

Zeitschrift: Annalen der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die
Gesamten Naturwissenschaften

Herausgeber: Allgemeine Schweizerische Gesellschaft für die Gesamten
Naturwissenschaften

Band: 2 (1824)

Artikel: Ueber das Gebläse mit verdichtetem Knallgas

Autor: Brunner, C.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-358255>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

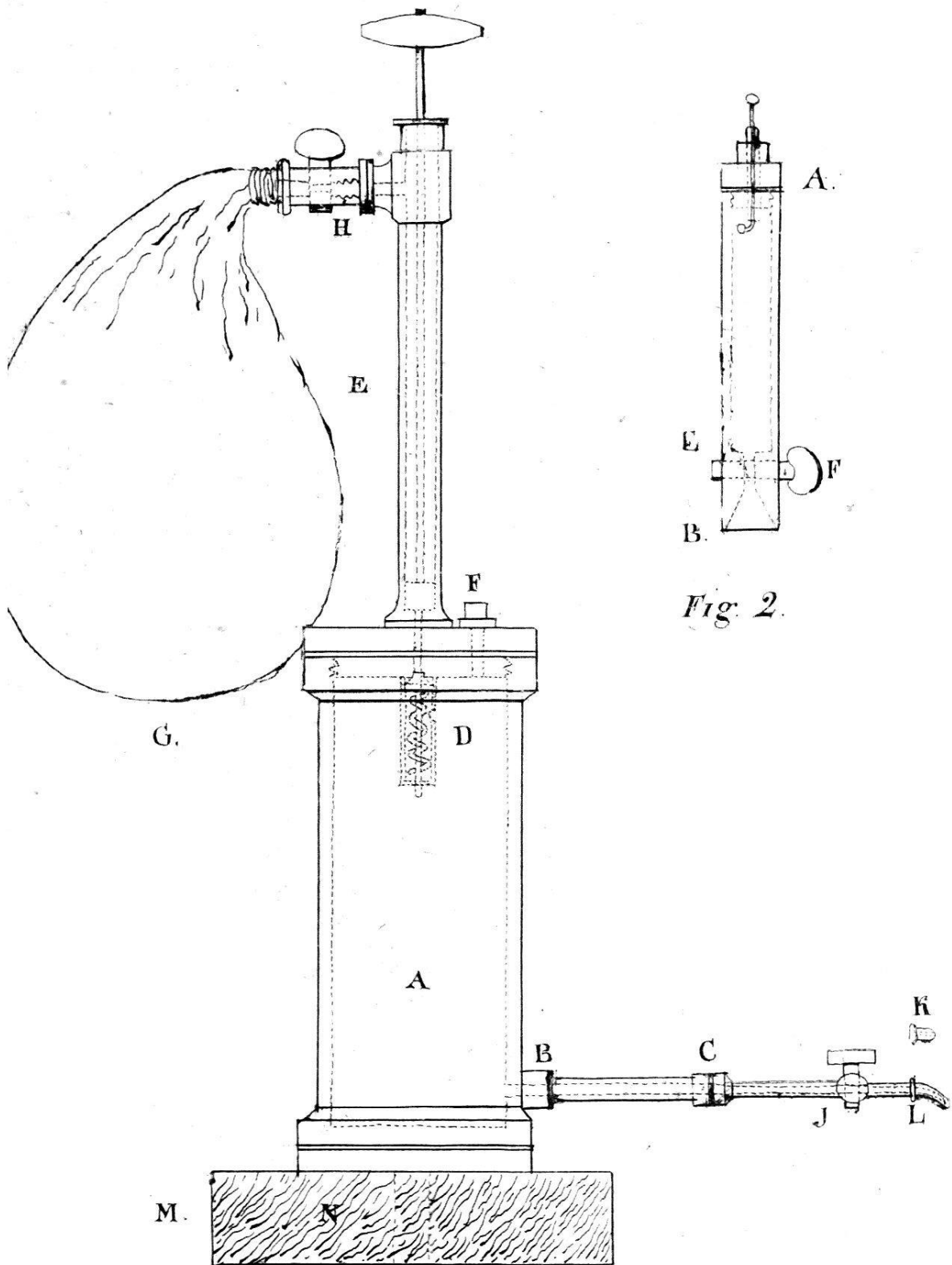


Fig. 2.

Fig. 1.

I.

Ueber das Gebläse mit verdichtetem Knallgas, von Prof. C. Brunner, in Bern.

(Mit einer Abbildung.)

Zur Vervollständigung des, unsrer Akademie zugehörigen chemischen Apparates, fand ich mich veranlaßt, auch ein Knallgasgebläse verfertigen zu lassen. Ich las zu diesem Ende alle von diesem merkwürdigen Instrumente vorhandenen Beschreibungen nach, und suchte daraus Belehrung zu seiner zweckmässigsten Einrichtung zu schöpfen.

Obgleich Hr. *Pfaff* *) uns vor einigen Jahren eine kurze Zusammenstellung der verschiedenen Abänderungen, welche man nach und nach bei dem Knallgasgebläse getroffen, in einem Aufsatze mitgetheilt hat, um einige von ihm selbst über diesen Gegenstand unternommenen Versuche daran zu reihen, so glaube ich, wird es doch nicht ganz überflüssig seyn, hier eine ähnliche Uebersicht zu geben, und zwar um so weniger, da seit Hr. *Pfaffs* Mittheilung noch einige wesentliche Vorschläge zur Verbesserung unsers Instrumentes gethan worden sind.

Die Erfindung des Gebläses mit verdichtetem Knallgas wird gewöhnlich dem durch viele seithe-

*) In Schweiggers Journal XXII.

rige Arbeiten berühmten Prof. *Robert Hare* zu Philadelphia zugeschrieben, obschon Clarke *) ausdrücklich sagt, sie rühre „von einem unbekannten Deutschen“ (an unknown native of Germany) her. Die ersten Versuche von denen wir Nachricht haben, sind von *Robert Hare* und stehen in Bruce's american mineralogical journal I. 97. (1802), im Auszuge in den Annales de Chimie XLV. 113. und in Gehlens Journal I. 288.

Von dieser Zeit an blieb die Sache liegen bis im Jahr 1816 *Newmann* und *Clarke* zwei Abhandlungen darüber bekannt machten, welche uns in mehrern Zeitschriften **) mitgetheilt wurden.

Der von diesen beiden letztern beschriebene Apparat bestand in einem viereckigten Kästchen von Kupferblech, in welches vermittelst einer Compressionspumpe Knallgas hineingepresst wurde. Durch ein mit einem Hahn versehenes gläsernes Röhrchen von sehr engem Durchmesser liefs man das Gas ausströmen und setzte den zu erhitzenden Körper dem angezündeten Gasstrom aus. Vermittelst dieses Apparates erhielten die angeführten Chemiker höchst merkwürdige Resultate, welche in den angezeigten Schriften weitläufig beschrieben sind.

Allein es zeigte sich sehr bald ein Umstand, welcher für die Anwendung dieser Schmelzmaschine höchst nachtheilig zu werden drohte. Man fand nämlich theils durch Zufall ***), theils durch eigens in dieser Absicht angestellte Versuche, dafs, wenn die Oeffnung der Ausströmungsröhre

*) Gilberts Annalen LV. 5.

**) Gilb. Annalen LV. 1. — Annales de Chimie et de Physique III. 39. — Schweiggers Journal XVIII. 225. 228.

***) Gilb. Annalen LXII. 251.

eine beträchtliche Gröfse hat, die Flamme leicht in das Innere des Gefäßes hineindringen, das in demselben enthaltene Gasmenge sich entzünden und das Gefäß zu nicht geringer Gefahr der Umstehenden zerschlagen werden könne.

Um diesem Nachtheile vorzubeugen, schlug man nun verschiedene Einrichtungen vor:

So empfahl z. B. *Buchner* *) das Gas durch mehrere Haar-Röhrchen strömen zu lassen, und dieselben auf einen Punkt zusammenzuführen.

Ein ähnliches Sicherungsmittel, welches das Zurücktreten der Flamme verhindern sollte, gab auch *Wollaston* **) an. Auf dem nämlichen Grundsätze, nämlich der Erkältung der Flammen bei ihrem Durchgange durch Metall, beruht auch die Sicherung mittelst feiner Drathgewebe, die man im Innern der Ausströmungsröhre anbrachte, so wie *Davy* dieses bei seinen Sicherungslampen anzubringen gelehrt hatte. Alle diese Mittel bewiesen sich als zweckmäfsig, machten aber natürlicher Weise den Apparat zusammengesetzter ohne vollständige Sicherung zu gewähren.

Da man durch einige ungeachtet dieser Verbesserungen erfolgte Detonationen sehr vorsichtig gemacht wurde, so brachte *Newmann* ***) in den Kasten des Gebläses einen zum Theil mit Wasser oder Oel angefüllten kleinen Behälter, durch welchen das Gas vor dem Eintritte in die Ausströmungsröhre hindurchgehen mußte. Trat nun auch die Flamme in diesen Theil des Apparates, so geschah daselbst die Detonation der geringen Menge wegen ohne Schaden und das Feuer wurde durch

*) Schweigg. Journ. XVIII. 252.

**) Gilb. Annal. LXII. 274.

***) Schweigg. Journ. XVIII. 337.

die Flüssigkeit verhindert sich dem ganzen Gasvorrathe mitzutheilen.

Allein ungeachtet dieses Behälters und zweier Drathgitter wurde doch einmal bei Clarke ein solcher Apparat zertrümmert *). Delswegen schloß er nun denselben in einen aus starken Brettern zusammengesetzten Schrank ein, welcher so gestellt wurde, daß die eine wandlose Seite desselben dem Fenster zugekehrt war, so daß bei einer stattfindenden Explosion die Stücke hinausgeworfen würden **). Zugleich wurde die dem Fenster zugekehrte Seite des Blechkastens ein wenig schwächer als die übrigen gemacht, damit nur diese und ohne bedeutenden Schaden für die übrigen Theile des Apparates losgerissen werden möchte.

Man sieht leicht ein, daß diese Einrichtung allerdings Sicherung gewährt, daß aber zugleich das Instrument zusammengesetzter und daher die Ausführung schon etwas schwieriger ist. Dieses mag auch die Ursache seyn, warum man es so selten in chemischen Laboratorien antrifft. Wenn übrigens gleich auf diese Art der Experimentator gesichert ist, so ist es doch der Apparat selbst nicht, indem beim jedesmaligen Zurücktreten der Flamme derselbe zertrümmert würde.

Man war daher immer noch darauf bedacht, den Apparat zu verbessern und zwar befolgte man zwei einander ganz entgegengesetzte Wege.

Booth brachte das Gemenge in eine unter einem gelinden Drucke befindliche Blase und ließ es durch einen Bündel feiner Haar-Röhrchen ausströmen ***).

*) Gilb. Annal. LXII. 254.

**) Ebendas. 265.

***) Gilb. Annal. LXII. 279.

Ungefähr die nämliche Vorrichtung beschrieb auch *Gurney* *). Vor dem Ausströmen des Gases leitete er dasselbe durch eine kleine Kammer worin es durch Wasser und nicht weniger als achtzig (!!) Drathgitter hindurchgehen muß.

Obschon nun freilich durch solche Blasen-Apparate alle Gefahr vermindert wird, so müssen dieselben doch in der Anwendung sehr unbequem seyn. Denn wenn der Druck nicht vollkommen gleichförmig fortwirkt, welches sehr schwer zu erhalten seyn mag, so muß bei jedesmaligem Aufhören oder Nachlassen desselben nothwendigerweise durch die Elastizität der Blase die Flamme einwärtsgezogen werden und die Explosion veranlassen.

Einen ganz andern Weg schlug *Beale* **) ein. Er verfertigte ein Gefäß aus halbzolldickem Gußeisen mit einer Bodenplatte von Blei, welche bei allfälliger Explosion als der schwächste Theil durch den mit einem kreisrunden Ausschnitt versehenen Tisch herausgeschlagen werden sollte.

Osbrej ***) verfertigte ein ungemein starkes Gefäß aus gegossenem $\frac{3}{8}$ Zoll dickem Kupfer, welches noch mit einer spiralförmig gewundenen und zu einem Cylinder zusammengeschweißten $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken eisernen Stange verstärkt wurde. Dieses gewaltige Instrument füllte er mit 13facher Ladung von Knallgas, entzündete die Ladung durch einen hineingeleiteten elektrischen Funken und die Detonation geschah ohne Schaden.

*) London journal of arts and sciences Novb. 23. (Dingl. polytechn. Journal XIII. 145. XIV. 281.)

**) Gilb. Annal. LXII. 273.

***) Gilb. Annal. LXII.

Ein solches Instrument hat nur die beiden Fehler, daß es 1) zu kostspielig und 2) zu schwerfällig ist. Es läßt sich leicht berechnen, daß es wohl gegen hundert Pfund wiegen muß.

Noch muß ich eines andern Vorschlages erwähnen, welcher von einigen gethan wurde und der die Sicherung des Apparates bezwecken soll.

Man suchte nämlich die Gefahr dadurch zu vermeiden, daß man die Gasarten aus abgesonderten Behältern zusammenströmen liefs. So war auch der zuerst von Hare beschriebene Apparat beschaffen. Versuche dieser Art mit Steinkohlengas und mit Wasserstoffgas beschrieb *Lampadius* *).

Ridolfi und *Brugnatelli* brachten die Gasarten in abgesonderte Blasen, welche unter einem geringen Drucke befindlich waren und deren Oeffnungen einander genähert wurden **).

Auch *Edwards* ***) und *Schmidt* †) beschrieben solche zweitheilige Apparate. *Murray* empfahl sogar einen in drei gleiche Theile getheilten anzuwenden, aus zwei Abtheilungen Wasserstoff- und aus der dritten Sauerstoffgas ausströmen zu lassen ††).

Mehrern Nachrichten zufolge soll aber ein solches aus verschiedenen Kammern bestehendes Instrument nicht die Wirkung eines Knallgasgebläses nach Newmann'scher Art thun. Der Grund davon scheint in der weniger innigen Mengung der Gasarten zu liegen.

Einige Naturforscher suchten den Apparat durch die zweckmäfsigste Auswahl der anzuwendenden Gasmenge zu vervollkommen.

*) Schweigg. Journ. XIX. 319.

**) Schweigg. Journ. XX. 218.

***) Gilb. LXII. 270.

†) Gilb. LXVI. 84.

††) Gilb. LXII. 271.

Nach *Clarke* soll ein Gemenge aus 2 Volumtheilen Wasserstoff- und 1 Volumtheil Sauerstoffgas die stärkste Hitze geben *), nach *Davy* **) soll ein geringer Ueberschuß an Wasserstoffgas bei diesem Gemenge sehr vortheilhaft seyn. Einen solchen etwas größern Ueberschuß an Wasserstoff, nämlich 3 Volumtheile auf 1 Volumtheil Sauerstoffgas will *Clarke* bei Reduktionen vorzüglich wirksam gefunden haben. Die beiden Kohlenwasserstoffgasarten dagegen gaben ihm keine befriedigenden Resultate.

Die Untersuchungen von *Pfaff* ***) endlich haben über mehrere Punkte bei Einrichtung des Knallgasgebläses Licht verbreitet. Dieser Physiker untersuchte die Umstände unter denen das Zurücktreten der Flamme eines brennenden Gasstromes in das Behältniß aus welchem es ausströmt, statt findet. Nach ihm richtet sich dieses theils nach der Enge des Ausströmungsrohres, theils nach der Länge desselben, theils nach dem Drucke unter welchem das Ausströmen geschieht. Die in dieser Absicht mit Gasgemengen, die in Blasen, welche durch bestimmte Gewichte belastet waren, und durch kupferne Röhren von bestimmter Länge und Weite ausströmten, angestellten Versuche zeigten, wie dieses auch zu erwarten war, daß durch Vermehrung des Druckes, Verkleinerung der Weite der Röhre und Verlängerung der letztern das Zurücktreten erschwert und endlich auch gänzlich verhindert werde. Die Gasarten, mit denen Hr. *Pfaff* seine Untersuchungen anstellte, waren Gemenge von reinen Wasserstoffgas, von

*) Schweigg. Journ. XXI. 384.

**) Gilb. Annal. LXVI. 149.

***) Schweigg. Journ. XXII. 402.

ölerzeugendem Gas (durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf Alkohol dargestellt) und von Steinkohlengas mit Sauerstoffgas. In Rücksicht der Entzündlichkeit dieser Gasgemenge und der daher zu treffenden Sicherungsanstalten, stehen nach seinen Versuchen diese Gasarten unter sich in der eben angeführten Ordnung.

Auch über die Wirksamkeit verschiedener Gasgemenge stellte Hr. Pfaff Versuche an. Er fand, daß ein solches aus $2\frac{1}{2}$ Volumtheilen Sauerstoff- und 1 Volumtheile ölbildendem Gas die stärkste Wirkung gebe. Etwas weniger leistete ein Gemenge aus 1 Theil Steinkohlengas und 2 Theilen Sauerstoff. Dasselbe gab aber immer noch eine stärkere Hitze als ein Gemenge aus 2 Volumtheilen Wasserstoff- und 1 Volumtheile Sauerstoffgas.

Diese Resultate scheinen mit jenen Angaben von Clarke und Davy nicht ganz übereinzustimmen.

So viel war mir zur Zeit über das Knallgasgebläse bekannt, als ich mich mit der Construction eines solchen Instrumentes befafste. Unter den verschiedenen hier angezeigten Einrichtungen schienen mir die meisten zu künstlich und zu sehr kleinen Zufällen ausgesetzt, denn man sieht leicht ein, daß bei den vielen Ventilen, Sicherheitsgittern, Sperrungen mit Wasser oder Oel u. s. w. gar zu leicht etwas in Unordnung gerathen oder ausser Acht gelassen werden kann und alsdann nothwendigerweise ähnliche Zufälle, wie diejenigen, die sich bei Clarke zutragen, erfolgen müssen. Ueberdies setzen die meisten dieser Einrichtungen schon geschickte Mechaniker voraus, und, obgleich es mir an solchen keineswegs fehlte, so

suchte ich doch dem Instrumente eine einfachere Einrichtung zu geben und es dadurch auch für andere brauchbarer zu machen.

Unter allen oben angeführten Vorschlägen schien mir bloß derjenige von Osbrey vollkommene Sicherung mit der vollen Wirkung des Instrumentes zu verbinden. Ich schenkte daher demselben vorzüglich meine Aufmerksamkeit. Herr Osbrey schien mir indessen seine Vorsicht zu weit getrieben und seinem Apparate zugleich mit der Stärke eine unnatürliche und im höchsten Grade unbequeme Schwerfälligkeit verliehen zu haben. Es war daher vorerst zu untersuchen, wie groß wohl die Kraft seyn müsse, welche der Ausdehnung und dem gleich darauf erfolgenden Verschwinden des verbrennenden Gasgemenges entgegengesetzt werden müsse. Daß diese eine so ungeheure nicht sei, schien mir aus mehreren Betrachtungen hervorzugehen. So kennt z. B. jeder den Versuch, durch welchen man bei chemischen Vorlesungen gewöhnlich die Bildung des Wassers zeigt, indem man nämlich Knallgas in einer starken gläsernen Kugel mittelst des elektrischen Funkens entzündet. Es ist ferner bekannt, daß wenn man bei der elektrischen Pistole den Stöpsel so befestigt, daß er durch die Verbrennung nicht herausgeworfen werden kann, diese bei einem Instrumente von gewöhnlicher Stärke ohne den geringsten Schaden vor sich geht. Ferner ist doch endlich die Ausdehnung, welche man bei der Verpuffung eines Gasgemenges im Eudiometer wahrnimmt, auch keine so ungeheure.

Um nun ungefähr ein annäherndes Maß für die nöthige Stärke des Gefäßes zu erhalten, machte ich mehrere Proben mit Gläsern von verschiede-

ner Stärke, die ich mittelst einer Condensationspumpe mit Knallgas anfüllte, welches ich durch eine eigene Vorrichtung, mittelst eines isolierten, in das Innere des Gefäßes geführten Metalldrahtes entzündete. Ich fand, daß ein Glas von $\frac{1}{4}$ Unzen Inhalt und ungefähr $\frac{2}{3}$ Linie Dicke zum Verbrennen einer nicht comprimierten Atmosphäre von Knallgas (aus 2 Volumtheilen Wasserstoff- und 1 Volumtheil Sauerstoffgas) hinreichend stark sei. Durch eine erst nahe an 3mal comprimierte Atmosphäre wurde ein solches, allerdings mit großer Heftigkeit, zerschmettert. Hierauf versuchte ich das nämliche mit blechernen Gefäßen von der gleichen Gestalt. Dieselben erforderten schon stärkere Ladungen. Ein cylindrisches Gefäß von starkem Kupferblech konnte ich auch durch eine 8fache Ladung nicht mehr zersprengen *).

Ich liefs nun ein Gefäß aus Kanonenmetall gießen, welches nach einigen Abänderungen die auf der beigefügten Zeichnung dargestellte Einrichtung erhielt.

Ein cylinderförmiges Gefäß *A* Fig. 1. von 8'' 5''' Höhe, 3'' 10''' Weite im Lichten (also 97,11 Cub. Zoll haltend) dessen Wand $\frac{1}{4}$ ''' dick ist, wird mit Boden und Deckel versehen, welche 10''' dick sind, und, nachdem ein Ring aus gewalztem Blei dazwischen gelegt worden, in den Cylinder eingeschraubt werden; mittelst eines starken angegossenen Zapfens *N* steht das Gefäß in einem viereckigten Boden aus hartem Holz *M*

*) Es ist mir überhaupt unbegreiflich, warum man fast immer viereckigte Kasten anwandte, da man doch weiß, daß dergleichen Gefäße einem Drucke sowohl von innen als von aussen weit weniger Widerstand leisten als cylindrische.

Ungefähr $\frac{1}{4}''$ über dem Boden des Gefäßes geht seitwärts eine gerade Röhre *B* aus, deren innerer Durchmesser $1\frac{1}{2}'''$ beträgt. Dieselbe verlängert sich in horizontaler Richtung $8''$ weit von dem Gefäße und kann der Bequemlichkeit wegen, in ihrer Mitte durch eine Schraube *C* auseinander genommen werden. Ungefähr $1''$ vor ihrem Ende ist sie mit einem Hahn *I* versehen, durch dessen Oeffnen und Schließen der Gasstrom regliert wird.

In der Mitte des Deckels ist das Ventil *D*, welches demjenigen einer Windbüchse ähnlich ist, befestigt, so daß es ungefähr $2\frac{1}{2}''$ weit in den innern Raum des Gefäßes hinabreicht. Ueber diesem Ventil wird die Condensationspumpe *E* aufgeschraubt.

In *F* hat der Deckel eine kleine Oeffnung, welche mit einer Schraube vollkommen luftdicht verschlossen wird *).

Das Füllen des Instruments geschieht auf folgende Art. Zuerst muß die in demselben enthaltene atmosphärische Luft herausgeschafft werden. Dieses wird dadurch bewerkstelligt, daß man es durch die Oeffnung *F* mit Wasser anfüllt. Hierauf wird, nachdem diese Oeffnung wieder verschlossen, eine das Gasgemenge enthaltende Blase *G* an die Schraube *H* der Condensationspumpe angesetzt und das Gas aus derselben bei geöffnetem Hahn *I* hineingepumpt, bis, bei etwas geneigter Stellung des Instrumentes, kein Wasser mehr ausfließt. Alsdann wird der Hahn sogleich zuge dreht und die beliebige Menge von Gas durch die Pumpe hineingebracht.

*) Die Ausführung meines Instrumentes geschah durch unsern geschickten Mechaniker *Schenk*, dem ältern. Gerne gestehe ich, demselben mehreres an seiner Einrichtung zu verdanken.

Bei dem Gebrauche des Instrumentes werden an das Ende der Ausströmungsröhre Ansätze von beliebiger Gestalt *K*, *L* mit feinen Oeffnungen angeschraubt.

Obgleich meine oben angegebenen Versuche mich mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auf hinlängliche Stärke meines Apparates bei einer etwaigen Entzündung des Gasgemenges schliessen liessen, so wäre es doch unklug gewesen, nicht noch besondere Versuche hierüber anzustellen.

Zu diesem Ende füllte ich das Instrument mit seinem 4fachen Volumen Knallgas aus 2 Volumen Wasserstoff- und 1 Volumen Sauerstoffgas *) und entzündete es mittelst des elektrischen Funkens, den ich durch einen in *F* hineingekitteten, durch eine Glasröhre isolierten messingenen Draht hineinleitete. Das Gas verbrannte dabei ohne Schaden für das Gefäß mit einem schwachen klingenden Tone, ungefähr als wenn man mit einem harten Körper einen schwachen Schlag an den Cylinder gethan hätte. Das Gefäß fand sich bei der Untersuchung bis auf einen geringen Rückstand, der aus Stickgas und Wasserstoffgas bestand, leer. Das nämliche Resultat erhielt ich, als ich zu verschiedenen Malen den Versuch mit 6—8facher Ladung wiederholte.

Im Anfange hatte ich die Ausströmungsröhre zum Theil aus Glas verfertigen lassen. Dieser Theil wurde bei jenen Versuchen mehrmals zertrümmert. Auch mißlangen einige dadurch, daß

*) Das Sauerstoffgas war zu diesen wie zu allen folgenden Versuchen durch Erhitzen von Braunstein und Waschen des erhaltenen Gases mit ätzendem Kali, und das Wasserstoffgas durch Auflösen von Zink in verdünnter Schwefelsäure bereitet worden.

die den Draht in *F* enthaltende Glasröhre herausgeworfen wurde. Allein als ich die Ausströmungsröhre mit einer metallenen vertauschte und der Röhre in *F* eine, nach innen sich etwas erweiternde konische Gestalt gab, giengen die Versuche vollkommen ruhig und ohne Schaden vor sich.

Gerne hätte ich einen solchen Detonationsversuch mit vollkommen reinen Gasarten angestellt, welche bei ihrem Verbrennen gänzlich verschwunden wären, weil man glauben könnte, daß bei nicht ganz reinen Gemengen das übrigbleibende Gas durch seine Elastizität vielleicht auch durch Abkühlung des glühenden Wasserdampfes die Wirkung mildern könnte. Es wollte mir indessen nicht gelingen, aus Braunstein selbst, bei noch so sorgfältigem Waschen des Gases mit Aetzkali ein vollkommen reines Sauerstoffgas darzustellen. Da übrigens dieser Fall in der Praxis nie vorkommen wird, so hielt ich fernere Versuche über diesen Punkt nicht für wesentlich.

Da Hr. Pfaffs Versuche gezeigt hatten, daß ein Gemenge aus Kohlenwasserstoffgas und Sauerstoffgas in der Anwendung einigen Vorzug vor dem gewöhnlichen Knallgas verdiene, so wollte ich meinen Apparat auch mit einem solchen erproben. Ich glaubte es müßte hier noch eher Explosion statt finden, weil die entstehende Kohlensäure nicht wie der Wasserdampf durch die erkältende Metallmasse des Gefäßes eine Verdichtung erleiden könne. Ich bereitete zu diesem Ende ein solches Gas durch Zersetzen von Oel in einem glühenden eisernen Cylinder. Das auf diese Art erhaltene Gas, welches durch ätzendes Kali gewaschen worden, erforderte zu seinem gänzlichen Verbrennen sein 2,37faches Volumen Sauerstoff-

gas. Es wurde nun eine 4,24fache Ladung eines genau in diesem Verhältniß zusammengesetzten Gemenges in dem Instrumente auf die angezeigte Weise entzündet, allein auch hier geschah die Verbrennung ohne den geringsten Schaden. Als Rückstand erhielt ich ein Gas, welches aus einer entsprechenden Menge von Kohlensäure und etwas Stickgas bestand.

Es blieb noch ein Versuch mit reinem ölbildendem Gas zu machen übrig, welches bekanntlich mit Sauerstoffgas gemengt unter allen Gasgemengen die stärkste explodierende Kraft besitzt. Ein solches Gas wurde nach Daltons Vorschrift durch Destillation von 1 Theil Alkohol mit 4 Theilen Vitriolöl bereitet. Um dasselbe vorläufig zu untersuchen, entzündete ich ein Gemenge aus 1 Volumtheile mit 3 Volumtheilen Sauerstoffgas in einem starken Volta'schen Eudiometer über Wasser, allein das Instrument wurde mit großer Heftigkeit zertrümmert.

Dieses ominösen Vorspieles ungeachtet, lud ich ein 4faches Volumen eines solchen Gemenges in meinen Cylinder und entzündete es. Die Verbrennung gieng aber vollkommen ruhig vor sich und gab ein Gas, welches fast ganz aus Kohlensäure bestand.

Nun hielt ich die Stärke meines Instrumentes für hinlänglich erprobt, und zwar um so mehr, da ich die angegebenen Versuche sehr oft wiederholt hatte. Ich fieng deshalb nun an, eine Reihe von Versuchen anzustellen, um die Wirkung dieser Feuer-Maschine kennen zu lernen.

Ueber die bei dem Gebrauche nöthigen Handgriffe habe ich nur wenig zu bemerken. Ich fand, daß eine zu starke Pressung des Gases

nicht vorthellhaft sei, weil sonst durch die starke Bewegung des ausströmenden Gases die Proben, wenigstens die pulverförmigen und die geschmolzenen leicht weggeblasen werden. Ein gleichförmig anhaltendes mäßiges Ausströmen des Gases, welches durch Drehen des Hahns leicht erhalten werden kann, fand ich immer am wirksamsten. Delswegen ist es nicht rathsam den Apparat kleiner als der vorliegende ist, zu construieren, weil man sonst für manche Versuche nicht einen hinlänglich gleichförmigen Gasstrom erhält. Die meisten der gewöhnlichen Apparate scheinen mir zu klein.

Es ist ferner nicht rathsam, einen Versuch so lange fortzusetzen bis die Strömung des Gases schwach zu werden anfängt, weil sonst sehr leicht die Flamme von der Probe zurückgetrieben, in die Röhre hineingelangt und die Entzündung des Gases im Innern des Gefäßes veranlaßt, welche zwar vollkommen gefahrlos ist, aber immer den Verlust des explodierenden Gases zur Folge hat. Ich pflege um dieses zu vermeiden, mit der linken Hand beständig den Hahn zu reglieren, sobald ich ein Abnehmen des Gasstroms fühle, welches bei einiger Uebung lehr leicht ist, den Versuch zu unterbrechen, und einen neuen Antheil Gas hineinzubringen.

Zu den meisten Versuchen fand ich den gebogenen Ansatz *L* am bequemsten. Seine Oeffnung mag ungefähr $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ ''' betragen. Zu größern Verbrennungsversuchen wende ich zuweilen den geraden Ansatz *K* an, dessen Oeffnung ungefähr $\frac{1}{2}$ ''' Durchmesser hat.

Die größte Schwierigkeit fand ich bei der Auswahl einer passenden Unterlage, auf welcher

man die Proben dem Gasstrome aussetzen könnte. Alle Körper, die Kohle ausgenommen, schmelzen sogleich. Die Kohle hat den Nachtheil, daß sich viele Substanzen in ihre Poren einsaugen, und daß sie immer reduzierend wirkt. Kreide würde nach der Kohle noch am längsten dem Schmelzen widerstehen, wäre sie nur nicht ebenfalls porös und übe sie nicht oft durch ihren Kalk eine nachtheilige Wirkung auf die Probe aus. Diesen Mangel an einer schicklichen Unterlage halte ich für den schlimmsten Umstand bei dem Gebrauche des Knallgasgebläses. Feste Körper, die nicht zerfallen oder weggeblasen werden, kann man am besten in einer kleinen Platin-Zange dem brennenden Strome vorhalten, wobei man aber darauf zu sehen hat, daß die Zange nicht von der Flamme getroffen werde.

Da ich bei meinen Versuchen einige Resultate erhielt, welche Clarke nicht beschrieb, in einigen auch solche, die von den seinigen verschieden waren, so theile ich hier mehrere derselben mit, in der Hoffnung einige hieher gehörigen Erscheinungen dadurch näher zu beleuchten.

I. Schmelzungs- und Verbrennungsversuche.

Zu denselben diene ein Gemenge aus 2 Volumtheilen Wasserstoffgas und 1 Volumtheile Sauerstoffgas.

a. Metalle.

1) *Kupfer* schmolz sehr schnell in Tropfen, die Flamme färbte sich grün.

2) *Silber* schmolz ebenfalls sehr leicht. Bei der vollen Hitze, die das Instrument geben konnte,

kochte es. Ein Antheil verflüchtigte sich in Gestalt eines weissen Rauches, der sich an einem Kupferbleche theils als ein graulicher Ueberzug, theils in sehr kleinen metallischen Pünktchen, (vielleicht mechanisch hinaufgespritztes Silber) ansetzte.

3) *Platindraht* $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ ''' dick schmolz schnell am Ende zu einer Kugel. Zugleich sprühten nach allen Richtungen sehr kleine glänzende Funken aus.

Platinblech von einem Tiegel verhielt sich ebenso.

Platinschwamm (durch Ausglühen von Platinsalmiak bereitet) entzündete den Gasstrom sogleich, schmolz aber schnell zu einer Kugel *).

4) *Nickel* schmolz schnell zu einer Kugel und sprühte nachher kleine Fünkchen aus, indem es verbrannte.

5) *Eisen* brannte mit lebhaftem Funkensprühen. Dicke Eisendrähte schmolzen vorn zu Tropfen, welche herunterflossen. Zugleich sprühten glänzende Büschel von glühenden Theilchen von der erhitzten Stelle aus. Es entstand dabei schwarzes Oxydul.

6) *Stahlfedern* verbrannten sehr leicht und mit lebhaftem Funkenwerfen. Die ausgeworfenen glühenden Theile sprühten noch in der Luft nach allen Richtungen glänzende Sterne aus. Eine $\frac{1}{2}$ '' dicke Feile brannte mit sehr schöner Lichtentwicklung, selbst ein mehr als $\frac{1}{2}$ '' dicker Meissel wurde

*) Es gelang mir einige Male Risse in einem Platintiegel zuzuschmelzen, indem ich etwas mit Wasser zu Brei angerührten Platinsalmiak auf die schadhafte Stelle brachte und dann das Gebläse darauf wirken liess. — Einen kleinen Platinlöffel stellte ich dar, indem ich an einem starken Platindrahte eine $1\frac{1}{2}$ ''' dicke Kugel schmelzen liess und dieser durch Hämmern die schickliche Form gab.

da wo er dem brennenden Gasstrome ausgesetzt war, unter lebhaftem Funkensprühen verzehrt.

Silicium, nach Berzelius dargestellt, wurde vor dem Gebläse nicht geschmolzen, noch erlitt dasselbe überhaupt eine Veränderung.

Die Wirkungen des Gebläses auf die leichter schmelzbaren und oxydierbaren Metalle, wie Zinn, Zink, Blei u. s. w., wurde nicht untersucht, da das Verhalten derselben im Feuer bekannt genug ist.

b. Steine. Erden. Erze.

Die meisten Angaben Clarkes hierüber habe ich durch Versuche bestätigt gefunden. Ich füge nur noch einige bei.

Dolomit schmolz zu klarem Glas.

Eisenglanz von Elba schmolz schnell zu einem schwarzen magnetischen Korne.

Rotheisenstein

Brauneisenstein

Bohnerz

Dichtes Magneteisen

Erdiges Magneteisen

Krystallisiertes Chromeisen aus
Baltimore

Dichtes Chromeisen aus Frank-
reich

} ebenso.

Rutil in dünnen Krystallen schmolz schnell zu einem schwarzen Kügelchen.

Körner von *gediegenem Platin* schmolzen sehr schnell zu Kugeln.

Kieselerde (chemisch ausgeschiedene) schmolz zu klarem Glase.

Talkerde zu weissem halbdurchtigem Email.

Alaunerde ebenso.

Gemeine Kreide verhielt sich als eine der strengflüssigsten Substanzen. Sie zeigte nur an den Ecken und Kanten einige Schmelzung. Dabei war die Lichtentwicklung so heftig, daß die Probe nur mit Mühe wahrgenommen werden konnte *).

Kalkspath vom Harz verhielt sich ebenso.

Hupererde von Lengnau **) schmolz leicht zu einem gelblich-weissen Email.

Stückchen eines *hessischen Tiegels* schmolzen schnell zu halbdurchsichtigen, glasartigen Körnern.

Graphit sprühte Funken, rundete sich ab und bedeckte sich mit kleinen glasartigen, theils farbenlosen, theils gelblichen und bräunlichen Kügelchen ***), welche ohne Zweifel von den, dem Graphit beigemengten Erden herrühren.

II. Reductionsversuche mit künstlich-bereiteten Oxyden und Salzen.

Hiezu wurden Gasgemenge mit etwas überschüssigem Wasserstoffgas angewendet.

Wolframsäure schmolz und sog sich in die

*) Diese äusserst starke Lichtentwicklung verursacht, ehe man sie gewohnt ist, bei dem Gebrauche des Knallgasgebläses, einige Schwierigkeit. Das Auge wird dadurch anfangs so geblendet, daß man die Probe kaum sehen kann, hat es sich aber einmal an das intensive Licht gewöhnt, so wird der Gegenstand mitten in dem Sonnenähnlichen Glanze wieder sichtbar, gerade so, als wenn man bei einem Hohofen neben dem Gebläse in das geschmolzene Eisen sieht, wo man anfangs nichts, nach einiger Zeit aber das in Tropfen herunterfliessende Metall deutlich wahrnimmt.

**) Ein fast reiner Kiessand, der zu sehr feuerfesten Töpfer-Compositionen gebraucht wird.

***) Sillimans Diamanten?

Kohle ein. Als ich sie mit kohlensäuerlichem Natron gemengt dem Gebläse aussetzte, entstand ein dunkelgraues geflossenes Korn, welches beim Abkühlen auf der Oberfläche eine krystallinische Textur annahm. Beim Anfeilen desselben kam aber bloß eine geschmolzene Salzmasse zum Vorschein. Als dieses Korn noch weiter erhitzt wurde, verzehrte es sich unter Aussprühen kleiner Funken. Auf der Kohle blieb ein kupferrother Fleck zurück, welcher, mit einer Lupe besehen, als aus einer Menge metallisch-glänzender geflossener Körner bestehend erschien, deren Farbe zwischen Kupferroth und Goldgelb fiel. Ob diese Körner das Wolfram-Metall oder ein verglastes Oxyd desselben, der Bleiglätte ähnlich, waren, wage ich nicht zu entscheiden. Ihr Ansehen schien mir mehr für die erstere Meinung zu sprechen *). Ich glaube nicht, daß dieselben einem fremden Körper zuzuschreiben seien, denn die angewandte Wolframsäure war durch Glühen von vollkommen reinem wolframsaurem Ammoniak bereitet worden. Ungefähr die nämlichen Resultate erhielt ich, als ich wolframsaures Ammoniak sowohl für sich als mit kohlensäuerlichem Natron auf Kohle dem Gebläse aussetzte. Mit wolframsaurem Kali wollte mir der Versuch nicht gelingen. Dieses Salz schmilzt nämlich und saugt sich augenblicklich in die Kohle ein.

*) Als dunkelbraun beschreiben die Gebrüder *d'Elhuyart*, als stahl- oder eisengrau, *Vauquelin* und *Hecht*, *Bucholz*, *Allen* und *Aiken* dieses Metall. *Clarke* nennt es kupferfarben, meint aber die Kohle möchte an der Farbe einigen Antheil haben. *Berzelius* (Anwendung des Löthrohres) spricht ebenfalls von einem goldgelben Metall, welches man vor dem Löthrohre durch Erhitzen der Wolframsäure mit Soda auf Kohle erhalte. Er scheint es für wirkliches Metall zu halten.

Grünes Chromoxydul ohne Zusatz wird immer fortgeblasen. Mit kohlensaurem Natron vermennt, reduziert es sich auf Kohle zu Metall. Der Versuch gelang mir aber nicht immer. Leichter geschieht die Reduktion dieses Metalles aus dem chromsauren Kali, wenn dieses Salz für sich auf Kohle vor dem Gebläse behandelt wird. Es schmilzt anfangs und bald nachher erscheint eine blafs violette (Kalium-) Flamme von einem weissen alkalischen Rauche begleitet. Unterbricht man die Operation zu rechter Zeit, so erhält man ein deutlich geflossenes Metallkorn von stahlgrauer Farbe, gewöhnlich hin und wieder mit kleinen anhängenden Stäubchen von grünem Oxydul besetzt. Wird die Hitze zu lange fortgesetzt, so verzehrt es sich und wird (wahrscheinlich im Augenblicke der Oxydierung) als ein Rauch fortgeführt.

Ich habe diesen Reduktionsversuch oft und stets mit dem nämlichen Erfolge wiederholt. Da das angewandte Salz krystallisiert und vollkommen rein war, so war auch ohne Zweifel das erhaltene Metall rein. Es war immer sehr spröde, zeigte beim Zerschlagen vollkommenen Metallglanz und wurde vom Magnet nicht gezogen.

Sauerkleesaures Nickel (als ein apfelgrünes Pulver aus salpetersaurem Nickel-Ammoniak durch sauerkleesaures Kali gefällt) mit etwas kohlensaurem Natron vermennt, gab sehr bald ein deutlich geflossenes Metallkorn von hell-eisengrauer Farbe. Dieses Korn war kalt sehr dehnbar, und wurde vom Magnet stark, doch in etwas geringerem Grade als ein gleich schweres Stückchen Eisen, gezogen. — Erhitzt man das metallische Korn noch länger, so verbrennt es unter Auswerfen kleiner Funken.

Ich komme endlich zu den Versuchen über die so viel besprochene und bestrittene Darstellung der Metalle des Baryts und Strontians. Nach Clarke's Beschreibung sollte man diese Reduktion für ganz leicht halten, in den Laboratorien zu London hat sie nie gelingen wollen. Auch ich gestehe gerne, nicht so glücklich als Clarke gewesen zu seyn. Obgleich ich mit allem Fleisse und mit dem besten Willen etwas metallisches zu sehen arbeitete und den Baryt bald auf die von Clarke angegebene Art als ätzenden Baryt für sich oder mit Oel angerieben, oder auch als salpetersaures Salz dem Gasstrome aussetzte, welcher einen sehr dicken Platindraht zu schmelzen vermochte, so brachte ich es doch nie weiter, als bis zum ätzenden Baryt. Das nämliche geschah bei Anwendung von sauerkleesaurem und weinsteinsaurem Salze. Es entstand bei allen diesen Versuchen eine grünliche Flamme. Es möchte schwer zu entscheiden seyn, ob dieselbe von reduziertem und wieder verbrennendem Metall- dunste herrühre oder bloß glühender Barytdampf sei.

Ganz die nämlichen Erscheinungen zeigten sich bei Behandlung des Strontians, nur mit dem Unterschiede, daß die Flamme purpurroth war. Das von dem Baryt und Strontian reflektierte Licht war ausserordentlich blendend.

Es wäre allerdings voreilig nach diesen mißglückten Versuchen die Clarkeschen Angaben für unrichtig ausgeben zu wollen. Das Mißlingen mag vielleicht an einem Umstande liegen, der mir nicht bekannt ist. Nur sei es mir erlaubt zu bemerken, daß einige seiner Beschreibungen mir nicht deutlich sind. So z. B. ist nicht leicht einzusehen, was Clarke unter seinem salpetersauren

Baryt versteht, welchen er als ein *zerfließliches* Salz beschreibt.

Kaum mag es noch nöthig seyn, über die Anwendung des Knallgasgebläses etwas hier beizufügen. Der Nutzen eines solchen Instrumentes ist bereits bekannt genug. Es wäre sehr zu wünschen, daß es auch im Großen ausgeführt werden möchte. Gewiß würde man dadurch manche nützliche Wirkung erhalten können. Die Gefahr der Explosion, welche wohl bisher das größte Hinderniß bei einer solchen Anwendung war, scheint mir sehr leicht beseitigt werden zu können. Man dürfte nur dafür sorgen, daß während der Arbeit beständig ein hinlänglicher Druck da wäre, und daß das Gasgemenge in einem hinlänglich starken Gefäße, welches auch eine allfällige Detonation aushielte, zusammengepresst würde. Eine 12pfünder-Kanone möchte z. B. hiezu leicht eingerichtet werden können. Wie schätzbar müßte ein solcher Apparat z. B. für einen Platinarbeiter seyn! Ein größeres Hinderniß für die Ausführung des Knallgasgebläses im Großen möchte die Darstellung großer Mengen von Sauerstoffgas seyn. Doch dieses käme auf eine Berechnung an.

Als Brennmaterial könnte man nach Hr. Pfaffs Vorschlag Steinkohlengas anwenden. Dieses hat aber den Nachtheil, daß es viel mehr Sauerstoffgas als das gewöhnliche Wasserstoffgas erfordert und wie mir aus einigen Proben zu erhellen schien, nicht viel mehr leistet; doch gestehe ich, keine genauen Versuche hierüber angestellt zu haben.
