

eipanten anfügen. Man beurtheilt den Gang der Operation an der Schnelligkeit des Gasstromes, welcher aus der Glasröhre bringt. Dieser Gasstrom besteht aus Kohlenoxyd, welches kohlensaures Kali, krongsaures Kali und Kalium mit sich zieht. Ist der Strom zu schleunig, so schließt man die Thür des Aschenloches, um das Feuer zu mäßigen. Ist er zu langsam, so räumt man den Flintenlauf aus. Sollte bei lebhaftem Feuer diese Operation nicht helfen, so kann man fürchten, daß die Retorte geschmolzen oder durchlöchert sey.

Die einzige Unbequemlichkeit bei dieser Operation beruht in der Leichtigkeit, mit welcher der Flintenlauf durch ein Gemenge von kohlensaurem Kali, krongsaurem Kali und Kohlenstoffkalium, welches sich darin sublimirt, verstopft wird. Mit Hülfe des Ladestockes kann man allerdings dem Laufe 2 bis 3 Mal wieder Deffnung geben; dann aber ist man genöthigt, die Operation zu beendigen. Wenn man den

Flintenlauf auszuräumen versucht, so muß dieß mit Vorsicht geschehen. Zuweilen entsteht eine Explosion, durch welche der Ladestock, so wie entzündete Stoffe in der Richtung der Ase des Flintenlaufes mit Gewalt herausgeworfen werden. Der Operateur muß sich deshalb so stellen, daß er nicht getroffen werden kann.

Jede Operation liefert 15 bis 40 Grammen Kalium. Der Rückstand, welcher noch lange nicht erschöpft ist, kann ein zweites Mal angewendet werden. Die Retorten können nochmals dienen. Brunner empfiehlt, sie mit einer Schicht von gutem Thon leicht zu beschlagen. Wöhler spricht nichts von dieser Maßregel, welche sich mehr schädlich als nützlich gezeigt hat. Zum wenigsten muß man, wenn man die Retorte mit Thon beschlagen will, dieß nur in einer ganz dünnen Schicht und mit Hülfe des Pinselfs thun.

Durch dasselbe Verfahren kann man sich das Natrium verschaffen.



Fig. 1.

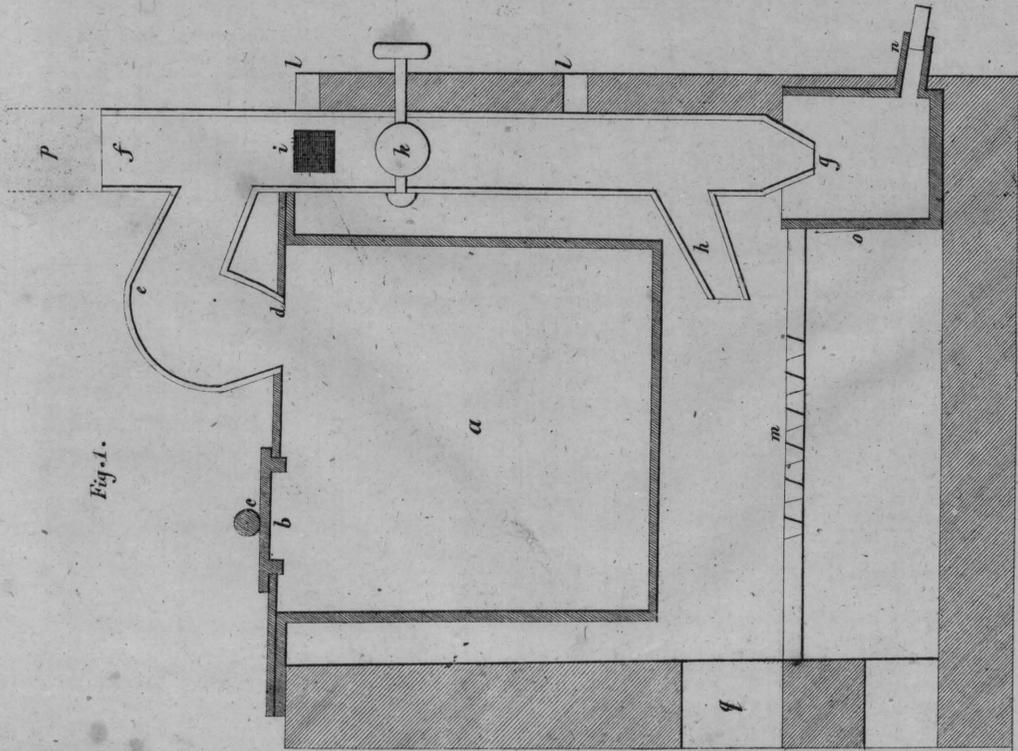
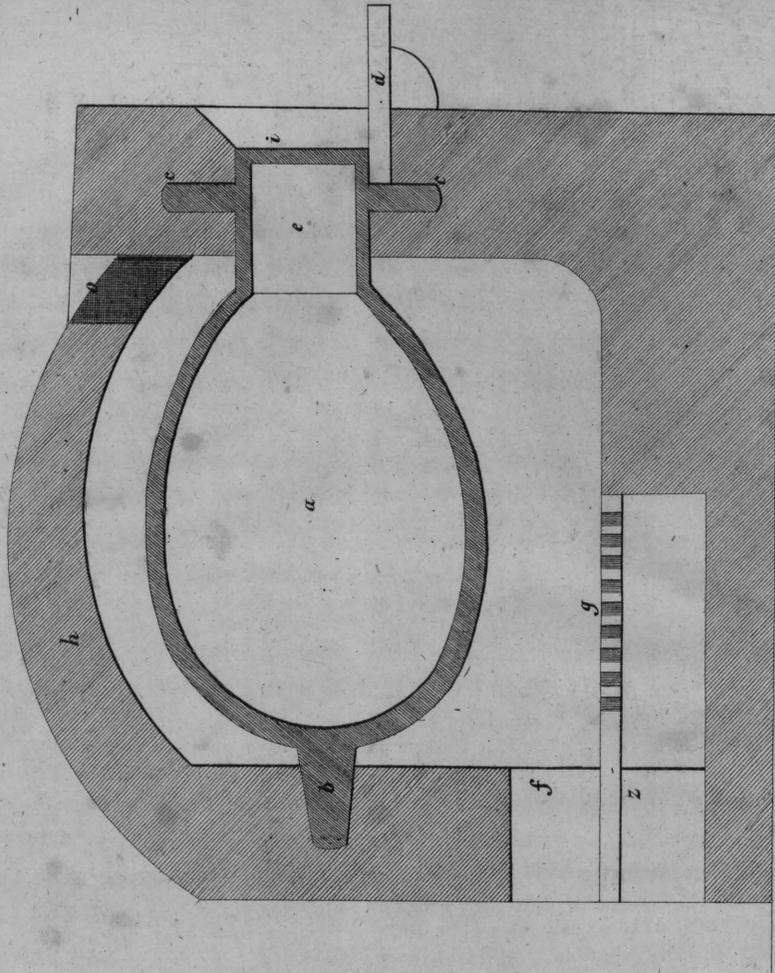


Fig. 2.



## T a f e l CLIII.

### Apparate und Verfahren zur Fabrication des blausauren Kali's, des Berlinerblau's, des Pariserblau's u. s. w.

Die Blutlauge; oder eigentlich das blausaure Eisenkali, welches den wesentlichen Bestandtheil derselben ausmacht, erhält man durch Calcination eines Gemenges von Pottasche mit stickstoffhaltigen Substanzen, oder mit der aus solchen Substanzen bereiteten Kohle. Unter den unverkohlten thierischen Stoffen, welche als Material zu dieser Bereitung dienen, ist das Blut am häufigsten in Gebrauch. Man erhitzt es in einem Kessel, bis es gerinnt, gießt den wässerigen Theil ab und trocknet den Blutkuchen über dem Feuer vollends aus, oder man kocht das Blut, bis es dick wird, und läßt es an der Luft ganz trocken werden. Getrocknet wird es zu Pulver gestoßen und gesiebt. Abgänge von Horn und Klauen, ferner Knochen, Haare, wollene Lumpen, Abfälle von rohen Häuten, von Leder und Fleisch, endlich verschiedene Arten von Schwämmen, sämmtlich im trockenen Zustande, und so sehr als möglich zerkleinert, sind die Substanzen, welche man außer dem Blute theils vorgeschlagen, theils wirklich mit größerem oder geringerem Erfolge angewendet hat. Blut und Horn (und die dem Horn in der Substanz gleichen Klauen) sind indessen allein zur Benutzung im Großen geeignet.

Die stickstoffhaltige Kohle wird durch die Verkohlung thierischer Theile bei der Salmiakfabrication als Nebenproduct erhalten, daher eine Salmiakfabrik und eine Berlinerblaufabrik vortheilhaft mit einander verbunden werden können; oder man bereitet sie absichtlich aus Blut oder Horn. Hierzu ist es zweckmäßig, sich eines Apparates zu bedienen, bei welchem zugleich das entstehende kohlen-saure Ammoniak gewonnen und das brennbare Gas zur Verstärkung des Feuers benutzt wird. In der Beschreibung der Apparate zur Bereitung des Beinschwarzes ist eines solchen Apparates gedacht worden, welchem in jenen Fällen, wo man auf die Gewinnung des kohlen-sauren Ammoniaks verzichtet, folgende einfachere Einrichtung gegeben werden kann (siehe Fig. 1.): Die Verkohlung geschieht hier in einem großen eisernen, in einem Ofen eingemauerten und verschlossenen Kessel, a, dessen Deckel zwei Oeffnungen, b und d, besitzt. b dient zum Einfüllen der zu verkohlenden Substanzen und wird während der Operation mit-

telst eines eingefitteten kleinen Deckels, c, verschlossen. Aus der Oeffnung d führt eine weite knieförmige Röhre, e, in das senkrechte, oben und unten offene, gußeiserne Rohr f g, welches bei g sich bedeutend verengt und etwas höher oben einen in den Feuerheerd über dem Roste m sich mündenden Seitenausgang, h, besitzt. Das Ende g reicht in ein Gefäß o, an dessen Boden sich eine mit dem Zapfen n zu verstopfende Oeffnung befindet. Das Rohr f g und das Gefäß o sind zur Hälfte in die Umfassung des Ofens eingemauert; zwei an das Rohr angelegte Zapfen, l, l, halten dasselbe fest. Der Zug des auf dem Roste m brennenden Feuers wird durch die Oeffnung i in das Innere des Rohres f g geleitet. Hierdurch bewirkt man, daß die brennbaren Gase und die Dämpfe von brenzlichem Dele, welche aus der Mündung des Knies e hervordringen, entzündet und der durch ihr Verbrennen entstehende Rauch und Wasserdunst durch eine bei p aufgesetzte blecherne Röhre in den Schornstein fortgeführt werden. Was von den Nebdämpfen hier der Verbrennung entgeht, verbreitet sich durch das Rohr f g abwärts, gelangt durch die Oeffnung h in den Feuerraum und wird dort vollends verzehrt; wobei, wenn die Heizthür q gehörig verschlossen ist, kein übler Geruch sich verbreiten kann. Ein Theil des stinkenden Deles, der sich in der Röhre f g condensirt, fließt durch die Oeffnung g aus, sammelt sich in dem Gefäße o, wo er theils ebenfalls (vermöge der auf der Oberfläche stattfindenden Entzündung) verbrennt, theils durch Ausziehung des Zapfens n abgelassen werden kann. Eine Drehklappe, k, welche in dem Rohre angebracht ist, gestattet, indem man sie mehr oder weniger schließt, dem zu heftigen Abwärtsdringen der Dämpfe Schranken zu setzen. Statt der hier beschriebenen Vorrichtung geht es auch an, die Dämpfe aus dem Kessel durch ein Rohr in den Uchenheerd unter dem Rost zu leiten, so, daß sie sammt der das Feuer unterhaltenden Luft von unten durch das Brennmaterial streichen müssen und also vollkommen verbrannt werden. In jedem Falle ist es gut, wenn die in dem Kessel a eingefüllten Materialien nicht vollkommen, sondern nur so weit verkohlt werden, daß die Kohle sich noch etwas fettig anfühlt, aber doch

leicht zu Pulver gestoßen werden kann. Acht Pfund Horn oder Klauen, oder zehn Pfund getrocknetes Blut geben im Durchschnitte ein Pfund Kohle.

Das bei der Destillation oder Verkohlung thierischer Theile abfallende brenzliche Del kann sehr zweckmäßig zur Bereitung der Blutlauge angewendet werden, indem man es vorläufig verkohlt. Zu diesem Behufe füllt man einen eisernen, zweckmäßig geheizten Kessel etwas über die Hälfte mit dem Dele und erhitzt letzteres, ohne es jedoch zum Sieden und Aufsteigen zu bringen. Wenn sich Dämpfe auf der Oberfläche zeigen, so werden dieselben mittelst eines brennenden Holzspanes entzündet; zugleich läßt man die Feuerung unter dem Kessel ausgehen und sieht nur zuweilen nach, damit das Del beständig fortbrennt. Im Falle, daß die Flamme von selbst verlöscht, hilft man durch gelinde Erhitzung des Kessels nach. Wenn der Inhalt bis auf den dritten Theil verbrannt ist, füllt man neues Del nach. Allmählig verwandelt sich durch dieses Verfahren das Del in eine pechartige Masse, welche man umrühren und, indem man den Kessel nun wieder und zwar stärker heizt, entzünden muß. Erst, wenn sich die Flamme gar nicht mehr erhalten will, sondern gleich wieder verlöscht, und ein brauner Rauch aufsteigt, ist die Operation vollendet. Die Masse in dem Kessel wird beim Erkalten hart und schwammig, ist glänzend schwarz und geruchlos. Wo das brenzliche Del (z. B., als Nebenproduct einer Salmiakfabrik) in großer Menge vorhanden ist, kann das Verbrennen anfangs in einer im Boden ausgemauerten, mit einer Haube von Ziegeln bedeckten und mit einem Schornsteine versehenen Grube geschehen, worin man das Del durch darauf gestreutes und angezündetes Stroh in Flammen setzt. Die pechartig gewordene Masse wird dann in einen Kessel übergeschöpft und auf die beschriebene Weise vollends verkohlt. Aus einem Centner Del erhält man etwa 7 Pfund Kohle.

Nicht nur die Kohle thierischer Theile, sondern auch der Ofenruß, welcher in geringerer Menge Stickstoff enthält, ist im Stande, beim Glühen mit Alkalien Cyan zu bilden, und kann also ebenfalls in der Berlinerblaufabrication gebraucht werden. Jetzt bedient man sich seiner zwar nicht mehr; aber ehemals wurde, unter dem Namen Erlangerblau, ein Berlinerblau fabricirt, wozu man die Blutlauge durch Calcination von Glanzruß mit Soda bereitete.

Horn, Klauen, Blut oder thierische Kohle müssen nun im gehörigen Verhältnisse mit Pottasche vermengt und calcinirt werden. Man nimmt einen Theil Pottasche auf sechs bis zehn Theile Horn oder

getrockneten Blutes, oder einen bis zwei Theile thierischer Kohle; dieses Verhältniß hängt übrigens, wie später erhellen wird, von der Feinheit der Berlinerblau-Sorte ab, welche man erzeugen will. Die Anwendung der thierischen Kohle ist in der Regel jener der unverkohlten Substanzen vorzuziehen; denn sie hat den Vortheil, daß der beim Calciniren von unverkohlten thierischen Theilen stattfindende, höchst unangenehme Geruch vermieden, und also die Arbeit minder unbequem gemacht wird; daß das bei der Zersetzung jener Substanzen entstehende kohlen saure Ammoniak durch vorläufige Verkohlung gewonnen werden kann, und daß das Volumen der zu calcinirenden Masse bedeutend kleiner ist.

Die Pottasche muß sehr rein, besonders von schwefelsaurem Kali seyn; man kann, um dieses Salz und die anderen Verunreinigungen größten Theils zu entfernen, die käufliche Pottasche mit dem gleichen Gewichte kalten Wassers übergießen, öfter umrühren, die Auflösung nach zwei Tagen abfiltriren und zur Trockenheit einkochen. Es kommt viel auf innige und gleichförmige Vermengung der Pottasche mit dem Blute oder der Kohle an. Beide schichtenweise in den Kessel einzutragen, reicht nicht hin; man verrichtet daher die Mengung schon vor dem Eintragen trocken, oder besser, man löset die Pottasche in sehr wenig siedendem Wasser auf und macht mit der Auflösung das trockene Blut oder die größtlich gepulverte Kohle an. Salpeter soll, nach neueren Versuchen, wenn er ganz, oder auch nur zum Theil, an die Stelle der Pottasche gesetzt wird, eine größere Menge Cyaneisenkalium erzeugen, als Pottasche allein. Man nimmt, nach Gautier, auf drei Theile gewonnenen, und durch Auspressen vom Wasser befreiten Blutes, einen Theil Salpeter. Indem der letztere mit der Kohle des Blutes verbrennt, wird er zu kohlen saurem Kali, und der aus der zersetzten Salpetersäure abgeschiedene Stickstoff wird zur Bildung des Cyans verwendet, gleich jenem, der im Blute enthalten ist. Es fragt sich, ob diese Neuerung den ökonomischen Forderungen entsprechen könne. Auf jeden Fall dürfte es angehen, die Menge des Salpeters noch bedeutend zu vermindern.

Der Kessel zum Calciniren des Gemenges ist birnförmig, d. h., er besitzt einen auswärts gewölbten Boden, und an der Oeffnung einen kleinern Durchmesser als im Bauche. Er wird aus Eisen bedeutend dick gegossen, in einem Ofen, etwas schräg nach vorwärts geneigt, eingemauert und mit einem gut passenden Deckel versehen. Zweckmäßiger ist es, eine Art von Muffel anzuwenden, wie die Zeichnung

(Fig. 2.) im Durchschnitte zeigt. Diese Muffel, a, ist von eiförmiger Gestalt, aus Eisen etwa einen Zoll dick gegossen, hinten mit einem starken Zapfen, b, vorn an dem cylindrischen Halse, e, mit zwei einander gegenüberstehenden Armen, c, c, versehen. Die Deffnung wird mittelst eines eisernen Deckels oder Schiebers, i, verschlossen. Der Ofen, in welchem die Muffel, etwas nach hinten geneigt, mittelst des Zapfens, b, und der Arme, c, befestigt wird, ist so gebaut, daß das auf dem Roste, g, brennende Feuer rings um die Muffel nur wenige Zoll Spielraum hat. Die Heizthür, f, und das Zugloch, z, des Aschensalles befinden sich auf der Hinterseite, damit der vorn bei der Muffel angestellte Arbeiter durch das Einheizen nicht gehindert wird. Das Rauchloch, o, befindet sich vorn im Gewölbe, h, des Ofens, und wird durch einige davor aufgestellte Ziegel rückwärts geleitet, so, daß der Rauch den Arbeiter nicht belästigt. d ist eine steinerne oder eiserne Platte vor der Deffnung der Muffel, wo man beim Ausschöpfen der geschmolzenen Masse den Löffel aufsetzt. Die Muffel wird nahe an die Hälfte mit dem zu calcinirenden Gemenge gefüllt.

Das Verfahren beim Schmelzen oder Calciniren ist verschieden, je nachdem man unverkohlte Stoffe (Horn, Blut) oder Kohle anwendet. Im erstern Falle bleibt der Kessel oder die Muffel, unter fleißigem Umrühren des Inhaltes und Nachfüllen neuer Masse, wenn die eingetragene durch das Schmelzen zusammenfällt, so lange offen, bis sich (nach etwa fünf oder sechs Stunden) der anfängliche Dampf und Gestank verliert, die Flamme kleiner und heller und ein Geruch nach Ammoniak bemerklich wird. Dann verschließt man die Deffnung, verstärkt das Feuer und rührt nur von Zeit zu Zeit, heiläufig alle halbe Stunden, mit einer eisernen Krücke wieder um. Wenn beim Deffnen und Umrühren keine Flamme mehr zum Vorscheine kommt, ist die Operation beendigt.

Bei der Anwendung von thierischer Kohle (Schmelze nach dem Kunstausdrucke) wird die Muffel verschlossen, sobald ihr Inhalt durch allmählig steigendes Feuer zum Glühen gebracht ist; dann rührt man alle Viertelstunden um und verschließt schnell wieder. Anfangs entsteht beim Deffnen jedes Mal eine große Flamme; das Gemenge ballt sich und geräth in's Schmelzen. Indem man nun das Feuer fortwährend in gleicher Stärke erhält, wird die Flamme allmählig schwächer und kommt am Ende gar nicht mehr zum Vorscheine, zum Kennzeichen, daß die Schmelzung beendigt ist. Die Operation, mit einer

Masse von 50 Pfd. Kohle und 50 Pfd. Pottasche vorgenommen, dauert das erste Mal etwa zwölf Stunden, später aber, wenn der Ofen und Kessel bereits im Glühen ist, nur sieben bis acht Stunden.

Wenn der Zeitpunkt eingetreten ist, wo man die Arbeit des Schmelzens oder Calcinirens als beendigt ansieht, so wird die geschmolzene, glühende Masse mit einem eisernen Löffel schnell in einen, nur wenig Wasser enthaltenden, neben dem Schmelzofen eingemauerten, eisernen Kessel übergeschöpft, um sie plötzlich abzukühlen, weil durch eine länger fortdauernde Hitze das gebildete Cyaneisenkalium zum Theil wieder zerstört (unter Abscheidung von Stickgas und Kohlenstoffeisen in Cyankalium verwandelt) werden würde. Man füllt dann den Kessel ganz mit Wasser an, bringt das letztere zu gelindem Kochen und seihet die Auflösung durch Leinwand. Sie stellt nun die Blutlauge dar.

Die leer gewordene Muffel wird sogleich wieder mit dem Einsatze zu einer neuen Schmelzung gefüllt. Die beim Auslaugen zurückbleibende Kohle kann, mit weniger Pottasche als das erste Mal und mit einigen Procenten Hammerschlag versehen, noch einmal calcinirt und auf Blutlauge benutzt werden.

Da das Eisen, welches zur Bildung des Cyaneisenkaliums erforderlich ist, von dem Schmelzgefäße hergegeben werden muß, so werden die Schmelzkessel und Muffeln, trotz ihrer bedeutenden Dicke, bald angegriffen und endlich durchlöchert. Eine nach Fig. 2. eingerichtete Muffel kann, wenn sie auf der untern Seite durchgebrannt ist, umgewendet und an den nun obenhin kommenden beständigen Stellen mit Eisenkitt (aus Leinölfirniß, Mennige, Kalk, Ziegelmehl und Hammerschlag), in welchen man ein Stück Eisenblech einbrückt, ausgebessert werden. Man kann der Zerstörung der Schmelzgefäße einigermaßen dadurch vorbeugen, daß man dem einzufüllenden Gemenge Eisenspäne oder Hammerschlag (etwa 1 oder 2 Procent von dem Gewichte der Pottasche) zusetzt.

In der Blutlauge ist das blausaure Eisenkali nicht rein, sondern jene Flüssigkeit enthält noch außerdem viel Cyankalium (oder blausaures Kali), welches bei der Entleerung während des Calcinirens nicht das nöthige Eisen gefunden hat, um sich in blausaures Eisenkali zu verwandeln; ferner kohlen-saures Kali oder unzersetzte Pottasche und phosphorsaures, schwefelsaures, schwefelwasserstoffsaures, salzsaures, schwefelblau-ares Kali, phosphorsauren Kalk, sämmtlich theils aus der Pottasche, theils von der Verbrennung der thierischen Substanzen herrührend.

Die Blutlauge wird entweder sogleich zur Berlinerblau-Fabrication verwendet, oder man stellt daraus durch Abdampfen und Abkühlen das blausaure Eisenkali in Crystallen dar, welches als Material für die Färberei und Rattundruckerei einen Handelsartikel ausmacht.

Die oben genannten Verunreinigungen, welche zum Theil schon in der bei der Crystallisation entstehenden Mutterlauge zurückbleiben, werden durch erneuerte Auflösung und Crystallisation noch mehr entfernt. Es ist rätlich, der Blutlauge, um das in ihr befindliche Cyankalium in Cyaneisenkalium zu verwandeln, vor dem Abdampfen so lange Eisenvitriol-Auflösung zuzusetzen, als der entstehende weiße Niederschlag (Cyaneisen) noch aufgelöst wird.

Die Fällung des Berlinerblaus wird durch Vermischung der Blutlauge mit einem aufgelösten Eisensalze bewerkstelligt. Eine Auflösung des crystallisirten blausauren Eisenkali's statt der Blutlauge anzuwenden, ist wegen der größern Reinheit des Productes vortheilhaft und wird daher jedesmal zweckmäßig seyn, wenn die hierdurch etwas vermehrten Kosten durch den Preis des Berlinerblaus gedeckt werden. Das Eisensalz, dessen man sich in der Berlinerblaufabrication allgemein bedient, ist der Eisenvitriol (das schwefelsaure Eisenorydul), obschon man das schönste, als Malerfarbe vorzüglich anwendbare Berlinerblau aus salpetersaurem Eisenoryd mittels des reinen blausauren Eisenkali's erhält. Da der Eisenvitriol in dem Zustande, wie er käuflich ist, in der Regel mit mehr oder weniger schwefelsaurem Kupferoryd verunreinigt ist, letzteres aber mit der Blutlauge einen rothbraunen Niederschlag giebt, der die Farbe des Berlinerblaus verderben würde; so ist eine vorläufige Reinigung nöthig. Man löst den Vitriol nämlich in einem eisernen Kessel in so wenig als möglich Wasser auf, legt eine Anzahl blanker Eisenstücke von großer Oberfläche hinein, um das Kupfer niederzuschlagen, läßt die Auflösung eine Viertelstunde lang kochen, seihet sie durch ein Tuch und dampft sie in dem gereinigten Kessel bis zur Trockenheit ab. Da nur die Eisenorydsalze unmittelbar einen blauen Niederschlag mit der Blutlauge geben, so ist es vortheilhaft, den Eisenvitriol dadurch zum Theil in schwefelsaures Eisenoryd zu verwandeln,

daß man ihn entweder längere Zeit der Luft ausgesetzt, verwittern und gelb werden läßt, oder daß man seiner Auflösung beim Abdampfen etwas Salpetersäure zusetzt. Den Vitriol durch vollständige Drydation ganz in schwefelsaures Eisenoryd zu verwandeln, wäre zweckwidrig, weil wenigstens ein gewisser Theil schwefelsauren Eisenoryduls vorhanden seyn muß, um das in der Blutlauge enthaltene Cyankalium in Cyaneisenkalium umzuändern.

Wenn die Blutlauge reines blausaures Eisenkali wäre, so würde das durch dieselbe in der Eisenauflösung entstehende Berlinerblau rein seyn. Das kohlen-saure Kali aber, welches die Blutlauge stets enthält, bewirkt, daß aus dem Eisenvitriol nebst dem Cyaneisen auch Eisenoryd niederfällt, welches durch seine rostgelbe Farbe das Berlinerblau in's Grünliche zieht. Diesem Fehler kann dadurch abgeholfen werden, daß man der Blutlauge bis zur Beendigung des Aufbrausens Schwefelsäure oder Salzsäure zusetzt, um das kohlen-saure Kali zu neutralisiren und unwirksam zu machen; oder das Berlinerblau mit einer jener Säuren auswäscht, um das beigemengte Eisenoryd aufzulösen. Diese Verfahrensarten werden angewendet, um das reinste und tiefste Blau, welches unter dem Namen Pariserblau im Handel vorkommt, zu erzeugen. Für das gewöhnliche Berlinerblau, wo ein solches Mittel zu kostspielig ist, hilft man sich durch einen Zusatz von Alaun zum Eisenvitriol. Das kohlen-saure Kali der Blutlauge schlägt aus dem Alaun die Thonerde nieder, welche sich mit dem zugleich entstehenden Berlinerblau vermengt und durch ihre weiße Farbe das Blau blässer macht, ohne indeß, wie das Eisenoryd, seiner Reinheit zu schaden. Je mehr überschüssige Pottasche in der Blutlauge vorhanden ist, desto größer muß die Menge des angewendeten Alauns seyn, und desto lichter fällt daher das Berlinerblau aus. Dieß ist der Grund, warum man den Zusatz von Pottasche beim Schmelzen nach der beabsichtigten Qualität des Fabricates reguliren muß. Auf ein Pfund Pottasche sind zwei bis drei Pfund Alaun hinreichend. Ein Theil des Alauns kann durch Schwefelsäure oder Salzsäure ersetzt werden, wenn man ein dunkleres Blau zu er-

halten wünscht; oder man kann auch zu gleichem Behufe die Blutlauge zuerst mit der Alaunauflösung vermischen, die niederfallende Thonerde durch Filtriren absondern, und nun erst die Auflösung des Vitriols zusetzen. Schwefelsaure Bittererde (Bittersalz) und schwefelsaures Zinkoryd (Zinkvitriol) werden zuweilen statt des Alauns angewendet und liefern ein gut deckendes Blau, in welchem die Bittererde oder das Zinkoryd die Stelle der Thonerde einnimmt. Im Handel kommt solches Blau, meist von einer sehr hellen Abstufung, unter der Benennung Mineralblau vor. Die Menge des Eisenvitriols hängt von jener der stickstoffhaltigen Substanz ab, welche zur Bereitung der Blutlauge gedient hat. Man nimmt einen Theil oxydirten Vitriols auf funfzehn bis zwanzig Theile getrockneten Blutes oder zwei bis drei Theile thierischer Kohle. Doch müssen diese, wegen der verschiedenen Beschaffenheit aller in's Spiel kommenden Materialien nicht fest zu bestimmenden Verhältnisse von jedem genau arbeitenden Fabricanten durch eigene, im Kleinen angestellte Versuche für seinen Bedarf ausgemittelt werden.

Um also nach den angezeigten Grundsätzen die Bereitung des Berlinerblaus vorzunehmen, werden Alaun und Eisenvitriol mit einander in heißem Wasser aufgelöst; die Auflösung wird durch dichte Leinwand filtrirt, allenfalls mit Salzsäure oder Schwefelsäure vermischt, und heiß allmählig in die ebenfalls erwärmte Blutlauge gegossen, welche man dabei stark umrührt. Die Präcipitation ist beendigt, wenn eine filtrirte Probe der Flüssigkeit mit Eisenvitriol-Auflösung keinen Niederschlag mehr giebt. Der Eisenvitriol schlägt das Berlinerblau nieder, welches aber nicht nur mit der Thonerde des Alauns, sondern auch mit weißem Cyaneisen vermischt ist, weil ein Theil des Eisenvitriols noch unvollkommen oxydirt (schwefelsaures Eisenorydul) war. Der Niederschlag ist daher anfangs schmutzig graugrün. Indem man die Flüssigkeit mit demselben anhaltend rührt und schöpft, bewirkt der Sauerstoff der Luft allmählig die Drydation und also das Hervortreten der blauen Farbe. Man sieht hieraus, daß das Fabricat, welches man auf diese Art erhält, abgesehen von der  
Laboratorium.

Thonerde, ein Gemenge aus unauflöslichem oder neutralem und auflöslichem oder basischem Berlinerblau seyn muß. Die blau gewordene Brühe läßt man durch eine Oeffnung am Boden des Bottichs in flache Kästen ablaufen, wo sie sich setzt; man zieht die klare Lauge (welche hauptsächlich schwefelsaures Kali enthält) von dem Niederschlage ab; wäscht den letztern mit Wasser mehrere Male aus; gießt ihn durch ein feines Haarsieb; läßt ihn auf Seihetüchern abtropfen und auf mit Leinwand bedeckten Brettern etwas trocknen; preßt ihn, in dichte Tücher eingeschlagen, aus, um noch mehr Wasser zu entfernen; zerschneidet die Kuchen mit einem beinernen Messer in Stücke und läßt sie endlich an der Luft (jedoch außer der Sonne), unter oftmaligem Umwenden, völlig trocken werden. Zur Winterzeit verrichtet man das Trocknen in einem geheizten Zimmer, dessen Temperatur jedoch nicht über 20° R. steigen darf.

Als Kennzeichen eines guten Berlinerblaus gelten folgende: Es muß leicht seyn, an der Zunge kleben, eine dunkle, feurige, rein blaue Farbe besitzen und leicht und stark abfärben; es darf, mit einer Säure übergossen, nicht brausen (sonst ist ihm Kalk oder Kreide beigemischt), und das Wasser, mit welchem es gekocht wird, nicht klebrig oder kleisterig machen (was eine Beimischung von Stärke anzeigen würde). Das Pariserblau in'sbesondere (oder das ohne Alaun bereitete dunkle Berlinerblau) zeichnet sich durch einen kupferrothen Glanz, gleich dem besten Indig, aus.

Berlinerblau, welches wegen zu geringer Menge des Alauns durch Eisenoryd verunreinigt und grünlich gemacht ist, läßt sich durch Auswaschen mit Wasser, welchem man etwas Salzsäure zusetzt, verbessern, indem hierdurch das Eisenoryd aufgelöst wird. War die zur Bereitung der Blutlauge angewendete Pottasche mit schwefelsaurem Kali verunreinigt, so wird dieses durch die Kohle in der Glühitze zu Schwefelkalkium reducirt, welches letztere daher in der Blutlauge aufgelöst ist. Das Schwefelkalkium aber fällt aus dem Eisenvitriol, indem sich Schwefelwasserstoffgas entwickelt, schwarzes Schwefeleisen, welches,

wenn es in großer Menge vorhanden ist, dem Berlinerblau das Feuer nimmt und es schmutzig schwarzblau macht. Einigermassen läßt sich dieser Fehler auf eine ökonomische Weise verbessern, indem man das durch Schwefeleisen verunreinigte Blau einige Minuten lang mit Alaunauflösung kocht, wodurch das Schwefeleisen zerlegt und Eisen aufgelöst wird. Behandlung mit Salzsäure leistet denselben Dienst, aber löset zugleich auch Thonerde auf. Wenn man eine schwefelhaltige Blutlauge hat, so ist es am rathsamsten, dieselbe vor der Präcipitation in flachen Gefäßen einige Zeit der Luft ausgesetzt zu lassen, so lange nämlich, bis sie mit Bleizuckerlösung keinen schwarzbraunen Niederschlag mehr giebt, zum Zeichen, daß alles Schwefelkalium durch die oxydirende Wirkung der Atmosphäre zersezt ist. Um aber in je-

dem Falle den üblen Geruch, welcher von der Entwicklung selbst einer geringen Menge Schwefelwasserstoffgas entsteht, zu vermeiden, kann man, nach D'Arcet's Beispiele, die Präcipitations-Bütte mit einer blechernen, halbkugelförmigen Haube bedecken, in welcher drei Oeffnungen sich befinden. Die mittlere davon, welche mit einem Trichter versehen ist, dient zum Eingießen der Eisen- und Alaunauflösung; in die zweite wird die Röhre mittelst herumgewickelten und festgebundenen, fettgemachten Leders luftdicht und doch beweglich eingesteckt; aus der dritten führt ein Rohr das entwickelte Gas in einen Feuerheerd, wo dasselbe verbrannt wird. Unten besizt die Bütte einen Hahn zum Ablassen der präcipitirten Flüssigkeit in den Segkasten. (Precht's technol. Encycl.)

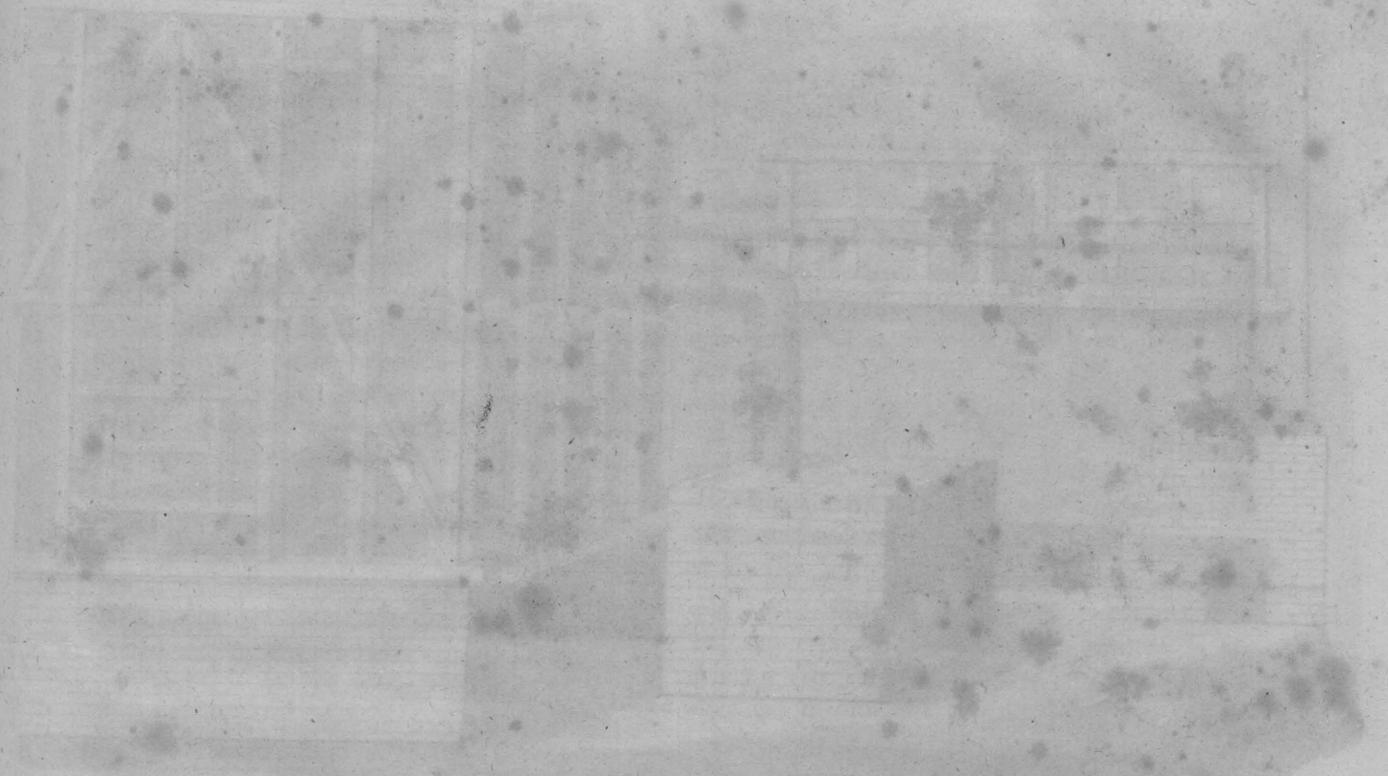


Fig. 1.

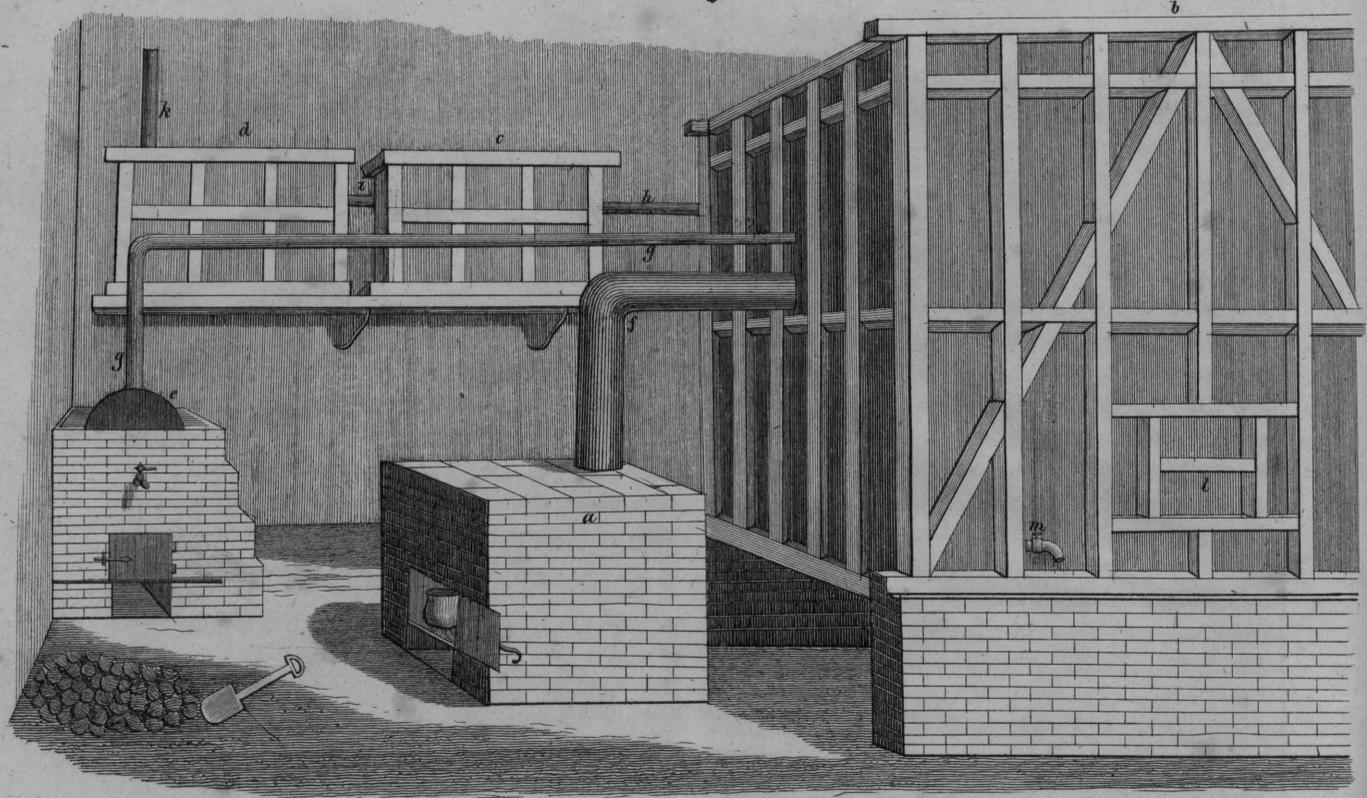
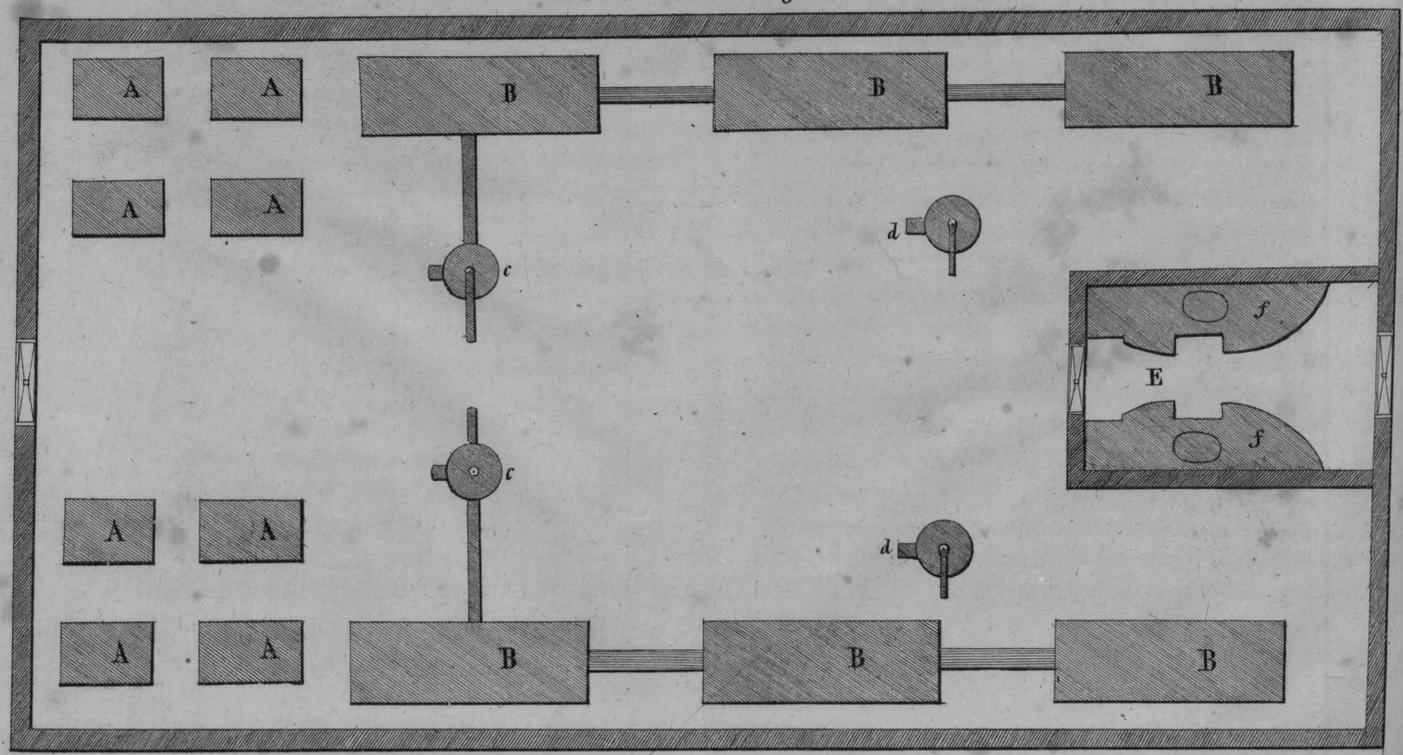


Fig. 2.



## T a f e l CLIV.

### Apparat zur Fabrikation der Schwefelsäure.

Das neueste und beste Verfahren der Schwefelsäure-Fabrikation in England.

Obschon bei der Fabrikation der Schwefelsäure sowohl in England als in Frankreich verschiedene Methoden angewendet werden, so stimmen sie doch alle darin überein, daß durch die Verbrennung des Schwefels schwefelig-saures Gas erzeugt wird, welches man in eine Bleikammer leitet, wo es durch irgend eine Stickstoffsäure (d. h. durch Salpetersäure, salpetrige Säure oder untersalpetrige Säure) oxydirt und in Schwefelsäure verwandelt wird.

Das beste Verfahren, das in dieser Beziehung jetzt in England angewendet wird, ist folgendes:

Auf einer eisernen Platte in einem Ofen, Figur 1. a., wird Schwefel verbrannt, wobei der Zutritt der Luft durch eine oder mehrere Oeffnungen in der Ofenthür regulirt werden kann. Während der Verbrennung verbindet sich jedes Atom Schwefel mit zwei Atomen Sauerstoff der Luft zu einem Atom schwefelig-saurem Gas, welches durch die Röhre oder den Schlot f in eine Bleikammer b geleitet wird, deren Boden 4 oder 5 Zoll hoch mit Wasser bedeckt ist. Die Größe der Bleikammern ist in verschiedenen Fabriken gar sehr verschieden. Diejenige, von welcher die beikomende Tafel eine Abbildung giebt, war 70 engl. Fuß lang, 20 breit und 20 hoch.

Um die schwefelige Säure zu oxydiren und in Schwefelsäure zu verwandeln, werden auf die Weise salpetersaure Dämpfe erzeugt, daß man auf salpetersaures, in einem eisernen Topf oder dergleichen Schaale befindliches Kali (dieser Topf steht ebenfalls auf der Ofenplatte) Schwefelsäure einwirken läßt und die Dämpfe zugleich mit der schwefeligen Säure Laboratorium.

in die Bleikammer leitet. Um die gegenseitige Wirkung der Gase zu erleichtern, leitet man auch Wasserdampf in die Kammer. Es finden alsdann gewisse chemische Veränderungen statt, und ein Resultat derselben ist Schwefelsäure, die sich im Wasser auflöst.

Ein anderes Verfahren, welches in einigen Fabriken angewendet wird, ist nachstehendes:

Man vermischt den Schwefel mit  $\frac{1}{3}$  seines Gewichts salpetersaurem Kali oder salpetersaurem Natron und verbrennt dieses Gemenge entweder in der Kammer oder außerhalb derselben in einem besondern Ofen auf eisernen oder bleiernen Platten.

Diese beiden Verfahrensarten lassen sich auf folgende Weise erklären: Wenn wasserfreies schwefelig-saures und salpeterig-saures Gas mit einander gemischt werden, so ist keine Veränderung zu bemerken; wenn aber einige Tropfen Wasser hinzukommen, so entsteht eine krystallische Verbindung (untersalpetriges Schwefelsäurehydrat). Bringt man diese Verbindung mit einer großen Menge Wasser in Berührung, so findet Aufbrausen statt, es verbindet sich Stickstoff-Deutoxyd, und die Schwefelsäure bleibt in Auflösung. Nach Gaultier de Claubry besteht die gedachte krystallische Verbindung aus

wasserfreier Schwefelsäure	68,000	}	4½ Atom = 180		
untersalpetriger Säure	13,073			}	1 Atom = 38
Wasser	18,927				
	100,000		272		

Die schwefelige Säure entzieht nämlich der Salpetersäure Sauerstoff, und es entsteht dadurch Schwefelsäure und irgend eine Verbindung des

T a f e l CLIV.

Sauerstoffes und Stickstoffes (vielleicht untersalpetrige Säure).

Reagentien.	Ergebnisse.
$\overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$	$\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}$
$\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}$	$\overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$

Wahrscheinlich wird indessen die untersalpetrige Säure nicht sogleich gebildet, sondern, indem ein Atom schwefeliger Säure der Salpetersäure ein Atom Sauerstoff entzieht, verwandelt sich letztere in salpetrige Säure, welche durch ein anderes Atom schwefeliger Säure fernerweit ihres Sauerstoffes beraubt wird; und auf diese Weise entsteht untersalpetrige Säure.

Durch den Contact untersalpetriger und Schwefelsäure mit etwas Wasser entsteht die bereits erwähnte krystallische Verbindung, die in das Wasser der Kammer fällt und hier zerfällt wird: die Schwefelsäure wird nämlich aufgelöst und die untersalpetrige Säure in salpetrige Säure und Salpetergas (Stickstoff = Deutoxyd) verwandelt. Indem letzteres Gas sich in der Kammer verbreitet, absorbiert es 2 Atome Sauerstoffgas und wird wiederum in salpetrige Säure verwandelt, die nun auf neue schwefelige Säure wirkt und eine ähnliche Reihe von Veränderungen erfährt, wie die eben beschriebene.

Diese krystallische Verbindung entsteht, wegen des großen Ueberschusses von Wasserdämpfen in der Kammer, selten in reichlichem Maaße, zuweilen aber in der Röhre oder im Schlothe, welcher die Dämpfe aus dem Ofen der Bleikammer zuführt.

Das zweite Verfahren erklärt sich auf folgende Weise: es verbindet sich ein Theil des Schwefels mit dem Sauerstoffe der Luft zu schwefeligsaurem Gas, während ein anderer Theil desselben den Salpeter zerlegt und schwefelsaures Kali, sowie auch Stickstoff = Deutoxyd liefert.

Reagentien.	Ergebnisse.
$\overset{\cdot\cdot}{\text{Ox}}$ (der Luft)	$\overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$
$\overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$	$\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}$
$\overset{\cdot\cdot}{\text{K}}$ $\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}$	$\overset{\cdot\cdot}{\text{K}}$ $\overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$

Das schwefelsaure Kali bleibt auf der Platte zurück, während das entweichende Salpetergas sich mit 2 Atomen Sauerstoff zu salpetriger Säure verbindet. Indem nun letztere auf die schwefelige Säure reagiert, entstehen Schwefelsäure und untersalpetrige Säure. Letztere wird durch das Wasser in salpetrige Säure und Stickstoff = Deutoxyd zerlegt, wie schon oben erwähnt worden.

Statt des Schwefels nimmt man zur Erzeugung der schwefeligen Säure auch manchmal Doppelschwefeleisen.

In Frankreich kocht man eine Mischung von Syrup und Salpetersäure, um die gewünschten Gase (Stickstoff = Deutoxyd und salpetrige Säure) zu erhalten, die zur Drydation der schwefeligen Säure nothwendig sind. Im Kessel (der aus Platin besteht) bildet sich alsdann Dralsäure.

Wenn die Flüssigkeit in der Bleikammer eine spezifische Schwere von 1,5 erlangt hat, so wird sie mittelst bleierner Röhren in rechteckige bleierne Kessel geleitet, wo sie abgedampft und concentrirt wird. In manchen Fabriken wird das Concentriren ganz weggelassen. Um die Säure aufs Vollkommenste zu concentriren, kocht man sie noch zuletzt in Retorten aus Glas oder aus Platin. Hier verliert die Säure einen Theil ihres Wassergehaltes, aber auch etwas schwefelige Säure, und wird endlich mittelst eines Platinhebers auf Flaschen gezogen.

Der Rechnung nach, sollten 16 Theile Schwefel 49 Theile Schwefelsäure = Protohydrat geben, nämlich:

- 16 Schwefel.
- 24 Sauerstoff.
- 9 Wasser.

49 Schwefelsäure = Protohydrat.

In der Praxis kann man indessen 48 Theile Schwefelsäure-Protohydrat als das Maximum betrachten, und es giebt wenige Fabrikanten, welche so viel gewinnen.

Beschreibung der Bleikammer nebst den dazu gehörigen Ofen, so wie der Anlage einer Schwefelsäure-Fabrik im Großen.

a. Der Ofen. — Statt des Rostes liegt eine eiserne Platte in demselben, auf welcher der Schwefel verbrannt wird. Um diese Platte zu heizen, nachdem die Verbrennung begonnen hat, giebt man bloß einige glühende Steinkohlen auf dieselbe und trägt alsdann eine Schaufel voll Schwefel ein. Die Ofen hür ist mit zwei Oeffnungen versehen, deren eine verschlossen werden kann, sobald die Verbrennung zu rasch ist. Auf der Platte steht man den eisernen Topf, welcher das salpetersaure Kali (Salpeter) und die Schwefelsäure enthält. Die schwefelige Säure und die Salpetersäure treten durch den Schlot in die Bleikammer b. An der einen Seite dieser Kammer sieht man das Fahrloch l, durch welches die Arbeiter in die Kammer steigen, wenn der Proceß der Schwefelsäure-Bildung eben nicht im Gange ist. Die Stärke der Flüssigkeit in der Kammer wird von Zeit zu Zeit mittelst eines Hydrometers geprüft und für diesen Zweck eine kleine Quantität von Flüssigkeit mittelst des Hahnes m abgezapft. Der Kessel e versorgt die Kammer durch die Röhre gg mit Dampf; c und d sind kleinere Bleikammern, in welche das rückständige Gas aus der ersten oder großen Kammer durch die Röhre h und i übertritt, ehe es durch die Ausgangsröhre k in die freie Luft entweicht.

Fig. 2. giebt den Grundriß einer Schwefelsäure-Fabrik im Großen.

A. Rectanguläre bleierne Kessel, in welchen die Säure, wie sie aus den Bleikammern kommt, concentrirt wird. B. Bleikammern zur Bildung der Säure; cc und dd Ofen, in welchen der Schwefel verbrannt und die salpetersauren Dämpfe erzeugt werden. E. Besondere Abtheilung, in welcher sich die Platinkolben ff zur vollständigen Concentrirung der Säure befinden.

Darstellung der wasserfreien Schwefelsäure.

Reine oder wasserfreie Schwefelsäure läßt sich leicht auf die Weise darstellen, daß man die rauchende oder Nordhäuser Schwefelsäure in einer gläsernen Retorte mittelst mäßiger Wärme destillirt und die Vorlage mit Eis umgiebt. Die Säure nimmt im Hals der Retorte und in der Vorlage feste Gestalt an, ist nunmehr ein krystallischer Körper, der im äußern Ansehn große Aehnlichkeit mit dem Asbest hat. An der Luft stößt er dichte weiße Dämpfe aus, wie das Fluorid des Borons. Diese krystallisirte Schwefelsäure schmilzt bei 64° F. und erreicht den Siedepunct zwischen 104 bis 122° F. (32° bis 40° R.). Sie besteht aus

1 Atom Schwefel . . . . .	16.
3 Atom Sauerstoff (3 × 8) . . . . .	24.
1 Atom wasserleere Säure . . . . .	40.

Die Nordhäuser Schwefelsäure ist bekanntlich eine dunkelbraune Flüssigkeit von öartiger Consistenz, die an der Luft häufige weiße Dämpfe ausstößt. Ihre specifische Schwere beträgt ungefähr 1,9. Sie wird in Flaschen aus Steingut versendet und besteht aus

2 Atom wasserleere Schwefelsäure (40 × 2)	80.
1 Atom Wasser . . . . .	9.
1 Atom Doppelschwefelsäure-Hydrat . . . . .	89.

oder:

1 Atom wasserleere Schwefelsäure . . . . .	40.
1 Atom Schwefelsäure-Protohydrat . . . . .	49.
	89.

Die Schwefelsäure ist, wie man annehmen darf, niemals verfälscht, obschon sie in Folge ihrer Fabri-

kationsart leicht Unreinigkeiten enthalten kann. So enthält sie häufig schwefelsaures Blei, von der Bleikammer herrührend, in Auflösung, was sich jedoch leicht auf die Weise entdecken läßt, daß man die Säure mit Wasser verdünnt, wo dann das schwefelsaure Salz zu Boden fällt.

Charakteristische Testmittel der Schwefelsäure.

Wenn man eine Auflösung eines Barytsalzes, z. B., Chlor-Barium, einer Flüssigkeit zusetzt, welche Schwefelsäure in Auflösung enthält, so entsteht ein weißer Niederschlag von schwefelsaurem Baryt, welcher sich von andern unauflöslchen Barytsalzen auf zweifache Weise unterscheidet, nämlich dadurch, daß er sich 1) in starker Salpetersäure oder in den Alkalien nicht auflöst; und 2) daß er, auf glühenden Holzkohlen erhitzt, in Schwefel-Barium sich verwandelt, das, mit Salzsäure behandelt, Schwefelwasserstoffgas ausgiebt, welches man theils durch

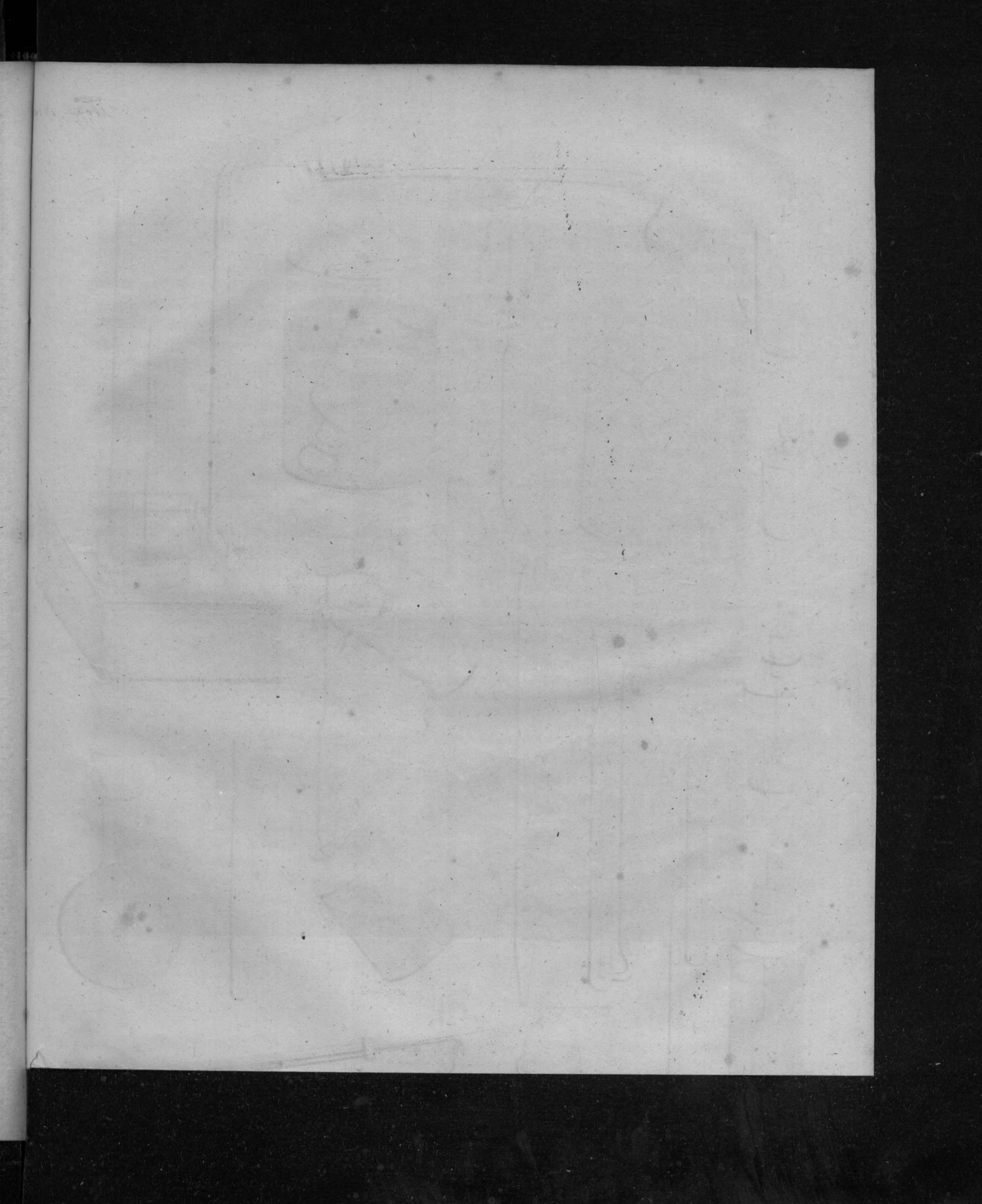
seinen Geruch, theils daran erkennen kann, daß es ein mit Bleizuckerauflösung befeuchtetes Papier schwarz färbt.

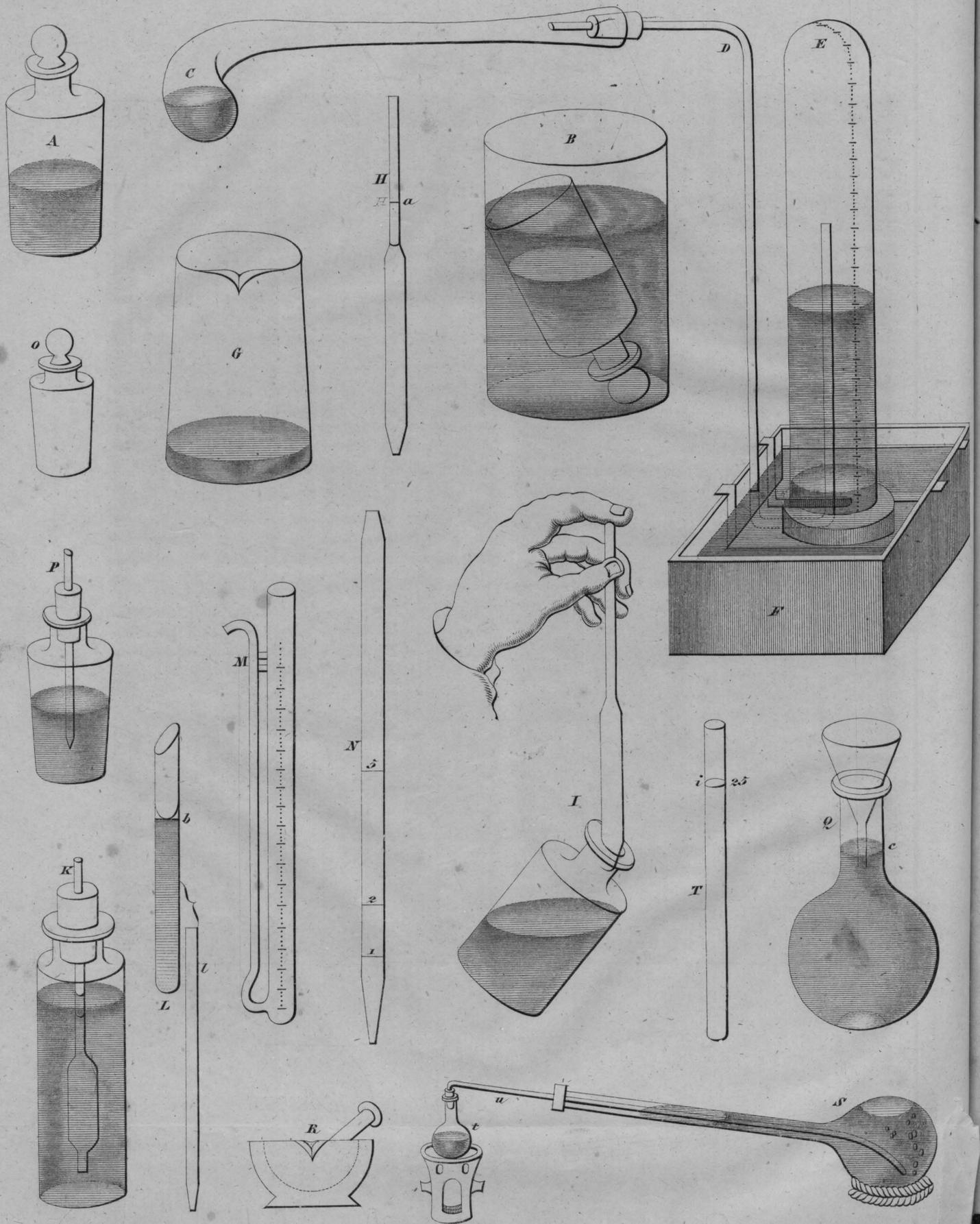
Ein anderes Testmittel der Schwefelsäure ist ein auflöslches Bleisalz (wie z. B. essigsaures Blei), welches einen starken weißen Niederschlag von schwefelsaurem Blei bewirkt.

Erhitzt man Schwefelsäure mit organischen Stoffen, so entbindet sich schwefeligsäures Gas, welches an seinem Geruch und an seiner Desoxydationsfähigkeit erkennbar ist. Destillirt man, z. B., in einer kleinen Röhrenretorte Schwefelsäure mit etwas Gallertstoff, so wird sich ergeben, daß die Flüssigkeit in der Vorlage schwefelige Säure enthält; und wenn man dieser Flüssigkeit etwas Jodinsäure zusetzt, so werden sich sogleich Schwefelsäure und freie Jodine bilden. Letztere kann man durch ihre Wirkung auf die Stärke erkennen. (London medical Gazette for March 1836.)

181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500

181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500





# T a f e l CLV.

## C h l o r o m e t r i s c h e A p p a r a t e.

Neuer chlorometrischer Apparat Gay Lussac's, nebst Anwendung desselben.

Gay Lussac bestimmte früher den Chlorgehalt der verschiedenen Chlorverbindungen mit Hülfe von Indigo und erhielt zwar auch bei der gehörigen Sorgfalt genaue und übereinstimmende Resultate; da sich aber der Indigo mit der Zeit verändert, so wird dadurch diese Chlorprobe unsicher. Er hat deshalb ein neues chlorometrisches Verfahren erdnen, welches auf der Anwendung der arsenigen Säure, oder des Cyaneisenkaliums, oder des salpetersauren Quecksilberoxyduls beruht. Das Verfahren mit der arsenigen Säure giebt jedoch immer die schärfsten Resultate.

Gay Lussac hat für sein neues Chlorometer ganz die Basis und die Graduirung des alten beibehalten, indem er als Einheit der Entfärbungskraft des Chlors die Entfärbungskraft eines Volums trocknen Chlorgases annahm, das bei 0° Temperatur und 0,760 Meter Druck gemessen und in seinem gleichen Volumen Wasser aufgelöst worden ist. Diese Einheit wird in 100 gleiche Theile oder Grade abgetheilt.

Eine Chlorauflösung, die ihr gleiches Volumen Chlorgas enthält, und eine Auflösung arseniger Säure von solcher Stärke, daß gleiche Volumina der beiden Auflösungen sich gegenseitig vollständig zersetzen, nennt Gay Lussac eine normale Chlorauflösung der arsenigen Säure. Die Stärke oder den Gehalt einer Chlorverbindung, z. B., des Chlorkalkes, bestimmt er nun auf folgende Weise:

Man löst von dem zu prüfenden Chlorkalk 10 Gramm in soviel Wasser auf, daß die Auflösung sammt dem Salze genau das Volumen eines Liters einnimmt. Nimmt man nun ein constantes Volumen von dieser Auflösung, z. B., 10 Cubikcentimeter, die in 100 gleiche Theile abgetheilt sind, und gießt man allmählig von der Auflösung der arsenigen Säure, die in denselben Theilen gemessen ist, so lange hinzu, bis das Chlor zerstört ist, so wird die Stärke der Chlorverbindung proportional seyn der erforderlichen Anzahl Maaßtheilchen der Arsenikauflösung. Zerstörte, z. B., die Chlorverbindung 100 Theile Arsenikauflösung, so hat sie den Normalgehalt von 100°; zerstörte sie aber nur 80

Theile Arsenikauflösung, so hat sie den Gehalt von 80° zc.

Diese Probe ist sehr einfach, weil der Gehalt des Chlorürs durch das Volum der normalen Arsenikauflösung, welche zerstört wurde, unmittelbar angezeigt wird; sie ist aber nicht genau. Wenn man nämlich die Arsenikauflösung, welche sehr sauer ist, in den Chlorkalk gießt, so wird letzterer ebenfalls bald sehr sauer; es entbindet sich eine Menge Chlor und das Resultat wird dadurch sehr ungenau. Gießt man hingegen die Chlorkalkauflösung in die Arsenikauflösung, so findet zwar dieser Uebelstand nicht statt, weil das Chlor immer arsenige Säure vorfindet, worauf es wirken kann, sie mögen beide noch so verdünnt seyn; aber der Gehalt des Chlorkalkes er giebt sich dann nicht mehr direct; denn er steht im umgekehrten Verhältnisse zu der Anzahl von Maaßtheilen Chlorür, welche erforderlich waren, um das Maaß Arsenikauflösung zu zerstören. Waren 50 Theile Chlorür nöthig, so wird der Gehalt desselben  $100 \times \frac{100}{50} = 200^\circ$  seyn; waren davon 200 nöthig, so wird der Gehalt  $100 \times \frac{100}{200} = 50^\circ$  zc. seyn. Diese Berechnung läßt sich aber umgehen, wenn man eine Tabelle besitzt, worin für jedes Volumen Chlorür, welches zur Zerstörung des constanten Maaßes Arsenikauflösung erforderlich war, der entsprechende Gehalt angegeben ist. Es folgt hier diese Tabelle.

Angewendetes Chlorür.	Entsprechender Gehalt.								
10°	1,000	25°	400	40°	250	55°	182	70°	143
11	909	26	385	41	244	56	179	71	141
12	833	27	370	42	238	57	175	72	139
13	769	28	357	43	233	58	172	73	137
14	714	29	345	44	227	59	169	74	135
15	667	30	333	45	222	60	167	75	133
16	625	31	323	46	217	61	164	76	130
17	588	32	312	47	213	62	161	77	130
18	555	33	303	48	208	63	159	78	128
19	526	34	294	49	204	64	156	79	127
20	500	35	286	50	200	65	154	80	125
21	476	36	278	51	196	66	151	81	123
22	454	37	271	52	192	67	149	82	122
23	435	38	263	53	189	68	147	83	120
24	417	39	256	54	185	69	145	84	119

T a f e l CLV.

Angewendetes Chlorit.		Empfindlicher Gehalt.		Angewendetes Chlorit.		Empfindlicher Gehalt.		Angewendetes Chlorit.		Empfindlicher Gehalt.	
85	118	119	84,0	153	65,4	187	53,5	221	45,2		
86	116	120	83,3	154	64,9	183	53,2	222	45,0		
87	115	121	82,6	155	64,5	189	52,9	223	44,8		
88	114	122	82,0	156	64,1	190	52,6	224	44,6		
89	112	123	81,3	157	63,7	191	52,4	225	44,4		
90	111	124	80,6	158	63,3	192	52,1	226	44,2		
91	110	125	80,0	159	62,9	193	51,8	227	44,0		
92	109	126	79,4	160	62,5	194	51,5	228	43,8		
93	107	127	78,7	161	62,1	195	51,3	229	43,6		
94	106	128	78,1	162	61,7	196	51,0	230	43,5		
95	105	129	77,5	163	61,4	197	50,8	231	43,3		
96	104	130	76,9	164	61,0	198	50,5	232	43,1		
97	103	131	76,3	165	60,6	199	50,3	233	42,9		
98	102	132	75,7	166	60,2	200	50,0	234	42,7		
99	101	133	75,2	167	59,9	201	49,7	235	42,5		
100	100	134	74,6	168	59,5	202	49,5	236	42,4		
101	99	135	74,1	169	59,1	203	49,3	237	42,2		
102	98	136	73,5	170	58,8	204	49,0	238	42,0		
103	97,1	137	73,0	171	58,5	205	48,8	239	41,8		
104	96,1	138	72,5	172	58,1	206	48,5	240	41,7		
105	95,2	139	71,9	173	57,8	207	48,3	241	41,5		
106	94,3	140	71,4	174	57,5	208	48,1	242	41,3		
107	93,4	141	70,9	175	57,1	209	47,8	243	41,1		
108	92,5	142	70,4	176	56,8	210	47,6	244	41,0		
109	91,7	143	69,9	177	56,5	211	47,4	245	40,8		
110	90,9	144	69,4	178	56,2	212	47,1	246	40,6		
111	90,1	145	69,0	179	55,9	213	46,9	247	40,5		
112	89,3	146	68,5	180	55,5	214	46,7	248	40,4		
113	88,5	147	68,0	181	55,3	215	46,5	249	40,2		
114	87,7	148	67,6	182	54,9	216	46,3	250	40,0		
115	86,9	149	67,1	183	54,6	217	46,1				
116	86,2	150	66,7	184	54,3	218	45,9				
117	85,5	151	66,2	185	54,1	219	45,7				
118	84,7	152	65,8	186	53,8	220	45,5				

Diese Tabelle hat Gay Lussac deshalb nicht über einen Gehalt von 40° ausgedehnt, weil ein solcher im Handel selten vorkommt. Sollte indessen der Fall eintreten, daß der Gehalt sehr schwacher Chlorverbindungen zu bestimmen wäre, so nimmt man dazu am besten ein 10 Mal, 5 Mal, 2 Mal kleineres Maaß von der Auflösung der arsenigen Säure.

Dieser Verfahrensweise, den Gehalt einer Chlorverbindung zu bestimmen, giebt Gay Lussac den Vorzug. Das andere Verfahren besteht darin, die Auflösung der arsenigen Säure zu der Auflösung der Chlorverbindung zu setzen und dadurch unmittelbar ohne Berechnung den Gehalt der Chlorverbindung zu finden.

Bereitung einer Normalflüssigkeit, die bei 0° und 0,760 Meter Barometerstand ihr gleiches Volum Chlорenthält. Diese Nor-

malflüssigkeit dient zur Bestimmung der Normalauflösung der arsenigen Säure, der des Cyaneisenkaliums und des salpetersauren Quecksilberoxyduls. Das sehr einfache Bereitungsverfahren besteht darin, ein gegebenes Volumen gasförmiges Chlor durch ein gleichgroßes Volumen Wasser, welches mit Kalk, Natron oder Kali alkalisch gemacht ist, absorbiren zu lassen.

Man nimmt ein Fläschchen A. Taf. CLV. mit eingeriebenem Stöpsel von ungefähr  $\frac{1}{4}$  Liter Capacität, füllt es mit trockenem Chlor und bemerkt dabei genau Temperatur und Barometerstand, um das Volum des Chlors durch Rechnung auf 0° und 0,760 Meter Barometerstand zu reduciren. Als dann schließt man das Fläschchen mit dem Stöpsel, faßt es beim Halse und taucht es umgekehrt in ein tiefes Gefäß B, welches mit einer dünnen Kalkmilch oder einer schwachen Auflösung von Kali oder Natron gefüllt ist, lüftet dann den Stöpsel etwas, um die alcalische Auflösung in das Fläschchen eindringen zu lassen, und verschließt es sogleich wieder. Hierauf schüttelt man das Fläschchen einigemal, ohne es jedoch aus dem Gefäße zu nehmen, wobei durch Absorption des Chlors ein luftleerer Raum entsteht; man öffnet nun von neuem den Stöpsel ein wenig, um eine neue Menge der alkalischen Auflösung eintreten zu lassen, und verschließt das Fläschchen wieder. Dieses Deffnen, Schließen und Umschütteln wiederholt man so lange, bis das Chlor vollständig absorbirt ist.

Bemerkenswerth ist, daß ein Gemeng von Chlor mit Luft nicht den Gehalt seiner Auflösung verändert, weil in das Fläschchen nur immer ein Volum Flüssigkeit eintreten kann, welches genau so groß ist, wie das des Chlors.

Die so erhaltene Chlorauflösung würde den gewöhnlichsten Gehalt von 100° haben, wenn das Thermometer auf 0° und das Barometer auf 0,760 Meter ständen. Findet ein solcher Fall aber nicht statt, und das Thermometer stände, z. B., auf t und das Barometer auf p, so wird der wahre Gehalt dann seyn:

$$100^\circ \times \frac{p}{0^m,760} \times \frac{267}{267+t} \cdot \text{So wäre } p=0^m,750 \text{ und } t=16^\circ, \text{ und der Gehalt wird dann } 100^\circ \times \frac{0^m,750}{0^m,760} \times \frac{267}{283} = 94^\circ,2.$$

Wollte man daher mit dieser Chlorauflösung von 94° 2 eine Auflösung von arseniger Säure, welche einen Gehalt von 100° hätte, bereiten, so müßte diese so werden, daß nicht mehr als ein Vo-

lumen, durch  $94^{\circ},2$  ausgedrückt, nöthig wäre, ein Volumen der durch  $100^{\circ}$  ausgedrückten Chlorauflösung zu zerlegen. Anstatt das Chlor zu trocknen, kann man es auch mit Feuchtigkeit gesättigt anwenden. Kennt man in diesem Falle die Expansivkraft des Wasserdampfes  $f$ , welche der Temperatur  $t$  entspricht, so wird der wahre Gehalt der Chlorauflösung seyn:  $100^{\circ} \times \frac{p-f}{0^{\circ},760} \times \frac{267}{267+t}$ .

Die andere Methode, eine Normalchlorauflösung zu bereiten, besteht darin, daß man so viel Manganoryd nimmt, daß es, mit Salzsäure behandelt, bei  $0^{\circ}$  und  $0^{\circ},760$  Barometerstand, einen Liter trocknes Chlor giebt. Diese Menge würde, wenn das Dryd vollkommen rein war, 3,980 betragen; da aber solches nicht vorkommt, so wird man dieß vollkommen ergänzen können, wenn man die Menge Sauerstoff bestimmte, welche das Manganoryd mehr enthält, als das Drydul; denn ein Volumen Sauerstoff über diesen Punct entspricht genau einem doppelten Volumen Chlor.

Um allen Sauerstoff zu erhalten, den das Manganoryd hergeben kann, erhitzt man es mit sehr concentrirter Schwefelsäure, der Sauerstoff entbindet sich ganz nahe bei dem Siedepuncte der Säure, und man hat ihn nur aufzufangen und zu messen. In der That bleibt aber etwas Manganoryd in der Auflösung zurück, allein die Menge desselben beträgt höchstens  $\frac{1}{100}$  und kann übrigens sehr genau bestimmt werden; man verfährt dabei folgendermaßen:

In eine kleine Retorte, C, die eine Capacität von ungefähr 100 Gramm Wasser hat, werden 3 Gramm Manganhyperoxyd und 25 Cubikcentimeter (46 Gramm ungefähr) sehr concentrirte Schwefelsäure gethan, und an die Retorte eine Röhre, D, von sehr kleinem Durchmesser befestigt, deren anderes Ende wieder aufwärts gebogen ist, und das über dem Niveau des Wassers bleiben muß, wenn die Operation geendigt ist. E ist eine graduirte Glocke zur Aufnahme des Sauerstoffs, die in eine andere Glocke oder Behälter, F, taucht. Das Sperrwasser ist alkalisch gemacht, um die etwa aus dem Manganoryd entwickelte Kohlensäure aufzunehmen.

Bevor der Versuch begonnen wird, läßt man die mit der Röhre schon versehene Retorte die Temperatur der äußern Umgebung annehmen und bemerkt dieselbe ebenso wie den Barometerstand; darauf bringt man das Ende der Röhre D unter die graduirte Glocke und fängt zu erhitzen an. Die Schwefelsäure wird allmählig bis zum gelinden Sieden erhitzt; die aufsteigenden Dämpfe condensiren sich

in dem ersten Theile des Retortenhalses, der nach C abwärts gebogen ist, und fallen wieder in die Retorte zurück; der übrige Theil des Halses erhitzt sich nicht, und der Korkstöpsel wird dabei durchaus nicht angegriffen.

Um übrigens der Verkohlung vorzubeugen, steckt man die Röhre etwas weit in den Hals der Retorte hinein; allein diese Vorsicht ist nicht nöthig, wenn man die Operation vorsichtig leitet. Der Versuch ist beendigt, sobald sich kein Gas mehr entbindet, und das schwefelsaure Mangan in der Retorte eine grünliche Färbung annimmt und ein wenig durchsichtig wird. Sobald dieß der Fall ist, nimmt man den Ofen weg, um eine schnellere Abkühlung zu bewirken, bringt die Flüssigkeit in der Glocke mit dem Sperrwasser in gleiches Niveau und nimmt die Röhre ab. Jetzt hat man nun weiter nichts zu thun, als das in der Glocke enthaltene Gas zu messen, und die für die Feuchtigkeit, Temperatur und Barometerstand nöthigen Correctionen zu machen. Sollte die Operation lange dauern, so könnten am Anfange und Ende des Versuchs der Barometerstand und die Temperatur ziemlich verschieden von einander seyn, weshalb es nöthig wird, die Capacität der Retorte zu kennen; dieß bietet jedoch keine Schwierigkeiten dar. Denn, ist die Operation geendigt, so würde man nichts nöthig haben, als die Retorte bis an den Pfropfen mit Wasser voll zu füllen und diese Menge zu messen, welche dann das Luftvolumen geben wird, womit die Correction vorgenommen werden muß; das der Röhre ist darin mit begriffen, allein dieß ist so klein, daß es wohl weggelassen werden kann.

Es ist erwähnt worden, daß ein wenig Mangan in der Auflösung bleibt, denn löst man den Rückstand in der Retorte in Wasser, so färbt sich dieses sehr merklich rosenroth. Um die Menge des Manganoryds oder vielmehr das Volum Sauerstoff, welches es mehr als das Drydul enthält, zu bestimmen, setzt man eine dem Gehalte nach bestimmte und abgemessene Auflösung von arseniger Säure hinzu, die genau ein dem Ihrigen gleiches Volumen Chlor, oder ihr halbes Volumen Sauerstoff zerlegen kann. In vorliegendem Falle gaben 3 Gramm Manganhyperoxyd bei  $0^{\circ}$  und bei  $0,760$  Meter Druck 341,5 Cubikcentimeter Sauerstoff, und es waren 6,4 Cubikcentimeter der Normalauflösung der arsenigen Säure nöthig, die rosenrothe Auflösung des schwefelsauren Mangans zu zerstören. Diese 6,4 Cubikcentimeter entsprechen einem gleichen Volumen Chlor oder der Hälfte dieses Volumens Sauerstoff, näm-

sich 3,2 Cubikcentimeter. Folglich gaben die 3 Gramm Manganhyperoxyd in allem 341,5 Cubikcentimeter + 3,2 Cubikcentimeter = 344,7 Cubikcentimeter Sauerstoff. Um jetzt zu ermitteln, wieviel von diesem Mangan nöthig ist, um 500 Cubikcentimeter oder ein halb Liter Sauerstoff, oder ein Liter Chlor zu geben, setzt man:  $344,7:3 \text{ Dryd} = 500:x = 4,352 \text{ Gramm}$ , d. h., man wird, wenn man 4,352 Gramm dieses Manganoxyds nimmt und sie mit Salzsäure behandelt, genau ein Liter Chlor erhalten. Wäre das Manganhyperoxyd rein gewesen, so hätte man bloß 3,980 Gramm davon anwenden dürfen. Die Differenz giebt das Gewicht der fremden Körper, wie Wasser, Eisen ic

Vereitigung der Normalflüssigkeit der arsenigen Säure. — Diese Auflösung wird in Salzsäure gemacht, welche mit ihrem halben Volumen Wasser verdünnt ist. Die arsenige Säure muß fein gepulvert und die Salzsäure frei von schwefliger Säure seyn: denn da diese letztere Säure sich mit der Zeit in Schwefelsäure umwandelt, so würde sie den Gehalt der Arsenikauflösung verändern. Man sättigt die Salzsäure bei Siedehitze mit arseniger Säure, und nach dem Erkalten hat man weiter nichts zu thun, als die Auflösung ihrem Gehalte nach zu bestimmen, d. h., sie so zu machen, daß sie ein dem Ihrigen gleiches Volumen der Normalauflösung des Chlors zersetzt. Unerläßlich ist, daß die Auflösung der arsenigen Säure in einer Säure geschehe, und daß letztere selbst im Ueberschuß nach ihrer Mischung mit der Auflösung der Chlorverbindung, deren Gehalt man bestimmen will, vorhanden sey; denn wäre dieß nicht der Fall, so würde die Reaction zwischen der arsenigen Säure und der Chlorverbindung unvollständig seyn. Diese Reaction folgt dann augenblicklich, und die arsenige Säure scheint selbst noch vor dem Indigo angegriffen zu werden. Denn wenn man die arsenigsaure Flüssigkeit mit einer Auflösung von Indigo in Schwefelsäure schwach blau färbt und hierzu allmählig die Chlorverbindung setzt, so widersteht die blaue Farbe lange Zeit und wird nur allmählig da, wo die Chlorverbindung gerade hineinfällt, durch den Ueberschuß von Chlor zersetzt, welcher nach der Umwandlung der arsenigen Säure in Arseniksäure zurückbleibt.

Diese Beständigkeit der Indigofarbe mitten in einer Auflösung von arseniger Säure giebt ein eben so einfaches als sicheres Mittel ab, das Fortschreiten der Operation und die Zeit genau zu erkennen, wo sie beendigt ist; denn sobald die arsenige Säure gänzlich umgewandelt ist, verschwindet die blaue

Farbe augenblicklich durch den geringsten Ueberschuß der Chlorverbindung, und die Flüssigkeit wird durchsichtig und hell wie Wasser.

Nun handelt es sich noch darum, den Gehalt der Auflösung der arsenigen Säure zu bestimmen; zuvor jedoch sollen die Instrumente und Manipulationen beschrieben werden, welche zu jenem Zwecke führen, oder es soll, mit andern Worten, die Beschreibung des neuen Chlorometers gegeben werden.

G ist ein Gefäß, welches zur Aufnahme der Auflösung der arsenigen Säure und zu derjenigen der Chlorverbindung dient; es muß am Boden flach seyn und bei 12 Centimeter Höhe 7 Centimeter Durchmesser haben.

H ist eine Pipette, die bis zu dem Striche a ein Volumen Wasser von 10 Cubikcentimeter oder ein Gewicht von 10 Gramm enthält, und ist die Pipette so mit Flüssigkeit angefüllt, so muß der Strich in gleicher Höhe mit dem Auge die concave Oberfläche der Flüssigkeit berühren. Man füllt die Pipette entweder durch Aufsaugen, oder durch Einsenken. Geschieht es durch Aufsaugen, so hebt man die Flüssigkeit etwas über a in die Höhe, und verschließt im Augenblicke, wo der Mund von der obern Oeffnung der Röhre weggeht, dieselbe durch den Zeigefinger der einen Hand, während man mit der andern das Fläschchen I hält, aus welchem die Flüssigkeit aufgezogen wird, und an den Hals dieses Fläschchens die untere Oeffnung der Pipette anhält. Dann läßt man mittelst eines passenden Druckes des Zeigefingers auf die obere Oeffnung der Pipette, und gelindes Schütteln derselben zwischen den Fingern, die Flüssigkeit allmählig bis auf den Punct a herabfallen, was sehr leicht geschieht, wenn der verschließende Finger weder zu trocken, noch zu feucht ist. Nun drückt man stärker mit dem Finger auf und bringt dabei die Pipette über das Gefäß G, in welches man die Flüssigkeit ausfließen läßt. Ist dieses geschehen, so kann man in die Pipette blasen, um die letzten Portionen Flüssigkeit, welche in dem Schnabel hängen bleiben, herauszutreiben. Die Messung ist dann beendigt.

Wer indessen die zu dieser Operation nöthige Geschicklichkeit nicht besitzt und sich der Gefahr aussetzt, die Flüssigkeit bis in den Mund aufzusaugen, thut besser, die Pipette durch Eintauchen zu füllen. Zu diesem Behufe thut man die Flüssigkeit in ein Fläschchen k mit weiter Oeffnung und solcher Tiefe, daß die Pipette sich selbst darin ganz füllen kann. Bevor man sie herausnimmt, setzt man den Zeige-

finger auf die obere Oeffnung und verfährt mit der Messung wie oben. Das Fläschchen muß genau mit einem Korkstöpsel verschlossen werden, um das Verdampfen der Flüssigkeit zu verhindern; es ist sogar bequem, wenn die Pipette durch den Kork hindurchgeht und darin befestigt ist. Ein noch einfacheres Mittel, 10 Cubikcentimeter Flüssigkeit abzumessen, besteht darin, sich einer Röhre, L, zu bedienen, welche schief abgeschnitten ist und bis an den Kreisstrich b 10 Cubikcentimeter faßt.

Um die Messung auszuführen, bedient man sich einer kleinen Pipette I, mit welcher man aus der Röhre Flüssigkeit herausnehmen, oder zusehen kann, damit der Spiegel der Flüssigkeit den Strich b berührt, wenn man das Auge genau in gleiche Höhe mit dem Striche bringt. Man leert dieses Maas dadurch, daß man den Rand der obern Oeffnung niederwärts hält und nach dem Ausfließen der Flüssigkeit an die Röhre einige Mal schwach anklopft, um die Tropfen loszureißen, die noch herausfließen könnten.

M ist das Meßgefäß (burette) für die Chlorkalkauflösung, welche man dem Gehalte nach bestimmen soll; 100 Theilungen davon sind gleich 10 Cubikcentimeter, sowohl bei dem Maasse H, wie an dem beschriebenen L. Letzteres muß beinahe denselben Durchmesser wie dieses und 180 bis 200 Theilungen haben \*).

Die Theilstriche würden einander zu nahe kommen, wenn man sie alle aufzeichnen wollte; deshalb begnügt man sich, für zwei nur einen aufzutragen, so daß jede Theilung Zweihunderttheile beträgt, wovon man mit bloßem Auge noch leicht die Hälfte unterscheiden kann. Da die kleinste Menge Flüssigkeit, die man aus einem solchen Meßgefäße gießen kann, ein Tropfen ist, so ist es nothwendig, den Werth desselben im Verhältnisse zu einer Theilung des Meßgefäßes zu kennen. Dieß erreicht man, wenn man die Tropfen zählt, welche das Meßgefäß für eine bekannte Zahl von Theilungen giebt. Hätte man, z. B., 15 Tropfen von 0° bis 10° erhalten, so würde jeder Tropfen  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{2}{3}$  eines Grades entsprechen. Um zu vermeiden, daß die Flüssigkeit an dem Meßgefäße herunterlaufe, braucht man nur

den Schnabel desselben mit etwas Wachs zu bestreichen, zu welchem Behufe das Meßgefäß erwärmt wird, um das Wachs, wenn es darauf gestrichen wird, zu schmelzen.

N ist eine Pipette für die Auflösung der arsenigen Säure, und man kann derselben nach Belieben eine Capacität von 1, 2 und 5 Cubikcentimeter geben.

O ist ein kleines Fläschchen mit eingetriebnem Stöpsel und faßt 90 bis 100 Gramm Wasser. Es hat dieselbe Bestimmung wie das Gefäß G und dient, wie jenes, zur Mischung der Chlorverbindung mit der Auflösung der arsenigen Säure.

P ist ein Fläschchen, welches eine Auflösung von Indigo in Schwefelsäure enthält und zwar in einem solchen Grade von Verdünnung, daß bloß ein einziger Tropfen der Chlorverbindung von 100 Grad hinreicht, 6 bis 8 Tropfen der Indigoauflösung zu entfärben. Das Fläschchen wird durch einen Korkstöpsel verschlossen, durch welchen eine Röhre von 3 bis 4 Millimeter innerem Durchmesser geht und in den Indigo eintaucht. Will man die Auflösung der arsenigen Säure blau färben, so zieht man die Röhre heraus, giebt ihr eine geringe Erschütterung und dadurch fällt der an ihr hängende Tropfen Indigo herab.

Q ist ein Gefäß, das bis zum Strich e ein Liter faßt; es dient zur Messung der Auflösung der Chlorverbindung, deren Volumen immer 1 Liter betragen muß.

Dieses sind die zur Chlorometrie nothwendigen Instrumente; und nun soll auseinandergesetzt werden, wie man die Auflösung der arsenigen Säure dem Gehalte nach bestimmt, d. h., sie so macht, daß sie genau ein dem übrigen gleiches Volumen der Normalchlorverbindung zersetzt.

Ist die arsenikalische Flüssigkeit sehr stark, so nimmt man davon zuerst annäherungsweise zwei Cubikcentimeter mit der Pipette N oder  $\frac{1}{2}$  des Maasses H heraus, gießt diese in das Gefäß G und färbt sie schwach mit einem Tropfen Indigo. Dann füllt man das Meßgefäß M mit der Normalauflösung des Chlors bis an die Theilung 0° und gießt, indem man das Gefäß G mit der einen Hand hält und ihm eine kreisförmige Bewegung giebt, mit der anderen die in dem Meßgefäße enthaltene Chlorauflösung in dasselbe hinein. Sogleich wird die Färbung des Indigo's merklich verschwinden; man setzt einen andern Tropfen davon hinzu und fährt so fort, bis die blaue Farbe schnell verschwindet. Der Versuch ist dann

\*) Anstatt das Meßkännchen in gleiche Theile zu theilen und hierdurch das Volumen der Auflösung der Chlorverbindung auszudrücken, kann man dasselbe so graduiren, daß es unmittelbar die entsprechenden Gehalte angiebt; ist es auf letztere Art getheilt, so wird man jene Correctionstabelle entbehren können.

beendigt. Angenommen, man habe 92 Theilungen des Meßgefäßes von der Chlorverbindung gebraucht, so wird der Gehalt derselben ausgedrückt durch  $\frac{100}{92} = 108^{\circ},7$ ; und da man nur mit  $\frac{1}{5}$  der Auflösung der arsenigen Säure den Versuch angestellt hat, so wird der Gehalt 5 Mal größer, folglich  $= 543,5^{\circ}$ , seyn.

War diese erste Bestimmung genau, so würde man weiter nichts nöthig haben, als die arsenikalische Auflösung mit 4,435 Mal ihr Volumen Wasser zu verdünnen, um sie auf einen Gehalt von  $100^{\circ}$  zu bringen. Angenommen, man habe etwas zu wenig Wasser zugesetzt, und hätte 98 Theile Chlorkalk verbraucht, um das ganze Maas der arsenikalischen Auflösung zu zersetzen, so wird ihr Gehalt  $\frac{100}{98} = 102^{\circ},0$  seyn, d. h., die Auflösung wird um zwei Grad zu stark seyn. Um sie auf  $100^{\circ}$  zu bringen, wird man das Volumen in dem Verhältnisse von 100 zu 102 vermehren, d. h.,  $\frac{1}{102}$  Wasser zusetzen müssen. Wäre das Volumen der Auflösung 2,430 Liter, so betragen  $\frac{1}{102}$  dieses Volumens 0,0486 Liter oder 48,6 Gramm Wasser. Der Gehalt der Auflösung der arsenigen Säure wird alsdann bestimmt; allein sehr wohl wird man thun, die Bestimmung nochmals zu wiederholen \*).

Prüfung des Chlorkalks. — Hat man sich eine Normalauflösung von arseniger Säure bereitet, so bietet die Prüfung der Chlorverbindung keine Schwierigkeiten dar.

Man nimmt nämlich aus der ganzen Masse der zu prüfenden Chlorverbindung in gleichen Abständen Proben, mischt diese zu einer mittleren Probe zusammen und nimmt hiervon 10 Gramm, reibt dieselben in einem Porcellan- oder Glasmörser, R, mit etwas Wasser, setzt dann eine neue Menge von letzterem hinzu und gießt nun dieses Wasser in das, einen Liter fassende Gefäß Q ab. Der Rückstand wird nochmals mit Wasser zerrieben und dieses wie

\*) Könnte man sich auf die Reinheit der arsenigen Säure verlassen, so würde man unmittelbar eine Normalauflösung von arseniger Säure haben, wenn man 4,439 Gr. arsenige Säure in Salzsäure auflöste, und diese Auflösung so weit verdünnte, bis sie einen Liter ausmachte. Dieses Mittel hat Gay Lussac oft angewendet, ja sogar mit der käuflichen arsenigen Säure bisweilen Resultate erhalten, die kaum um ein Hunderttheil von denen abwichen, die er mit Säure erhielt, welche durch Auflösen und sorgfältiges Trocknen gereinigt worden war.

das erste Mal abgegossen. Nach mehrmaliger Wiederholung dieser Operation ist der Chlorkalk erschöpft; das Volumen der Auflösung wird dann auf einen Liter gebracht, und dieselbe umgeschüttelt, um sie an allen Stellen gleichmäßig zu machen.

Ist diese Operation geendigt, so füllt man das Meßgefäß M bis an die erste Theilung, o, mit der Chlorkalkauflösung, thut dann von der schwach mit Indigo gefärbten Auflösung der arsenigen Säure ein Maas, H, in das Gefäß G und läßt, während man letzteres mit der einen Hand beständig in einer kreisförmigen Bewegung erhält, allmählig den Chlorkalk aus dem Meßgefäß, das man mit der andern Hand hält, hineintröpfeln. Wenn die blaue Färbung so schwach geworden ist, daß sie nur noch sehr wenig merklich ist, so muß man sie wieder durch Zusatz eines Tropfens Indigoauflösung dunkler machen. Nun muß man vorsichtig seyn und den Chlorkalk nur langsam und tropfenweise zusetzen; denn sobald die Operation beendigt ist, entfärbt sich die Auflösung der arsenigen Säure augenblicklich und wird klar wie Wasser. Angenommen, man habe 103 Theilungen vom Chlorkalk gebraucht, um jenes Maas der Auflösung der arsenigen Säure zu zersetzen, so wird nach der Tabelle der Gehalt dieses Chlorkalks  $92^{\circ},6$  betragen.

Dieser Gehalt kann als hinreichend genau angenommen werden, da man nur 2 Tropfen Indigo zugesetzt hat, die ungefähr  $\frac{1}{3}$  Grad entsprechen; beabsichtigt man aber eine größere Genauigkeit, so fängt man den Versuch an, ohne die arsenikalische Auflösung zu färben, setzt zu derselben 106 bis 107 Theilungen vom Chlorkalk und thut dann erst einen Tropfen Indigo hinzu, welcher hinreicht, die Operation zu beendigen.

Nehmen wir an, es wären 108 Theilungen vom Chlorkalk erforderlich gewesen, jenes Maas der Arsenikauflösung zu zersetzen. Der letzte zugesetzte Tropfen war nöthig, allein nur zum Theil, weil ein folgender Tropfen keine Wirkung gehabt haben würde; es ist also natürlich, ihn in zwei gleiche Theile zu theilen, in einen, der angewendet wurde, und in einen andern, der überflüssig war. Da nun ein Tropfen des Meßkünnchens gleich  $\frac{1}{3}$  einer Theilung desselben Meßkünnchens ist, so wird die Hälfte,  $\frac{1}{6}$ , von 108 abgezogen werden müssen, wodurch diese Zahl auf  $107\frac{1}{2}$  reducirt und der Gehalt von  $92^{\circ},6$  auf  $92^{\circ},8$  gesteigert wird.

Andern Theils können wohl zwei Tropfen Indigo etwas mehr oder weniger, als  $\frac{1}{3}$  Tropfen Chlorkalk brauchen, welcher dann zu viel zugesetzt wäre. Deshalb darf man, weil ein halber Tropfen nicht

T a f e l CLV.

verbrauchten Chlorkalks abzuziehen ist, und die andere Hälfte als zur Entfärbung des Indigo's dienend angesehen werden muß, den letzten Tropfen der Chlorkalkauflösung, welcher die Entfärbung hervorgebracht hat, nicht mit rechnen. Der angewendete Chlorkalk würde in diesem Falle gleich  $107\frac{1}{2}$  Theilungen, und sein Gehalt  $93^{\circ},1$  seyn.

Diese Details sind zu unbedeutend, um im Handel darauf Rücksicht zu nehmen, und nur deshalb angeführt worden, um den Grad der Genauigkeit des Verfahrens zu beweisen. Uebrigens würde der von einem Tropfen Chlorkalk herrührende Irrthum höchst unbedeutend werden, wenn man größere Maße nähme; allein der Preis des Chlorkalks läßt keinen solchen ängstlichen Grad von Genauigkeit zu. Und endlich steht es einem frei, wenn man die Normalauflösung der arsenigen Säure bestimmt, den letzten Tropfen der Normalauflösung des Chlors zu zählen, oder nicht, vorausgesetzt, daß man bei den andern Prüfungen, die man mit den Chlorverbindungen anstellen will, genau eben so wieder zählt. Dieß ist weit einfacher und eben so genau, weshalb man bei dieser Einrichtung den letzten Tropfen Chlorkalk, der die Entfärbung bewirkt, noch als einen Theil vom Volumen des angewandten Chlorkalks ansehen kann.

Einige Anwendungen. Man erinnere sich, daß bei Bestimmung des Gehalts des Chlorkalks 10 Gramm angewendet wurden, welche den hundertsten Theil eines Kilogramms ausmachen. Hat man also, z. B., den Gehalt einer Chlorverbindung zu  $95^{\circ}$  gefunden, so wird ein Kilogramm dieser Chlorverbindung  $9500^{\circ}$  enthalten.

Angenommen, man habe einen Chlorkalk von einem Gehalte von  $95^{\circ}$ , und wolle wissen, wie viel Kilogramme man davon nehmen müsse, um eine wässrige Auflösung von 150 Liter zu machen, die einen Gehalt von  $15^{\circ}$  hätte?

Die Auflösung soll  $15^{\circ} \times 150 = 2250^{\circ}$  enthalten, und man wird die Anzahl der hierzu nöthigen Kilogramme Chlorkalk finden, wenn man folgende Proportion ansetzt:

$$9500^{\circ} : 1^k = 2250 : x = \frac{2250}{9500} = 0,237.$$

Folglich braucht man nur 237 Gramm Chlorkalk zu nehmen, um die vorgelegte Frage zu entscheiden.

Ferner sey eine Auflösung von 150 Liter Chlorkalk von  $15^{\circ}$  gegeben, und man solle sie auf  $40^{\circ}$  bringen.

In der Auflösung hat man  $15^{\circ} \times 150 \text{ Lit.} = 2250^{\circ}$ ; man beabsichtigt, daß sie enthalte  $40^{\circ} \times 150 \text{ Lit.} = 6000^{\circ}$ ; was man hinzuzusetzen hat, ist also der Unterschied dieser beiden Zahlen, oder  $= 3750^{\circ}$ .

Wenn der Chlorkalk, den man hierzu verwenden will, einen Gehalt von  $95^{\circ}$  hat, wird man folgende Proportion ansehen:

$$9500 : 1^k = 3750^{\circ} : x^k = 0,395.$$

Es sey eine Chlorkalkauflösung von einem Gehalte von  $235^{\circ}$  gegeben, welche Menge Wasser hat man hier hinzuzusetzen, um sie auf  $80^{\circ}$  zu bringen.

Wird das ganze Volumen der Auflösung nach Zusatz des Wassers als  $x$  angenommen, so wird die Zahl der Grade, oder  $80^{\circ} + x$ , gleich seyn der gegebenen Zahl der Grade, oder  $80^{\circ} \times x = 235^{\circ} \times 150 \text{ Lit.}$ , woraus man  $x = 440,6$  Liter findet. Man wird also so viel Wasser zusetzen müssen, als die Differenz von 440,6 Lit. zu 150<sup>o</sup> beträgt, nämlich 290,6 Lit.

Es sey der Gehalt einer sehr schwachen Chlorkalkauflösung zu bestimmen.

Statt hierzu ein ganzes Maß der Arsenikauflösung anzuwenden, wird man nicht mehr als  $\frac{1}{10}$  oder einen Cubikcentimeter mit der Pipette, N, herauszuheben brauchen. Hiervon sucht man den Gehalt wie gewöhnlich, und dividirt die gefundene Zahl durch 10. Hat man, z. B., gefunden, daß 200 Theilungen von Chlorkalk nöthig waren, um  $\frac{1}{10}$  der Normalauflösung der arsenigen Säure zu zersetzen, so wird der Gehalt nach der Tabelle  $50^{\circ}$  seyn, und dividirt man diesen durch 10, so wird er auf  $5^{\circ}$  reducirt werden.

Den Gehalt einer sehr starken Chlorkalkauflösung zu bestimmen.

Man kann dieß direct nehmen und findet, z. B., daß nicht mehr als 20 Theilungen vom Chlorkalk nöthig wären, was einem Gehalte von  $500^{\circ}$  entspricht; allein man wendet zur größern Genauigkeit 5 Maße der Arsenikauflösung an, und nun wird der Gehalt  $99^{\circ}$  seyn; folglich wird man, indem dieß mit 5 multiplicirt wird, nur  $495^{\circ}$  haben, einen Gehalt, der mehr Zutrauen einflößen muß, als der vorher gefundene.

Bestimmung der Grade des Chlorometers dem Volumen und dem Gewichte des Chlors nach. —

Nach der angenommenen Eintheilung entspricht 1 Grad einem Hunderttheil eines Liters, folglich entsprechen, z. B., 95° für 10 Gramm Chlorkalk 0,95 Lit. Für 100 Gramm beträgt dieß 9,5 Lit., und für ein Kilogramm 95 Liter. Daher wird, wenn man in Gedanken den Gehalt für ein Kilogramm Chlorkalk nimmt, die Zahl der durch den Gehalt ausgedrückten Grade einer gleichen Zahl Liter trocknen Chlors bei 0° und 0m,760 Barometerstand entsprechen. Ein Liter Chlor wiegt in solchem Falle 3,1689 Gramm. Man wird also für ein Kilogramm dieses Gewicht so viel Mal nehmen müssen, als auf den Liter Grade gehen. Wäre der Gehalt des Chlorkalks, z. B., 108°, so würde ein Kilogramm dieses Chlorkalks  $3,1689 \text{ Gr.} \times 108 = 342,2 \text{ Gr.}$  Chlor enthalten.

Bestimmung des Gehalts des Chlorkalks dadurch, daß man die Auflösung der arsenigen Säure zu der Chlorverbindung setzt. Die Vortheile und Uebelstände dieser Verfahrensweise sind bereits angeführt worden; die Vortheile waren, daß man unmittelbar den Gehalt der Chlorverbindung aus dem Volumen der verbrauchten Auflösung der arsenigen Säure findet; die Uebelstände dagegen sind, daß, wenn der Chlorkalk durch die Auflösung der arsenigen Säure sauer geworden ist, ein beträchtlicher Verlust an Chlor eintritt; außerdem wird auch das Ende der Operation nicht so leicht angezeigt, wie bei dem umgekehrten Verfahren. In dessen kann man diese Uebelstände vermeiden, wenn man auf folgende Weise verfährt:

Das Maaß der Chlorkalkauflösung thue man in das kleine Fläschchen mit eingeriebenem Stöpsel, O, und setze hierzu nach und nach, unter schwachem Schütteln des Fläschchens, die Auflösung mit der Bürette, M. Von Zeit zu Zeit verschließt man es mit dem Stöpsel, den man gleich anfangs naß gemacht hat, wenn er es nicht schon war, und giebt ihm einige Erschütterungen. So kann man die Operation ohne Schwierigkeit fortsetzen; allein wie soll man das Ende derselben erkennen?

Dieß kann man ermitteln, wenn man von Zeit zu Zeit einen Tropfen Indigoauflösung zusetzt. So lange dieser noch entfärbt wird, ist Chlor im Ueberschusse vorhanden, und nur erst der letzte Tropfen, der keine Veränderung erleidet, zeigt das Ende der Operation an. Allein durch diese häufigen Zusätze von Indigotropfen, die man hinzuzuthun genöthigt ist, wird der Gehalt der Probe selbst verän-

dert, und es ist nothwendig, eine zweite vorzunehmen. Dieß Mal kann man sich dem wahren Gehalte bis auf eine kleine Zahl von Graden nähern, und nun erst mit dem Zusetzen des Indigo's anfangen.

Statt so zu verfahren, ist es viel bequemer, die Auflösung der arsenigen Säure mit Indigo zu färben, wohl bemerkt jedoch, daß sie in diesem Zustande ihrem Gehalte nach bestimmt wird. Es ist begreiflich, daß der letzte Tropfen der Auflösung der arsenigen Säure, welcher nicht nothwendig ist, an der Stelle, wohin er fiel gefärbt bleiben wird; auf diesen Umstand muß man aufmerksam seyn, denn schüttelt man, so wird die Farbe zu schwach, um noch gesehen zu werden. In der That könnte man die Auflösung der arsenigen Säure ziemlich stark färben, so daß ein einziger Tropfen die ganze Flüssigkeit hinreichend färbte; allein man würde den Uebelstand zu befürchten haben, daß der Indigo sich veränderte.

Die eben beschriebene Verfahrensweise giebt Resultate, die mit denen der ersten Methode übereinstimmen; indeß gewährt die hiervon so oft gemachte Probe nicht so hervorstechende Vortheile, um vorgezogen zu werden.

Anwendung des Cyaneisenkaliums (Blutlaugensalzes), als chlorometrisches Reagens, statt der arsenigen Säure. Die Instrumente und Manipulationen sind genau dieselben, wie bei der arsenigen Säure; daher werden wenige Worte hinreichen, das chlorometrische Verfahren mit Cyaneisenkalium verständlich zu machen.

Die Auflösung wird zuerst so bereitet, daß sie ein, dem ihrigen gleiches Volumen der Normalauflösung des Chlors zerlegt. Nimmt man Cyaneisenkalium, wie es im Handel vorkommt, so braucht man beinahe 35 Gramm, um ein Liter Auflösung zu machen.

Diese Auflösung von Cyaneisenkalium hat keine, oder zum wenigsten nur eine sehr schwache Wirkung auf den Chlorkalk; macht man sie aber vor der Mischung sauer, so wirkt sie dann augenblicklich auf den Chlorkalk und nimmt eine gelbe Färbung an, die sie während der ganzen Operation, selbst nach der Sättigung, beibehält. Um den genauen Sättigungspunct zu erkennen, setzt man zu der Salzauflösung einen Tropfen Indigoauflösung, und nun nimmt diese augenblicklich eine schöne grüne Farbe an, die von der Mischung des Gelb und Blau herührt. Diese Farbe wird allmählig schwach und geht wieder in Gelb über, nach Maaßgabe wie der Indigo im

Verlauf der Sättigung zerstört wird; aber ein neuer Tropfen Indigo macht sie wieder grün, bis sie endlich plötzlich verschwindet und augenblicklich in Gelb übergeht, wenn alles Cyaneisenkalium zerlegt ist. Kurz, der Gang der Operation ist durchaus derselbe, wie mit der Auflösung der arsenigen Säure. Die Genauigkeit in der Bestimmung des Gehaltes der Chlorverbindung ist bei beiden dieselbe; und obschon der Punct, wo die Sättigung überschritten wird, nicht so in die Augen fallend ist, wie mit der arsenigen Säure, so ist er doch sehr leicht auszumitteln.

Was über die beiden Verfahrensweisen mit der Auflösung der arsenigen Säure gesagt worden ist, nämlich die Chlorauflösung zu der Arsenikauflösung zu setzen, oder umgekehrt, gilt genau auch von dem Cyaneisenkalium, so daß es überflüssig ist, hierüber noch etwas anzuführen.

Anwendung des salpetersauren Quecksilberoxyduls als chlorometrisches Mittel. — Wird das salpetersaure Quecksilberoxydul mit einer Auflösung von Kochsalz, oder mit Salzsäure vermischt, so entsteht ein weißer Niederschlag oder Quecksilberchlorür (Calomel), der bei Zusatz einer Chlor- oder Chlorkalkauflösung in einigen Augenblicken vollständig verschwindet und sich in Chlorid umwandelt, vorausgesetzt, daß in der Mischung hinlänglich freie Säure bleibt, um die Basis der Chlorverbindung zu sättigen. Es wird also zweckmäßig seyn, im Augenblicke des Versuchs zu der Auflösung des salpetersauren Quecksilbers etwas Salzsäure zu setzen, die den doppelten Zweck hat, die Base der Chlorverbindung zu sättigen und zur Niederschlagung des Quecksilbers als Chlorür beizutragen \*).

Die Instrumente und Manipulationen sind genau dieselben, wie bei der arsenigen Säure und dem Kaltumeisencyanür. Nur hat das salpetersaure Quecksilber den ihm bloß allein zukommenden Vorzug, daß man bei seiner Anwendung nicht des Indigo's bedarf, um den Sättigungspunct zu erkennen. Denn derselbe wird genau durch den Moment angezeigt, wo der Niederschlag des Quecksilberchlorürs vollständig verschwindet, oder durch Zusatz eines einzigen Trop-

fens Chlorkalk noch zum Verschwinden gebracht werden kann.

In allen Fällen ist es rathsamer, den Versuch in dem Fläschchen O, statt in dem Gefäße G, zu machen, und das Fläschchen, nachdem es verstopft ist, von Zeit zu Zeit stark umzuschütteln; man erhält so etwas Chlor, welches entweichen seyn würde, wenn man in dem Gefäße G den Versuch anstellte. Es zeigte sich öfter bis fünf Grad Unterschied in dem Gehalt ein und derselben Chlorverbindung, wenn beide Verfahrensweisen angewendet wurden.

Bedient man sich eines Fläschchens, so kann man ohne Unterschied die Chlorverbindung in das salpetersaure Quecksilber gießen, oder umgekehrt; die in beiden Fällen gefundenen Gehalte sind dieselben; stellte man den Versuch aber in einem Gefäße mit weiter Mündung an, so würde ein Verlust an Chlor stattfinden, und der Gehalt des Chlorkalks könnte um mehr als  $\frac{1}{5}$  zu gering ausfallen.

In Betracht der Anwendung des salpetersauren Quecksilbers, als chlorometrisches Agens, muß hier die Bemerkung gemacht werden, daß zuerst Hr. Balland von Toul in einer, den 7. Decbr. 1829, an die Academie der Wissenschaften gerichteten Abhandlung darauf aufmerksam gemacht hat. Allein sein Verfahren war sehr ungenau, denn er schreibt vor, die Chlorkalkauflösung in ein Fußglas zu thun, und hierzu so lange salpetersaures Quecksilber zu setzen, bis sich ein Niederschlag bildete, der durch Schütteln nicht wieder verschwand. Da nun bei dieser Verfahrensweise beträchtliche Irthümer entstehen, so würde sie zur Bestimmung des Gehaltes des Chlorkalks nicht angewendet werden können.

Später, im Jahr 1831, schlug, in den *Annales de Chimie*, vol. 46. p. 400, Hr. Marozéau die Anwendung des salpetersauren Quecksilbers wieder vor, allein ohne den eben beschriebenen wichtigen Uebelstand, da er vorschrieb, die Chlorkalkauflösung in das salpetersaure Quecksilber zu gießen. Diese Abänderung machte die Anwendung des salpetersauren Quecksilberoxyduls als chlorometrisches Mittel passend, und nur, daß seine Anwendung nicht hinlänglich genau beschrieben war, läßt erklären, warum es bis jetzt in Vergessenheit geblieben ist. Einige Fabrikanten haben indessen die Probe damit gemacht, sind aber bald davon wieder abgegangen, weil sie sich desselben nicht zweckmäßig zu bedienen wußten. Man darf sich darüber nicht wundern, denn in der Praxis reichen oft die geringfügigsten Uebelstände, anscheinend ohne Wichtigkeit, hin, die Einführung eines Verfahrens zu verhindern, wenn gleich sehr

\*) Da das salpetersaure Quecksilber hinreichend ist, um das Alkali der Chlorverbindung zu sättigen, so wird es besser seyn, bloß Kochsalz zuzusetzen; denn setzt man zu viel Salzsäure hinzu, so bildet sich Königswasser, und dadurch wird der Gehalt der Chlorverbindung sehr verändert.

unbedeutende Abänderungen den Erfolg vergewissern können.

Die Bereitung des salpetersauren Quecksilberoryduls geschieht ohne alle Schwierigkeiten. Man wiegt nämlich 18,124 Gr. Quecksilber ab, löst sie kalt in ungefähr 200 Cubikcentimeter Salpetersäure von 22° Baumé auf, und verdünnt sie, wenn alles aufgelöst ist, so weit mit Wasser, bis sie einen Liter ausmachen. War hierbei nicht die geringste Menge Quecksilber verloren gegangen, so ist die Flüssigkeit gleich ihrem Gehalte nach bestimmt. Aus diesem Grunde ist es vorzuziehen, eine Quecksilberauflösung ohne ängstliche Vorsicht zu machen und nachher erst den Gehalt derselben zu bestimmen. Es trägt in der That in diesem Falle wenig aus, ob die Auflösung salpetersaures Quecksilberoryd enthält, oder nicht; dieses Salz hat keinen Einfluß auf den Versuch und kann den Gehalt des Chloralkals nicht verändern, obschon Hr. Marozeau das Gegentheil behauptet hat.

Betrachtungen über die drei beschriebenen chlorometrischen Methoden. — Obgleich alle drei Methoden, bei sorgfältiger Manipulation, durchaus einander ähnlich sind, so verdient doch die Anwendung der arsenigen Säure den Vorzug.

Jede dieser drei Flüssigkeiten hat eine hinreichende Beständigkeit. Denn wurde eine Auflösung von arseniger Säure länger als 6 Monate mit reinem Sauerstoff in Berührung gelassen, so hatte sie nur eine höchst unbedeutende Menge davon absorbiert. Bei atmosphärischer Luft ist die Absorption noch geringer. Man kann übrigens, um auch die geringste Ursache einer Veränderung zu vermeiden, die arsenikalische Flüssigkeit, nach Bestimmung ihres Gehalts, in mehrere Flaschen mit eingetriebenen Stöpfeln von einem halben Liter Capacität thun, sie damit ganz anfüllen und mit ihrem mit Talg bestrichenen Stöpsel verschließen. Ein Fläschchen von einem halben Liter reicht für 50 Versuche aus.

Das Cyaneisenkalium scheint vorzüglich im festen Zustande nicht der geringsten Veränderung fähig zu seyn, und nichts hindert, es, nach Bestimmung des Gehalts, in diesem Zustande als Pulver in verschlossenen Fläschchen aufzubewahren; man kann es selbst in Päckchen für einen Liter Auflösung vertheilen.

Was das salpetersaure Quecksilberorydul anlangt, so scheint es sich mit der Zeit verändern zu können, allein nur sehr langsam, und ohne jemals die Genauigkeit der Prüfung schwankend zu machen, wenn man es, nach Bestimmung des Gehalts, in fest verschlossene Fläschchen von einem halben Liter Capacität vertheilt.

In Bezug auf die schnelle Beendigung der Prüfung, hat die schwach blau mit Indigo gefärbte Auflösung der arsenigen Säure den Vorzug. Im Augenblicke selbst, wo die Operation zu Ende ist, entfärbt sich die Flüssigkeit vollständig und wird wie Wasser.

Bei dem Cyaneisenkalium kündigt sich das Ende der Operation etwas weniger genau durch den Uebergang der grünen zur gelben Färbung an; allein bei schon nur geringer Geschicklichkeit kann man hierin keinen merklichen Irrthum begehen.

Bei dem salpetersauren Quecksilber kündigt sich das Ende der Operation durch's Verschwinden des Niederschlags von Quecksilberchlorür an, ohne daß man dabei seine Zuflucht zum Indigo zu nehmen brauchte. Wiewohl dieser Punct nicht so genau bestimmt ist, wie bei der arsenikalischen Auflösung, so ist er es doch hinlänglich, um einen Einwurf gegen dieses Verfahren nicht zuzulassen. Ob die Chlorverbindung schwefelsaure Salze enthält, oder nicht, thut wenig zur Sache; das schwefelsaure Quecksilber wird eben so wohl zersetzt, wie das Chlorür und in Chlorid umgewandelt.

Die Verdünnung des Chloralkals verändert die Genauigkeit der Probe nicht. Bei einem Chlor-

Kalk, dessen Gehalt  $100^\circ$  war, erfolgte genau dasselbe Resultat, nachdem er mit seinem vierfachen Volumen Wasser verdünnt worden war; der Gehalt betrug da nämlich  $20^\circ$ . Eben so wenig hat man auch einen merklichen Unterschied zwischen dem Kalkmanganoxid und dem salpetersauren Quecksilber bemerkt.

Prüfung der Manganoxyde. — Die Prüfung derselben hängt genau mit der des Chlorkalks zusammen und ist übrigens von nicht geringer Wichtigkeit. Die einfachste Methode und welche auch Hrn. Gay Lussac zu gleicher Zeit am besten gelungen ist, besteht darin, das Chlor aufzufangen, welches ein bestimmtes Gewicht Manganoxyd liefern kann, und es durch eins der vorher angeführten chlorometrischen Mittel zu messen.

Nimmt man an, das Manganhypoxyd wäre vollkommen rein, so würden 3,980 Gramm hinreichen, um bei ihrer Behandlung mit Salzsäure 1 Liter trocknes Chlor bei  $0^\circ$  Temperatur und 0,760 Meter Barometerstand zu liefern. Würde dieses Chlor in einer Kalkauflösung aufgefangen und nachher bis auf das Volumen eines Liter verdünnt, so würde man Normalchlorverbindung von  $100^\circ$  erhalten. Ein gleiches Gewicht eines andern Manganoxyds würde, auf gleiche Weise behandelt, eine Chlorverbindung geben, deren Gehalt genau dem des Manganoxyds entsprechen würde. Es sey dieser Gehalt  $50^\circ$ , so heißt dieses, das dem Versuche unterworfenen Mangan hat bei gleichem Gewichte nur halb so viel Chlor geliefert, als das reine Mangan, und man würde, wo ein Gewicht P dieses letztern nöthig wäre, von jenem das Gewicht  $P \frac{100}{50}$  brauchen, um dieselbe Menge Chlor zu erhalten.

Gay Lussac hat seine Apparate, die er zu diesen Versuchen sonst anwendete, seitdem vervollkommenet. Statt einer langen und sehr gebogenen Röhre von ziemlich großem Durchmesser, in welcher er das Chlor mittelst Kalkmilch, oder einer

Kalkauflösung auffing, bedient er sich jetzt eines Kolbens, S, von etwa einem halben Liter Capacität mit langem und ziemlich weitem Halse. Folgendes ist die Beschreibung des ganzen Apparates:

t ist ein kleiner Kolben von ungefähr 5 Centimeter Durchmesser, und dient zur Aufnahme des Manganoxyds, das man mit Salzsäure behandeln will. Er wird über einem kleinen Kohlenofen, oder über einer Del- oder Alkohollampe erhitzt. In letzterem Falle darf der Kolben nicht unmittelbar dem freien Feuer ausgesetzt seyn, sondern muß auf einer kleinen Schale von Eisenblech stehen, welche oben aufgebogen ist und die Hitze auffängt und zerstreut.

u, eine Röhre von kleinem Durchmesser, so viel wie möglich gebogen, ohne daß jedoch diese Biegung sie hindert, in den Kolben S zu gehen; sie ist auf dem kleinen Kolben t mittelst eines Korkpfropfens befestigt, dessen Poren mit einem Kitt aus Mehlkleister und einem Teig aus Mandeln verstopft sind. An seinem obern Ende ist der Kork konisch ausgehöhlt; hier hinein thut man weißes Wachs und schmilzt es, und nun ist kein Entweichen des Gases zwischen der Röhre und dem Pfropfen mehr möglich.

S, ein Kolben von einem halben Liter Capacität ungefähr; derselbe ist bis oben hinauf mit einer Kalk- oder Natronauflösung gefüllt, welche  $200^\circ$  des Alkalimeters enthält, d. h., etwas mehr als das Doppelte, um eine neutrale Chlorverbindung zu bilden; denn ein Liter Chlor entspricht nur  $88^\circ$  des Alkalimeters.

T, eine Röhre, die bis an den Punkt i 25 Cubicentimeter faßt und dazu dient, die Salzsäure zur Auflösung des Manganoxyds abzumessen.

Verfahren. — Man wiegt auf einem kleinen viereckigen Papiere 3,98 Gr. Mangan ab, das eine mittlere Probe ist, pülvert es fein und läßt es durch das zusammengerollte Papier in den Hals des Kolbens herunterfallen; hält man den Kolben ge-

rade, so fällt das Dryd mittelst einiger kleinen Er-schütterungen herab, und es bleibt kaum etwas auf dem Papiere zurück, und hat es nur ein Mal dazu gebient, so bleiben keine neue Mengen mehr darauf haften. Man kann auch das Dryd gerade in den Kolben mittelst eines Trichters schütten, der eine so weite Oeffnung hat, als es nur der Hals des Kolbens zuläßt. Hierauf thut man 25 Cubikcentimeter rauchende Salzsäure in den Kolben und befestigt nun daran sogleich den schon in den Kolben eingepaßten Pfropfen der Röhre u. Das Chlor fängt alsbald an, sich zu entbinden, und treibt die Luft aus dem kleinen Kolben vor sich her, welche sich in dem obern Theile des großen, als Recipienten dienenden, Kolbens sammelt. Da diese Luft die Kalialösung verdrängt und in die Höhe zu treten zwingt, so könnte letztere leicht aus dem Kolben heraussteigen, wenn man nicht die Vorsicht anwendete, durch in die Höhe gerichteten des Apparats, die Luft von Zeit zu Zeit herauszutreiben; jedoch muß man vorher die alkalis-che Lösung umgeschüttelt haben, um alle Spuren von Chlor, welche in der Luft geblieben seyn könnten, absorbiren zu lassen. Diese Operation bietet wegen der Kleinheit und Beweglichkeit des Apparats keine Schwierigkeiten dar; allein auch diesem kleinen Uebelstande kann man ausweichen, wenn man den Kolben t klein genug nimmt, daß die von dem Chlor ausgetriebene Luft noch in dem Recipienten S Raum genug hat, ohne die Flüssigkeit herauszutreiben. Man beschleunigt nun die Entbinden des Chlors durch allmätiges Erhitzen des Kolbens, bis die Flüssigkeit endlich vollkommen siedet. Der gebildete Dampf treibt alles Chlor aus, und wenn man mit der Hand fühlt, daß die Leitungsröhre bis an den Ort, wo sie in die alkalische Flüssigkeit taucht, erhitzt ist, stellt man die Operation ein, zieht die Röhre aus der Flüssigkeit und nimmt den Kolben S ab, um die Absorption zu vermeiden. Die Auflösung der Chlorverbindung wird nun in das, einen Liter haltende Gefäß Q gegossen, der Kolben mehrere Male mit Wasser ausgespült, das man mit jener Auflösung vereinigt, und dann, wenn man das Vo-umen bis auf einen Liter vermehrt hat, das Ganze

umgeschüttelt. Es ist nun weiter nichts übrig, als den Gehalt der Chlorauflösung auf die beschriebene Weise zu bestimmen.

Will man aber den Werth eines Manganoryds bestimmen, so reicht es nicht hin, die Menge Chlor zu kennen, die es giebt, sondern man muß auch noch den Verlust an Salzsäure bestimmen. Bei reinem Manganoryd, z. B., wird die Hälfte der angewendeten Säure in Chlor verwandelt. War das Dryd auf der Drydationsstufe von  $1\frac{1}{2}$ , so werden von 3 Theilen Säure nur einer in Chlor umgewandelt. Enthält endlich das Mangan Eisen oder Baryt, so werden diese fremden Körper eine ihrer Menge entsprechende Quantität Salzsäure neutralisiren.

Es bietet keine Schwierigkeiten dar, die Menge der angewendeten Salzsäure in Bezug auf die des erhaltenen Chlors auszumitteln.

Denn um 3,980 Gr. reines Manganoryd, welche 1 Liter Chlor geben, aufzulösen, ist eine Menge Salzsäure nöthig, die gerade 175,72 Acidimetergraden entspricht. Die Hälfte dieser Säure 87,85 würde das Manganorydul sättigen, und die andere Hälfte würde zu 100 Graden Chlor verwendet werden. Dieß ist die geringste Menge Säure die angewendet werden kann. Es fragt sich jetzt, ob, wenn eine bestimmte Menge Salzsäure gegeben ist, man sie durch Behandlung mit einem Ueberschusse von reinem Manganoryd ohne Verlust in Chlor umwandeln kann, d. h., ob man 100 Grade Chlor von 175,72 Acidimetergraden Salzsäure erhalten wird. Gay Lussac hat den Versuch hierüber gemacht, und das erhaltene Resultat wich kaum um  $\frac{5}{100}$  davon ab. Denn wurden 25 Cubikcentimeter Salzsäure, welche 285,7 Alkalimetergraden entsprechen, mit 8 Gramm Manganoryd behandelt, so erhielt er 1 Liter Chlorauflösung von einem Gehalte von  $152\ 1^{\circ}$ , welche  $267,27^{\circ}$  Säure entsprechen. Durch den Versuch fand er, daß  $15^{\circ}$  kohlensaures Natron erforderlich waren, die Manganauflösung so weit zu sättigen, bis der durch dieses Salz gebildete Niederschlag sich nicht mehr auflöste. Es waren also von der Säure  $75^{\circ}$  unzersezt geblieben, welche, zu

T a f e l CLV.

267,27° abbirt, 282,27° geben. 285,7° waren zu dem Versuche angewendet worden, also fehlten 2,43° und dieß ist weniger als  $\frac{1}{2}$  der angewendeten Menge. Der Versuch beweist also, daß von 285,7° Säure 15 waren, welche ungeachtet der Gegenwart des Manganoxyds nicht in Chlor umgewandelt wurden; dieß macht beinahe 5 p.C.

Um nun die Menge Salzsäure bei der Behandlung der verschiedenen Manganoxyde zu bestimmen, nahm Gay Lussac 3,98 Gr. von jedem und löste sie in 25 Cubikcentimeter Salzsäure, welche 250,2° entsprechen. Er überzeugte sich auch, daß das Eisenchlorid nicht durch das Manganhyperoxyd zersetzt wird, weshalb man auch, wenn die Auflösung mit dem Gehalte nach, bestimmtem kohlen-sauren Natron so weit gesättigt wird, bis der Niederschlag anfängt, nicht mehr zu verschwinden, in der That alle Säure hat, welche in der Flüssigkeit geblieben war.

Ein zwar nicht so genaues, jedoch für technische Zwecke satzfam ausreichendes Verfahren, den Werth des Braunsteins zu prüfen, theilt Dr. Thomson, Prof. der Chemie in Glasgow, mit.

Der zu prüfende Braunstein muß zuerst fein gepulvert werden, worauf man folgendermaßen verfährt: In eine tarirte Florentiner Flasche bringt man 600 Gran Wasser und 75 Gran krystallisirte Klee-säure; dann setzt man 50 Gran von dem zu prüfenden Braunstein zu und gießt hierauf so schnell als möglich 150 bis 200 Gran concentrirte Schwefelsäure in die Flasche. Letzteres geschieht am besten auf die Art, daß man vorher ein bestimmtes Gewicht Schwefelsäure, z. B., 210 Gran, in einem Standglase abwägt und auf der Waage läßt; man gießt dann in die Flasche so viel Schwefelsäure, als angeht, bringt hierauf das Standglas wieder auf die Waage und bestimmt genau das Gewicht der ausgegossenen Säure.

Es findet ein lebhaftes Aufbrausen statt, indem sich eine reichliche Menge kohlen-sauren Gases entbindet. Man bedeckt nun die Deffnung der Flasche mit einem Papier und läßt sie 24 Stunden

*Laboratorium.*

lang stehen, worauf man sie wieder wiegt. Der Gewichtsverlust der Flasche entspricht genau der Quantität Mangansuperoxyd, welche der angewandte Braunstein enthält. Wenn, z. B., der Gewichtsverlust 34 Gran betrug, so werden die angewandten 50 Gran Braunsteinpulver 34 Gran Mangansuperoxyd enthalten und der Braunstein wird also aus 68 Proc. reinem Mangansuperoxyd und 32 Proc. fremdartigen Körpern bestehen.

Um sich den Hergang bei dieser Operation zu erklären, muß man sich erinnern, daß die Klee-säure besteht aus:

2 Atomen Kohlenstoff . . . . .	1,5
3 — Sauerstoff . . . . .	3
	4,5

und das Mangansuperoxyd aus:

1 Atom Mangan . . . . .	3,5
2 Atomen Sauerstoff . . . . .	2
	5,5

Die Klee-säure entzieht dem Mangansuperoxyd die Hälfte seines Sauerstoffs, welcher sie in Kohlen-säure verwandelt, daher das Aufbrausen. 55 Gran reines Mangansuperoxyd würden 10 Gran Sauerstoff abgeben, die 45 Gran Klee-säure in 55 Gran Kohlen-säure verwandeln können; da nun letztere entweicht, so zeigt der Gewichtsverlust die Menge der gebildeten Kohlen-säure an. Nun ist aber das Gewicht der gebildeten Kohlen-säure genau gleich dem Quantum Mangansuperoxyd, welches seinen Sauerstoff an die Klee-säure abgiebt.

Wichtige Beobachtung über die Salzsäure. —

Für alle hier angeführten Versuche ist es wesentlich, daß die Salzsäure rein, oder wenigstens frei von schwefliger Säure sey; denn diese Säure zerstört das Chlor, und würde dadurch einen, der Menge des zerstörten Chlors entsprechenden Verlust herbeiführen. Die künstliche Salzsäure enthält solche beinahe immer, und bisweilen in beträchtlicher Menge.

T a f e l CLV.

Ihre Gegenwart und Menge erkennt man mittelst einer, dem Gehalte nach, bestimmten Chlorverbindung, die man in ein Maaß mit Indigo schwach blau gefärbte Salzsäure gießt; hierauf operirt man ganz so, als wenn man den Gehalt einer Auflösung von arseniger Säure bestimmen wollte. Die schweflige Säure wird zuerst zerfetzt, und die blaue Farbe verschwindet nur in dem Augenblicke, wo das Chlor im Ueberschuß vorhanden ist. Wird durch den ersten Tropfen der Chlorverbindung die der Salzsäure ertheilte blaue Färbung zum Verschwinden gebracht, so enthält diese Säure keine schweflige Säure. Bedarf sie dagegen 6°, so enthält die Salzsäure schweflige Säure und beinahe 6 p.C. ihres Volumens, denn ein Volumen schwefligsaures

Gas entspricht merklich nahe einem Volumen Chlor. Hiernach kann man sich leicht der schwefligen Säure entledigen, wenn man ein zweckmäßiges Volumen einer Chlorverbindung zusetzt; da letzteres aber verdünnt ist, und man die Salzsäure schwächer machen würde, so wird es vorzuziehen seyn, eine kleine Menge Salzsäure in einen Kolben zu thun und gelinde mit Manganoryd zu erhitzen. Das sich entbindende Chlor wird mittelst einer Röhre so lange in Salzsäure aufgefangen, bis alle schweflige Säure zerfetzt ist. Diese Salzsäure ist frei von schwefliger Säure, wenn ein Tropfen einer Chlorverbindung augenblicklich die ihr mittelst Indigo's gegebene blaue Färbung zerstört, und sie ist frei von Chlor, wenn sie dieselbe Farbe nicht angreift.

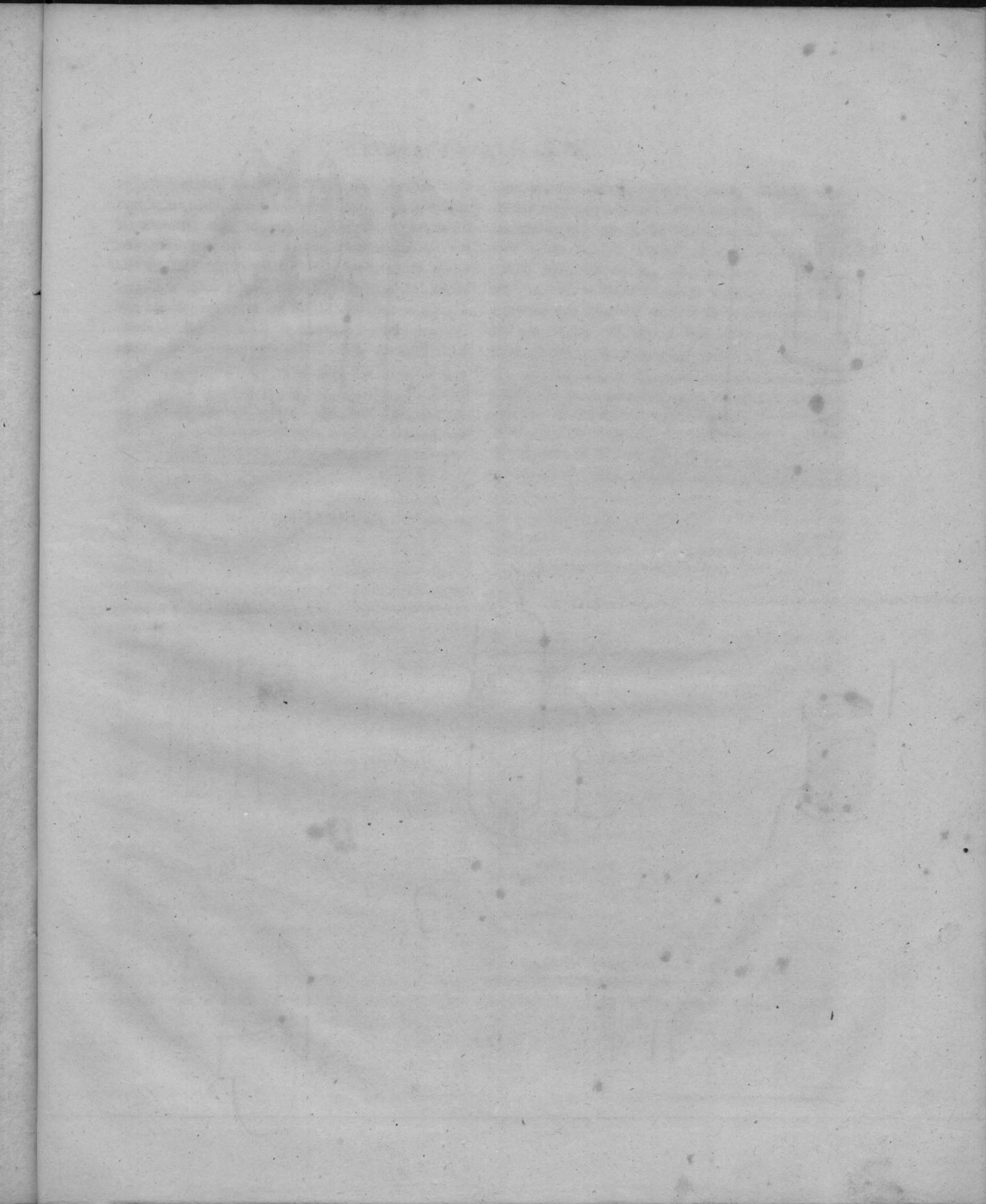


Fig. 3.

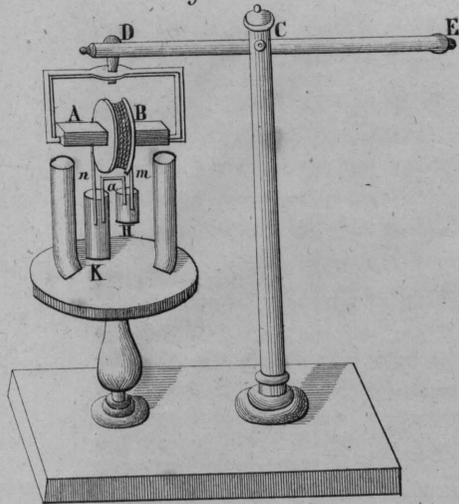


Fig. 4.

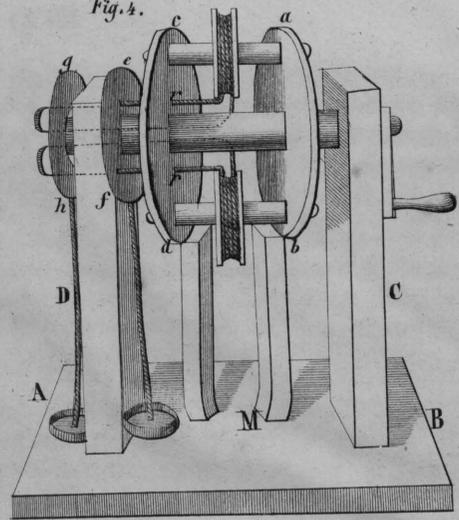


Fig. 5.

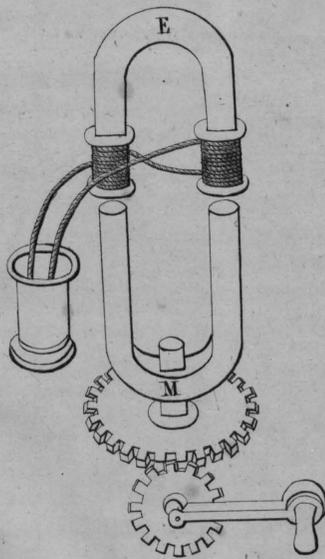


Fig. 7.

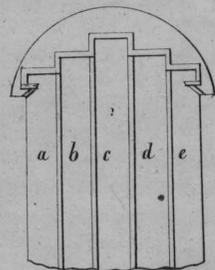


Fig. 6.

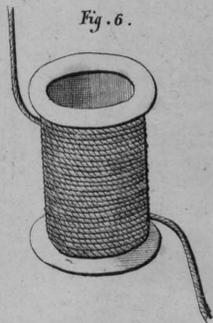


Fig. 1.

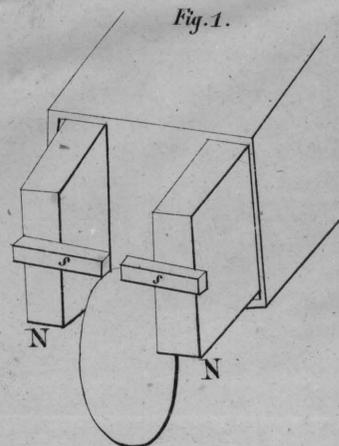


Fig. 8.

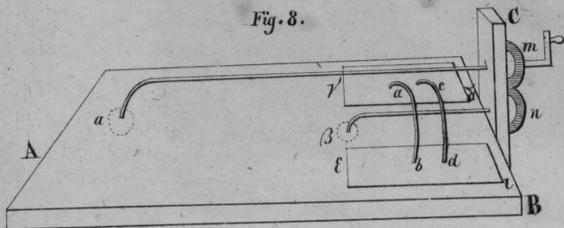
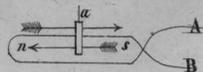


Fig. 2.



## T a f e l CLVI.

## M a g n e t o = e l e c t r i s c h e A p p a r a t e .

## Faraday's auf den Rotationsmagnetismus gegründete Electrifirmaschine.

Bekanntlich hat Arago die Entdeckung gemacht, daß eine um ihre Aze rotirende Kupferscheibe eine über ihr schwebende Magnetnadel in Bewegung setzt, woraus Faraday richtig folgerte, daß die Scheibe durch den ihr genäherten Magnet selbst magnetisch werde und daß daher in Folge der Wechselwirkung zwischen Electricität und Magnetismus Electricität durch dieselbe erregt werden müsse. Er nahm deshalb zwei aus mehreren Magnetstäben vereinigte magnetische Batterien, deren Tragkraft über 100 Pfund betrug, vereinigte ihre Polarenden N und N Fig. 1. durch zwei einander sehr genäherte Eisenstäbe s und s, brachte zwischen diese die vertical gestellte Kupferscheibe k und setzte die letztere durch eine Kurbel in eine schnelle Rotation um ihre horizontale Aze. Die Kupferscheibe war an der einen Seite der bessern Leitung wegen stark amalgamirt und ebenso ein Theil ihrer Aze. Mit dieser Stelle wurde das Ende eines amalgamirten Kupferdrahtes in Berührung gebracht, das andere Ende desselben mit der Hand gegen die Fläche der Scheibe gedrückt, so daß er bei'm Umlaufe der letztern stets daran rieb. Die andern Enden dieser Drähte waren an die Enden A und B eines Schweigger'schen Multiplicators, Fig. 2, angeschlossen, zwischen dessen Oeffnung die eine der beiden Nobili'schen Nadeln s n an einem Cocon-Faden a leicht beweglich herabhing. Bei schneller Drehung der Scheibe erfolgte eine Ablenkung der Nadeln von fast 90° und bei vorsichtiger Anstellung des Versuchs wurde eine bleibende Ablenkung der Nadeln von 45° bewerkstelligt, was auf einen fortdauernden electrischen Strom zu schließen berechtigt. Wurde die Scheibe in entgegengesetzter Richtung gedreht, so war die Ablenkung der Nadeln gleichfalls die entgegengesetzte, woraus also eine Umkehrung der Richtung des electrischen Stroms folgt; überhaupt aber läßt sich der Versuch rücksichtlich der Lage und Drehung der Scheibe, so wie der Zahl

und der Art der durch die Conductoren berührten Stellen vielfach abändern, wie Faraday ausführlich untersucht hat, um die wechselnde Richtung des erzeugten electrischen Stromes je nach der Verschiedenheit der Bedingungen genauer zu ermitteln. Vorzügliche Aufmerksamkeit verdient dabei das Resultat, daß die horizontale oder in einer auf die Aze der Neigungsnadel lothrechten Ebene befindliche Kupferscheibe durch den bloßen tellurischen Magnetismus, und ohne Hinzukommen eines sonstigen Magnetes, so stark magnetisch wurde, daß die durch ihre Drehung erzeugten electrischen Ströme, durch die fortleitenden Kupferdrähte dem Multiplicator zugeführt, eine merkliche Ablenkung der Magnetnadeln bewirkten.

## Mitchie's magneto = electrische Apparate von chemischer Wirkung.

Ein hufeisenförmiger Magnet ist vertical gestellt auf einem starken Brete befestigt und der zugehörige Anker, A B Fig. 3, an dem kürzern Hebelarme D befestigt, welcher, in C beweglich, am längern Arme E niedergedrückt oder herabgestoßen wird, um den Anker vom Magnete abzureißen. Der Anker ist mit übersponnenem Kupferdrahte gehörig umwunden, dessen Enden m und n in die Gefäße H und K herabgehen, die außerdem durch den Draht a mit einander verbunden sind. Das Gefäß H ist so weit mit Quecksilber gefüllt, daß die Spitzen beider Drähte darin eintauchen und auch das Ende des Drahtes m bei der sogleich zu beschreibenden Bewegung nicht herausgezogen wird; das andere Gefäß K ist aber oben mit einem Deckel geschlossen, um es von unten mit Knallgas zu füllen und dieses durch den erzeugten electrischen Funken zu entzünden. Beim Ausfliegen des Ankers berührt die Spitze des Drahtes n das etwas abgeplattete Ende des Drahtes a, welche beide amalgamirt sind; wenn aber der Anker durch einen Stoß auf den Hebelarm E abge-

rissen wird, so trennen sie sich gleichzeitig, und der Funke kommt zwischen ihnen zum Vorschein. Der Draht n ist im Deckel des Gefäßes K so weit luftdicht verschiebbar, als erfordert wird, damit das Knallgas aus demselben nicht entweicht, was jedoch kein genaues Schließen und daher auch keine große Reibung erfordert.

Ein zweiter Apparat Ritchie's, mit welchem er schnell aufeinanderfolgende Funken erhält, ist Figur 4 dargestellt.

Auf einem Brete A B ist ein gemeiner Stahlmagnet M vertical aufgerichtet und hinlänglich befestigt. Durch die zwei starken Säulen C und D, die mit den Schenkeln des Magnets in einer verticalen Ebene liegen, geht eine hölzerne, vermittelt einer Handhabe, drehbare Ase, auf welcher die beiden hölzernen Scheiben a b und c d festsetzen. Durch die beiden hölzernen Scheiben sind vier Cylinder von weichem Eisen so gesteckt, daß sie beim Umdrehen der Ase mit den Schenkeln des Magnets fast zur Berührung kommen, oder so nahe, wie möglich, über sie hingleiten. Die Cylinder sind mit isolirten Streifen Kupferblech, oder mit umsponnenem Kupferdraht umwickelt, und von jeder dieser Umwickelungen, deren zwei bei r und r' in der Zeichnung sichtbar sind, gehen die entsprechenden Enden durch die hölzerne Scheibe c d bis zur Kupferscheibe e f, so daß sie bei stattfindender Drehung gepreßt über diese hingleiten. Sowohl die Enden dieser vier Drähte, als auch die Kupferscheibe sind der leitenden Berührung wegen amalgamirt. Die andern Enden der Drähte sind durch die Ase geführt, wie aus der Figur ersichtlich ist, umgebogen und pressen auf gleiche Weise gegen den Kupfernen, gleichfalls nebst den ihm zugehörigen Drahtenden amalgamirten Ringsector g h. Solche Sektoren von amalgamirtem Kupferblech, die mit andern von Holz, Elfenbein oder Glas wechseln und also nebeneinander liegend eine ebene Scheibe bilden, sind sehr geeignet, die electriche Leitung schnell abwechselnd zu unterbrechen und wieder herzustellen, was bei magneto-electrischen Versuchen oft erfordert wird. Von diesem sowohl, als auch von der Kupferscheibe gehen angelöthete Drähte in zwei kleine Gefäße mit Quecksilber herab, durch welche demnach die Verbindung zwischen den einander zugehörigen je vier Kupferdrähten hergestellt werden kann. Wird die Scheibe vermittelt der Achse schnell umgedreht, so wird jeder Anker im Augenblicke der Berührung oder Annäherung des Magnets M magneto-electrisch erregt und theilt die hierdurch erzeugte Electricität der Kupferscheibe und dem Ringsector, vermit-

telst dieser aber dem Quecksilber in den beiden Gefäßen mit. Bei der Trennung der Anker von den Schenkeln des Magnets, wird die entgegengesetzte Electricität hervorgerufen, dadurch aber der electriche Strom jedesmal umgekehrt, so daß nur wechselnde Funken zum Vorschein kommen können, was namentlich ihre chemischen Wirkungen bedeutend hindert; ehe jedoch die Trennung erfolgt, ist schon der Draht von dem Ringsector abgeglitten, und die entgegengesetzten Funken kommen daher nicht zum Vorschein, vielmehr kommt unmittelbar nach dem Abgleiten des einen Drahtendes vom Ringsector schon das Folgende mit dem ihm zugehörigen in Berührung, so daß die electriche Strömung nach der nämlichen Richtung fast ohne Unterbrechung fort dauert. Die Galvanometer-Nadel wird hierdurch in steter Ablenkung erhalten; auch kann man dadurch einen Draht um einen Magnet zum Rotiren bringen. Befestigt man bei g h eine auswärts, nach Art einer Säge, eingeschnittene Kupferscheibe, so daß die zugehörigen Drahtenden abwechselnd mit diesen Zähnen in Berührung kommen, und verbindet man diese Scheibe mit der gegenüberstehenden e f leitend, so kommen auf nahe einem Quadranten rasch folgende electriche Funken zum Vorschein, deren Zahl sich noch vermehren ließe, wenn man vier Magnete statt eines wählte.

#### Magneto-electrische Apparate des Herrn Pirii.

Ein Magnet, M Figur 5, von 210 Millimeter Höhe, 35 Millimeter Breite und 10 Millimeter Dicke, ist mit aufwärts gerichteten Schenkeln auf einem drehbaren Gestelle stark befestigt. Ueber seinen 20 Millimeter von einander abstehenden Schenkeln ist ein Hufeisen E von weichem Eisen, 15 Millimeter im Durchmesser haltend und 80 Millimeter hoch, an einem eigenen Gestelle unbeweglich angeschraubt. Auf die runden Schenkel des Hufeisens sind unten auf jedem ein hohler Cylinder von dünnem Messingblech mit zwei am obern und untern Ende befindlichen vorstehenden Scheiben über etwas untergelegten Laffet so geschoben, daß die unteren Scheiben mit der Fläche des Eisens fast in einer Ebene liegen. Figur 6 stellt diese Hüllen nebst ihrer Umwicklung dar, und sie sind deswegen sehr bequem, weil man eine Menge Drahtwindungen übereinander legen kann, ohne daß sie herabgleiten; auch lassen sich die Hüllen abnehmen, zu sonstigen Zwecken gebrauchen und mit andern vertauschen; jedoch wird die Intensität der Wirkung nicht sowohl durch den größern Abstand vom Eisen, als

vielmehr durch die größere Länge der Drahtwindungen nicht unmerklich geschwächt. Die äußersten Enden des mit Seide überspannenen Kupferdrahtes, dessen eine Hälfte um die erste Hülse, dann ohne Unterbrechung die andere um die zweite Hülse in der nämlichen Richtung gewickelt werden muß, nachdem sie der bessern Leitung wegen auf die bekannte Weise amalgamirt worden sind, werden einer blanken Quecksilberfläche möglichst nahe gehalten, oder das eine Ende wird in letzteres Metall eingetaucht, das andere seiner Oberfläche sehr nahe gebracht. Wird dann der Magnet mittelst eines Getriebes, worin ein Rad mit einer Kurbel eingreift, in schnelle Drehung um seine verticale Ase gesetzt, so gleiten seine Schenkel sehr nahe, fast berührend, unter den Endflächen des Hufeisens hin und rufen in diesem den Magnetismus hervor, welcher einen elektrischen Strom in dem umgewundenen Kupferdrahte erzeugt, der in einem elektrischen Funken von einem Ende an das andere überspringt.

Der bei dieser ersten Maschine in Anwendung gebrachte Magnet wog 2 Kilogramm und zog 15 Kilogramm; die Länge des Kupferdrahts war 50 Meter und sein Gewicht nur  $\frac{1}{2}$  Pfund. Pirii führte indeß sehr bald andere Exemplare in größerem Maaßstabe aus, namentlich den Apparat, womit Hachette die Zersetzung des Wassers bewerkstelligte. Hierbei bestand der Magnet aus zwei Schienen, deren jede 25 Pfund trug und die zusammen 8 Pfund wogen. Das Hufeisen war cylindrisch; sein Querschnitt betrug 40 Millimeter, seine Höhe 200 Millimeter; die Centra seiner Endflächen standen 110 Millimeter von einander ab, und der umgewundene besponnene Kupferdraht, von 4 Pfund Gewicht, hatte eine Länge von 400 Meter. Der Magnet machte 10 Umdrehungen in einer Secunde und die Menge des zersetzten Wassers war der Geschwindigkeit der Umdrehungen proportional.

Einen noch größern Apparat, wofür Pirii vom Institute eine goldene Medaille, 500 Francs an Werth, erhielt, benutzte Ampère zu seinen Versuchen. Der dazu gehörige Magnet besteht aus 5 übereinanderliegenden Theilen, die an den Enden durch einen Schuh von weichem Eisen so verbunden sind, wie man aus Fig. 7 ersieht. Hier bezeichnen a, b, c, d, e die von der Seite gesehenen 5 vereinigten Magnete. Die Tragkraft des Magnetes ist 200 Pfund; die Länge des in 4000 Windungen umgewundenen, überspannenen Kupferdrahtes beträgt 1000 Meter, und in eben diesem Verhältnisse sind auch die übrigen Theile vergrößert.

Die mittelst desselben erhaltenen Wirkungen waren: 1) ein steter Strom lebhafter Funken; 2) starke Erschütterungen; 3) hielt man die Hände in ein Gefäß, welches mit gesäuertem Wasser gefüllt war und worein die Drahtenden tauchten, so spürte man Erstarrung und unwillkürliche Bewegung der Finger; 4) die Goldblättchen eines am Volta'schen Condensator angebrachten Electrometers divergirten beträchtlich; 5) Wasser, welches zur bessern Leitung mit etwas Schwefelsäure versetzt war, wurde mit rascher Gasentwicklung in seine Bestandtheile zerlegt.

Dieser Apparat, im Preise von 1200 Francs, befindet sich im Collège de France; ein anderer, dessen Magnet nur die halbe Tragkraft hat, 700 Francs an Werth, in der école polytechnique; ein dritter, dessen Magnet nur den vierten Theil der Tragkraft besitzt, 500 Francs im Preise, ist Eigenthum der école de médecine, und es sind selbst kleinere für 180 Francs verfertigt worden, womit jedoch die Wasserzersehung nicht gelingt.

#### Der Gyrotrop.

Dieser Apparat dient dazu, den Kreislauf des elektrischen Stromes zu wenden und ist erforderlich, wenn der Strom der Electricität stets die nämliche Richtung erhalten soll, ungeachtet die Electricitäten beim Anlegen und Abreißen des Ankers, oder wenn letzterer durch Umdrehung des Magnets mit den entgegengesetzten Polen verbunden wird, jedesmal wechseln. Soll in diesem letztern Falle die Strömung der Electricität an einer gegebenen Stelle ihres Kreises fortdauernd unverändert bleiben, z. B. da, wo die Wasserzersehung stattfindet, so muß an einer andern eine Vorrichtung angebracht werden, die denselben in dem Augenblicke umkehrt, in welchem der angegebene Wechsel erfolgt, damit beide einander entgegengesetzte Wechsel den gleichmäßigen Kreislauf wiederherstellen. Im Allgemeinen kann dieses nur dadurch geschehen, daß die Richtung der die Electricitäten zuleitenden Drähte gewechselt wird, so daß sie bei eintretender Strömung der entgegengesetzten Electricität diese sofort dem hierfür ausschließlich bestimmten Leiter zuführen.

Die Aufgabe hätte an sich keine Schwierigkeit, allein da bei der Erregung der Electricität durch Induction dieser Wechsel momentan eintritt und man zur Wasserzersehung außerdem eine rasche Folge von Funken bedarf, so muß die Umkehrung des Stroms

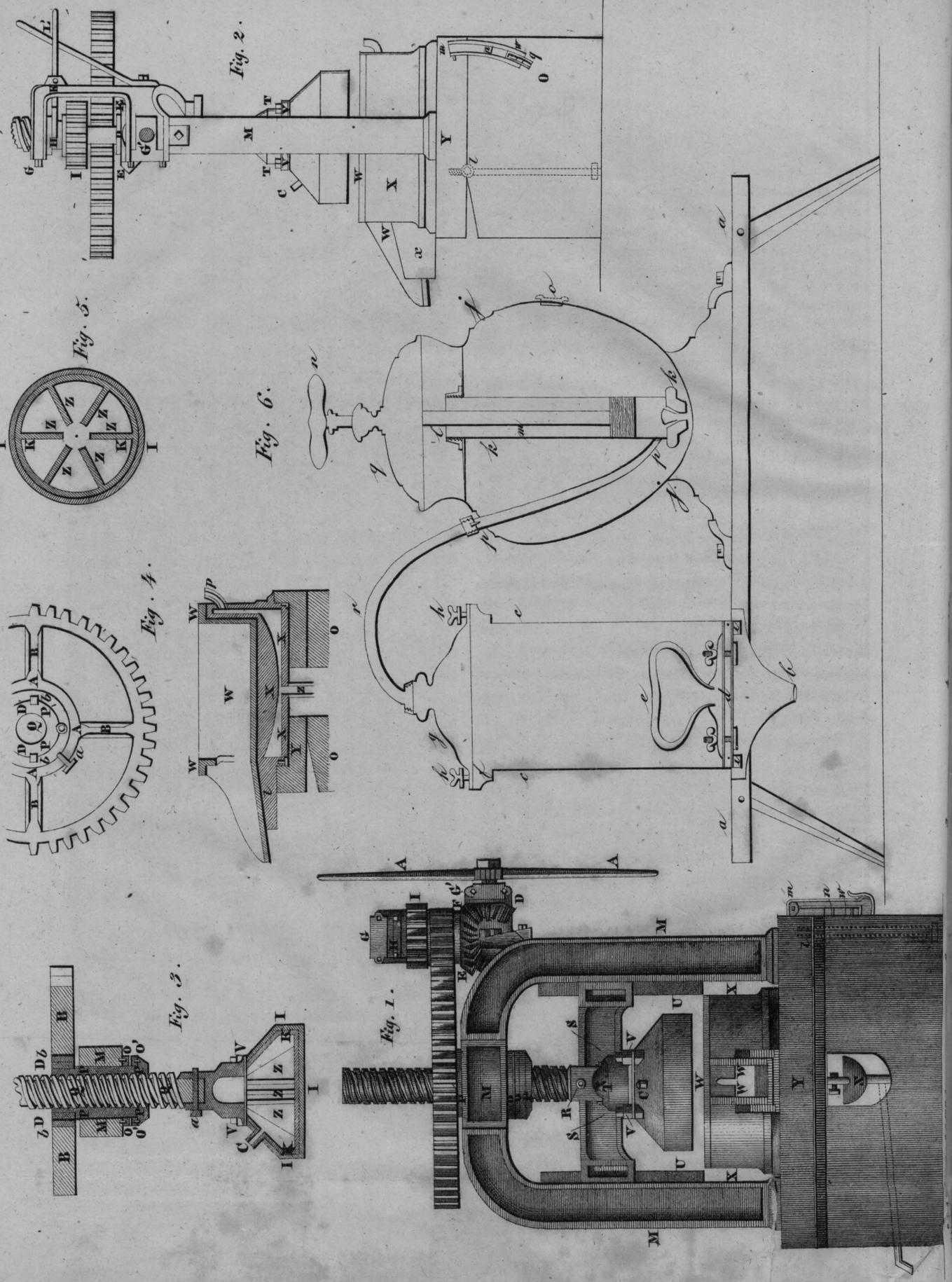
T a f e l CLVI.

eben so schnell und gleichzeitig mit jenem Wechsel erfolgen. Diese Aufgabe ist nun auf verschiedene Weise gelöst worden. Eine der einfachsten Vorrichtungen dieser Art ist Fig. 8 dargestellt.

Auf einem horizontalen Brete AB ist am einen Ende eine etliche Zoll hohe Säule oder ein Parallelepipedon C vertical aufgerichtet. Durch dieses geht ein kürzerer, etwa einen Zoll über die Oberfläche d. s. Bretes erhobener, horizontaler Draht  $\beta$  n mit dem Bügel d e von Kupferdraht und einer Scheibe am Ende n, in welche oben nur etwa 3 Zähne eingeschnitten sind. In diese greifen die Zähne des Rädchens m, welches an dem etwa zwei Zoll über der Fläche des Bretchens horizontal hinlaufenden, am andern Ende umgebogenen Drahte  $\alpha$  m befestigt ist. Dieser Draht trägt gleichfalls einen Bügel a b, dessen Enden, ebenso wie die des Bügels d e, amalgamirt sind. Alle vier berühren abwechselnd zu je zweien die amalgamirten Kupferbleche  $\gamma$   $\delta$  und  $\epsilon$   $\zeta$ , welche auf dem Bretchen an beiden Seiten und von einander getrennt befestigt sind. Indem aber die beiden gekrümmten Enden  $\alpha$  und  $\beta$  der Drähte, deren Scheiben m und n mit ihren Zähnen ineinan-

bergreifen, in kleinen Bechern mit Quecksilber oder auf amalgamirten Kupferblechen ruhen, die den electricischen Strom leiten, so werden die Bügel dieser Drähte bei einer geringen Drehung einer der gezahnten Scheiben m oder n mit ihren entgegengesetzten Enden sich heben und herabsenken, dadurch aber die Richtung des electricischen Stroms umkehren. So geht also beispielweise der positiv electricische Strom von dem Bleche  $\gamma$   $\delta$  aus durch das niedergesenkte Ende des Bügels a und dessen Draht bis  $\alpha$ , von hieraus aber zu dem bestimmten Apparate, von wo aus er nach  $\beta$  und durch das niedergesenkte Ende d des Bügels dieses Drahtes zum Kupferbleche  $\epsilon$   $\zeta$  gelangt; nach einer Wendung des Gyrotrops dagegen nimmt er den umgekehrten Weg von demselben Bleche aus durch den niedergesenkten Bügel e nach dessen Drahte  $\beta$ , von hieraus durch den Apparat zurück nach  $\alpha$  und dem niedergesenkten Bügel b. Der Strom ist also ein umgekehrter, und wenn der Wechsel der Electricität mit dieser Umkehrung des Stromes zusammenfällt, so heben sich beide auf und die Richtung einer der beiden Electricitäten bleibt stets die nämliche. (Gehler's phys. Lex. Art. Magnetismus, Bd. VI.)





## Tafel CLVII.

### Extraktionsapparate.

#### Beschreibung einer Schraubenpresse für Apotheker, von G. Reich.

Die im Folgenden zu beschreibende Schraubenpresse, deren Zweck ist, neben Erzeugung des möglichst größten Kraftmoments auch eine fortwährende passende Erwärmung des Auszupressenden darzubieten, ist im Laboratorio der Hofapotheke zu Berlin in Gebrauch.

Sie wird in Bewegung gesetzt durch den Kreuzhebel A (Fig. 1), welcher durch Schraube und Schraubenmutter an die in den Zapfenlagern B und G ruhende horizontale Welle des 10zähligen konischen Rades D befestigt ist. Das Rad D setzt das 15zählige, ebenfalls konische, an der, in den Zapfenlagern F und G ruhenden, vertikalen Welle befestigte Rad E in Bewegung. An der vertikalen Welle ist außerdem das 8zählige, durch die Ausrückung H auf und nieder bewegliche, Getriebe I. Durch die Hinterwand des die Zapfenlager G und G' tragenden Ständers (Fig. 2) geht bei K der Stiel einer dort um einen Stift drehbaren Gabel, deren vorderes Ende in die Vertiefung der Ausrückung H eingreift. Sobald daher der Stiel herabgedrückt wird, wird H und somit auch das Getriebe I gehoben (ausgerückt), in welchem Zustande es in Fig. 1 und 2 dargestellt ist. Damit aber das Getriebe I nicht herabsinke, ist an der Hinterwand des Ständers das sich federartig an den Stiel der Gabel anlegende Stahlblatt L angeschraubt, welches bei L' eine (Figur 3 in der Seitenansicht zu sehende) Vertiefung hat. Ist der Stiel der Gabel so weit herabgedrückt, daß das Getriebe ausgerückt ist, so steht er auch unter

L'; der obere Theil der Feder legt sich über ihn und hält ihn fest, läßt ihn aber sogleich wieder fallen, sobald man ihn mit der Hand von der Gabel abdrückt. Das Getriebe I greift in ein 15zähliges, mit der Schraubenmutter verbundenes, Stirnrad. Die Arme B desselben sind an die Büchse A angegossen (Fig. 4 im Durchschnitt, Fig. 5 von oben); zwischen der Schraubenmutter und der Büchse ist der Ring b, der an die Büchse durch die Schraube a (Fig. 5), an die Mutter durch die Keile DD (Fig. 4 und 5) befestigt ist. Die Schraubenmutter P (Fig. 4) geht durch den Bügel M. Um ihre Reibung gegen letztern zu vermindern, ist am untern Theil derselben der vertieft geschliffene Ring O, am Bügel aber der erhaben geschliffene Ring O mit kleinen Nubeln befestigt (Fig. 1 und 4). Beide Ringe berühren sich nur in einer Linie, was die Reibung bedeutend vermindert. Bei R (Fig. 1 und 4) ist die Schraubenspindel in den Presskolben eingesenkt und durch den durchgehenden Bolzen a befestigt. Hierdurch ist auch der aus einem Stücke gegossene Arm S R T S an die Spindel befestigt, der bei S S mittelst der Federn U U im Bügel und correspondirender Nuten im Arme, dem Presskolben eine genau verticale Bewegung ertheilt; bei T ist der Presskolben selbst mittelst der Schraubenbolzen V V an ihn befestigt. Der Presskolben selbst besteht aus dem eisernen Gefäße K (Fig. 4 im senkrechten, Fig. 5 im horizontalen Durchschnitt), in welches durch die Lülle C heißes Wasser gefüllt werden kann. Um das Gefäß ist Zinn gegossen (I) und abgedreht, damit der Kolben von Pflanzen-

## T a f e l CLVII.

säuren nicht angegriffen werde. Innerlich ist der Kolben durch sechs Rippen Z Z verstärkt. Der Presskasten besteht aus zwei Theilen, dem eisernen, cylindrischen und bis auf den Ansatz l (Fig. 4) hohlen Presskasten X (Fig. 1, 2 und 4) und dem zinnernen Einsatz W. Der Cylinder X, der noch durch eiserne Streben verstärkt ist, kann durch p mit heißem Wasser gefüllt werden und hat vorn über dem Ansatz t eine Oeffnung, in die der rinnenartige Absatz des Einsatzes W paßt, welcher theils zum Abfließen der Flüssigkeit, theils dazu dient, den Knoten des Presssackes herauszuliegen, damit er keine Eindrücke in den Presskolben verursacht. Die ganze Presse steht auf der gusseisernen Platte Y, welche die Röhre Z zum Ablassen des erkalteten Wassers hindurchläßt und selbst wieder auf dem vorn abgeschragten hölzernen Klotz O steht. Die Abschragung des letztern ist dazu da, daß man die ganze Presse, indem man sie um das Scharnier l dreht, in eine schiefe Lage bringen kann. Um sie in dieser Lage zu erhalten, dient der in Figur 1 und 2 ersichtliche Apparat. In dem Klotz ist der eiserne Stift n, an der Platte das schmiedeeiserne Band m q befestigt, welches eine längliche, in einem von l aus mit l n construirten Kreisbogen gekrümmte Oeffnung hat, so daß beim Umkippen der Presse der Stift n immer in derselben bleibt. Nun ist bei m an das eiserne Band noch eine Kramme durch ein Scharnier befestigt, welche so eingerichtet ist, daß, wenn die vordere Ecke der eisernen Platte den Klotz beinahe berührt, der Fuß n derselben über dem Stifte n steht, und also, wenn die Kramme vor dem Rippen gehoben, dann aber niedergedrückt wird, auf diesem Stifte ruht.

Der Bügel MMM (Fig. 1) ist aus Schmiedeeisen, die Mutter P und die Zapfenlager G G' aus Messing, alles Uebrige aus Gußeisen zu verfertigen.

Der Gebrauch der oben beschriebenen Ausrückung ist folgender: Wollte man die Schraube von

oben herunter bis auf den Presssack und wieder hinauf mittelst des Hebels winden, so würde dieß viel Zeitverlust verursachen; man rückt daher das Getriebe I aus, dreht das Stirnrad an den Armen oder eignen, auf dem Kranze anzubringenden, Handhaben herum, und rückt das Getriebe erst dann ein, wenn man einer Vervielfältigung der Kraft bedarf.

Der Effect dieser Presse wird aus folgender Berechnung klar werden.

Die Kraft eines am Kreuzhebel arbeitenden Menschen sey = 100 Pfund, so ist der Effect des Kolbens = 100 multiplicirt mit dem Quotienten aus der Größe des vom Ende des Hebels beschriebenen Weges durch die Größe des in gleicher Zeit durchlaufenen Weges der Schraube. Dreht sich die Welle des Hebels in der Minute  $a$  mal, so dreht sich die vertikale Welle  $\frac{10 \cdot a}{15}$  mal, da D 10 und E 15 Zähne hat; ferner dreht sich das Stirnrad  $\frac{10 \cdot 8 \cdot a}{15 \cdot 45}$  mal, da das Getriebe 8, das Stirnrad 15 Zähne hat. Dreht sich die Schraube einmal, so sinkt sie um die Höhe eines Ganges = 0,75"; sie dreht sich aber in der Minute  $\frac{10 \cdot 8 \cdot a}{15 \cdot 45}$  mal, sinkt also um  $\frac{10 \cdot 8 \cdot a \cdot 0,75''}{15 \cdot 45}$ ; dieß ist ihr Weg in Zollen. Der äußerste Punct des, 15" langen, Hebels, macht in der Minute einen Weg =  $2 \cdot \pi \cdot a \cdot 15''$ . Der Quotient beider Wege ist daher  $\frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot 15 \cdot 15 \cdot 45}{10 \cdot 8 \cdot a \cdot 0,75} = \frac{200 \cdot \pi \cdot 15 \cdot 15 \cdot 45}{10 \cdot 8 \cdot 75}$ ; dieß mit 100 Pfund multiplicirt, giebt 106028,66... Pfund. Rechnen wir hier von der Reibung wegen zwei Dritttheile ab, so bleiben doch wenigstens noch 33,000 Pfund = 300 Centner als wahrer Krafteffect übrig. (Jahrb. d. Pharmacie. 34. Bd. 1. Abtheilung.)

Anton Ruckert's Luft = Compressions-  
Maschine zum pharmaceutischen Ge-  
brauche und Reinigung der Oele.

a a (Fig. 6.). Die Bank, auf welcher der  
Apparat zu stehen kommt.

b. Der trichterförmige Boden, welcher in die  
Bank fest eingelassen ist, aus feinem Zinn.

c c. Die Glocke, welche von feinem Zinn  
stark gemacht ist, hat den Inhalt von ein und ei-  
nem halben Maas, hat keinen Boden, statt dessen  
einen vorstehenden Rand i und kommt auf den trich-  
terförmigen Boden zu stehen.

d. Sind zwei durchlöcherter feiner zinnerne Bö-  
den, zwischen welchen Fluß- oder Druckpapier (das  
sogenannte Filtrum) zusammengeschraubt wird.

e. Ist der Griff von Eisen und verzinkt, wel-  
cher fest gemacht und beweglich ist.

f. Ist ein starker von Metall vorstehender mit  
der Glocke verbundener Rand.

g. Ist ein Deckel von Metall, und luftdicht  
eingeschliffen mit dem untern vorstehenden Rand.

h h. Sind eiserne Schrauben, womit der Deck-  
fel von vier Seiten festgeschraubt wird.

j j. Das Pumpengefäß, welches von feinem  
Zinn, der Inhalt von drei Maas, auf der Bank  
befestigt ist.

k k. Der Stiefel mit dem Ventil, welcher,  
mit einem Boden verbunden, in dem Gefäße befe-  
stigt ist.

l. Der Deckel auf dem Stiefel zum Auf-  
schrauben.

m. Der Pumpstock mit dem Stöpsel, welcher  
auf- und niedergezogen wird.

n. Der Griff des Pumpstockes.

o. Die Oeffnung zum Zutritt der Luft.

p p. Ist eine Lufröhre, welche an dem Stie-  
fel fest gemacht ist, an dieser Röhre ist ein Ventil,  
welches sich, unter der Schraube verborgen, außerhalb  
des Pumpgefäßes befindet.

q. Der Deckel über's Pumpgefäß.

r. Die Lufröhre, welche, aufgesteckt auf dem  
Glockendeckel und der Röhre p p, mit ihr an beiden  
Seiten befestigt wird.

Zur Verfertigung der Tincturen, Extracte und  
Reinigung des Oels nimmt man die zwei durchlö-  
cherten Böden; auf den untersten derselben legt  
man ein Stückchen Leinwand nebst 4 bis 6 Blatt  
Druck- oder Flußpapier, wie man es machen will,  
zum langsamen oder schnellen Laufen des extrahir-  
ten Stoffes, legt dann den andern Boden mit dem  
Griff darauf und schraubt zusammen, läßt die Lein-  
wand und das Papier etwas hervorstehen, so daß  
das Filtrum geschlossen in die Glocke eingebracht  
wird bis zum vorstehenden Rande; wenn dieß ge-  
schehen, giebt man die ausziehenden Sachen und  
die Flüssigkeit darauf, verschließt die Glocke mit  
dem Deckel mit den 4 Schrauben fest, steckt die  
Lufröhre darauf, welche mit der Glocke und der  
Lufröhre p p in Verbindung steht, an beide Sei-  
ten fest geschraubt. Sind die Sachen bereits er-  
weicht zur Auflösung, so fängt man an zu pum-  
pen. Mit einigem Luftdruck ist die Luft sogleich  
gespannt in der Glocke, da die Luft nicht zurück-  
weichen kann, und bewirkt augenblicklich das Her-