

gung so lange zur Ruhe gebracht werden, daß eine Fäulnis vermieden wird.

Zu diesem Zwecke soll man die Abwässer 12 bis 15 Stunden sedimentieren lassen, wobei durchschnittlich nur noch 10—12 mg Schwebestoffe pro Liter übrig bleiben⁷⁾.

An diesen Untersuchungen erscheint mir besonders interessant die Tatsache, daß schon nach 12—15stündigem Sedimentieren eine fast vollständige Abscheidung der Zellulosefasern zu erreichen ist. Bei etwaigen Versuchen zur biologischen Reinigung der Sulfitaablaugen unter Benutzung des von mir empfohlenen Faulraumes würde also gleichzeitig eine weitestgehende mechanische Vorreinigung zu erzielen sein, vorausgesetzt, daß der Faulraum zweckentsprechend konstruiert und genügend groß ist. Ich halte eine mindestens zweitägige Ausfäulung für erforderlich. Sollte sich herausstellen, daß dadurch Kosten entstehen, welche die Industrie nicht tragen kann, so könnte daran unter Umständen die Benutzung dieses Verfahrens scheitern.

Im übrigen kann ich den Standpunkt von Prof. H o f e r durchaus nicht teilen, daß die schon ausgefäulten Sulfitaablaugen ganz allgemein in offenen Gewässern größeren Schaden anrichten könnten als die frischen Laugen. Ausnahmsweise könnte das allerdings — namentlich beim stoßweisen Ablassen in wasserarme Vorfluter — der Fall sein. Für gewöhnlich wird aber der Standpunkt aufrecht zu erhalten sein, daß organische Substanzen von fließenden Gewässern um so leichter verdaut werden, d. h. um so schneller durch die Vorgänge der sogenannten Selbstreinigung in harmlose Stoffe zerlegt werden, je weiter ihr Zerfall vorgeschritten ist. Deshalb wird eine vorhergehende Ausfäulung die Zerstörung der schädlichen Stoffe in den Sulfitaablaugen durch die selbstreinigende Kraft der Wasserläufe erleichtern.

Jedenfalls zeigen diese Darlegungen, daß man noch weit entfernt ist von einer auch nur einigermaßen befriedigenden Methode zur Reinigung von Sulfitaablaugen als Abwässer.

c) Ab la u g e n d e r N a t r o n z e l l s t o f f f a b r i k a t i o n.

Während bis jetzt ein einwandfreies Verfahren zur rationellen Verwertung der eingedampften Sulfitaablaugen noch nicht besteht oder noch nicht in der Praxis hinreichend erprobt wurde, hat man es verstanden, die bei der Natronzellstofffabrikation abfallenden Laugen zum größten Teil mit Erfolg wieder nutzbar zu machen, so daß die Abwässer, welche man bei diesem Verfahren erhält, weit weniger konzentriert sind, und nach meiner Überzeugung einer rationellen Reinigung weit weniger Schwierigkeiten bereiten als die Sulfitaablaugen.

Bei beiden Verfahren bezweckt und erreicht man eine Freilegung des Zellstoffs aus den Rohmaterialien. Bei beiden werden also in der Hauptsache zunächst dieselben Stoffe — wenn auch zum Teil in anderer Form — in ungefähr gleicher Menge in die Laugen übergehen. Bei dem Natron(Sulfat)-verfahren werden aber bis zu 90% der Laugen wieder

verarbeitet. Damit wird die entsprechende Menge organischer Substanz, welche aus dem Rohstoff in die Laugen überging, zerstört. Nur der Rest, d. h. in gutgeleiteten Fabriken nur etwa 10% der ausgelaugten organischen Stoffe, verläßt mit den Waschwässern die Fabrik. Daraus ergibt sich, daß die nach dem Natron(Sulfat)verfahren arbeitenden Fabriken weniger konzentrierte Abwässer entlassen müssen. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß diese Abwässer nicht auch noch Belästigungen im Vorfluter anrichten können. Tatsächlich rufen auch sie, wenn sie wasserarmen Vorflutern in unge reinigtem Zustande zugeleitet werden, noch die bekannte Algenbildung hervor. Es ist deshalb auch für diese Fabriken, soweit sie nicht an einem sehr wasserreichen Vorfluter gelegen sind, von größter Bedeutung, ein solches Reinigungsverfahren zu schaffen, bei welchem diejenigen Bestandteile, welche die Algenbildung fördern — die vergärungsfähigen Hexosen nach Prof. H o f e r — hinreichend zerstört werden, und den Abwässern außerdem die Fäulnisfähigkeit genommen wird.

Nach meiner Überzeugung wird sich dieses Ziel nach dem oben von mir beschriebenen biologischen Verfahren erreichen lassen, wobei der Faulraum zweckmäßig so eingerichtet wird, daß er zugleich als Stofffänger dient. Dementsprechend müßte natürlich die Möglichkeit einer entsprechenden Beseitigung der abgesetzten Faserstoffe usw. aus dem Faulraum gegeben sein. Allerdings könnte ich nicht dazu raten, ohne weiteres eine Reinigungsanlage nach diesem Grundsatz zu bauen. Erst ganz kürzlich hatte ich Gelegenheit, das Abwasser einer schlesischen Natronzellstofffabrik zu untersuchen. Ich fand darin nach Beseitigung der ungelösten Bestandteile nicht mehr oxydierbare organische Stoffe, wie sie in städtischen Abwässern bei Verwendung eines Trennsystems auch vorkommen. Die Alkalienkonzentration war nicht so groß, um den Kleinlebewesen zu schaden, da in dem Abwasser zahlreiche Bakterien, namentlich Bazillen und Ketten von Bazillen, vorhanden waren. Ich habe geraten, zunächst eine kleine Versuchsanlage nach dem biologischen System mit vorgebautem Faulraum einzurichten.

Sollte diese Versuchsanlage zur Ausführung kommen, so hoffe ich, demnächst über günstige Resultate berichten zu können.

I. Automatische, abgekürzte Quecksilberluftpumpe in Verbindung mit einem abgekürzten Apparat zur Messung tiefer Vakua¹⁾

(Druckmessung nach MacLeod).

Von LEO UBBELOHDE.

Mitt. aus Abt. 6 des kgl. Materialprüfungs-Amtes, Berlin.
(Eingeg. d. 7./3. 1906.)

Im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift (1905, S. 1564) beschrieb ich eine automatische Quecksilberpumpe mit abgekürzter Quecksilberhöhe, deren

⁷⁾ Je nach der Art der verarbeiteten Rohstoffe dürften sich nach dieser Richtung erhebliche Unterschiede ergeben.

¹⁾ Verfertiger der geschützten Apparate: Bleckmann & Burger, Berlin, Johannisstr. 14/15.

Hauptvorteile darin bestehen, daß sie äußerst einfach zu handhaben, klein (70 cm hoch, 40 cm breit) und leicht transportabel ist.

Bei Durchführung von Arbeiten, welche D. H o l d e und ich unternommen haben, wurde diese Pumpe noch mit einem abgekürzten Barometer A und mit einem Kompressionsdruckmesser nach M a c L e o d versehen, der unter Anwendung ähnlicher Grundsätze wie bei der Pumpe selbst abgekürzt und außerordentlich vereinfacht ist. Kom-

meter oft nicht mehr, denn erstens gestatten dieselben kaum noch Drucke von einigen $\frac{1}{10}$ mm zu schätzen, und zweitens kommt es gerade bei sehr kleinen Drucken darauf an, sie besonders genau festzustellen. (Z. B. bei Destillationen, Angabe der Siedepunkte unter tiefem Vakuum usw.)

Häufig aber sind noch andere Erfordernisse zu erfüllen: z. B. es ist nicht nur der Gesamtdruck zu messen, sondern der Partialdruck der Luft oder eines anderen Gases allein ohne

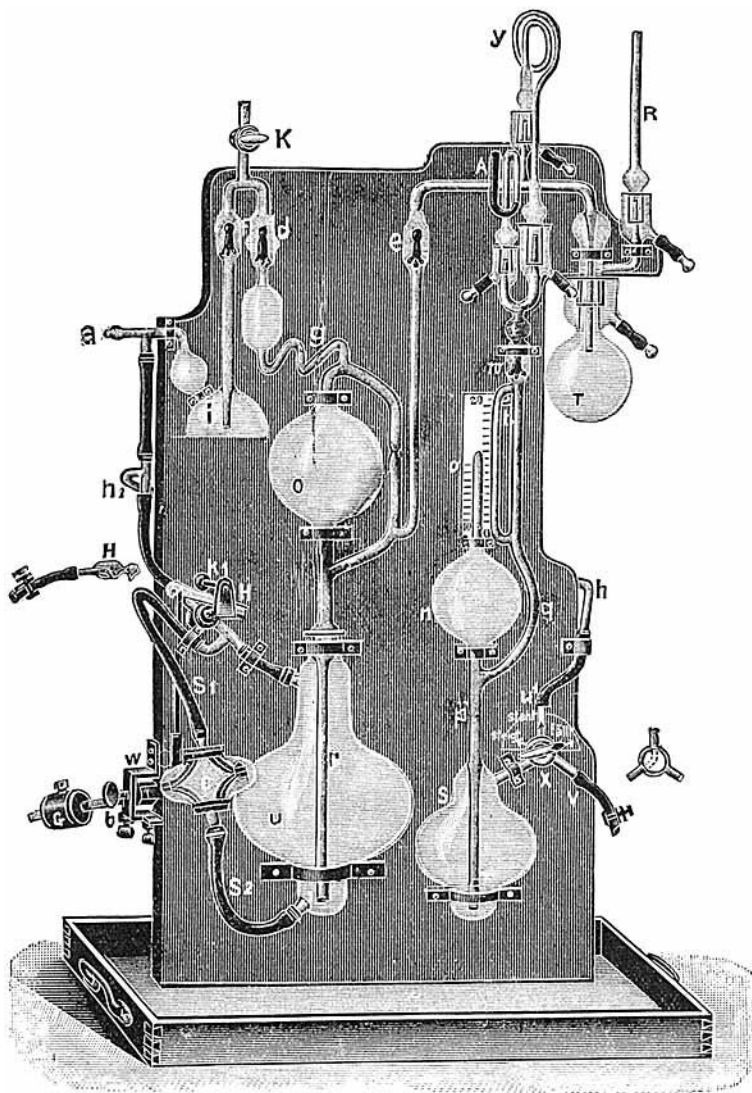


Fig. 1.

pressionsdruckmesser und automatische Pumpe sind auf demselben Stativ fest montiert, ohne daß ihr Umfang (75:45 cm) wesentlich vermehrt wurde. (Siehe Fig. 1.)

Diese Einrichtung hat sich seit einem halben Jahre im Materialprüfungsamt und an vielen anderen Stellen aufs beste bewährt und wird, obwohl noch Untersuchungen mit ihr und der unten beschriebenen Vakuumdestillationsvorlage im Gange sind, schon jetzt mitgeteilt.

Bei Benutzung von Quecksilberluftpumpen genügen die gewöhnlich benutzten abgekürzten Baro-

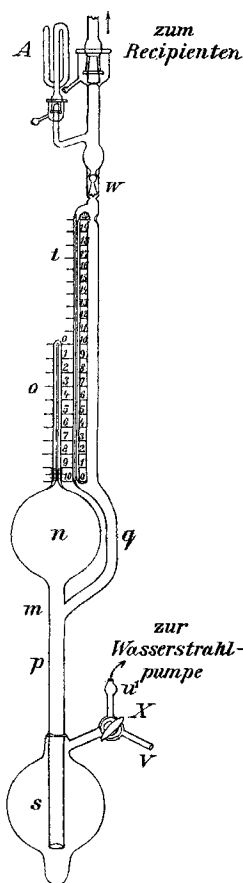


Fig. 2.

Rücksicht auf den Partialdruck irgend eines Dampfes (etwa des Dampfes des destillierenden Stoffs), oder aber es ist notwendig, den Partialdruck des destillierenden Stoffs zu bestimmen.

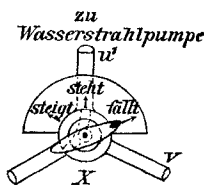


Fig. 2a.

1. Den Gesamtdruck (Luft- und Dampfdruck) liest man an dem abgekürzten Barometer A ab.

Alle diese Erfordernisse sind mit den vorgesehenen Einrichtungen zu erfüllen:

2. Den Partialdruck der Luft oder eines anderen bei den Versuchsbedingungen permanenten Gases bestimmt man mit Hilfe des Kompressionsdruckmessers²⁾.
3. Der Partialdruck des Dampfes ergibt sich aus der Differenz von 1 und 2.

Beschreibung des abgekürzten Kompressionsdruckmessers.

Das Prinzip der Kompressionsdruckmessung beruht auf einer Anwendung des Mariotteschen Gesetzes der umgekehrten Proportionalität von Druck und Volumen der Gase. Die in einem größeren Hohlraume enthaltene Menge des stark verdünnten Gases, dessen kleiner Druck durch Quecksilberhöhe ohne weiteres nicht mehr gemessen werden kann, wird auf einen kleinen bekannten Hohlraum zusammengedrückt. Dadurch wird der Druck dem Mariotteschen Gesetze entsprechend erhöht und meßbar. Das Glasrohr p (s. Fig. 2) setzt sich nach oben fort in dem kugelförmigen Gefäße n und der Kapillare o. Der Inhalt der Kapillare betrage $\frac{10}{10\,000}$ des Inhaltes der Kugel n bis zur Marke m. Der letzteren gegenüber befindet sich die Glasrohrabzweigung q t, welche die Verbindung mit dem Raum herstellt, in welchem der Druck gemessen werden soll. Nach unten ist p in das mit Quecksilber bis zur oberen Verjüngung gefüllte Gefäß s eingeschmolzen. An letzterem befindet sich der Dreiweghahn x, durch welchen man Verbindung sowohl mit dem Rohrstützen u¹ als auch mit v herstellen kann. u¹ ist verbunden mit der ohne dies zum Betriebe der Quecksilberluftpumpe in Tätigkeit befindlichen Wasserstrahl- oder Luftpumpe, welche bei a angeschlossen wird; die Verbindung zwischen a und u¹ wird durch h¹ hergestellt (s. Fig. 1).

Das Steigen, Fallen und Einstellen des Quecksilbers bewirkt man lediglich durch Stellen des Hahns X auf „steigt“, „fällt“, „steht“ (s. Fig. 2a und Fig. 1).

Bevor der Druck gemessen wird, sorgt man durch passende Hahnstellung dafür, daß das Quecksilber in dem Rohr p unterhalb der Marke m stehen bleibt, damit in dem Gefäß n der gleiche Druck herrscht, wie in dem Rezipienten.

Soll eine Druckmessung vorgenommen werden, so läßt man unter Hahnstellung „steigt“ durch den Rohrstützen v in das Gefäß s Luft ein, welche das Quecksilber in n und q t empordrückt, wodurch die in n abgeschlossene Gasmenge zusammengedrückt und ihr Druck dem Mariotteschen Gesetze entsprechend vermehrt wird. Sobald das Quecksilber das Gefäß n ausfüllt und einen passenden Stand in der Kapillare o erreicht hat, wird durch den Hahn X (Stellung auf „steht“) der weitere Luftzutritt abgesperrt. Die Niveaudifferenz des Quecksilbers in t und o gibt den Druck des komprimierten Gases an. Das Rückschlagschwimmerventil w ist oberhalb t angebracht, damit das Quecksilber aus dem Druckmesser nicht in die Pumpe

²⁾ Bedingung dabei ist, daß der Dampf gesättigt ist, wie es bei Destillationen wohl im allgemeinen der Fall ist. Ablesung kleinerer Partialdrucke ungesättigten Dampfes siehe unten.

fließen kann, wenn man das Quecksilber unvorsichtigerweise zu hoch steigen läßt³⁾.

Hat man den Druck abgelesen, so läßt man das Quecksilber wieder fallen (Hahnstellung „fällt“), indem man den Dreiweghahn mit dem Stutzen u¹ und damit mit der Wasserstrahlpumpe verbindet.

Ablesung und Berechnung.

Die Ablesung des Druckes ist bei dem neuen Apparat durch zweckmäßig gewählte Teilung besonders erleichtert. Die Kapillaren o und t befinden sich vor einer Spiegelskala, welche in cm und mm geteilt ist. Die Kapillare o ist so abgepaßt, daß ihr Inhalt in dem Raum von 0—10 cm genau $\frac{10}{10\,000}$ stel des Inhaltes der Kugel n beträgt.

Die Berechnung der Drucke ist dadurch sehr einfach und wird am besten an einigen Beispielen erläutert.

Stand des Quecksilbers in Kapillare o	Niveaudifferenz des Quecksilbers zwischen t u. o in cm	Gefundener Druck in cm
10	20	$\frac{10 \cdot 20}{10\,000} = \frac{2}{100}$
7	3	$\frac{7 \cdot 3}{10\,000} = \frac{2,1}{1000}$
1,5	8	$\frac{1,5 \cdot 8}{10\,000} = \frac{1,2}{1000}$
0,1	1	$\frac{0,1 \cdot 1}{10\,000} = \frac{1}{100\,000}$
0,1	0,1	$\frac{0,1 \cdot 0,1}{10\,000} = \frac{1}{1\,000\,000}$

Das erste und letzte Beispiel geben auch zugleich den Meßbereich des Apparates an, der also von 0,2 mm bis $\frac{1}{1\,000\,000}$ cm reicht. Dieser Meß-

bereich kann natürlich nach Belieben verändert werden, wenn der Inhalt der Kapillare größer im Verhältnis zu Kugel n gewählt wird. Bei dem Verhältnis

$\frac{1}{100}$	ist der Meßbereich 2 mm bis $\frac{1}{100\,000}$ cm.
$\frac{1}{10}$	ist der Meßbereich 20 mm bis $\frac{1}{10\,000}$ cm.

In der oben beschriebenen Weise sind die Ablesungen an den Kompressionsdruckmesser nur zu deuten bei alleiniger Gegenwart von permanenten Gasen⁴⁾. In diesem Falle hat das Mariottesche Gesetz Gültigkeit, d. h. die zwischen t und o abgelesenen Drucke sind umgekehrt proportional dem Volumen in o. Dasselbe ist auch der Fall bei gleichzeitiger Gegenwart gesättigter Dämpfe. Da sich diese bei der Kompression kondensieren, ohne ihren Druck zu vermehren, so bleibt ihr Druck über dem Niveau in o und t stets derselbe und gleicht sich deshalb aus. Es tritt demnach nur der Druck der neben den Dämpfen vorhandenen permanenten Gase, für welche das Mariottesche Gesetz Gültigkeit hat,

³⁾ Ist dies geschehen, so kann man natürlich leicht durch Einstellen des Hahnes x auf „fällt“ das Quecksilber zurückfallen lassen.

⁴⁾ D. h. bei solchen Gasen oder Dämpfen, die sich unter den Versuchsbedingungen wie permanente Gase verhalten.

in die Erscheinung. Man würde also in diesen Fällen finden z. B.:

bei Skalenteil 8 in o eine Niveaudifferenz von 2 cm	folglich
„ „ 4 „ „ „ „ „ 4 cm	
„ „ 2 „ „ „ „ „ 8 cm	

usw. — Jede Ablesung ergibt $\frac{16}{10\,000}$ Druck. —

Ganz anders ist das Bild, wenn keine permanenten Gase zugegen sind, sondern nur ungesättigte Dämpfe, z. B. Wasserdampf. Solange diese noch nicht den Sättigungszustand erreicht haben, verhalten sie sich auch wie permanente Gase. Nach Erreichung des Sättigungszustandes bleibt jedoch

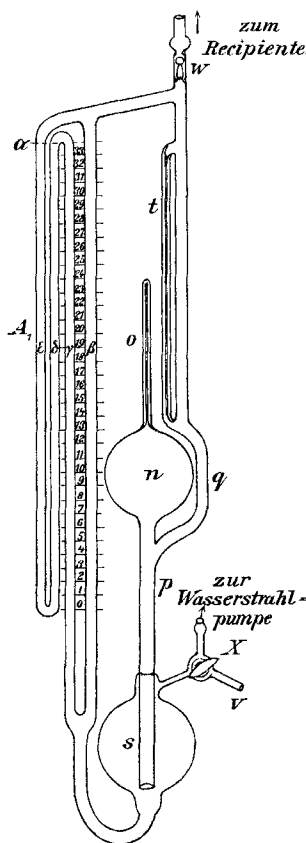


Fig. 3.

bei weiterer Verringerung des Volumens der Druck immer derselbe, da die gesättigten Gase sich kondensieren. Sei z. B. dieser Zustand durch die Kompression beim Skalenteil 8 erreicht mit einem Druck von 2 cm, so bleibt auch beim Skalenteil 4 derselbe Druck von 2 cm und auch beim Skalenteil 2 der Druck von 2 cm usw.

Wenn nun aber weder „umgekehrte Proportionalität zwischen Druck und Volumen“, noch „gleichbleibender Druck unabhängig vom Volumen“ beobachtet wird, so sind gleichzeitig permanente Gase und ungesättigte Dämpfe zugegen. Auch diese lassen sich bis zu einem gewissen Grade bestimmen mittels mehrerer Ablesungen bei verschiedenen Niveauständen in o und bei passenden

Rauminhaltsverhältnissen von o und n, sowie bei passenden Überdrücken.

2. Neuartiges, abgekürztes Barometer mit wiederherstellbarem Vakuum in Verbindung mit zwei Formen des abgekürzten Kompressionsmessers.

An Stelle des gewöhnlichen, abgekürzten Barometers A, welches die Fig. 1 und 2 zeigen, zeigt Fig. 3 ein anderes abgekürztes Barometer A₁ in Verbindung mit dem Kompressionsdruckmesser⁵⁾.

Dieses abgekürzte Barometer A₁ hat den Vorzug, daß man jeden Augenblick selbst mit leichter

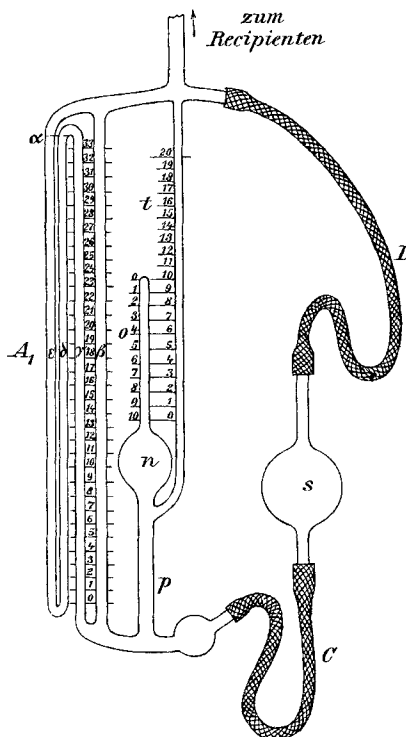


Fig. 4.

Mühe das absolute Vakuum über dem einen Schenkel herstellen kann, welches bekanntlich durch irgend einen Zufall leicht verdorben wird, was sonst jedesmal eine kostspielige und störende Reparatur nötig macht.

Die einfache Vorrichtung besteht aus dem dreimal U-förmig gebogenen Glasrohr $\beta \gamma \delta \varepsilon$, welches unten bei η in das Gefäß s einmündet und oben unterhalb w in t mündet.

Das abgekürzte Barometer (Fig. 3) stellt man nun folgendermaßen her:

Man setzt die Quecksilberpumpe in der früher (diese Z. 18, 1565 [1905]) beschriebenen Weise (durch Anschließen der Wasserstrahlpumpe bei a und Lösen

⁵⁾ Diese Einrichtung kann ebenfalls mit der Quecksilberluftpumpe zusammengestellt werden. Verfertiger: Bleckmann & Burger, Berlin, Johannisstr. 14.

der Feststellvorrichtung b nach dem Vorevakuieren) in Betrieb und sorgt durch Öffnen des Hahnes X nach u (Stellung „fällt“) dafür, daß das Quecksilber in dem Druckmesser nicht emporsteigt. Man läßt die Pumpe so lange gehen, bis man an dem harten Anstoßen des Quecksilbers erkennt, daß die Luft schon stark verdünnt ist, und läßt dann einfach durch Drehen des Hahnes X auf „steigt“ das Quecksilber in dem Druckmesser bis zum Ventil w emporsteigen, dadurch wird das Rohr $\beta \gamma \delta s$ völlig mit Quecksilber ausgefüllt. Saugt man nun wieder das Quecksilber nach s zurück (Hahnstellung „fällt“), so bleibt in dem U-förmigen Teile $\delta \varepsilon$ ein Quecksilberfaden liegen, und indem das Quecksilber bei a abreißt, entsteht über dem im Teile γ befindlichen Quecksilberniveau ein absolutes Vakuum.

Der Teil $\beta \gamma$ ist nunmehr ein abgekürztes Manometer, da über γ absolutes Vakuum ist und über β der in der Pumpe herrschende Druck lastet.

Eine Spiegelskala hinter $\beta \gamma$ erleichtert die Ablesungen. Die Differenz der Quecksilberhöhen in β und γ gibt den in dem Apparat herrschenden Gesamtdruck an (wie bei Fig. 2 das mit A bezeichnete abgekürzte Barometer).

Die Ablesungen an diesem Barometer kann man nun auf der ganzen Länge der Skala vornehmen,

äußerst tiefes Vakuum nötig ist, welches man wegen der Gummischläuche, welche nicht völlig luftdicht sind, nicht erzielen kann.

Als Vakuumdestillationsvorlage ist für manche Zwecke die nachfolgend beschriebene zweckmäßig.

Vakuumdestillationsvorlage mit Quecksilberdichtungen¹⁾.

VON LEO UBBELOHDE.

Mitteilung aus dem kgl. Materialprüfungs-Amt.
(Eingeg. d. 7./3. 1906.)

Je tieferes Vakuum erreicht werden soll, um so größere Ansprüche müssen an die Luftdichtigkeit der Destillationsgefäße gestellt werden.

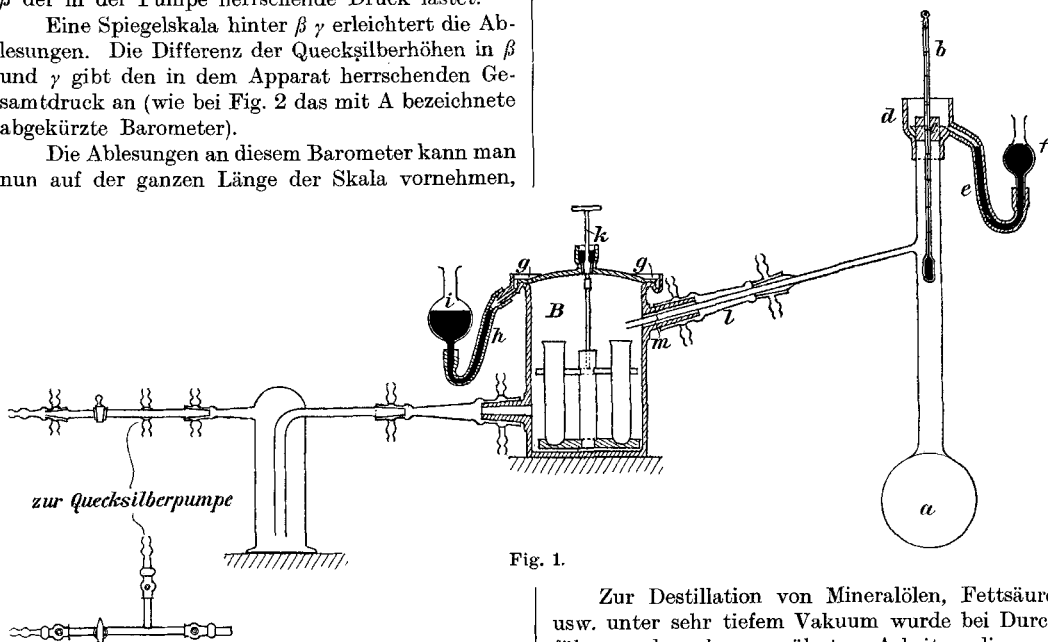


Fig. 1.

also ebensowohl wenn das Quecksilber unten steht und die Kompressionsdruckmessung außer Tätigkeit ist, als auch wenn das Quecksilber nach oben gestiegen und die Kompressionsdruckmessung in Tätigkeit ist. Damit keine Fehler durch die Wirkungen der Oberflächenspannung entstehen, müssen die Rohre genügend weit und von gleichem Durchmesser sein.

Eine etwas abweichende Konstruktion des zuletzt beschriebenen Apparates zeigt noch Fig. 4.

Die Bewegung des Quecksilbers wird hier ohne Benutzung einer Wasserstrahlpumpe durch Heben und Senken des Gefäßes s bewirkt, welches mittels der Schläuche C und D mit dem Apparat verbunden ist. Die Abkürzung des Druckmessers wurde in diesem Falle in der einfachsten Weise dadurch möglich, daß durch die Schlauchverbindung D über dem Quecksilberniveau in s auch nur der kleine im Rezipienten vorhandene Druck herrscht.

Diese Einrichtung wird nur da zu wählen sein, wo man keine Vorpumpe benutzen will, und wo kein

Zur Destillation von Mineralölen, Fettsäuren usw. unter sehr tiefem Vakuum wurde bei Durchführung der oben erwähnten Arbeiten die nachfolgend beschriebene Destillationsvorlage konstruiert.

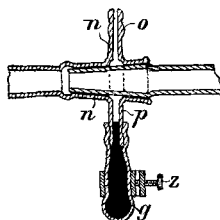


Fig. 2a.

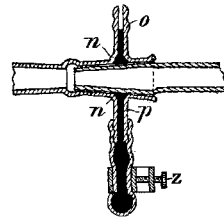


Fig. 2b.

Sie hat die Form der Brühl'schen Vorlage. Sämtliche Verbindungen sind jedoch durch Glasschliffe hergestellt unter Anwendung verschiedener

¹⁾ Der Apparat und die Quecksilberverschlüsse sind geschützt. Verfertiger Warmbrunn, Quilitz & Co., Berlin, Heidestr. und Blockmann & Burger, Berlin, Johannisstr. 14/15.