

Zeitschrift: Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 21 (1879-1880)

Artikel: Ueber einige neue chemische Apparate
Autor: Kaiser, J. A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-834988>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 08.04.2026

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

X.

Ueber einige neue chemische Apparate.

Von

Dr. J. A. Kaiser.

Mit Abbildungen von Ingenieur G. Kühnenthal.

1. Glühofen für Gasfeuerung.

Dieser Ofen ist in zwei Grössen ausgeführt worden. Modell I passt nur für Platintiegel von höchstens 15 cm³ Rauminhalt, während Modell II stark doppelt, wenn nöthig, sogar vier Mal so grosse, d. h. bei *normalem* Gebrauche des Ofens solche bis auf $\frac{1}{3}$ dl., bei (der am Schlusse unsrer Beschreibung noch darzulegenden) Ausschaltung eines Constructionsbestandtheiles aber bis auf 0,6 dl. Inhalt aufzunehmen vermag. Da aber *fast* ebenso gut auch bedeutend kleinere Tigel, selbst solche allerkleinsten Formates, darin untergebracht werden können, so entspricht Modell II den insgemein in chemischen Laboratorien in dieser Richtung gestellten praktischen Anforderungen in weiterem Umfang und dürfte desshalb wohl allgemein vorgezogen werden.

Auf Tafel I ist Modell II in halber natürlicher Grösse abgebildet. Dabei ist der Durchschnitt durch diejenigen Bestandtheile, welche aus *feuerfestem Thon* angefertigt sind, ganz mit Farbe angelegt, während die *metallenen* Bestandtheile schraffirt dargestellt sind.

Die, unten mit Schwarzblech bekleidete, *Bodenplatte A* erhebt sich in der Mitte zu einem, die bekannte über den Bunsen'schen Brennern angebrachte Zugvorrichtung aus Schwarzblech nachahmenden *kurzen abgestumpften Konus*. Unmittelbar auf diesem steht, festgefügt, der *Reverberirtiegel C* mit seinem *durchlöcherten Deckel D*. Ich heisse diesen, sich der Form des Glühtiegels thunlich anschmiegenden, Ofenbestandtheil „Reverberirtiegel“, weil durch ihn eine, dem Heizeffekte natürlich sehr förderliche Zurückwerfung der Wärmestrahlen bewirkt wird. Durch die Wand des Reverberirtiegels sind die durch Zusammenflechten von je zwei Drahtenden entstandenen drei Ausläufer eines *Trägers aus starkem Platindrahte* durchgezogen und auf der Aussenseite an einem Ringe aus noch stärkerem Eisendraht befestigt. Für solche Drahtringe sind, wie die Abbildung zeigt, noch an vier andern Stellen entsprechende rinnenartige Vertiefungen in die Thonwandungen eingeschnitten. Doch erscheint es überflüssig, diese Drahtringe, welchen nur die Bedeutung von Binde- und Verstärkungsringen zukömmt, eher anzubringen, als bis die betreffenden thönernen Bestandtheile in Folge längeren Gebrauches des Ofens Sprünge bekommen haben. Was den Tiegelträger aus Platindraht betrifft, so gibt man ihm zunächst die allgemein gebräuchliche Form der sog. Drahtdreiecke, rundet dann aber die Dreieckseiten so nach Aussen aus, dass ein aufgesetzter Tiegel von höchstens $\frac{1}{3}$ dl. Fassungsraum mit seinem obern Rande in die Höhe des *innern* Randes des Reverberirtiegels zu stehen kömmt. Leicht gelingt es dann, durch Auflegen eines zweiten kleineren Platindrahtträgers, dessen radiale Ausläufer, dicht an die Peripherie des Kreises des Hauptträgers anschliessend, nach Unten rechtwinklig umgebogen sind, auch Tiegel mittlerer Grösse, wie solche bei Analysen gewöhnlich zur Anwendung

kommen, von 14—21 cm³ Capazität, oder auch solche aller-
 kleinsten Formates unterzubringen. Man achte aber darauf,
 dass der Drahtträger stets so weit sei, *dass höchstens ein
 Drittel der Tiegelhöhe über denselben emporragt*. Will man
 den Ofen nur für Tiegel *mittlerer* Grösse, von ca. 20 cm³
 Inhalt, verwenden, so thut man natürlich am besten, gleich
 dem Hauptträger die angemessene Grösse zu geben, wie
 diess auch in unserer Abbildung angenommen ist. — Der
 Deckel des Reverberirtiegels trägt auf seiner obern Fläche
 einen nach Oben zu etwas dicker werdenden Ansatz, welcher
 ein bequemes und sicheres Anfassen mittelst der Tiegelzange
 gestattet.

Brennerkonus, Reverberirtiegel und Deckel desselben bil-
 den in ihrer Gesammtheit *den innern Mantel*. Es folgt der
mittlere, bestehend aus einem *Cylinder E*, welcher an seinem
 untern Rande *drei Ausschnitte* trägt, so dass er auf ebenso
 viel Füsse zu stehen kömmt, und einem *Deckel F*, dessen
Knopf nicht nur bequem und sicher angefasst werden kann,
 sondern auch in seiner horizontalebene Oberfläche eine
 erwünschte vorgewärmte Unterlage für den aus dem Ofen
 herausgehobenen Glühtiegel darbietet.

Endlich kömmt noch der *äussere Mantel*, dessen *Seiten-
 wand* in ihrem *untern* Theile aus einer auf der Aussenseite
 mit Schwarzblech gepanzerten *Thonschicht B*, im *obern* da-
 gegen aus einem abhebbaren *Doppelcylinder von Schwarz-
 blech* besteht, und dessen *Bedachung* durch einen *Thon-
 deckel G* mit Eisengarnitur und *Charniergelenk* gebildet
 wird. Eine nach Aussen vorspringende Console aus Band-
 eisen oder sehr starkem Eisenblech dient dem zurück-
 geschlagenen Charnierdeckel zur sicheren Stütze, während
 gerade gegenüber der *Schornstein* an den möglichst kurzen,
 unter einem Winkel von 45° die nöthige Zwischenverbin-

dung herstellenden *Fuchs* des Ofens mittelst eines entsprechend geformten Seitenrohres angeschoben ist. Dieser Schornstein kann durch auf einander gestülpte Blechröhren, deren Länge der üblichen Blechbreite gleichkömmt, auf 2 und mehr Meter Höhe gebracht werden. Die *gewöhnliche* Höhe beträgt indess bloß 1,4 m. In der Verlängerung der Achse des Fuchses trägt der Schornstein ein kurzes Ansatzrohr, geeignet zur Aufnahme eines durch einen durchbohrten Kork gesteckten *Thermometers*. Die Anbringung dieses Instrumentes ist aber selbstverständlich nur bei Probeversuchen wünschbar. Andern Falls wird das Ansatzrohr besser durch eine Blechkappe oder einen massiven Kork geschlossen.

Um Ofen und Schornstein einen soliden Stand zu geben, dient ein ebenso einfaches als dauerhaftes *Stativ aus Schmied-eisen*, welches sich bloß aus drei Stäben T-Eisen, die als Füße dienen, und einem durch drei Niete daran befestigten Reif zusammensetzt. Der Stamm des T ist an allen drei Stäben, da wo der Reif angenietet ist, um die Breite desselben weggenommen, so dass der Reif nicht ausschliesslich an den Niete hängt, sondern zugleich auch auf den T-Stämmen, welchen übrigens als Hauptaufgabe das Tragen des Ofens selbst zufällt, aufliegt. Während nun aber zwei von den T-Eisenstäben *nur* als Füße dienen und deshalb den sie verbindenden Reif nicht überragen, reicht der dritte, mit theilweise stehengebliebenem T-Stamm, bis zum Fuchse des Schornsteines hinauf. Hier sind die T-Aeste, der Form des Fuchses sich anbequemend, halbkreisförmig ausgeschnitten und dienen so dem Schornstein als Stütze. Um aber auch seitliche Schwankungen unmöglich zu machen, verbindet ein *federndes Eisenband*, welches wie die bekannten Kupferringe der Bunsen'schen Elemente mit äusserer Kohle mittelst einer Schraube angezogen werden kann, den

nach Unten verlängerten Schornstein fest mit dem nach Oben verlängerten Stativ. Der Schornstein trägt an dieser untern Verlängerung eine abnehmbare cylindrische *Schlusskappe* und in geringer Höhe über dem Fuchs eine gewöhnliche *Drosselklappe*. Was das *Material* des Schornsteins betrifft, so eignet sich wegen des geringeren Wärmeausstrahlungsvermögens, der grösseren chemischen Haltbarkeit und leichtern mechanischen Bearbeitbarkeit *Weissblech* besser als Schwarzblech.

Nach dieser Darlegung der *Ofen-Construction* ist es nun leicht, *dem Laufe der Flamme* und der aus ihr entstandenen Verbrennungsproducte zu folgen. Nachdem die Flamme den Glühtiegel umspült hat, wendet sich die Spitze derselben im Zwischenraume zwischen dem unteren und mittleren Deckel abwärts. Die Verbrennungsproducte — denn eine Flamme darf in diesem Raume nicht mehr bestehen — passiren darauf die drei thorartigen Ausschnitte zwischen den Füßen des mittleren Mantels, steigen zwischen diesem und dem äusseren wieder empor, kommen so in den ringförmigen Raum, der von den zwei concentrischen Schwarzblechcylindern, die den oberen Theil des äusseren Mantels bilden, abgegrenzt wird, und gelangen endlich durch den Fuchs in den Schornstein.

Darauf nun, dass die Verbrennungsgase das Centrum des Ofens, wo der Glühtiegel placirt ist, *dreimal* umspülen, so dass eine erwärmte dreifache Thon- und zweifache Luftschicht die Wärmeabgabe nach Aussen auf ein Minimum reduziert, ferner auf der Form des Reverberirtiegels, welche die Flamme zwingt, den Glühtiegel von allen Seiten einzuschliessen, gleich wie etwa die Blumenblätter einer geschlossenen Knospe die innern Blütenorgane umhüllen, endlich auch auf der Zugkraft des Schornsteines beruht die Wirk-

samkeit des eben beschriebenen Ofens. — Wenn ich sage, dass bei der Construction desselben der *Perrot'sche* Gasofen als Vorbild diene, so wird man die Uebereinstimmung, die er in einigen wesentlichen Punkten mit seinem berühmten Vorbilde zeigt, begreiflich finden und ebenso auch, dass ich alles Verdienst mit Bezug auf diesen Theil der Construction ablehnen muss. Wo aber in nicht weniger wesentlichen Punkten Abweichungen vorkommen, da muss ich es dem Sachkenner überlassen, ob er dieselben als zweckentsprechend anerkennen will. Ich bemerke in dieser Beziehung nur noch, dass es nicht *blos quantitativ*, sondern auch *qualitativ* und letzteres nicht *blos* mit Rücksicht auf die *Ofenconstruction*, sondern auch die *Flammenbeschaffenheit* einen ganz wesentlichen Unterschied macht, ob man über *eine grössere Anzahl von Brennern* verfügt, wie eine solche die *Perrot'sche* Construction (z. B. für das mittlere Modell deren neun) verlangt, oder aber mit *einem einzigen* sich behelfen will, wie das von Anfang an in meinem Plane gelegen. Die Vielzahl von Brennern gewährt nicht nur den (übrigens *blos* architektonischen, keineswegs aber auch pyrotechnischen) Vortheil, den Tiegel, statt ihn aufhängen zu müssen, auf einen Pflock stellen zu können, sondern gestattet zugleich auch, wie diess beim *Perrot'schen* Ofen durch die radiale Einbiegung der Brennerschnäbel in zweckmässigster Weise geschieht, *die zur vollständigen Verbrennung nöthige Luftmenge mit den aus den Brennerschnäbeln austretenden Einzel-Flammen in innigste Berührung zu bringen* und Alles in eine einzige grosse und heisse Flamme aufzulösen. Um nun die Flamme des Einzelbrenners *ebenso heiss* zu machen, musste die ursprüngliche *Bunsen'sche* Brennerconstruction in dem Sinne abgeändert werden, *dass durch Erhöhung der Saugkraft des austretenden Leuchtgases ein ähnlicher Effect erzielt wurde,*

wie diess durch Hineinblasen von Luft bei der Gebläseflamme geschieht. Es gelang mir diess zuerst in folgender Art:

Statt das Leuchtgas, wie man dies bei allen ältern Bunsenbrennern sieht, aus drei radialen, um je einen Winkel von 120° von einander abstehenden schmalen Schlitzen ausströmen zu lassen, benützte ich als inneres (also eigentliches Gasausfluss-) Rohr einen gewöhnlichen Schnittbrenner, wobei ich aber einerseits durch zwei hineingeschobene Stücke von Kupferblech die beiden Seiten der Spalte gänzlich zustopfte, anderseits aber den freigebliebenen mittleren Theil ausrundete, so dass das Gas nun aus einer *kreisförmigen, verhältnissmässig grossen* Oeffnung ausströmte und in Folge davon keine so arge Einbusse an Ausflussgeschwindigkeit und damit auch an Saugkraft erlitt. Es ist selbstverständlich, dass man bei der Neuerstellung solcher Brenner einfach ein Röhrchen wird verwenden können, welches, wie ein Einlochbrenner oder eine Löthrohrspitze, aus Metall oder, wie dies beim *Stöckmann'schen* Brenner (Fresenius, Zeitschr. Bd. 13, S. 27) der Fall ist, auch bloss aus Glas angefertigt sein kann. Uebrigens findet man gegenwärtig vielfach im Handel Bunsen'sche Brenner, bei welchen der Dreischlitz durch drei kleine, kreisförmige Oeffnungen ersetzt ist. Diese Construction entspricht auch, wenigstens nahezu, unsern Anforderungen. Wie die Abbildung zeigt, begnügte ich mich aber nicht mit der soeben dargelegten Abänderung, sondern sorgte durch eine besondere Vorrichtung, deren einfache Construction durch die Zeichnung genügend klargelegt sein dürfte, noch *für weitem Luftzutritt* an einer zweiten, höher gelegenen Stelle. Um nun eine möglichst vollständige Vermengung von Gas und Luft zu erzielen, ist das aufgesetzte Rohr ziemlich weit (28 mm im Licht) und hoch (18 cm über das die vier Extra-Luftzufuhrkanäle enthaltende Verbindungsstück emporragend), und die Flamme

tritt oben, wie bei dem Brenner von *Morton* (Poggendorf, Ann., 156, S. 654), aus einer Oeffnung „in dünner Wand“ aus. Ich bemerke ausdrücklich, dass ich bei dieser Einrichtung lediglich *die Vergrößerung des Mischraumes* zum Zwecke eines möglichst bequemen Zutretens der Luft und Vermischens derselben mit dem Leuchtgase im Auge hatte und nicht, wie *Morton*, die *relative Verkleinerung der Flammenausflussöffnung*. Denn der Zweck, der mit der letzteren erreicht werden will, das Zurückschlagen der Flamme unmöglich zu machen, wird doch nicht erreicht.

Mit diesem Brenner ist nun eine ganz anders beschaffene Flamme erhältlich als mit einem gewöhnlichen Brenner. Leicht zu begreifen ist es, dass selbst so lange der allgemein gebräuchliche, die Luftsauglöcher beherrschende Regulirring geschlossen ist, die Flamme nicht den bekannten, bis zum Russen leuchtenden Charakter besitzen kann, wie er bei einer Flamme, wo das ausströmende Gas lediglich auf die von Aussen hinzutretende Luft angewiesen ist, beobachtet wird. Die obern Luftsaugkanäle (für welche eine Regulirungsvorrichtung zu construiren ich vorläufig noch nicht für nöthig erachtet) führen ja jetzt schon der Flamme auch von Innen eine nicht unbeträchtliche Luftmenge zu. Diese Luftmenge kann nun für unsern Zweck beliebig gesteigert werden, indem wir die untern Luftsauglöcher mit in Thätigkeit setzen. Nehmen wir nun an, wir machen die Luftsauglöcher nur ganz allmählig frei und haben dabei dasjenige Stadium erreicht, welches für einen *gewöhnlichen* Brenner das *letzt-erreichbare* ist, weil es erst bei vollständigem Offensein der Luftsauglöcher eintritt, so werden wir eine Flamme von der Form haben, wie sie *Bunsen* auf der seiner Abhandlung über die *Flammenreaktionen* beigegebenen Tafel abgebildet hat (Fresenius, Zeitschrift, 5 aus Annal. pharm. 138, 3).

Nehmen wir nun ferner, was das *Leuchtgas* betrifft, einen Tagesdruck von 29,—30 mm Wasser und einen Gasverbrauch von 130 l. in der Stunde an, so wird bei einem Durchmesser der Brennermündung von $15\frac{1}{2}$ mm die äussere Flamme eine Höhe von 155, der innere Kegel dagegen von 65 mm haben, während der grösste Durchmesser der Flamme, *welcher merklich tiefer liegt als die Spitze des innern Kegels*, 26 mm beträgt, wie diess alles in der innern Abbildung auf Tafel I in halber natürlicher Grösse dargestellt ist. Machen wir nun die untern Zuglöcher noch mehr frei, so nimmt die Höhe der Flamme, in noch höherem Grade aber diejenige des innern Kegels, ab, während umgekehrt der Durchmesser der Flamme wächst, aber die Höhenlage seines Maximums sich weniger stark senkt als diejenige der Spitze des innern Kegels, *so dass schliesslich beide zusammenfallen*. Zugleich erscheint die *Abgrenzung* des innern Kegels gegen den Flammenmantel zu *mit immer grösserer Schärfe*, indem die Grenzschicht eine immer deutlicher in die Augen springende *grünlich blaue* Farbe annimmt. Bei dem oben angenommenen Druck und Verbrauch von Gas ist es nun nicht möglich, die Zuglöcher ganz zu öffnen, ohne dass die Flamme zurückschlagen würde. Man vermeidet diess, wenn man nicht weiter geht, als es die *äussere* Flammenfigur auf Tafel I darstellt, wo die Höhe der Flamme 115, der grösste Durchmesser derselben $28\frac{1}{2}$ und die Höhe des innern Kegels 20 mm beträgt. In diesem Falle darf man sicher sein, dass ein Zurückschlagen der Flamme *auch während der spätern Perioden des Heizens*, wo die Saugkraft des Schornsteins sich in Folge erhöhter Temperatur der in denselben eintretenden Verbrennungsgase mehr geltend macht, nicht vorkommen wird. Dass nicht nur das Heizstadium, sondern auch die Höhe des Schornsteins einen wesentlichen Einfluss auf die

Stärke der Luftansaugung ausübt, bedarf als eine längst bekannte Wahrheit hierorts keiner nähern Erörterung, und wir werden uns desshalb für unsern Fall wohl auf die nachfolgende allgemeine Verhaltensmassregel beschränken dürfen: „*Je höher der Schornstein ist und je länger das Heizen gedauert hat, um so mehr öffne man den Gashahn, oder, wenn man nicht über einen bestimmten Gasverbrauch hinausgehen will, um so mehr schliesse man die Luftzuglöcher.*“ Diese Vorschrift scheint in direktem Widerspruche zu stehen mit den Resultaten, zu welchen *R. Blochmann* bei seinen, mir soeben bekannt gewordenen, Analysen (*Annal. pharm.* Bd. 207, S. 172) gelangt ist. Aus diesen Analysen ergibt sich, dass der Inhalt der Mischröhre des Bunsen'schen Brenners beim *Wibel'schen Versuch* (bei welchem bekanntlich das Gasgemisch vor der Verbrennungsstelle vorgewärmt wird) aus 69,94% Leuchtgas und 30,06% Luft besteht, währenddem er bei *normalem* Gebrauche des Brenners 38,7% Gas und 61,3% Luft enthält, so dass sich also im letztern Falle einem Volumen Leuchtgas beimengt 1,584, im ersteren dagegen nur 0,43 Volumen Luft; ferner dass, als das Gasgemisch eines Bunsen'schen Brenners einmal analysirt wurde, als es unverbrannt ausströmte, dann aber als die Flamme brannte, sich dasselbe im ersteren Falle als aus 30,5 Volumen Leuchtgas und 69,5 Volumen Luft, im anderen dagegen als aus 36,1 Volumen Leuchtgas und 63,9 Volumen Luft zusammengesetzt erwies, wo also beim Brennen der Flamme der Gehalt des Gemisches an Luft um 5,6 Volumprocente kleiner und derjenige an Leuchtgas um ebenso viel Procente grösser war. *Blochmann* erklärt diese Abweichungen durch die Annahme, dass durch die Erwärmung des Brennermischrohres eine Hemmung des in seinem Innern emporsteigenden Gasstromes stattfindet, wobei aber der gesammte Verlust auf

Rechnung der angesaugten Luft komme, nichts auf diejenige des Leuchtgases, dessen Ausflussmenge lediglich abhängig sei von dem in der Gasleitung herrschenden Drucke. Danach sollte also auch in unserm Falle das Ansaugen der Luft in dem Maasse abnehmen, als die in den thönernen Konus hinaufragende Brennerkrone sich erwärmt. Nach meinen Erfahrungen erfolgt aber das Gegentheil. Der Widerspruch, der zwischen den mitgetheilten Thatsachen zu bestehen scheint, lässt sich nun aber leicht durch die Annahme heben, die mit dem Anheizen des Ofens wachsende *Saugkraft des Schornsteins* gebe mehr aus, als die mit dem Erwärmen der Brennerkrone *wachsende Hemmung des Luftstromes*. Wir haben es mit zwei in entgegengesetztem Sinne wirksamen Faktoren zu thun, von welchen aber der eine, der den Zug begünstigende, grösser ist als der andere, der den Zug hemmende. Während des *ersten Anheizstadiums*, wo man, um Ofen und Tiegel zu schonen, in der Regel nur eine kleine Vorwärmflamme unterhalten wird, thut man am besten, die untern Luftsauglöcher ganz zu schliessen. Darauf wird man Gas- und Luftzutritt, beide proportional, allmählig steigern, bis man nach 5—10 Minuten beim gewünschten Gasverbrauch angelangt ist. Letzteren gestatten die gegebenen Ofendimensionen innert der Grenzen von 95—150 Litern in der Stunde zu halten, wobei die Drosselklappe beim Minimalconsum in die Mittelstellung zu bringen, beim Maximalconsum dagegen ganz zu öffnen ist.

Die Erscheinungen, wie sie bei unserm Brenner eintreten, wenn die untern Luftsauglöcher allmählig geöffnet werden, sind ganz analog denjenigen, welche bei einem allmählig verstärkten Gebläse beobachtet werden, indem die Vergrösserung dieser Oeffnungen denselben Effekt wie die Verstärkung des Gebläses hervorbringt. Die Flamme wird immer kleiner und in Folge davon, da sich ja die Verbren-

nung derselben Stoffmengen in einem engeren Raume vollzieht, *immer heisser*. Zugleich bekömmet aber die Flamme, und darauf lege ich besonderen Werth, *eine für die Erwärmung eines Tiegels weit geeignetere Form*. Der nach *Bunsen* heisseste Theil der Flamme, der *Schmelzraum*, bildet bei der gewöhnlichen Flammenform einen gleichsam über den innern, durch das Gasgemisch von Leuchtgas und Luft gebildeten, Kegel gestülpten sog. Kübel-Helm. Will man von seiner Wärme Gebrauch machen, so muss man den Tiegel so in der Flamme placiren, dass sein Boden in den innern Flammenkegel, dessen Temperatur bekanntlich viel niedriger ist als diejenige des Schmelzraumes, hineinzustehen kömmt. Der Tiegelboden wird also, gleich als ob er wie bei dem Perrot'schen Ofen auf einer schlecht wärmenden Unterlage stände, nur mangelhafter erwärmt, während doch gerade der Boden es ist, welcher am Besten erwärmt sein sollte. Ganz anders bei unserer Flammenform, wo man nur dafür zu sorgen braucht, *dass die Spitze des innern Kegels beinahe den Boden des Tiegels berührt*, um damit letzteren mit seiner ganzen Peripherie, ganz besonders aber mit seinem Boden, in die wirksamste Heizsphäre gebracht zu haben.

Die *Beschickung* und auch die *Entleerung* des Ofens können in sehr kurzer Zeit bewerkstelligt werden. Die letztere gelingt, trotz der hohen im Ofen herrschenden Temperatur ohne die geringste Beschwerde, wenn man, nachdem zuvor Gashahn und Drosselklappe geschlossen worden, mit einer Tiegelzange den Knopf des Charnierdeckels fasst und letzteren zurückschlägt, hierauf den mittleren Deckel auf den Charnierdeckel hinauslegt, den untern ringförmigen Deckel über den Knopf des mittleren stülpt und schliesslich den Glühtiegel selbst (falls er nicht ein geschmolzenes Metall enthält, welches rasch ausgegossen werden muss, und wo

dann natürlich die Flamme vorher nicht ausgelöscht werden darf) auf jenen Knopf stellt. Hier lässt man ihn soweit sich abkühlen, als nöthig ist, um ihn dann ohne Gefahr in den Exsiccator überführen zu können. Die eben beschriebene Anordnung ist auch auf Tafel I mitberücksichtigt.

Was die *Wirksamkeit unseres Ofens* anbelangt, so ist es mir schon bei den ersten Versuchen, die ich mit dem *erstausgeführten* Modell angestellt, gelungen, *Silber zu schmelzen* und *Kalk zu brennen*. In dem Maasse, wie dann der Ofen und nachher auch der Brenner verbessert wurde, steigerte sich der Effect, so dass es *nacheinander* gelang, *Messing, Münzgold, chemisch reines Gold* und *Kupfer* zu schmelzen, auch *Strontianit* völlig zu brennen. Ich erkläre ausdrücklich, dass es in der Entwicklungsgeschichte unseres kleinen Ofens ein Stadium gegeben hat, wo *Gold* regelmässig *schmolz*, *Kupfer* aber ebenso hartnäckig *trotzte*. *Diese Erfahrung steht in directem Widerspruche mit der überall vorkommenden Angabe, dass Gold schwerer schmelzbar als Kupfer sei.*

Um die Wirksamkeit des Ofens noch deutlicher zu machen, will ich von den zahlreichen Aufzeichnungen, die ich anlässlich verschiedener Schmelz- und Glühproben gemacht habe, im Folgenden einige mittheilen, bei welchen zwei von den drei in Betracht kommenden Factoren gleich oder doch nicht in dem Grade verschieden sind, dass nicht eine unmittelbare Vergleichung möglich wäre.

I. Temperatursteigerung während des Heizens.

Nummer	Zeit in Minuten	Stündl. Gasverbrauch in l.	Temperatur im Schornstein
1.	17	100	100° C
2.	45	100	241
3.	60	100	249
3. a	60	152	290
4.	135	100	259,5

Bei diesen Versuchen war das *Thermometer* so tief eingesenkt, dass der Quecksilbersack gerade in die Mitte des Schornstein-Calibers zu stehen kam. Der Ofen enthielt dabei einen Platin- oder Porcellantiegel mit 20—30 g carrarischem Marmor oder auch einem Porzellantiegel mit 14,76 g Strontianit.

II. Kalkbrenn-Versuche.

1. Ofen nicht angeheizt.

Nummer	Marmor in g	Stündl. Gasverbrauch in C.	Druck in mm	Zeit in Minuten
1.	1	103	19-21,5	12
2.	5	103	19-21,5	25
3.	10	96	17-17,5	40
4.	20	103	18,5-19,5	50
4. a	20	106	17,5-23	45
5.	30	95,5	18,5	65
5. a	30	130	27-29,5	60

2. Ofen angeheizt.

1.	1	123,5	26	4
2.	5	123,5	26	10
3.	10	123,5	26	19
3. a	10	96	17-17,5	25
4.	20	98,5	18-19	45
4. a	20	104,5	18-21	40
5.	30	100,3	21	50

„Ofen angeheizt“ heisst, dass unmittelbar vorher der Ofen gebraucht worden war und die zum Kalkbrennen nöthige Temperatur darin bestanden hatte.

Der *Gasdruck*, wie er hier angegeben ist, drückt nicht denjenigen Manometerstand aus, welchen man bei völlig geschlossener Leitung beobachtet. Es war dabei vielmehr

die Anordnung getroffen, dass von der Gasuhr weg ein Kautschukschlauch zu einem eisernen T-Rohr führte und von diesem dann zwei gleich (blos 65 cm) lange Schläuche, der eine zu dem mit Wasser beschickten Manometer, der andere zu dem Brenner, weiterführten. Wie man sieht, zeigte der Gasdruck innert der Versuchszeit oft ganz erhebliche Schwankungen, und bezeichnet folglich die für den Gasverbrauch angegebene Zahl den *mittleren* Verbrauch. Wenn zwischen den beiden Daten des *Druckes* und des *Verbrauches* nicht immer das gleiche Verhältniss besteht, so ist zu berücksichtigen, dass die geringste Verstopfung der Gasausflussöffnung durch die bekanntlich vom Leuchtgase mitgeführte schwarze Substanz nicht blos eine Erniedrigung des Gasverbrauches, sondern bei der beschriebenen Anordnung nothwendig auch eine Erhöhung des Gasdruckes zur Folge haben musste. Nach achttägigem Gebrauche des Brenners war z. B. der für einen stündlichen Verbrauch von 100 l nöthige Gasdruck ganz allmählig auf 18,5—19 mm gestiegen, nachdem er anfänglich blos stark 17 mm betragen hatte.

Die mit *Fettschrift* gedruckten Zahlen bezeichnen diejenigen Quantitäten carrarischen Marmors, wo derselbe *in Stücken* gebrannt wurde. Sonst geschah es *im pulverisirten* Zustande.

Die angegebenen *Zeiten* sind so zu verstehen, dass nach Verfluss derselben der Kalk vollständig gebrannt vorgefunden ward. Können nun diese Zeitangaben auch nicht als *absolut richtige Minimalzahlen* gelten, so darf ich es doch auf Grund der grossen Anzahl vorgenommener Proben als sicher bezeichnen, dass Niemand in einer auch nur *um wenige Minuten kürzeren Zeit* das angegebene Resultat erreichen wird. Und auch die angegebenen Zeiten kann ich nur für

den Fall garantiren, dass die Grösse und Höhenlage des Tiegels im richtigen Verhältnisse zu den Flammendimensionen gewählt sind. Die Prüfung des Rückstandes auf allfällig noch vorhandene Kohlensäure erfolgte in der Regel durch das einfache quantitative Mittel der Wägung des vorher im Exsiccator völlig erkalteten Tiegels. Als solcher wurde bis und mit 20 g immer ein Platintiegel, für 30 g dagegen häufiger ein Porcellantiegel benützt.

Es mag hier die Mittheilung meiner regelmässig gemachten Erfahrung Platz finden, wonach carrarischer Marmor sich als dem Begriffe des chemisch reinen kohlensauren Kalkes näher stehend erwiesen hat, als isländischer Doppelspath. Er liefert genau die von der Theorie geforderte Quantität gebrannten Kalk. Ein leicht ausführbares und dabei in mehr als einer Hinsicht instructives Vorlesungs-Experiment besteht darin, das man 10 g carrarischen Marmor, also 1 Moleculargewicht = 2 Aequivalente Calciumcarbonat in Decigrammen, auf einer 1 cg noch deutlich angehenden Waage vorwiegt und dann durch eine zweite nach mittlerweile erfolgtem Glühen und Erkalten (im Exsiccator) vorgenommenen Wägung nachweist, dass der darin enthaltene Kalk genau das Gewicht von 5,6 g besitzt.

Während das Brennen von kohlensaurem Kalk selbst unter ungünstigen Bedingungen, was Gasdruck und Zerkleinerungszustand des Minerals betrifft, leicht gelingt, bietet das Brennen von kohlensaurem Strontian ungleich grössere Schwierigkeiten dar. Es gelang mir indess das vollständige Brennen von 14,76 g (= 1 Moleculargewicht = 2 Aequivalenten in Decigrammen) pulverisirten Strontianits bei einem stündlichen Gasconsum von 149 l. Bei der Verwendung von natürlichem Strontiumcarbonat, Strontianit, wird man wegen des Kalkgehaltes des Minerals regelmässig etwas

weniger Glührückstand erhalten, als die Theorie für den Fall völliger chemischer Reinheit dieser Verbindung fordert.

Alle speciellen Anwendungen, deren der beschriebene Ofen fähig ist, aufzuzählen, wäre kundigen Chemikern gegenüber eitel Reclame. Ich mache deshalb nur noch auf eine solche aufmerksam, wo unser Ofen eine meines Wissens bis jetzt nicht versuchte nicht unwesentliche Vereinfachung eines wichtigen und häufig vorkommenden analytischen Verfahrens gestattet. Die niedrigste Anforderung, welche die analytischen Lehrbücher an den *Zertheilungszustand zur Aufschliessung bereiter Silicate* stellen, ist, dass beim Reiben im Achatmörser kein kreischendes Geräusch mehr gehört werde. Andere gehen aber beträchtlich weiter, indem sie verlangen, dass das gesammte zu analysirende Quantum *gebeutelt* werde. Welche Erleichterung in der Arbeit und welche Sicherung eines vertrauenerweckenden analytischen Resultates nun darin liegt, wenn das Mineral keineswegs besonders fein pulverisirt zu sein braucht, liegt auf der Hand. Es wird deshalb hierorts die Bemerkung genügen, dass es mir gelungen ist, *Porcellan, Disthen, Staurolith* und *Zirkon* sogar in Form von kleinen, noch mit der Pincette fassbaren Stücken aufzuschliessen. Von jedem der vier angeführten, schwer zersetzbaren Silicate wurden je 100 Stück genommen, vom Porcellan im Gesamtgewichte von 1,6434, vom Disthen von 0,4481, vom Staurolith von 0,2973, vom Zirkon von 0,7648 g, wozu dann aber noch ein besonderes Stück von 0,1145 g gebracht wurde. Nur bei letzterem Mineral war die Aufschliessung keine vollständige, indem sogar noch greifbare Trümmer des grösseren Stückes vorgefunden wurden.

Endlich sei noch für Diejenigen, welche den Ofen, statt zu analytischen Zwecken, zur *Darstellung von Präpa-*

raten, wo es mehr auf möglichst grosse in Arbeit zu nehmende Quantität als auf möglichst hohe Temperatur ankommt, wie etwa zur Reduction von metallischem Silber aus Chlorsilber, zur Darstellung von reinem Kalk aus carrarischem Marmor, bemerkt, dass in solchen Fällen der Deckel des Reverberirtiegels weggelassen werden darf, was den Vortheil gewährt, fast doppelt so grosse Tiegel zu verwenden, als bei normalem Gebrauche des Ofens zulässig sind. Diese Tiegel dürfen dann bis gegen 0,5 cm *über* den *äussern* Rand des Reverberirtiegels emporragen, aber keinen grössern äussern Durchmesser als 4,5 cm haben. Die namentlich bei Porzellantiegeln häufig vorkommende, nach Oben sich stark erweiternde Form ist also hier nicht anwendbar und zwar weniger desshalb, weil hiedurch der Zug zu sehr geschwächt, als vielmehr, weil die Erwärmung des in der Mitte der obersten Schicht des Tiegelinhaltes befindlichen Theiles eine zu unvollständige wäre. Denn der grosse Vortheil, welcher in der gänzlichen Umhüllung des Tiegels durch die Flamme liegt, fällt bei dieser, nur auf Kosten der Wirksamkeit durchführbaren Vereinfachung natürlich weg. Bei dieser anormalen Benutzung des Ofens erscheint es auch zweckmässig, während des letzten Drittels der Operationszeit sein Hauptaugenmerk auf die Erwärmung des obersten Theiles der Tiegelwandung zu richten, indem man durch Verkleinerung der Luftzuglöcher des Brenners die Flamme etwas verlängert und dieselbe allenfalls auch durch Unterschiebung einer höchstens 1 cm hohen Unterlage unter den Brenner geradezu höher placirt. Auf diese Weise konnte ich 74,28 g Marmor in einem 0,6 dl fassenden Platintiegel völlig brennen.

Der erste nach den dargelegten Principien construirte Ofen wurde im Jahre 1872 unserem Laboratoriums-Inventar

einverleibt. Im folgenden Jahre benützte ich das gleiche Exemplar zu einem Vorlesungsversuche anlässlich eines von mir vor dem St. Galler Gewerbeverein gehaltenen Vortrages „Ueber die Anwendung des Leuchtgases als Heizmittel“. Im Protocoll der Sitzung vom 11. März 1873 findet sich in der Besprechung jenes Vortrages folgende Stelle: „Es wurde in einem kleinen, ähnlich dem Perrot'schen Ofen gebauten, Apparate ein Stück Marmor in Zeit von einer halben Stunde zu Kalk gebrannt.“ Ueber denselben Ofen referirte auch mein früherer Schüler *Carl Schlatter* in einem technischen Zirkel in Zürich (Wintersemester 1874 auf 75). Dieser *älteste* Ofen hat die Grösse des oben beschriebenen Modelles II, von welchem er sich jedoch in der Construction nicht unwesentlich dadurch unterscheidet, dass sich im Boden desselben statt des einfachen Konus aus Thon ein doppelter aus Schwarzblech befindet, von welchen der äussere nicht nur weiter, sondern auch höher als der innere ist und einen weniger steilen Kegelmantel besitzt. Mittelst dieser Einrichtung bezweckte ich, durch den Zwischenraum zwischen den zwei Kegeln hindurch Luft in der wirksamsten Richtung ringsum in die Flamme eindringen zu lassen, glaubte sie aber, wie auch den bei allen meinen älteren Oefen angewandten doppeltwandigen Schornstein im Interesse der Vereinfachung und angesichts der mittlerweile vorgenommenen Verbesserung in der Brennerconstruction bei den neueren Exemplaren weglassen zu dürfen. Sie besteht aber auch bei dem Modell I vom Jahre 1875, welches sich von Nr. II ausser der schon Eingangs erwähnten geringeren Grösse auch dadurch unterscheidet, dass der Reverberirtiegel sich nach Oben verengt, wodurch der durchlöcherte Deckel überflüssig wird. Ein zweites Exemplar von Modell I figurirte an der vom St. Galler Gewerbeverein anlässlich der Ein-

weihung des neuen Museums im October 1877 improvisirten kleinen Ausstellung und das Jahr darauf unter andern Lehrmitteln an der internationalen Ausstellung in Paris. Ich führe diese Daten an, um damit zu beweisen, dass der auf ähnlichen Principien beruhende, aber ungleich einfachere und billigere und insofern auch recht empfehlenswerthe Gasofen von *Walther Hempel*, beschrieben im letzten Quartalhefte des Jahrgangs 1877 (Bd. 16, S. 454) von Fresenius, *Zeitschr. für analytische Chemie*, ohne Einfluss auf die Construction des meinigen gewesen ist. Im Uebrigen halte ich es für zwecklos, eine Parallele zu ziehen zwischen den beiden für denselben Zweck von zwei verschiedenen Personen unabhängig von einander (wie diess ja wiederholt schon bei Wichtigerem vorgekommen ist) erdachten Apparaten und überlasse es den laborirenden Chemikern, welchem von beiden sie den Vorzug geben wollen, dem zuerst publicirten oder dem zuerst construirten.

2. Ofen für geschlossene eiserne Röhren zum Erhitzen von Substanzen bei hoher Dampfspannung.

Derselbe ist auf Tafel 2 in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse im Horizontal- und Vertical-Durchschnitt, in letzterem sowohl der Länge als der Breite nach, dargestellt. Die Grundlage dieses Ofens ist eine sehr einfache: *Drei Hohlcyylinder von ungleichem Durchmesser und ungleicher Länge aber mit gemeinsamer geometrischer Axe*. Von diesen drei Hohlcyindern ist der *innere*, während des Betriebes ganz geschlossene, zur Aufnahme der Eisenröhren bestimmt, der *mittlere*, auch während des Betriebes sowohl unten als oben offene, führt die Verbrennungsgase rings um den innern Cylinder herum schliesslich in die Schornsteine, der *äussere*

endlich dient blos zum Schutze gegen Abkühlung, also zur Vervollständigung der thermischen Isolirung. Das ist der Grundgedanke der Construction. Zur Erstellung eines praktisch brauchbaren Apparates war aber noch Verschiedenes nöthig, zuvörderst

1. *Ein geeigneter Brenner.* Als solcher dient ein Bunsen-Brenner von gewöhnlicher Grösse, auf welchen oben mit Hilfe eines durchbohrten Korkes ein *T-förmiges* Messingrohr aufgesetzt ist. Dessen bis auf eine Länge von etwas über 36 cm ausgestreckten, genau horizontal gestellten Aeste haben zunächst von 2 zu 2 cm kleine Oeffnungen, so dass es 19 Flämmchen gäbe, wenn nicht durch Einschaltung von je 2 ferneren Oeffnungen in den äussersten und ander-äussersten und je einer Oeffnung in den drittäussersten Zwischenräumen die Zahl der Flämmchen um 10, also auf 29 erhöht würde. Die angegebene Verstärkung der Flammenzahl gegen die beiden Extreme zu hat sich als ausreichend erwiesen, um das angestrebte Ziel: „*Gleiche Temperatur an beiden Enden als wie in der Mitte*“ zu erreichen. Damit die T-Aeste möglichst parallel mit der Cylinderaxe und folglich auch mit der untern Wandung des innern, des Heiz-Cylinders, zu stehen kommen, was durchaus wesentlich ist, sind an dem gemeinsamen, einen Längsschlitz für die Verbrennungsgase offen lassenden, untern Fortsatze des äusseren und des mittleren Cylinders zwei Blechbänder angeschraubt, in welchen der Brenner mit seinen Aesten mehr hängt, als dass er unten auf seinem Fusse aufstehen würde.

2. *Ein leicht zu handhabender Verschluss auf beiden Längsseiten.* Derselbe ist eine sehr gute Leistung von Flaschner E. A. Rösle, damals in St. Fiden, welchem ich gerne bei diesem Anlasse öffentlich meine Anerkennung für seine verständnissvolle Mitwirkung bei der Ausführung meiner Appa-

rate ausspreche. Dadurch, dass die Deckel des äusseren und des mittleren Cylinders auf der Innenseite rinnenartige Führungen, die Deckel des mittleren und des inneren Cylinders dagegen auf der Aussenseite in diese Führungen passende vorspringende Ansätze tragen, gelingt es mit grösster Leichtigkeit, alle drei Cylinder auf einmal zu schliessen, sowie auch zu öffnen. Um zu öffnen, hebt man zuerst den am äusseren Deckel angebrachten Riegel mit Hülfe des Knopfes in die Höhe und dreht dann mit Hülfe desselben Knopfes die drei Deckel an ihren Charniergelenken mit raschem Rucke abwärts, wobei sich die erwähnten Ansätze in ihren Führungen in der Richtung gegen die betreffenden Kreiscentren hin bewegen.

3. *Ein Träger für die Eisenröhren.* Derselbe stellt einen der Hauptsache nach aus drei Rundeisenstäben und zwei Blechscheiben bestehenden *Schragen* dar. Diese Blechscheiben reichen nur bis in die halbe Höhe des inneren Cylinders hinauf und tragen je zwei Einschnitte als beidseitige Lager für die Eisenröhren, welche letzteren dadurch in eine symmetrische Lage rechts und links von der Cylinderaxe zu stehen kommen. Der Schragen springt oben an seinen beiden Enden noch in einen kleinen *Anbau* aus, bestimmt als Lager für ein kurzes Stück Eisenrohr zu dienen.

Was nun die *Eisenröhren* selbst betrifft, so werden dieselben aus dem *hintern* Theile *im Gebrauche gewesener Flintenläufe* angefertigt. Da bei allen älteren Läufen (Vorderladern) die Stockschraube bereits auf der einen Seite einen ganz ausgezeichneten, abnehmbaren, Verschluss bildet, so hat man nur noch nöthig, auch am entgegengesetzten Ende ein Gewinde einschneiden zu lassen. Ein Ring aus dickem *Bleiblech* bildet, ohne dass ein Beschmieren desselben mit Mennigkitt nöthig wäre, eine ebenso sichere als reinliche

Dichtung. Das Ein- und Ausschrauben wird, nachdem man den Lauf in einem Schraubstock befestigt hat, leicht mittelst eines englischen Schlüssels bewerkstelligt. Solche *gebrauchte* Flintenläufe sind in denjenigen Fällen, in welchen eine zerstörende Wirkung der Beschickung auf die Eisenwandung, wie z. B. bei einer Auflösung von Alkalien in Wasser, ausgeschlossen ist, den sonst gebräuchlichen *zugeschmolzenen Glasröhren* mit Rücksicht auf Dauerhaftigkeit, Sicherheit, Annehmlichkeit beim Gebrauche und, wenn es sich um eine grössere Zahl anzustellender Versuche handelt, auch auf Oekonomie weit vorzuziehen. Sie stellen die festesten Dampfkesselchen dar, die überhaupt erhältlich sind. Darin, dass dieselben früher zum Schiessen gebraucht worden sind, wo sie einen ungleich grösseren Druck auszuhalten hatten, als sie nunmehr, in ihrem zweiten Dienstalter, je auszuhalten haben werden, liegt die denkbar grösste Garantie, dass sie nicht, wie das bei Glasröhren bekanntlich gar häufig vorkömmt, beim Heizen zerspringen werden. Ich muss aber Jeden, der von diesem Apparate Gebrauch zu machen geneigt sein sollte, dringend ermahnen, nicht nur *die chemische Beschaffenheit* des in die Röhren zu bringenden Stoffes, sondern auch *die Höhe der eintretenden Dampfspannung* in Erwägung zu ziehen. Hat man in dieser Richtung keine bestimmten Anhaltspunkte, so wird man besser thun, sich der bisher üblichen Glasröhren und irgend eines *offenen Ofens*, z. B. desjenigen von *Erlenmeyer*, zu bedienen. Ich selber habe nur Versuche mit *Wasser*, *verschiedenen Salzlösungen*, ganz besonders häufig aber mit *Alkalien* und noch häufiger mit *Schwefelalkalien* angestellt, wobei nicht selten die Dampfspannung (d. h. also die für *jede* Temperatur *wohlbekannte* Spannung des *Wasser-Dampfes*!) 12 und mehr Atmosphären betrug. Nie hat sich dabei etwas

Schlimmeres ereignet, als dass etwa ein „Schweissen“ und zwar, weil die Schrauben nicht fest genug angezogen waren, an den Dichtungsstellen beobachtet wurde. Einmal nur beobachtete ich diese Erscheinung auch an einer Stelle der Wandung eines schmiedeisernen, nie eines gussstählernen Laufes.

Die *kurzen Laufstücke*, die auf die Verlängerungen des Schragens zu liegen kommen, tragen oben je eine kreisförmige Oeffnung, gross genug, um den Quecksilbersack eines eingesenkten *Thermometers* aufzunehmen. *Die Thermometer kommen so unter ganz entsprechende Erwärmungsbedingungen wie der Inhalt der Läufe*, worauf ich besonderes Gewicht lege. Ich heisse diese Temperatur die „*Metall*“-Temperatur zum Unterschiede von der „*Luft*“-Temperatur, d. h. derjenigen, welche ein blos von Luft umgebenes Instrument anzeigt. Sie ist immer um einige Grade höher als letztere, und ich halte dafür, dass sie maassgebend sei für die Beurtheilung des Zustandes im Innern der Eisenröhren.

4. *Vorrichtungen zur Anbringung der Thermometer und des Thermostaten*. Um den Thermometern auch oben einen Halt zu geben und zugleich den innern Cylinder während des Heizens nach Aussen abzuschliessen, führen an beiden Enden des Heiz-Cylinders, gerade senkrecht über den unter 3. genannten kurzen Laufstücken, kurze Messingröhren von der obern Wandung des inneren Cylinders bis etwas über den äusseren hinauf. Einfach mit Hülfe durchbohrter Körke können dann die zwei Thermometer aufgesetzt werden. Ein ähnliches Rohr ist auch in der Mitte der Cylinderaxe für den Thermostaten angebracht. Damit aber dieser unter die unmittelbarste Einwirkung der Heizflamme komme, ist in der Mitte der untern Wandung des Heiz-Cylinders ein

cyylinderförmiges Näpfchen aus Messing, nach Unten hervorragend, eingesetzt. Der ebenfalls mit Hülfe eines durchbohrten Korkes oben befestigte Thermostat wird nun bis auf den Boden dieses Näpfchens eingesenkt. Bevor man aber diess thut, schiebt man eine Messingröhre von etwas engerem Caliber, als es das Näpfchen und die obere Röhre haben, durch die letztere hinunter bis auf den Boden des ersteren. Sie ist so lang, dass sie, völlig eingesenkt, mit ihrem obern Ende noch in die untere Hälfte der obern Röhre hinaufreicht und folglich nach keiner Seite sich verschieben kann. Diese Röhre dient dem Thermostaten als schützender Panzer, wenn man, ohne ersteren zuvor wegzunehmen, die Läufe herausziehen oder hineinschieben will. Die eben beschriebene Placirung des Thermostaten ist die denkbar günstigste. Jede im Gasdrucke eintretende Veränderung bekommt das Instrument sofort zu fühlen. Es ist ganz falsch, den Thermostaten, wie das so häufig geschieht, in eine möglichst derjenigen des Thermometers entsprechende Situation zu bringen. Denn in diesem Falle wird der Thermostat, welcher in dem Maasse, als er mehr Quecksilber enthält als das Thermometer, auch träger als dieses in seinen Angaben ist, *dem Thermometer nachgehen*, während er ihm umgekehrt *vorgehen* sollte. Solch' ein schlecht placirter Thermostat ist jenen ältern mechanischen Regulatoren zu vergleichen, die ihre Wirksamkeit erst dann voll entfalten, wenn es schon erheblich zu spät ist. Zwar liegt es im Wesen eines jeden automatischen Regulators, dass er erst durch das thatsächlich eingetretene Uebel zur Thätigkeit gebracht wird. Allein es frägt sich, wie weit das Uebel bereits fortgeschritten sein muss, um den Regulator aus seinem trägen Zustande aufzurütteln, und wird sich folglich die Güte eines Regulators direct nach seiner Empfindlich-

keit bemessen. Die Empfindlichkeit aber richtet sich nach der Construction in dem Sinne, dass es eben bessere und schlechtere Constructionen gibt. In unserm Falle nun, wo es sich nicht wie bei einem mechanischen Regulator darum handelt, eine zu gross gewordene Geschwindigkeit wieder auf ihr ursprüngliches Maass zurückzuführen, sondern der stärkeren Erwärmung, die in Folge grösser gewordenen Gasdruckes unfehlbar eintreten müsste, vorzubeugen, besitzen wir ein ausgezeichnetes Mittel, die Wirksamkeit eines Regulators von gegebener Construction dadurch zu steigern, *dass wir ihm den geeignetsten Platz anweisen*. Diesen nimmt er aber dann ein, wenn er zuerst die Folgen der eingetretenen Erhöhung des Gasdruckes verspürt, viel früher als das Thermometer und die zu erwärmende Substanz. So ist es bei unserm Apparate. Der Quecksilbersack des Thermostaten ist von dem mittleren Flämmchen, welchem das Gas auf kürzestem Wege zuströmt, nur durch eine schmale Luftschicht und dünne Messingwand getrennt, während die von den andern Flämmchen erzeugte Wärme zwei ungleich dickere Luftschichten und zwei Eisenwandungen, von welchen die zweite, diejenige der Läufe, sehr stark ist, durchdringen muss, um zu den Quecksilbersäcken der Thermometer, resp. zu dem Inhalte der Läufe zu gelangen. Lange bevor das Zuviel an Wärme dorthin vordringen kann, fängt der Thermostat zu arbeiten an. Er geht also, wie er soll, dem Thermometer vor.

Was endlich den *Thermostaten* selber betrifft, so zeigt unsere Zeichnung deutlich, dass es der *Reichert'sche*, „*Thermoregulator*“ ist, der hier zur Anwendung gelangt. Ich benütze dieses Instrument seit seinem ersten Bekanntwerden im Jahre 1872 und muss ihm auf Grund dieser langen Erfahrung das Prädicat der *Vortrefflichkeit* beilegen, wenig-

stens von der Entwicklungsphase an, *da der obere Theil abnehmbar und drehbar erstellt worden ist*. Denn nicht nur ist hiedurch erzielt worden, dass die sich aus dem Leuchtgase ablagernde bekannte (und doch ihrem Wesen nach noch unbekannt!) lästige schwarze Substanz leicht mittelst eines kleinen Haarpinsels entfernt werden kann, es ist nun auch möglich, durch geeignete Stellung des obern Theiles *jene kleine kreisförmige Oeffnung*, die das Erlöschen der Flamme verhindern soll, wenn das rasch gestiegene Quecksilber die Hauptgasausflussmündung des Thermostaten gänzlich verschliesst, *mehr oder weniger zuzudecken*. Diess zu können ist aber für den Fall eines hohen Gasdruckes und beabsichtigter sehr schwacher Heizung, wie eine solche allerdings nicht beim Röhrenofen, wohl aber bei dem unmittelbar nachher zu besprechenden Trockenapparat vorkommen kann, sehr wesentlich. Denn in diesem Falle kann es geschehen, dass schon durch diese kleine Oeffnung mehr Gas austritt, als für die Einhaltung der relativ niedrigen Heiztemperatur zulässig ist. Freilich wird man diesem Uebelstande nur bei zweckmässig construirten, d. h. mit einem Minimum Heizstoff sich begnügenden Apparaten begegnen. Jene alten „Brennstoffresser“, die nur einen geringen Bruchtheil der erzeugten Wärme nutzbar werden lassen, haben auch ihre gute Seite, indem es bei ihnen weit leichter ist, eine bestimmte und gleichförmig vertheilte Temperatur einzuhalten. Darin liegt auch ein Grund ihrer sonst unverdienten Beliebtheit.

5. *Zwei Schornsteine*. Dieselben werden auf die zwei Schlitzze, die zwischen Thermostat und Thermometern als den mittleren und äusseren Cylinder durchbrechende Rauchkanäle freibleiben, aufgesetzt. Den Verhältnissen entsprechend sind sie ziemlich schmal, dafür aber um so breiter.

Als Beispiel für die im Ofen bestehenden *Temperaturverhältnisse* und den nöthigen *Gasverbrauch* mögen folgende Beobachtungen hier Erwähnung finden:

Es waren zwei sog. Normal-Thermometer aufgesetzt, von welchen dasjenige links 175,7, das rechts 173° C zeigte. Die Differenz betrug also 2,7° zu Gunsten von links. Als dann die Thermometer gewechselt wurden, reduzirte sich die Differenz auf $174,2 - 173,6 = 0,6$ und blieb so auch bei beidseits eingetretener geringer Abkühlung, 174—173,4. Sie stieg aber wieder auf 2,6, als die Thermometer in ihre ursprüngliche Stellung zurückgebracht wurden, 174,6—172. Hieraus ergibt sich nun, *dass die Temperatur allerdings links etwas höher war als rechts, aber nur um 1,6° C*. Denn 1° muss der Ungleichheit der benützten zwei Thermometer, obgleich *Normal-Thermometer*, angerechnet werden.

Als die beiden Thermometer um je 3 cm emporgezogen wurden, so dass deren Quecksilbersäcke in einigem Abstand über die Läufe zu stehen kamen, erzeugte sich ein minus an Graden im Mittel von 6°. Ich bin nun aber keineswegs geneigt, den vollen Betrag dieser Differenz der Abweichung der „Luft“-Temperatur von der „Metall“-Temperatur anzurechnen, nehme vielmehr an, dass ein nicht unbeträchtlicher Bruchtheil davon auf Rechnung der verschiedenen Höhenlage zu stehen komme.

Bei diesen Versuchen belief sich der *Gasverbrauch* in der ersten Stunde auf 98, in der zweiten und dritten durchschnittlich auf $80\frac{3}{8}$ und in der vierten Stunde auf $76\frac{1}{2}$ l. Bei einem andauernden Verbrauche von 98 l per Stunde steigt die Temperatur bis auf 200°, entsprechend 14 Atmosphären Ueberdruck.

Ich habe den in Vorstehendem beschriebenen Apparat namentlich zu Versuchen über die günstigsten Bedingungen

für die Darstellung von sog. *chemischem Holzstoff* benützt. Ohne mich hier über diese Versuche weiter zu verbreiten, will ich doch in Kürze mittheilen, wie man in einfachster Weise sog. *Lignit* und *reinen Zellstoff* erhalten kann und zwar unter Verhältnissen, die es gestatten, diese Darstellung technisch wichtiger Präparate zu einem Vorlesungsversuche zu machen. Hierbei ist einfach die Anordnung zu treffen, dass bei einer Vorlesung der Apparat beschickt und die Heizung in Gang gesetzt, bei der nächstfolgenden die mittlerweile längst erkalteten Läufe geöffnet werden.

„*Lignit*.“ Ein einzelner Stab oder besser ein Bündel mehrerer dünner Stäbe Holz (z. B. harzfreies Tannenholz) wird in einen Lauf geschoben und die ungefähr achtfache Menge destillirtes Wasser zugesetzt (z. B. zu einem Stabe von 5,5 g Gewicht 44 cm³). Man erwärmt nun 3—4 Stunden lang auf 172° C., entsprechend 7 Atmosphären Ueberdruck. Dabei wird man eine dunkle, stark sauer reagirende Lauge und sog. *Lignit* erhalten. Letzterer wiegt nach vollständigem Auswaschen und Trocknen 20—30% weniger als vorher das Holz.

Cellulose. Man nimmt statt Wasser eine Auflösung von *Natronhydrat* oder noch besser von *Schwefelnatrium*, denn letzteres wirkt, wenn in äquivalenter Menge verwendet, wie ich auf Grund meiner Versuche mit aller Bestimmtheit behaupten darf, stärker als ersteres. Man nehme auf 1 Gewichtstheil Holz 9 cm³ einer Lösung, die im cm³ 0,2 g *krySTALLISIRTES* Schwefelnatrium (Na₂S, 9 aq.) enthält. Rationeller vom technischen Standpunkte aus ist es freilich, das indirecte Verfahren einzuschlagen, d. h. zuerst *Lignit* und erst aus diesem mit Hülfe von Alkali, wozu dann die Hälfte ausreicht, *Cellulose* darzustellen. So wurden z. B. bei einem Versuche dem Holze zunächst durch Wasser allein 27,2

und dann durch Alkali noch 35,4% entzogen, und es resultirten 37,4% Cellulose. Ob man nun so oder so verfähre, man erhält schliesslich ein Product, das nur noch der Bleichung mit Chlorkalk bedarf, um völlig reiner Zellstoff zu sein.

Unsere Eisenläufe lassen sich auch für ein neues Verfahren der *Aufschliessung der Silicate*, welches sich in gewissen Fällen empfehlen dürfte, benützen. Dieses Verfahren beruht darauf, dass die Silicate durch eine Auflösung von *Baryhydrat bei hoher Dampfspannung* zersetzt werden. Ich hoffe, dass ich später die nöthige Zeit erübrigen werde, diesen Gegenstand weiter zu verfolgen.

3. Abdampf- und Trockenapparat mit Luft- und Wasser- oder Spiritusbad.

Die zugehörigen, im Maassstabe von $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse ausgeführten Abbildungen füllen die Doppeltafel 3 und den grössten Theil von Tafel 3 a.

A. Apparat mit Luftbad.

ist auf Tafel 3 in der Verticalansicht, im Verticaldurchschnitt, in drei Horizontaldurchschnitten und, was zwei Bestandtheile betrifft, noch in zwei Grundrissen so detaillirt dargestellt, dass wir uns bei der Beschreibung dieses etwas complicirten Apparates dennoch, unbeschadet der Verständlichkeit, auf die nachfolgenden Angaben werden beschränken dürfen.

Das *Stativ* setzt sich zusammen aus *drei Stäben* von starkem *T-Eisen*, die durch *zwei* daran genietetete 0,5 cm dicke *Eisenreife* zusammengehalten sind, *drei* an den *obern* Eisenreif angenieteten nach Innen vorspringenden *consolartigen Trägern* und endlich einem zwischen die zwei Reife und die drei T-Pfeiler eingeklemmten cylindrischen *Mantel* aus

lackirtem *Eisenblech*. Zweck des letzteren ist, die Wärme zusammenzuhalten, zugleich aber auch den Heizflämmchen durch eine horizontale Reihe kreisförmiger Oeffnungen Luft in der nöthigen Menge und in geeigneter Richtung zuzuführen. Er ist, um bequem zu allen Theilen des Brenners gelangen zu können, vorn von einem hohen und weiten, während des Betriebes geschlossen gehaltenen, Thore und rechts unten von einer kurzen Messingröhre durchbrochen, welch' letztere den Gaszuflussschlauch durchzuschieben gestattet. Die drei T-Eisenpfeiler reichen um ein ganz Weniges tiefer hinab als der Blechmantel, so dass sie die Füße des ganzen Apparates bilden. An ihren obern Enden ist der T-Stamm in der Art ausgeschnitten, dass hiedurch drei feste Stützpunkte für die schwere gusseiserne Brennerkrone gewonnen sind.

Diese *Brennerkrone* nun besitzt ausser der centralen Oeffnung rings um diese herum in vier gleich weit von einander abstehenden concentrischen Kreisen noch $3 + 6 + 12 + 24$, im Ganzen also 46 Oeffnungen und liefert folglich ebenso viel Flämmchen. Ein 47., speciell für den *Thermostaten* bestimmtes, wird endlich noch durch ein rechtwinklig aufwärts gekrümmtes, in der Richtung eines der drei die Verbindung zwischen dem äusseren und inneren Hohlraume der Brennerkrone herstellenden Kanäle, seitlich eingefügtes Messingröhrchen geliefert. Der *untere* Theil des Brenners stimmt, abgesehen von der Art der Luftregulirung, welches die gewöhnliche (mit Ring) ist, im Wesentlichen mit der *Stöckmann'schen* Construction überein, und zwar wird mit Hülfe eines durchbohrten Korkes eine *Glasröhre* mit *enger, mittlerer* oder *weiter Ausflussmündung*, je nach der *angestrebten Temperatur*, von unten in's Brennermischrohr eingesteckt. Mit Rücksicht auf die gleichen Verschiedenheiten

kann die Zahl der Flämmchen durch Zustopfen von mehr oder weniger Oeffnungen in der Brennerkrone mittelst Kupfernieten, welche sich sehr leicht und ohne den Brenner zu beschädigen, wieder wegnehmen lassen, nach Gutfinden vermindert werden.

Auf die drei Consolträger kömmt *der Hauptbestandtheil des Apparates, das Luftbad*, zu stehen. Dasselbe besteht in seinem *untern* Theile aus einer gegen 5 kg schweren gusseisernen „*Spirale*“ oder „*Schnecke*“. Wir brauchen diese Bezeichnungen in Ermangelung einer zutreffenderen. In Wahrheit ist es *ein System von vier concentrischen Kreisen*, zwischen welchen aber, nach Art einer Schneckenwindung, *Verbindungen* hergestellt sind. In die Peripherie der sog. Schnecke nun ist seitlich ein gerades eisernes Gasrohr eingeschraubt, während deren Centrum sich nach Oben zuerst in einem Cylinder fortsetzt, dann aber in einen kleinen Kegel mit horizontalem Rande ausweitet. Cylinder und Kegel sind aus Schwarzblech angefertigt. Im Uebrigen ist die Schnecke an ihrer ganzen Oberfläche durch eine mit Schrauben befestigte Eisenplatte geschlossen. Den *äusseren* Theil des Luftbades bildet ein mit seinem unteren Rande rings an die Aussenseite der Schnecke dicht anschliessender *Cylinder* aus starkem Schwarzblech. Der *innere* Theil des Luftbades wird durch einen *Kessel* aus Messingblech gebildet, der in seiner obersten und weitesten, durch Umbiegung des Randes um einen aus- und einen einspringenden rechten Winkel entstandenen, *Zone genau* in den eisernen Cylinder eingepasst ist, in der Mitte des Bodens in einen kleinen, demjenigen der Schnecke sich anbequemenden *Kegel* ausläuft und auf der Innenseite, möglichst hoch oben, *sechs* kurze, unter einem Winkel von wenigstens 30° *ansteigende*, hart eingelöthete *Messingröhrchen* trägt. *Ueber* diese sechs Röhrchen

nun können die kürzeren Schenkel entsprechend gebogener und *weiter Glasröhren*, wie solche auf Tafel 3 und Tafel 3a und 4 in schraffirter Zeichnung angenommen sind, *hinuntergeschoben* werden, oder aber es werden *Messingröhren* von *gleichem* Caliber *angesetzt* und der nöthige Zusammenhalt durch kurze, gerade *verschiebbare* Stücke von *etwas weiteren* Messingröhren hergestellt, wie diess auf Tafel 6 angenommen ist. Auf den messingenen Kessel wird noch, als *oberster* Theil des Luftbades, ein *konischer*, unter einem Winkel von 30° ansteigender, in der Mitte *offener* Deckel aus gleichem Material gesetzt.

Das Luftbad wird in horizontaler Richtung umrahmt von einem, 2 cm davon abstehenden *Mantel aus Eisenblech*, auf welchen ein mit dem Kesseldeckel paralleles *Dach* und auf dieses endlich der, in seinem untersten Theile das Dach vervollständigende, gegen 1 m hohe *Schornstein* zu stehen kömmt. Dach und Schornstein werden passend aus *Messing* angefertigt. Denn nicht nur ist dieses Metall in der Laboratoriums-Atmosphäre viel widerstandsfähiger als Eisen (auch wenn dieses, was wir für alle Fälle, wo nicht geradezu Glühhitze vorkommen kann, als erprobte Schutzdecke für dasselbe empfehlen, mit einer Mischung von Graphit und Leinölfirniss eingerieben ist) und sein Gebrauch folglich ein weit reinlicherer, es gewinnt durch diesen bescheidenen Aufwand auch der ganze Apparat ein wesentlich besseres Aussehen, sowie dasselbe auch durch die auf der Zeichnung berücksichtigten, ebenfalls aus Messing angefertigten, drei Karnisse und das Thürbeschläge merklich gehoben wird. Bei der Anfertigung eines Apparates aber, den wir alltäglich vor Augen haben, sollten wir kleine, dem Cultus des Schönen gebrachte, finanzielle Opfer nicht scheuen. — Im Interesse der *thermischen Isolirung* besitzen *Blehmantel*,

Dach und *Schornstein doppelte*, zwischen sich eine etwa 1 cm dicke Luftschicht bergende Wandungen.

Um den *Blechmantel* über das vorher placirte Luftbad herunter auf das Stativ setzen zu können, ist in seinem untern Rande rechts ein dem in die Schnecke mündenden Rohr entsprechender, oben halbkreisförmig ausgeschnittener Schlitz angebracht. Eine feste Zusammenfügung von Blechmantel und Stativ aber ist dadurch erzielt, dass die innere Wandung des ersteren ein wenig weiter als die äussere Peripherie des obern Eisenreifens des letzteren ist, und dass der Blechmantel etwas über seinem untern Rande auf der Innenfläche durch einen dünnen Eisenreif verstärkt ist, welcher Reif dann gerade auf den obern Stativ-Reif zu liegen kömmt.

Das *Dach* ist an *drei* gleich weit von einander abstehenden Stellen von *Messingröhren* durchbrochen, von welchen eine bis zu dem Extraflämmchen hinunterreicht und für die Aufnahme des *Thermostaten* bestimmt ist. Damit die von diesem Flämmchen producirten Verbrennungsgase einen Ausweg haben, ist unmittelbar unter dem Dache auf der Innenseite des Rohres eine Oeffnung angebracht. Die zwei andern Messingröhren durchbrechen blos noch die untere Dachwand und können zum Aufstecken von *Thermometern*, welche die Temperatur der Verbrennungsgase angeben, benützt werden. In der Figur ist angenommen, die für den Thermostaten bestimmte Röhre befinde sich zuäusserst links auf der uns zugekehrten Vorderseite des Apparates. Es geschah diess aber nur im Interesse einer leichter verständlichen bildlichen Darstellung. In Wirklichkeit besteht aus ästhetischen und auch aus praktischen Gründen eine davon etwas abweichende Anordnung, indem die Thermostatenröhre etwas mehr nach vorne gerückt ist, so zwar, dass eine der Seiten

des gleichseitigen Dreiecks, dessen Ecken die drei Messingröhren bilden, mit der Ebene der Vorderansicht parallel zu stehen kömmt. Der Schornstein trägt in seinem untern Theile vorn und hinten eine von oben in einen vorspringenden Rahmen geschobene schmale *Glasplatte*, so dass der Stand des *Haupt-Thermometers*, dessen Sack in dem Bodenkegel des Kessels steht, und das auch oben in der Mündung des Kesseldeckels noch mittelst eines Drahtdreieckes einen Halt erhält, bequem abgelesen werden kann. Zwei seitlich angebrachte *hölzerne Handgriffe* erleichtern das häufig vorkommende Abheben und Aufsetzen des Schornsteins. Der Schornstein trägt einen *Hut*, dessen Durchmesser nach *Meidinger's* Vorschlag (Dingler, Bd. 197, S. 492) das Doppelte, dessen Abstand von der Schornstein-Mündung zwei Drittel vom Durchmesser dieser letzteren beträgt. So lange der Apparat nicht im Betrieb ist, bleibt der Schornstein durch einen auf seine Mündung gelegten *Deckel* geschlossen.

Zu dem Apparate gehört endlich noch eine (in unsrer Abbildung in kleinerem Maassstabe als das Uebrige gezeichnete) *Woulf'sche Flasche*, welche wenigstens 10 l fassen sollte und aus Glas oder Steingut bestehen kann. Sie ist beiläufig bis zur halben Höhe mit *Coaks- oder Bimsteinstücken* gefüllt, die mit *concentrirter Schwefelsäure* getränkt sind, enthält zwei bis nahe zum Schwefelsäure-Spiegel hinunterreichende Glasröhren und eine andere, die bloss den Kork durchbricht. Alle Glasröhren sind über den Körken rechtwinklig umgebogen. Die zwei in die Coaksschicht eintauchenden dienen zum Luftansaugen, die kurze dagegen zum Luftfortleiten. Desshalb ist auch letztere mittelst eines Kautschukschlauches mit dem Seitenrohr der Schnecke in Verbindung gesetzt. Statt der Woulf'schen Flasche kann auch eine gewöhnliche *einhalssige* Strohf Flasche mit doppelt durch-

bohrtem, paraffingetränktem Korke benützt werden, da *eine* Röhre zum Ansaugen der Luft ausreicht.

Aus der eben gegebenen Beschreibung des Apparates ergibt sich, dass, während die *Verbrennungsgase* von den Flämmchen weg bloß den einfachen Weg zwischen Luftbad und Blechmantel hinauf und zwischen Kesseldeckel und Dach hindurch in den Schornstein einzuschlagen haben, für die Trockenluft nur ein ziemlich krummer Weg offen bleibt. Es ist folgender. Die äussere Luft tritt durch die in die Coaksschicht eintauchenden Röhren ein, steigt in der Coaksschicht empor, wobei sie, sowie auch während ihres nachfolgenden, wegen der Grösse des Raumes nicht allzu kurzen Aufenthaltes in der oberen Hälfte der Woulf'schen Flasche von Wasserdampf und Staub befreit wird, gelangt so, *getrocknet und gereinigt*, in die Schnecke, passirt deren Windungen in der Richtung von der Peripherie gegen das Centrum, steigt in dem auf dieses aufgesetzten Rohr wieder aufwärts, umspült dabei den Kegel im Boden des Kessels, breitet sich unter dem letzteren radial aus, steigt zwischen der Aussenwand des Kessels und der Innenwand des eisernen Cylinders empor, dringt in die sechs Messingröhrchen ein, geht durch die Glasröhren abwärts direct auf die ihrer Feuchtigkeit zu beraubende Substanz los, um endlich von jetzt an dauernd und ungestört steigen zu können, zuerst im Kessel, dann im Schornstein. Dass trotz der mehrfachen Hemmnisse, die der Luftstrom auf seinem Wege vorfindet, seine Geschwindigkeit keine geringe ist, davon überzeugen wir uns leicht, indem wir eine Kerzenflamme gegen die Mündung einer der in die Coaksschicht eintauchenden Glasröhren halten. Wir werden, vorausgesetzt natürlich, dass die Heizung im Gange sei, ein sehr lebhaftes *Ansaugen der Flamme* beobachten. — Ist der Apparat nicht im Betriebe,

so werden wir, um die Beschickung der Trockenflasche möglichst lange wirksam zu erhalten, *beide Saugröhren* derselben mit Körken *verschliessen*.

Der *Abdampf- und Trockenapparat* hat mit dem *Röhrenofen*, im Gegensatze zum *Glühofen*, bei welchem *Verbrennungs- und Heizraum* einer und derselbe sind, die strenge Abgrenzung dieser zwei Räume gemein. Dagegen besteht zwischen ihnen selbst wieder der ganz wesentliche Unterschied, dass die Luft im Heizraume des Röhrenofens völlig *abgeschlossen* ist, im Abdampfapparat dagegen eine *fortwährende Erneuerung* erfährt.

Da es einige Zeit währt, bis die Schnecke sich erwärmt hat, so thut man gut, *die Flämmchen, schon bevor man das Luftbad beschickt, anzuzünden*. Wenn man alle, oder doch die meisten, brennen lassen will, so ist man der Mühe, jedes einzelne anzünden zu müssen, enthoben, indem man einfach mit dem Anzünden *nach erfolgtem Oeffnen des Gashahnes* noch einige Secunden zuwartet. Unter einer schwachen Explosion fangen dann alle zugleich Feuer, namentlich wenn man zuvor die Luftsauglöcher des Brenners geschlossen hat. Sollten nachher in Folge eines störenden Luftzuges einige Flämmchen ausgehen, was namentlich während des Anheizens, wo sich Brennerkrone und Schnecke noch nicht genügend erwärmt haben, vorkommen kann, so hilft man sich am einfachsten so, dass man die Luftsauglöcher zuerst *langsam verschliesst* und dann, nachdem alle bestehenden Flämmchen, auch die, welche das Gas erst aus letzter Hand haben, *leuchtend* brennen, *plötzlich* wieder *öffnet*. Das nunmehr erfolgende lebhaftere Luftansaugen vergrössert die Flämmchen momentan in dem Grade, dass die ausgegangenen in der Regel entzündet werden.

Dass man bei der Beschickung des Luftbades die die

Trockenluft abwärts führenden, knieförmigen Röhren, seien es nun Glasröhren oder Messingröhren, erst ansetzen wird, nachdem zuvor Schalen, Kochfläschchen oder was immer für Gefässe für die zu trocknenden Substanzen dienen mögen, hineingebracht sind, bedarf einer näheren Erklärung nicht.

Von den *Saugröhren der Woulf'schen Flasche* setzen wir eine *gleich nach vollzogener Beschickung* durch Wegnehmen des Korkes in Thätigkeit.

In dem beschriebenen Apparate können alle *Abdampfungen* und *Trocknungen*, bei welchen sich keine *sauren*, das Messing angreifenden Dämpfe entwickeln, vorgenommen werden, also z. B. alle diejenigen Operationen, welche man sonst in den allgemein verbreiteten, kastenartigen, ungleich einfacheren, allein auch ungleich weniger zweckdienlichen „Luft“- und andern „Bädern“ vorzunehmen pflegt. Bei zutreffender Einstellung des *Reichert'schen Thermoregulators* können alle Temperaturen von wenigen Graden über der Zimmertemperatur an bis auf das Maximum, welches noch für ein Quecksilber-Thermometer zulässig ist, während beliebig langer Zeit unterhalten werden. Die auf eine grössere Versuchsreihe sich gründende *Verbrauchscurve* auf Taf. 3 a gibt den stündlichen Gasverbrauch an bis auf einen Heizeffect von $104,1^{\circ}$ über der Zimmertemperatur, in welch' letzterem Falle also der Gasverbrauch pro Stunde 60 l beträgt. Bei diesen Temperaturangaben ist natürlich vorausgesetzt, *dass dabei gleichzeitig keine Wärmebindung in Folge stattfindender Dampfbildung vorkomme*. Unsere Zahlen haben also nur Gültigkeit für die *Schlussperiode* des Trocknungsprocesses. Während des Trocknens selbst zeigt das Thermometer eine *beträchtlich niedrigere* Temperatur, als dem bestehenden Gasverbrauch entsprechen würde, *und gerade an dieser Differenz ist das Stadium, in dem sich der Process eben befindet, erkennbar*. Der Thermostat

ist von vorneherein auf die *Schluss-Temperatur*, d. h. die *Temperatur, wie sie sich nach Entfernung des letzten Wasserrestes ergeben soll*, eingestellt. Bei Trocknungen, wo eine bestimmte Maximal-Temperatur nicht überschritten werden darf, ist dieses Verfahren das allein zulässige, weil das allein sichere. Nimmt dasselbe auch ziemlich Zeit in Anspruch, so ist es doch nicht als eigentlich zeitraubend zu bezeichnen. Denn der einmal in Betrieb gesetzte Apparat erheischt nur die bescheidenste Wartung, d. h. weiter nichts, als dass man von Zeit zu Zeit nach dem Stande des Thermometers sehe, um eventuell denjenigen des Thermostaten zu ändern.

Was die Art der Benützung der viellöcherigen Brennerkrone betrifft, so gilt a priori und a posteriori die Regel: *Eine je höhere Temperatur angestrebt wird, eine um so grössere Anzahl Flämmchen lasse man brennen*. Man suche sich also nicht etwa mit einer geringeren Anzahl entsprechend grösserer Flämmchen zu behelfen. Denn in diesem Fall ist nicht nur die Brennstoff-Verwerthung eine weniger günstige, sondern man riskirt auch, dass die Flämmchen russen, ein Vorkommniss, das bei einer *Heiz-Flamme* stets als ein Capitalfehler zu taxiren ist. Wir dürfen hiebei nicht übersehen, dass durch die sehr umfangreiche Brennerkrone eine sehr beträchtliche Zugschwächung verursacht wird. In der gleichen Erwägung wähle man die Gasausflussöffnung (im Glasrohr, wenn Stöckmann'sche Construction) im Interesse einer möglichst grossen Ausflussgeschwindigkeit und damit auch Saugkraft möglichst klein.

Handelt es sich nicht um ein Trocknen, wo verhältnissmässig wenig Wasser verdampft werden muss, und dabei eine verhältnissmässig wenig hohe, höchstens den Siedepunkt des Wassers um einige Grade übersteigende Temperatur absolut nicht überschritten werden darf, wie z. B. bei der Bestimmung

von Wein- und Bierextract oder beim Trocknen von Niederschlägen auf Filtern, handelt es sich vielmehr um ein *massenhaftes Abdampfen*, wie dies namentlich bei Wasser-Analysen der Fall ist, so schaltet man den Thermostaten aus, macht nicht nur sämtliche Oeffnungen in der Brennerkrone frei, sondern öffnet auch, wenn der Gasdruck nicht sehr gross ist, den Gashahn vollständig. Die im Nachfolgenden beschriebenen drei Versuche scheinen mir geeignet, zu zeigen, was für Verhältnisse hinsichtlich *Gasverbrauch* und *Zeitaufwand* bestehen, resp. dem Zwecke entsprechend sind.

1. *Versuch*. Drei Platinschalen, jede von einem Tara-Gewichte von etwas über 40 g und 100 cm³ Wasser enthaltend, stehen unmittelbar auf dem Boden des Kessels. Gegen den Inhalt jeder Schale sind zwei Glasröhren gerichtet, deren Mündungen circa 1 cm vom Flüssigkeits-Niveau abstehen. Das Kochen ist sehr deutlich hörbar, doch nicht stürmisch. Nach 3¹/₁₂ Stunden hört man nichts mehr, wesshalb gelöscht wird. Es sind im Ganzen 612 l Leuchtgas verbrannt, in der ersten Stunde 200, in der zweiten 202, in der Minute durchschnittlich 3,3081 l. *Auf 1 cm³ verdampftes Wasser kommen demnach 2,04 l verbranntes Gas*. Die Temperatur war 2¹/₂ Stunden nach Beginn 202°, im Momente des Löschens 227°. Sie stieg aber nachher, indem die durch die Verdampfung bewirkte Wärmebindung aufhörte und der Wärmeverrath in der Schnecke an das Luftbad abgegeben wurde, noch bis auf circa 235°.

2. *Versuch*. Die drei Schalen sind gleich oben gefüllt und eingesetzt, aber die Flammen sind kleiner wegen geringeren Gasdruckes. Es wird schwaches, regelmässiges Kochen gehört bis genau fünf Stunden nach dem Beginne des Heizens. Gasverbrauch im Ganzen 682, in der Stunde durchschnittlich also 136,4, in der Minute 2,2733 l, *für 1 cm³*

verdampftes Wasser 2,2733 l, so dass also in der Minute im Durchschnitte gerade 1 cm³ Wasser verdampft war. Temperatur 3¹/₃ Stunden nach Beginn 160°, beim Löschen 185°. Sie stieg nachträglich noch bis auf 190,5° und betrug 1¹/₂ Stunden nach dem Löschen immer noch 67°.

Schlüsse aus vorstehenden zwei Versuchen. 1. Der grössere Gasdruck mit dem aus ihm resultirenden grösseren stündlichen Gasverbrauch gewährt den doppelten Vortheil grösserer Oekonomie (2,04 statt 2,27 l Gas für 1 cm³ Wasser) und kürzerer Zeitdauer (3¹/₁₂ statt 5 Stunden).

2. Dagegen hat der geringere Druck mit geringerem stündlichen Verbrauch den Vortheil, dass dabei das für Wasser oder richtiger für die Austrocknung des von ihm gelieferten Abdampfückstandes meistens bewilligte Temperatur-Maximum von 200° C. nicht überschritten wird.

3. *Versuch.* Die drei Schalen befinden sich dies Mal auf 5,7 cm hohen und 5,5 cm weiten Messingcylindern, unmittelbar unter den, nun nicht durch angesetzte Knieröhren verlängerten sechs Messingröhrchen. In 4 Stunden ist Alles verdampft. Gasverbrauch im Ganzen 748, in der Stunde 187, in der Minute 3,117, für 1 cm³ Wasser 2,4933 l. Temperatur nach 2 Stunden 214, nach 3 Stunden 218, nach 4 Stunden 219, nach 4¹/₁₂ Stunden 221°.

Schluss. Die erhöhte Schalenauftstellung hat den Vortheil eines äusserst ruhigen Abdampfens, aber den Nachtheil geringerer Oekonomie und der Schwierigkeit, das Ende der Operation zu beobachten. Es wird eben durchaus kein Kochgeräusch vernommen.

Wir sehen, es sind wenigstens 2 l Gas nöthig, um in unserem Apparate 1 cm³ Wasser in Dampf zu verwandeln, währenddem es in einem früher von mir construirten, kleineren und weit einfacheren Apparate, wo die Schale unter allen

Umständen dem Verbrennungsherde ungleich näher gerückt ist, möglich ist, für den Fall der Abhaltung der Verbrennungsgase mit 0,8684, für den Fall dagegen, dass die Verbrennungsgase über die Schale weggeleitet werden und letztere durch keine Scheidewand der directen Einwirkung der Heizflamme entzogen ist, sogar schon mit 0,361 l auszukommen. Wenn nun aber schon im ersten dieser zwei Fälle durchaus nicht eine *gleichmässige Erwärmung* aller in Betracht kommenden Theile des Heizraumes garantirt werden kann, denn die bei diesem Apparate auf *zwei* Windungen reducirte, aus Kupferblech angefertigte Schnecke breitet sich nur über die mittleren Flämmchen aus, während die im Durchmesser bloß 10,5 cm von einander abstehenden Flämmchen des Brennerkranzes lediglich durch eine *einfache* Kupferwand von dem obern, sich möglichst der Form der (bei dem in Frage stehenden Versuche 500 cm³ Wasser enthaltenden) Platinschale anbequemenden Theile des Luftbades getrennt sind, so kann dies noch weit weniger im zweiten Falle behauptet werden, im zweiten, wo noch der weitere Uebelstand der *Verunreinigung des Schaleninhaltes durch die Verbrennungsgase* hinzukömmt. *Grösste Oekonomie* einerseits und *völlige Gleichförmigkeit der Erwärmung und absolute Reinlichkeit* anderseits sind eben unverträgliche Postulate. Das eine muss dem andern geopfert werden, wie denn auch Fresenius (Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse, 6. Aufl., Bd. I, S. 76) bezüglich des Abdampfens zum Behufe *quantitativer Analysen* erklärt, dass die für *technisch-chemische Operationen* massgebenden Factoren der *Ersparniss an Zeit und Brennmaterial* hier untergeordnet seien und dafür zwei andere hervortreten, nämlich *Vermeidung allen Verlustes und Schützen gegen jede Verunreinigung*. Dass übrigens der *pyrotechnische Effect* unseres Apparates

ein *relativ* keineswegs ungünstiger ist, ergibt sich daraus, dass, als in einem gewöhnlichen viereckigen Trockenkasten aus Kupfer 100 cm³ Wasser in einer der oben erwähnten Platinschalen verdampft wurden, für 1 cm³ Wasser 3,2 l Gas nöthig waren. Ein solcher *Trockenkasten* (nach Fresenius, Bunsen, Carius), obschon in der Regel nur für die Trocknung von Niederschlägen etc. benützt, gewährt doch auch für eigentliche *Abdampfzwecke* den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass eine Verunreinigung des Schaleninhaltes durch Staub ganz und durch die Verbrennungsgase nahezu ganz ausgeschlossen ist. Bei verschiedenen Analysen, wie bei der so häufig vorkommenden Wasser-Analyse, ist aber auch letzteres von grosser Bedeutung. Denn es ist nicht möglich, die Verbrennungsproducte von *Steinkohlengas* über eine Wasser enthaltende Schale zu leiten, ohne damit diesem Wasser geringe, aber bei feineren Analysen sich doch bemerkbar machende Mengen von *Schwefelsäure* zuzuführen. Es kommt dies daher, weil die unter den Verbrennungsproducten dieses Gases bekanntlich nie ganz fehlende *schwefelige Säure* in Berührung mit Luft und Wasser sich zu Schwefelsäure oxidirt. — Mit Rücksicht auf die dabei nicht ganz zu vermeidende Verunreinigung kann ich auch trotz der übrigen Vortheile, die das Verfahren gewährt, z. B. der grossen Oekonomie — nur 0,5 l Gas auf 1 cm³ Wasser —, das Eindampfen im alt- und allbekannten kupfernen *Wasserbadkesselchen* für feinere Analysen nicht empfehlen, abgesehen davon, dass bei diesem Verfahren nach dem völligen Eindampfen noch ein besonderes Trocknen bei höherer Temperatur in irgend einem Luftbade nicht zu umgehen ist.

Zum Schlusse dürfte es passend sein, die *Vortheile*, die unser Abdampf- und Trockenapparat gewährt, kurz zusammenzustellen. Es sind die nachfolgenden:

1. Das Abdampfen, resp. das Trocknen, findet in einem *von Staub und Feuchtigkeit befreiten und von den Verbrennungsgasen völlig isolirten Luftstrom*e von mässiger Stärke statt. Hiedurch wird der Process so weit beschleunigt, als dies, ohne einen Verlust, wie er durch Fortblasen leichterer Partikelchen bei gewissen Substanzen eintreten kann, zu erleiden, zulässig erscheint.

2. Der Luftzug entsteht *unmittelbar durch die Heizung*. Es ist also zu seiner Hervorbringung kein *mechanischer* Behelf nöthig.

3. Es ist nicht minder leicht, in *Kochfläschchen* als in *Schalen* einzudampfen, was namentlich bei der Untersuchung von Wein und Bier von Werth ist.

4. *Der Apparat bietet reichlich Raum* für drei mittelgrosse Schalen von je 100 cm³ Fassungsraum, oder für sechs kleine von je 25 cm³, oder für sechs Kochfläschchen von je 50 cm³, oder endlich für sechs „Gläser zum Wägen der Filter“, von welchen jedes mit mindestens sechs Filtern beschiedt sein darf.

5. *Alle sechs Proben gelangen genau auf die gleiche Temperatur*. Das *Thermometer* aber ist an derjenigen Stelle untergebracht, *wo die erwärmte Luft zuerst wirkt*, so dass nicht zu befürchten steht, es könnte dasselbe je eine tiefere Temperatur angeben, als sie für die sechs Proben wirklich besteht. Hierin wird es unterstützt durch den Umstand, dass das Erwärmen der Luft in einer gusseisernen Schnecke stattfindet, deren *bedeutenden Masse* eine ebenso *bedeutende Wärmecapazität* entspricht. Endlich ist das Thermometer *seiner ganzen Länge nach* von warmer Luft umhüllt, so dass die bei feineren Messungen sonst nöthige Temperatur-Correction wegen ungenügender Erwärmung der Quecksilbersäule im Scalenrohr hier als gegenstandslos wegfällt.

6. Der *Thermostat* steht unter der *directen* Einwirkung eines *eigenen Flämmchens*, welches selber wieder so angebracht ist, dass es Veränderungen im Gasdrucke *möglichst bald empfindet*. Der Thermoregulator geht also, wie er soll, dem Thermometer vor.

7. Der *Betrieb* des Apparates ist ein verhältnissmässig ökonomischer und die *Construction* der Art, dass Reparaturen nur selten nöthig werden dürften.

8. Die *Handhabung* des Apparates endlich ist eine einfache und leichte. Er ist rasch beschickt und ebenso rasch entleert.

B. Apparat mit Wasser- oder Spiritusbad.

So vorzüglich in seiner Art auch der *Reichert'sche Thermo-regulator* ist, so erheischt sein Gebrauch doch einige Uebung. Auch ist es, wenn man bald diese, bald jene Maximal-Temperatur einhalten will, zeitraubend, jedesmal das Instrument anders einzustellen, so dass kaum etwas anderes übrig bleibt, als sich den Thermostaten in wenigstens drei Exemplaren zu halten, die für drei ziemlich auseinandergehende Temperaturen eingestellt, resp. mit Quecksilber gefüllt sind. Es wird dann bei jedesmaligem Gebrauche nur noch eine corrigirende feinere Regulirung des betreffenden Exemplars mit der Schraube nöthig sein. Gegenüber dem mit Hülfe eines Thermostaten regulirten Luftbade haben nun Bäder, bei welchen *eine Flüssigkeit von geeignetem Siedepunkte* zur Anwendung gelangt, den Vorzug der weit einfacheren Bedienung. Eine solche Flüssigkeit ist das *Wasser*, für besondere Zwecke auch der *absolute Alkohol*. Es schien mir deshalb wünschbar, unsern Abdampf- und Trockenapparat auch noch mit einem geeigneten Flüssigkeitsbade auszustatten,

welches dieselben Vortheile gewähre, wie der allgemein benützte *Trockenkasten mit doppelter Wandung* (welcher in den deutschen Katalogen chemischer Utensilien nach *Liebig*, in den französischen dagegen nach dessen Lehrer *Gay-Lussac* benannt ist), sich aber von demselben durch eine zweckmässigere Kesselform, regelmässige Luftcirculation und vollständigere Verwerthung der Heizwärme unterscheide.

Auf Tafel 3 a ist der mit dem Flüssigkeitsbade montirte Apparat im Vertical- und Horizontaldurchschnitt auch wieder in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse abgebildet. *Stativ*, *Blechmantel* und *Schornstein* bleiben dieselben, dagegen wird nicht nur das *Luftbad* durch ein *Flüssigkeitsbad*, sondern auch *Dach* und *Brenner* durch andere ersetzt.

Was nun zunächst das *Flüssigkeitsbad* betrifft, so bildet dasselbe ein cylinderförmiges, doppelwandiges, kupfernes Gefäss, dessen Wandungen in seiner obersten Zone auf das Dreifache ihrer unten bestehenden Entfernung auseinander gerückt sind. Dadurch wird verhindert, dass während der Dauer einer Betriebsperiode ein erhebliches Sinken des Flüssigkeitsspiegels eintritt. Auf der Mitte des Bodens befindet sich ein domartiger Aufsatz, in welchen oben eine, während des Betriebes mit einem durch Schnüre oder Drähte festgehaltenen Korke verschlossene Glasröhre eingekittet ist. Die uns vom Luftbade her wohlbekannten sechs Messingröhrchen durchbrechen hier auch die äussere Kupferwandung und verlängern sich, dicht an derselben abwärts steigend, so weit nach Unten, dass sie durch kurze Kautschukschläuche mit einer gleichen Anzahl gleichcalibriger, auf einer aus Messingblech gefertigten *cylindrischen BÜchse* aufgesetzter Röhrchen in Verbindung gesetzt werden können. Ein in der Mitte des Bodens dieser BÜchse eingesetztes, kurzes, aber weiteres Rohr führt, die Tischplatte, worauf der ganze

Apparat steht, durchbrechend, zur Woulf'schen Flasche. Zwei rechts und links in die obere Wand des Flüssigkeitsbades eingesetzte Messingröhren gehen durch das Dach hinauf und endigen erst einige cm über der Fläche desselben. Eine davon ist, weil nur für das Einfüllen der Flüssigkeit bestimmt, während des Betriebes mit einem Korke verschlossen, während die andere mit dem Zinnrohre des auf Taf. 4 abgebildeten, in seiner Einfachheit keiner weiteren Erklärung bedürftigen *Kühlers* in Verbindung gesetzt ist. Nur das sei noch ausdrücklich gesagt, dass man sich, wenn das Bad mit *Alkohol* gefüllt ist, mit Rücksicht auf die Feuersgefahrlichkeit dieser Flüssigkeit nicht mit der sonst recht guten unmittelbaren Metaldichtung, wie sie besteht, wenn ein schwach konisches Rohr aus Zinn in ein verhältnissmässig enges cylindrisches aus Messing hineingedrückt wird, begnügen darf, sondern gut thut, die Verbindungsstelle mit thierischer, *glyceringetränkter Blase* zu umbinden.

Das vor (wie auf Taf. 4) oder hinter (wie auf Taf. 3 a) dem centralen Einbau sich, je nachdem schwach rückwärts oder vorwärts neigende *Thermometer* findet unten einen Halt in einer an den Fuss des Domes angelötheten Metallhülse, oben in dem rinnenartig ausgeschnittenen Korke, an welchen es überdies noch angebunden ist.

Als *Brenner* dient ein gewöhnlicher Bunsen'scher.

Die *Luftansaug-Vorrichtung* unseres Flüssigkeitsbades unterscheidet sich wesentlich von derjenigen des Luftbades. Ihre Construction ist einfacher. Dennoch erfüllt sie ihren Zweck. Wir können uns davon wieder direct mit der vor die Saugröhre der Woulf'schen Flasche gehaltenen Kerzenflamme überzeugen. Indirect macht sich uns aber der Luftstrom dadurch bemerkbar, dass, wenn wir im Anfange einer Betriebsperiode, wo der Apparat frisch beschickt ist, die

während einiger Zeit geschlossen gehaltene Saugmündung der Woulf'schen Flasche öffnen, wird ein Fallen des Thermometers um einige Grade beobachtet werden. *Es kommt dies nicht etwa von einer direct kältenden Wirkung des Luftstromes, sondern von der Wärmebindung, die mit der durch den Luftstrom bewirkten Verdampfung nothwendig verknüpft ist.* Dass diese Auffassung richtig ist, ergibt sich daraus, dass, wenn der gleiche Versuch im letzten Stadium einer Betriebsperiode, wo nichts oder nur noch sehr wenig Verdampfbares im Apparate enthalten ist, wiederholt wird, ein Sinken der Temperatur nicht mehr eintritt.

Für die Benützung des *Wasserbades* ist kaum eine besondere Anleitung nöthig. Nur das sei bemerkt, dass es mit Rücksicht auf Zeit- und Wärmebenützung vortheilhaft ist, die Flamme des Bunsen'schen Brenners *zuerst voll brennen* zu lassen und sie erst zu verkleinern, wenn die Destillation eben begonnen hat, was bei dem in unserem Laboratorium unter Tag herrschenden Gasdruck nach circa einer halben Stunde der Fall ist.

Wozu aber das *Spiritusbad*? Ich benütze es zur *Bestimmung der Trockensubstanz der Milch*. Diese so häufig vorkommende Bestimmung ist wegen des eigenthümlichen Verhaltens, welches die Milch beim Erwärmen zeigt, namentlich aber wegen der ausserordentlich grossen chemischen Veränderlichkeit einiger Milchbestandtheile nicht frei von Schwierigkeiten. Schon die *Wassersiedhitze* ist für die Milch zu intensiv. Man wird, vollständige Trocknung vorausgesetzt, stets einen braun gefärbten Rückstand erhalten, in welchem Niemand die ursprünglichen Milchbestandtheile wird anerkennen wollen. Wie nun der technische Chemiker im Stande ist, die Milch mit vollständiger Schonung ihres delicates Charakters zu condensiren, indem er die Verdampfung in *Vacuum-*

pfannen vornimmt, so würde sich auch dem analytischen Chemiker der *luftverdünnte Raum* als das *principiell geeignetste* Mittel zur Bestimmung der Trockensubstanz der Milch empfehlen. Allein die Hervorbringung desselben ist auch jetzt, nachdem die s. g. Wasserluftpumpen fast in allen chemischen Laboratorien Eingang gefunden, keine einfache zu heissen, namentlich nicht, wenn *gleichzeitig* erwärmt werden soll und überdies die *gleichzeitige* Behandlung *mehrerer* Proben verlangt wird. Ich ziehe deshalb die Anwendung eines siedenden absoluten Alkohol enthaltenden Bades, weil überall ohne besondere Umstände ausführbar, vor. Im Nachfolgenden beschreibe ich das Verfahren in derjenigen Modification, welche mir auf Grund zahlreicher einschlägiger Versuche als eine verhältnissmässig einfache und zugleich sichere erscheint.

Excurs über die Bestimmung der Trockensubstanz und des Fettes der Milch.

Der mit 2 l entwässertem Alkohol (erhalten durch mehrtägige Einwirkung der berechneten Menge gebrannten Kalkes auf 95procentigen Weingeist und Abgiessen der nur noch schwach getrübten Flüssigkeit vom gebildeten Bodensatze) gefüllte Apparat wird mit dem Kühler in die oben beschriebene Verbindung gesetzt und die Flamme des Brenners vorläufig voll brennen gelassen. Frühestens jetzt werden die sechs Milchproben eingesetzt, die Blaseröhren vorgelegt, der Deckel des Flüssigkeitsbades sowie auch der Schornstein aufgesetzt, eine Reihe von Operationen, zu welcher einer geübten Hand die Zeit von 2 Minuten ausreichen wird. Wenn man über eine Analysenwaage verfügt, die 0,1 mg noch mit Sicherheit erkennen lässt, so genügt für eine Probe 1 cm³ Milch. Man bringt dieses kleine, mit einer *geprüften* Pipette abge-

messene und nachträglich zur Controle noch gewogene Milchquantum in ein kleines, *kurzhalsiges* Kochfläschchen, welches dünnwandig sein (die nach meinen Angaben gefertigten wiegen bloß zwischen 4—5 g bei einem Fassungsraume bis zum Halse von ca. 20 cm³) und einen möglichst *ebenen* Boden haben muss, versetzt es mit 2 cm³ destillirtem absoluten Alkohol und mischt es wohl damit, wobei Gerinnen eintritt. Diese Vermischung der sechs Milchproben mit je dem doppelten Volumen Alkohol kann füglich unmittelbar vor dem Einsetzen der Milchproben vorgenommen und so mit diesen beiden Operationen die Zeit vom Anzünden bis zum Verkleinern der Flamme passend ausgefüllt werden. Nachdem nämlich 19—20 l Gas verbrannt sind, was bei dem gewöhnlichen hiesigen Tagesgasdruck schon vor 10 Minuten der Fall ist, steht der Beginn des Siedens unmittelbar bevor, und wird deshalb, damit derselbe nicht stürmisch erfolge, die Flamme nunmehr so weit verkleinert, dass der stündliche Gasconsum auf 20 bis 25 l sinkt. Besonders geeignet erscheint mir ein solcher von 22 l, wo man im Innern der kochenden Flüssigkeit Stoss auf Stoss hört, an der Mündung des Kühlrohres Tropf nach Tropf fallen sieht und 115 g Destillat per Stunde gewinnt. Legt man indess keinen Werth auf die Gewinnung grösserer Mengen destillirten absoluten Alkohols, so kann man den Gasconsum noch mehr vermindern. Es ist aber nicht gut, unter 20 l pro Stunde zu gehen, wo die Destillation aufhört. Denn nur so lange diese, wenn auch schwach, unterhalten wird, ist der thatsächliche Beweis erbracht, *dass die siedende Flüssigkeit wirklich im Stande ist, Wärme an die Beschickung des Bades abzugeben.* Stellt doch das Destillat unmittelbar *den Ueberschuss der abgegebenen Wärme* dar. — Der Thau, welcher anfänglich das Schornsteinfenster beschlägt, wird noch vor 20 Minuten nach dem Beschicken

des Apparates wieder völlig verschwunden sein. Dann zeigt das Thermometer bereits über 70° an. Immer langsamer steigt es weiter. Wir lassen es aber nicht bis zu der unter bestehenden Verhältnissen erreichbaren Siedetemperatur des Alkohols kommen, sondern öffnen schon $\frac{3}{4}$ Stunden nach dem Einsetzen der Proben, ohne indess die Heizflamme auszulöschen, den Apparat, nehmen die Proben heraus und versetzen jede zum zweiten Male mit 2 cm^3 Alkohol, um sie alle unmittelbar nachher wieder in das Spiritusbad zurückzubringen. Jetzt lassen wir die Heizung ruhig fortgehen, bis die den gegebenen geographischen und meteorologischen Bedingungen entsprechende Siedetemperatur erreicht *und einige Zeit unterhalten ist*. Ich beobachtete 76°C oder auch einige Zehntelsgrade mehr, je nach dem jeweiligen Barometerstand. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das $669,5 \text{ m}$ über dem Meeresspiegel liegende St. Gallen nach den 14jährigen Erhebungen unseres unermüdlichen meteorologischen Beobachters, des Reallehrers *G. J. Zollikofer*, einen mittleren Barometerstand von $703,885 \text{ mm}$ hat, was einem Wassersiedepunkt von $97,9^{\circ}$ und folglich einen Alkoholsiedepunkt von etwas über 76° (normaler Siedepunkt des Alkohols nach *Mendelejeff* = $78,303^{\circ}$) entspricht. — *Dieses Maximum der am betreffenden Orte und zu der betreffenden Zeit erreichbaren Temperatur muss aber unbedingt einige Zeit unterhalten werden*. Sonst hat man die Garantie nicht, dass nichts Wärmeabsorbirendes, d. h. Verdampfbares noch in der Beschickung des Bades enthalten ist. In unserm Falle werden $1\frac{1}{4}$ Stunden dazu hinreichen. Nun schreiten wir zur Entleerung und, falls wir noch sechs weitere Milchproben zu untersuchen haben, sogleich nachher zur Neubeschickung des Apparates. Mit Beidem werden wir in 4 Minuten fertig sein. Dagegen bedürfen wir der doppelten

Zeit, wenn wir die *gleichen* Milchproben schon jetzt zum Zwecke, die letzten allfällig noch vorhandenen Spuren von Feuchtigkeit aus der Masse herauszuholen und zugleich auch dieselbe für die später erfolgende Fett-Extraction vorzubereiten, in den Apparat zurückbringen wollen, weil wir, um diesen doppelten Zweck zu erreichen, vorher noch zu jeder Probe ca. $\frac{1}{3}$ cm³ *wasserfreien Aether* setzen müssen. Diesmal bringen wir mit den Proben auch die zu den Fläschchen gehörenden, gleiche Nummern wie sie tragenden Körke mit in den Apparat, damit auch sie austrocknen. Auf diese letzte Austrocknung verwenden wir $\frac{3}{4}$ Stunden. Die unmittelbar darauf mit ihren Körken verschlossenen Fläschchen lassen wir unter einer Glasglocke völlig erkalten und wägen sie schliesslich, aber ohne Kork.

Wenn man das *Zeitopfer*, welches die von uns vorgeschlagene Methode, die Trockensubstanz der Milch zu bestimmen, verlangt, richtig beurtheilen will, darf man nicht vergessen, dass man sich während der unverhältnissmässig längeren Zwischenzeit, die zwischen den Beschickungen und Entleerungen liegt, einer beliebigen andern Thätigkeit hingeben kann, auch durchaus nicht besorgt zu sein braucht, man könnte den richtigen Zeitpunkt verpassen. Denn eine allfällige Verspätung bringt hier keinerlei Gefahr.

Unter der Voraussetzung, dass man eine Waage hat, die nicht weniger als 0,5 mg noch deutlich erkennen lässt, wird man 5 cm³ Milch, welche man dann in ca. 50 cm³ fassende Fläschchen bringt, in Arbeit nehmen und auch eine *entsprechende* Steigerung im Alkohol- und Aetherzusatz eintreten lassen müssen. Was aber die *Trocknungszeit* anbelangt, so darf man sich mit *der doppelten* der oben angegebenen begnügen, während die *eigentliche Arbeitszeit* vollends die gleiche bleibt.

Um nun auch noch den *Fettgehalt* der Milch zu bestimmen, verfahren wir so. Wir verschaffen uns zunächst *drei Destillate aus sog. Petroläther*, indem wir gesondert auffangen, was bis 75, dann zwischen 75 und 85 und endlich zwischen 85 und 95° C übergeht. Diese drei Flüssigkeiten und zwar die am wenigsten flüchtige zuerst und nach der flüchtigsten zu allerletzt noch *wasserfreier Aether* werden nun zur Entfettung verwendet, indem je 1 cm³ davon zu der Milchtrockensubstanz ins Fläschchen gebracht und einige Zeit damit in Berührung gelassen wird. Nach dem Zusatze der ersten und zweiten, nicht aber auch der dritten und vierten, Extractionsflüssigkeit können wir, um die Auflösung des Fettes zu begünstigen, mässig, d. h. *bis nahe zum Sieden erwärmen*. Die jeweilen erhaltenen Fettlösungen werden vorsichtig, ohne dass etwas vom Rückstande mitkömmt, in eigene Gläser (zum Zwecke späterer Wiedergewinnung wenigstens eines Theiles des verwendeten Lösungsmittels) abgegossen, die nach der Aether-Extraction verbleibenden Rückstände aber in das Spiritusbad zurückgebracht und dort wieder $\frac{3}{4}$ Stunden erwärmt. Was wir jetzt bei der Wägung *weniger* erhalten, ist *Fett*.

Die Bestimmung der Trockensubstanz und des Fettes sind die wichtigsten Bestimmungen, die bei der Untersuchung einer Milch vorkommen, und sehr häufig auch für sich allein ausreichend. Wollen wir aber auch die *Asche* bestimmen, so werden wir das Eindampfen statt in Kochfläschchen in *Platinschälchen* vornehmen, im Uebrigen aber keine Aenderung im oben beschriebenen Verfahren eintreten lassen.

Es mag hier der Ort sein, auch einige Andeutungen über die Untersuchung von *Wein* und *Bier* aufzunehmen. Wie man sich ein Urtheil über den Gehalt resp. den Werth

einer Milch dadurch verschafft, dass man in derselben Trockensubstanz und Fett bestimmt, indem die Behauptung zutrifft, *eine Milch sei um so gehaltreicher und im Allgemeinen auch um so werthvoller, je mehr Fett und übrige Trockensubstanz sie enthalte*, so ist es bei der Untersuchung gegohrener Getränke das Wichtigste, den *Gehalt an Alkohol und Extract* zu bestimmen, indem damit auch der *Gesamtgehalt* bestimmt ist. Das von mir während bald 20 Jahren eingehaltene Verfahren ist dieses.

Excurs über die Bestimmung des Gehaltes an Alkohol und Extract in gegohrenen Getränken.

Gay-Lussac'sche Fläschchen, die an der auf einen Durchmesser von 6—5 mm verengten Stelle des Halses eine ringsumlaufende Marke tragen und bei einem Fassungsraume von ca. 30 cm³ ein Gewicht von bloß 4—6 g besitzen, werden mit den zu untersuchenden Flüssigkeiten bis etwas über die Marke gefüllt und in grösserer Anzahl in eine Gelte gestellt, die Wasser von etwas niedrigerer Temperatur als 15,5° C und zwar bis zur Höhe der Fläschchen-Marken enthält. Damit die Fläschchen feststehen, wird auf den Hals eines jeden eine massive Glaskugel gelegt. Sobald nun — wir machen die berechtigte Voraussetzung, die Zimmertemperatur stehe höher als 15,5° C — ein im, unterdessen einige Male in Bewegung gebrachten, Kühlwasser liegendes Thermometer die Temperatur von 15° angibt, wird ein Fläschchen nach dem andern herausgenommen und rasch mittelst schmaler Fetzen von Filtrirpapier die geringe Flüssigkeitsmenge weggenommen, die sich über der Marke befindet, das Fläschchen aber nach gehöriger Abtrocknung gewogen. Da man schon früher die gleichen Operationen mit destillirtem Wasser vorgenommen hat und auch das Gewicht des

leeren Fläschchens kennt, so ist man im Besitze aller Daten, die nöthig sind, um *das specifische Gewicht der Flüssigkeit* berechnen zu können. Die gefundene Zahl wird, die nöthige Sorgfalt bei der Ausführung der beschriebenen Operationen vorausgesetzt, das specifische Gewicht bis auf die vierte Decimale richtig ausdrücken. — Ist auch die Kenntniss des specifischen Gewichtes einer gegohrenen Flüssigkeit, da ja Alkohol und Extract *im entgegengesetzten Sinne* auf dasselbe einwirken, *für sich allein* ohne besonderen Werth (ähnlich wie diejenige des specifischen Gewichtes der sog. *ganzen Milch*), so steigt sie doch ganz bedeutend in der Werthschätzung, sobald auch *der Gehalt an Alkohol und Extract* bestimmt ist. Denn dadurch ist die Bestimmung des specifischen Gewichtes der *ganzen Flüssigkeit* zu einer *Controle* für die Bestimmung des Alkohol- und Extractgehaltes geworden.

Nach der vorbereitenden Operation der Bestimmung des specifischen Gewichtes wird die Flüssigkeit aus dem Gay-Lussac'schen Fläschchen in ein *kurzhalsiges*, ca. 50 cm³ fassendes *Kochfläschchen* übergeführt, mit einem Minimum Wasser unter drei Malen nachgespült und auf kleiner Flamme so lange destillirt, bis wenigstens die Hälfte übergegangen ist. Dabei wird ein kleiner Liebig'scher Kühler benützt, dessen Ausflussmündung zu einem engen Schnabel (nach Art der älteren Liebig'schen Verbrennungsröhren) ausgezogen und bis in den Bauch des, nun zum zweiten Male benützten Gay-Lussac'schen Fläschchens eingesenkt ist. Nach beendigter Destillation wird destillirtes Wasser bis nahe zur Marke nachgegossen, die oben beschriebene Abkühlung auf 15° vorgenommen, dann wieder sehr vorsichtig Wasser bis zur oder bis etwa 1 mm über der Marke zugetropft, das Fläschchen herausgehoben, der sehr geringe Flüssigkeits-

Ueberschuss über der Marke weggenommen u. s. f. Das nunmehr berechnete specifische Gewicht gibt die nöthigen Anhaltspunkte zur weitem Berechnung des *Alkohol-Gehaltes*.

Der Rückstand im Kochfläschchen kommt, wenn man keine Aschenbestimmung vorzunehmen gedenkt, im Fläschchen selbst, andernfalls, nachdem er zuvor in ein Platinschälchen übergeführt worden, *in das auf zehn Grade über dem Wassersiedepunkte des Ortes eingestellte Luftbad*.

4. Abdampf- und Trocken-Apparat mit Wasserbad für Spiritusheizung.

Für den an unserer Anstalt bestehenden *Reallehrants-Candidatencurs* ist ein wöchentlich zweistündiges Practicum eingerichtet. Darin soll, soweit es die so sehr beschränkte Zeit erlaubt, bei den vorgerückteren der mit einer sehr ungleichen chemischen Vorbildung in diesen Curs eintretenden Schüler auch auf einfachere chemische Analysen und Gehaltsprüfungen aus dem Gebiete der Landwirthschaft und der Gewerbe Bedacht genommen werden (vgl. unser diesjähriges Programm S. 34). Es war nun stets mein Bestreben, die Schüler wenigstens in die Elemente der für unser Land so wichtigen *Milchprüfung* einzuführen. Wenn nun auch für Analysen, die *streng wissenschaftlichen* Anforderungen zu genügen haben, aus dem oben unter 3 B dargelegten Grunde das Wasserbad für die Bestimmung der Trockensubstanz der Milch verworfen werden muss, so ist es etwas anderes um Analysen, die *praktischen* (technischen, landwirthschaftlichen, gesundheitspolizeilichen) Zwecken dienen sollen, wo eine expedite, leichte und billige Ausführung wichtiger ist, als eine auf die Spitze getriebene Genauigkeit. Ich glaubte desshalb für diese Zwecke dem *Wasserbad*

vor dem Spiritusbad den Vorzug geben zu sollen. Es kam nun aber weiter in Betracht, dass unsere Lehramts-Candidaten, einmal Lehrer geworden, in den wenigsten Fällen über Gas verfügen dürften, sondern auf den Gebrauch von *Spiritus* angewiesen sind. Da nun dieser bei seiner Verbrennung *nur* Kohlensäure und Wasserdampf liefert, so durfte um so eher gewagt werden, die Verbrennungsgase über die zu erwärmende Substanz wegzuleiten, woraus sich gegenüber der unter 3 B beschriebenen *eine ganz wesentliche vereinfachte Construction*, sowie auch *eine gründlichere Ausnützung der Verbrennungswärme* ergeben musste. — Den soeben dargelegten *besonderen* Gesichtspunkten nun verdankt der auf Taf. 4 in zwei Horizontal-Durchschnitten, einem Verticaldurchschnitt und in der Vorderansicht wieder in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse abgebildete Apparat seine Entstehung.

Das *Stativ* wird gebildet durch drei T-Eisenpfeiler, einen angenieteten Eisenreif und einen Schwarzblechmantel, welcher oben über die Pfeiler emporragt, unten ein wenig ob der halben Pfeilerhöhe bis auf eine centrale, für den Brenner genügend Raum bietende, kreisförmige Oeffnung geschlossen ist und vorn eine Thüre mit kleinem Glasfensterchen zur Beobachtung der Flamme trägt. Das *Wasserbad* ist ein doppelwandiger Kessel mit Dom in der Mitte, ähnlich wie das unter 3 B beschriebene. Da in der obern Zone desselben die Aussenwand um das Dreifache ihres untern Abstandes vorspringt, so ist in dem daraus resultirenden horizontalen Verbindungsringe der richtige Ort für sechs unter einem Winkel von 45° ansteigende und etwas in's Innere des Kessels eindringende Messingröhren gefunden. Kessel und Schornstein sind im Interesse der Wohlfeilheit nur aus Weissblech angefertigt.

Als *Heizlampe* wird eine gläserne mit Weingeist gefüllte Petrollampe mit sog. *Mitrailleusenbrenner* und kurzem gläsernem Schornstein benützt. Es war der originelle *Friedrich Mohr*, der unter dem Titel „Neue Weingeistlampe“ in *Fresenius' Zeitschr.*, Bd. 12, S. 291, zuerst darauf aufmerksam gemacht hat, dass Petrollampen mit Rundbrenner als beste und billigste Weingeistlampen benützt werden können und unbedingt vorzuziehen sind jener berühmten Lampe, „welche *Berzelius* von Paris mitbrachte und empfahl, und die noch heute seinen Namen führt“. Noch besser aber als die gewöhnlichen Rundbrenner mit bandförmigem Docht sind nun nach meiner Erfahrung die seit einigen Jahren in Aufnahme gekommenen, überall erhältlichen sog. *Mitrailleusenbrenner*. Nur verwende man *nicht zu schwachen Weingeist*, lieber 95- als bloß 90 (volum-) procentigen.

Natürlich kann für den eben beschriebenen Apparat auch Gasfeuerung benützt werden, wenn man den oben dargelegten Nachtheil, der in dem Auftreten der schwefeligen Säure liegt, nicht scheut. Wir erinnern diesfalls daran, dass dieser Apparat, nicht wie der unter 3 B beschriebene, streng wissenschaftlichen Anforderungen zu genügen braucht.

In dem Umstande, dass sowohl das Leuchtgas als der Spiritus unter ihren Verbrennungsproducten *viel Wasser* liefern, liegt ohne allen Zweifel ein Uebelstand der beschriebenen einfachen Construction. Uebrigens steigt auch im Beschickungs-Hohlraume dieses Wasserbades die Temperatur bis auf die Wassersiedhitze, weil, wie bei dem unter 3 B beschriebenen, im eigentlichen Körper desselben, namentlich *unter dem innern Boden*, auf welchen ja gerade die Abdampfgefäße gestellt werden, die Entweichung des Dampfes bedeutend gehemmt ist, so dass die Temperatur entsprechend der nothwendig eintretenden Drucksteigerung *über* die normale Siedhitze steigen muss.

Beispiele von der Wirksamkeit des Apparates.

1. In $2\frac{3}{4}$ Stunden und mit einem Aufwande von 121 g 93-procentigem Spiritus' werden in sechs Kochfläschchen $6 \times 10 \text{ cm}^3$ Wasser völlig verdampft, wobei aus dem Wasserbade selbst gleichzeitig 140 g verdampfen.

2. In $1\frac{3}{10}$ Stunden und mit einem Aufwande von 88 g 95-procentigem Spiritus' werden 203 cm^3 Wasserdestillat erhalten. Das Thermometer am Boden des Wasserbades zeigte am Ende gegen 98° , ein in die oberste Wasserschicht des Kühlfasses, welches im Ganzen 2850 cm^3 enthielt, eingesenktes über 80° .

3. In 23 Minuten und mit einem Gasaufwande von 42 l geräth der Inhalt des Wasserbades = 1500 cm^3 in's Sieden, in den folgenden 23 Minuten mit einem Gasaufwande von $33,5 \text{ l}$ werden 173 cm^3 destillirtes Wasser erhalten, und das Wasser zuoberst im Kühlfasse zeigt 78° .

Bei der Beurtheilung dieses für kleine wirthschaftliche Verhältnisse berechneten Apparates ist die in der Lieferung von heissem Wasser (Rest im Kessel), warmem Wasser (im Kühlfass) und destillirtem Wasser (Destillat) bestehende *Nebenleistung* desselben nicht ausser Acht zu lassen.

5. Der Abdampf- und Trockenapparat mit Wasserbad kleinsten Formates

ist im Horizontal- und Verticaldurchschnitt in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse auf Taf. 3 a abgebildet. Er stellt eine weitere Vereinfachung des vorigen dar. Die Stativpfeiler sind statt aus T- nur aus Winkeleisen angefertigt. Auf die Gewinnung von destillirtem Wasser wird verzichtet. Der aus dem

Wasserbade sich entwickelnde Dampf kann durch eine schmale, zwischen dem Schornstein und dem doppelwandigen Kesseldeckel ringsum laufende Spalte in den Schornstein entweichen, und in letzterem gebildetes Condensirwasser, ohne die Beschickung des Bades zu schädigen, in den Kessel zurückfliessen. Ein blecherner Teller mit senkrechtem, ziemlich hohem Rande und einem auf die Mitte seines Bodens aufgesetzten Handgriffe gestattet, die zu trocknende Substanz bequem hinein- und die getrocknete ebenso bequem hinaus- und auf die Waage zu schaffen.

Der Apparat gewährt übrigens Raum genug, um statt dieses Tellers eine mehr als 100 cm³ fassende gewöhnliche Abdampfschale oder drei kleinere Schalen oder auch, wenn man knieförmige Messingröhren von entsprechend engerem Caliber in die hier schon in der Fläche der innern Metallwand abgeschnittenen drei Zugröhren hineinstecken will, drei Kochfläschchen unterbringen zu können. Doch ist es in diesem Falle besser, den Zugröhren (und in Folge dessen natürlich auch dem Kesseldeckel und dem Schornsteinkegel) statt einer Steigung von bloß 30° eine solche von 45° zu geben, weil dann höhere Fläschchen hineingebracht werden können. Der nöthige Halt für die Knieröhre wird hiebei durch den Hals des Fläschchens geboten, an dessen Innenwand die Röhre sich anlehnt, gleich wie das Fläschchen selber an diejenige des Wasserbades.

Bei der Construction dieses kleinen und einfachen Apparates hatte ich die kleinsten Verhältnisse, wie sie z. B. an einer sehr bescheiden dotirten Schule und bei Privaten bestehen, im Auge. Ich dachte dabei im Besonderen an die Bedürfnisse des Landwirthes, der die Feuchtigkeit einer Ackererde oder eines Düngers, vielleicht auch die Trockensubstanz einer Milch in möglichst wenig umständlicher und

doch für praktische Zwecke genügend sicherer Weise bestimmen, des Papierfabricanten, der den wirklichen Gehalt seines „Holzstoffes“ erfahren möchte u. s. w.

Beispiele. 1. In $\frac{3}{4}$ Stunden wird der *Inhalt* des Wasserbades = 500 cm^3 mit einem Spiritusaufwand von 18 g (verbrannt in einem sehr kleinen Lämpchen) in's volle Sieden gebracht und zugleich aus der *Beschickung* des Bades 10 g Wasser ausgetrieben.

2. In $3\frac{3}{4}$ Stunden und mit einem Gasaufwand von $81\frac{1}{2}$ l werden 50 g ganz nasser sog. Holzstoff auf den wirklichen Gehalt von 8,17 g gebracht, wobei gleichzeitig aus dem Wasserbad selber 170 cm^3 Wasser verdampfen.

6. Trockenkasten und vereinfachter Trocken-Apparat mit Luftbad

sind auf Tafel 6, jeder wieder im Horizontal- und im Verticaldurchschnitt und im Maassstabe von $\frac{1}{4}$ dargestellt.

Auch in kleinen Laboratorien vergeht kein Tag, wo nicht irgend welche *Glasgefässe* getrocknet werden müssten. Das manchen Orts beliebte Verfahren, die durch Ausschwenken und Verkehrthinstellen nicht zu beseitigenden Wasserreste durch Ausspülen mit *Aether* und darauf den adhären den Aether durch Ausblasen zu entfernen, erscheint mir nur gerechtfertigt, wenn es mit der beabsichtigten Trocknung grosse Eile hat. Sonst ist es mit dem Charakter derjenigen Wissenschaft, deren Grundprincip die „Achtung vor der Materie“ und zwar eine mit dem architektonischen Aufbau der Elemente steigende Achtung ist, unvereinbar, einen so edeln Stoff, wie den Aether, für einen so gemeinen Zweck, wie die Trocknung einer Flasche, zu opfern und dabei noch obendrein die Athmungsluft der Laboranten

zu verderben. — Unser *Trockenkasten* ist nun in erster Linie für das Trocknen von Flaschen bestimmt, was in ihm mit geringster Mühe, geringem Brennstoff- und nicht sehr bedeutendem Zeitaufwand geschieht. Er setzt sich zusammen aus vier Pfeilern von sehr starkem Winkeleisen, einem darangeschraubten dicken Boden, welcher selber aus drei Streifen 1,2 cm starkem Reifeisen und einer diese drei Streifen bedeckenden und verbindenden Eisenplatte von beiläufig 0,5 cm Dicke besteht, und endlich einem Doppelmantel aus stärkstem Weissblech, dessen Innenwand sich an die Innenfläche der Winkeleisen-Pfeiler anlehnt und mit ihrem untern Rand zwischen die beiden Eisenschichten des Bodens eingeklemmt ist, während die Aussenwand, an die Aussenfläche der Pfeiler sich anschmiegend, in einiger Entfernung unter dem Boden von allen vier Seiten einwärts gebogen ist. Als Brenner werden passend solche verwendet, wie sie beim Röhrenofen beschrieben sind, und zwar zwei Stück. Durch zwei unten am Boden angeschraubte entsprechend gebogene Blechstreifen ist dafür gesorgt, dass man, ohne das Auge auf jene nicht gerade sehr zugänglichen Stellen richten zu müssen, die zwei Brenner durch einfaches Einschieben von den Breitseiten her richtig placiren kann. Auch trägt der Boden auf seiner untern Fläche in der Richtung und in der Länge der Brennerflämmchen-Reihen je eine rinnenartige Vertiefung, damit hiedurch die Heizfläche ein wenig vergrössert werde und sich etwas in's Innere der Eisenmasse hinein erstrecke. Die Verbrennungsgase steigen im Zwischenraume des Doppelmantels empor. Der Boden ist seiner ganzen Fläche nach innen von einer Platte *Asbestfilz* (von H. Weidmann in Rapperswyl) belegt.

Um nun Flaschen in verhältnissmässig kurzer Zeit zu trocknen, werden auf dieselben mittelst Dreiecken aus Messing-

draht, in welchen sie eingeklemmt sind, möglichst hohe und nicht zu enge Glasröhren aufgesetzt. Zuerst geht der Zug, wie es die Zeichnung zeigt, durch die Röhre ab- und die Flasche aufwärts. Denn die Röhre, die man auf die bereits in dem Kasten untergebrachte Flasche aufsetzt, ist kälter als diese, wesshalb auch ihre Aussenwand sich anfänglich mit Thau beschlägt. Im Laufe der fortschreitenden Erwärmung aber kömmt der Augenblick, wo das Spiel der Luftbewegung umschlägt und die aufgesetzte Röhre zum eigentlichen Schornstein wird.

Selbstverständlich darf man von unserm Trockenkasten auch die Dienstleistungen eines kleinen *Sandbades* erwarten. Doch wird es dann, um der Wirkung der in diesem Falle nicht zu vermeidenden sauren Dämpfe entgegenzuwirken, gerathen sein, die Innenwand des Mantels mit einem guten, d. h. über die Siedhitze des Wassers gehende Temperaturen noch aushaltenden Asphaltfirniss anzustreichen.

Beispiel. In 1 Stunde nach zweimal verkleinerter Flamme und mit einem gesammten Gasconsum von 156 l war die Temperatur im untersten Theile einer in den Kasten gebrachten *leeren* Flasche auf 107° gestiegen. Was den *stündlichen* Gasverbrauch bei andauerndem Betriebe betrifft, so hat sich derselbe natürlich nach der Art der Beschickung zu richten. Er schwankt zwischen 100 und 200 l. — Für viele Zwecke ist es genug an *einem* Brenner.

Der „*vereinfachte Trockenapparat*“ nimmt eine Mittelstellung ein zwischen dem soeben beschriebenen Trockenkasten und dem unter 3 A beschriebenen Schnecken-Luftbad. Er ist in Construction und Anwendung kleiner und feiner als der erstere, grösser und gröber als das letztere. Nach dem, was über das Schnecken-Luftbad und die andern Trockenapparate oben gesagt worden ist, dürfte die Zeichnung im Wesent-

lichen verständlich sein. Wir gestatten uns deshalb blos noch folgende mehr specielle Bemerkungen. Luftbadkessel und Deckel desselben bestehen blos aus Weissblech, die drei Blaseröhren dagegen, das Dutzend der auf den obern Rand des Luftbades aufgesetzten, mit Metallpfropfen ausgestatteten, Röhrchen, sowie auch die drei Schornsteine aus Messing. Der Luftbadkessel ist eben gross genug, um gleichzeitig drei Literflaschen aufnehmen zu können. Die zwölf kurzen, ihrer Messingpfropfen entledigten Röhrchen dienen zur Aufnahme von Pipetten und von andern röhrenartigen Glasapparaten. Auch die drei dachlosen Schornsteine können zum Austrocknen von Glasröhren mit in Dienst gezogen werden. Die in den Deckel eingekittete Glasröhre functionirt nicht blos als mässig ziehender Schornstein, sondern gestattet auch, das Ende der Trocknung unmittelbar wahrzunehmen. Es ist gekommen, wenn kein Thau an derselben mehr beobachtet wird. In der ersten Stunde lässt man am Besten etwa 150 l Gas verbrennen, in den folgenden dagegen blos je 100. Die Temperatur wird dann auch im obern Theile des Luftbades über 100° stehen bleiben. Ein einzelner Bunsenbrenner genügt als Wärmequelle.

7. Das Reagenscylinder- und Filtrirgestell.

Die im Drittels-Massstab auf Tafel 5 in halber Längensicht, halbem Längendurchschnitt, ganzem Querschnitt und in der Oberansicht ausgeführte Abbildung lässt die Construction dieser für den täglichen Gebrauch im Laboratorium bestimmten und deshalb nicht unwichtigen Geräthschaft so deutlich erkennen, dass wir uns im Nachfolgenden auf die Darlegung der besonderen Vortheile, welche diese Construction andern gegenüber gewährt, werden beschränken dürfen.

1. Durch die verhältnissmässig *breite Basis* und die in Folge der zweckentsprechenden Vertheilung der Massen, sowie auch des symmetrischen Baues, bewirkte *tiefe und centrale Lage des Schwerpunktes* wird eine *grosse Standfestigkeit* erzielt. Da von den *sechs* Füßen, auf welchen das Gestell zu stehen *scheint*, in Wirklichkeit nur *drei* (bei der gewöhnlichen Aufstellung die zwei äusseren Vorderfüsse und der mittlere Hinterfuss), weil 1 mm höher als die andern, den Boden berühren, so wird sich das Gestell auch auf einer nicht ganz ebenen Tischfläche im *stabilen*, statt wie sonst im indifferenten, Gleichgewichtszustande befinden. Denn es kann ja einer der beiden schwebenden äussern Füße nicht niedergedrückt werden, ohne dass dabei einem Viertel des Gesamtgewichtes drei Viertel und zwar an einem längern Hebelarme entgegenwirken würden, während bei einem auf bloß drei Füße zu stehen gekommenen „Vierfusse“ Hälfte der Hälfte und zwar an gleichem Hebelarme entgegenwirkt, so dass wegen Gleichheit der beidseitigen statischen Momente in der That das indifferente Gleichgewicht besteht.

2. Die in der Mitte des Gestelles untergebrachten und von den zurückgeschlagenen Filtrirarmen bedeckten Reagenscylinder sind thunlichst vor der *lästigen Ablagerung von Staub* und auch vor *zerstörenden mechanischen Einwirkungen* sicher gestellt.

3. Durch die Abschrägung der Bodenplatte nach beiden Breitseiten hin wird das *Auslaufen* des den Gläschen anhaftenden Wassers und das vollständige *Trockenwerden* derselben bedeutend *erleichtert* resp. *beschleunigt*.

4. Es ist bei dem Entwurfe in dem Grade auf *Raumersparniss* Bedacht genommen worden, als es die ebenfalls wohl berücksichtigte *Solidität der Construction* zugelassen hat.

5. Als *Filtrirgestell* entspricht die Vorrichtung ihrem Zwecke, indem für's Erste die beiden Filtrirarme *innert den Grenzen von $3\frac{1}{2}$ —21 cm in beliebiger Höhe festgeschraubt werden können*, was für die durchfiltrirte Flüssigkeit Bechergläser bis auf 2 l Inhalt aufzustellen gestattet, indem ferner in dem Maasse für Gegengewicht gesorgt ist, dass selbst, wenn einer der *äussern* Trichter *einseitig* mit dem exorbitanten Gewichte von 2 kg belastet würde, die Standfestigkeit immer noch nicht gefährdet wäre, und indem endlich auf den zurückgeschlagenen Armen vier Stück Trichter zum *Abtropfen* bequem und den Reagenscylindern unbeschadet untergebracht werden können.

6. Die vier beigegebenen Untersätze ermöglichen, je nachdem der konische Einschnitt oder aber die cylindrische Durchbohrung nach Oben gekehrt ist, *eine sichere Aufstellung* entweder von *Schalen* und *Kochflaschen*, die *runde Böden* haben, oder aber von *Reagenscylindern* von *zwei* Calibern, wenn in solche Gefässe filtrirt werden soll.

Damit schliesse ich meine Mittheilungen über die von mir construirten chemischen Apparate für den *diesjährigen* Gesellschaftsbericht, indem ich mir vorbehalte, über meine beiden Apparate für die Ausscheidung und die Bestimmung des *Arseniks* in forensischen Fällen, über die von mir vorgeschlagenen *Milchprüfungs-Instrumente*, über die Reagensflasche für die „*quantitativ-qualitative*“ *Analyse* und den *Vorlesungs-Apparat* für die Theorie der Verbrennung im *nächstjährigen* Berichte mich in Kürze auszusprechen und daran eine Mittheilung über die im Hofe der Kantonsschule errichtete „*geographisch-astronomische Säule*“, sowie eine weitere über die meiner Meinung nach in den physikalischen Lehrbüchern nicht correct behandelte Frage: „*über die Form des Sonnenbildes*“ anzuschliessen.

Schon hier aber sei mir die Erfüllung der angenehmen Pflicht gestattet, meinem Freunde und Collegen, Ingenieur *G. Kühenthal* für seine höchst schätzbare Mitwirkung herzlich zu danken. Er hat sich der Aufgabe, die Zeichnungen, welche zum Verständniss der Apparate unumgänglich notwendig sind, auszuführen, mit ebenso viel Geduld als Geschick unterzogen.
