

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Versuche über das Schießpulver

Saltzer, Carl F.

Karlsruhe, 1823

[urn:nbn:de:bsz:31-100473](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-100473)

1294

64 A

2926

64 A 2926

1294



1811

1811

1811

1811

1811

1811

1811

Versuche

über das

Schießpulver.

Von

^[Carl Friedrich]
C. F. Saltzer,

Großherzoglich Badischen Staatschemiker, mehrerer gelehrten Gesellschaften
Mitglied.

Mit zwey Abbildungen.

Tab. I. et II.

Karlsruhe,

im Verlag der Chr. Fr. Müller'schen Hofbuchhandlung.

1 8 2 3.

AK

Handwritten numbers and characters, possibly a library or collection code.

820.1300

Handwritten numbers and characters, possibly a library or collection code.

64 A 2926

Censore opus est, an haruspice, nobis?

Juvenalis.



Handwritten text, possibly a title or author name.

Handwritten text, possibly a volume or page number.

Handwritten text, possibly a title or author name.

Handwritten text, possibly a title or author name.

Handwritten text, possibly a volume or page number.

Handwritten number '2'.

Seinen

Höchstverehrten Zuhörern

den

Herren Markgrafen

Leopold, Wilhelm
und Maximilian

von Baden

Hochheiten,

Ersten

Gelehrten Zöglingen

den

Lehrern der Universität

zu Erlangen

und

von

Ersten

17

und dem
O f f i z i e r k o r p s
der
Großherzoglich Badenschen
A r t i l l e r i e,

der Verfasser.

1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860

Geographisch-Botanische

1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900

Vorrede.

Im Jahr 1815, als die Königl. Großbritannische Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen die später angeführte Preisfrage aufgab, faßte ich den Entschluß, Versuche über diesen Gegenstand anzustellen. Anfangs war mein Hauptaugenmerk zu untersuchen ob Wasserdämpfe bey der Verpuffung entstehen? und so wurden diese Versuche nach und nach ausgedehnt. Die mehresten Schwierigkeiten fand ich in dem Mangel an schicklichen Geräthschaften; es sind deswegen noch viele Arbeiten diesen Gegenstand betreffend aufgespart, welche aus dieser Ursache nicht vollendet werden konnten. Z. B. wie viel die Pulverkohle Sauerstoff bedarf, um in Kohlenensäure überzugehen? darüber sind zwar schon Versuche bekannt, sie sind aber mit gewöhnlicher Kohle angestellt, und wahrscheinlich wird jede Kohle ein anderes Verhältniß darstellen, je nach ihrem Gehalt an reinem Kohlenstoff; ferner die Kraft des Pulvers genauer zu bestimmen welche durch die Entzündung des Pulvers mit comprimierter Luft entsteht. Versuche über die Temperatur-Erhöhung bey Verbrennung der einfachen verbrennlichen Stoffe mit Sauerstoff u. u.

Desters wurden Bemerkungen gemacht, die theils schon bekannt theils auch von vielen der verehrten Leser für überflüssig gehalten werden mögten, wenn man aber annimmt, daß auch Liebhaber diese Abhandlung lesen, welche in chemischen Arbeiten nicht sehr gewandt sind, so dürften diese vielleicht derartige Bemerkungen nicht überflüssig finden.

Ueber die Ordnung in welcher diese Versuche vorge-
tragen, ließe sich manches erinnern; man möge indessen
berücksichtigen, daß vieles von einem eigenthümlichen Ideen-
gang abhängig war, daher wird es zu entschuldigen seyn,
wenn das Ganze so beschrieben wird, wie diese Versuche
nach und nach sich auseinander entwickelt haben.

Viele meiner verehrten Zuhörer verlangten Exemplare,
und um deswillen kam ich von meinem ersten Vorsatz ab,
die Abhandlung in einem Journal bekannt zu machen; so
wurde sie besonders abgedruckt.

Bey etwaiger Beurtheilung möge man die Verhält-
nisse berücksichtigen, unter welchen ich arbeitete, eine geringe
Besoldung, eine starke Familie, und das Entbehren sonstiger
Hülfsmittel sind leider nicht geeignet den Muth zu lang-
wierigen und verwickelten Arbeiten zu stählen.

Eben darin dürfte auch die Mangelhaftigkeit der litte-
rarischen Nachweisung ihre Entschuldigung finden.

Ohne die gütige Mitwirkung des Herrn Hofrath
Wucherer, Directors des Großherzoglichen physicalischen
Cabinet's dahier, hätte ich manche Versuche z. B. die über
die Entzündung durch den electricischen Funken ic. nicht an-
stellen können. Daher ergreife ich die Gelegenheit Demsel-
ben so wie vielen meiner Zuhörer, welche mir zuweilen
hülfreiche Hand leisteten, öffentlich meinen herzlichsten Dank
zu sagen.

I n h a l t.

- Die Untersuchung des Schießpulvers §. 1 — 15.
Die Eigenschaften des Pulvers §. 16.
Ueber die Fabrikation des Pulvers §. 17 — 20.
Die Versuche um die Kraft des Pulvers zu erforschen, ob Wasser darin enthalten seye? §. 21 — 24.
Die Zerlegung des Pulvers ohne Verpuffung. §. 25 — 26.
Durch die schnellere Erwärmung entsteht eine stärkere Verpuffung. §. 27 — 28.
Die Verpuffung des Pulvers in einer eisernen Röhre mit Ausschluß der atmosphärischen Luft. §. 29 — 34.
Die vollkommne Zerlegung des Pulvers in derselben Röhre. §. 35.
Die Untersuchung des erhaltenen Gas. §. 36.
Die vergleichende Berechnung der erhaltenen Gasarten. §. 37 — 38.
Die Tabellen darüber. §. 39.
Die Untersuchung woher der erhaltene Ueberschuß von Sauerstoffgas komme, welcher bey der Zerlegung erhalten worden. §. 40.
Die Untersuchung des Gas, welches nach der Verschluckung des Kohlen-sauren Gas übrig blieb. §. 41 — 43.
Die Preis = Aufgabe der königl. Gesellschaft zu Göttingen. §. 44.
Die Theorie nach den erhaltenen Resultaten. §. 45.
Woher die Wärme komme, welche bey der Verpuffung entstehet. §. 46.
Die Kraft kann durch ein vollkommenes Verhältniß der Bestandtheile des Pulvers nur unbedeutend vermehrt werden. §. 47.
Die Vermehrung der Pulverkraft durch Entzündung mit zusammengepreßter Luft. §. 48.
Die Erklärung darüber. §. 49 — 50.
Wie diese vermehrte Kraft genauer zu bestimmen seye. §. 51 — 52.
Die Anwendung dieser Entzündungsart bey dem Geschütz und im Bergbau. §. 53 — 54.
Die nur scheinbar vermehrte Wirkung des Schießpulvers durch Vermischung mit andern Stoffen. §. 55.
Die Erklärung darüber. §. 56.
Die Verminderung der Pulverkraft durch Phosphor. §. 57.
Die Erklärung darüber. §. 58.
Der Munkische Versuch, das Pulver bey ausgeschlossener Luft in einer Barometre = Röhre zu entzünden. §. 59.
Die Erklärung. §. 60.
Ueber das Maß der Ausdehnung der Gasarten bey dem Verpuffungsprozeß. §. 61.

- Die Anwendung des Pulvers beym Zerspringen von Klöfen und Steinmassen. §. 62.
- Die Entzündung des Pulvers durch den electrischen Funken. §. 63—64.
- Ueber die Wirkung des Mehlpulvers, und über die Theorie darüber. §. 65.
- Das Schießpulver aus Chlorkali. §. 66.
- Die vorläufige Prüfung des Rückstandes nach der Verpuffung des Pulvers. §. 67—68.
- Die Resultate daraus. §. 69.
- Die weitere Untersuchung desselben. §. 70.
- Die Resultate. §. 71.
- Die nochmalige Untersuchung. §. 72—73.
- Die Wiederholung der Erscheinungen, welche sich bey der Verpuffung des Pulvers ergeben. §. 74—76.
- Ein gutgemeinter Rath für solche, welche die Versuche wiederholen. §. 77.
- Die Erklärung der Steinzeichnungen. Seite 52—53.
- Die Schriften über das Schießpulver. Seite 54—56.
-

Untersuchung des Schießpulvers.

§. 1.

In den litterarischen Notizen findet man mehrere Methoden über die Untersuchung des Schießpulvers, indessen ist die Zusammensetzung desselben so einfach, daß es dem Chemiker nicht schwer fallen kann, seine Bestandtheile zu trennen.

Nach dem Zerreiben wird der Salpeter mit destillirtem Wasser ausgelaugt, die Auflösung verdunstet, krystallisirt, ausgetrocknet und gewogen, das Gewicht muß mit dem Gewichtsverlust des auf dem Filtro gebliebenen und ausgetrockneten Rückstands übereinstimmen.

Die Kohle wird vom Schwefel entweder durch Sublimation oder durch Drydation desselben mittelst Salpetersäure, und nachherige Abscheidung durch salpetersauren Baryt, oder durch Auflösen in Aetzlaugen, geschieden.

§. 2.

Das Verhältniß wird im Mittel zu 75 Salpeter,
14 Kohle und
11 Schwefel
gefunden.

Einmal erhielt ich ein Pulver, welches alle guten Eigenschaften in sich vereinigte, und von vorzüglicher Stärke war, es schlug sogar die Feder an einer Radprobe entzwey. Dieses hatte:

68 Salpeter,
20 Kohle und
12 Schwefel.

§. 3.

Seit 20 Jahren hatte ich öfters Gelegenheit dergleichen Pulveranalysen zu machen, allein selten konnte ich diejenigen befriedigen, die solche veranlaßten; man vermuthete häufig, es müssen fremdartige Stoffe im Pulver enthalten seyn; niemand wollte begreifen, daß ein und dasselbe Mischungsverhältniß in seiner Wirkung so verschieden seyn könne, selbst Pulvermüller von Profession (die sich doch oft genug überzeugen mußten, daß ein und derselbe Satz bey kürzerem oder längerem Stampfen, verschiedener Trocknung und Körnung zc. in seiner Wirkung außerordentlich verschieden seyn könne), suchten den Grund in Geheimnissen.

§. 4.

Es ist bekannt, daß bey dem Verpuffungsprozeß des Schießpulvers nicht bloß die nächste Bestandtheile desselben sich gegenseitig austauschen, sondern es sind hauptsächlich die entferntesten, welche sich trennen, und wieder gegenseitig verbinden; daher ist es nothwendig die Untersuchung des Pulvers noch weiter auszudehnen und die einzelnen Stoffe näher zu betrachten.

§. 5.

Unter der dreyfachen Mischung, welche das Pulver darstellt, ist es hauptsächlich der Salpeter, dessen Elemente mehrfach zusammengesetzt sind. In demjenigen Zustand wie er zum Pulver verwendet werden sollte, nämlich von allen fremdartigen Stoffen gereinigt, bestehet er zunächst aus 46,619 Kali und 53,381 Salpetersäure.

§. 6.

Man ist zwar über das Mischungs-Verhältniß des Salpeters noch nicht einig, weil die Salpetersäure mit den meisten andern Stoffen leicht auflöslliche Salze bildet, und weil das Kali sich mit vielen Körpern so innig vereinigt, daß es

schwer hält solches zu trennen, besonders wegen seiner außerordentlichen Anziehungskraft zu den Säuren und vielen basischen Stoffen, indessen hat man Grund zu glauben, daß das angeführte Verhältniß, welches aus Bischoffs Stöchiometrie p. 363, entnommen ist, das richtige seye, weil es auf Erfahrung beruhet, unter die neuesten gehört, und mit den besten und neuesten Untersuchungen am nächsten zusammen stimmt.

§. 7.

Selbst das Kali gehört noch nicht zu den Elementarstoffen, sondern läßt sich noch weiter in Sauerstoff und eine sogenannte metallische Basis (Alkaloid, Kalium, Kalimetall) zerlegen. Es sind indessen Gründe vorhanden, welche vermuthen lassen, daß es bey der Verpuffung des Schießpulvers nicht zerlegt werde, weil es nach der Verpuffung als Kali mit Schwefelsäure verbunden, oder als schwefelsaures Kali wieder gefunden wird.

§. 8.

Die Salpetersäure ist aus Sauerstoff und Stickstoff zusammengesetzt, über das Verhältniß dieser beyden Stoffe ist man ebenfalls noch nicht einig, aus oben angeführten Gründen wurden ähnliche Angaben genügt, und 0,395 Sauerstoff, und 0,139 Stickstoff angenommen.

§. 9.

Wird das Verhältniß der nächsten Bestandtheile des Salpeters auf einen Gran berechnet, so wird die Menge der Salpetersäure nach folgendem Ansatz gefunden

$$100 : 53,381 = 1 : x.$$

$$\begin{array}{r|l} 53,381 & 100,000 \\ \hline & 0,534. \end{array}$$

§. 10.

Berechnet man die Menge Sauerstoff und Stickstoff,

welche 0,534 Gran Salpetersäure enthalten, so werden 0,395 Sauerstoff und 0,139 Stickstoff gefunden, nämlich:

$$\begin{array}{r} 1,7547 \text{ Stickstoff,} \\ 5,0000 \text{ Sauerstoff,} \\ \hline 6,7547 \text{ Salpetersäure.} \end{array}$$

Es verhält sich also

$$\begin{array}{l} 6,7547 : 5 = 0,534 : x \\ x = 0,395. \end{array}$$

§. 11.

Da der Sauerstoff und Stickstoff in Gasgestalt erhalten werden, so ist es nöthig diese Stoffe dem Raum nach zu berechnen.

Ein Kubikzoll atmosphärische Luft wiegt nach (Berzelius Chemie 1. Theil p. 308) 0,4681, das specifische Gewicht derselben = 1,0000, das specifische Gewicht des

$$\begin{array}{l} \text{Sauerstoffgas} = 1,1036, \\ \text{das Stickstoffgas} = 0,9691, \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{ } \\ \text{ } \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{nach Biot u.} \\ \text{Arago.} \end{array}$$

P Gewicht eines Kubikzoll Sauerstoff,

P Gewicht eines Kubikzoll atmosphärischer Luft,

S Das specifische Gewicht des Sauerstoffs,

$$\text{daher } p = S P$$

$$p = 1,1036 \times 0,4681 = 0,5166;$$

ferner:

p Gewicht eines Kubikzoll Stickgas;

P Gewicht eines Kubikzoll atmosphärischer Luft,

S Das specifische Gewicht des Stickgas,

demnach wägen 5 Kubikzoll Sauerstoffgas $5 \times 0,5166 = 2,5830$

$$\text{und 2 — Stickgas} = 2 \times 0,4536 = 0,9072$$

$$\text{Salpetersäure} = 3,4902.$$

Nach Gay Lussac geben 5 Vol. Sauerstoff,

2 Vol. Stickstoff,

vollkommene Salpetersäure, folglich:

$$3,4902 : 5''^c = 0,534 : x, \text{ folglich}$$

$$x = 0,765 \text{ Kubikzoll Sauerstoffgas.}$$

Ferner:

$$3,4902 : 2''^c = 0,534 : x, \text{ folglich}$$

$$x = 0,306 \text{ Kubikzoll Stickgas.}$$

Prüfung.

Sauerstoffgas

Sauerstoffgas

$$0,5166 \text{ Gran} : 1''^c = 0,395 \text{ Gran} : x, \text{ folglich}$$

Sauerstoffgas

$$x = 0,765 \text{ Kubikzoll;}$$

Stickgas

Sauerstoffgas

$$0,4536 \text{ Gran} : 1''^c = 0,395 \text{ Gran} : x, \text{ folglich}$$

Stickgas

$$x = 0,306 \text{ Kubikzoll.}$$

§. 12.

Bei der Entzündung des Schießpulvers verbindet sich der Sauerstoff des Salpeters mit der Kohle zu kohlenstoffsaurem Gas; es ist daher nöthig zu wissen, wie viel gehen Sauerstoff mit 1 Gran Kohle in Verbindung um kohlenstoffsaures Gas zu bilden? darüber sind theils schon mehrere Versuche vorhanden, theils wurden folgende angestellt:

In die kleine Kapsel der Verpuffungsröhre wurden 0,5 Gran Pulverkohle gethan, ein hoher Cylinder mit reinem Sauerstoffgas gefüllt, auf die Oeffnung der Brücke in der Quecksilberwanne angeschraubt, und die Röhre, nachdem die Kapsel luftdicht angewunden war, durchs Quecksilber hineingesteckt; so daß die 10'' atmosphärische Luft, welche das Verpuffungsröhrchen faßte mit den 3'' Sauerstoffgas, welches im Cylinder enthalten war, in unmittelbarer Berührung stand; nach einer 6 stündigen Rothglühhitze in welcher ich die Kapsel mittelst einer Weingeistlampe unterhielt, ließ man den Apparat erkalten, und untersuchte zuerst den Inhalt der Röhre, welcher noch unverändert schien; alsdann wurde das Gas im Cylinder geprüft, und darinn kaum 3'' kohlenstoffsaures Gas gefunden.

Es wurde ein zweyter Versuch gemacht, mit dem Unterschiede, daß an die Deffnung der Röhre eine Blase angeschraubt wurde, welche 6" Sauerstoffgas enthielt, die Kapsel der Röhre wurde in eine kleine Esse gelegt, und die Blase in eine Schüs- sel mit Wasser; nun wurde eine viertelständige Weisglühhiße angebracht, und zuweilen die Blase mit Gewalt zusammen ge- preßt, allein auch hierdurch erfolgte keine vollkommne Zerfetzung der Kohle, und es war zu vermuthen, daß leichter die Kapsel zerflossen wäre, als daß sich alle Kohle mit dem Sauerstoffgas verbunden hätte. Der Grund mag darinn bestehen, daß durch die Hiße das Sauerstoffgas so expandirt worden, daß nur we- nige Atome mit der Kohle in Berührung kamen. —

§. 13. = x

Diese Versuche wurden blos deswillen angezeigt, um anderen die Mühe zu sparen, ähnliche anzustellen; wollte man den Zweck auf eine ähnliche Art erreichen, so dürfte es vielleicht auf folgende Weise geschehen, an eine 6" lange etwa 3 — 4" weite Platinröhre würde auf der einen Seite eine mit Sauer- stoffgas gefüllte, auf der andern eine leere Blase angeschraubt, oder luftdicht befestiget, nachdem die Röhre zuvor mit der bez- liebigen Menge fein zertheilter Kohle versehen worden, beide Blasen würden in Wasser gelegt, und die Röhre in eine kleine Esse; auf diese Art könnte das Gas immer über die Kohlen hinzustreichen gezwungen, und am Ende müßte der Zweck er- reicht werden. Da keine derartige Geräthschaft vorhanden war, so wurde der Plan, das Verhältniß des Sauerstoffs zur Kohle selbst zu erforschen, einstweilen aufgegeben, und die Zusuchs- abermals zu den vorhandenen Angaben und zur Berechnung genommen.

§. 14.

Das Verhältniß des Sauerstoffs zur Kohle ist am o. a. D. angegeben.

Kohle Sauerstoff Kohle

C O² oder 0,7539 : 2 = 1 Gran : x, also x = 2,653;
 oder 2,653 Gran Sauerstoff bilden mit 1 Gran Kohle vollkommene
 Kohlen Säure. Um das Vol. zu finden entsteht folgende
 Proportion

$$\begin{array}{l} \text{Sauerstoffgas} \\ 0,5166 : 1''^c = 2,653 : x, \text{ oder} \\ x = 5,135 \text{ Kubikzoll Sauerstoffgas.} \end{array}$$

Dieser Rechnung zu Folge würde also 1 Gran Kohle 2,653 Gran
 Sauerstoff um Kohlen Säure oder 5,135 Kubikzoll Sauerstoffgas
 bedürfen um Kohlen saures Gas darzustellen.

§. 15.

Später fand ich, wie sich wahrscheinlich am leichtesten
 das Verhältniß des Sauerstoffs zur Pulverkohle bestimmen
 ließe, man dürste nur die Pulverkohle mit der angemessenen
 Menge reinem Salpeter mischen, und in der Verpuffungsröhre
 mit angebrachtem Quecksilber = Apparat entzünden, wo durch
 das entstandene kohlen saure Kali sich die Kohlen Säure berechnen,
 oder auch gasförmig durch eine Säure hätte darstellen lassen.
 Mangel an Zeit sowohl als die öfters angeführte Hindernisse
 erlaubten mir nicht mehr diesen Versuch anzustellen.

§. 16.

Eigenschaften des Pulvers.

Von einem guten Pulver wird verlangt, daß es nicht
 stark abfärbe, ziemlich compact sey, die Pfanne röthe, schnell
 abbrenne, und keine Feuchtigkeit zurücklasse.

§. 17.

Ueber Fabrication des Pulvers.

Daß es bey der Fabrication des Schießpulvers mehr auf
 die Qualität der Stoffe nämlich auf vorzügliche Reinheit der
 Ingredienzen, als auf das Mischungs = Verhältniß ankomme,
 darüber ist man so ziemlich einverstanden. Haupt sächlich ist es

die Kohle, auf deren Beschaffenheit es vorzüglich ankommt; je leichter sich diese mit dem Sauerstoff des Salpeters verbindet, desto stärker ist die Wirkung, Das beste Mischungs-Verhältniß dürfte folgendes seyn:

77 Theile Salpeter,

17 — Kohle,

6 — Schwefel.

§. 18.

Der Salpeter, welcher zu Pulver verwendet wird, darf keine fremdartige Stoffe, als erdige und salzige Verbindungen, enthalten.

Die Kohle muß vorzüglich weich und frisch gebrannt seyn, damit sie sich leicht und vollkommen oxydire, und darf deswegen keine fremdartige Stoffe enthalten.

Der Schwefel, (trägt nur in so ferne zur Wirkung des Pulvers bei, indem er verhindert, daß sich die entstandene Kohlen säure nicht wieder mit dem Kali verbinde), und darf ebenfalls keine fremdartige erdige Stoffe enthalten.

Ein Haupt-Erforderniß zur guten Pulverbereitung ist, weiches, ganz reines und vollkommen ausgekochtes Wasser. Es ist besser jedes der Ingredienzen besonders zu pulvern, als solche gleich zusammen zu stampfen, auch kommt es sehr darauf an, daß nicht während der Arbeit die Kohle zum Theil oxydirt werde, denn bekanntlich hat sie so viele Anziehungskraft zum Sauerstoff, daß sie keinen Tag gepulvert liegen darf, ohne ihr Gewicht zu verändern.

§. 19.

So einfach die Pulverbereitung an und für sich ist, (mit Hülfe eines Mörsers und einiger Siebe, habe schon manche Portion gefertigt), so hat man doch theils um die Gefahr zu vermeiden, theils um Zeit und Arbeit zu sparen, und vollkommneres Pulver zu fertigen, zu den verschiedenen Arbeiten,

als

als pulvern, — anfeuchten, — zur Masse zu stampfen, — pressen, oder walzen — kornen — trocknen und poliren sehr viele sinnreiche Geräthschaften und Maschinen ausgedacht, indessen ist hier der Ort nicht, um die Pulverbereitung vollständig abzuhandeln; wer sich für die Sache mehr interessiert, findet in den angezeigten Schriften genügende Auskunft.

§. 20.

Ein Umstand der schon manche Pulvermühle in die Luft gejagt haben mag, scheint noch Erwähnung zu verdienen. Ist nämlich der Pulverteig zu einer gewissen Consistenz und Zähigkeit gebracht, so können bei dem Umwenden Luftblasen in die Zwischenlagen eingewickelt, diese durch einen elastischen Druck oder Stoß verdichtet, und die Wärme, die zu ihrer Expansion nöthig war, in Freiheit gesetzt werden, wodurch eine Entzündung erfolgen mag. Die Compressions-Feuerzeuge geben hierzu den auffallendsten Beleg.

§. 21.

Um zu erfahren, wie viel Wärme bei Verpuffung einer gewissen Quantität Pulver frey werde? welche Gasarten entstehen? welche Zersetzungen und neue Verbindungen statt finden, besonders ob Wasserdämpfe bei Verpuffung des Pulvers gebildet werden? worauf Graf Rumford seine Theorie stützte, wurden folgende Versuche angestellt.

Erster Versuch.

In eine Glasröhre Fig. 1. a. b. c. deren eines Ende zugeschmolzen, und das andere in eine Spitze ausgezogen, und welche nach anliegender Zeichnung gebogen worden, wurde $\frac{1}{4}$ Gr. kölnisch Markgewicht, sogenanntes Berner Püsch oder Jagd-Pulver, wovon im Mittel 350 Körner auf einen Gran gehen, und welches nach oben angezeigter Untersuchung aus 0,75 Salpeter 0,14 Kohle und 0,11 Schwefel zusammen gesetzt, eingefüllt. Die Röhre mit dem pneumatischen Quecksilber Apparat Fig. 3.

in Verbindung gesetzt, ein graduirter Cylinder Fig. 6. welcher mit Quecksilber gefüllt war, über die Spitze der Röhre gestellt, und mit der messingenen Stange Fig. 5. festgeschraubt. Nachdem alles vollkommen geordnet war, wurde die Röhre mit einer Weingeistlampe erwärmt, und da wo das Pulver war, so lange erhitzt, bis es verpuffte.

§. 22.

So leicht dieser Versuch anzustellen ist, und so vortheilhaft er von einer Seite erscheint, weil man den ganzen Proceß sehr genau beobachten kann, so wenig konnte er befriedigen, weil die Resultate die man erhält, sich niemals vollkommen gleich bleiben. Es kam darauf an, ob die Röhre mehr oder weniger Gas faßte? Ob die Erhizung geschwinder oder langsamer geschah? Ob die Deffnung an der Spitze etwas weiter oder enger war? so wie auf den Zustand der athmosphärischen Luft selbst. Der Versuch, wenn man nicht mehr Pulver nimmt, ist gar nicht gefährlich, nur selten sind mir Röhren zersprungen, und wenn's je geschah, so hatte die Kraft des Pulvers den geringsten Antheil daran.

Im Mittel wurden von einigen hundert Versuchen 0,19 Kubikzoll Gas erhalten, und dieses war aus 0,09 kohlenfaurem Gas 0,04 Sauerstoffgas und 0,06 Stickgas zusammengesetzt.

§. 23.

Folgende Vorsichtsmaßregeln sind erforderlich um den angeführten Versuch gelingen zu machen,

1) muß die Spitze der Röhre etwas in den Cylinder hineinreichen, sonst entweichen einige Gasblasen.

2) muß die Röhre, ehe die Pulverkörner hinein gethan werden, vollkommen trocken seyn, sonst hängen sich einige an die Seiten an, und werden dadurch nicht entzündet, was ohnehin nicht vollkommen geschieht, weil von dem zuerst entzündeten, die andern fortgeschleudert werden, ehe sie sich entzündet haben.

3) Darf die Röhre nicht zu schnell, aber auch nicht zu langsam erwärmt werden, sonst ist im ersten Fall das Springen unvermeidlich, und im andern erfolgt gar keine Entzündung, was in der Folge erörtert wird.

4) müssen die Luftblasen, welche vor der Verpuffung übergehen, die also blos aus atmosphärischer Luft bestehen, welche die Röhre enthalten, besonders bemerkt werden.

5) muß der ganze Apparat auf die Temperatur der Atmosphäre zurück kommen, bevor die Gasmenge zusammen gezählt wird.

§. 24.

Was aus diesen Versuchen gefolgert werden kann, besteht in folgendem.

Es wird bei der Verpuffung kein Wasserdunst abgeschieden. Unter all diesen Versuchen konnte niemals nach der Verpuffung nur das geringste Wasserbläschen bemerkt werden, selbst dann nicht, wenn die Röhre auch mit feuchter Luft erfüllt war.

Viele der geneigten Leser werden sich wundern, daß dieser Versuch, von welchem doch nur ein so einfaches Resultat abstrahirt worden, ein paar hundert mal wiederholt werden konnte, mir fällt es selbst auf, aus welcher Quelle die Geduld hiezu geflossen? allein, es hatten viele Versuche jedesmal einen andern Zweck; bald sollte die Ausdehnung des Gases, welche durch die Wärme erfolgte, bestimmt werden, bald wünschte man zu wissen, welchen Einfluß die dünnere oder dickere Glasmasse, die engere oder weitere Deffnung der Röhre, auf die Ausdehnung äußere? weil auch das Glas mit ausgedehnt wurde; bald sollte erforscht werden? was die engeren oder weiteren Deffnungen an der Spitze der Röhre zur größeren oder geringeren Ausdehnung, und zum Mehr oder Weniger des Gases beitragen? u. dgl. mehr. Zu jedem besonderen Versuch waren wieder viele Gegenversuche nothwendig, und so häuften sich die Versuche zu mehreren Duzend, und endlich gar zu ein paar hundert an.

§. 25.

Zweiter Versuch.

Bei Wiederholung des ersten Versuchs mit dem Unterschied, daß die Röhre allmählig erwärmt, und die Erwärmung so lange fortgesetzt wurde, bis der ganze Gasinhalt der Röhre in den Cylinder übergetrieben war, erfolgte keine Verpuffung, sondern der Schwefel sublimirte sich, der Salpeter wurde so flüßig, daß die Kohle darauf schwamm, und am Ende erschienen sämtliche Stoffe gesondert.

Um diesen Versuch gelingen zu machen, ist eine ziemlich weite Röhre erforderlich, welche an der Spitze eine 2 — 3'' weite Oeffnung hat; bei engen Röhren gelang der Versuch äußerst selten, wenn sie auch noch so lang waren. Wenn die Röhre 2'' faßt, so dürfen noch 4'' Gas oder atmosphärische Luft zurück bleiben, ohne daß eine Verpuffung erfolgt.

Dies bestätigt den bekannten Satz, daß im luftverdünnten Raum keine Verpuffung erfolgt. Es wird alle Wärme, welche erforderlich um den Sauerstoff aus dem Salpeter frei zu machen, im verdünnten Raum zerstreut, und deswegen kann keine Verpuffung statt finden.

§. 26.

Bei engen Oeffnungen der Röhren, und bei schneller Erwärmung erfolgt eine stärkere Verpuffung, als bei weiten Oeffnungen, weil die Luft aus einer engen Oeffnung nicht so schnell ausströmen konnte, folglich durch das Zusammendrücken des Gases die Wärme nicht so schnell entweichen konnte.

Weite und lange Röhren, welche mehr atmosphärische Luft enthalten, liefern bei der Verpuffung im Ganzen mehr Gas.

Röhren von 5'' Inhalt gaben nur 5 — 10'' Gas nach der Verpuffung, während solche von 200'' Inhalt wenigstens 15 — 25'' gaben. Es wird daher durch die atmosphärische

Luft eine vollkommnere Zerlegung des Pulvers bewirkt, wovon in der Folge ein mehreres.

§. 27.

Schnellere Erwärmung bewirkte blos stärkere oder schwächere Verpuffung, hatte aber auf die Gasmenge eher einen negativen als positiven Einfluß, d. h. es wurde bei schnellerer Erwärmung weniger Gas erhalten, weil theils einzelne Pulverkörner hinweg geschleudert wurden, und dadurch unentzündet blieben, und weil bei der schnellen Explosion das Pulver nicht so vollständig zerlegt wurde.

§. 28.

Bei Röhren von größerem Inhalt schien die Ausdehnung durch die Wärme größer zu seyn, als bei kleineren Röhren; es drang in die erstere nach der Erkältung mehr Quecksilber ein, als in die kleinere; doch hieng dieser Umstand mehr von der schnelleren oder langsameren Erwärmung, von der Beschaffenheit der Röhren, ihrem Wärmeleitungs = Vermögen u. ab, und es konnte das Maaf nie bestimmt angegeben werden, z. B. in eine Röhre von 15''' Inhalt, drangen nach der Erkältung 8''' Quecksilber ein, in eine von 74''' Inhalt drangen 10''' ein, in eine von 13''' drangen 2''' , in eine von 50''' Inhalt 15''' und bei einem andern Versuch mit derselben Röhre drangen 13''' ein; dieß hängt wie bereits bemerkt worden, von der schnelleren oder langsameren Entzündung, und von der mehr oder weniger vollständigen Verbrennung des Pulvers ab.

§. 29.

Da die Versuche mit den Glasröhren keine gleichförmige Resultate lieferten, so wurde der Apparat nach Fig. 2. gefertigt, und damit folgende Versuche angestellt.

Dritter Versuch.

In die kleine Kapsel Fig. 2. d. wurde $\frac{1}{2}$ Gran von demselben Pulver gethan, die Röhre mit Quecksilber gefüllt, und

mit der Vorsicht angeschraubt, daß an den Schrauben- = Ansaß etwas Wachs gebracht wurde, damit kein Gas zu entweichen im Stande war, es wurde die Röhre in die pneumatische Quecksilber- = Wanne gebracht, und alles wie bey dem ersten Versuch mit der Glasröhre vorgerichtet. Die Kapsel wurde nun so schnell als immer möglich mit einer Weingeistlampe erhitzt. Bei diesem Versuch war die atmosphärische Luft größerntheils ausgeschloffen, denn die Röhre wurde jedesmal so lange erwärmt, bis die kleinste Luftbläschen, welche sich noch zwischen dem Quecksilber aufhielten, entwichen waren. Dessen ungeachtet konnten nicht immer dieselben Resultate erhalten werden. Das Pulver als ein specifisch leichterer Körper wie Quecksilber suchte sich bei jeder Erschütterung nach der Oberfläche zu erheben, und entzog sich dadurch dem Verpuffungs-Proceß; wie diesem Umstand durch einen Zusatz von $\frac{1}{2}$ Gr. Wachs, welches auf das Pulver gelegt und zerschmolzen, begegnet worden, kam der Wachsdampf mit ins Spiel, und vereitelte dadurch den Versuch beynähe gänzlich.

§. 30.

Erst nach einer großen Menge von Versuchen gelang es endlich, alle fremde Körper auszuschließen, und positive Resultate zu erhalten.

Vierter Versuch.

In die Kapsel wurde abermals $\frac{1}{4}$ Gran Pulver gethan, und solches mit dem kleinen eisernen Deckel Fig. 2. e. f. bedeckt, Kapsel und Röhre mit Quecksilber gefüllt, und übrigens alles so vorgerichtet, wie bey den früheren Versuchen. Bey diesen Versuchen erhielt man bey gleicher Erwärmung auch immer den gleichen Erfolg.

§. 31.

Um immer gleiche Resultate zu erhalten, sind folgende Vorsichtsmaßregeln zu beobachten nothwendig; (einige Uebung muß

man schon zu erlangen suchen). Erstens muß das Pulver immer von derselben Beschaffenheit seyn, vollkommen genau gewogen, und die Körner nachgezählt werden, (hiezuhilff ist auch eine sehr genaue Waage erforderlich); meine Waage ist von Mechanicus Eccard gefertigt, und so beschaffen, daß ein einzelnes Korn wovon 350 auf einen Gran gehen, noch einen ziemlichen Ausschlag gibt. Zweitens muß das Pulver gleichförmig auf den Boden der Kapsel geschüttet werden, daß nicht etwa ein paar Körnchen im Schraubengewinde der Kapsel liegen bleiben. Drittens, das durchlöcherete Deckelchen muß genau aufgesetzt werden. Viertens, der Schraubenansatz muß mit etwas Wachs versehen werden. Fünftens, muß die Kapsel vollkommen dicht angeschraubt werden. Sechstens muß alles wohl mit Quecksilber angefüllt seyn, so daß sich bey starker Erwärmung keine Luftbläschen mehr aus dem Quecksilber entwickeln, und siebentens muß hauptsächlich die Weingeistlampe so beschaffen seyn, daß man die Hitze nach Belieben mindern und verstärken kann.

§. 32.

Hat man den Apparat so vorgerichtet, und die angeführten Vorsichtsmaßregeln alle beachtet, so werden sich folgende Erscheinungen zeigen.

Wird die Röhre da, wo das Pulver sich befindet, nämlich am untern Theil der Kapsel allmählig erwärmt, so werden wie die Kapsel anfängt rothglühend zu werden, Luftblasen in den Cylinder übergehen, das Quecksilber in der Röhre wird anfangen zu kochen, und das langsame Uebergehen der Luftblasen wird so lange anhalten, bis in dem Cylinder ein Luftraum von 21'' erfüllt ist. Der ganze Proceß wird etwa 2 bis 3 Stunden dauern.

§. 33.

Fünfter Versuch.

Wird derselbe Versuch wiederholt, nur mit dem Unterschied,

daß die Kapsel schnell erhitzt wird, so entsteht nach 3 — 5 Minuten, wo das Quecksilber in der Röhre stark zu kochen anfängt, eine schwache Explosion, wo auf einmal 10^{'''} Gas in den Cylinder überspringen, dann werden 5 bis 8 Minuten vergehen, wo keine Gas-Entbindung erfolgt, (es wird durch die schnelle Verpuffung die größere Gasmenge zugleich aus dem Röhrchen entfernt, das Quecksilber erfüllt den Raum so lange, bis sich wieder eine hinreichende Gasmenge gebildet hat, um solches zu verdrängen und überzugehen), alsdann werden allmählig kleine Luftbläschen übergehen, bis der Cylinder abermals 21^{'''} Gas enthält, nun wird sich auch bey dem stärksten Feuer, wo selbst das Quecksilber in der Wanne aufzuwallen anfängt, kein Gasbläschen mehr entbinden, und der Proceß ist ganz beendigt.

Ist die ganze Geräthschaft etwa nach 4 bis 6 Stunden erkaltet, wo das Quecksilber sich mit der Temperatur der Atmosphäre ins Gleichgewicht gesetzt hat, so wird die Röhre vorsichtig heraus genommen, und das Quecksilber in derselben in einen graduirten Cylinder ausgegossen, um zu sehen, wie viel noch Gas in der Röhre geblieben, das eingedrungene Quecksilber wird nur 3^{'''} betragen, da meine Röhre im Ganzen 10^{'''} faßt, so sind also noch 7^{'''} Gas in der Röhre zurück geblieben. Das Gas in dem Cylinder wird nach dem Erkalten nur noch 19^{'''} betragen, demnach sind im Ganzen aus $\frac{1}{4}$ Gran Pulver 26^{'''} Gas erhalten worden.

S. 34.

Sechster Versuch.

Zuerst wird das erhaltene Gas auf den Gehalt an kohlensaurem Gas geprüft, indem man den Cylinder entweder in ein Glas mit Kalk, oder Baryt-Wasser, oder in Bleiszucker-Auflösung, oder in Aetz-Ammonium hinein bringt. Bey dem letzteren gehet die Absorption am schnellsten von statten, bey den erstern muß man aber einige Zeit warten. Will man

sich überzeugen, ob kein schweflichtsaures Gas mit in Verbindung seye, so darf man nur zu dem weißen Niederschlag, welcher in der Bleyauflösung, oder im Kalk, oder Baryt-Wasser entstanden, etwas Essig oder Salpetersäure tröpfeln, zum Kalk oder Baryt-Wasser kann man auch Salzsäure nehmen, wo sich alles unter Aufbrausen wieder auflösen wird. Hat man Ammonium angewandt, um das kohlensaure Gas zu absorbiren, so wird die Flüssigkeit mit Salpetersäure neutralisirt, und mit salpetersaurem Baryt geprüft, erfolgt kein weißer Niederschlag, so darf man vollkommen überzeugt seyn, daß keine Schwefel- oder schweflichte Säure vorhanden war.

§. 35.

Bey obiger Prüfung wird sich ergeben, daß von der erhaltenen Gasmenge in dem Cylinder im Mittel 10" verschluckt werden. Mehrmals wurde beobachtet, daß nach 3 tägiger Berührung mit Kalk-Wasser von 0,19" nur 0,08" übrig blieben, es wurden also von dem Gas in dem Cylinder 0,11" verschluckt.

Desters habe ich mich überzeugt, daß das Gas in der Röhre §. 33. von gleicher Beschaffenheit mit dem in dem Cylinder seye, was auch schon a priori geschlossen werden kann, denn beide Gasarten waren ja zuvor in der Röhre beysammen, und dasjenige, welches später in dem Cylinder erscheint, hatte wegen dem expandirten Zustand nicht Raum genug in der Röhre, und mußte deshalb in den Cylinder überspringen. Es würden also nach obiger Angabe von sämtlich erhaltenem Gas verschluckt worden seyn, 0,1505 kohlensaures Gas, es bliebe demnach

0,2600

0,1505

als Rest 0,1095 Stickgas.

§. 36.

Es ist zwar jedem Sachverständigen bekannt, daß, wenn

man den Gasraum untersucht, man den Cylinder so weit in Quecksilber eintauchen müsse, daß das Quecksilber sowohl im Cylinder selbst, als außerhalb desselben, auf gleicher Höhe sich befinde, sonst wird die Gasmenge entweder zu groß, wenn das Quecksilber außerhalb zu weit unten steht, oder zu klein erhalten, wenn das Quecksilber über den Gasraum hinauf gehet, im ersten Fall dehnt sich der Gasraum aus, weil die Quecksilbersäule durch ihre eigene Schwere zusammen gepreßt wird, und im letzten Fall wird der Gasraum verkleinert, weil die äußere Quecksilber = Schichte, die innere hinauf drückt, und somit auch das Gas zusammen drückt.

§. 37.

Vergleichende Berechnung der erhaltenen Gasmenge mit derjenigen, welche bey der Untersuchung des Pulvers gefunden worden.

Nach obigem Versuch wurde also von $\frac{1}{4}$ Gran Pulver im Ganzen 0,26 Gas erhalten, und davon wurden 0,1505 kohlen-saures Gas abgeschieden, (ich nehme hier absichtlich die größere Menge an, weil es wohl möglich, daß zu wenig nicht leicht, aber, daß zu viel erhalten worden).

Diese 0,1505 kohlen-saures Gas wurden aus 0,029 Kohlen und 0,1505 Sauerstoffgas zusammengesetzt.

Bey der Zerlegung des Pulvers wurde gefunden, daß das Pulver in einem Gran 0,14 Kohle enthält; daß diese 0,75 Salpeter, welche in einem Gran Pulver enthalten sind, aus 0,57 Sauerstoffgas, und 0,22 Stickgas bestehen, nehmen wir den 4ten Theil davon, oder dasjenige, was in $\frac{1}{4}$ Gran Pulver enthalten ist, so erhalten wir 0,1425 Sauerstoffgas und 0,055 Stickgas.

§. 38.

Wird damit diejenige Menge verglichen, welche bey dem dritten und vierten Versuch erhalten worden, nämlich im Ganzen 0,26. so entsteht ein Ueberschuß von 0,0625; dann

26 — 0,1975 = 0,0625. Daraus ergibt sich, daß von der Kohle, welche in $\frac{1}{4}$ Gran Pulver enthalten war, nämlich 0,035 nur 0,029 Gran mit 0,1505 Sauerstoffgas in Verbindung getreten seyn müssen, um eben so viel kohlensaures Gas zu bilden. Da aber nur 0,1425 Sauerstoffgas im Salpeter enthalten ist, so hätten wir einmal 0,1505

$$0,1425$$

0,0080 Sauerstoffgas zuviel erhalten, ziehen wir diesen Ueberschuß von der zu viel erhaltenen Gasmenge ab, nämlich von 0,0625

$$0,0080$$

0,0545, so erhalten wir 0,0545 Stickgas, als Ueberschuß. Da nun 0,055 Stickgas vorhanden seyn sollen, und 0,1095 erhalten worden, so erscheinen hier wieder obige 0,0545 als überschüssiges Stickgas.

§. 39.

Um das Ganze leichter zu übersehen wird folgende tabellarische Aufstellung dienen.

Tabelle

über die Bestandtheile des Berner Jagd-Pulvers.

In 1 Gran kölnisch Markgewicht,

0,75 Salpeter	{	0,22 Stickgas,
0,14 Kohle	{	0,57 Sauerstoffgas,
0,11 Schwefel	{	0,79 Salpetersäure.
1,		

In $\frac{1}{4}$ Gran kölnisch Markgewicht,

0,1875 Salpeter	{	0,0550 Stickgas,
0,0350 Kohle	{	0,1425 Sauerstoffgas,
0,0275 Schwefel	{	0,1975 Salpetersäure.
0,25		

Tabelle

über das erhaltene Gas aus Berner Jagd-Pulver.

Aus 1 Gran kölnisch Markgewicht wurde erhalten:

$$\begin{array}{r}
 4 \times 0,26 = 1,04 \text{ gemischtes Gas,} \\
 4 \times 0,1505 = 0,602 \left\{ \begin{array}{l} 0,602 \text{ Sauerstoffgas} \\ 0,116 \text{ Kohle} \end{array} \right\} = 0,602 \text{ koh-} \\
 \hline
 0,438 \text{ Stickgas.}
 \end{array}$$

Aus $\frac{1}{4}$ Gran kölnisch Markgewicht wurde erhalten:

$$\begin{array}{r}
 0,26 \text{ gemischtes Gas,} \\
 0,1505 \text{ kohlenfaures Gas} = 0,029 \text{ Kohle} \\
 \hline
 0,1095 \text{ Stickgas.}
 \end{array}$$

§. 40.

Da bey den Verpuffungsversuchen ein + von Sauerstoffgas und Stickgas erhalten worden, so dürfte die Frage entstehen woher kommt solches oder zunächst woher kommt das + an Sauerstoffgas?

Dieses kann wohl nur aus 2 Stoffen abgeleitet werden, entweder enthält die Kohle schon atmosphärische Luft also auch Sauerstoffgas, oder es müßte ein Theil Wasser, welches viele im Pulver annehmen, bey dem Verpuffungs-Proceß zerlegt werden; wäre das Letztere der Fall, so müßte in dem Gasrest den wir noch nicht als reines Stickgas ansehen wollen, auch Wasserstoffgas gefunden werden, wenn die Angaben über das Mischungs-Verhältniß der Salpetersäure, woran wohl nicht zu zweifeln seyn dürfte, vollkommen richtig sind.

§. 41.

Untersuchung desjenigen Gases, welches nach der Absorption des kohlenfauren Gases übrig blieb.

Siebenter Versuch.

So lange die Versuche in den Glasröhren gemacht wurden, wo die Röhre neben dem Pulver auch atmosphärische

Luft enthielt, mußten Theile von dieser sowohl in der Röhre zurückbleiben, als mit in den Cylinder übergeführt werden. Daher wurde, wenn der Gasrest nach der Absorption des kohlenfauren Gases in ein Eudiometre gebracht, mit der nöthigen Menge Wasserstoffgas gemischt, und durch den electrischen Funken entzündet worden, immer Antheile von Sauerstoffgas verbrannt, und zwar, was man voraus bestimmen konnte, in dem Verhältniß als atmosphärische Luft vorhanden war.

§. 42.

Wurde dieses Gas, welches nach Versuch vier und fünf mit Ausschluß der atmosphärischen Luft erhalten wurde, nach vorheriger Abscheidung des kohlenfauren Gases, geprüft, so fand keine Verpuffung im Eudiometre statt, eben so wenig absorbirte eine Auflösung von Schwefelkali und Schwefeleisen *ic.* Atome davon, es wurde auch keine Verpuffung und Gasverminderung bemerkt, nachdem das Gas mit einigen Linien Sauerstoffgas gemischt und in dem Eudiometre geprüft wurde, der letzte Versuch wurde auf mannfache Weise wiederholt, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, daß kein Wasserstoffgas vorhanden seye; allein es war nicht möglich, außer dem kohlenfauren- und Stickgas irgend eine andere Gasart darin zu entdecken. Hätte sich blos ein Ueberschuß von Sauerstoffgas bey der Zerlegung des Pulvers durch den Verpuffungs-Proceß ergeben, so könnte etwa angenommen werden, daß solches durch die starke Erhizung aus dem Kali abgeschieden worden seye *); da aber auch ein Ueberschuß von Stickgas vorhanden war, so scheint dieser blos von der Kohle herzuführen.

§. 43.

Dem sey nun wie ihm wolle, so ist diese Lücke in unseren Untersuchungen der zu entwerfenden Theorie nicht mehr

*) L. Gmelins Handbuch der Chemie, 2te Aufl. 1r Theil S. 371, Frankfurt 1821.

im Wege, und es läßt sich nach diesen Untersuchungen der Proceß ziemlich vollständig erklären, wie sich in der Folge ergeben wird; ist nur einmal ein Weg gebahnt, so findet jeder der ihn betreten mag, etwas Bemerkenswerthes, und am Ende erhält man das Ganze vollendet.

§. 44.

Nachdem durch die vorangeschickte Versuche der Detonations-Proceß des Schießpulvers, sowohl synthetisch als analytisch betrachtet worden, seye es erlaubt die Frage anzuführen, welche die Königlich Großbritannische Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen aufgegeben, und wieder als ungelöst zurückgenommen, sie stehet in den Göttinger gelehrten Anzeigen 1815, Nro. 196.

Die physische Theorie des Schießpulvers ist bis jetzt noch immer dunkel und räthselhaft. Zwar kennen wir jetzt nach Ingenhousens und Rumfords Versuchen genauer als ehemals die elastischen Flüssigkeiten, deren plötzlicher Entwicklung aus dem angezündeten Schießpulver wir die erstaunliche Kraft desselben zuschreiben müssen; aber noch immer ist der Hauptumstand nicht gehörig erörtert, nämlich aus welcher Quelle auch durch das kleinste Fünkchen plötzlich die ungeheure Menge Wärme hervorbricht, welche fast in einem Augenblicke eine große Quantität Pulver in Dämpfe und Gasarten zu verflüchtigen vermag, und zwar selbst in dem Falle, wenn das Pulver in einem genau verschlossenen, mithin vor allem Zutritt der freyen Luft verwahrten Raume sich befindet, wie aus einigen Versuchen Rumfords und aus anderen, wo genau verschlossenes Schießpulver mittelst des Funkens aus einer Leidner Flasche selbst unter Wasser entzündet wird, hinlänglich bekannt ist. Wo ist hier die erforderliche Menge von Sauerstoffgas, durch dessen Zersetzung wie bey gewöhnlichen, dem freyen Zutritt der Luft ausgesetzten Verbrennungs-Processen, eine so große Hitze erzeugt werden könnte? da aber auf der andern Seite auch wieder be-

kannt ist, daß keine Entzündung und Verpuffung des Schießpulvers unter einem möglichst luftleeren Recipienten der Luftpumpe statt findet, so könnte man fragen, was die geringe, zwischen den Körnern einer verschlossenen Quantität Pulvers gewöhnlich noch zurückbleibende Menge von atmosphärischer Luft in soferne dieselbe Sauerstoffgas enthält, dennoch zu Entzündung des Pulvers beytragen durfte, und wo überhaupt die Wärmequelle ihren Sitz hat, die bey den bewundernswürdigen Wirkungen des Schießpulvers eine so große aber bis jetzt noch nicht hinlänglich bekannte Rolle spielt.

Da nähere Versuche und Aufschlüsse über diesen Gegenstand unstreitig auch für die ganze Wärmelehre von höchstem Interesse sind, so wünscht die Königliche Societät der Wissenschaften eine unsern gegenwärtigen Kenntnissen über die Natur der Wärme und der durch sie hervor gebrachten gasförmigen Flüssigkeiten möglichst angemessene und auf Versuche gegründete Theorie der Entzündung des Schießpulvers mit gehöriger Rücksicht auf das Mangelhafte aller bisherigen Erklärungsarten zu erhalten.

§. 45.

Was eine Theorie des Schießpulvers betrifft, so kann solche aus den bereits vorgetragenen Versuchen zum Theil abgeleitet werden. Es dürfte aber die Hauptsache, welche die Königliche Societät vorzüglich berücksichtigt wünschte, und welche Dieselbe, zum Beweis Ihrer richtigen Ansicht und Ihrer tiefen Forschung, bey den noch unvollkommenen Erfahrungen vorher zu bestimmen wußte, nämlich die Erforschung der Wärmequellen, wohl noch bis zur vollkommeneren Kenntniß des Wärmestoffs ausgesetzt bleiben.

Die Theorie, welche aus den vorgetragenen Versuchen hervor zu gehen scheint, wird wohl auf folgende Art sich ausdrücken lassen. Durch die erste Wärmeerregung (sie geschehe auf jede mögliche Weise) tritt der Sauerstoff aus dem Salpe-

ter mit der Kohle zusammen, und bildet kohlen saures Gas. Dieses wird in dem Fall, wo es nicht sogleich entweichen kann, durch die aus dem so schnell erregten Verbrennungs-Proceß hervorgehende Wärme, um mehr als das doppelte seines Volumens ausgedehnt, und äußert dadurch die bekannte Kraft.

§. 46.

Die Wärme, welche aus dem Verbrennungs-Proceß der Kohle hervorgehet, und das sich bildende Gas ausdehnt, kommt höchst wahrscheinlich aus dem Sauerstoff und Kohlenstoff zugleich, und mögte auf dieselbe Weise entstehen, wie der Funken aus den beyden sich ausgleichenden Electricitäten hervor gehet.

Man darf sich durch die Erfahrung, welche Lavoisier *) hauptsächlich zur Erklärung des Verbrennungs-Processes benutzte, daß wenn ein fester Körper in einen elastisch flüssigen Zustand übergethet, Wärme gebunden, und umgekehrt, Wärme frei wird, wenn ein flüssiger Körper in einen festen Zustand übergethet, nicht irre machen lassen, denn hier wird mehr Sauerstoff verdichtet als Kohlenstoff verdünnt.

§. 47.

Da die Gasmasse auch bey dem besten Verhältniß der Ingredienzen des Pulvers nur unbedeutend vermehrt werden kann, so würde auch auf diesem Wege die Kraft nur unbedeutend vergrößert werden können. Dagegen wird diese in dem Fall sehr viel vergrößert, wenn erstens der Verbrennungs-Proceß so schnell als möglich von statten gehet, wozu z. B. gehört, daß das Pulver mit schlechten Wärmeleitern umgeben seye, damit die Wärme größtentheils zur Expansion des kohlen sauren Gases verwendet werde; (hölzerne Kanonen mußten weiter schießen als metallene wenn nicht andere Hindernisse, stärkere Friction

*) Dessen System der antiphlogistischen Chemie, Artikel: Verbrennung und Verpuffung.

tion ic. eintreten,) zweyten wenn alles Pulver zugleich verbrennt, was nur geschehen kann, wenn die Pulvermasse nicht zerstreut wird, und wenn noch so viel atmosphärische Luft in den Zwischenräumen vorhanden ist, daß der Verbrennungs-Proceß durch das erzeugte kohlenfaure = und das entbundene Stickgas, nicht unterbrochen wird; aus diesem Grunde äußert vollkommen rund gekörntes Pulver mehr Kraft, als das mit irregulären Formen, weil ersteres die größt möglichen Zwischenräume bedingt. Es ließe sich noch eine Menge hierher gehöriger Erfahrungen aufzählen, die sich alle auf obige Art erklären lassen, indessen ist es von selbst einleuchtend, daß wenn die Erklärung richtig ist, und dieß muß der Fall seyn, wenn sie bloß der Erfahrung entnommen ist, sie auf jeden einzelnen Fall angewendet immer klar und ungezwungen erscheinen müsse. Wir wollen statt aller ängstlichen Auffuchung der dahin gehörigen Thatsachen, durch fernere Versuche zu beweisen suchen, daß die vorzüglichste Kraft des Pulvers auf der größtmöglichen Expansion des kohlenfauren Gases, welche durch vermehrte Wärme oder den aufs höchste beschleunigten Verbrennungs-Proceß hervor gebracht wird, beruhe.

Achter Versuch.

Entzündung des Pulvers durch comprimirt Luft.

(Hiezu die Zeichnung Fig. 7.)

§. 48.

Wird die Kanone auf folgende Art geladen, daß zuerst 3 Gran Pulver in den Lauf gethan werden, daß ferner die Kugel mit einem gewöhnlichen Pflaster, welches mit Talg bestrichen ist, aufgesetzt, der Embolus in der Compressions-Röhre in die Höhe gezogen, und durch ein sogenanntes Schlagwerk schnell zusammen gepreßt wird, so erfolgt eine solche Wirkung, als wenn die Kanone mit $\frac{1}{2}$ Loth Pulver geladen worden wäre.

Die 1 Loth schwere Kugel wurde bey angestelltem Versuch auf eine Entfernung von 440 Fuß getrieben, und zeigte noch auf der Schreibe einen schwachen Eindruck; während die nämliche Pulvermenge, wenn solche durch einen glühenden Drath oder brennenden Schwamm entzündet wurde, die Kugel gar nicht zu verrücken im Stand war, sondern blos durchs Zündloch abbrannte. Ebenso wenig bewirkte die Compression ohne Pulver eine Verrückung der Kugel.

§. 49.

Hieraus ergiebt sich, daß die, — ich mögte sagen auf's höchste gesteigerte Kraft — des Schießpulvers blos folgenden Umständen zuzuschreiben sey: erstens wurde durch die, mittelst Zusammendrückung der Luft hervorgebrachte Wärme alles Pulver in einem Moment entzündet, es konnte sich keines zerstreuen u.; zweytens wurde durch die weiter hinzugefügte Wärme die Ausdehnung des kohlensauren Gases vermehrt, und um so mehr, weil alles Gas gleichsam in eine erhitzte Atmosphäre gehüllt, und jede momentane Wärmeableitung verhindert wurde; drittens war nicht nur kein Mangel an Sauerstoff, sondern sogar ein Ueberschuß vorhanden, daß also dem vollständigen und momentanen Verbrennungs-Proceß kein Hinderniß in den Weg gelegt wurde, und viertens konnte kein Gas durch das Zündloch entweichen.

§. 50.

Der Knall ist bey diesem Versuch ebenso als wenn die Kanone, mit der nöthigen Menge Pulver geladen, und auf die gewöhnliche Art losgeschossen worden wäre, was wohl auch nicht anders seyn konnte. Denn der Knall entsteht blos von der expandirten Luft, welche auf einmal sich ihrer Spannung entladet, und gegen die atmosphärische Luft anprallt, und wenn die Spannung groß genug war, solche zertheilt. Dieser Knall ist nicht immer derselbe, es kommt hauptsächlich auf die Mündung des Geschüzes, auf die Kraft des Schusses, auf die

Dichtigkeit der atmosphärischen Luft u. dgl. an. Wer schon viel schießen hörte, der wird bey grobem Geschütz zwey Töne wahrgenommen haben, denjenigen, wo die atmosphärische Luft den Stoß von der gepreßten Luft aus dem Geschütz erhält, und einen zweyten, wo die dadurch getheilt wordene atmosphärische Luft wieder zusammen schlägt. Es könnte dagegen angeführt werden, warum der Schuß einer Windbüchse nicht auch knallt? die Pressung der Luft in einer Windbüchse mögte wohl mit dem Schuß einer Pulverladung in einem ähnlichen Verhältniß stehen, als wie ein sogenannter Feuerkeufel, mit der nämlichen Menge Pulver in einen engen Raum eingeschlossen; springt einmal eine Luftkugel an einer Windbüchse entzwey, so ist der Knall stärker, als der der stärksten Flinte.

§. 51.

Die Kraft des Pulvers konnte mit der Kanone um deswillen nicht genauer ausgemittelt werden, weil die Kugel zu klein war, und oft unter 10 Schüssen kaum einmal wieder gefunden wurde; sollte jemand den Versuch mit comprimirter Luft das Pulver zu entzünden wiederholen; so wäre zu wünschen, daß ein Prob-Mörser gefertigt würde, die Einrichtung wäre dieselbe, nur müßte da, wo die Compressions Maschine aufgeschraubt wird, und das Zündloch eingebohrt ist, ein schiefer Anguß sich befinden, welcher mit der Elevation des Mörsers parallel stünde, damit die Compressions-Röhre wegen des Schlagwerks eine gerade Richtung bekäme.

Ein geschickter Mechanikus, und ein guter Artillerist werden dabey kein Hinderniß finden, sondern gewiß manche Verbesserung anbringen.

§. 52.

Mit der kleinen Kugel hätte man so bald kein genügendes Resultat erhalten, wenn nicht bey den Proben mit Papier überzogene Rahmen aufgestellt worden wären, wodurch man öfters

den Weg, welchen die Kugel nahm, beobachten konnte; öfters ricochetirte die Kugel auch auf eine sonderbare Weise, so daß sie Aeste an Bäumen abschlug, und auf das Dach meines Laboratoriums auffiel, welches noch ungefähr 15 Schritte weiter vom Ziele entfernt war.

§. 53.

Obiger Versuch verdient gewiß von Andern wiederholt zu werden, nicht allein weil man dadurch die Kraft des Pulvers auf den höchst möglichen Grad zu bringen im Stand ist, sondern weil er eben dadurch auch in mancher Beziehung technische Anwendung finden dürfte.

Man könnte vielleicht auf Schiffen und in Festungen die Kanonen auf diese Art einrichten, um eine sehr große Menge Pulver zu sparen. Eben so dürfte er beym Bergbau Anwendung verdienen, und würde dort viele Vortheile versprechen; man brauchte z. B. nur kleine Oeffnungen in das Gestein zu bohren, würde sehr viel Pulver ersparen, und die meiste Gefahr könnte vermieden werden, da die sogenannte Kase, welche die Compressions-Maschine zusammen drückte, leicht von der Entfernung aus, mittelst einer Schnur ausgehängt werden könnte.

§. 54.

Die Zukunft wird lehren, ob die Vermuthungen über die Anwendung dieser Entzündungsart gegründet sind, wenn die Sache näher geprüft, und ins Leben geführt wird: Es braucht freylich alles Zeit, denn nicht selten bedurften die nützlichsten Erfindungen einen kräftigen Anstoß, bis sie allgemeine Anwendung fanden; man vergleiche nur die Verkohlung im verschlossenen Raum mit der Meiler-Verkohlung, die Gasbeleuchtung mit der gewöhnlichen, und hundert andere sehr nützliche Entdeckungen, die manchmal geraume Zeit bekannt waren, bevor sie eigentlich benutzt worden. Um nicht von dem Thema abzukommen,

dürfte es nicht unwichtig seyn, zu zeigen, wie die Kraft des Pulvers durch die Anwendung der aufgestellten Grundsätze vermindert werden könne. Zuvor aber noch eine scheinbare Vermehrung bekannter Art.

§. 55.

Im Jahr 1817 wurde im allgemeinen Anzeiger No. 272 bekannt gemacht, daß man in Brasilien sich längst des Mehls einer Wurzel von einer *Jatropha Species*, wahrscheinlich aber des *Hibiscus manihot L. bediense*, um die Kraft des Schießpulvers zu vermehren. *)

Da in vielen Gruben die Bergleute das Pulver anschaffen müssen, so würden solche gerne ein Ersatzmittel angewendet haben, um einen Theil Pulver zu sparen; allein die Stoffe, welche die Kraft des Pulvers vermehren sollen, können nie so sorgfältig unter das Pulver vertheilt werden, daß sie nicht manchmal auch das Fortbrennen des Pulvers verhindern, und dadurch den Schuß unwirksam machen, wodurch für die Arbeiter die größte Gefahr entsteht, wenn sie an derselben Stelle nachbohren wollen. Die durch einen solchen Zusatz scheinbare Vermehrung der Kraft des Pulvers dürfte bloß darin bestehen, daß die Zwischenräume vergrößert werden, wodurch eine größere Menge Pulver sich entzünden kann. Daß keine andere Ursache dabei in's Spiel komme, erhellet daraus, daß es gleichgültig zu seyn scheint, ob man Sand, Saamen, Sägspähne, Metallkörner oder Feilspähne, Kohlen oder Kohlenstoffhaltige Körper ic. ic. wähle. Die

*) D. B. N. Selb in Wolsach, der vieles aufzufassen vermag, wobey sich ein Vortheil für ihn ergeben könnte, verbreitete diese Nachricht durch eine Abhandlung, die er auch Sr. Majestät dem Kaiser aller Reussen übersandte, und dafür einen kostbaren Ring von Diamanten erhielt. Die Erklärung welche er von dieser verstärkten Wirkung gab, war aber so hinkend, und die Sache so wenig anwendbar, daß sie wohl von allen Seiten geprüft, aber nicht allgemein anwendbar gefunden wurde.

(Archiv über Bergbau und Hüttenwesen von Dr. K. L. B. Karsten, 1ste Bd. 1tes Hest 1818. 2te Bd. 1tes Hest 1819. 1te Bd. 3tes Hest 1820. 4te Bd. 1tes Hest, und 5te Bd. 1tes Hest 1821.)

größte Kraft und das geringste Hinderniß, rücksichtlich des Fortbrennens würde erzielt, wenn man den Raum bloß mit Luft erfüllt läßt. Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung, daß jedes Gewehr zerspringt, wenn die Kugel oder der Propfer nicht auf dem Pulver auffiget, und dadurch wird doch weiter nichts bewirkt, als daß in demselben Raum die ganze Ladung auf einmal verbrennen, und also auch eine vermehrte Kraft äußern kann.

§. 56.

So wie durch Vermehrung der atmosph. Luft hier eine geringere Menge Pulver dieselbe Kraft äußert, eben so sehr leuchtet es ein, und man kann sich nicht allein aus den früheren Versuchen, hauptsächlich aus demjenigen, wo keine Verpuffung statt fand, wenn alle Luft ausgeschlossen wird, sondern auch bey jedem Schuß überzeugen, wenn man über eine weiße Fläche im Winter über den Schnee hinschießt, wobey man die unverbrannten Pulverkörner wieder zusammen zählen kann, daß aus Mangel an atmosphärischer Luft, nicht alles Pulver verbrennt wird. Dieses beruhet auf denselben Gründen, welche in dem §. 47. angegeben wurden. Wenn ein Theil Pulver verbrennt, so wird alles Sauerstoffgas zur Bildung des kohlen-sauren Gases verwendet, und es bleibt nichts als Stickgas und kohlen-saures Gas übrig, in welchem keine weitere Verbrennung statt finden kann. Da dieser Satz schon aus bekannten Erfahrungen genommen ist, so dürfte es überflüssig seyn, noch weitere Versuche zu seinem Beweis anzuführen.

§. 57.

Ueber die Verminderung der Pulver-Kraft, durch Zusatz von Phosphor.

Neunter Versuch.

Wird Phosphor in eine Flasche oder Kapsel mit heißem Wasser gethan, oder, was noch besser ist, wird die Flasche oder das Gefäß worinn der Phosphor mit warmem Wasser enthalten

ist, so lange in ein Gefäß mit heißem Wasser gestellt, bis der Phosphor zerschmolzen, sodann im Kreis bewegt, bis der Phosphor sich in die kleinste Körnchen zertheilt und wieder erhärtet hat, so kann solcher, wenn er unter dem Wasser vollkommen abgekühlt und mit Fließpapier wieder getrocknet worden, mit dem Pulver vermischt, und entweder in der Verpuffungsröhre, oder in einem Probmörser, oder einer andern Pulverprobe, oder auch in einem Gewehr entzündet werden. Die Kraft des Pulvers wird je nach der größeren oder geringeren Menge Phosphor um das 2 — 10 fache vermindert werden, auch abgesehen von dem größeren oder geringeren Einfluß der früher angeführten Umstände. Die Gründe dieser Erscheinung sind folgende:

§. 58.

Während die Verpuffung vor sich geht, vereinigt sich der größere Theil des aus dem Salpeter frey werdenden Sauerstoffs mit dem Phosphor, und bildet mit demselben Phosphorsäure. Da diese aber nicht gasförmig, sondern trocken erscheint, so entsteht eine geringere Gasmenge, und um deßwillen auch verminderte Kraft des Schießpulvers.

Es wäre wichtig, ein Pulver aus Salpeter und Phosphor zu bereiten, weil man schon aus Erfahrung weiß, daß Salpeter und Phosphor verpuffen. Bis jetzt konnte dieses aber nicht ausgeführt werden. Da ohne dieß noch manche Versuche anzustellen übrig bleiben, so kann vielleicht in der Folge noch ein Nachtrag hiezu geliefert werden.

Obiger Versuch granulirten Phosphor mit Pulver gemischt zu verpuffen, wurde öfters angestellt, und immer eine beträchtliche Verminderung der Kraft des Pulvers gefunden.

§. 59.

Ein Versuch, welchen Müncke *) anführt, und der mehrere

*) G. W. Müncke über das Schießpulver. Marburg 1817. §. 22.

mal wiederholt eben so gefunden worden, scheint mit dem früher angeführten nicht vollkommen übereinzustimmen. Er besteht darin, daß man in ein Stückchen einer Barometer Röhre, welches an einem Ende zugeschmolzen ist, $\frac{1}{4}$ Gran Pulver bringt, die Röhre mit Quecksilber anfüllt, und so lange mäßig erwärmt, bis die Luft zwischen dem Quecksilber entwichen ist; diese Röhre wird sodann über ein weites Gefäß mit der Maschine Fig. 5. angeschraubt, so daß sie etwa in lothrechter Richtung gehalten wird. Wird sie alsdann mit einer Weingeistlampe erhitzt, so erfolgt eine Verpuffung, und alles Quecksilber wird entweder in einem feinen Regen hinaus geworfen, oder die Röhre wird zersplittert.

§. 60.

Bey diesem Versuch scheint zwar die Luft ziemlich ausgeschloffen, und dessen ungeachtet erfolgt eine Verpuffung bey schneller Erhizung. Selbst bey aller angewandten Mühe durch allmähliche Erhizung, die Verpuffung zu vermeiden, fand doch immer eine schwache Verpuffung statt, und nie konnte eine langsame Zersezung herausgebracht werden. Dieß scheint auf folgenden Gründen zu beruhen, das Glas als ein sehr guter Wärmeleiter, theilt seine Wärme sogleich dem Quecksilber und Pulver mit. Auch mögen noch einzelne Luft-Bläschen zwischen dem Quecksilber sich aufhalten, die sich durch das Aufstoßen des Quecksilbers, wenn es bald zu kochen anfängt, sammeln und zur Entzündung kleiner Pulvertheile beytragen. Diese schwache Verpuffung reicht schon hin, um die kleinere Quecksilbersäule hinaus zu werfen, wo alsdann alles Pulver zu verbrennen im Stande ist. Vielleicht ließe sich durch eine höhere Quecksilbersäule, und durch eine recht vorsichtige Erwärmung, doch noch eine Entzündung ohne Verpuffung erzielen, es ist wenigstens schwer einzusehen, warum im Glas nicht derselbe Erfolg statt finden solle, wie im Eisen, da die wärme leitende Kraft des letzteren, von der des Glases nicht so sehr verschieden ist.

§. 61.

Die Ausdehnung des kohlensauren Gases durch die Wärme, stehet mit der Zusammenpressung in folgendem Verhältniß: ist die Spannung oder Zusammenpressung größer, als die Ausdehnung, so erfolgt keine Verpuffung; die Wärme, welche das kohlensaure Gas expandirte, theilt sich dem umgebenden Körper, oder demjenigen, welcher ihm zunächst liegt, oder von welchem es eingeschlossen wird, allmählig mit, und vielleicht wird durch einen Theil Kali ein Antheil kohlensaures Gas verschluckt, und auf diese Weise erstirbt die Kraft in sich selbst. Dieß war der Fall bey einigen Versuchen Rumsfords.

§. 62.

Eben so wird keine starke Verpuffung erfolgen, wenn der Körper, worin das Pulver eingeschlossen, sehr porös ist, oder Risse und Spalten hat, wodurch das expandirte Gas schnell entweichen kann. Dieses zeigt sich öfters bey dem Zerspringen von Steinmassen oder Klögen. Je größer die Masse an Gas, welche auf einmal entwickelt wird, desto weniger findet solche Gelegenheit, wieder zu entweichen. Beym Zerspringen von Klögen, welches mir in früherer Zeit viel Vergnügen machte, wird viel Pulver erspart, wenn der Zapfen nicht auf dem Pulver aufsißt, sondern noch ein leerer Zwischenraum bleibt, wodurch wie oben §. 55. angeführt worden, das Pulver vollkommner zerlegt wird. Die Entzündung geschieht alsdann mittelst Stoppinen oder Schwefelfaden ic. Ein Quintchen Pulver war auf diese Art immer hinreichend, den stärksten Klotz zu zersprengen.

Weit leichter gehet gewiß die Sprengung der Steinmassen oder Klöße von statten, wenn das Pulver mittelst comprimierter Luft entzündet wird; man braucht keinen Propf aufzusetzen, und keine Zündruthe anzubringen. Vielleicht finden aber manche eine Schwierigkeit darin, wie die Compressions Maschine anzubringen seye; allein, dafür wird jeder geschickte Mechaniker Rath

wissen; man bringt z. B. einen Aufsatz über einem konischen und durchbohrten Zapfen an. Der Aufsatz wird mit einigen Lederscheiben versehen, der Zapfen mit Werk umwickelt, und so in das Loch, worin die Ladung ist, fest eingesteckt etc.

§. 63.

Wie verhält sich das Pulver bey der Entzündung durch den elektrischen Funken?

Zehnter Versuch.

In die Oeffnung h. des buchsbaumnen Klößchens Fig. 4. wurde $\frac{1}{4}$ Gran zerriebenes Pulver mit $\frac{1}{8}$ Gran Eisenfeile gefüllt, die von der Kapsel losgeschraubte Röhre Fig. 2. eingeschraubt, sodann mit dem Quecksilber Apparat Fig. 3. in Verbindung gesetzt, ein mit Quecksilber gefüllter Cylinder Fig. 6. über die Oeffnung der Wanne gesetzt, und mit der Maschine Fig. 5. festgeschraubt. Ferner der Ring s an Fig. 4. mittelst einer nassen Schnur mit dem Beleg einer Leidner Flasche in Verbindung gesetzt, alsdann die Flasche geladen, und mit einem Auslader der Funken aus der Flasche an das Knöpfchen p. der Maschine übergeleitet. Es erfolgte eine schwache Explosion, und es zeigten sich ganz dieselben Erscheinungen, wie bey dem ersten Versuch. Bald erschien mehr, bald weniger Gas in dem Cylinder, je nachdem mehr oder weniger Pulver entzündet wurde; denn häufig wurde ein großer Theil von dem zuerst entzündeten fortgeschleudert, auch fand niemals eine vollkommene Zerlegung des Pulvers statt, sondern der Rückstand behielt eine schwarze Farbe, was nicht mehr der Fall ist, wenn das Pulver vollkommen zerlegt wird, wie bey dem dritten Versuch.

§. 64.

Es wäre zu erwarten gewesen, daß durch die Entzündung des Schießpulvers mittelst des electrischen Funkens eine stärkere Explosion erfolgen würde, weil der Funke die Pulvermasse sehr schnell durchdringt; allein der Erfolg zeigte ganz dieselbe Er-

scheinung, als wenn das Pulver durch die Erhizung entzündet worden. Zu bedauern ist es, daß beym Ausschluß der Luft keine Entzündung oder Verpuffung, mittelst der Electricität bewirkt werden kann.

Die Entzündung mittelst des electricischen Funkens gelingt auch zuweilen ohne Feilspäne, wenn nur die Spizen, wo der Funken überspringen soll, gut isolirt sind, auch ist es einerley, ob der nasse Leiter mit der Leidner Flasche einer Batterie, oder dem Auslader verbunden seye. Selbst gelingt die Entzündung manchmal ohne nassen Leiter, besonders wenn mehrere Gran Pulver auf einmal entzündet werden, und wenn das Pulver da wo es die Spizen berührt, etwas zerdrückt oder fein zerrieben wird. Der Verpuffungs-Proceß durch den electricischen Funken bewirkt, beruhet wie natürlich auf denselben Gründen, welche früher angeführt worden.

§. 65.

Nach dem von Hrn. General v. Hoyer angeführten Versuche, solle das Mehlpulver eine schwächere Wirkung äußern, als das gekörnte. Obgleich diese Versuche noch nicht bis zur Evidenz erwiesen sind, so ließen sich doch einzelne Gründe für dessen schwächere Wirkung anführen. Erstens. Bey dem gekörnten Pulver ist jedes Körnchen gleichsam in eine eigene Atmosphäre gehüllt, wodurch das Fortbrennen erleichtert wird, während das Mehlpulver zwar mehr Luft enthält, aber viel kleinere Zwischenräume darbietet, so, daß die Luft gleich durch das entstandene kohlenfaure und Stickgas zur weitem Verpuffung untauglich wird. Zweitens. Ist die Luft die die Körner umgibt, ein schlechterer Wärmeleiter, als das Pulvermehl selbst, wodurch keine so starke Ausdehnung erfolgt. Drittens. Wird das Mehlpulver weit leichter unverbrannt, von der ersten Wirkung der Verpuffung verstäubt, als die schwereren Körner. Viertens. Kann durch das zersezte Pulvermehl, der Kohlenäure eine größere Oberfläche dargeboten, und

von diesem also gleichzeitig mehr verschluckt werden; dieses würde sich durch genaue Untersuchung des Rückstandes näher bestimmen lassen. Fünftens. Wird durch das Zerfließen des Salpeters in dem Mehlpulver leichter eine Kruste gebildet, die dem Fortbrennen Hindernisse in den Weg legt.

Versuche und Beweise für diese Angaben muß ich mit ebenfalls für den versprochenen Nachtrag vorbehalten.

§. 66.

Ueber Pulver aus oxydirtem Chlorkali (oxydirten halogen Kali oder oxydirtem salzsaurem Kali.)

Hierüber konnte keine Versuche mehr angestellt werden, in dessen mögen auch diese dem versprochenen Nachtrag vorbehalten bleiben, so wie diejenige über Knall-Silber, Knall-Gold und Knall-Quecksilber, wozu bereits Materialien gesammelt sind. Werden die Bestandtheile des Chlor-Kali, soweit solche bekannt sind, einer näheren Betrachtung unterworfen, so ergibt sich erstens, daß solches seinen Sauerstoff weit leichter abgibt, als der Salpeter. Zweytens, daß es mehr Sauerstoff enthält. Drittens, daß höchst wahrscheinlich die Grundlage desselben das Chlor, den Verbrennungsprozeß nicht stört, wie der Stickstoff aus dem Salpeter. Es läßt sich also schon aus diesen Ursachen, die freylich noch nicht alle evident erwiesen sind, annehmen, daß der Verbrennungsprozeß weit schneller von statten gehen, folglich eine größere Gasmenge sich entwickeln, und eine stärkere Erhitzung, also auch eine erhöhte Kraftäußerung statt finden müsse.

Es sollte überhaupt in einer Wissenschaft, welche größerntheils auf Erfahrung begründet ist, zum strengen Gesetz gemacht werden, daß alles, (wie es Lavoisier gethan,) aus den Versuchen durch Gewicht- und Maas-Bestimmung erwiesen werden müßte. Es würde dann manche Messen weniger Theorien, die die Wissenschaft doch nicht weiter bringen, zu Tage fördern, und an deren Stelle erhielten wir mehr Erfahrungen, Beweise, Folgerungen und Wahrheiten.

S. 67.

Früher wurde auf den Rückstand, welcher nach der Verpuffung des Pulvers übrig bleibt, aus folgendem Grunde keine Rücksicht genommen. So lange nämlich die Versuche mit Glasröhren angestellt wurden, gelang es nicht den Rückstand mit Wasser so vollkommen genau zusammen zu bringen, daß eine reine Analyse hätte darauf gegründet werden können. Die Röhren wurden immer mit Quecksilberkugeln verunreinigt, konnten also nicht nachgewogen werden, und wurde das Quecksilber durch Hitze entfernt, was so leicht nicht zu bewirken ist, und einen nachtheiligen Einfluß auf die Gesundheit äußert, so war immer noch eine schwierige Aufgabe, den Rückstand ohne Verlust mit Wasser zusammen zu waschen, um eine fehlerfreie Analyse darauf gründen zu können. Man mußte sich daher begnügen, dasjenige ohne Gewicht- und Maasbestimmung zu prüfen, was erhalten werden konnte. Es wurde die Röhre erwärmt, und die Spitze derselben in ein Glas mit destillirtem Wasser gehalten, welches so fort durch den Druck der Atmosphäre hinein drang, die Röhre wurde nun so lange hin und her bewegt, bis alles abgeschwemmt war, und dann die Flüssigkeit durch abermalige Erwärmung auf ein Filtrum heraus gepreßt, dieses mit destillirtem Wasser abgewaschen und getrocknet. Es blieben auf demselben einzelne Kohlentheile, mehrere Quecksilberkugeln und Schwefelstaub. Das Wasser wurde durch folgende Reagentien geprüft. Geröthetes Lackmuspapier wurde nicht blaugefärbt.

Schwache - Säuren bewirkten kein Brausen.

Salzsaure - Schwererde brachte einen schwachen Niederschlag hervor.

Der Rückstand scheint also nach dieser Prüfung etwas unzerlegte Kohlen- und Schwefeltheile, so wie die Flüssigkeit ein schwefelsaures Kali zu enthalten.

§. 68.

Anderes verhielt sich der Rückstand, welcher in der eisernen Verpuffungsröhre enthalten war. Dieser gab eine bläuliche Flüssigkeit, worin im Fall das Glühen so lange fortgesetzt worden, bis kein Gas mehr übergieng, keine Kohlentheile bemerklich waren. Dagegen reagirte die Flüssigkeit stark auf Eisen, auch wurden, wenn der filtrirten Flüssigkeit einige Tropfen Salpetersäure zugesetzt worden, einzelne Flocken Schwefel ausgeschieden. Die Flüssigkeit enthielt ebenfalls schwefelsaures Kali.

§. 69.

Aus diesen vorläufigen Prüfungen ergibt sich, daß der Schwefel nicht so ganz unwirksam bleibt, wie aus den Verpuffungs- = Versuchen 1. 2. und 3. geschlossen worden, sondern daß sich wirklich ein Theil Schwefel mit dem Sauerstoff zu Schwefelsäure verbinde, und diese mit dem Kali des Salpeters, schwefelsaures Kali darstelle; wodurch bewirkt wird, daß das Kali kein kohlen-saures Gas verschlucken kann, so, daß also das kohlen-saure Gas als elastisches Fluidum wirksam bleiben muß. Da obiger Versuch, nämlich eine genaue Untersuchung des Rückstandes mit Vergleichung aller in Mischung gekommener Stoffe, weit wichtiger ist, als anfänglich zu vermuthen war, so dürfte eine leicht faßliche und genaue Beschreibung desselben nicht überflüssig seyn.

§. 70.

Eine ungefähr 6 — 10 Zoll lange, und 4 bis 6 Linien weite Glasröhre, welche an einem Ende zugeschmolzen worden, wird vollkommen gereinigt, erwärmt und auf's genaueste gewogen, diese wird in die Maschine Fig. 5. lothrecht eingeschraubt, $\frac{1}{2}$ Gran Pulver hinein gethan, und mit einer Weingeistlampe allmählig so lange erwärmt, bis eine Verpuffung erfolgt. Dieser Verpuffungs- = Versuch wird, nachdem man jedesmal die Röhre nach der Verpuffung genau nachgewogen, und das Gewicht aufgezeichnet hat, mehreremal wiederholt. Der Rückstand in

der Röhre wird nun in destillirtem Wasser aufgelöst, und auf ein vollkommen ausgetrocknetes und genau gewogenes Filtrum gegossen, dieses mit destillirtem Wasser ausgewaschen und getrocknet, und alsdann, wenn es durchs Trocknen nichts mehr verliert, gewogen. Die Kohle wird nun vom Schwefel auf oben angeführte Art (S. 1.) geschieden. Die Flüssigkeit wird auf einer tarirten Platin = Schale, oder in einem abgewogenen Uhren-glas bis zur Trockne verdunstet, und gewogen.

§. 71.

Die Resultate, welche sich aus diesen Versuchen ergeben, sind folgende:

Von den Verpuffungs = Versuchen wird jedesmal ungefähr $\frac{1}{2}$ Gran in der Röhre als Rückstand bleiben; bald mehr, bald weniger, je nach dem der Verpuffungsproceß mehr oder weniger vollständig erfolgt, welches von den bereits angeführten Umständen abhängig ist, und wobey noch weiter in Betracht kommt, ob die Röhre gleich nach der Verpuffung, oder etwas später gewogen wird; denn durch die Verpuffung wird die Röhre erhitzt, es wird also die Luft, welche die Röhre nach der Verpuffung anfüllt, bald dichter, bald dünner seyn, und daher heiß um so viel weniger wiegen, als vorher die kalte atmosphärische Luft gewogen. — Man erhält also von 2 Gran Pulver einen halben Gran Rückstand. Diese Versuche sollten so oft wiederholt werden, bis man 2 Gran Rückstand hat, weil so kleine Quantitäten unmöglich mit der nöthigen Genauigkeit gewogen werden können, damit das Endresultat dem Ganzen vollkommen entspreche, oder damit das Gewicht aller der einzelnen Stoffe, welche aus der Zerlegung hervorgehen, mit dem Gewicht des verwendeten Pulvers wieder harmonire. Wird obiger Rückstand in destillirtem Wasser gelöst und filtrirt, so wird auf dem Filtrum von 2 Gran $\frac{1}{2}$ Gran zurückbleiben; auch dieses Gewicht ist nicht constant, weil das Pulver aus den angeführten Ursachen bald vollkommener, bald unvollkommener verbrannt wird. Die helle

Flüchtigkeit hinterläßt in der Schale, worin solche verdunstet wird, 1,75 Gran vitriolisirten Weinstein, oder schwefelsaures Kali.

Berechnet man nach diesem Erfund die Bestandtheile, so ergibt sich folgendes Resultat.

Von $\frac{1}{4}$ Gran Pulver wurde nach Verf. 4 — 6 §. 39. erhalten

0,1505¹⁰⁰ = 0,0777 Gr. kohlensaures Gas

0,1095¹⁰⁰ = 0,0497 Gr. Stickgas, also im

Ganzen — : 0,1274 Gr. Pulvergas, folglich

von 1 Gr. Pulver 0,5096

hiez u der Rückstand 0,2500

es fehlte demnach 0,7596

§. 72.

Um diesen Verlust zu vermeiden ist es nöthig, daß die Röhre, worin man den Verpuffungs = Versuch anstellt, wenigstens so lange seye, bis sie oben nicht mehr anlaufft, also 2 Fuß 5 Zoll lang und 3 Linien weit. Man wird bemerken, daß die Gasarten, welche bey der Verpuffung entweichen, viel von dem Rückstand mit verflüchtigen, denn sie entweichen nicht als reines Gas, sondern wie ein dicker Nebel. Nimmt man die Verpuffung in einer recht dünnen Glasröhre von 2 — 5 Fuß Länge, und 3 Linien Weite vor, so wird der Rückstand von 4 Verpuffungs = Versuchen, oder von einem Gran Pulver genau einen halben Gran betragen. Die Röhre wird an dem verschlossenern Ende eine grauschwarze Masse enthalten, und die Wand wird beynahe bis ans obere Ende mit einer graulicht weißen Dryd überzogen seyn. Das Pulvergas setzt nämlich die festen Stoffe, welche durch die Hitze in demselben aufgelöst, oder vielmehr mechanisch damit verbunden waren, bey dem Aufsteigen an die kälteren Wände der Glasröhre ab, und das Gas entweicht dann in reinem Zustand. Eine sehr dünne Röhre ist darum erforderlich, weil, wenn die Röhre sehr schwer ist, die Wage nicht mehr

mehr das kleine Gewicht mit der nöthigen Genauigkeit angeben kann.

§. 73.

Ein Hauptumstand, der hier in Erwägung gezogen zu werden verdient, ist, daß die Röhre etne zeitlang nach der Verpuffung an Gewicht zunimmt, wenn sich auch schon die Differenz ausgeglichen hat, welche zwischen dem dünner oder wärmeren und dichten oder kälteren Zustand der atmosphärischen Luft statt findet. Diese Zunahme rührt von folgendem Umstand her: es wird durch die Hitze selbst ein Theil Kali des Salpeters zerfest, dieses tritt seinen Sauerstoff an die Kohle und den Schwefel ab, wird als Metalloid verflüchtigt, oder an die kältere Wände der Glasröhre abgesetzt, und nimmt so lange Sauerstoff von der atmosphärischen Luft auf, bis es wieder in Kali umgewandelt ist.

Hat man sich einmal bis zur reinen Erkenntniß des ganzen Verpuffungsprozesses erhoben, so wird es nicht mehr schwer seyn, alle Umstände aus dem Wege zu räumen, welche einige Unbestimmtheit in die Resultate bringen. Man hat hier zwey Mittel um das Gewicht des Rückstandes zu bestimmen. Das Erste wird darin bestehen, daß man das Gewicht des Rückstandes untersucht, wenn die Temperatur der Röhre auf die der Atmosphäre zurück gekommen ist, wobey man die Röhre gleich nach der Verpuffung mit einem gut passenden und abgewogenen Pfropf verschließt, und das Zweyte, daß man den Rückstand so lange der Einwirkung der Atmosphäre bloßstellt, bis sich das Gewicht nicht mehr vermehrt. Im ersten Fall wird sich das Gewicht ausgleichen, das heißt: es wird, wenn man das Gewicht der erhaltenen Gasarten zu dem Gewicht des Rückstands addirt, wieder das ganze Gewicht des angewandten Schießpulvers erscheinen; im zweyten Fall wird man einen Uberschuß finden, welcher davon entstehet, daß das Metalloid Sauerstoff von der atmosphärischen Luft aufgenommen, und welcher so viel an Gewicht beträgt, als es zuvor an die Kohle und den Schwefel abgetreten.

§. 74.

Wiederholung sämmtlicher Erscheinungen, welche sich bey der Verpuffung des Pulvers darstellen.

Es wurde früher gezeigt, daß das Pulver entweder durch einen gleichzeitigen Verbrennungsprozeß, oder durch allmähliche Erwärmung zerlegt werden könne.

Im ersten Fall finden folgende Erscheinungen statt: der Sauerstoff des Salpeters gehet mit der Kohle in Verbindung; es wird durch diesen gleichzeitigen Verbrennungsprozeß so viel Wärme frey, daß das kohlen-saure Gas sowohl als das Stickgas möglichst ausgedehnt werden, und daß selbst ein Theil des Kalis einen Theil seines Sauerstoffgehalts an die Kohle und den Schwefel abtritt. Es wird also bey der Verpuffung des Pulvers der Salpeter in seine entfernte Bestandtheile zerlegt, also in Sauerstoff, Stickstoff und Kalium. Der Sauerstoff tritt mit der Kohle und dem Schwefel zusammen, bildet Kohlen- und Schwefelsäure. Letztere verbindet sich wieder mit dem Kalium zu schwefelsaurem Kali. Geschiehet die Verpuffung des Pulvers in verschlossenen Räumen, so bewirken die expandirten Gasarten die bekannte Kraft.

Im zweyten Fall gehet dieselbe chemische Aenderung vor sich, nur geschiehet die Zersekung so langsam, daß fast keine Ausdehnung der Gasarten statt findet.

§. 75.

Es wurde gezeigt, daß nur so viel Pulver in verschlossenen Räumen verpuffen könne, als Sauerstoff oder atmosphärische Luft vorhanden seye, weil in dem kohlen-sauren Gas sowohl, als in dem Stickgas keine Verbrennung erfolge. Zum Beweis wurde angeführt, daß das Pulver unverbrannt hinaus geworfen werde. Eben so wurde bewiesen, daß durch den beschleunigten Verbrennungsprozeß mittelst comprimierter Luft, die Kraftäußerung aufs höchste gesteigert werde. Ferner, daß die Wirkung aufgehoben werden müsse, wenn bey dem Verbrennungsprozeß keine gasförmige, sondern fixe Stoffe entstehen, auch daß durch Hinzufügung anderer Körper die Kraft des Pulvers scheinbar vermehrt werde.

§. 76.

Da die Erklärung sowohl mit den synthetischen als analytischen Versuchen zusammen stimmt, wie bereits angeführt worden, so wird deren Richtigkeit wohl nicht zu bezweifeln seyn. Es ist nur Schade, daß so viele verdiente Chemiker, die diesen Gegenstand vielseitig bearbeitet haben, das weitere Resultat, welches aus der reinen Synthesis und Analyse hervorgienge, nicht erlebten. Es ergibt sich daraus noch das beherzigungswerthe Resultat, daß man in der Chemie nur durch reine Erfahrung, wenn man die Gewichts- und Maaßverhältnisse genau beachtet — bedeutende Fortschritte machen könne. Denn es wird gewiß einleuchten, daß nur durch strenge Beachtung dieser Verhältnisse die allmähliche Entwicklung dieses Gegenstandes statt finden müsse. Wer also chemische Versuche anstellt, dem ist Lavoisiers Gesetz zu empfehlen, daß dieselbe Gewichts- oder Maaß-Mengen aus dem Versuche hervor gehen müssen, welche hinein gebracht worden; wer seine Versuche auf diese Art immer kontrollirt, der wird selten Fehlschlüsse machen, und sich überhaupt vor allen Fehlern verwahren.

§. 77.

Es wird nicht überflüssig seyn, wenn vor dem Schluß dieser Abhandlung der gut gemeinte Rath angehängt wird, daß man bey Wiederholung der Versuche immer dieselben Pulvermengen anwenden wolle, damit kein Unglück erfolge; denn nicht selten wird man durch gelungene Versuche sicher gemacht, und vergrößert die Masse um den Prozeß abzukürzen. Meistens ist die Folge davon, daß die Glasröhren zerspringen, und den Experimentator beschädigen. Werden aber die Versuche mit den angegebenen Pulvermengen angestellt, so wird nicht nur alle Gefahr vermieden, sondern man ist auch des Erfolgs gewiß. Erhält man auf das erste Mal kein genügendes Resultat, so kann der Versuch so oft wiederholt werden, bis wägbare Massen übrig bleiben.

Erklärung der Steinzeichnungen.

Fig. 1. ist die Glasröhre von derselben Größe, bey a ist solche zugeschmolzen; die Biegung bey c richtet sich nach der Wanne, und die Oeffnung an der Spitze darf nicht enger seyn, als der Durchmesser der Pulverförner.

Fig. 2. ist die Röhre von Eisen, ebenfalls von derselben Größe, solche darf nicht gelöthet, sondern sie muß aus einem ganzen und sehr weichen Stückchen Eisen gefertigt und durchbohrt seyn. Denn das Loth würde vom Quecksilber verquickt werden. Die Schraube an der Kapsel d muß sehr fleißig gearbeitet seyn, sie muß an einer Register-Drehbank geschnitten, und mit sehr feinem Schmirgel eingerieben werden, damit, wenn der Aufsatz mit einem Wachsringchen umgeben wird, das flüssige Wachs in die Kapsel nicht eindringen könne.

Bey h Fig. 2 können mehrere kleine Käppchen i k aufgeschraubt werden, um zu sehen, ob die engere oder weitere Oeffnungen Einfluß auf die Gasmenge haben.

e und f ist ein Deckelchen mit mehreren kleinen Löchern, welches genau in die Kapsel hineinpaßt, um das Pulver fest zu halten, damit es nicht bey der Verpuffung zerstreut werde.

Fig. 3. ist die Schale fürs Quecksilber; l ist die Oeffnung in der Brücke, wo der Cylinder darauf gestellt, und der offene Theil der vorher beschriebenen Röhre durchgesteckt wird. m und n ist die Brücke in der Schale, bey o ist solche etwas umgebogen, damit, wenn man aus einer kleinen Retorte Gasarten destilliren will, solche nicht mehr unter der Brücke hervor gehen. Wenn man die Schale ganz leicht hin und her bewegt, so gehet alsdann das Gas durch die Oeffnung.

Fig. 4. ist ein Klöschen von Buchsbaumholz, bey r ist eine Schraube, worin diejenige von der Röhre Fig. 2. hineinpaßt, p und s sind 2 spitzige Drähte, wovon sich der eine in eine Kugel, der andere in einen Ring endigt, und wo der Funken in dem Pulver-Behälter unter r überspringen muß.

Fig. 5. ist eine Maschine, womit der Cylinder über der Wanne fest gehalten wird, sie ist nur in der halben Größe gezeichnet. a b ist eine Zwinge, welche an den Tisch angeschraubt werden kann, e f ist eine Stange, worin sich ein kurzes Röh-

hert c c auf und abschieben läßt, und welches mit der Stellschraube g festgeschraubt werden kann, in demselben Röhrchen läßt sich zugleich eine kleine Stange mit ihrem Ring hin und her schieben, und wird mit der nämlichen Schraube g festgestellt. An dem Ring d ist ebenfalls eine Schraube die den Cylinder fest hält.

Fig. 6 ist ein Cylinder, welcher so eingetheilt seyn solle, daß 100 einzelne Striche genau einen pariser Kubitzoll ausmachen. Ich habe einen solchen Cylinder aus Paris erhalten, von welchem ich glaubte, daß er innwendig sehr genau cylindrisch ausgeschliffen seye, wie ich aber einen darnach fertigte, so fand sich erst, daß die einzelne Grade nicht übereinstimmten, und daß er im innern blos mit Flußspathsäure geätzt war.

Fig. 7. A ist eine Kanone.

B ist eine Compressions = Maschine.

C ein daran geschraubter Hahn.

D ein Klotz worauf die Kanone festgeschraubt ist.

a b sind 2 Bänder, welche um die Kanone fest angezogen, und mit 4 Holzschrauben befestigt sind.

c ist ein Schrauben = Nagel, welcher verhindert, daß die Kanone nicht zurückgestoßen wird. Bey A über dem Bündloch ist eine Schraube eingeschnitten, wo die Compressions = Röhre, welche an dem Anfas e mit einer Lederscheibe versehen seyn muß, eingeschraubt werden kann.

f ist der Embolus der Compressions = Röhre, welcher unten mit einer Anzahl Lederscheiben versehen ist, die vermittelst einer Schraube angezogen werden können. Bey g und h sind zwey Brocken Messing an die eiserne Compressions = Röhre angelöthet; der eine h mit einem eisernen Stock, um die Röhre so fest als möglich auf die Kanone aufschrauben zu können; der andere g mit einer Schrauben = Mutter versehen, damit der Hahn C eingeschraubt werden kann. Zwischen der Schrauben = Mutter g und dem Schrauben = Anfas des Hahns, ist ebenfalls eine Lederscheibe; eine solche ist auch zwischen der Schraube k am untern Theil des Hahns, dieser Hahn stellt die Verbindung der äußern Luft mit dem innern Theil der Compressions = Röhre her, oder hebt solche auf.

Der Hahn hatte noch den weitem Zweck, daß eine Blase angebunden werden kann, um die Wirkung anderer comprimierter Gase zu prüfen, z. B. Sauerstoffgas, Wasserstoffgas, Stickgas u.

Schriften, welche vorzüglich vom Pulver handeln, nach
chronologischer Ordnung von 1606 — 1823.

- La Forge de Vulcain par St. Julien a la Haye 1606.
Diegom Uffanum Archeley Frankfurt 1614.
Vollkommne Geschütz = Feuerwerkerey und Büchsenmeisterey = Kunst
von Casimiro Simienowicz Frankfurt am M. 1676.
Ernst Brauns Unterricht von der Artillerie Danzig 1687. Fol.
Memoires d'Artillerie par le Sr. Surirey de St. Remy a Paris
1697.
Idem a la Haye 1741 4. Vol. 1 und 2.
Idem a Paris 1745 4. Vol. 1 — 3.
Putonaei Grundlehre der Artillerie, Leipzig 1723. Fol.
Lavr. Arrhenius de pulvere nitrato Vpsal. 1729. 8.
Erker Aula subterranea 5te Auflage. Frth. 1736. S. 199 — 203.
M. Nieß Beschreibung der ganzen Artillerie. Dresden 1736. Fol.
Theorie nouvelle sur le mecanisme d'artillerie par Ms. Dulacq.
Paris 1741.
New principles of Gunnery by Benj. Robins, übersetzt von E.
Guler, Berlin 1745. 8.
Der wohlserfahrene Salpetersieder und Feuerwerker. Frankfurt 1754.
Sinceri A. wohlserfahner Salpetersieder und Feuerwerker 8. Frank-
furt und Nürnberg. 1755.
Versuch einer Theorie der Artillerie, von Ritter Patrice d'Arcy.
Dresden 1766. 8.
Anmerkungen über die Gewalt des Schießpulvers, von Lambert.
Dresden 1766. 8. mit 1 Kupfer.
Versuch aus den Central = Kräften, die Wirkungen des Schieß-
pulvers zu bestimmen, von Herrn Begot von Morogues aus dem
Französischen. Nürnberg. 1766. 8.
Papacino d'Antoni physikalisch mathematische Grundsätze der Artil-
lerie. Berlin 1768.
Des Grafen von Saluces Betrachtungen über die flüchtig elastische
Materie, welche aus dem Schießpulver erzeugt wird. Berlin 1768. 8.
Istituzioni fisico mechaniche per le R. Scuole d'Artiglieria a
fortificazione d'Alessandro Vittorino papacino d'Antoni in Tu-
rino 1775. 8.
Dell' Artiglieria practica per le Regie Scuole teoriche d'Arti-
glieria e di fortificazione da Gasp. Tignola in Turino Th. 1.
1774. Th. 2. 1775.
L'Artillerie raisonnée par M. le Blond. Paris 1776.
Ausführliche Abhandlung der Minirkunst von Joh. Mich. Gnusz. Th. 1.
Kopenhagen 1776. 8.
The history of Gunnery by Jam Glenie. London 1776. 8.
Gründlicher Unterricht zur Artillerie und Feuerwerkerey von Adolf
von Bunau. Halle 1779.
Böhms Magazin für Ingenieure und Artillerie. Gießen 1781.
Melchior Hurter Abhandlung zum Beweis, daß die Erfindung des
Schießpulvers unter die nützliche Erfindungen kann gezählt werden.
Schaffhausen und Winterthur. 1786. 8.
W. F. Bucherers Beytrag zur Pyrotechnik. Karlsruhe 1787.

- Memoire sur la meilleure methode d'extraire et de raffiner le salpêtre, par Tronçon Ducoudray. Paris 1790.
- Saueraters Handbuch der praktischen Artillerie = Wissenschaft mit Kupfern. Dresden 1792.
- Plato, Alexander Beschreibung den Salpeter zu siedern, nebst Anweisung zur Feuerwerker = Kunst mit Kupfer. Breslau 1797. 8.
- Abhandlung über das beste Verfahren den Salpeter auszuziehen und zu raffiniren, um ein vollkommenes Schießpulver daraus zu bereiten. Eine Uebersetzung von obigem Memoire von Tronçon Ducoudray. Leipzig 1797. 8.
- Hoyers Geschichte der Kriegskunst. Göttingen 1797.
- Fr. C. Schleicher Handbuch der Artillerie. Marburg 1799.
- G. von Scharnhorst, Handbuch für Officiere. Hannover 1804.
- Rumfords physikalische Abhandlungen oder der 4te Bd. seiner kleinen Schriften. Weimar 1805.
- W. Müllers Handbuch der Verfertigung des groben Geschüzes. Göttingen 1807. Mit 5 Kupfer 3. Thl.
- Pyrotechnie von Claude Ruggieri und Thom Morel. Leipzig 1807.
- Struensee Anfangsgründe der Artillerie von S. G. Hoyer. 4te Auflage. Siegen 1809.
- Vorlesungen über die Artillerie von F. G. Romvroy. 3. Thl. Dresden 1811.
- Hoyer Artillerie. Tübingen 1812.
- Meinecke über das Schießpulver. Halle 1814.
- Bottés und Riffault Anweisung das Schießpulver zu bereiten, übersetzt von Wolf. Berlin 1816.
- G. W. Munké über das Schießpulver. Marburg. 1817.
- Essai sur les Effets de la poudre dans les armes a feu, et dans les Mines par C. F. G. de Gazaux a Paris 1818.
- Plümié, Ernst = Feuerwerkerey für die königl. Preussische Artillerie. Berlin 1818.
- Idem Handbuch für die Artillerie = Officiere. Berlin 1820.
- Vorlesern Versuch zu einem Lehrgebäude der theoretischen und praktischen Artillerie = Wissenschaft. Berlin. 1822. 2 Bände.
- I. B. Venturi von dem Ursprung und dem ersten Fortschritte über das Geschützwesen, von H. F. Ködlich. Mit 2 Kupfer 1822.
- Technisches Handbuch für angehende Artilleristen, von L. v. Breitzhaupt. Tübingen 1822. 2 Bände.
- Einzelne Abhandlungen über das Schießpulver, welche in Zeitschriften und andern Werken enthalten sind, in alphabetischer Ordnung.**
- Abhandlungen (historische) der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Kopenhagen, übersetzt von Heinze. 1. Band.
- Anmerkungen (neue) über alle Theile der Naturwissenschaft. 1 Thl. S. 7. und S. 9.
- Annales de Chimie et de Physique. Tom XVII. p. 435.
- Beaume ExperimentalChemie. 1. Thl. S. 622. 2. Thl. S. 684.
- Beckmann Technologie S. 569 — 573.

- Bergius neues Polizey- und Cameral- Magazin. 5. Bd. S. 145.
 Berzelins Jahrsbericht über die Fortschritte der physischen Wissen-
 schaften. 2ter Jahrgang S. 9. 1823, übersetzt von Gmelin.
 Crells Annal 1784. 1. Thl. S. 451—531. 2. Thl. S. 444.
 Commentation. Bonon. Tom. I. Fig. 1. 2. 3. Tom. IV. Pag. 106—119.
 T6m. V. P. II. Pag. 355. Pag. 357.
 Encyclopedie ou Diction. raisonné. Tom. XIII. a Livourne 1754.
 Gilberts Annalen. 4r Bd. 1800. S. 257—276. S. 282—284. XIV.
 S. 242. XXII. S. 114—121. S. 225—244. XXIII. S. 472.
 XXIV. S. 415. XXV. Hest. 1.
 Hallers Werkstätte. 5. Bd. S. 304—38.
 Historie de l'Academ. des Sciences a Paris. 1702. 1705. 1707.
 1720. 1722. 1726. 1734. 1750. 1767.
 Ingenhous vermischte Schriften. 1. Thl. Pag. 243—395.
 Journal des Savans. 1791. XI. Bd. S. 635.
 Journal für Chemie, neues allgemeines von Schweiggert. 1. Band,
 S. 107. 9. Bd. S. 14. 10. Bd. S. 201.
 Lambert Pyrometrie. Berlin 1779. S. 271.
 Leipziger Sammlungen. 8. Bd. St. 94. S. 862.
 Magazin aller neuen Erfindungen. 3. Bd. S. 240. 8. Bd. S. 311.
 Magazin (allgemeines) 5. Thl. S. 137—263.
 Magazin (Hamburger) 17. Bd. S. 219—221.
 Von Murr Journal V. 55—79.
 Muschenbrödt elementa physica. 1734. 8.
 Melang de philosophie et de mathem. de la soc. Roif. de
 Turin. 2. Theil Pag. 94.
 Miscellan. Berol. Vol. IV. Cent. III. S. 116—139.
 Nicholson's Journal. Vol 1. Pag. 459—515.
 Oekonomisch physische Abhandlungen. 20. Thl. S. 667—712.
 Philosophical Transact. Nro 173. 121. 496.
 Priestley über die Luft. 1. Thl. S. 246.
 Pörner allg. Begr. 3. Thl. S. 479—483.
 C. F. Reuss Repertor. Comment etc. 3. Theil.
 Scheff Joerelash. S. 204.
 Schwedische Abhandlungen. Jahrgang 1739. S. 45. 47.
 Jahrg. 1741. S. 123—132. Jahrg. 1742. S. 78. S. 174.
 Jahrg. 1755. S. 95. Jahrg. 1760. S. 211. Jahrg. 1781. S. 203.
 Sprengel Handw. Samml. X. S. 247—271.
 Volbeding Archiv 395. suppl. 214.
 Waller Min. S. 555. Sp. 18.
 Watsons chemische Versuche. 2. Thl.



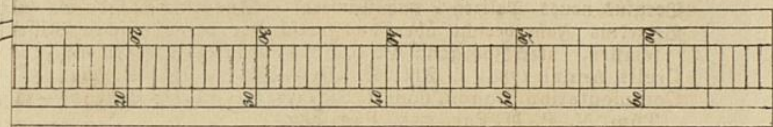
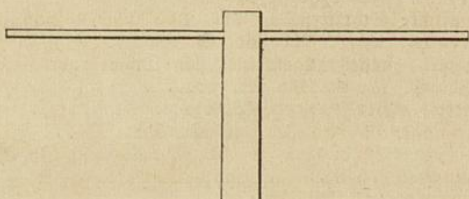
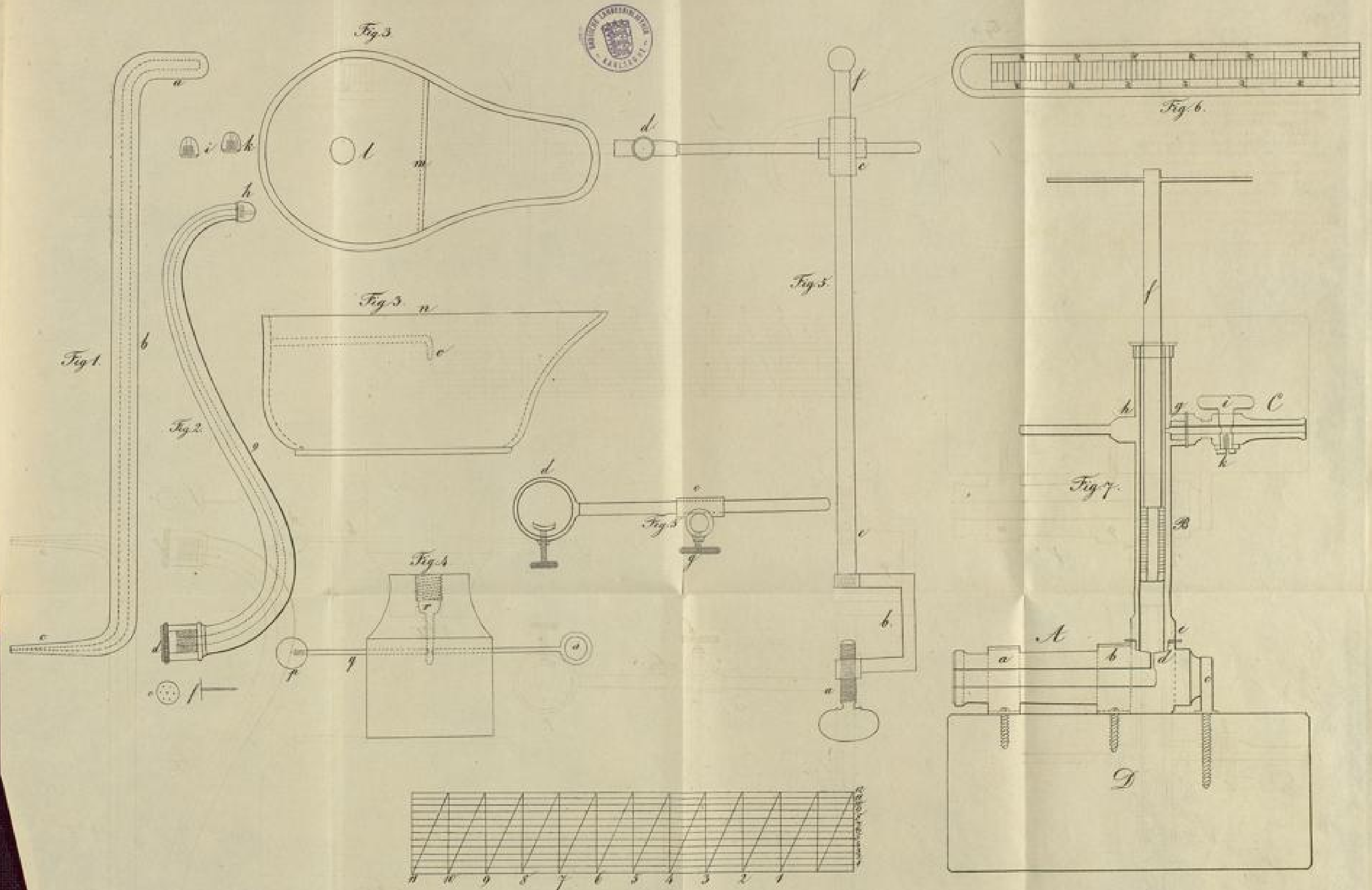
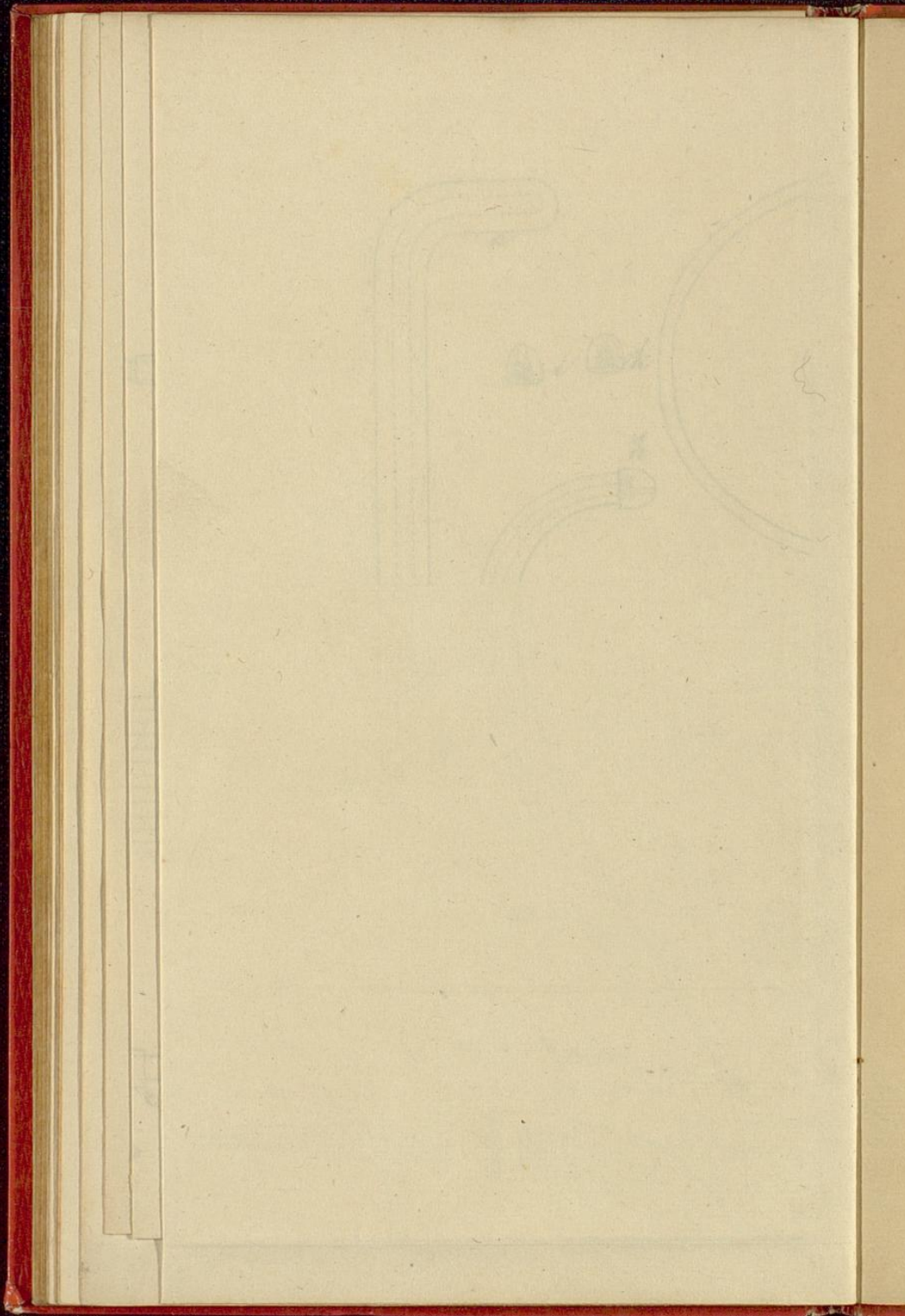
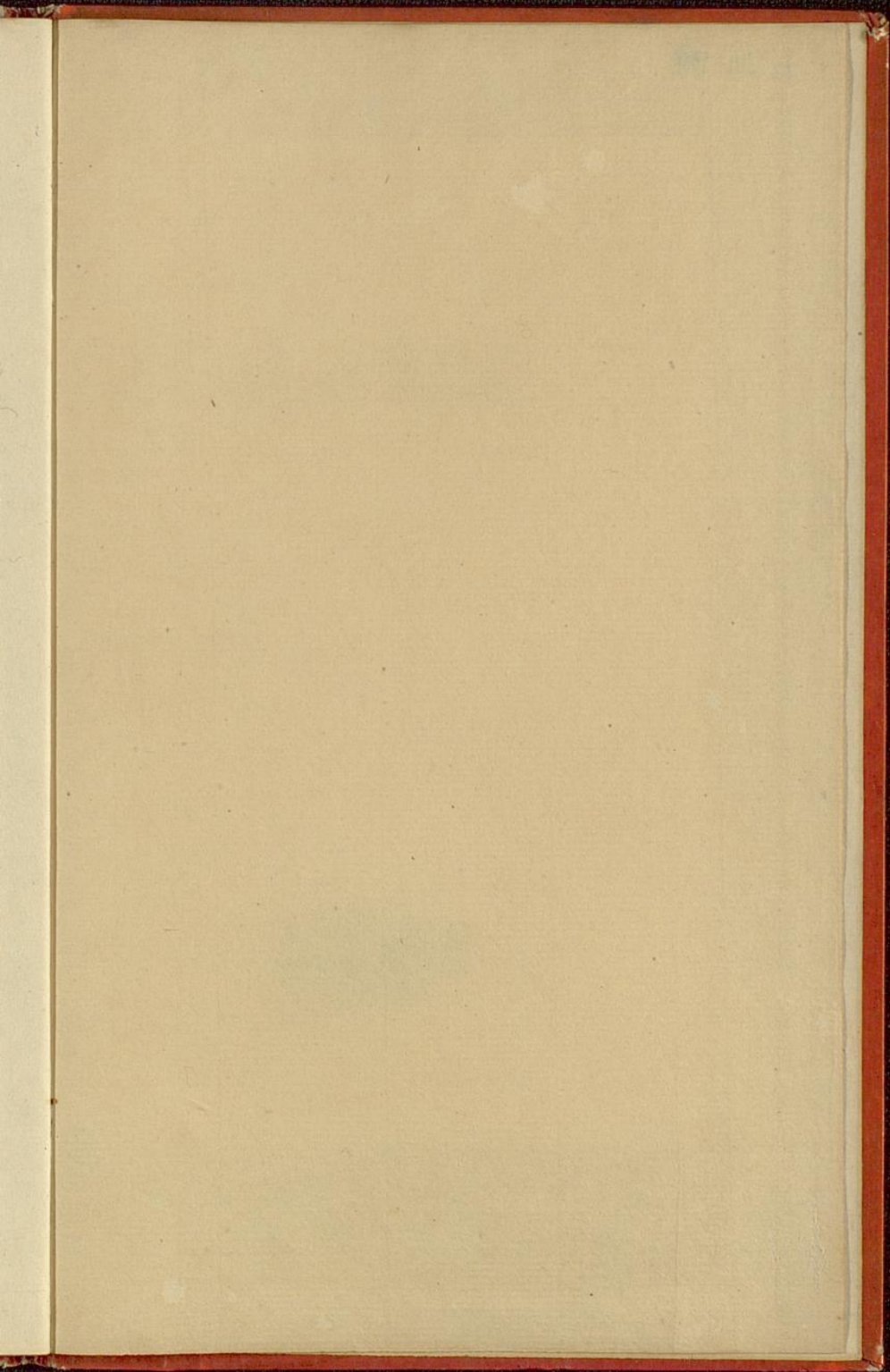


Fig. 6.









11. JULI 1966

