron erregt, durch Schütteln des gepulverten wasserfreien Salzes in einem offenen Gefäße. Die Unveränderlichkeit des Stromes läßt sich mit einem gewöhnlichen Pepys'schen Gasbehälter schwer erreichen, sehr leicht aber, wenn man das Wasserstoffgas aus einem dünnen Kautschukbeutel strömen läßt, wie sie in Berlin seit Kurzem als »permanente pariser Luftballons« im Handel vorkommen. In einen solchen läßt sich ohne Mühe durch den Wasserdruck eines gewöhnlichen Gasbehälters über hundertmal mehr Gas (z. B. 8 Liter) hineintreiben, als er in unausgedehntem Zustande faßt, worauf man es durch einen am Beutel angebrachten wenig geöffneten Hahn stundenlang mit genügender Gleichförmigkeit kann ausströmen lassen. Zur Füllung solcher Beutel mit Steinkohlengas reicht dessen Druck, welcher z. B. in meinem Laboratorium, mit Wasser gemessen, zwischen 15<sup>mm</sup> und 45<sup>mm</sup> schwankt, nicht hin; es hat aber keine Schwierigkeit, eine weiche, mit Steinkohlengas gefüllte Thierblase durch Belastung in einen mit ihr verbundenen Kautschukbeutel zu entleeren, was ich oft that, um meine Versuche an Orten anzustellen, wo kein Gas zu haben war.

*Nachtrag 3.* Die Brennerspitze war von Glas, mittelst Kork auf einen gewöhnlichen tragbaren Gasbrenner aufgesetzt und so lang, dafs ich, übrigens ohne besonderes Ergebnifs, an jede Stelle im Inneren des *d*-Rohres mit der Flamme gelangen konnte.

Ein aus dem Rohre kommender Ton war bei Anstellung des dritten Versuches durchaus nicht immer hörbar, andererseits konnte ein starkgesungenes eingestrichenes *d* einen schnell verhallenden Ton im Rohre erregen, wenn auch keine Flamme darin brannte.

Das eingestrichene *dis* einer Bassposaune löschte die Flamme von 10<sup>mm</sup> Höhe in 10<sup>m</sup>,3 Entfernung aus, wobei der Bläser sein Erstaunen über die hiezu erforderliche Genauigkeit im Treffen zu erkennen gab.

Ein 5<sup>mm</sup> weites und einige Centimeter langes Glasröhrchen wurde mit weingeistgetränkter Baumwolle gefüllt, diese an einem Ende angezündet, die Flamme möglichst klein gemacht und in das *d*-Rohr an Stelle der Gasflamme gebracht. Das gesungene eingestrichene *d* brachte nur eine höchst unbedeutende Verschmälerung der Flamme, niemals ihr Erlöschen zuwege, ohne Zweifel, weil die Weingeistflamme nicht gleich der Gasflamme auf elastischer, sich leicht zurückziehender Unterlage ruht.

*Nachtrag 4.* Die Schwingungszahl von *gis* verhält sich zu der von zweigestrichenem *dis*, wie 1 zu 3.

*Nachtrag 5.* Die Brennerspitze war von Glas.

Das Blauwerden der erregten Flamme deutet auf Einmischung von atmosphärischer Luft und ihr ganzes Aussehen erinnert an dasjenige, welches man oft an kleinen Gasflammen im Augenblicke des Anzündens wahrnimmt, wenn sich im Leitungsrohr hinter dem Brenner Luft angesammelt hatte.

Bei sehr schwachem Harmonikatone habe ich kleine halbkugelförmige Flammen beobachtet, welche dem bloßen Auge völlig unverändert erschienen, wenn das Rohr durch ein aufgelegtes Papierstückchen zum Schweigen gebracht wurde. Eine 9- bis 40fache Durchmesservergrößerung zeigte aber einen unverkennbaren Unterschied, indem bei jedesmaliger Entfernung des Papiers und damit verbundener Rückkehr des Tones der bis dahin scharf begränzte obere Saum der Flamme ein verwaschenes Ansehen gewann und sich etwas hob.

*Nachtrag 6.* Oft schien es mir, als rege auch das gesungene eingestrichene *cis* die Flamme an; gewiß habe ich dann immer unrein gesungen. Setzte ich den Ton leise ein und schwellte ihn unter sorgfältiger Bemühung, ihn rein zu erhalten, auch noch so sehr an, so fand keine Wirkung auf die Flamme statt.

Mit großer Sicherheit wirkte auch die Bafsposaune in der angeführten Entfernung.

*Nachtrag 7.* Diefs ist im Wesentlichen der schon in diesen Ann. Bd. C, Seite 352 angezeigte Versuch, doch war damals das Rohr über 1<sup>m</sup> lang und der Harmonikaton keinesweges der Grundton des Rohres, sondern ein sehr viel höherer, was bei kleinen Flammen und langen Röhren gewöhnlich ist.

*Nachtrag 8.* Von Hrn. Prof. P. Riefs auf die Anwendbarkeit einer Stimmgabel zum achten und sechsten Versuche aufmerksam gemacht, stimmte ich die Hauchposaune nach dem eingestrichenen *a* der berliner Oper. Die entsprechende Stimmgabel, angeschlagen und nahe über das Glasrohr gehalten, brachte sogleich ein darin brennendes Gasflämmchen zum Tönen und Erlöschen.

Die kleine Labialpfeife war, mit dem Munde angeblasen, in der Wirkung sehr unsicher, weil ihr Ton je nach der Stärke des Windes bedeutend schwankte. Mit Steinkohlengas angeblasen gab sie allerdings lauge Zeit einen unveränderlichen Ton; aber dieses Verfahren ist aus naheliegenden Gründen höchst lästig.

Den mit dem Harmonium angestellten Versuch habe ich am 10. Juni d. J. mit der Orgel der (großen) Michaeliskirche zu Hamburg wiederholt, was mir nur durch die freundliche Zuvorkommenheit und bereitwillige Unterstützung des Hrn. Apothekers und zeitigen Kirchenjuraten Ulex sowie des Hrn. Organisten Osterholdt dortselbst möglich war. Beiden sage ich hiemit meinen besten Dank. Die Orgel steht ungewöhnlicher Weise im Durchschnitt mehr als einen halben Ton *unter* Kammerton, so daß der Hauchton meines *d*-Rohrs zwischen ihr zweigestrichenes

*dis* und *e* fiel. Auch hatte, als das Rohr auf der Brustwehr des Orgelchors etwa 5<sup>m</sup>,5 von der Orgelbank aufgestellt wurde, ein gleichzeitiges hundertundzweifaches Flötenwerk-*dis* nicht die geringste Wirkung auf ein im Rohre brennendes, aus einem Kautschukbeutel der gedachten Art gespeistes Flämmchen. Dagegen wirkte nach gehöriger Verlängerung des Rohres das vierfache gleichzeitige *dis* einer schwachen, gedeckten, im Achtfußton stehenden Flötenwerkstimme, nämlich großes *Dis*, kleines, eingestrichenes und zweigestrichenes *dis*, Schlag auf Schlag erregend und verlöschend und zwar in einer Entfernung von etwa 44 Metern, denn das Rohr nebst Zubehör stand jetzt neben dem Altare. Der Versuch wurde auch so abgeändert, daß zuerst das große *Dis* angeschlagen ward, und die übrigen drei *dis* der Reihe nach hinzutraten. Jedesmal beim Eintritt des höchsten Tones, d. h. des mit dem Rohrtone gleichwerthigen, erscholl vor dem Verlöschen der letztere als Harmonikaton, vorübergehend aber durchdringend und dem Orgelspieler augenblicklich vernehmbar. Das *eingestrichene dis* der Orgel, von einer kräftigen Männerstimme auf dem Orgelchore möglichst rein angestimmt, wirkte auf etwa 36 Meter Entfernung. Die Flamme war 3<sup>mm</sup> hoch, die Brennerspitze 3<sup>mm</sup> weit und 60<sup>mm</sup> vom unteren Ende des Rohrs entfernt.

Die Kinderklarinetten, welche die *d*-dur-Tonleiter von eingestrichen *a* bis dreigestrichen *a* hinlänglich rein und gleichbleibend darbot, benutzte ich anfangs viel als Tonangeber, wenn ich einen bestimmten Ton zu singen hatte. Da ihr aber die Mittelstufen fehlen, so fand ich die Hauchposaune weit vorzüglicher.

Höchst anwendbar erwies sich auch eine Cagniard-la-Tour'sche Sirene und ich war bemüht, da das Zählerwerk hierzu nicht dienen kann, die genaue Umdrehungsgeschwindigkeit *im Augenblicke* der Einwirkung auf die Flamme durch folgendes Verfahren zu ermitteln. Nahe bei der metallenen zwanziglöcherigen Sirene steht eine aus Pappe gefertigte Opelt'sche, in senkrechter Ebene durch ein Uhr-

werk drehbar und mit vier kreisförmigen Lochreihen versehen, die, vom Mittelpunkt aus gerechnet, je vierzig, fünfzig, sechzig und achtzig Löcher haben. Ein hinter die sich drehende Pappscheibe gehaltenes Auge kann die wagerechte Oberplatte der andern Sirene deutlich sehen. Lassen wir nun beide Sirenen kreiseln, die senkrechte z. B. neunmal, die andere achtzehnmal in der Sekunde, so wird die Cagniard-la-Tour'sche eingestrichen *fis* geben und die Opelt'sche gleichfalls, sobald man die innerste Lochreihe durch ein Röhrchen anbläst. Der obwaltende Einklang verräth sich nun mit großer Schärfe dem durch die innerste Lochreihe blickenden Auge dadurch, daß in Gemäßheit der von den sogenannten optischen Zauberscheiben dargebotenen Erscheinungen die zwanziglöchrige Sirene jetzt zu ruhen scheint. Ähnliches gilt natürlich bei rascherem Kreiseln der letzterwähnten für die Töne: eingestrichen *ais*, zweigestrichen *cis* und zweigestrichen *fis* in Bezug auf die zweite, dritte und vierte Lochreihe. Leider konnte ich bei meiner Pappscheibe keine gleichbleibende Umdrehungsgeschwindigkeit erzielen; ihre Töne sanken durchschnittlich in der Minute um einen halben Ton.

Jedenfalls ist die Unveränderlichkeit des zur Wirkung auf die Flamme nöthigen Tones groß genug, um auf den Gedanken zu führen, es werde sich von den Versuchen 3, 6 und 8 beim Musikunterricht eine Anwendung zur Uebung im Treffen machen lassen.

Die durch einathmendes Singen erzeugten Töne erweitern den übrigens hier nur im physikalischen, nicht im musikalischen Sinne zu nehmenden Umfang der menschlichen Stimme beträchtlich. Gewiß giebt es sehr viele Männer, die mit Bruststimme, gewöhnlicher Fistel und Einathmungsfistel über mehr als vier Octaven gebieten, z. B. so wie ich über die Töne von *Contra-H* bis dreigestrichen *cis*.

Noch muß ich erwähnen, daß mir die Versuche 3, 6 und 8 auch mit Aetheringas (CH) vortrefflich gelungen sind, mit Wasserstoffgas aber, seltsam genug, gar nicht.

Ich lasse unentschieden, ob es sich anders verhält, wenn man andere Robre und Brenner wählt.

*Nachtrag 9.* Die Schwingungszahlen verhalten sich hier wieder, dem vierten Versuche entsprechend, wie 1 zu 3.

*Nachtrag 10.* Das Tischblatt, worauf die Vorrichtung stand, konnte durch Faustschläge heftig erschüttert werden, ohne die Flamme anzuregen, und wenn die Anregung durch Geräusche mißlang, was im Anfange häufig, später kaum je geschah, so war immer deutlich zu hören, daß dem Geräusche die richtige Tonhöhe fehlte. Bei einiger Aufmerksamkeit und erträglichem musikalischen Gehör nimmt man in allerhand Geräuschen bestimmte Töne wahr, die man sonst nicht beachtet. So beim Rollen eines Wagens, beim Holzsägen, beim Aufklopfen auf ein Buch, wobei man deutliche Unterschiede in der Tonhöhe findet, je nachdem das Buch geschlossen oder an einer bestimmten Stelle aufgeklappt ist.

Ein einziger Hammerschlag auf einen kleinen stählerenen Amboss erregte sogleich das Flämmchen, ein anderes Mal war anhaltendes und höchst lärmendes Aufschlagen auf einen sogenannten Demantmörser ohne alle Wirkung. Ich möchte diese Geräusche mit einer Lösung verschiedener Salze, die erregbare Flamme mit einem chemischen Reagens vergleichen, welches nur durch eines der Salze gefällt wird, während die übrigen diesen Einfluß nicht theilen, aber auch nicht verhindern.

*Nachtrag 11.* Der Versuch wurde von mir früher durch gewaltsames Hervorstossen der Silbe: „Pau“ angestellt und pflegte Heiserkeit zur unmittelbaren Folge zu haben. Später habe ich ihn in folgender Weise abgeändert. Der nöthige Ton wird kräftig und anhaltend gesungen; die sorgfältig ins Auge gefasste Flamme geräth in ein eigenthümliches Fläckern und plötzlich leuchtet aus ihrer unregelmäßigen Gestalt ein helles Flammenbild hervor, welches genau der ruhenden Flamme entspricht. In demselben Augenblicke muß man zu singen aufhören. Die Flamme

verharrt im Ruhestande, bis der wieder angestimmte Ton sie abermals erregt.

Bei wenig empfindlichen Flammen ist es mir auch einige Male vorgekommen, dafs der Harmonikaton, von meiner Stimme sofort angeregt, auch mit dem Singen zugleich aufhörte.

*Nachtrag 12.* Das Fächeln ist dem Auflegen der Hand oder eines Papierstreifens vorzuziehen, weil sich das Rohr bei einer solchen Berührung verschieben kann.

*Nachtrag 13.* Der weitere Brenner mufs von Metall seyn, um der anliegenden oder doch jedenfalls sehr nahen kleinen Flamme zu widerstehen.

*Nachtrag 14.* Dieser Versuch mag manchem Leser etwas unwissenschaftlich erscheinen; ich meine aber, dafs er einigen Werth für öffentliche Vorträge vor grofser Zuhörerschaft beanspruchen kann.

*Nachtrag 15.* Wheatstone's Versuch, die optische Sonderung der Schwingungszustände einer erregten, sogenannten singenden Wasserstoffflamme scheint, obgleich einer der anziehendsten der Physik, beinahe in Vergessenheit gerathen zu seyn. Allerdings kann die schwersichtbare Wasserstoffflamme keinen so prächtigen Aublick gewähren, als eine leuchtende Steinkohlengas- oder Aetheringasflamme; leuchtend bleiben nämlich die beiden letztgenannten auch im erregten Zustande, wenn sie eine gewisse Gröfse erreichen. Aber selbst die kleineren Flammen, welche dem Zuruf gehorchen und alsdann nur schwach leuchten, zeigen bei Ausschlufs jeder anderen Lichtquelle eine Fülle der bemerkenswerthesten Erscheinungen, eröffnen ein weites Feld der Forschung, welche sich mit der Gestalt, Zahl und gegenseitigen Entfernung der entweder ganz oder nur oberhalb aus einander gerissenen Schwingungsbilder zu beschäftigen haben wird.

Der Versuch gelingt auch, wenn man, statt die Flamme anzustarren, zwei rechts und links von der Flamme liegende Punkte abwechselnd ins Auge fafst und den Blick rasch

und gleichsam pendelartig über die Flamme hinweggleiten läßt.

Der Spiegel sey so leicht als möglich; eine bloße Scherbe ist ganz brauchbar. Man bewegt das Handgelenk so, daß das Spiegelbild eine Ellipse beschreibt, und zwar eine ununterbrochene oder unterbrochene, je nachdem die Flamme ruhig oder erregt ist.

Ich kann nicht unerwähnt lassen, daß ich mit Spiegel und Opernglas auch das Bild einer *völlig stummen Gasflamme*, die dem bloßen Auge *in jeder Hinsicht* als eine gewöhnliche, nicht schwingende erschien, in Zacken oder Wellen aufgelöst habe. Diese Flamme war die äußere, frei brennende des zweiten Versuchs, doch wurden jetzt die Schwingungen der den inneren Brenner umgebenden Luft nicht durch die unzuverlässige und veränderliche menschliche Stimme, sondern durch die chemische Harmonika angeregt, indem ich den inneren Gasstrom anzündete und ein 1<sup>m</sup>,3 langes Rohr aufsetzte, welches bei gehöriger Größe der umschlossenen Flamme seinen Grundton hören liefs. Später nahm ich ein 0<sup>m</sup>,5 langes und 6<sup>mm</sup> weites senkrecht Messingrohr, leitete in seiner Mitte Steinkohlengas hinein, so daß es oben und unten ausströmte, brachte oben die schon erwähnte chemische Harmonika, unten aber eine halb aus Kautschukschläuchen, halb aus Glasröhren gebildete Leitung an, nirgends über 6<sup>mm</sup> weit und in eine zweite Brennerspitze mündend, deren Gas gleichfalls angezündet wurde und deren Oeffnung gleich der ersten etwa 1<sup>mm</sup> betrug. Die ganze Gasleitung, von Spitze zu Spitze gemessen, betrug nicht weniger als 11<sup>m</sup>,9. Das Ergebnis war das frühere. So lange die Harmonika tönte, liefsen sich auch in der freibrennenden, gewöhnlich aussehenden Flamme Schwingungen nachweisen, und es blieb sich gleich, auf welchen Brenner ich das Glasrohr setzte, nur war die Schwingungsweite der freien Flamme stets die geringere. Eine Strecke der eisernen Gasleitungsrohren des Laboratoriums statt der Glas- und Kautschukröhren zwischen

beide Flamme eingeschaltet, hob den Erfolg auf, wohl wegen zu großer Weite der Röhren.

Zum Schluss, nachdem ich dem Leser so manchen misslungenen und gelungenen Versuch vorgeführt, gestatte er mir eine allgemeine Andeutung noch gar nicht angestellter Versuche.

Flammen sind Licht- und Wärmequellen, sind als solche gewisser mechanischer und chemischer Wirkungen fähig, welche zum Theil von der Größe der Flamme abhängen. Nun haben wir gesehen, wie die Größe bestimmter Flammen durch bestimmte Töne in ganz ausgezeichneter Weise beeinflusst wird, und es scheint bei geschickter Anordnung einer Reihe von Flammen wohl ausführbar, diese gleichsam in eben so viele Griffel zu verwandeln, welche eine gesungene oder geblasene Tonreihe auf einer bewegten Fläche nach einem einfachen Coordinatensystem verzeichnen. Es könnte sogar eine solche *tonographische* Notenschrift ähnlich ausfallen der allgemein üblichen, welche im Ganzen genommen entschieden auf rechtwinklichen Coordinaten beruht.

---

XI. *Einige geologische Bedenken gegen die Annahme  
noch jetzt thätiger Mondvulkane;  
von Fr. Pfaff.*

---

Die große Aehnlichkeit, welche die so regelmässig geformten Ringgebilde auf dem Monde mit den Kratern unserer Vulkane darbieten, die Leichtigkeit, mit der diese so häufig sich wiederholenden Formen, so wie andere mit ihnen in Zusammenhange stehenden Erscheinungen sich aus ihr erklären lassen, haben der vor fast 200 Jahren schon von R. Hooke entwickelten Ansicht, dass der Mond wie die Erde mit Vulkanen versehen sey, als der einfachsten