

Bav. 2469 / 1866, 2

# Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

---

Jahrgang 1866. Band II.

---

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1866.

In Commission bei G. Franz.

60 6

nisse schon so bestanden, wie wir sie aus dem Avesta kennen lernen. Windischmann hat (Zoroast. Studien p. 121 flg.) genügend erwiesen, dass die religiösen Verhältnisse wie sie uns der Avesta schildert in den Keilinschriften des Darius schon in derselben Weise vorkommen und es ist die höchste Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass diese Verhältnisse nicht damals erst entstanden, sondern bereits einige Jahrhunderte alt waren. Für entferntere Zeiten werden aber aus dem Avesta nur wenige sichere Schlüsse gezogen werden können und wir werden abwarten müssen, welche neuen Aufklärungen die verwickelten Arten der Keilinschriften bringen, deren Entzifferung eben jetzt im erfreulichen Fortschreiten begriffen ist.

---

### Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 9. Juni 1866.

---

Herr Aug. Vogel jun. trägt vor:

„Beobachtungen über Torfverkohlung.“  
(Mit Zeichnungen).

Bei den von Jahr zu Jahr sich steigerndem Verbrauche von Holzkohlen, wodurch nach und nach auch die dichtesten Wälder eine bedenkliche Lichtung erfahren, hat man in neuester Zeit sich wieder mit besonderem Eifer der schon früher versuchten aber theilweise wieder aufgegebenen Verwendung von Torfkohle zum Eisenhüttenprocess zugewendet. Die Bereitung von Torfkohle ist bekanntlich eine deutsche

**Erfindung** und wenn man von den ersten ziemlich verunglückten **Versuchen** absieht, so ist es vorzugsweise Bayern, wo zuerst die Verwendung von Torfkohle zum Hochofenprocesse im grösseren Maasstabe stattfand.

Ich habe schon bei einer anderen Gelegenheit erwähnt,<sup>1)</sup> dass die Torfverkohlung nach einem zuerst in Bayern ausgeführten Verfahren neuester Zeit auch in England Beachtung gefunden habe; auf den Werken der Condensed Peat Company wird gegenwärtig nach einem ähnlichen Verfahren eine Torfkohle bereitet, welche durch ihre Härte und Dichtigkeit für den Schmelzprocess und andere Operationen der besten Holzkohle ganz gleichsteht, ja derselben in mancher Hinsicht noch vorzuziehen sein dürfte. Ihre Eigenschaften haben sich im Hochofenbetriebe in durchaus entsprechender Weise bewährt; grosse Massen von Torfkohleneisen sind damit jetzt schon hergestellt worden, das dem besten schwedischen Eisen in seiner Qualität ganz gleichsteht.

Die Erfahrungen, die man bei der Verwandlung des Torfes in Kohle gesammelt hat, sind hiernach bis jetzt schon sehr zahlreich; wir wissen, dass der Torf bei der Verkohlung manche Vortheile gewährt, die das Holz nicht besitzt, z. B. die regelmässige Form der Stücke u. a. Als eine wesentliche Bedingung des Gelingens der Torfverkohlung ist die möglichste Trockenheit des Torfes, welche eine künstliche Trocknung nothwendig macht, erkannt worden. Kömmt der Torf zu feucht zur Verkohlung, so wird durch die grosse Menge des Wasserdampfes ein Verlust an Kohlenstoff entstehen, ja die Verbrennung kann dadurch, wenigstens bei der Meilerverkohlung, unter Umständen ganz unterbrochen werden. Die geringe Ausbeute an Kohle, wie sie frühere Versuche bei der Meilerverkohlung des Torfes ergeben haben, wobei durchschnittlich nur 25 bis 27 % Kohle er-

---

1) Akadem. Sitzungsber. 18. Nov. 1865.

halten wurden, hängt wohl mit der nicht genug berücksichtigten Feuchtigkeit des Torfes zusammen.

Unter allen Umständen würde durch die Verkohlung eines zu feuchten Torfes, sogar nach einem ganz entsprechenden Verkohlungs-system, stets nur eine in kleine Fragmente zerrissene Torfkohle erhalten werden.

Wir wissen ferner, dass die Beschaffenheit der Torfkohle mit der Beschaffenheit der zur Verkohlung verwendeten Torfsorte im nahen Zusammenhange stehe; eine harte consistente Torfsorte, wie sie durch Maschinenbearbeitung erhalten wird, gibt selbstverständlich eine härtere Kohle, als eine lockere Torfsorte, ähnlich wie diess auch mit den verschiedenen zur Verkohlung verwendeten Holzarten der Fall ist. Bei der Verkohlung des Maschinentorfes tritt auch der wohl zu berücksichtigende Umstand ein, dass zur Herstellung einer als Heizmaterial brauchbaren Torfkohle es nicht ausreichend erscheint, einen möglichst harten und kompakten Torf anzuwenden, sondern dass es ausserdem nothwendig ist, nur solche Torfsorten zu wählen, welche sich beim Erhitzen nicht in Schichten\*abblättern; durch dieses blättrige Gefüge ist z. B. mancher im Uebrigen ganz brauchbare Press-torf zur Verkohlung ganz und gar ungeeignet.

Wenn nun einerseits unsere Kenntnisse der Torfverkohlung nach den gemachten praktischen Erfahrungen schon weit gediehen sind, so bleibt doch andererseits auf diesem Gebiete noch manche Lücke in theoretischer und praktischer Beziehung auszufüllen, namentlich in Hinsicht der Verkohlung bei verschiedenen Temperaturen. Für die Darstellung der Holzkohle, namentlich in Betreff der Kohlendarstellung für die Pulverfabrikation, besitzen wir in der umfassenden Untersuchung Violette's<sup>2)</sup> eine den Gegenstand erschöpfende Arbeit und es erschien mir wünschenswerth, eine ähnliche Versuchs-

---

2) Dingler's polytechn. Journ. B. 123. S. 117.

reihe auch auf den Torf auszudehnen, namentlich dessen Verhalten bei verschieden gesteigerten Temperaturen kennen zu lernen.

Meine Versuchsreihe in dieser Beziehung umfasst folgende Punkte:

1) Die Bestimmung des Temperaturgrades der beginnenden Torfverkohlung.

2) Die quantitative Bestimmung der Kohlenausbeute von der niedrigsten Temperatur bis zu der am höchsten gesteigerten.

3) Untersuchung der bei verschiedenen Temperaturgraden erhaltenen Kohlensorten nach ihrem physikalischen und chemischen Verhalten.

4) Anwendung der Erfahrungen auf die Torfverkohlung im Grossen.

5) Trocknung des Torfes als Vorbereitung zur Verkohlung.

1) Bestimmung des Temperaturgrades der beginnenden Torfverkohlung.

Es war vor Allem nothwendig, zu diesen und den im Folgenden zu beschreibenden Versuchen eine Torfsorte zu wählen, welche eine compacte, sich nicht blätternde Kohle ergibt; es eignen sich daher hiezu ganz besonders diejenigen Hochmoortorfe, welche nach dem bekannten Staltacher Verfahren oder einem ähnlichen in ein ganz festes sehr consistentes Torfpräparat verwandelt worden sind. Die zu meinen Verkohlungsversuchen verwendete Torfsorte war daher durchgehends künstlich getrockneter Maschinentorf aus einem Hochmoore. Die zu meinen Versuchen dienenden Stücke waren von gleichmässiger Consistenz und Härte, so dass sie mit der Laubsäge in reguläre Stücke zerschnitten werden konnten. Das Gewicht des einzelnen Stückes betrug 25 bis 30 grmm. Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes war ein läng-

liches Stück auf das Genaueste mit dem Millimeter-Maastab abgemessen worden; 28 C.C. wogen 21,72 grmm., woraus sich das spezifische Gewicht zu 0,77 ergibt. Nach wiederholten Bestimmungen stellt sich das spezifische Gewicht durchschnittlich zwischen 0,68 und 0,78 heraus.

Der Wassergehalt des Torfes beträgt nach Trockenbestimmungen bei 100° C. im Luftstrome zwischen 9 und 10 Proc., bei 100° C. getrocknete Torfstücke wurden 1 Stunde lang unter Ueberleiten eines Luftstromes im Paraffinbade bei 150° C. erhalten, ohne dass ein wesentlicher Unterschied im Gewichte bemerkbar geworden wäre. Der Gewichtsverlust betrug kaum  $\frac{1}{4}$  Procent. Ich will hier schon bemerken, dass zur vollständigen Trocknung des Torfes ohne Luftstrom allerdings eine Temperatur von 150° C. nothwendig ist, bei gleichzeitiger Anwendung eines durch Schwefelsäure getrockneten Luftstromes aber die länger anhaltende Temperatur von 100° C. ausreichend erscheint. Im letzten Abschnitte dieser Arbeit werde ich den befördernden Einfluss der Ventilation auf das Trocknen durch spezielle Versuche nachzuweisen Gelegenheit haben.

Ein länglich geschnittenes gewogenes Stück Torf wurde in ein Glasrohr von schwer schmelzbarem Glase gebracht und letzteres hierauf in eine Spitze ausgezogen. Nachdem das Glasrohr in ein Paraffinbad eingesetzt war, so dass das Torfstück seiner ganzen Länge nach vom schmelzenden Paraffin bedeckt war, geschah die Erhitzung des Paraffin's über einer Gasflamme, wobei die Temperatur durch ein in dem Paraffinbade befestigtes Thermometer abgelesen werden konnte. Durch einen Thermostaten sehr einfacher Construction konnte die Temperatur von 230° C. während einer Stunde mit Leichtigkeit stabil erhalten werden. Bei dieser Temperatur trat an dem Torfe keine sichtbare Veränderung ein, weder eine Schwärzung, noch ein Ansatz von flüssigen gefärbten Destillationsprodukten an dem in eine Spitze aus-

gezogenen Theile des Glasrohres, nachdem das hygroskopische Wasser verflüchtigt war. Doch hatte der Torf offenbar auch bei dieser Temperatur schon eine Veränderung erfahren, wie sich aus dem Vergleiche der Gewichtsbestimmungen vor und nach dem Erhitzen ergibt.

	Torf		Rückstand in Proc.
	vor dem Erhitzen.	nach dem Erhitzen bei 230° C.	
I.	21,15	15,58	73,6
II.	25,01	17,80	71,2

Die Durchschnittszahl dieser beiden Versuche ergibt 72,4 Proc. Rückstand oder 27,6 Proc. Gewichtsverlust. Bringt man nun 10 Procent Wasser, welche der Torf ursprünglich enthalten und während der Erhitzung natürlich verloren hat, in Abrechnung, so bleibt immerhin noch ein Gewichtsverlust von 17,6 Proc. Der Torf erfährt somit schon bei der Temperatur 230° C. eine theilweise Zersetzung, obschon keine äusserlich wahrnehmbare Veränderung an demselben vorgeht, wenn man nicht annehmen will — was übrigens nicht wahrscheinlich ist, — dass 17,6 Proc. Wasser vom Torfe mit ungewöhnlicher Energie auch bei 150° C. zurückgehalten und erst bei einer weit höheren Temperatur abgegeben werden.

In einem weiteren Versuche wurde das Paraffinbad auf 240° C. erhitzt; hiebei wurde eine sichtbare Veränderung des Torfes bemerkbar, indem sich ein deutlicher den Destillationsprodukten des Torfes charakteristischer Geruch entwickelte und sich an dem kälteren Theile des in eine Spitze ausgezogenen Rohres Tropfen eines flüssigen braun-gelblich gefärbten Destillationsproduktes ansetzten. Zugleich färbte sich der Torf oberflächlich schwarz, ohne dass es jedoch möglich war auch bei einer längeren Dauer dieser Temperatur eine durchdringende Verkohlung bei dieser De-

stillationsvorrichtung zu erzielen. Erst bei einer gegen  $260^{\circ}$  C. gesteigerten Temperatur gelang es, eine ins Innere des Torfstückes eingehende Verkohlung zu erreichen.

Als Resultat dieser Versuche ergibt sich, dass bei  $240^{\circ}$  C. die theilweise Verkohlung des Torfes beginnt, dass indess diese Temperatur bei der gewöhnlichen Destillationsvorrichtung nicht hinreicht für eine vollständige Verkohlung des Torfes. Die Zersetzung des Torfes geht bei einer etwas niedrigeren Temperatur vor sich, wie ich in der Folge zeigen werde, bei der Anwendung einer Verkohlungsvorrichtung, wobei sauerstofffreie Luft über den erhitzten Torf geleitet werden kann.

Vergleicht man mit diesen Resultaten die von Violette erhaltenen Zahlen über Holzverkohlung, so ergibt sich, dass das Holz schon bei einer tieferen Temperatur, als der Torf, sich zu schwärzen beginnt, durchschnittlich bei  $210^{\circ}$  C. Absolut trockner Torf giebt bei  $230^{\circ}$  C. erhitzt einen Rückstand von 80 Proc., Holz schon bei  $190^{\circ}$  C. die gleiche Menge. Die vollständige Verkohlung des Holzes beginnt indess wie beim Torfe erst bei einer Temperatur über  $260^{\circ}$  C.

## 2) Ertrag an Kohlen bei verschiedenen Temperaturen.

Da das unter  $260^{\circ}$  C. erhaltene Torfverkohlungsprodukt nicht als wirkliche Kohle, wenigstens nicht als verkäufliches Kohlenmaterial betrachtet werden kann, so beginnen die eigentlichen Verkohlungsversuche erst mit einer die genannte Temperatur übersteigenden Erhitzung. Die Anwendung der verschiedenen Temperaturen geschah nach folgender Steigerung:

- I. Schmelzendes Zinn
- II. „ „ Blei
- III. „ „ Zink
- IV. Bunsen'scher Gasbrenner
- V. Gebläse.

Die Metallbäder waren in der Weise eingerichtet, dass in geräumigen Kohlentiegeln die betreffenden Metalle über Kohlenfeuer zum Schmelzen gebracht und schmelzend erhalten wurden unter möglichst gleichmässiger Regulirung der Temperatur. Diess gelingt am leichtesten durch öfteres Abnehmen des Tiegels vom Feuer bis zur beginnenden Krustenbildung an der Oberfläche und durch Zusatz neuer ungeschmolzener Stücke des Metalles. Die mit gewogenen Torfstücken gefüllten Glasrohre waren in der Art in den Metallbädern befestigt, dass sie den Boden der Tiegel nicht berührten und von allen Seiten frei von dem schmelzenden Metalle umgeben waren. In dem Zinkbade war es nothwendig, das Glasrohr mit einer Kapsel von Eisenblech zu umgeben. Zur Darstellung der Kohle im Gebläse musste das Glasrohr mit dünnem Platinblech ausgelegt werden, um das Anschmelzen des Glases an der Kohle zu verhindern. Nach Vollendung des Versuches wurde stets die Spitze des Glasrohres zugeschmolzen; die Wägung der Kohlenstücke geschah unmittelbar nach dem Abkühlen in einem tarirten wohlverschlossenen Glasrohre.

Was die Dauer der Einwirkung der verschiedenen Verkohlungstemperaturen betrifft, so betrug sie in den Metallbädern eine Stunde, obgleich schon in der Hälfte der Zeit keine Entwicklung von Destillationsprodukten mehr stattfand. Ueber der Lampe und auf dem Gebläse war der Versuch nur  $\frac{1}{2}$  Stunde fortgesetzt worden, indem bei diesen schon von Anfang an höheren Temperaturen die Beendigung der Destillation weit rascher erzielt wurde.

In allen Versuchen wurde nicht der absolut trockene Torf, sondern absichtlich der künstlich getrocknete mit 10 Proc. Wassergehalt angewendet, um die Produkte in einem der Verkohlung im grossen Maasstabe möglichst analogen Zustande zu erhalten; die Verkohlung eines absolut

trocknen Torfes ist in der Praxis selbstverständlich ausgeschlossen.

Es folgt nun die tabellarische Zusammenstellung der einzelnen Versuchszahlen und der daraus berechneten Procente des Kohlenertes.

Temperatur		Torf	Kohle	Kohle nach Proc.
I. Schmelzendes Zinn	a.	24,74	16,05	64,9
	b.	31,40	20,01	63,7
II. „ Blei	a.	30,66	13,75	44,8
	b.	22,20	10,64	47,9
III. „ Zink	a.	36,25	12,16	33,5
	b.	17,37	6,02	34,6
IV. Gaslampe	a.	21,62	6,72	31,1
	b.	18,68	5,95	31,8
V. Gebläse	a.	19,37	5,73	29,6
	b.	12,06	3,44	28,5
	c.	13,73	4,02	29,3

Der Ertrag an Kohle wechselt, wie hieraus ersichtlich, zwischen der Temperatur des schmelzenden Zinnes und der Temperatur des Gebläses sehr bedeutend. Derselbe vermindert sich von 64,3 auf 29,1 Proc., d. h. ein gleiches Gewicht desselben Torfes, welches bei den zwei bezeichneten Temperaturen verkohlt wird, giebt im ersteren Falle 2,2 mal so viel Kohle als im zweiten.

Ich wiederhole, was oben schon angedeutet worden ist, dass auch bei Nr. I. nicht eine theilweise, sondern eine vollständige, das ganze Torfstück durchdringende Verkohlung ebenso wie bei Nr. V eingetreten war, so dass das bei der Temperatur des schmelzenden Zinnes erhaltene Produkt als verkäufliches Brennmaterial betrachtet werden darf.

Zu der bei steigender Temperatur fortschreitenden Verminderung des Kohlenertes steht die Abscheidung der flüchtigen Destillationsprodukte natürlich in einem gewissen

Verhältnisse. Nachdem die Entweichung der Destillationsprodukte bei einem bestimmten Temperaturgrade gänzlich aufgehört hat, so beginnt sie von Neuem bei einer weiteren Steigerung der Temperatur. Die eine Stunde lang im Zinnbade erhaltene Kohle, welche schon nach kurzem keine Destillationsprodukte mehr entweichen lässt, beginnt sogleich wieder Dämpfe auszustossen, wenn sie in das Bleibad gebracht wird und eine Abscheidung flüchtiger Stoffe tritt sogar noch auf, wenn die eine halbe Stunde über dem Gasbrenner, d. i. in der Rothglühhitze, erhaltene Kohle dem Gebläse, d. i. bei dem Schmelzpunkte des Glases (Weissglühhitze), ausgesetzt wird.

Offenbar steht die Abscheidung der flüchtigen Stoffe in einem bestimmten Verhältniss zum Ertrag der Kohle und zur Temperatur der Darstellung. Ihre Menge steht in abgerundeten Zahlen nach den 5 verschiedenen Verkohlungs-temperaturen in folgendem Verhältniss:

Zinn : Blei : Zink : Lampe : Gebläse = 18 : 27 : 33 : 34 : 35  
 oder die im Zinnbade hergestellte Kohle verliert beim Erhitzen im Gebläse noch 35,5 flüchtige Produkte, auf der Lampe 34, im Zinkbade 27,8, im Bleibade 20,2.

Bei Nr. V. im Gebläse zeigte sich an den innern Wandungen des Rohres ein ganz dünner Beschlag glänzender Kohle, wodurch das Rohr ein Spiegelartiges Ansehen erhalten hatte.

### 3) Untersuchung der bei verschiedenen Temperaturen erhaltenen Kohlensorten nach ihrem physikalischen und chemischen Verhalten.

In dem äusseren Ansehen der bei den 5 verschiedenen Temperaturen erhaltenen Kohlensorten ergab sich insofern ein bemerkbarer Unterschied, als die bei den niedrigerern Temperaturen erhaltenen Kohlen dunkler schwarz gefärbt

erschienen, als bei höheren. Die Kohle aus dem Gebläse hatte eine mehr glänzende Graphitähnliche Oberfläche.

Was die Consistenz der Kohlen betrifft, so nimmt die Härte offenbar mit der Darstellungstemperatur zu, indem Nr. V bedeutend härter ist und sich nicht so leicht auf Papier abreibt, als Nr. I. Dagegen ist Nr. V. leichter zerbrechlich und weniger transportfähig, als Nr. I.

Auf die Consistenz der Kohle ist die Art der Verkohlung, je nachdem sie langsam oder rasch ausgeführt wird, von einigem Einflusse, wie diess mehrere in dieser Richtung angestellte Versuche gezeigt haben. Um die rasche Verkohlung zu bewerkstelligen, wurde ein Porcellantiegel auf dem Gebläse zur Rothglühhitze gebracht; die Einführung einiger in dünne Stücke geschnittener Torfstücke in den hellrothglühenden Tiegel geschah durch eine Oeffnung des Deckels. Die auf solche Weise erhaltene Torfkohle war mürber und leichter zerbrechlich als diejenige, welche durch langsames Erhitzen des Tiegels entstanden war. Auf den Ertrag an Kohle hatte die rasche Verkohlung im Vergleiche zur langsamen nur einen geringen Einfluss durch Verminderung von 1 bis 2 Proc. ausgeübt.

Die bei niederer Temperatur hergestellte Kohle zeigte sich etwas leichter entzündbar, als die Kohlensorte der höheren Darstellungstemperaturen, so wie auch erstere, wenn sie einmal entzündet war, länger von selbst fortglimmte, als letztere. Es ist somit die Gefahr der Selbstentzündung beim Abkühlen etwas grösser, wenn man mit verhältnissmässig niederen Temperaturen arbeitet. Die hier angegebenen Unterschiede treten indess nur bei der niedersten und höchsten Temperatur, wie sie hier zur Verwendung kam, deutlicher bemerkbar hervor. Ueberhaupt bedarf es kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass die ange deuteten physikalischen Eigenschaften der Torfkohle sich speciell auf den in meinen Versuchen zur Verkohlung ge-

brauchten Torf beziehen; die Natur der Torfsorte muss selbstverständlich auf diese Verhältnisse so wie auch unter Umständen auf den Ertrag an Kohle von grossem Einflusse sein, so dass es kaum möglich werden dürfte, allgemein Gültiges hierüber aufzustellen.

Die Einäscherung des Torfes und der 5 Kohlensorten geschah unter schwacher Rothglühhitze über der Gasflamme in einem tarirten Platintiegel und wurde stets gleichmässig lang fortgesetzt, bis die Asche vollkommen weiss und pulverförmig geworden war, ohne Stücke zu enthalten. Die Wägungen fanden unmittelbar nach dem Glühen statt, nachdem der Tiegel über Schwefelsäure sich abgekühlt hatte.

Die Aschenbestimmung des Torfes bezieht sich, um eine Vergleichung mit dem Aschengehalte der Kohlensorten zu erleichtern, auf den absolut trocknen Torf.

Es folgt nun die Zusammenstellung der Aschenmengen in Procenten.

	Aschengehalt in Procenten.	Nach dem Kohlen- ertrage auf den Aschen- gehalt des Torfesberech.	Kohlen- ertrag von absolut tro- cknem Torf.
Torf 10% HO.	2.3	Absol. trock. 2.55	—
Kohle in			
I. schmelzendem Zinn	2.49	3.57	71.44
II. „ Blei	3.4	4.95	51.55
III. „ Zink	4.3	6.73	37.89
IV. Gasbrenner	4.54	7.28	35.00
V. Gebläse	4.72	7.88	32.33

Die hier aufgeführten Aschenprocente sind die Durchschnittsresultate mehrerer nahe übereinstimmender Versuche,

indem eine jede Aschenbestimmung 3—4 mal wiederholt wurde.

Vergleicht man die erhaltenen Aschenprocente mit den nach den Kohlenerträgen auf den ursprünglichen Aschengehalt des Torfes berechneten, so ergibt sich, dass sämtliche 5 Kohlensorten verhältnissmässig weniger Asche enthalten, als sie nach dem Ertrage an Kohle und dem Aschengehalte des Torfes enthalten sollten. Man muss daher annehmen, dass die durch Verflüchtigung sich absondernden Substanzen Mineralbestandtheile mechanisch oder in Verbindung mit Wasserstoff mit sich reissen.

Der Torf ist übrigens nicht gerade das geeignetste Material, um sich über diese eigenthümlichen Verhältnisse Aufklärung zu verschaffen, indem derselbe auch bei möglichst vollkommener Bearbeitung niemals von so homogener Struktur ist, als z. B. Holz u. dgl. Jedenfalls ergibt sich für die Praxis der Torfverkohlung das bisher unbekannt gebliebene Resultat, dass es nicht gestattet sein kann, a priori aus dem Ertrage an Kohle und bekannten Aschengehalte einer Torfsorte einen sicheren Schluss auf den Aschengehalt der gewonnenen Torfkohle zu ziehen. Es folgt hier noch die Aschenverminderung durch die verschiedenen Verkohlungstemperaturen nach Procenten berechnet.

**Aschenverminderung  
bei den verschiedenen Verkohlungstemperaturen.**

	Minderung in Procenten.
I. Zinn	30 %
II. Blei	32 %
III. Zink	36 %
IV. Brenner	38 %
V. Gebläse	40 %

Die Analyse der Kohlen geschah durch Verbrennen im Sauerstoffgasstrom mit Kupferoxyd nach bekannter Weise; die Verbrennung beschränkte sich auf Nr. I. und Nr. V., als den beiden Gränzpunkten der hier zur Anwendung gekommenen Temperaturen.

Als Hauptresultat dieser Verbrennungsversuche, deren Einzelheiten ich hier übergehe, mag hervorgehoben werden, dass die Menge des in den Kohlensorten enthaltenen Kohlenstoffs mit der Temperatur der Verkohlung zunimmt, was sich indess schon a priori erwarten liess. Die Zunahme des Kohlenstoffs der Kohle findet von der Verkohlungs-temperatur des schmelzenden Zinnes bis zur Weissglühhitze sehr constant in dem Verhältniss von 2:3 statt.

Endlich wurde noch mit den Kohlensorten die Berthier'sche Heizprobe ausgeführt, da für eine andere Bestimmung die Quantitäten der auf solche Weise genau hergestellten Kohlen selbstverständlich nicht ausreichten. Das Glühen der Proben geschah in Porcellantiegeln.

#### Heizwerth der Kohlensorten.

Temperatur.	Kohle.	Regulus.	Heizwerth.	Calorien 1 C. = 8080 C.	1 ℔ Kohle erhitzt Wasser von 0° auf 100° C.
Zinn-Bad	1 grm.	18,262	52,8 %	4266	7,9 ℔
Blei „	„	19,186	55,5	4484	8,3 ℔
Zink „	„	22,203	64,2	5187	9,6 ℔
Brenner	„	25,803	74,6	6028	11,2 ℔
Gebläse	„	27,912	80,7	6521	12,1 ℔

Es wird den Gegenstand einer weiteren Arbeit ausmachen, durch Versuche den Einfluss kennen zu lernen, welchen die Natur und Bearbeitung des Torfes auf die hier berührten Verhältnisse auszuüben im Stande ist; obgleich die vorläufigen Verkohlungsversuche mit den verschiedensten

Torfsorten im Allgemeinen zwar eine Uebereinstimmung mit den hier mitgetheilten Angaben gezeigt haben, so dürften dessenungeachtet die durch Verschiedenheit der Torfsorten bedingten Modificationen eine besondere Berücksichtigung verdienen.

#### 4) Anwendung der Erfahrungen auf Torfverkohlung im Grossen.

Es musste natürlich wünschenswerth erscheinen, die Resultate der im kleineren Maasstabe ausgeführten Torfverkohlungsversuche auch für den grösseren Betrieb dieses wichtigen Industriezweiges nutzbar zu machen. Ich beabsichtige im Folgenden, meine Erfahrungen über Torfverkohlung im Grossen, wie sie sich mir auf verschiedenen Torfwerken seit einer langen Reihe von Jahren dargeboten, zusammenzustellen und mit Zugrundelegung der im Vorhergehenden dargelegten Versuchsergebnisse ein Torfverkohlungssystem zu beschreiben, welches, wie ich hoffe, in wissenschaftlicher und technischer Hinsicht einen Fortschritt auf diesem für Bayern so wichtigen Gebiete anzubahnen im Stande sein dürfte.

Ich habe oben gezeigt, dass eine den Schmelzpunkt des metallischen Zinnes nicht weit übersteigende Temperatur für die Verkohlung des Torfes sich als die geeignetste erwiesen hat, indem sowohl der Ertrag an Kohle, so wie deren physikalische und chemische Eigenschaften sich hierbei als besonders günstig und vortheilhaft herausstellen. Es muss somit zunächst Aufgabe des Torfverkohlungsbetriebes im Grossen sein, von der angegebenen Temperatur möglichst wenig abzuweichen, sondern dieselbe constant zu erhalten. Dass diess durch eigene Entzündung des Torfes, wie sie in der Meilerverkohlung und anderen Verkohlungsapparaten zur Anwendung kömmt, nicht erreicht werden könne, be-

darf kaum der besonderen Erwähnung. Ebenso wenig kann die Retortenverkohlungs-, welche selbstverständlich für Versuche im kleineren Maasstabe, wie ich sie ausgeführt habe, vollkommen entsprechende Resultate liefert, bei einem Torfverkohlungsbetriebe im grösseren Maasstabe mit Vortheil zur Anwendung kommen. Abgesehen von einer unverhältnissmässigen Verschwendung an Heizmaterial ist es kaum möglich, eine gleichmässige Kohle nach diesem Systeme herzustellen, indem die an den Wandungen der geräumigen rothglühenden Retorte anliegenden Torfstücke einer für die Verkohlungs- viel zu hohen Temperatur ausgesetzt sind, die in der Mitte liegenden von einem so schlechten Wärmeleiter wie Torfkohle umhüllten Stücke dagegen sehr häufig nicht vollständig verkohlt werden. Wollte man auch durch übermässige Heizung, welche jedenfalls eine überaus schnelle Abnützung der Retorten zur Folge haben müsste, eine ganz vollständig durchdringende Verkohlungs- erzielen, so würde doch immerhin der Ertrag an Kohle sehr wesentlich beeinträchtigt und eine obschon harte, doch sehr zerklüftete und in kleinere Fragmente zerfallende Kohle erhalten werden, — Nachtheile, welche durch den höheren Kohlenwerth einer bei so hoch gesteigerten Temperaturen erhaltenen Torfkohle in keiner Weise ausgeglichen werden können.

Um eine gleichmässige der Verkohlungs- des Torfes entsprechende Temperatur zu erzielen, ist es entschieden nothwendig, die mittelst einer verhältnissmässig sehr kleinen abgesonderten Feuerung erzeugten Verbrennungsgase mit Gewalt durch den zu verkohlenden Torf hindurchzutreiben. Der Betrieb kann sowohl intermittirend, als continuirlich eingerichtet werden.

Der Verkohlungsapparat für intermittirenden Betrieb ist in Fig. I. im Grundrisse und Fig. II. im Durchschnitte dargestellt. Mit mehreren auf analogem Systeme beruhenden Apparaten sind schon auf verschiedenen Torfwerken in

grösserem Maasstabe günstige Resultate erzielt worden. Theils unvollständige, theils sogar in mancher Hinsicht unrichtige Zeichnungen und Beschreibungen dieser Vorrichtung veranlassen mich hier zur exakten Mittheilung eines Apparates, welcher in der aus der Zeichnung ersichtlichen Konstruktion nach meiner Erfahrung sich besonders zweckentsprechend erwiesen hat. Diese Beschreibung erscheint um so mehr angezeigt, als ohne dieselbe die weiter unten folgende Darlegung einer continuirlichen Verkohlungsrichtung neuer Konstruktion, welche bis jetzt noch nicht veröffentlicht worden ist, unverständlich bleiben müsste.

Der Apparat besteht aus einem Cylinder von Eisenblech LL, welcher von einem gleichfalls cylindrischen Mantel von Mauerwerk M, jedoch in einem Abstände von einigen Zollen umgeben ist. Oben ist der Cylinder durch einen Deckel N geschlossen, der zum Behufe des Füllens und Entleerens mittelst eines Zuges gehoben werden kann. Die luftdichte Verbindung beider wird durch einen ringförmigen Rand des Cylinders bewirkt, in welchen der Deckel passt; sie wird beim Gebrauche mit Lehm verstrichen. Den Boden des Cylinders bildet ein Gitter aus starken Draht- oder Eisenstäben BB, auf welchen der Torf aufliegt. Der Cylinder ruht auf einem Vorsprunge des Mauerwerkes, so dass er über einem hohlen Raume steht, der durch einen Kanal Q mit einem Condensator S in Verbindung steht. Letzterer kann aus Stein, Metall oder selbst aus Holz bestehen und dient zur Aufnahme des sich hier condensirenden Theeres und Wassers. Aus diesem führt ein beliebig langer Kanal oder ein Rohr P zum Saugventilator V, der die übrig bleibenden Gase durch R in die freie Luft abführt.

Die Feuerung befindet sich in O und ist eine sogenannte Pultfeuerung, wobei die erzeugte Feuerluft durch den Kanal m in den Cylinder L steigt, und dort mittelst durchlöcherter Rohre ll gleichmässig vertheilt wird.

Zur Vornahme der Verkohlung wird zuerst der Deckel N abgehoben und der Cylinder LL mit vollkommen trockenem Torfe gefüllt. Nach Schliessung des Deckels geschieht die Verdichtung durch Verstreichen aller Fugen mit Lehm. Alsdann wird mit trockenem Heizmateriale in O Feuer angezündet und der Ventilator in Bewegung gesetzt, wodurch die Feuerluft genöthigt ist, zuerst durch den Kanal und die Rohre ll in den Cylinder LL und durch den dort befindlichen Torf zu strömen und dessen allmälige Destillation zu bewirken.

Der Vorgang hiebei ist höchst einfach. Die atmosphärische Luft, welche während ihres Durchganges durch die Feuerung ihren Sauerstoffgehalt abgegeben hat, trifft im Vereine mit den Verbrennungsprodukten des Heizmateriales auf den im wohlverschlossenen Raume geschichteten Torf. Es findet hiebei eine die ganze Masse des Torfes gleichzeitig durchdringende Erwärmung statt, deren erster Effekt eine Röstung des Torfes ist. Die Anwendung eines künstlich getrockneten Heizmateriales zur Unterhaltung der Feuerung ist somit vortheilhaft. Bei weiterer Erhitzung des gerösteten Torfes beginnt die allmälige Zersetzung desselben, deren Vollendung sich durch die Farblosigkeit der aus dem Kaminrohre entweichenden Destillationsprodukte zu erkennen giebt. Wiederholte thermometrische Messungen haben gezeigt, dass bei gehöriger Regulirung des Ventilators die Temperatur in allen Theilen des Verkohlungsraumes eine sehr gleichmässige ist und sich constant in den für die Torfverkohlung als entsprechend bezeichneten Gränzen erhält. Eine vermehrte Feuerung beschleunigt wohl die Verkohlung, ohne jedoch eine wesentliche Temperaturerhöhung zu veranlassen.

Ein Glühen des Torfes im Cylinder oder eine wirkliche Entzündung tritt bei richtiger Leitung der Feuerung, Abhaltung aller überflüssigen atmosphärischen Luft und

guten Schlusses des Apparates nicht ein. Findet sie aber in Folge eines Versehens oder aus Nachlässigkeit des Arbeiters statt, so muss sogleich der Exhaustor sistirt und der ganze Apparat so gut wie möglich geschlossen und der Abkühlung überlassen werden. Unter Umständen hat sich auch das Einstreuen von kohlensaurem Ammoniak zur Verdrängung der in den Apparat zufällig eingetretenen atmosphärischen Luft als vortheilhaft und die Entzündung des Torfes schnell dämpfend erwiesen.

Der Verkohlungsprocess dauert gewöhnlich nach der Stärke der angewandten Feuerung 18 bis 30 Stunden; sie kann übrigens sehr wohl unterbrochen und wieder aufgenommen werden, was jedoch der Natur der Sache nach mit einigem Verluste an Brennmaterial verbunden ist; die Abkühlung erfordert 12 bis 24 Stunden. Ich habe es versucht, dieses System der intermittirenden Verkohlung auch auf die continuirliche auszudehnen.

Der Verkohlungsapparat für continuirlichen Betrieb ist in Fig. III. im Durchschnitte dargestellt.

BB ist ein Cylinder von Blech oder Gusseisen, oben mit einem dichten Deckel geschlossen, der entweder ganz abgehoben werden kann oder mit Füllöffnungen versehen ist. CC ist ein Conus mit einem Register bei a und D ein daran luftdicht befestigter kleiner Cylinder f, der mit dem Theercondensator und dem Exhaustor in Verbindung steht. Die Feuerung ist seitwärts in O; die Feuerluft umspielt den Cylinder, wesshalb die Tragsteine bei bb durchbrochen sind und gelangt oben durch die Seitenöffnungen mm in den Cylinder, durchdringt den dort befindlichen Torf, bis sie durch f und die Theervorlage mittelst des Exhaustors abgeführt wird. Zum Entleeren der Kohlen dienen Wägen, die von Eisen und mit einem luftdichten Schlusse versehen sein müssen, um die allmälige Abkühlung der Kohlen zu bewirken.

### 5) Trocknung des Torfes als Vorbereitung zur Verkohlung.

Als eine wesentliche Bedingung des Gelingens der Torfverkohlung ist schon oben die möglichste Trockenheit des Torfes, welche eine künstliche Trocknung nothwendig macht, bezeichnet worden. Im Anschlusse an meine frühere Arbeit über das gewöhnliche Verfahren der Torftrocknung im Freien<sup>3)</sup>, — ein Verfahren, welches nur unter sehr günstigen klimatischen Verhältnissen ausnahmsweise als Vorbereitung zur Verkohlung ausreicht, will ich zum Schlusse noch eine neue Trockenvorrichtung im Allgemeinen beschreiben.

Das System, auf welchem die Trockenvorrichtung beruht, ist die Verwendung von mässig erhitzter, aber durch längere Berührung mit heissen Metall- oder Steinflächen auf einen hohen Grad von Feuchtigkeitscapacität gebrachter atmosphärischer Luft, unter gleichzeitiger kräftiger Bewegung derselben, so zwar, dass die warme Luft mittelst mechanischer Gewalt durch den Torf hindurch getrieben wird.

Die Vorrichtung selbst ist eine zweifache, je nachdem man einen intermittirenden oder einen continuirlichen Betrieb einzurichten beabsichtigt. Im ersteren Falle muss der Trockenapparat grösser gebaut werden, um eine grosse Masse des Torfes auf einmal zu fassen, im letzteren Falle genügt ein viel kleinerer Apparat. Dieser erfordert einen verhältnissmässig grösseren Betriebsaufwand, dagegen bewirken die intermittirenden Apparate eine gleichmässiger und vollkommnere Trocknung des Torfes.

Fig. IV. giebt den Aufriss und Fig. V. den Grundriss

---

3) Akadem. Sitzungsberichte. 8. Juli 1865.

eines Trockengebäudes für intermittirenden Betrieb. A ist der innere Raum eines länglich viereckigen Gebäudes von Stein, von beliebiger Grösse — (ein Gebäude von etwa 50' Länge, 30' Breite und 12' Höhe reicht für ein Trockenquantum von fast 20,000 Centnern per Jahr aus) — aaa und bb sind die Oeffnungen zum Einbringen und Ausleeren des Torfes, welche während des Betriebes möglichst dicht mit eisernen Läden verschlossen werden. Der Torf selbst befindet sich auf einem pultförmigen Gitter von Holz oder Eisen ddd, woselbst er 3' bis 5' hoch ohne Ordnung aufgeschüttet werden kann. Oben ist das Gebäude durch ein gewöhnliches Dach mit Boden und unter demselben mit einer Zwischendecke von dünnem Eisenblech ff geschlossen, um bei einer allenfallsigen Entzündung des Torfes jede Gefahr für die Dachung zu beseitigen. Dieser Blechboden wird ungefähr 3" hoch mit einer Mischung von Torfmühle, Torfasche, Kalk und Lehm bedeckt, theils zur grösseren Sicherung, theils aber auch zur Verminderung der Abkühlung.

O ist ein durch das Gebäude hinlaufendes mit Seitenöffnungen versehenes Rohr zur Zuführung der heissen Luft; die abgekühlte und mit Feuchtigkeit geschwängerte Luft wird unter dem Gerüste für den Torf am Boden des Gebäudes durch die Kanäle mm, welche zu dem Exhaustor x führen, entfernt. Wird letzterer durch Dampf oder eine andere mechanische Kraft bewegt, so bildet sich im Gebäude sofort ein kräftiger Luftstrom, wobei die durch O eintretende heisse Luft den Torf durchdringt, sich dabei mit Feuchtigkeit sättigt und endlich durch die Canäle mm und den Exhaustor wieder ins Freie abgeführt wird. Die Erzeugung der heissen Luft kann durch einen beliebigen Ofen oder Calorifère mit grossen Stein- oder Metallflächen geschehen, wobei nur darauf zu achten ist, dass dieser Ofen im richtigen Verhältnisse zur Grösse des Trockenraumes

stehe, so dass in dem letzteren allmählig eine Temperatur von ungefähr  $50^{\circ}$  C. entstehen kann. Ist diese Temperatur einmal erreicht, dann geht auch die Trocknung sehr rasch von statten, besonders wenn die Luftbewegung durch den Exhaustor nicht übertrieben wird, so dass gerade so viel heisse Luft nachströmen kann, als feuchte entfernt wird.

Steigert man die Temperatur weit über  $50^{\circ}$  bis  $60^{\circ}$  C., so geht allerdings die Trocknung rascher, allein es wird nicht nur verhältnissmässig mehr Feuerungsmaterial verzehrt, sondern es leidet auch die Qualität des Torfes, indem, wenn die trockene Luft zu heiss ist, viele Torfsorten rissig werden und mitunter ganz zerfallen. Dasselbe ist mit Ligniten und Braunkohlen der Fall.

Nach dieser unter verschiedenen Modificationen schon bekannten Trockenvorrichtung, deren Darlegung aber zum Verständniss des Folgenden unerlässlich war, gehe ich zur Beschreibung einer neuen Construction für continuirlichen Betrieb über.

Fig. VI. stellt den Vertikaldurchschnitt eines Trockenofens für continuirlichen Betrieb dar. Das Prinzip ist dasselbe, wie das der intermittirenden Vorrichtung, nur die Anordnung der einzelnen Theile etwas verändert. Die Vorrichtung selbst ist viel kleiner, entweder rund oder viereckig.

A ist das Innere des Trockenraumes, dessen Wände BB von Stein sind, C ist ein den Boden dieses Raumes bildender Conus von Blech bei a durch ein mit einem Handgriff versehenes Gitter oder einen Rost geschlossen.

D ist ein die Fortsetzung dieses Conus bildender Cylinder von Blech, unten bei m durch einen Schieber oder eine Klappe genau geschlossen.

In diesen Cylinder mündet das Rohr F, welches die heisse Luft aus dem Raume G, wo sie erzeugt wird, beiführt. Der Ofen ist oben durch den Deckel HH genau

geschlossen, KK sind die Oeffnungen zum Einschütten des Torfes, die nach jedesmaligem Füllen mit Deckeln geschlossen werden, R ist das zum Exhaustor führende Rohr für die nassen Dämpfe.

Unter dem Cylinder D befindet sich eine kleine Schienenbahn, auf welcher kleine Waggon p laufen, um den getrockneten Torf abzuführen. Sobald die untersten Schichten in A hinreichend trocken sind, wird der Exhaustor einen Augenblick sistirt, die Klappe m geöffnet, ein Waggon p untergeschoben und das Gitter oder Register a angezogen, wodurch der unterste Torf aus A in den Waggon fällt. Hierauf wird a zurückgeschoben, sodann frischer Torf durch k und k' nachgefüllt, die Klappe m geschlossen, k und k' ebenfalls und der Exhaustor wieder in Bewegung gesetzt.

Bei diesem Verfahren kann mit etwas heisserer Luft und daher schneller gearbeitet werden, weil der Torf, bis er auf den Boden von A gelangt, schon so entwässert ist, dass ihm selbst ein Luftstrom von mehr als 100° C. nicht leicht mehr an seiner Consistenz schadet.

Nachdem im Vorhergehenden die Bedingungen der Torfverkohlung, die Verkohlung selbst, so wie die nothwendige Vorbereitung zur Verkohlung, die künstliche Trocknung des Torfes, in Kürze auseinander gesetzt worden sind, würde es noch erübrigen, einer sehr wichtigen Vorbereitung der Torfverkohlung, nämlich der Bearbeitung oder Maceration des rohen Torfes, Erwähnung zu thun. Die Grundlage einer jeden dem Zwecke der Verkohlung entsprechenden Bearbeitung des Torfes besteht vor Allem in der gänzlichen Auflösung seines natürlichen Zusammenhanges, in einer möglichst vollständigen Trennung und Zerreißung aller seiner einzelnen, dessen Continuität bedingenden Theile, namentlich der in den meisten Torfsorten vorherrschenden Pflanzenfasern. Die hiezu in Vorschlag gebrachten Vor-

richtungen und Maschinen sind im Laufe der Zeit sehr zahlreich geworden; eine eingehende Beurtheilung derselben, so wie die Beschreibung eines Apparates, welcher nach meinen Erfahrungen allen Anforderungen in dieser Beziehung entspricht, behalte ich mir als Ergänzung dieser Mittheilung für die nächste Folge vor. —

---

Zur Vorlage kam von Herrn Schönbein in Basel eine Abhandlung:

„Ueber die bei der langsamen Oxidation organischer Materien stattfindende Bildung des Wasserstoffsperoxides“.

Es giebt der chemischen Erscheinungen nicht Wenige, welche zwar im Allgemeinen schon längst, doch aber nicht so genau gekannt sind, als sie es sein könnten und im Interesse der Wissenschaft auch sein sollten, Letzteres schon deshalb, weil deren vollständigere Kenntniss möglicher Weise eine allgemeine theoretische Bedeutung haben, d. h. unsere Einsicht in den Zusammenhang scheinbar von einander unabhängigen Thatsachen wesentlich erweitern könnte.

Seit ich mich mit Chemie beschäftige, sind es daher auch vorzugsweise Erscheinungen der bezeichneten Art gewesen, denen ich meine Aufmerksamkeit zuwendete und wie ich gerne glauben möchte, haben meine darauf bezüglichen Untersuchungen zu Ergebnissen geführt, welche nicht ohne allen wissenschaftlichen Werth sind.

Die meisten meiner dessfallsigen Arbeiten bezogen sich auf die Oxidation unorganischer und organischer Materien,

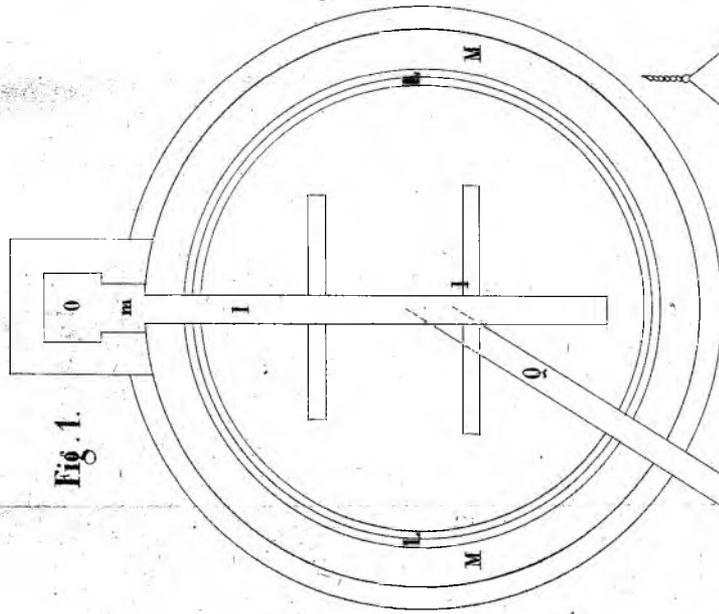


Fig. 1.

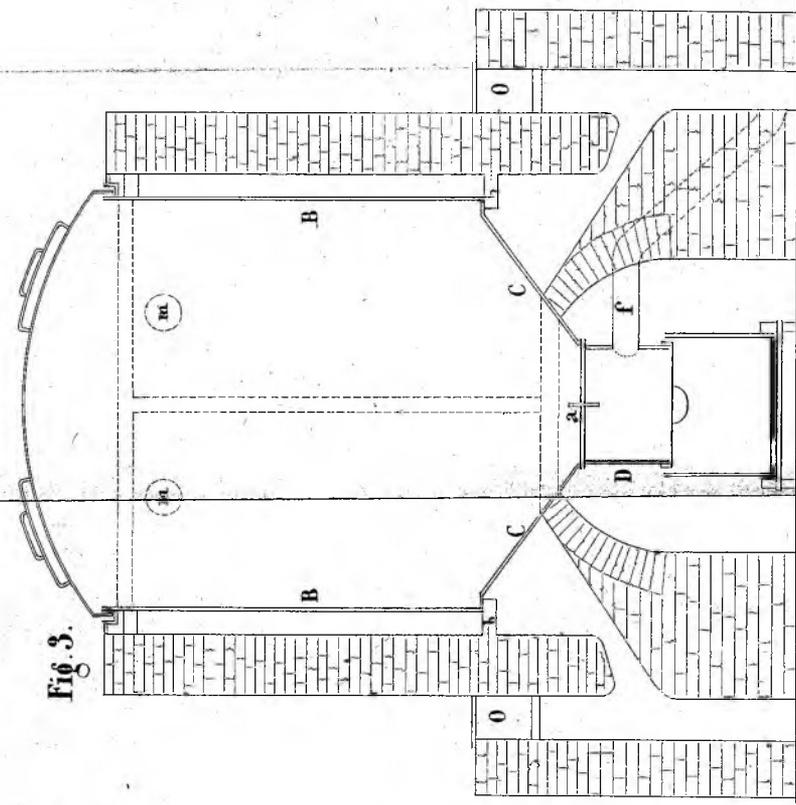


Fig. 3.

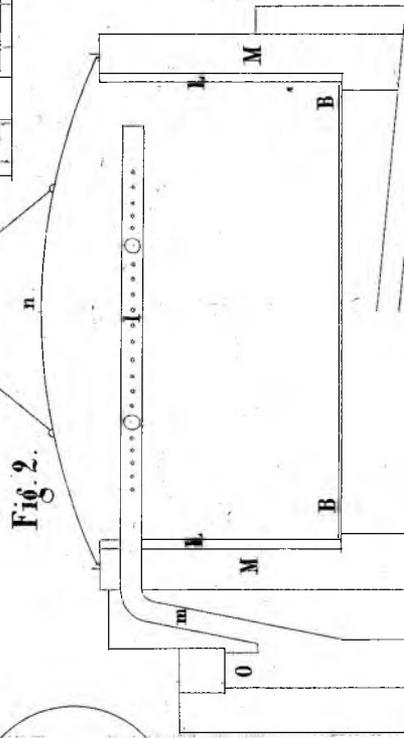


Fig. 2.

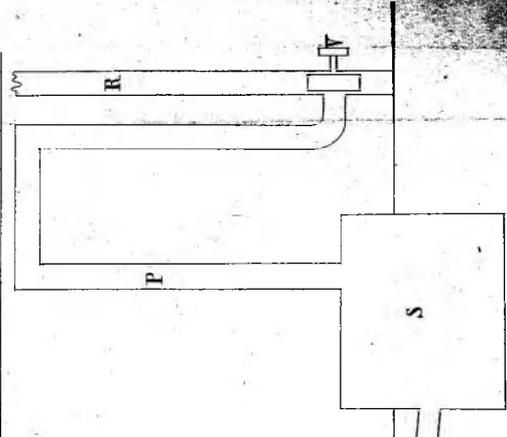


Fig. 4.

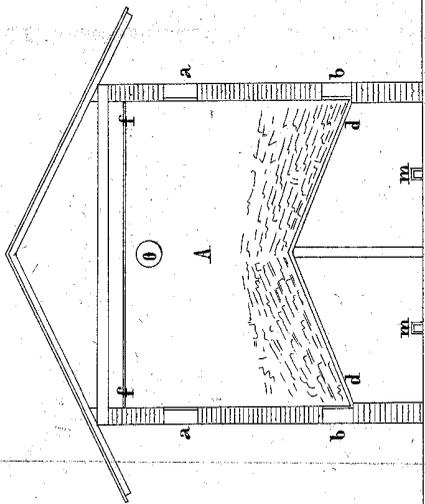


Fig. 6.

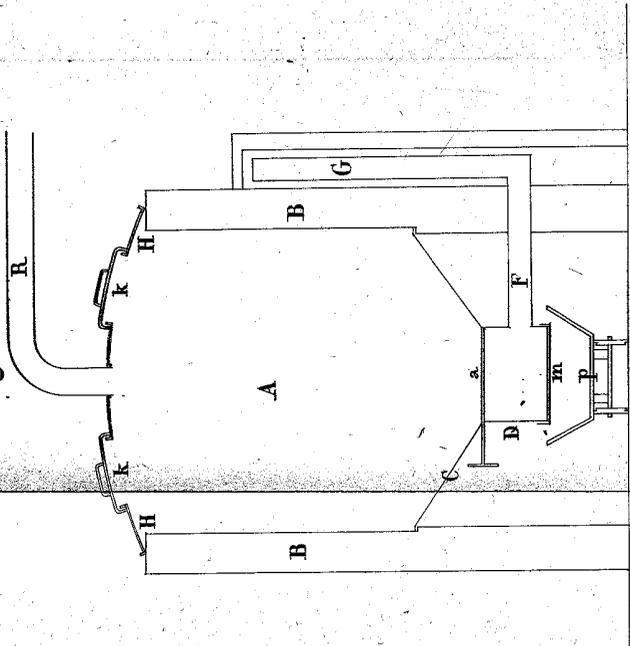


Fig. 5.

