

Die Destillation

unter vermindertem Druck
im Laboratorium

von

Dr. R. Anschütz

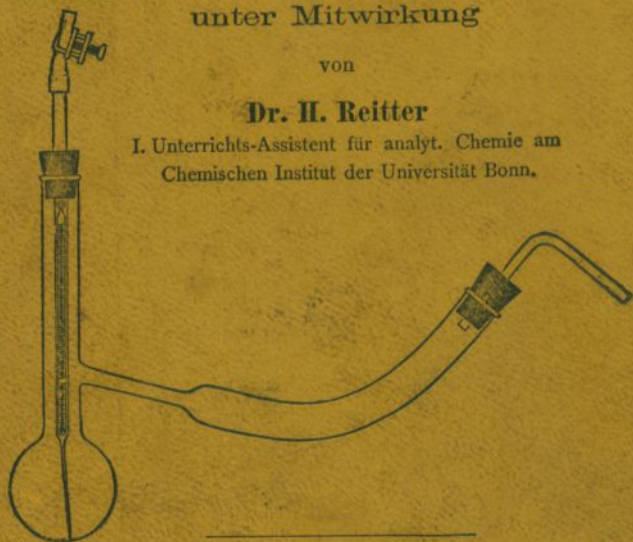
Professor der Chemie an der Universität Bonn

unter Mitwirkung

von

Dr. H. Reitter

I. Unterrichts-Assistent für analyt. Chemie am
Chemischen Institut der Universität Bonn.



Zweite neu bearbeitete Auflage.

Bonn
Verlag von Friedrich Cohen
1895.

2359

Sein Gef. Aug. Graf Graf A. Ladenburg
mit herzlichem Gruß
von Haspinger!

805

2359

DIE DESTILLATION
UNTER VERMINDERTEM DRUCK
IM LABORATORIUM

VON

Dr. R. Anschütz,

PROFESSOR DER CHEMIE AN DER UNIVERSITÄT BONN

UNTER MITWIRKUNG

VON

Dr. H. Reitter,

I. UNTERRICHTS-ASSISTENTEN FÜR ANAL. CHEMIE AM CHEMISCHEN INSTITUT
DER UNIVERSITÄT BONN.



ZWEITE NEU BEARBEITETE AUFLAGE.

BONN
VERLAG VON FRIEDRICH COHEN
1895.

BIBLIOTEKA
Instytutów Fizycznych
Uniwersytetu i Politechniki
we WROCLAWIU

Nr Inv. 1841.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieser Broschüre wurde die Destillation unter vermindertem Druck in vielen Laboratorien neu eingeführt. Die erheblichen Vortheile, welche sie in vielen Fällen bietet, haben längst ihre Unentbehrlichkeit erwiesen und werden sie in Zukunft zu einer allgemein angewendeten Arbeitsmethode machen.

In dem Maasse, als sich die Fachgenossen ihrer häufiger bedienten, wuchs die Zahl der dafür erdachten und empfohlenen Apparate. Von einer vollständigen Monographie der Destillation unter vermindertem Druck habe ich auch diesmal abgesehen, da die Broschüre hauptsächlich für den praktischen Gebrauch im Laboratorium bestimmt ist und eine eingehendere Anführung oder Beschreibung alles auf dem Gebiete Erschienenen die Schrift zu umfangreich und damit unhandlich gemacht hätte. Es ist also aus der reichen Literatur über diesen Gegenstand nur das Wichtigste berücksichtigt.

Naturgemäss sind die Methoden in den Vordergrund gestellt worden, die im Bonner chemischen Institut erprobt sind und täglich geübt werden. Besonders eingehend haben wir die Apparate behandelt, die einen wesentlichen Fortschritt in der Ausbildung der Methoden der Destillation unter vermindertem Druck bedeuten, vor allem die vortreffliche Kahlbaum'sche „selbstthätige stetig wirkende Quecksilberluftpumpe“.

Die Siedepunkte, welche im hiesigen chemischen Institut bestimmt wurden — die Mehrzahl gemeinsam mit W. O. Emery und H. Geldermann — sind durch die Ausfüllung der zweiten Spalte: „Thermometer“ gekennzeichnet, die übrigen entnahmen wir vornehmlich den Arbeiten von G. W. A. Kahlbaum und F. Krafft, die sich um die Ausbildung und Einführung der Destillation unter vermindertem Druck besondere Verdienste erworben haben.

Mehreren geschätzten Fachgenossen bin ich für werthvolle Privatmittheilungen zu Dank verpflichtet. So den Herren Prof. Franchimont, W. Körner und L. Claisen, sowie meinem Freund und Collegen Dr. J. Bredt. Allen diesen Herren spreche ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus.

Bei der Herausgabe der vorliegenden, umgearbeiteten, um mehr als das Doppelte erweiterten und mit Register versehenen zweiten Auflage der Broschüre hatte ich mich der Mitarbeiterschaft des Herrn Dr. Hans Reitter, 1. Unterrichtsassistenten für anal. Chemie am hiesigen chemischen Institute, zu erfreuen, dessen Mitwirkung allein es mir ermöglichte, die vorliegende Schrift jetzt schon der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Bonn, im April 1895.

R. Anschütz.

Einleitung.

Wenn man eine Substanz destilliren will, so muss eine Ueberhitzung der Flüssigkeit vermieden werden, da durch das sonst eintretende lästige Stossen die Destillation unregelmässig wird, und das Schwanken des Thermometers das Ablesen eines *Siedepunktes* unmöglich macht.

Zur Erleichterung des Siedens beim Destilliren unter vermindertem Druck sind ganz ähnliche Mittel in Vorschlag gebracht worden, wie sie bei Destillationen unter gewöhnlichem Druck gebräuchlich sind. Im letzteren Falle pflegt man bekanntlich in das Destillationsgefäss feste Körper einzubringen, z. B. Siedestäbchen aus Holz oder Glas oder Glasperlen, Porzellanscherben, Talk, Bimsstein¹⁾, Platindrath oder Platinblechschmitzel u. dgl. Beckmann (Z. phys. Ch. (1889) 4, 540) empfiehlt zur Vermeidung des Stossens die Anbringung einer oder mehrerer die Wärme besser leitender Stellen im Boden des Siedegefässes und lässt zu diesem Zweck einen dicken Platinstift in den Boden des Siedegefässes einschmelzen. Gewissermassen als Bindemittel zwischen dem Metall und dem Glas wird rothes Jenaer Einschmelzglas verwendet, dessen Zähigkeit das wegen der Verschiedenheit der Ausdehnungscoefficienten mögliche Ausspringen des Stiftes verhindert. Nach Untersuchungen von Gernhardt (B. (1894) 27, 964) vermag auch ein Stift aus rothem Glas allein vollständig das Platin zu ersetzen. Durch solche Mittel wird in den meisten Fällen ein Siedeverzug hintangehalten und damit einem plötzlichen Ueberschäumen der Flüssigkeit vorgebeugt.

1) Vgl. Kahlbaum: Siedetemperatur und Druck in ihren Wechselbeziehungen. Leipzig 1885 S. 53 und 126 ff.

Die Anwendung derartiger Siederleichterungen für Destillationen unter vermindertem Druck wird auch in neuerer Zeit noch vorgeschlagen. So verwendet Markownikow (B. (1888) 21, R. 57) einseitig zugeschmolzene Capillarröhrchen; Anderlini (Gazz. chim. Ital. (1894) 24, 1) stellt ein Bündel solcher Röhrchen im Fractionskolben aufrecht, bedeckt es mit einem Pfropfen Glaswolle und führt durch den Stopfen des Destillirkolbens einen starken Platindrath ein, der seinerseits wieder die Glaswolle festhält. Derartige Einrichtungen sollen ein Ueberschleudern der Flüssigkeit gut verhindern.

Am einfachsten jedoch wird ein regelmässiges Sieden der unter vermindertem Druck zu destillirenden Flüssigkeit dadurch erreicht, dass man die Destillation in einem schwachen aber stetigen Gasstrom vornimmt. In den meisten Fällen bedient man sich eines Luftstromes, der für wasserempfindliche Substanzen getrocknet wird. Gegenüber der Bequemlichkeit und Sicherheit, welche ein Gasstrom bietet, kommen andere Mittel — meiner Ansicht nach — nicht in Betracht.

Mir erscheint für die Destillation unter vermindertem Druck das Durchleiten eines ununterbrochenen Gasstromes so wesentlich, dass ich keinen Anstand nehme als den Erfinder der Methode der Destillation unter vermindertem Druck denjenigen zu bezeichnen, der zuerst unter vermindertem Druck im Gasstrome destillirt hat. Soweit mir bekannt, ist dies Dittmar¹⁾ gewesen, der im Jahre 1869 in Playfair's Laboratorium in Edinburg bei einer Arbeit über die Dissociation der flüssigen Schwefelsäure die Schwefelsäure unter vermindertem Druck destillirte und über die Ausführung dieser Operation Folgendes bemerkte: „Bei den Versuchen unter vermindertem „Atmosphärendruck wurde es nöthig gefunden zur Vermeidung „des sonst sehr heftigen Stossens einen schwachen, aber conti- „nuirlichen Strom trockener Luft durch die siedende Flüssig- „keit zu leiten. Zu diesem Zweck war an dem Boden der „Retorte ein enges Capillarrohr angelöthet, und durch dieses „wurde die vorher mit Schwefelsäure getrocknete Luft einströ- „men gelassen. Die Erhitzung der Retorte geschah in einem „doppelten Luftbad, in das an geeigneten Stellen zwei Glim-

1) Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (1869), S. 125. Zeitschr. f. Ch. (1870) N. F. 6, 1.

„merplatten eingesetzt waren, so dass man den Vorgang im
 „Innern des Apparates beobachten konnte.“ „Aus naheliegen-
 „den Gründen wurden für diese Versuche Retorte und Vorlage
 „in einem Stück aus Glas angefertigt, ein von der letzteren
 „abgehendes Zweigrohr diente zur Einführung der Säure und
 „später zur Anfügung des pneumatischen Apparates.“

Für die Ue-
 bersendung der in-
 teressanten Skizze
 der beschriebenen
 Retorte (Fig. 1),
 bin ich Herrn Prof.
 Dr. Dittmar in
 Glasgow zu bes-
 tem Dank ver-
 pflichtet.

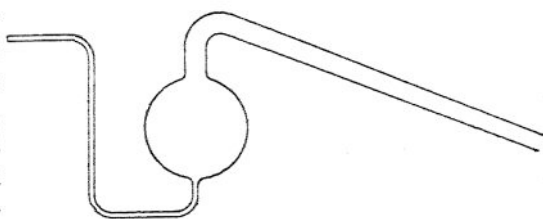


Fig. 1.

Wenn man es mit Flüssigkeiten zu thun hatte, die Kautschuk nicht angriffen, so verwendete man statt der Dittmar'schen Retorte einen Fractionskolben, der, wie aus einer von Thörner¹⁾ mitgetheilten Zeichnung ersichtlich ist, mit einem doppelt durchbohrten Stopfen geschlossen war. Durch die eine Bohrung des Stopfens ging das Thermometer, durch die andere ein zu einer Capillare ausgezogenes Glasrohr. Das Abflussrohr des Fractionskolbens wurde in einen Liebig'schen Kühler geführt, an dessen anderem Ende sich die mit Manometer und Pumpe verbundene Vorlage befand. Thörner schaltete zwischen Vorlage und Kühler den nach ihm benannten Vorstoss ein, der bei dem Fractioniren das jedesmalige Evacuiren des ganzen Apparates auf das Evacuiren der folgenden Vorlage beschränkte.

Mit Ausnahme des Thörner'schen Vorstosses wurde in der nächsten Zeit diese eben beschriebene Einrichtung verwendet: Fractionskolben mit doppelt durchbohrtem Stopfen, durch welchen Thermometer und Capillarrohr geführt wurden.

Wem das Verdienst zukommt, zuerst den Luftstrom mittelst einer durch den Stopfen eingesetzten Capillare durch die zu destillirende Flüssigkeit geleitet zu haben, konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden. Zum erstenmal beschrieben wird diese Einrichtung in der Arbeit von Kekulé und Franchi-

1) B. (1876) 9, 1868.

mont: „Ueber das Benzophenonchlorid und die Bildung von Anthrachinon bei der Darstellung von Benzophenon“ (B. (1872) 5, 908). Indessen beanspruchen Henninger und Le Bel in der 1882 erschienenen fünften Supplement-Lieferung des „Dictionnaire de chimie par Ad. Würtz“ S. 667, in einem Artikel über Destillation die besprochene Anordnung für Ad. Würtz. Sie bemerken, diese Methode zu destilliren sei ihres Wissens im Laboratorium von Würtz, „il y a une dizaine d'années, au début des travaux sur l'aldol“ — die Arbeit fällt ebenfalls in das Jahr 1872 — zum erstenmal angewendet worden.

Ob nun dem Würtz'schen oder dem Kekulé'schen Laboratorium oder beiden die verdienstliche Angabe dieses Apparates zukommt, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen. Meines Wissens jedoch ist die erste Veröffentlichung in der oben citirten Arbeit Kekulé's und seines damaligen Privatassistenten Franchimont erfolgt. In den Arbeiten von Würtz konnte ich wenigstens keine Beschreibung des Apparates finden, den er zur Destillation des Aldols unter vermindertem Druck verwendet hat.

Auf einem Irrthum beruht die Angabe (Ch. Z. (1893) 17, 1927), dass Pietro Pellogio der Erfinder der Capillare gewesen sei. Weder aus der Veröffentlichung der Zeitschrift für analytische Chemie ((1867) 6, 396), noch auch aus der Originalabhandlung (Estratto dai Rendiconti del Reale Istituto Lombardo. Classe di scienze matematiche e naturali. Vol. IV. Fasc. III. Milano 1867), welche ich der Freundlichkeit meines verehrten Collegen, Herrn Prof. W. Körner in Mailand verdanke, geht hervor, dass Pellogio überhaupt unter vermindertem Druck destillirt hat. Ebensowenig ist daraus zu ersehen, dass die Siederleichterung durch einen Luftstrom bewirkt wurde, den er in die zu destillirende Substanz eingeleitet hat.

Wegen der grundlegenden Bedeutung, welche die Einführung eines schwachen Luftstromes durch eine in die Flüssigkeit tauchende Capillare für die Destillation unter vermindertem Druck hat, mögen zwei Stellen aus der Originalabhandlung Pellogio's hier in deutscher Uebersetzung angeführt werden:

„Der Apparat besteht in einer tubulirten Retorte, an welche die Vorlage angefügt wird, und durch deren Tubulatur man

mittelst eines Korkstopfens ein Glasrohr von möglichst grossem inneren Durchmesser einführt; das Glasrohr reicht bis zum Boden der Retorte in die Flüssigkeit, ist aussen rechtwinkelig gebogen und an dem Ende, welches mit der Luft in Verbindung steht, fast zu einer Capillare ausgezogen.“
 „Ich will nur erwähnen, dass je mehr das Rohr an seinem untersten in die Flüssigkeit eintauchenden Ende zertrümmert ist, desto ruhiger das Sieden vor sich geht.“

Aus dem letzten Satze geht hervor, dass die Regelmässigkeit der Destillation der Wirkung dieses möglichst zertrümmerten Endes der Glasröhre nicht aber der Capillare zugeschrieben wird, die sich auch gar nicht in dem Destillationsgefässe, sondern, wie oben erwähnt, ausserhalb desselben befindet.

Die Pumpen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die bequeme und rasche Ausführung einer Destillation unter vermindertem Druck ist das Verfügen über eine Luftpumpe, welche schnell und ununterbrochen die Luft aus dem Destillationsapparat fortzuschaffen vermag. In erster Linie werden dieser Anforderung die *Wasserstrahlpumpen* genügen. Als solche benutzen wir die bekannten kleinen gläsernen Apparate, welche seit längerer Zeit schon von Erlangen aus in den Handel gebracht worden sind. Alle bestehenden Formen dieser Pumpen anzugeben erscheint überflüssig, denn ihre Grössenverhältnisse werden wohl überall dem vorhandenen Wasserdruck angepasst werden müssen. Wir verfügen im Bonner chemischen Institut über einen Wasserstrahl, der die Leitung mit vier bis fünf Atmosphären Druck verlässt, ein Druck, wie er in den meisten Städten, welche Hochdruckwasserleitung besitzen, vorhanden sein dürfte. Ein Zurücksteigen des Wassers in die Vorlage ist bei solchem Druck nicht zu befürchten und kann übrigens durch Einschaltung eines Rückschlagventils, z. B. eines Bunsen'schen Kautschukventils oder eines Glasventils (Krafft u. Nördlinger, B. (1889) 22, 820; H. Wislicenus, B. (1890) 23, 3293) verhindert werden. Auch durch Einschalten einer später zu besprechenden Sicherheitsflasche S. 17, eines starkwandigen leeren Glasgefässes wird das Zurücksteigen bis zu einem gewissen Grad unschädlich gemacht.

Wenn es auf gesteigerten Wasserverbrauch nicht ankommt, und man eine möglichst rasche Wirkung erzielen will, so kann man entweder mit mehreren Pumpen gleichzeitig arbeiten (Kahlbaum, Siedet. u. Dr. S. 57) oder die vorzüglich wirkenden Metallpumpen von Arzberger und Zulkowsky (A. (1873) 176, 327) verwenden. Ein erheblich besserer Druck als etwa 9—16 Millimeter Quecksilberdruck je nach der Tagestemperatur, wie er mit einem gut ziehenden Exemplar der von uns benutzten Wasserstrahlpumpen erreichbar ist, wird jedoch dadurch nicht bewirkt.

Der immerhin beträchtliche Wasserdruck, den diese eben angeführten Pumpen erfordern, wird indessen nicht überall zur Verfügung stehen, z. B. nicht in Fabriken, welche ihre Wasserleitung meist aus einem nur mässig hoch gelegenen Reservoir speisen. Für diesen Fall hat Otto N. Witt (Ch. Z. (1886) 10, 761) einen nach dem Jagno'schen Princip der *Pulsirpumpen* construirten Apparat empfohlen, der ein Evacuiren bis auf 55—60 Millimeter Quecksilberdruck gestattet. An der angeführten Stelle finden sich Abbildung und Beschreibung der Pumpe sowie Litteraturangaben über Pulsirpumpen älterer Construction. Es sei hier vorläufig bemerkt, dass bei dieser Leistungsfähigkeit der Pulsirpumpen die Vortheile der Destillation unter vermindertem Druck natürlich lange nicht so zur Geltung kommen, als wenn man Gelegenheit hat, Wasserstrahlpumpen anzuwenden (S. 18).

Ein drittes Princip der Construction von Luftpumpen, welche sich zur Ausführung von Destillationen unter vermindertem Druck eignen, besteht darin, dass eine fallende Flüssigkeitssäule zum Aussaugen des Apparates benutzt wird. Die bekanntesten hierher gehörigen Vorrichtungen sind die Sprengel'sche Quecksilberluftpumpe (A. (1873) 167, 62) und die Bunsen'sche Wasserluftpumpe (A. (1868) 148, 277). Pumpen dieser Art erfordern ein Fallrohr, dessen Länge im umgekehrten Verhältniss steht zu dem specifischen Gewicht der fallenden Flüssigkeit. Die Wasserluftpumpe setzt also das Vorhandensein eines grösseren Gefälles voraus, die Quecksilberluftpumpe gestattet die Anwendung eines viel kürzeren Fallrohres¹⁾. Queck-

1) Die Länge des Fallrohres ist auch bei der Quecksilberluftpumpe von grossem Einfluss auf die Schnelligkeit des Evacuirens.

silber hat ausserdem als Fallflüssigkeit den Vorzug der ungleich geringeren Tension, wodurch ein viel niedrigeres Druckminimum erreicht werden kann. Beim präparativen Arbeiten genügt zwar in den meisten Fällen der mit einer gut ziehenden Wasserpumpe irgendwelcher Construction leicht herzustellende Druck von 9—16 Millimeter (S. 6); allein unter Umständen wird man ein noch vollständigeres Evacuiren erzielen und namentlich die Tension des *Wasserdampfes* ausschliessen wollen. Das letztere muss dann geschehen, wenn man Substanzen destillirt, bei denen selbst die geringe Menge Wasserdampf, welche in Folge der Tension im Apparat vorhanden ist, genügt, um eine merkliche Zersetzung zu bewirken. In diesem Fall bedient man sich mit Vortheil einer Quecksilberluftpumpe. Die Mehrzahl der vielen Quecksilberluftpumpen¹⁾, welche z. B. für physikalische und physiologische Zwecke gut zu verwenden sind, hat für den Gebrauch zu Destillationszwecken mancherlei Unbequemlichkeiten. Ihre meist sehr ansehnliche Grösse, ihr complicirter Bau, die dadurch erhöhte Zerbrechlichkeit und noch andere Umstände lassen sie für den Chemiker weniger geeignet erscheinen. Die am meisten störende Unannehmlichkeit dieser Pumpen — wir führen als Beispiel die sonst so ausgezeichnete Geissler'sche Pumpe an — ist aber die, dass das Quecksilber *mechanisch* in die Pumpe gehoben werden muss. Es ist daher schon seit längerer Zeit dahin gestrebt worden, Quecksilberpumpen zu construiren, welche *selbstthätig* wirken, also einer speciellen Bedienung nicht bedürfen.

Einen sehr glücklichen Gedanken hatte v. Babo (Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. Br. (1880) 7, 350) mit der Construction einer Pumpe, die im Wesentlichen aus dem Sprengel'schen Fallrohr bestand, dem das Quecksilber durch einen „Steigapparat“ stetig zugeführt wird. Die Wirkungsweise dieses Steigapparates bestand darin, dass mittelst einer Wasserluftpumpe das Quecksilber durch gleichzeitig angesaugte Luft aus dem Sammelgefäss in die Fallröhre gehoben wurde.

Kahlbaum: „Studien über Dampfspannkraftsmessungen“, Basel 1893, S. 89.

1) Zur Geschichte der Quecksilberluftpumpen vgl. Silvanus P. Thompson: „The development of the Mercurial air-pump“ (J. of the Society of arts (1887) No. 1, 827, vol. 36, 20).

Nach demselben Princip ausgeführt ist eine Quecksilberpumpe von W. W. J. Nicol (*J. of the Society of arts* (1887) No. 1, 827, vol. 36, 39), die wir deshalb hier besonders anführen, weil ihre Veröffentlichung unseres Wissens nicht in deutsche Fachzeitschriften übergegangen ist, die Pumpe aber nach einem ausgeführten Versuche uns für Destillationszwecke recht brauchbar erscheint, wenig Quecksilber erfordert (300 ccm) und ihre kleinen Dimensionen (1 Meter Höhe) gestatten, sie auf jedem Arbeitstisch aufzustellen.

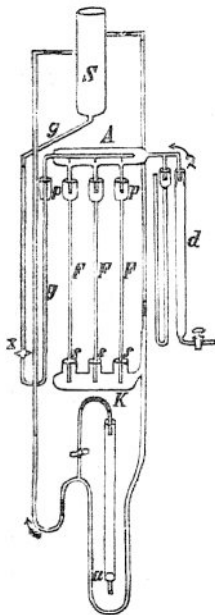


Fig. 2.

Die Selbstthätigkeit dieser Pumpe ist aus der schematischen Zeichnung (Fig. 2) ersichtlich. Die Wasserluftpumpe, welche mit *S* mittelst eines Gummistopfens verbunden wird, saugt trockene Luft bei der Oeffnung *a* ein. Diese Luft zieht das gefallene Quecksilber tropfenweise durch das Rohr links auf der Zeichnung in die Höhe und führt es in das Reservoir *S* zurück, von wo es durch ein Glasrohr (*g*) mit Regulirhahn (*x*) fließt und in den Pumpenkörper (*A*) aufsteigt. Durch ein in diesem eingeschmolzenes horizontales Glasrohr, welches mit Oeffnungen oberhalb eines jeden Fallrohres versehen ist, wird das Quecksilber vertheilt. Die unteren Enden der drei Fallröhren (*F*) führen in ein Sammelgefäß (*K*), das vom Pumpenkörper (*A*) nach rechts sich abzweigende Rohr zum Manometer, einem Trockenrohr (*d*) und dem zu evacuierenden Gefäß. Die Verbindungen bei *p* und *s* sind durch Gummistopfen hergestellt.

Immerhin aber hat die Nicol'sche Pumpe noch den Nachtheil, dass das Evacuiren ziemlich langsam erfolgt; denn bei einigermaßen schnellem Arbeiten staut sich das Quecksilber in den Fallröhren (vgl. Sprengel: *J. Ch. S.* (1865) 3, 15; Kahlbaum: *Dampfspannkraftsmessungen* 86, 87), und die Pumpe hört damit auf zu wirken. Vor kurzer Zeit nun ist es Kahlbaum gelungen (*B.* (1894) 27, 1386), die Sprengel'sche Fallröhre mit einem geeigneten Apparat zweckmässig zu verbinden und eine „selbstthätige, stetig wirkende Quecksilberluft-

pumpe“ zu construiren, die allen Anforderungen genügt und die als höchst werthvolles Hülfsmittel bei chemischen Arbeiten hier ausführlicher beschrieben werden soll.

Die Kahlbaum'sche Quecksilberluftpumpe.

Die Kahlbaum'sche Quecksilberluftpumpe (vgl. Fig. 7) setzt sich aus zwei Systemen von Glasgefäßen zusammen: der eigentlichen *Quecksilberpumpe* (*K*), einer Sprengel'schen Pumpe, und dem sogenannten *Hebeapparat*, dazu bestimmt, der Sprengel'schen Pumpe das Quecksilber ununterbrochen zuzuführen. Der Hebeapparat wird durch eine Wasserstrahlpumpe in Thätigkeit erhalten.

Die eigentliche Quecksilberpumpe besteht aus dem

1. *Fallrohr* (*F*), welches an ein birnenförmiges Glasgefäß (*K*) angeschmolzen ist (Fig. 3). Von diesem führt ein seitliches Rohr nach rechts zum Destillationsapparat. An diesem Rohr befindet sich ausser dem eingeschlifften Manometer (*M*) ein Glashahn (*H*). Glashahn (*H*) und Manometer sind mit Quecksilber gedichtet. Früher pflegte man Quecksilberschlüsse in der Weise herzustellen, dass um die

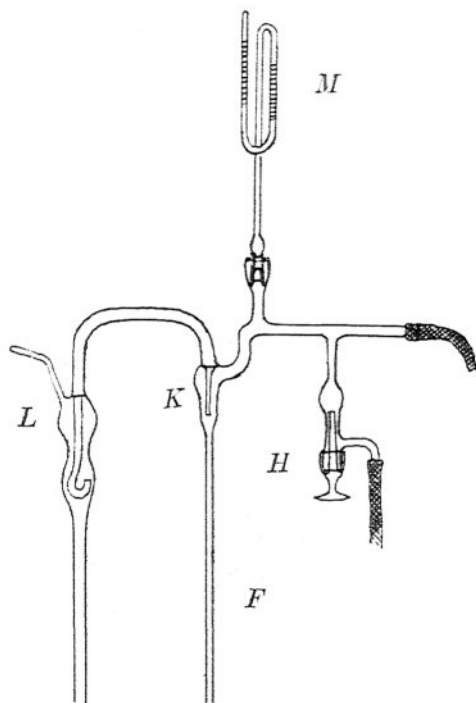


Fig. 3.

Scheide des Schliffes ein Glasbecher angeschmolzen wurde, der, wenn der Stempel eingesetzt war, mit Quecksilber gefüllt wurde. Bevor ein solcher Schliff auseinander genommen werden konnte, musste das Quecksilber erst wieder abgesaugt werden, was nie

so vollständig gelang, dass nicht beim Oeffnen etwas Quecksilber in den Apparat floss (vgl. Kahlbaum: „Dampfspannungsmessungen“, S. 170). Kahlbaum liess daher den *Stempel* des Schliffes nach aufwärts richten und *ihn* mit dem übergreifenden Glasbecher umgeben. Die Scheide ist dadurch in dem Glasbecher über den Stempel gestülpt und kann abgezogen werden, ohne dass ein Eindringen des Quecksilbers in den Apparat zu befürchten ist.

Je nach seiner Stellung verbindet der Hahn (*H*) den Destillationsapparat mit der Wasserstrahlpumpe oder schliesst ihn von ihr ab. Ein nach links gebogenes zweites Rohr verbindet das Glasgefäss (*K*) mit dem

2. *Luftfang* (*L*). Diese Theile des ganzen Kahlbaum'schen Apparates werden beim Ingangsetzen zunächst durch die Wasserstrahlpumpe evacuirt. (Das *Vorpumpen*, S. 14). Durch einen dickwandigen Gummischlauch ist der Luftfang mit dem

3. *Quecksilberreservoir* (*R*) verbunden, einem starkwandigen Glasgefäss von der aus der Zeichnung (Fig. 4) ersichtlichen Form. Durch den oberen Tubulus hat die äussere Luft Zutritt zu diesem Gefäss, der seitliche Zapfen unten ist gewöhnlich durch ein Stück übergeschobenen Kautschukschlauches mit Klemmschraube geschlossen und dient dazu, das Quecksilber aus *R* ausfliessen zu lassen, wenn die Pumpe entleert werden soll.

Der *Hebeapparat* setzt sich ebenfalls aus drei Theilen zusammen.

1. Das *Sammelgefäss* *S* (Fig. 5, S. 11), ein exsiccatorähnlicher Cylinders, nimmt durch den unteren Tubulus (bei *n*) das aus dem Fallrohr (nach *V*, vgl. Fig. 7) abtropfende Quecksilber auf. Im Sammelgefäss steht ein Einsatz von der Form einer cylindrischen Glasschale, deren Boden nach innen zu trichterförmig gehoben und mit einer Oeffnung versehen ist. Dieser Einsatz wird mit Phosphorpentoxyd beschickt. Die Trockenheit des Quecksilbers, welche durch diese Einrichtung bezweckt wird, ist nämlich für die zu erreichende Wirkung der Pumpe von grosser Wichtigkeit. Durch die Oeffnung dieses „umgestülpten

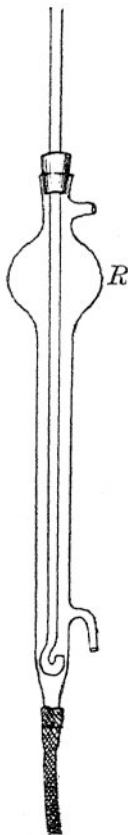


Fig. 4.

Trichters und den mittleren Tubulus des eingeschliffenen Deckels von S führt

2. das seitlich ausweichende Heberrohr (H_1) das etwa 3 Centimeter über seinem unteren offenen, bis an den Boden von S reichenden Ende eine kleine Oeffnung von etwa 0,5 mm Durchmesser trägt, zu dem oberen erweiterten Theil des

3. Barometerrohres (B , Fig. 6) mit dessen seitlicher Abzweigung (h) es durch einen Gummischlauch verbunden ist.“ Durch die an B oben noch angesetzte Kugel (k), durch das von dieser sich abzweigende Rohr und den Dreiweghahn βW_1 kann der Hebeapparat mit der Wasserstrahlpumpe in Verbindung gesetzt und auf dem Wege $S \rightarrow H_1 \rightarrow h \rightarrow B$ das Quecksilber in den Behälter R geschafft werden.

Die Wirkung der eigentlichen Sprengel'schen Quecksilberpumpe (K) ist bekannt und bedarf keiner weiteren Erörterung. Ihre Selbstthätigkeit beruht darauf, dass dem Fallrohr (F), welches ebenso wie die damit verbundenen Theile L , M , und der Destillationsapparat bereits durch eine Wasserstrahlpumpe bis zur Grenze von deren Leistungsfähigkeit evacuirt worden ist (das Vor-pumpen S. 14), durch den

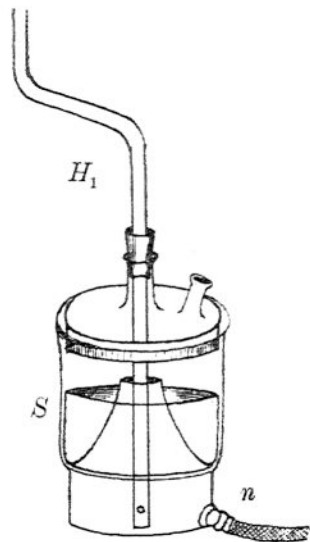


Fig. 5.

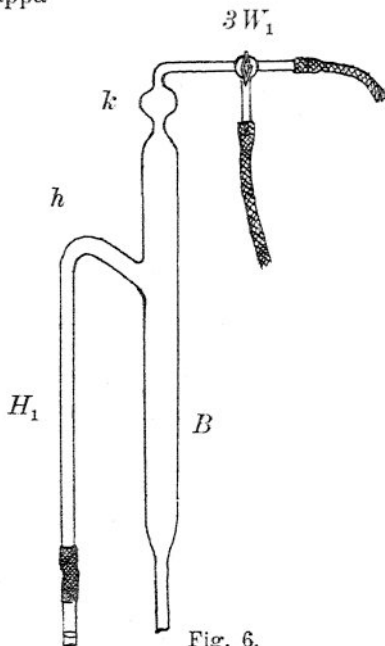


Fig. 6.

äusseren Luftdruck beständig Quecksilber aus dem Reservoir (R) zugeführt wird. Da es der äussere Luftdruck ist, welcher das Quecksilber aus dem Recipienten (R) nach der Sprengel'schen Pumpe treibt, so muss dieser mit der äusseren Luft in Verbindung bleiben (durch den seitlichen Tubulus von R); Das Füllen des Recipienten aus dem Sammelgefäss (S) konnte also z. B. nicht dadurch bewirkt werden, dass man ihn selbst evacuirt und auf kürzerem Wege als über B mit dem Sammelgefäss in Verbindung brachte. Zur Füllung des Recipienten musste demnach ein *Hebeapparat* (S. 10) angewendet werden, dessen Wirkungsweise in Folgendem klar gelegt wird. In das Quecksilberreservoir (R) ist ein Glasrohr (B) eingeführt, welches ein Gefässbarometer darstellt. Es steht mit der Wasserstrahlpumpe und zugleich durch eine obere seitliche Abzweigung (h) mit dem Steigrohr (H_1) in Verbindung. Das Steigrohr taucht in das Quecksilber des Sammelgefässes (S). Wenn dieses System, der *Hebeapparat*, mit der Wasserstrahlpumpe in Verbindung gebracht wird, so steigt das Quecksilber in B bis ungefähr zur Barometerhöhe und würde auch im Steigrohr (H_1) nur bis zu dieser Höhe gehoben werden, wenn nicht im letzteren oberhalb des Quecksilberspiegels in S die kleine Oeffnung angebracht wäre (S. 11), durch welche aus S mit dem Quecksilber auch Luft mitgerissen wird. Diese Einrichtung, der nach dem v. Babo'schen Princip erdachte Aspirator, ermöglicht es, das Quecksilber in H_1 weit über Barometerhöhe zu heben und es durch das seitliche Verbindungsrohr von oben her in das Barometer zu schaffen, wo es nach unten abfliessend den Recipienten (R) beständig von Neuem füllt.

Die mit angesaugte Luft wird im oberen Theil des Barometerrohres (B) grösstentheils schon an die Wasserstrahlpumpe abgegeben, etwa noch mitgeführte Luft tritt durch den seitlichen Tubulus von R mit der äusseren Luft wieder in Verbindung. Die letzten Spuren werden im Luftfang (L) (S. 9) zurückgehalten, das Quecksilber fliesst durch die Sprengel'sche Pumpe, durch das Fallrohr (F) nach V , und von dort durch mn nach seinem Ausgangspunkt (S) zurück, um „das Spiel von Neuem zu beginnen“.

Zur Regulirung der Thätigkeit der Wasserstrahlpumpe dient einerseits der Präcisionshahn (Pr), andererseits der ver-

schiebbare Schlitten, auf dem der ganze *Hebeapparat* und der Recipient (*R*) angebracht sind. Durch Heben oder Senken dieses Schlittens kann die Menge des nach der eigentlichen Quecksilberpumpe abfliessenden Quecksilbers vergrössert oder verringert und somit die Pumpe für den jeweiligen Wasserdruck eingestellt werden.

Um den ganzen Apparat trocken zu halten (S. 10) wird das Quecksilber an den Stellen *R* und *V*, an denen es mit der äusseren Luft in Berührung kommt, durch Chlorcalciumrohre geschützt. Das Chlorcalciumrohr an *S* dient hauptsächlich zum Schutz des im Sammelgefäss befindlichen Phosphorpentoxydes.

Es sei hier noch bemerkt, dass die *Kahlbaum'sche* Pumpe im hiesigen chemischen Laboratorium in einem Glasschrank aufgestellt ist, welcher sie vor Staub und äusserer Beschädigung schützt. Zwei in den Seitenwänden des Schrankes eingelassene durchbohrte Querleisten gestatten das Durchführen der Schläuche zur Wasserstrahlpumpe und zum Destillationsapparat, so dass, während die Pumpe im Gang ist, der Schrank geschlossen bleiben kann.

Will man die *Kahlbaum'sche* Pumpe zum Gebrauch fertig stellen, so werden die Glasgefässe zunächst gut getrocknet, dann in der aus der Zeichnung (Fig. 7) ersichtlichen Weise an dem Rahmen befestigt und mit dickwandigen Gummischläuchen verbunden. Der Einsatz in *S* wird mit Phosphorpentoxyd beschickt, und hierauf *R* bei geöffneter Klemmschraube *K7* durch den seitlichen Tubulus bis etwa zur Hälfte der Birne mit reinem Quecksilber¹⁾ gefüllt. Die Klemmschraube *K7* wird dann geschlossen. Ebenso werden die Gefässe *S* bis zur Höhe des unteren seitlichen Tubulus bei *n*, und *V* bis überhalb *m* mit Quecksilber versehen. Der Schlitten auf dem der Hebeapparat und *R* befestigt sind, wird auf seinen tiefsten Stand gesetzt, worauf die Pumpe in Betrieb gebracht werden kann.

Um die *Kahlbaum'sche* Pumpe in Thätigkeit zu setzen, werden

1) die Hähne *H*, $3W_1$ und $3W_2$ so gestellt, wie es die Zeichnung (Fig. 7) veranschaulicht, und nunmehr wird die

1) Es sind zur Füllung der Pumpe ungefähr 7 Kilo Quecksilber nöthig.

Wasserstrahlpumpe¹⁾ in Gang gesetzt. Der Bunsen'sche Schraubenquetschhahn KI ist hierbei geschlossen. Dadurch und durch die Verticalstellung von $3W_1$ ist der Hebeapparat zunächst ausgeschaltet. Es evacuirt allein die Wasserstrahlpumpe u. z. die Destillationsapparate, sowie die Gefässe L , K und die Fallröhre F , in welcher das Quecksilber ungefähr bis zur Barometerhöhe steigt.

2) Wenn das Manometer M das Maximum der Leistungsfähigkeit der Wasserstrahlpumpe (also etwa 9—16 Millimeter) anzeigt, wird der Hahn H um 90° nach rechts oder nach links gedreht und dadurch das zu evacuierende Gefäss von der Wasserstrahlpumpe abgesperrt. Wir bezeichnen diese beiden ersten Operationen als das *Vorpumpen*.

3) Jetzt wird der Hahn $3W_1$ durch Rechtsdrehung horizontal gestellt, wodurch die Wasserstrahlpumpe in Verbindung mit dem Hebeapparat gebracht wird.

Im Steigrohr H_1 sowie auch in dem Barometer B steigt damit das Quecksilber und man sieht im Steigrohr etwa Decimeterhohe Quecksilbersäulen, von einander getrennt durch die aus dem Sammelgefäss S durch die kleine Oeffnung des Steigrohres mitgerissene Luft. Das hoch gehobene Quecksilber fällt mit ziemlicher Gewalt gegen das starkwandige Gefäss B , giebt daselbst die mitgeführte Luft zum grössten Theil an die Wasserstrahlpumpe ab und fliesst in den Recipienten R , in welchem ebenfalls etwa noch mitgeführte Luft abgegeben wird.

Man wartet nun, bis der Recipient R ungefähr zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt ist und öffnet dann

4) den Quetschhahn KI .

Das Quecksilber steigt jetzt, getrieben durch den äusseren Luftdruck durch den Verbindungsschlauch aus R in den bereits evacuirten Luftfang L und, nachdem es hier die letzten Spuren mit-

1) Als Wasserstrahlpumpen sind die im Bonner Laboratorium sonst gebräuchlichen (S. 5) Pumpen nicht zu verwenden, da sie für die fortzuschaffende grössere Luftmenge zu langsam arbeiten. Wir verwenden hier für den „Hebeapparat“ eine Metallpumpe nach Arzberger und Zulkowski (S. 6).

geführter Luft abgegeben hat durch das gebogene Rohr in die Sprengel'sche Röhre, welche das weitere Auspumpen bis auf etwa $\frac{1}{2}$ Millimeter Druck besorgt. Das durch die Fallröhre F herabtropfende Quecksilber gelangt in das Gefäss V und von dort durch den Verbindungsschlauch $m n$ an seinen Ausgangspunkt, das Sammelgefäss S zurück.

Zur Abstellung der Pumpe verfährt man folgendermassen:

1) Man schliesst den Quetschhahn $K7$ und sperrt damit den Zufluss des Quecksilbers aus dem Hebeapparat nach dem mit der Sprengel'schen Pumpe verbundenen Luftfang L . Die Quecksilberpumpe stellt damit ihre Thätigkeit ein. Die Wasserstrahlpumpe arbeitet indes weiter und führt nach wie vor aus S durch H_1 u. B Quecksilber nach R . Man lässt diesen Recipienten R sich bis etwa zur Hälfte füllen und schliesst dann

2) durch Linksdrehung um 90° des Hahnes $3W_1$ den Hebeapparat von der Wasserstrahlpumpe ab. Man kann nun

3) durch Stellung (Rechtsdrehung) des Hahnes $3W_2$ das Trockengefäss P_2O_5 (Fig. 7) und den Weg: $3W_2 \rightarrow 3W_1 \rightarrow H$ mit der äusseren Luft in Verbindung bringen und dann auch die Wasserstrahlpumpe schliessen. An dem Vacuum im Destillationsgefäss wird hierdurch noch nichts geändert, da dieses von der Wasserstrahlpumpe durch den Hahn H abgeschlossen ist, an dessen Stellung seit dem Beginn der Thätigkeit der Quecksilberpumpe nichts geändert worden ist.

Will man jetzt in den Destillationsapparat Luft einlassen, so wird

4) die Klemmschraube der Capillare des Siedekölbchens allmählich vollständig geöffnet, alsdann kann man nach Bedürfniss

5) den Hahn H durch vorsichtige (langsame) Drehung um 90° in seine ursprüngliche (vgl. Fig. 7) Stellung zurückzubringen.

Die Reihenfolge der Handgriffe, welche für die Handhabung der Kahlbaum'schen Quecksilberluftpumpe erforderlich sind und deren Bedeutung oben ausführlicher auseinandergesetzt worden ist, fassen wir kurz in Folgendem zusammen:

A. Für das Ingangsetzen der Pumpe.

1) *Hähne H und $3W_2$ stehen horizontal in der Ebene der Zeichnung, Hahn $3W_1$ ist nach links geschlossen (steht vertical). Diesen Zustand veranschaulicht die Zeichnung (Fig. 7). Die Wasserstrahlpumpe wird in Thätigkeit gesetzt und evacuirt den Apparat bis etwa 9—16 Millimeter. (Vorpumpen S. 14.)*

2) *Hahn H wird, einerlei ob nach links oder rechts um 90° gedreht.*

3) *Hahn $3W_1$ wird um 90° nach rechts gedreht und somit horizontal gestellt.*

Wenn sich nach kurzer Zeit in R genügend (S. 14.) Quecksilber angesammelt hat, wird

4) *Klemmschraube Kl geöffnet.*

Damit beginnt die Thätigkeit der Quecksilberpumpe.

B. Für das Aussergangsetzen der Pumpe.

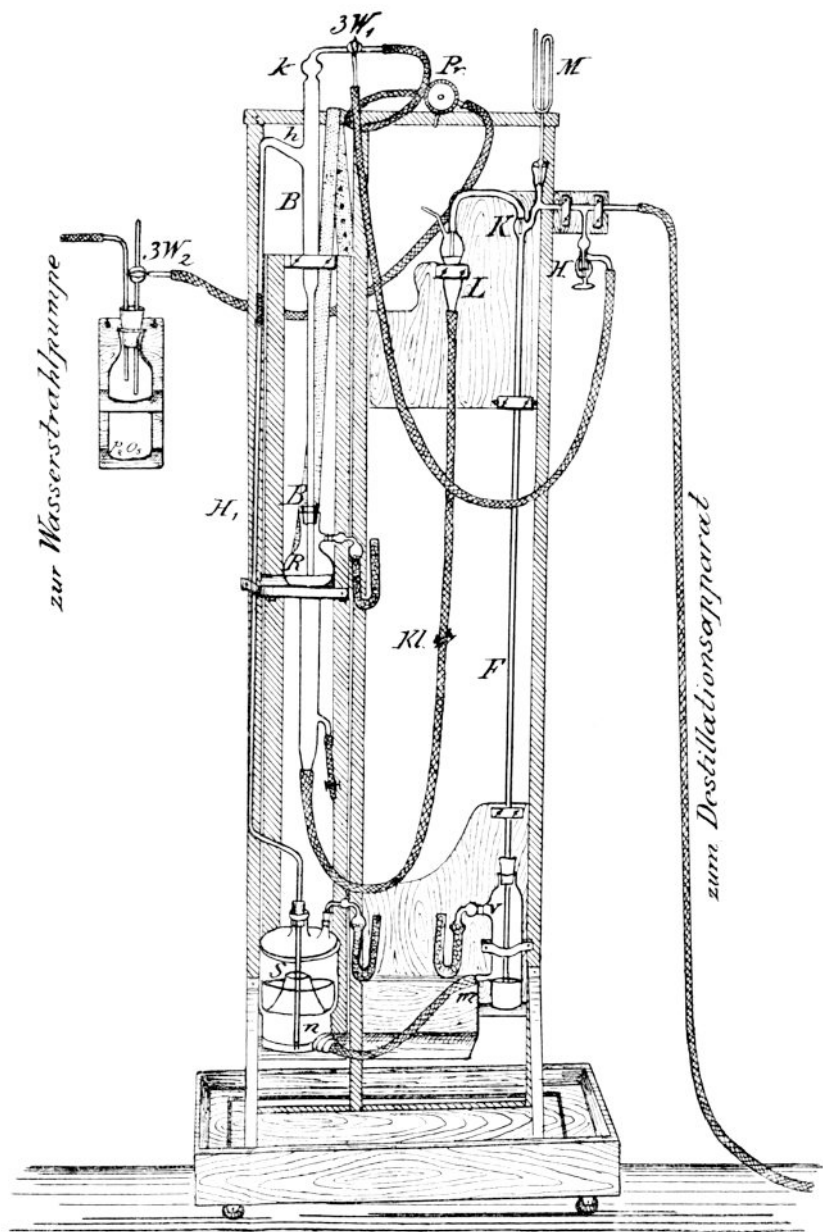
1) *Der Quetschhahn Kl wird geschlossen. — Sobald R mit Quecksilber etwas über die Hälfte gefüllt ist wird*

2) *Hahn $3W_1$ durch Linksdrehung vertical gestellt.*

3) *Wird Hahn $3W_2$ so gestellt, dass das Gefäss P_2O_5 und der mit ihm in Verbindung stehende Theil des ganzen Apparates mit der äusseren Luft communicirt (Rechtsdrehung um 90°).*

4) *Will man jetzt in den Destillationsapparat Luft eintreten lassen, so öffnet man langsam den Schraubenquetschhahn, der die Capillare des Siedekölbchens schliesst, und dann erst bringt man durch vorsichtige Drehung um 90° den Hahn H in seine Anfangsstellung (horizontal in der Ebene der Zeichnung vgl. Fig. 7).*

Es sei an dieser Stelle der Destillationsapparat angegeben (Fig. 8, S. 17), dessen sich Kahlbaum beim Arbeiten mit seiner Quecksilberluftpumpe bedient. Die Zeichnung ist ohne weiteres verständlich, wir bemerken nur, dass alle Schiffe mit Quecksilberschlüssen (S. 9) versehen sind. Für den praktischen Gebrauch im Laboratorium verwenden wir jedoch mit gutem Erfolg auch den von uns angegeben einfacheren Apparat (S. 32).



$\frac{1}{14}$ nat. Grösse.

Fig. 7.

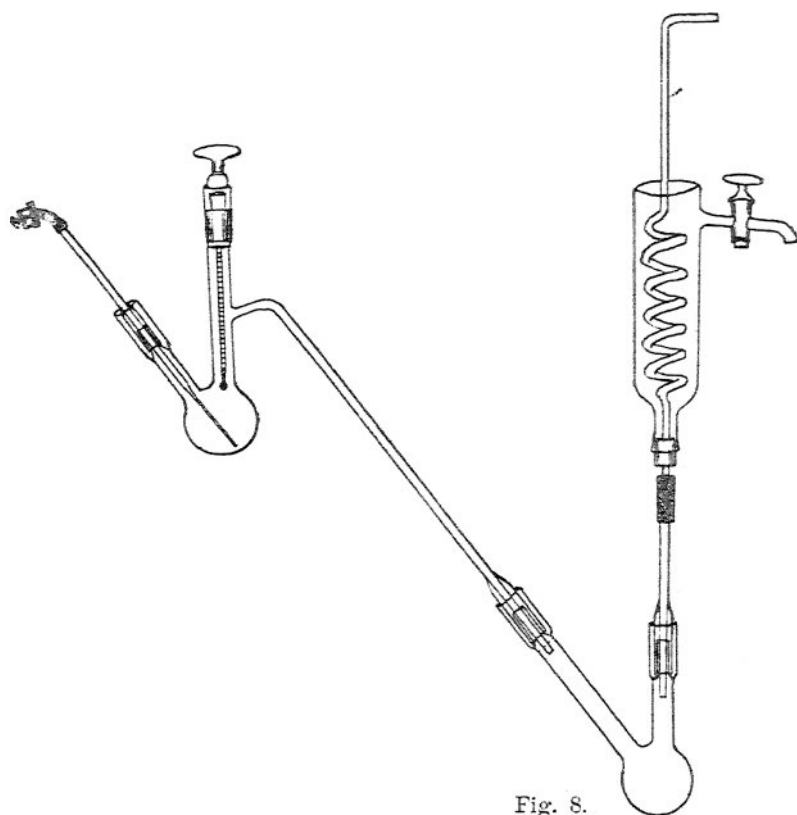


Fig. 8.

Vorrichtung zur Vermeidung von Druckschwankungen.

Bei kräftigem Wasserdruck und Verwendung einer gut ziehenden Pumpe sind Druckschwankungen im Apparat so gut wie ausgeschlossen. Zur Vermeidung solcher Schwankungen hat bereits Dittmar zwischen Vorlage und Pumpe „eine Flasche von 5 Liter Inhalt“ eingeschaltet, eine Einrichtung, die Krafft (B. (1882) 15, 1693) und Thorne (B. (1883) 16, 1327) weiter empfohlen haben. Krafft (B. (1894) 27, 1823) erklärt sie neuerdings geradezu als Vorbedingung für die Anbringung von Regulatoren zur Herstellung beliebiger Drucke im Destillationsapparat (S. 18). Die „Sicherheitsflasche“ („Vacuumreservoir“) ist seither von vielen Chemikern als zweckmässig beibehalten worden. Sie besteht aus einem

doppelt tubulirten, starkwandigen Glasgefässe von einem oder mehreren Litern Inhalt und wird entweder für sich eingeschaltet (Krafft l. c.; L. Meyer B. (1887) 20, 1835; Kahlbaum: Siedet. u. Dr. S. 55) oder mit dem Manometer zu einem einzigen Standgefäss vereinigt (Kolbe, Ch. Z. (1889) 13, 389; Claisen S. 23). Die Rolle eines „Vacuumreservoirs“ spielen bis zu einem gewissen Grade auch die grösseren der später (S. 39) besprochenen Apparate, welche zur ununterbrochenen Fractionirung unter vermindertem Druck dienen.

Herstellung beliebiger Drucke im Siedegefäss.

Wenn man nicht die Absicht hat den Siedepunkt einer Flüssigkeit unter einem ganz bestimmten Druck zu ermitteln, also im Allgemeinen bei präparativen Arbeiten, wird man suchen, unter dem erreichbaren Druckminimum zu destilliren. Für Wasserstrahlpumpen beträgt dieses, wie oben bereits (S. 6) erwähnt wurde, etwa 9—16 Millimeter Quecksilberdruck. — Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Siedetemperatur ausnahmslos erst für Drucke unter 50 Millimeter bedeutend abnimmt. Der Hauptvortheil der Destillation im luftverdünnten Raum, nämlich den Siedepunkt einer Substanz unter ihren Zersetzungspunkt herabzudrücken, macht sich in den meisten Fällen erst dann geltend, wenn man bei einem Druck von etwa 25 Millimeter und darunter destillirt. „Ein Sieden in einem sogenannten halben oder viertels Vacuum ist zwecklos“. (Kahlbaum: Siedet. u. Dr. S. 71). Aus den nachstehenden Tabellen ist ersichtlich, wie ausnehmend rasch die Siedetemperatur im Verhältnis zur Druckerniedrigung bei den niedrigsten Drucken abnimmt, sodass wir die grösste Erniedrigung des Siedepunktes in dem Intervall von 10 bis gegen 0 Millimeter Quecksilberdruck beobachten.

Die Zahlenwerthe für die Siedepunkte des Anilins sind durch eigene Versuche festgestellt worden, die Siedepunkte der *n*-Valeriansäure und *n*-Caprylsäure den Arbeiten von Kahlbaum entnommen. („Dampfspannkraftsmessungen“ S. 205 u. 223). Alle Zahlen, mit Ausnahme der Kahlbaum'schen Werthe für die niedrigsten Drucke sind abgerundet und somit nur als Näherungswerthe aufzufassen.

Anilin.

Diff.	Druck in mm	Sdep. in °C.	Der Sdep. wird erniedrigt um °C.	Diff.
	760	182		
460	300	149	33	5
50	250	144	38	1
50	200	137	45	8
50	150	129	53	12
50	100	117	65	16
50	50	101	81	4
10	40	97	85	6
10	30	91	91	9
10	20	82	100	9
8	12	73	109	9
12	1,5	50	132	23

n-Valeriansäure

Diff.	Druck in mm	Sdep. in °C.	Der Sdep. wird erniedrigt um °C.	Diff.
	760	184		
710	50	111	73	5
10	40	106	78	5
10	30	101	83	8
10	20	93	91	12
10	10	81	103	46
10	0	35	149	

n-Caprylsäure.

Diff.	Druck in mm	Sdep. in °C.	Der Sdep. wird erniedrigt um °C.	Diff.
	760	238		
710	50	156	82	5
10	40	151	87	1
10	30	144	94	8
10	20	136	102	12
10	10	124	114	37
10	0	87	151	

In den meisten Fällen also wird man unter möglichst niedrigem Druck zu destilliren haben. Unter Umständen aber wird man das von der Luftpumpe erzeugte „Vacuum“ verringern wollen. Zweckmässig wird dies bei der Destillation

solcher Substanzen geschehen, welche unter Atmosphären-
druck nicht unzersetzt sieden, deren Tension aber bei sehr
niedrigen Drucken so gross ist, dass eine vollständige Conden-
sation der Dämpfe nur schwer zu ermöglichen ist z. B. bei
der Destillation des Paraldehyds. In solchem Fall, hat man nur
nöthig die Pumpe zu zwingen, ausser durch das Capil-
larrohr noch durch eine andere Oeffnung des
Apparates Luft zu saugen.

*Die Regulirvorrichtungen, welche dies bezwecken, wer-
den zwischen Pumpe und Manometer angebracht.* Ich selbst
habe seiner Zeit an dieser Stelle des Apparates ein einfaches
T-Rohr eingeschaltet, über dessen eine in eine feine Oeffnung
endigende Röhre ein starkwandiger Gummischlauch gezogen
war, der sich mit zwei Schraubenquetschhähnen schliessen liess
(1. Aufl. S. 9). Krafft (B. (1882) 15, 1693 u. (1894) 27, 820) be-
dient sich entweder einer ähnlichen Einrichtung oder ersetzt den
Gummischlauch durch eine Glasröhre, in welche hinter ein-
ander zwei Hähne gut eingeschliffen sind. Eine Verbesserung
dieser Vorrichtung hat Michael (J. pr. Ch. (1893) 47, 199)
angegeben. Herr Prof. Claisen, dem ich die Zusendung
der Michael'schen Hähne verdanke, schreibt mir darüber:

„. . . . Zur Regulirung benutze ich die bekannte
Krafft'sche später von Michael verbesserte Vorrichtung.
Ich wende zwei feine, mit Kreis-
theilung auf Messing versehene
Hähne an (Fig. 9); mit gewöhn-
lichen Hähnen konnte ich keine
genaue Einstellung erzielen, dage-
gen haben Hähne mit Längsrillen
sich sehr gut bewährt.“

Diese
„Längsril-
len“ gehen
von der Boh-
rung aus und
sind konisch
verjüngt, an
der Wand

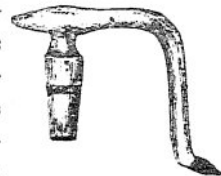


Fig. 9.

 $\frac{1}{3}$ nat. Grösse.

des Hahn-Stopfens horizontal soweit entlang geführt, dass
bei Querstellung der Hahn geschlossen ist. Durch Dre-

hung wird der konische Luftweg geöffnet und allmählich erweitert.

Die Weite dieser Rillen ist bei den zwei Hähnen, welche man zur Regelung des Druckes verwendet, verschieden, so dass der äussere Hahn für die gröbere, der innere für die feinere Einstellung dient. Beim Gebrauch ist darauf zu achten, dass die Rillen nicht mit Fett verstopft sind. Der innere Hahn ist zunächst vollständig geöffnet, der äussere geschlossen. Man lässt nun, nachdem die Pumpe in Thätigkeit gesetzt ist, durch den letzteren so viel Luft in den Apparat treten, dass der gewünschte Druck annähernd erreicht wird und stellt dann mit dem inneren Hahn genau ein. Auf der Messingscheibe, auf welcher die Hähne in Holzfüssen befestigt sind, wird mit Vortheil eine willkürliche Kreistheilung angebracht.

Gelegentlich der Bestimmung der Dampfdichte des Antimonpentachlorids unter vermindertem Druck (A. (1889) 253, 98) haben Norman P. Evans und ich folgende einfache Einrichtung angegeben. Der Regulator besteht aus einem T-Rohr, dessen eines Ende zu einer feinen Capillare ausgezogen ist. Jeder gewünschte Druck kann dadurch erhalten werden, dass man, während die Pumpe in Thätigkeit ist, vorsichtig kleine Stücke der Capillare abschneidet, solange bis der gewünschte Druck erreicht ist. Um diese Capillare vor Staub und Bruch zu schützen, wird sie mit Glaswolle umgeben und mittelst eines lose schliessenden Korkes ein Reagensglas darüber gesetzt.

Der von Kahlbaum (Siedet. u. Dr. S. 55) verwendete Regulator besteht einfach aus einer halb mit Wasser gefüllten Waschflasche. Das in das Wasser eintauchende Rohr ist unten spitz ausgezogen, so dass die Anzahl der eintretenden Luftblasen leicht deutlich gemacht wird. Die Regelung geschieht zwischen Waschflasche und Pumpe mittelst eines Glashahnes.

Die Regelung des Druckes im Siedegefäss wird also bei den eben beschriebenen Einrichtungen durch Hähne bewirkt. Auf anderer Grundlage hat Lothar Meyer (B. (1872) 5, 804) eine Regulirvorrichtung erdacht: der in den Apparat eindringenden Luft wird der Widerstand einer Quecksilbersäule von bestimmter Höhe entgegengesetzt. Die nach demselben Princip angegebenen Vorrichtungen von Otto Schumann (Pogg. A. 12, 44) und Staedel u. Hahn (A. 195, 218 u. Z. f. Instrumentenkunde 1882, 390) seien auch deshalb hier

besonders angeführt, weil man sich ihrer zweckmässig bedienen kann bei Destillationen unter höheren Drucken als dem einer Atmosphäre. Gleichfalls an dieser Stelle ist der Apparat zu nennen, dessen sich Bunte (A. (1873) 168, 139) zur Bestimmung des Siedepunktes von Flüssigkeiten beim normalen Barometerstand von 760 Millimeter bedient hat.

Andere Druckregulatoren sind noch angegeben von Godfroy (Ch. Z. (1884) 8 492), Moschner (Ch. Z. (1888) 12, 1243), W. H. Perkin (J. Ch. S. (1888) 53, 689) u. a. m.

Das Manometer.

Für die Ablesung des Druckes sind lange, offene Manometer, die wegen ihrer grösseren Dimensionen auch mehr Platz auf dem Arbeitstisch beanspruchen, sehr unbequem. Ich selbst benutzte früher als Manometer ein langes, mit einem T-förmigen Ansatzrohr verbundenes Steigrohr, das in ein Gefäss mit Quecksilber tauchte und durch ein T-Rohr mit der Pumpe und dem Destillationsapparat in Verbindung stand. Später erschien es zweckmässig, das T-Rohr an ein U-förmiges geschlossenes Manometer anschmelzen zu lassen, das an einem hölzernen Stativ befestigt und mit einer verschiebbaren, auf Holz oder besser noch auf Spiegelglas angebrachten

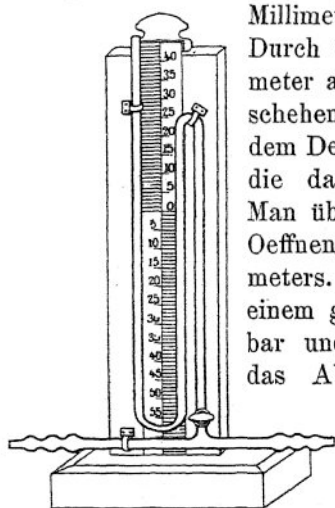


Fig. 10.

Millimeter-Skala versehen war (Fig. 10). Durch einen Glashahn kann man das Manometer ausschalten, was in dem Falle zu geschehen hat, wenn Dämpfe oder Gase aus dem Destillationsgefäss abgesogen werden, die das Quecksilber angreifen würden. Man überwacht dann nur durch zeitweises Oeffnen des Hahnes den Stand des Manometers. Das ganze Manometer ist auf einem gewöhnlichen Eisenstativ verschiebbar und kann dadurch leicht in die für das Ablesen bequemste Höhe gebracht werden. Aehnliche kurze Manometer sind bei mehreren Fachgenossen, welche die Methoden der Destillation unter vermindertem Druck häufiger anwenden, im Ge-

brauch. So vgl. Krafft u. Noerdlinger B. (1889) **22**, 820, U-förmiges Manometer ohne Hahn; Kolbe Ch. Z. (1889) **13**, 389.

Der zuletzt angeführte Apparat vereinigt in sich Manometer und Sicherheitsflasche (S. 17), ebenso der folgende, dessen Beschreibung ich einer gütigen Privatmittheilung des Autors, des Herrn Professor L. Claisen, verdanke. „Das Manometer ist durch Schliff mit einer zweihalsigen Flasche verbunden, welche die bisher zwischen Manometer und Pumpe eingeschaltete Sicherheitsflasche ersetzt; der Pumpenschlauch wird natürlich an das niedriger gelegene Seitenrohr angesetzt, so dass bei zurücksteigendem Wasser letzteres von selbst wieder zurückgesaugt wird. Die dickwandigen Seitenröhren gestatten ein bequemes An- und Ablegen der Schläuche, der Apparat ist in dieser Hinsicht weniger zerbrechlich als der ältere, was für den Gebrauch wohl einigermassen in Betracht kommt. Ferner kann die Flasche leicht gereinigt werden, und das Manometer selbst wird durch übergerissene flüchtige Producte nicht verschmiert. Die — auch hier verschiebbare — Skala habe ich dahin abgeändert, dass der Nullpunkt unten liegt, so dass man ohne addiren zu müssen nach entsprechender Einstellung jeden Druck von etwa 200 Millimeter abwärts direct ablesen kann. Ein vom unteren Seitenrohr sich abzweigender offener Stutzen (in der Figur nicht abgebildet) dient zum späteren Wiedereinlassen von Luft sowie namentlich auch zum Ansatz der Regulirvorrichtung, sofern man bei einem höheren Druck als dem durch die Pumpe erreichbaren Verdünnungs-Minimum destilliren will“ (S. 18).



Fig. 11.

Die Bäder.

Ein Hauptgrund dafür, dass durch die fractionirte Destillation unter vermindertem Druck Substanzen leichter völlig rein erhalten werden als bei der Destillation unter gewöhnlichem Druck, ist nicht nur der Umstand, dass die

Tension des höher siedenden Körpers im Allgemeinen verhältnissmässig viel rascher abnimmt als die des flüchtigeren Körpers, sondern auch das Erhitzen der zu destillirenden Substanz in einem Bad (vgl. Dittmar S. 2), also unter Ausschluss der directen Flamme. Durch die directe Flamme wird der Boden des Glasgefässes und besonders in den letzten Stadien der Destillation auch die mit dem Boden des Glasgefässes in Berührung befindliche Flüssigkeit viel höher erhitzt als dem Siedepunkt entspricht und unter diesen Verhältnissen tritt häufig eine partielle Zersetzung ein.

Will man diese partielle Zersetzung bei Destillationen unter gewöhnlichem Atmosphärendruck durch Anwendung eines Bades vermeiden, so muss man dafür Sorge tragen, dass kein Siedeverzug stattfindet, der nicht nur ein Stossen der Flüssigkeit veranlassen kann, sondern auch einen zu hohen Siedepunkt beobachten lässt (S. 1). Auch in diesem Fall leistet ein trockner Luftstrom, der durch eine feine Capillare bis auf den Boden des Destillationsgefässes geleitet wird, die besten Dienste.

Das Erhitzen des Destillirkölbchens bei der Destillation unter vermindertem Druck geschieht also am besten nicht durch die directe Flamme, sondern in einem erwärmten Bad, und zwar kommt bis 70° ein Wasserbad, von 70 — 210° ein Paraffinbad und für höhere Temperaturen ein Graphitbad, Metallbad (Wood'sche Legirung) oder Luftbad zur Anwendung. Als Wasserbad und als Paraffinbad benutzten wir glasierte Eisengefässe, deren beide Henkel auf einem Ring ruhen, so dass man die Gefässe leicht an einem Stativ auf- und abschieben kann (S. 32). Die kleine mit trockenem Graphit oder der Metalllegirung gefüllte Eisenschale lässt sich ebenfalls mittelst eines Ringes, auf dem sie ruht, leicht verschieben.

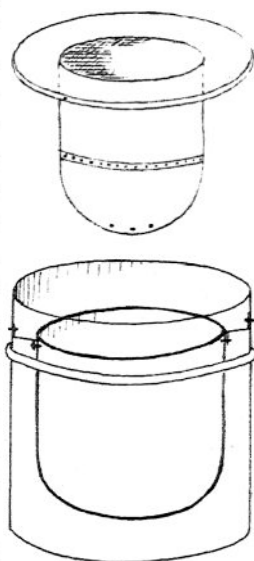
Nach dem Princip der Luftbäder von Lothar Meyer (B. (1889) 22, 879) ist ein Luftbad von J. Bredt angegeben worden, welches sich als Ersatz für Paraffin-, Graphit- oder Metallbad gut eignet, jedoch nur leicht constant zu halten ist, wenn die Temperatur 150° übersteigt. Die Form dieses Luftbades zeigt Fig. 12. In dem äusseren beiderseits offenen Cylinder ist ein etwas engerer unten halbkugelig geschlossener Cylinder durch einige Niete festgehalten. In diesen wird das innerste unten durchlochte Gefäss, wel-

welches als eigentliches Bad dient (in der Figur oberhalb gezeichnet) eingesetzt. Der seitliche Rand dieses innersten Cylinders dient gleichzeitig als Deckel des äusseren Mantels. Bei dieser Anordnung wird die Destillation gewissermassen in einem dreifachen Luftbad vorgenommen, und so eine gleichmässige Erwärmung des Siedefässes bewirkt. Das Bad ist aus Kupferblech, der mittlere Einsatz, welcher mit der Flamme in Berührung kommt aus Eisenblech gefertigt, der äussere Cylinder zur Vermeidung der Abkühlung mit einem Asbestmantel bekleidet.

Während der Destillation werden alle Bäder durch eine geeignet ausgeschnittene Glas- oder Asbestplatte bedeckt gehalten.

Ueber Brühl's Luftbad, eine halbkugelförmige Metallschale, über welche ein Trichter aus Asbestpappe gestülpt wird s. B. (1888) 21, 3342.

Da der Siedepunkt einer Substanz unter stark vermindertem Druck durch die Temperatur des Bades, in welches das zur Hälfte mit Flüssigkeit gefüllte Destillirkölbehen zu Dreiviertheilen eintaucht, stark beeinflusst wird, so ist es nöthig, die Temperatur des Bades sorgfältig zu regeln und sie der Siedepunktzahl beizufügen, wie dies bei den von uns bestimmten Siedepunkten in den später mitgetheilten Tabellen in den meisten Fällen geschehen ist. Die Temperatur des Bades ist immer höher als der Siedepunkt, und zwar ist die nöthige Differenz bei niedrig siedenden Substanzen kleiner als bei höher siedenden. Man erhitzt zunächst das Bad bis die zu destillirende Flüssigkeit langsam übergeht. Die dazu nöthige Temperatur des Bades hält man so lange constant, bis der Siedepunkt steigt, und das Ueberdestilliren langsamer wird. Man folgt nun mit dem Erwärmen des Bades vorsichtig, bis die Badtemperatur genügt, um die Destillation wieder in richtigen Gang zu bringen. Verfährt man so, so ist man sicher, dass das beobachtete Steigen des Thermometers durch das Destilliren eines beigemengten, höher siedenden Körpers veranlasst wird.



1: 5
Fig. 12.

Der Destillationsapparat.

a) Destillation von Flüssigkeiten.

Die ursprüngliche Thörner'sche Anordnung des Destillationsapparates: Siedegefäss mit doppelt durchbohrtem Kautschukstopfen, durch welchen Capillare und Thermometer eingeführt sind, Liebig'scher Kühler und Vorlage, welche schon bei Thörner und auch nach vielen späteren Angaben mit dem Kühler durch einen Vorstoss in Verbindung steht, hat mancherlei Nachteile.

Zunächst kann man den doppelt durchbohrten Stopfen ohne Gefährdung von Capillarrohr und Thermometer nur mit grösster Vorsicht in den Hals des Fractionskolbens einpressen, eine Unbequemlichkeit, auf die schon Kahlbaum (Siedet. u. Dr. S. 54) aufmerksam macht und die er durch Anwendung eines eigenthümlichen zweitheiligen Siederohrs (Fig. 13) vermeidet. Das untere Ende von Rohr *a* war durch einen Pappiring mit der als Destillationsgefäss dienenden Platinblase luftdicht verbunden. Durch *a* ging das Capillarrohr, durch *b* das Thermometer. Das untere Ende von *b* reichte in den Kühler.

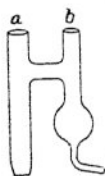


Fig. 13.

Von ähnlicher Ueberlegung geleitet hatte schon vorher Winssinger (B. (1883) 16, 2640) für Destillationen unter gewöhnlichem Druck ein Siederohr construirt, dessen Form wir in dem unlängst von Claisen (A. (1893) 277, 177) angegebenen Siedekolben für Destillation unter vermindertem Druck wieder



Fig. 14.

begegnet (Fig. 14). Im Claisen'schen Kolben sind Destillirblase und zweitheiliger Siedeaufsatz zu einem Glasgefäss vereinigt. Nach Claisen besitzen diese Kolben ausserdem den Vortheil, dass „ein Ueberschleudern der Flüssigkeit bei stossweisem Sieden bis in den Kühler an sich schon weniger leicht möglich als bei einem einfachen Kolbenhalse gänzlich vermieden werden kann, wenn man in das Seitenrohr ein paar grössere Glasstücke einfüllt, welche den Stoss der aufwärts geschleuderten

Flüssigkeit brechen. Den Raum über den Glasstücken kann man — natürlich nur bei Flüssigkeiten von nicht zu hohem Siedepunkt — mit Glasperlen ganz oder theilweise ausfüllen und so die Vortheile der Hempel'schen Colonne mit der Vacuumdestillation verbinden.“ Auch die Unterschiede zwischen dem Erhitzen über freier Flamme und dem Destilliren aus einem Bade sollen sich bei Anwendung dieser Kolben weniger geltend machen.

Die Anwendung einer kurzen Hempel'schen Säule ist übrigens zuerst von Michael (Am. Ch. J. (1887), 9, 122; J. pr. Ch. (1893) 47, 197) und später auch von Hantzsch (A. (1888) 249, 57) empfohlen worden.

Die Unbequemlichkeit, welche die Benutzung eines doppelt durchbohrten Stopfens mit sich bringt, haben neuerdings Michael (J. pr. Ch. (1893) 47, 197) sowohl, als auch Kahlbaum (S. 17) dadurch umgangen, dass sie die Capillare durch einen seitlichen Tubulus in das Siedegefäß einführen. Ich selbst habe sie seiner Zeit an den Fractionskolben anschmelzen lassen, wie dies Dittmar bei seiner Retorte gethan hat; dann genügt zum Verschluss ein einfach durchbohrter Stopfen, durch den das Thermometer geht. Ich liess deshalb Fractionskolben anfertigen (Fig. 15), in deren Hals ein dickwandiges Capillarrohr eingeschmolzen war, das sich jedoch im Kolben befand statt ausserhalb desselben und möglichst dicht an dem Glas des Kolbens entlang lief. Dieses Capillarrohr endigte in ein gewöhnliches, aussen am Hals

des Fractionskolbens
angesetztes gebogenes

Rohr, wie Fig. 15 zeigt¹⁾. Mit einiger Vorsicht lässt sich das Thermometer, welches den nur einfach durchbohrten Stopfen direct oder mittelst einer Stopfbüchse durchsetzt, einführen ohne das Capillarrohr zu berühren. Handelt es sich um eines der später zu besprechenden kurzen Thermometer, die alle am oberen Ende Glasösen haben, so befestigt man

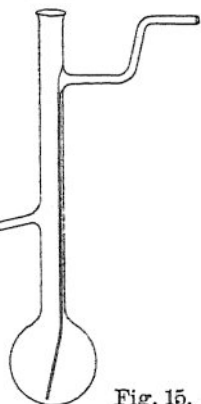


Fig. 15.

1) Vor Kurzem (J. Ch. S. (1889) 55, 359) ist dieser Kolben nochmals angegeben und als „very convenient“ bezeichnet worden.

dasselbe mittelst Platindrath an einem etwa gleich dicken Glasstab, den man an einem Ende ausgezogen und zu einer Oese umgebogen hat. In letzterem Fall muss man den Glasstab durch eine Stopfbüchse führen, welche durch ein so langes Glasrohr gebildet wird, dass sich das obere Ende des Thermometers in demselben befindet. Auf diese Weise angebracht, ändert das Thermometer seine Stellung nicht, es bekommt Richtung und Halt durch die Glasröhre (Fig. 16). Versucht man jedoch das mit dem Glasstab verbundene Thermometer frei in den Hals des Fractionskolben zu hängen, so wird es, sobald die Destillation in Gang kommt, von der benetzten Glaswand angezogen und adhärirt.



Fig. 16.

Aber das Problem lässt sich noch einfacher lösen, als mit Hilfe des in Fig. 15 dargestellten etwas zerbrechlichen Fractionskolbens, indem man nämlich das Thermometer in das zur Capillare ausgezogene Glasrohr einsetzt (Fig. 17).

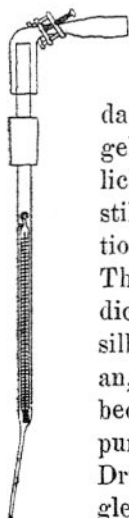


Fig. 17.

Bei dieser Anordnung ging ich von dem Gedanken aus, dass der langsam durch die Flüssigkeit geleitete Strom der sehr verdünnten Luft keine merkliche Abkühlung des Thermometers während der Destillation herbeizuführen vermöge. In der That functionirt ein solches in einem Einsatzrohr befindliches Thermometer wie ein Thermometer, das ein aus etwas dickerem Glas wie gewöhnlich angefertigtes Quecksilbergefäß besitzt, es wärmt sich etwas langsamer an, wie das frei hängende Thermometer, aber man beobachtet mit seiner Hilfe genau denselben Siedepunkt wie mit letzterem, vorausgesetzt, dass der Druck und die Badtemperatur bei beiden Versuchen gleich sind. Von dieser Thatsache kann man sich mit Hilfe der Fractionskolben mit eingeschmolzenen Capillaren leicht überzeugen und ich stelle in der nachfolgenden Tabelle einige hierauf bezügliche Zahlenangaben zusammen:

Name der Substanz	Thermometer	Thermometer im Einsatzrohr		
		Druck	Badtemp.	Siedepunkt
Chlorbenzol	I	12 mm	40°	27°3
Propionsäure	I	" "	51	46 —46.2
Cymol	II	" "	72	60.6—60.8
Nitrobenzol	II	" "	109—110	87.8
Weins.-Aethylester	III	" "	172—175	151—152

Name der Substanz	Thermometer	Thermometer frei im Dampf		
		Druck	Badtemp.	Siedepunkt
Chlorbenzol	I	12 mm	40°	27 —27°2
Propionsäure	I	" "	52— 55	45.6—46
Cymol	II	" "	72	59.4—60.4
Nitrobenzol	II	" "	108—110	87—87.6
Weins.-Aethylester	III	" "	171	151.2

Was die zu Capillaren auszuziehenden Glasröhren zum Einsetzen der Thermometer anbelangt, so sind dieselben zwar dünnwandig, aber doch noch stark genug, um den bei dem Einpressen des Stopfens, durch den sie gesteckt sind, auf sie ausgeübten Druck auszuhalten.

Um möglichst enge Einsatzröhren zur Anwendung bringen zu können, habe ich massive und andere Thermometer anfertigen lassen, die keine der üblichen, unnöthigen Ausbuchtungen zeigen und sowohl von hier aus durch Franz Müller, Dr. H. Geissler Nachf., und C. Gerhardt, Marquart's Lager chemischer Utensilien als auch durch andere Firmen in den Handel gebracht werden.

Im Jahre 1885 hat Gräbe¹⁾ auf der Naturforscherversammlung zu Strassburg i. E. für Schmelzpunktsbestimmungen neben den bereits allgemein gebräuchlichen Zincke-Geissler'schen Thermometern, bei denen bekanntlich die Graduirung mit dem Siedepunkt des Wassers dicht über der

1) Tageblatt der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte S. 363.

Thermometerkugel beginnt, Thermometer empfohlen, bei denen sich dicht über der Thermometerkugel der Siedepunkt des Naphtalins oder des Benzophenons befinden. Das gewöhnliche Thermometer von 0—360° war in 4 Thermometer zerlegt, von denen die drei ersten je 100°, das letzte 60° umfasste. Allein, wenn man die einzelnen Grade nicht sehr klein machen will und besonders, wenn man jeden Grad noch in Fünftel theilt, sind Skalen von 100° zu lang. Ich habe daher statt vier Thermometer deren sieben anfertigen und jedes derselben für einige 50 Grade einrichten lassen. Der zu den Siedepunktangaben, welche in den nachfolgenden Tabellen unseren Versuchen entnommen sind, benutzte Thermometersatz war in Fünftel Grade getheilt und rührte aus der Werkstätte von C. Gerhardt, Marquart's Lager chemischer Utensilien in Bonn her. Die einzelnen Thermometer sind numerirt und umfassen folgende Temperaturintervalle :

Nr. I	von — 2°	bis + 51°
Nr. II	„ + 40°	„ 105°
Nr. III	„ 90°	„ 160°
Nr. IV	„ 140°	„ 220°
Nr. V	„ 195°	„ 265°
Nr. VI	„ 238°	„ 315°
Nr. VII	„ 296°	„ 368°

Als fixe Punkte wurden folgende Temperaturen benutzt :

1. 0°, Temperatur des schmelzenden Eises.
2. 50, Temperatur von Wasser, in dem das in Zehntel-Grade getheilte Normalthermometer 50° zeigte.
3. 100, Siedepunkt des Wassers • unter 760 mm
4. 154, „ „ Anisols „ 760 „
5. 217, „ „ Naphtalins „ 760 „
6. 255.5, „ „ Diphenyls „ 760 „
7. 307, „ „ Benzophenons „ 760 „

Mit Hilfe dieser Temperaturen kann man auf jedem der sechs ersten Thermometer zwei fixe Punkte controlliren und einen auf dem Thermometer Nr. VII. Die von mir ausgeführte Prüfung des oben erwähnten Thermometersatzes von C. Gerhardt ergab die in der nachfolgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellten, sehr befriedigenden Resultate :

Angaben der Normalthermometer.		Angaben der 7 Thermometer des Satzes.	
Schmelzpunkt des Eises	0°	No. I	0°
Temp. von warmem Wasser	50		50
Sdep. des Wassers unter 744.0mm	99.4	No. II	50
			99.3
Sdep. des Anisols unter 744.0mm	153.2	No. III	99.4
			153.2
Sdep. des Naphtalins unter 744.0mm	216.3	No. IV	153.2
			215.8
Sdep. des Diphenyls unter 755.8mm	255.3	No. V	216.0
			255.2
Sdep. des Benzophenons unter 755.8mm	307	No. VI	255.2
			306.7
		No. VII	306.7

Als Normalthermometer dienten zwei Instrumente, von denen das eine von 0—100° in Zehntel-Grade, das andere von 100—360° in ganze Grade getheilt war.

Zur Herstellung des zu den Siedepunktsbestimmungen benutzten Thermometersatzes kam Jenenser Glas zur Verwendung. Beiläufig sei darauf hingewiesen, dass es natürlich viel leichter ist für so kurze, als für lange Thermometer eine gut calibrische Glasröhre zu finden.

Eine weitere Unbequemlichkeit der ursprünglichen Thörner'schen Anordnung finden wir in dem langen Kühlrohr des Liebig'schen Kühlers. Wir verbinden deswegen den Destillationskolben unmittelbar mit einem zweiten als Vorlage dienenden Fractionskolben und kühlen die Vorlage von aussen¹⁾

1) Es liegt auf der Hand, dass bei dem Destilliren überhaupt diese äussere Kühlung der Vorlage bei weitem einfacher und zweck-

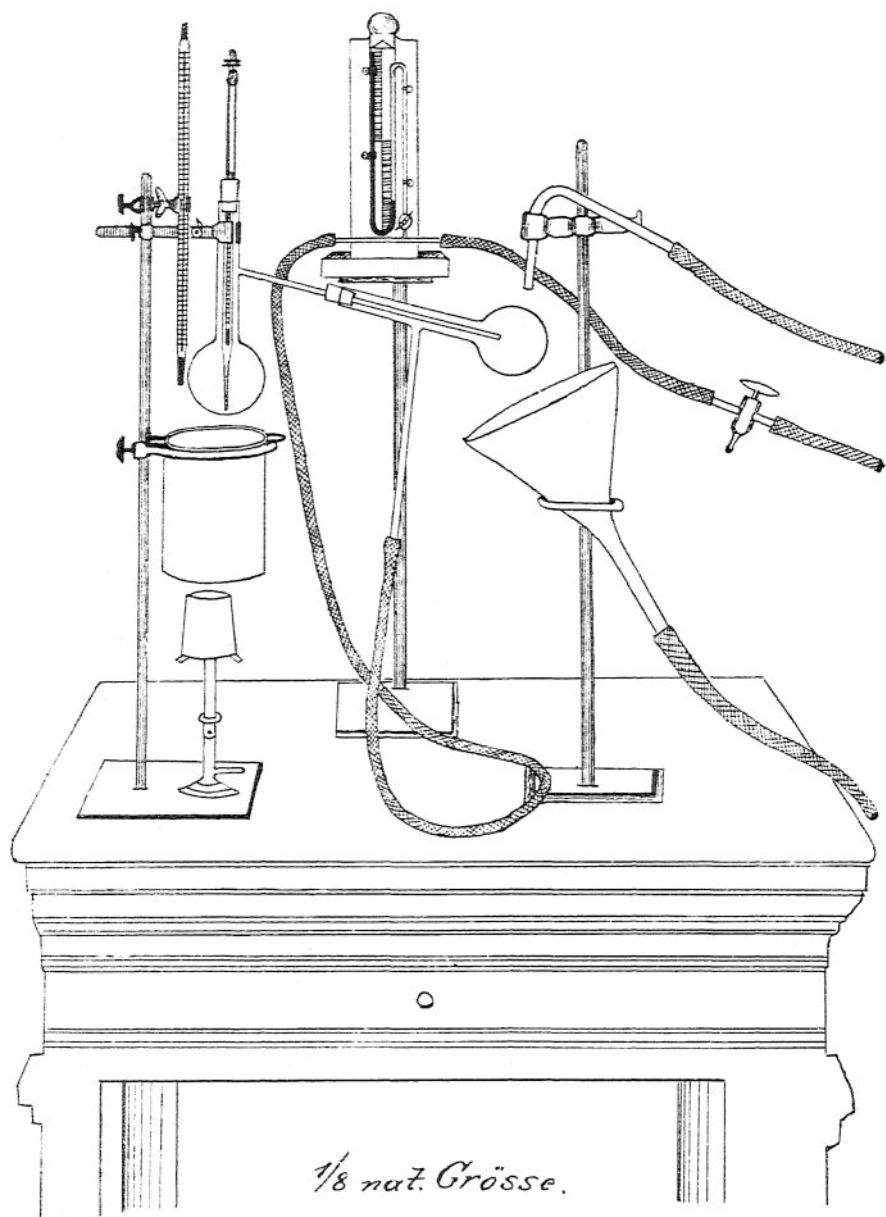


Fig. 18.

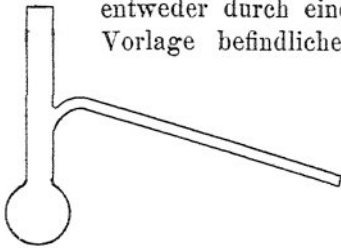


Fig. 19.

entweder durch einen Wasserstrahl, den ein unter der Vorlage befindlicher, mit Gummischlauch versehener Trichter auffängt¹⁾, oder umgeben bei sehr flüchtigen Substanzen die Vorlage mit einem Kältegemisch. Die gewöhnliche Anordnung des im hiesigen Laboratorium üblichen Destillationsapparates

wird also durch folgende Zeichnung veranschaulicht (Fig. 18, S. 32) zu der nur noch bemerkt sei, dass zwischen Manometer und Pumpe zweckmässig ein Dreiweghahn eingeschaltet ist, der es erlaubt, sowohl den Destillationsapparat abzusperren, als auch die in Thätigkeit befindliche Pumpe mit der Luft in Verbindung zu bringen. Nur wenn dieses geschehen ist kann man den Wasserhahn schliessen, ohne dass ein Zurücksteigen des Wassers nach der Vorlage hin eintritt.

Natürlich werden je nach der Art der zu destillirenden Flüssigkeit sowohl das Destillationsgefäss wie auch die Vorlage zweckentsprechend abgeändert.

Je nach dem höheren oder niedrigeren Siedepunkt der Substanz ist das seitliche Abflussrohr tiefer oder höher angesetzt. Für Substanzen, welche Neigung haben überzuspritzen, hat Emery mit Vortheil Kolben verwendet (Fig. 19), deren Abflussrohr zunächst nach aufwärts gebogen war. Recht zweck-

mässiger ist als die von Walter, J. pr. Ch. (1886) 34, 427 empfohlene innere Kühlung. Walter reclamirt in der citirten Abhandlung gegenüber Kreuzler und Winssinger das Princip der inneren Kühlung, dasselbe ist jedoch schon im Jahre 1841 von Danger und Flandin angewandt worden. Die Beschreibung des Apparates von Danger und Flandin, auf den mich Herr Geheimrath Kekulé aufmerksam machte, findet sich in einem Rapport sur plusieurs mémoires concernant l'emploi du procédé de Marsh, dans les recherches de médecine légale par Regnault: A. chim. phys. (1841) [3] 2, 180. Danger und Flandin condensiren in einem Rohr, welches durch ein eingeschobenes Kühlrohr (un réfrigérant) abgekühlt wird, die Verbrennungsproducte einer mittelst des Marsh'schen Apparates erhaltenen Wasserstoffflamme, um diese Producte auf Arsen zu untersuchen.

1) Introduction à l'étude de la chimie par Ad. Würtz (1885), S. 110. Henninger u. Le Bel: „Dictionnaire de chimie par Ad. Würtz“ Suppl. 5 (1882), 667.

mässig für solche Substanzen wird auch die Form (Fig. 20) für den Destillirkolben gewählt, bei welcher der Kolbenhals in die eigentliche Destillirblase etwas eingedrückt ist; an der kantigen Grenze des Kolbenhalses kommen die sich bildenden Blasen leicht zum Platzen. Die Anwendung von Kolben dieser Gestalt bietet ausserdem noch

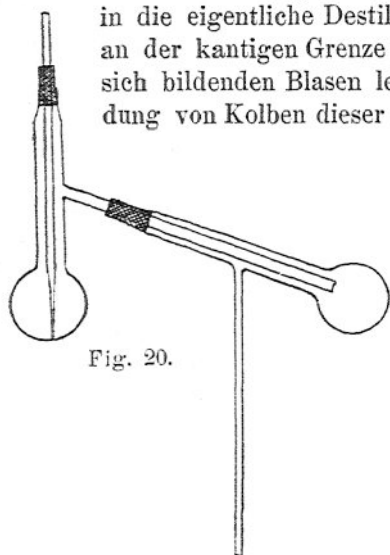


Fig. 20.

mehrere Vortheile. Da man als Verschluss der Fractionskolben ausschliesslich Kautschukstopfen verwendet, so muss man — wie ich dies s. Z. (1. Aufl. S. 11) vorgeschlagen habe — bei Flüssigkeiten, die Gummistopfen angreifen, den Fractionskolben mit einem sehr langen Hals ausstatten, so dass sich das Abflussrohr genügend weit vom Stopfen abzweigt. Bei vorsichtiger Destillation

werden alsdann die warmen Dämpfe der Substanz nicht mit dem Stopfen in Berührung kommen, dessen untere Fläche man im Nothfall paraffiniren kann. Statt dieser langhalsigen Kolben können die eben beschriebenen gut verwendet werden, da bei ihnen die Capillare mittelst eines übergeschobenen Gummischlauches in den verjüngten Kolbenhals eingeführt ist, und dadurch die Dämpfe der siedenden Substanz mit dem Kautschuk ebenfalls kaum in Berührung kommen.

Ein weiterer Vorzug dieser Kolben ist der, dass sich die Capillare in dem (*rothen*) Gummischlauch viel leichter verschieben lässt, als wenn sie durch einen Gummistopfen eingeführt ist. Man kann sie also für den Fall des Abbrechens leicht wieder an die tiefste Stelle des Destillirkolbens bringen, ohne den Apparat auseinander nehmen zu müssen. Für die Destillation solcher Flüssigkeiten verwenden wir auch Kolben mit *ingeschliffener* Stopfbüchse, in welche das Capillarrohr eingeschmolzen wird. Eine Erneuerung derselben ist erst nach vielleicht zwanzigmaligem Gebrauch nöthig. Der Destillationsapparat nach Kahlbaum (S. 17) sei an dieser Stelle ebenfalls wieder in Erinnerung gebracht.

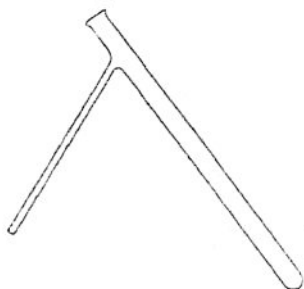


Fig. 21.



Fig. 22.



Fig. 23.

Ebenso wie das Siedegefäß wird auch die Vorlage nach Bedürfniss abgeändert werden. Verbietet die Natur der Flüssigkeit ein Umgiessen, so verwendet man als Vorlagen Röhren mit seitlichem Ansatzrohr, welche man in verschiedener Weite und Länge (Fig. 21 und 22) vorrätzig hält und die je nach dem Lumen ihres offenen Endes mittelst Kautschukstopfen oder Kautschukschlauch mit dem Abflussrohr des Fractionskolbens verbunden werden, wie letzteres die Zeichnung in dem mehrfach citirten Artikel über Destillation von Henninger und Le Bel veranschaulicht. Zur Kühlung werden diese Röhren während der Destillation mit einem Streifen Filtrirpapier umwickelt und auf diesen der Wasserstrahl geleitet oder man umgibt sie mit einem unten geschlossenen Liebig'schen Kühlrohr.

Nach beendigter Destillation schmilzt man die Röhren mit aufgesetztem kurzem Chlorcalciumrohr unter dem seitlichen Ansatzrohr vor dem Gebläse ab. Will man derartige empfindliche Flüssigkeiten für die Sammlung präpariren, so verwendet man als Vorlagen Standgläser mit angeschmolzenem T-Rohr (Fig. 23).

a) Die fractionirte Destillation.

Schon in der Einleitung wurde erwähnt, dass Thörner zwischen Vorlage und Kühler einen Vorstoss einschaltete, der es erlaubte, einzelne Fractionen der Destillation getrennt aufzufangen ohne die Destillation zu unterbrechen und der das Evacuiren des ganzen Apparates auf das Evacuiren der folgenden Vorlage beschränkte. — Als ich selbst vor Jahren zum ersten Male unter vermindertem Druck zu fractioniren hatte,

erschien mir die Thörner'sche Vorlage als eine unnöthige Complication des Apparates, denn je weniger Stopfen man bei der Destillation unter vermindertem Druck nöthig hat, um so leichter ist es den Destillationsapparat luftdicht schliessend zusammenzustellen. Ich liess das innere Rohr des Liebig'schen Kühlers mit einem Dreiweghahn versehen und benutzte als Vorlage einen Fractionskolben, dessen Abflussrohr mit dem Manometer und der Pumpe in Verbindung stand. Seitdem ich zur Condensation der Dämpfe auch den Liebig'schen Kühler nicht mehr verwende (S. 32), benutze ich zum Auffangen verschiedener Fractionen eine Reihe von Fractionskolben, die alle auf denselben Stopfen passen. Das Wechseln der Vorlage und das Evacuiren der beiden Kolben des Apparates nimmt so wenig Zeit in Anspruch, dass diese Methode zu fractioniren noch immer die einfachste zu sein scheint. Nichtsdestoweniger mögen hier die wichtigsten Apparate angeführt werden, deren Construction es erlaubt unter vermindertem Druck zu fractioniren, ohne die Destillation zu unterbrechen. Einige solche Apparate (*Vorstösse*) sind nur veränderte Formen des ursprünglichen Thörner'schen Vorstosses: Glasgefässe, deren beide Tubuli mit dem Kühler und der Pumpe in Verbindung stehen, und deren Abflussrohr, an dem sich die Vorlage befindet, durch einen *Glashahn* abgesperrt werden kann (z. B. Thorne B. (1883) **16**, 1327, Lewkowitsch J. ch. S. (1889) **55**, 360 od. Valenta Rep. Ch. Z. (1890) **14**, 91, Fuchs: Arendt Exp. Ch. 248).

Diese Einrichtungen erscheinen deswegen nicht sehr empfehlenswerth, weil ungefettete Glashähne sich im Vacuum schlecht drehen lassen und man den Hahn nicht einfetten darf, da das Destillat denselben durchlaufen soll. Den Uebelstand, welchen die Verwendung eines *Glashahnes* mit sich bringt hat L. Meyer (B. (1887) **20**, 1833) vermieden durch die Angabe eines Vorstosses, den wir in Fig. 24 wiedergeben und der sich unserer Erfahrung nach besonders zweckmässig erweist, wenn man grössere Flüssigkeitsmengen zu fractioniren hat. In den einen seitlichen Tubulus (*a*) mündet das Abflussrohr des Destillationsapparates; in gleicher Höhe führt auf der anderen Seite der mit Dreiweghahn versehene Weg (*b*) zur Pumpe. In das Abflussrohr des Vorstosses, welches zur Vorlage führt, ist an der verengten Stelle (*c*) ein konisches Ventil eingeschliften, dessen Stopfen ein rechtwinkelig gebogenes ebenfalls

mit Dreiweghahn versehenes Glasrohr (*d*) bildet. Es geht durch den oberen Tubulus des Vorstosses und ist mit diesem durch einen sorgsam gefeilten Korkstopfen verbunden. Zum Gebrauch des Apparates wird das Ventil (*e*) durch Verschiebung des rechtwinkligen Glasrohres (*d*) geöffnet, und die beiden seitlichen Glasröhren (*b* u. *d*) mittelst eines Y-Rohres mit der Pumpe verbunden. Während

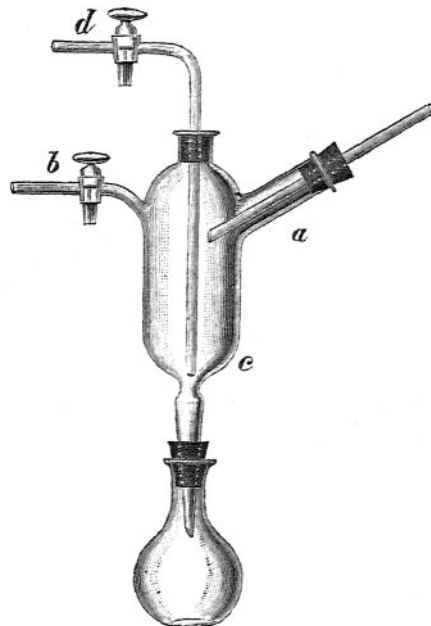


Fig. 24.

beide Hähne gegen die Pumpe hin geöffnet sind, wird die Destillation begonnen. Will man die Vorlage wechseln, so wird durch Herunterschieben des Glasrohres das Ventil geschlossen und durch den oberen Dreiweghahn Luft in die Vorlage eingelassen, diese durch eine neue ersetzt und durch langsame Rückdrehung des Dreiweghahnes wieder mit der Luftpumpe in Verbindung gebracht. Sobald evacuirt ist, hebt man wieder das Ventil und lässt den bereits über demselben im Vorstoss angesammelten Theil der zweiten Fraction in die Vorlage abfließen u. s. f.

Die folgende Fig. 25 zeigt eine Abänderung des Vorstosses nach L. Meyer, welche nach der Angabe von J. Bredt

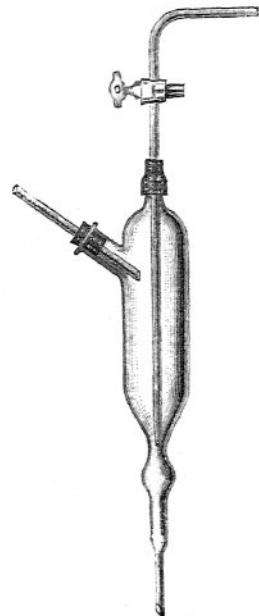


Fig. 25.

hergestellt ist¹⁾. Der untere Weg zur Pumpe ist bei diesem Apparat weggefallen, durch welchen Umstand die Destillation beim Wechseln der Vorlage allerdings so lange unterbrochen bleibt, bis die neue Vorlage evacuirt ist. Jedoch bedeutet dies bei der Verwendung einer gut ziehenden Pumpe keinen nennenswerthen Zeitverlust, selbst wenn man mit Vorlagen grösseren Inhaltes zu arbeiten hat. Ausserdem ist durch die eben genannte Aenderung die Gefahr vermieden, dass bei unvorsichtigem, zu raschem Oeffnen des obern Hahnes (Fig. 24), welcher die neue Vorlage mit der Luftpumpe und durch das Y-Rohr mit dem Siedekolben verbindet, durch den plötzlichen Ausgleich der Drucke die zu destillirende Flüssigkeit in die evacuirte Capillare des Destillirkolbens zurücksteigt. Man öffnet das Ventil eben erst dann, wenn der gewünschte Minimaldruck wieder erreicht ist.

Aus der Zeichnung ist — beiläufig bemerkt — ersichtlich, dass das Ventilrohr mittelst übergeschobenen Gummischlauches eingeführt ist. Ebenso werden das Abflussrohr des Destillirkolbens (im Allgemeinen gekühlt durch den Michaelischen Kühler S. 40) und die Vorlage durch elastische Kautschukstopfen mit dem Vorstoss luftdicht verbunden.

Ueber eine andere Modification des Vorstosses von L. Meyer s. Kolbe: Ch. Z. (1889) **13**, 389.

Die folgenden Vorrichtungen zur ununterbrochenen Fractionirung unter vermindertem Druck beruhen im Allgemeinen auf einem von Konowalow zuerst angewendeten Princip: durch Drehung mehrere an einer gemeinsamen Axe befestigte Vorlagen der Reihe nach unter das Abflussrohr des Destillirkolbens zu bringen. Der ursprüngliche Konowalow'sche Apparat (B. (1884) **17**, 1535) bestand aus einem starkwandigen Glaseylinder, der durch einen dreifach durchbohrten Gummistopfen verschlossen war. Durch die beiden seitlichen Bohrungen gingen das Abflussrohr des Kolbens und der Weg nach der Pumpe, durch die mittlere führte ein Glasstab, an welchem die als Vorlagen dienenden Reagensgläser befestigt waren. Durch Drehung des Glasstabes wurden die Vorlagen gewechselt.

1) Dieser Vorstoss wird von E. Leybold's Nachfolger in Köln und von Franz Müller in Essen in den Handel gebracht.

Gorbow und Kessler (B. (1885) **18**, 1363) haben ein Jahr später einen ganz ähnlichen Apparat angegeben, der sich von dem Konowalow'schen dadurch unterscheidet, dass er in grösseren Dimensionen gehalten ist, und in Folge dessen der Verschluss des Standgefässes durch einen Korkstopfen hergestellt ist, in dessen Mitte wieder ein Gummistopfen eingesetzt wird. Durch diesen geht dann die drehbare Axe, der Glasstab. — Im Jahre 1888 hat nun Brühl (B. (1888) **21**, 3339) das Konowalow'sche Princip in folgendem Recipienten zur Anwendung gebracht (Fig. 26). Das exsiccatorähnliche Gefäss ist doppelt tubulirt; der obere schräge Tubulus nimmt das Abflussrohr des Kühlers auf, während durch den unteren die Verbindung mit der Pumpe hergestellt wird. Durch den aufgeschliffenen Deckel führt der drehbare Glasstab, an dem durch einen Bajonetteverschluss der Träger der Vorlagen befestigt ist.

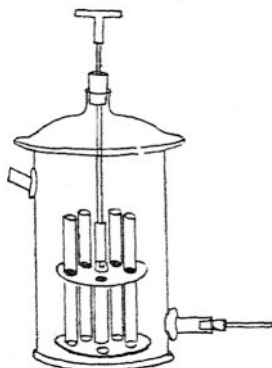


Fig. 26.

Drei Recipienten, welche leicht aus beliebig grossen Exsiccatorglocken hergestellt werden können und sich deshalb für die Destillation grösserer Flüssigkeitsmengen eignen, sind von H. Wislicenus (B. (1890) **23**, 3293), von H. Schulz (B. 1890) **23**, 3568) und von H. Biltz (Ch. Z. (1895) **19**, 304) angegeben worden. Apparate nach Billeter (Bull. soc. sc. nat. Neuchâtel **16**, 13. Feb. 1888), Raikow (Ch. Z. (1888) **12**, 694), Gautier (Bull. [3] (1889) **2**, 676) und Anderlini (Gazz. Chim. Ital. (1894) **24**, 1) bewirken die Drehung statt an einem Gummistopfen an einem eingefetteten Schliiff.

Dass die grösseren dieser Apparate namentlich die exsiccatorförmigen gleichzeitig zur Vermeidung von Druckschwankungen dienen, wurde oben bereits (S.18) erwähnt.

Neuerdings hat Bredt einen Vorstoss erdacht, welcher sich sehr gut bewährt und im hiesigen Laboratorium vielfach verwendet wird, sowohl beim Fractioniren unter vermindertem als auch unter gewöhnlichem Druck. Der Vorstoss (Fig. 27) besteht

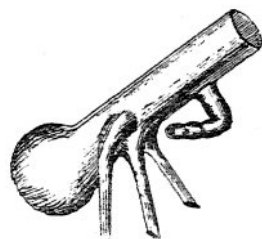


Fig. 27.

aus einem Glasrohr, das an einem Ende zu einer Kugel aufgeblasen ist und welches mehrere seitliche Ansätze trägt. Der eine hakenförmig gebogene Ansatz wird bei Destillationen unter vermindertem Druck mit der Pumpe in Verbindung gebracht, an den drei anderen, deren Enden schräg abgeschliffen sind, werden mittelst Gummistopfen Vorlagen beliebiger Grösse und Form befestigt. In den Vorstoss wird ebenfalls durch einen weichen Gummistopfen das Abflussrohr des Destillirkolbens soweit eingeführt, dass sein Ende über die an der Ansatzstelle etwas erweiterten Röhrechen zu stehen kommt, durch welche

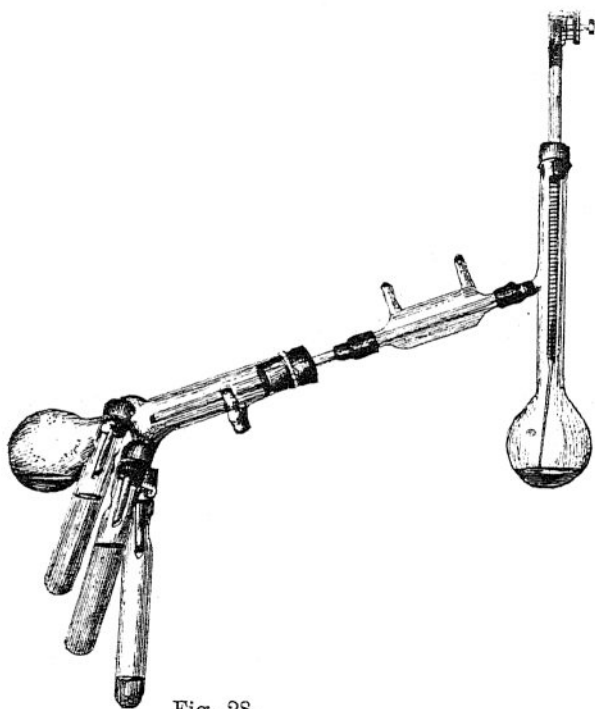


Fig. 28.

die Fractionen in die Vorlagen abfließen. Zur

Condensirung der Dämpfe wird für diesen Apparat der kleine Michaelische (J. pr. Ch. (1893) 47, 197)

Kühler empfohlen (Fig. 28). Sollen z. B. bei einer Destillation Vorlauf und drei Fractionen aufgefangen

werden, so stellt man den Vorstoss zunächst so, dass die Ansätze, welche die Vorlagen tragen, nach oben stehen; der Vorlauf fließt dann in die Kugel ab. Durch Drehung des Gummistopfens um das Abflussrohr des Destillirkolbens als Axe wird dann die erste Vorlage, welche an dem einen, etwas seitlich gekrümmten Ansatzröhrechen befestigt ist, eingeschaltet u. s. w. (Das Drehen des Gummistopfen geht bei guter Qua-

lität desselben ganz leicht von Statten. Sollte ein Stopfen die Eigenschaft haben, am Glase zu kleben, so genügt es, etwas Talk durch sein Lumen zu blasen).

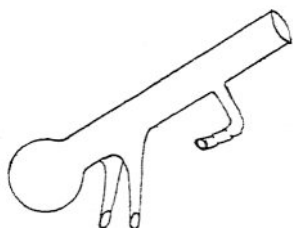


Fig. 29.

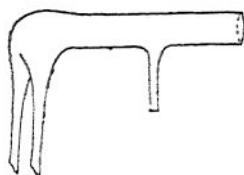


Fig. 30.

Die Form (Fig. 29) des Vorstosses ist in etwas kleineren Dimensionen ausgeführt und zum Auffangen von nur zwei Fractionen bestimmt. Fig. 30 ist ein Modell, welches nach einer Angabe von Bredt, von Parlato („Beitr. z. Kenntniss des Dioxobernsteinsäureesters und des Dioxomalonsäureesters.“ Inaug.-Diss. Bonn 1893) verwendet worden war, um den äusserst hygroskopischen Dioxobernsteinsäureester rein darzustellen.

Hat man grössere Mengen Vorlauf abzudestilliren, die man nicht weiter verwenden will oder auf deren Reinheit nicht besonders Werth gelegt wird, so lässt sich der folgende Vorstoss mit eingefettetem Dreiweghahn verwenden (Fig. 31). Zunächst stehen die drei für die Fractionen bestimmten Vorlagen wieder nach oben. Wenn der Vorlauf überdestillirt ist, wird der Hahn gegen den Destillationskolben hin geschlossen, der Kolben mit dem Vorlauf abgenommen und der Vorstoss wie oben gedreht.

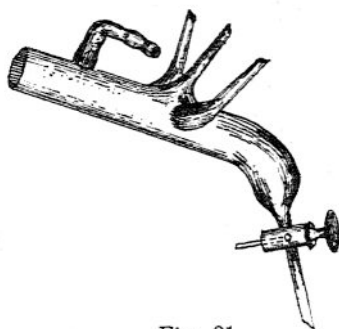


Fig. 31.

Als Destillationsgefäss für ununterbrochene Fractionirung unter vermindertem Druck wird für alle diese Vorstösse der Kolben Fig. 32 (S. 42) empfohlen, wenn grössere Flüssigkeitsmengen zu destilliren sind.



Fig. 32.

Durch den mit zwei Regulirhähnen versehenen Scheidetrichter kann der Kolben leicht nachgefüllt werden, oh dass man nöthig hat, den Apparat auseinander zu nehmen¹⁾.

β) Destillation leicht erstarrender Substanzen.

Am meisten Schwierigkeiten verursacht die Destillation leicht erstarrender Körper unter vermindertem Druck. Einerlei ob man die Vorlage mittelst Kautschuckschlauch oder Kautschuckstopfen mit dem Abflussrohr des Destillationsgefässes verbunden hat, die Verbindungsstelle lässt sich nicht erwärmen, der durch sie geschützte Theil des Abflussrohres verstopft sich demnach ausserordentlich leicht. Bei solchen Substanzen verwende ich Destillationskolben (Fig. 33), deren Ansatzrohr erweitert und nach aufwärts gebogen als Vorlage dient,

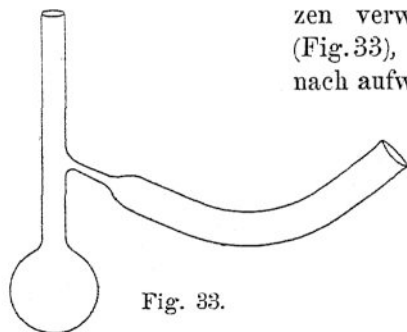


Fig. 33.

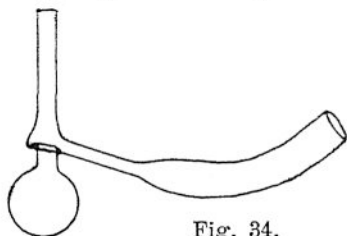


Fig. 34.

also Destillationskolben mit angeschmolzener Vorlage. Die Vorlage dieser Kolben fasst ungefähr die Hälfte des Inhaltes der Destillirblase. Eine andere Form dieses Kolbens zeigt Fig. 34. Der Kolbenhals ist nach unten erweitert und in der Weise über die Destillirblase gestülpt, dass im Inneren des Ge-

1) Anm. Diese oben beschriebenen Apparate nach Bredt sind gesetzlich geschützt und werden von den Firmen: E. Leybold's Nachfolger in Köln und Franz Müller, Glasbläserei in Essen geliefert.

fässes eine Rinne entsteht. Die bereits im Kolbenhals wieder verdichteten Dämpfe laufen in dieser nach der Vorlage ab, ohne in den Destillirkolben zurückzufließen. Dieser Kolben eignet sich gut für sehr hoch siedende Substanzen. Hat man grössere Mengen Substanz zu destilliren, so gibt man der Vorlage eine kugelförmige Gestalt (Fig. 35) (A. (1890) 259, 64). Für Sammlungspräparate benutzt man den Kolben Fig. 36 und schmilzt nach beendigter Destillation die Vorlage an den verengten Stellen ab.

Bei der fractionirten Destillation leicht erstarrender Körper wird die Vorlage nach jeder Fraction entleert und gereinigt oder aber man bedient sich der von Emery (B. (1891) 24,

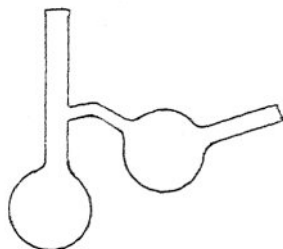


Fig. 35.

596) vorgeschlagenen Einrichtung.

Emery hat Destillirgefäss und Vorlage wieder getrennt und lässt mehrere Vorlagen anfertigen, die auf denselben Schliff des kurzen Abflussrohres passen.

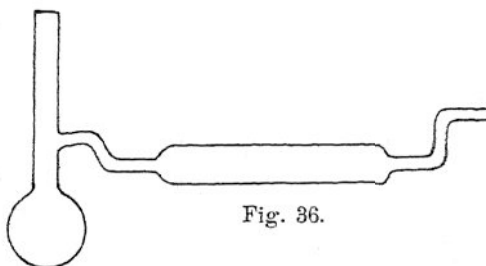


Fig. 36.

Bei Anwendung solcher Apparate lässt sich durch Erwärmen auch während der Destillation hochschmelzender Substanzen das Abflussrohr leicht offen halten, so dass mit ihrer Benutzung die Destillation fester Körper unter vermindertem Druck sich ebenso einfach gestaltet wie die Destillation von Flüssigkeiten. Die Siedepunkte unter vermindertem Druck aller in den nachfolgenden Tabellen enthaltenen, bei gewöhnlicher Temperatur festen Substanzen sind in solchen Destillationskölbchen bestimmt worden. Entleerung und Reinigung der angeschmolzenen Vorlage bietet keinerlei Schwierigkeiten.

In den nachfolgenden Tabellen sind ausser den Siedepunkten unter vermindertem Druck, die im Laufe der Jahre im hiesigen chemischen Institut bestimmt worden sind, auch

Siedepunkte aufgenommen worden, welche den Arbeiten anderer Fachgenossen entnommen sind. In erster Linie sind hierbei die Untersuchungen von G. W. A. Kahlbaum und F. Krafft berücksichtigt worden.

In der sechsten Spalte der Tabellen finden sich als Anmerkung die Angaben über die hierbei benutzte Litteratur, welche am Schluss zusammengestellt ist. Die Siedepunkte unter gewöhnlichem Druck sind, soweit sie bestimmt oder überhaupt bestimmbar sind, den neueren Lehr- und Handbüchern entnommen. Aus den Differenzwerthen der achten Spalte ist ersichtlich, wie ganz ausserordentlich beträchtlich besonders für die hochsiedenden Substanzen die durch eine Druckverminderung bis auf etwa 12 mm erreichte Herabsetzung der Siedetemperatur ist.

Was die Genauigkeit der angeführten Siedepunkte unter vermindertem Druck anlangt, so will ich ausdrücklich bemerken, dass weder die Angaben des Thermometers noch des Manometers mit dem Fernrohr abgelesen wurden. Die Quecksilbersäule der Thermometer, deren fixe Punkte oben mitgetheilt sind, war bei jeder Destillation ganz in den Dampf der siedenden Flüssigkeit gehüllt. Die in der Tabelle gegebenen, im Bonner chemischen Institut bestimmten Siedepunkte sind in keiner Richtung corrigirt.

Abgesehen davon, dass die nachfolgenden Tabellen für viele Substanzen die erste Siedepunktsbestimmung unter vermindertem Druck enthalten, liefern sie auch das Material um für einen Körper, dessen Siedepunkt unter gewöhnlichem Druck bekannt ist, das richtige Thermometer zur Destillation unter vermindertem Druck auszuwählen.

Anorganische Substanzen.

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
Wasserstoffsperoxyd	—	68	—	84 — 85 ^o	1)	Zers.	—
Schwefelsäure	IV	12	220 ^o	197,6—197,8		330 ^o	132,2 ^o
Chlorsulfonsäure	II	11	75	65 — 66		158,4	92,4
Hydroxylamin	—	22	—	56 — 57	2)	Zers.	—
		60		70	3)		
Phosphor	III	12	135—140	125		278,3	153,3
Phosphortribromid	II	12	60	51,2— 51,4		175	123,6
Phosphorsulfochlorid	I	12	30	19,2— 19,4		124	104,6
Phosphorsulfobromid	II	12	100	86 — 86,2		Zers.	—
Arsenrichlorid	I	11	35	25		133,8	108,8
Arsenribromid	II	11	107	87		220	133
Antimonrichlorid	III	11	120	102		223	121
Antimonpentachlorid	II	14	85—90	68		Zers.	—
Antimontribromid	III	12	165—170	146,4—146,8		275	128,2
Antimontrijodid	V	12	240—250	227,8		414—427	199,2
Wismuthrichlorid	VI	11	—	264		über 360	—
Wismuthtribromid	VI	11	—	278		über 360	—
Zinntetrabromid	II	12	90	75,8— 76,6		204,6— 204,8	128,2
Zinntetraiodid	IV*	16	200	190 — 190,2		295	104,8
Aluminiumbromid	III	12	135—140	116,2—116,4		258,6— 259	142,6
Quecksilber	—	12	—	188	*)	360	172

*) Kahlbaum: „Dampfspannkraftsmessungen“ S. 66.

Aliphatische Substanzen.

Name	Thermometer	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
n-Nonan	—	11	—	39,5 ⁰	1)	149,5	110 ⁰
		15		44,5			105
		30		59			90,5
		50		70			79,5
		100		86			63,5
n-Dekan	—	11	—	57	1)	173	116
		15		63			110
		30		78,5			94,5
		50		90			83
n-Undekan	—	11	—	74	1)	194,5	120,5
		15		81			113,5
		30		96,5			98,0
		50		108,5			86,0
		100		127			67,5
n-Dodekan	—	11	—	90,5	1)	214,5	124,0
		15		98			116,5
		30		113,8			100,7
		50		126			88,5
		100		145,5			69,0
n-Tridekan	—	11	—	106,5	—	234	127,5
		15		114			120
		30		130			104
		50		142,5			91,5
		100		162,5			71,5

n-Tetradekan = Diheptyl . . .	—	11	—	122,5	1), 2)	252,5	130,0
		15		129,5			123,0
		30		145,5			107,0
		50		158			94,5
		100		178,5			74,0
n-Pentadekan	—	11	—	137	1)	270,5	133,5
		15		144			126,5
		30		160			110,5
		50		173			97,5
		100		194			76,5
n-Hexadekan = Dioctyl	—	11	—	151	1), 2)	287,5	136,5
		15		157,5			130,0
		30		174			113,5
		50		187,5			100,0
		100		208,5			79,0
n-Heptadekan	—	11	—	163,5	1)	303	139,5
		15		170			133
		30		187,5			115,5
		50		201,5			101,5
		100		223			77
n-Octadekan = Dinonyl	—	11	—	174,5	1), 2)	317	142,5
		15		181,5			135,5
		30		200			117
		50		214,5			102,5
		100		236			81
n-Nonadekan	—	11	—	185,5	1)	330	144,5
		15		193			137
		30		212			118
		50		226,5			103,5
		100		248			82
n-Eikosan = Didecyl	—	15	—	205	1), 2)	—	—
n-Heneikosan	—	15	—	215	1)	—	—

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Ann.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
n-Docosan	—	15	—	224,5 ⁰	1), 3)	—	—
n-Tricosan	—	15	—	234	1)	—	—
n-Tetracosan	—	15	—	243	1), 3)	—	—
n-Hexacosan	—	15	—	261 — 263	3)	—	—
n-Heptacosan	—	15	—	270	1)	—	—
n-Octacosan	—	15	—	279 — 281	3)	—	—
n-Hentriacontan	—	15	—	302	1), 2)	—	—
Dotriacontan	—	15	—	310	2)	—	—
n-Pentatriacontan	—	15	—	331	1), 2)	—	—
Caprylen	I	14	38 — 41	24,6 — 25,2		122 — 124	98,8
Decylen	—	15	—	61,5	4)	172	110,5
		50		87 — 88			81
		100		106 — 107			65
Dodecylen	—	15	—	96	5)	—	—
Tetradecylen	—	15	—	127	5)	—	—
Hexadecylen = Ceten	—	15	—	154 — 155	5)	274	119
Octadecylen	—	15	—	179	5)	—	—
Decylacetylen	—	15	—	95 — 97	6)	—	—
Methylnonylacetylen	—	15	—	105	6)	—	—
Dodecylacetylen	—	15	—	128	6)	—	—
Methylundecylacetylen	—	15	—	134	6)	—	—
Tetradecylacetylen	—	15	—	155	6)	—	—
Methyltridecylacetylen	—	15	—	160	6)	—	—
Hexadecylacetylen	—	15	—	180	6)	—	—
Methylpentadecylacetylen	—	15	—	184	6)	—	—

Isobutyljodid	I	15,5	36	24,4— 25,2		120	94,8
Amylbromid	I	12	25— 26	20,8		118,6	97,8
		15		22,4	7)		96,2
		20		27			91,6
Amyljodid	I	12	50	37,2— 37,8		148,2	110,4
n-Octyljodid	—	15	—	99	2)	225,5	126,5
n-Nonyljodid	—	15	—	117	2)	—	—
n-Decyljodid	—	15	—	132	2)	—	—
n-Hexadecyljodid = Cetyljodid	—	15	—	211	2)	—	—
Aethylenbromid	I	12	34	26,6		129	102,4
		15		31,4	7)		97,6
		20		36,1			92,9
Propylenbromid	I	12	51	32,5— 35,4		141,6	106,2
Trimethylenbromid	II	12	70— 71	52,6— 52,8		165	112,2
Isobutylenbromid	II	14	61— 63	42,2— 42,6	148	—149	106,4
Pseudobutylenbromid	II	14	70— 73	47,4— 48		158	110
Amylenbromid	II	14	74— 76	63,6— 65,2		175	109,8
Decylenbromid	—	9	—	135	4)	—	—
		15		145			
Tetradecylenbromid	—	15	—	203 —204	6)	—	—
Hexadecylenbromid	—	15	—	225 —227	8)	—	—
Vinyltribromid	II	12	88	70 — 70,2		187 —188	117,8
Acetylentetrabromid	III	12	130	112 —112,2		—	—
Acetylidentetrabromid	II	12	114	97,8— 98,6		200 (Zers.)	101,4
Aethylalkohol	—	15	—	9,5	7) 9)	78,3	68,8
		20		12,4			65,9
n-Propylalkohol	—	15	—	20,6	7)	97,4	76,8
		20		24,6			72,8

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
n-Butylalkohol	I	12	40 ⁰	31,8— 32,2 ⁰		117,5 ⁰	85,3
Isobutylalkohol	—	15	—	33,5	7) 9)	106,4	72,9
		20		38			68,4
Isoamylalkohol	I	12	51 — 52	43,2— 43,4		129,7	86,3
		15		47,4	7)		82,3
		20		51,8			77,9
Dimethylaethylcarbinol	I	12	36 — 38	22,2— 23		102	79
n-Heptylalkohol	II	15	90	80,6— 80,8		175,8	95,0
Octylalkohol=Methylhexylcarb.	—	15	—	79	7)	178,5	99,5
		20	—	82,3			96,2
n-Nonylalkohol	—	15	—	107,5	2)	213,5	106,0
n-Decylalkohol	—	15	—	119	10) 2)	231	112
n-Dodecylalkohol	—	15	—	143,5	10)	—	—
n-Tetradecylalkohol	—	15	—	167	10)	—	—
n-Hexadecylalkohol=Cetylalk.	—	15	—	189,5	10)	344	154,5
n-Octadecylalkohol	—	15	—	210,5	10)	—	—
Amyläther	I	12	65 — 67	60 — 60,4		172,5—173	112,6
Amylnitrat	I	12	52	43 — 43,6		147 —148	104,4
Schwefelsäureaethylester	II	11	107	88,4— 88,6		208 (Zers.)	119,4
s-Schwefligsäureaethylester	II	12	55	49,2— 49,4		161,3	111,9
Allylsulfid	I	15	41 — 42	35,6— 36		138,6	102,6
Dodecylamin	—	15	—	134 —135	20)	247 —249	114

Tetradecylamin	—	15	—	—	162	20)	—	—
Hexadecylamin	—	15	—	—	187	18) 20)	330	143
Diisobutylamin	I	14	50	— 52	36,2— 36,8		139 —140	103,2
Monaethylhexadecylamin	—	14	—	—	195 —196	18)	342 (Zers.)	146
Triisobutylamin	II	13,5	94	— 96	74,6— 75,4		177 —180	104,6
Diaethylhexadecylamin	—	15	—	—	204 —206	18)	355	149
Nitrosodimethylamin	I	13	53	— 54	44,4— 44,8		153	108,2
Nitrosodiaethylamin	II	13	69	— 70	62,4— 62,8		176,9	114,1
Paraldehyd	I	12	—	35	27,0		124	97
Diaethylacetal	—	15	—	—	16,5	7)	102,2	85,7
Bromal	—	15	—	—	68,7	7)	174,0	105,3
Acetaldoxim	I	13	38	— 40	29 — 30		115	85
Oenanthol	II	10,5	54	— 55	42,8— 43,0	7)	155	112
Oenanthylidenchlorid	—	15	—	—	65 — 67	24)	191	124
Caprinaldehyd	—	15	—	—	106	10)	—	—
Laurinaldehyd	—	22	—	—	142 —143	17)	—	—
		100			184 — 185			
Myristinaldehyd	—	22	—	—	168 —169	17)	—	—
		100			214 — 215			
Palmitinaldehyd	—	22	—	—	192 —193	17)	—	—
		100			239 — 240			
Stearinaldehyd	—	22	—	—	212 —213	17)	—	—
		100			259 — 261			
Methylpropylketon	—	15	—	—	14,8	7)	88,9	74,1
		20			17,9			71,0
Di-n-propylketon	I	12	47	— 48	38,2— 38,8		142,2—142,8	104

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
Methylhexylketon	II	14	95 — 97 ⁰	67 — 67,2 ⁰		171 ⁰	103,8
Methyloctylketon	—	100	—	142	1)	211	69
Methylnonylketon	—	100	—	161	1)	224	63
Methyldecylketon	—	100	—	177 — 178	1)	246 — 247	69
Methylundecylketon	—	100	—	191,5	1)	262,5 — 263	72,5
Methyldodecylketon	—	100	—	205 — 206	1)	—	—
Methylmyristylketon	—	100	—	219	1)	294	75
Methyltetradecylketon	—	100	—	230 — 231	1)	—	—
Methylpalmitylketon	—	100	—	242	1)	319 — 320	78
Methylmargarylketon	—	100	—	251 — 252	1)	—	—
Methylstearylketon	—	100	—	262,5	1)	—	—
Hexylmyristylketon	—	11	—	210 — 211	1)	—	—
Hexylpalmitylketon	—	10	—	231	1)	—	—
Hexylstearylketon	—	10	—	248	1)	—	—
Dimethylmercaptol	—	10	80	68 — 70		—	—
Mesityloxyd	I	12	36 — 40	31 — 33		130	97
		15		32,8	7)		97,2
		20		37,9			92,1
Phoron	II	12	100 — 105	84 — 85		196	111
Ameisensäure	—	15	—	17,9	7)	100,6	82,7
		20		19,9			80,7

Formamid	I	10	112	97,4— 97,6		192—195 (Zers.)	97,4
Diphenyltricyanwasserstoff. . .	—	9	—	205	*)	—	—
Orthoameisensäureäthylester . .	I	13,5	56	46		146	100
Bromoform	I	12,5	60	43 — 44	7)	150,5	106,5
Essigsäure	I	12	25	19,4	**)	118,7	99,3
— -propylester	—	15	—	11,8	7)	100,8	89
		20		16,2			84,6
— -isobutylester	—	15	—	23,3	7)	112,0	88,7
		20		26,9			85,1
— -isoamylester	I	12	46 — 47	38 — 38,4		142	103,6
— -decylester	—	15	—	125 — 126	10)	—	—
— -dodecylester	—	15	—	150,5 — 151,5	10)	—	—
— -tetradecylester	—	15	—	175,5 — 176,5	10)	—	—
— -hexadecylester	—	15	—	199,5 — 200,5	10)	—	—
— -octadecylester	—	15	—	222 — 223	10)	—	—
Essigsäureanhydrid	I	12	49	39 — 39,6		136,4	96,8
		15		44,5	7)		91,9
		20		49,2			87,2
Acetamid	III	12	125 — 126	109		222	113
Diacetamid	—	10	—	108 — 108,5	11)	222,5 — 223,5	115
Triacetamid	—	14	—	93 — 94	11)	—	—
Monochloressigsäure	II	12	101 — 102	84,2 — 84,4		185 — 187	102,6
— -äthylester	I	12	60	47 — 47,6		144,5	96,9
Dichloressigsäure	II	12	112	89 — 89,2		190 — 191	101,8

*) Ueber Alkyl-diphenyltricyanide s. Krafft und v. Hansen B. (1889) 22, 803 und Krafft und Koenig B. (1890) 23, 2382.

***) Kahlbaum: „Dampfspannkraftsmessungen“ S. 186.

Na m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
Dichloressigsäure-methylester . . .	I	12	50 ⁰	40,6— 41,4 ⁰		142 —144 ⁰	102,6
— -aethylester	II	12	64	49,6		156 —157	107,4
— -isobutylester	II	12	85	70 — 71		182 —184	113
Trichloressigsäure	II	12	105 —106	91,6— 91,8		195	103,2
— -aethylester	II	12	66,5	60 — 61		167	106
Trichloracetyl bromid	I	12	42	32,2— 32,4		143	110,6
Trichloressigsäure-anhydrid . . .	III	12	125 —127	102 —102,8		222 —224	121,2
Monobromessigsäure	III	12,5	112 —114	97,8— 98,4		208	109,6
Propionsäure	I	12	51	46 — 46,2		140,7	94,5
		15		51,6	7) 12) *)		89,1
		20		55,4			85,3
— -n-propylester	I	14	38 — 40	26,4— 27,2		122,4	95,2
Propionsäureanhydrid	—	15	—	65,1	7) 9)	167	101,9
		20		70,4			96,6
Propionamid	III	14	126 —128	112,4—113,2		213	99,8
α -Chlorpropionsäureaethylester . .	I	12	54 — 55	45 — 45,2		146 —147	101,8
n-Buttersäure	II	12	74 — 75	65,4— 65,8		163,5	97,7
		15		68,7	7) 9) 12)		94,8
		20		73	**)		90,5
— -n-propylester	I	14	55 — 57	41,6— 43		142,7	99,7
— -isobutylester	II	14	64 — 66	49,2— 50,8		156,9	106,1

*) Kahlbaum, l. c. S. 191

***) l. c. S. 198.

Isobuttersäure	II	12		67	57,4— 58,2			154,1	95,9
		15							93,2
		20							88,7
— isobutylester	—	15	—				7) 9) 12) *)	147,5	99,8
		20					7)		95,1
α -Bromisobuttersäureaethylester .	I	10,5	70	— 71	50,6— 51			163,6	112,6
	I	16		66					107,6
— -bromid	II	10		60	50,0— 51,2			162 —164	112,8
n-Valeriansäure	—	12		—			**)	184,3	100,3
		20							91,3
Isovaleriansäure	II	12		92	73,4— 73,6			175,1	101,5
		15					7) 9) 12)		96,6
		20					†)		91,5
— -aethylester	I	12		40	31,4— 32,4			134,3	101,9
— isoamylester	—	15	—				7)	—	—
		20							
n-Caprone Säure	—	10		—			††)	205,7	106,7
		20							94,6
Isocaprone Säure	—	10		—			§)	200,7	106,7
	II	12		103	95 — 95,2				105,5
		20							93,9
— -aethylester	II	12	66	— 67	51,2— 51,6			160,4	108,8
n-Heptylsäure	—	10		—				221,8	108,6
	III	12,5	135	— 136	116,4 — 116,8		§§)		105,0
		20							96,2

*) Kahlbaum, l. c. S. 243.

**) l. c. S. 205.

†) l. c. S. 253.

††) l. c. S. 211.

§) l. c. S. 260.

§§) l. c. S. 216.

Name	Thermometer	Druck etwa mmHg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
n-Heptylsäurechlorid	—	23	—	77	24)	145	68
n-Caprylsäure	—	10	—	124,6	*)	237,5	112,9
— -chlorid	III	12,5	142 — 144	127,2 — 128			109,5
		20		136			101,5
n-Nonylsäure	—	15	—	83	13)	—	—
	—	10	—	136,9 ⁰	**)	253,4 ⁰	116,5 ⁰
		20		150			103,4
		100		186 — 186	1)		66,4
— -chlorid	—	15	—	98		—	—
n-Caprinsäure	—	10	—	152	†)	268,4	116,4
		20		165	1) 15)		103,4
		100		199,5 — 200			68,4
— -chlorid	—	15	—	114	13)	—	—
n-Undecylsäure	—	100	—	212,5—213	14)	—	—
n-Laurinsäure	IV	15	189 — 190 ⁰	175,6—176,2		—	—
		100		227,5	1) 10) 14)		
— -phenylester	—	15	—	210	15)	—	—
— -p-kresylester	—	15	—	219,5	15)	—	—
— -chlorid	—	15	—	142,5	15)	—	—
— -nitril	—	100	—	198	16)	—	—
n-Tridecylsäure	—	100	—	236	14)	—	—

*) Kahlbaum, l. c. S. 223.

***) l. c. S. 229.

†) l. c. S. 236.

Myristinsäure	—	15	—	—	196,5	1) 10) 14)	—	—	
		100			250,5				
— -phenylester	—	15	—	—	230	15)	—	—	
— -p-kresylester	—	15	—	—	239,5	15)	—	—	
— -chlorid	—	15	—	—	168	15)	—	—	
— -nitril	—	100	—	—	226,5	16)	—	—	
n-Pentadecylsäure	—	100	—	—	257	14)	—	—	
Palmitinsäure	IV	10	220	-222	208,2-208,8	1) 4) 10) 14)	339	-356	130,4
		15			215				124
		100			271,5				67,5
— -phenylester	—	15	—	—	249,5	15)	—	—	—
— -p-kresylester	—	15	—	—	258	15)	—	—	—
— -chlorid	—	15	—	—	192,5	15)	—	—	—
— -nitril	—	15	—	—	196	16) 18)	—	—	—
		100			251,5				
Margarinsäure	—	100	—	—	277	14)	—	—	—
Stearinsäure	—	10	—	—	225	4) 10) 14) 17) 19) 22)	359	-383	134
		100			291				68
— -phenylester	—	15	—	—	267	15)	—	—	—
— -p-kresylester	—	15	—	—	276	15)	—	—	—
— -nitril	—	100	—	—	274,5	16)	—	—	—
Crotonsäure	II	14	108	-110	85,6- 86		185		99
α -Monochlorcrotonsäure	III	12,5	126	-127	110,8		212		101,2
Isocrotonsäure	II	13,5	93	- 95	74,8- 76		171,9		95,9

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
Tiglinsäure (α -Methylcrotonsäure)	II	12	110 ⁰	95 — 95,3 ⁰		198,5 ⁰	103,2
Undecylensäure	IV	12,5	181 — 182	165,8 — 166,6		Zers.	—
Oelsäure	—	100	—	213,5	21)	Zers.	—
		10		223	22)		
		15		232,5			
		30		249,5			
		50		264			
Elaïdinsäure	—	100	—	285,5 — 286	22)	Zers.	—
		10		225			
		15		234			
		30		251,5			
		50		266			
Erucasäure	—	100	—	287,5 — 288	22)	Zers.	—
		10		254,5			
		15		264			
Brassidinsäure	—	30	—	281	22)	Zers.	—
		10		256			
		15		265			
		30		282			
Aethylenglycol	II	12	110	92 — 92,6		197,5	104,9
Decylenglycol	—	15	—	145	4)	255	110
Hexadecylenglycol	—	9	—	210 — 211	8)	—	—
		15		220 — 221			
Decylenoxyd	—	11	—	85 — 86	4)	—	—
Aethylenchlorhydrin	I	12	43	29,2 — 30		130 — 131	101

Decylenglycoldiäacetat	—	9	—	—	142	4)	264	-272	130
		14			152				120
Chlordecylbenzoat	—	12	—	—	201	4)	—	—	—
Dekamethylendiamin	—	12	—	—	140	23)	—	—	—
Dekamethylenimin	—	16,5	—	—	104 -105	23)	—	—	—
Nitroso-dekamethylenimin	—	15	—	—	etwa 160	23)	—	—	—
α -Oxyisobuttersäure	III	12,5	129	-130	114,2-114,4			212	97,6
Diglycolsäurediäthylester	III	12		145	130			—	—
Diglycolsäureanhydrid	III	10		136	116,6		240	-241	124,4
Diglycolsäuredichlorid	III	12		—	116			—	—
γ -Valerolacton	II	10,5		100	81,2		207	-208	126,8
Isocaprolacton	II	11		100	82,2- 82,4			207	124,6
Thiodiglycolsäuremethylester	III	11		150	135			—	—
Thiodiglycolsäureanhydrid	IV	10		170	158			—	—
Thiodiglycolsäuredichlorid	III	15		150	127 -130			—	—
Mesitenlacton	III	9		130	116,6-117			245	128
Brenztraubensäure	II	12	83	- 84	60,6- 61,2		165	-170	108,8
— -äthylester	II	10		—	46			—	—
Monobrombrenztraubensäure- äthylester	II	10		—	93			—	—
Dibrombrenztraubensäure-äthyl- ester	III	10		—	105,5			—	—
Acetessigsäureäthylester	II	10		87	71,4- 71,8			182	110,2
		15			75	7)			117
		20			80,5				101,5
Aethylacetessigsäureäthylester	II	10,5	95	- 97	80,6- 81,2			198	116,8

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Ann.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
Laevulinsäure	III	12	164 — 165 ⁰	144 — 144,2 ⁰		245 — 246 ⁰	101,8
Laevulinsäurechlorid	II	15	—	80		—	—
Anhydrid d. Phenylhydrazonlaevu- linsäure	V	14	225	199		—	—
Acetyllaevulinsäure	III	12	147	127,2—127,4		—	—
Kohlensäureaethylester	I	12	33	26,2— 27		125,8	98,8
Carbaminsäure-aethylester	II	14	99 — 101	83,6— 83,8		180	96,2
— -propylester	II	13,5	114 — 116	95,2— 96		194 — 196	100
— -isobutylester	III	14	117 — 119	102,4— 102,8		206 — 207	104,2
Sulfocyan säuremethylester	I	12	30 — 33	24,6— 25,2		132,9	107,7
Allylsenfö l	I	13	55	43,8— 44,6		150,7	106,1
		15		48,4	7)		102,3
		20		53,8			96,9
Aethyloxalsäure	III	12	125	108 — 108,4		Zers.	—
n-Propyloxalsäure	III	12	130	110,4— 112		Zers.	—
Oxalsäure-methylester	II	12	77	59,2		163,3	104,1
— -aethylester	II	12	93	75,8— 76		186	110
		15		91,6	7)		94,4
		20		96,5			89,5
— -n-propylester	II	12	113	97,2— 97,8		209 — 211	113,2
— -isopropylester	II	12	102	84,6— 85,4		193 — 194	108,6
— -isobutylester	III	12	128	108,8— 109,2		230 — 233	123,8

Oxalsäure-isoamylester	III	12		153		135		262	-265	130
Dichloroxalsäure-dimethylester .	II	12		85		68	- 69	Zers.		—
— -diaethylester	II	12	102	-103		86	- 86,2	Zers.		—
— -di-n-propylester	III	12		124		105	-105,8	Zers.		—
Aethyloxalsäurechlorid	I	12		39			32,6		135	102,4
n-Propyloxalsäurechlorid	I	12		60		46	- 46,6		150	103,4
Oxaminsäureaethylester	III	12		160			140,6		—	—
Diäthyloxaminsäure-aethylester	III	12		143		124,8	-125	250	-254	129
Malonsäure-methylester	II	14	102	-104		77,8	- 78,2		180,7	102,5
— -aethylester	II	12		103		87	- 87,2	197,7	-198,2	111
Methylmalonsäureaethylester . .	II	12		92		83	- 83,4		196,5	113,1
Aethylmalonsäureaethylester . .	II	12		100		94,8	- 95,2		200	104,8
Methylaethylmalonsäureaethyl- ester	II	12		100			89,2	207	-208	118,8
Bernsteinsäure-aethylester	III	12	120	-121		101	-101,4		217,7	116,3
— -n-propylester	III	12		144		126	-126,2		250,8	124,6
Succinylchlorid	II	12	96	- 97		81	- 81,2		190	108,8
Bernsteinsäureanhydrid	III	12	146	-148		132,4	-132,8		261	128,2
		15					139	22)		122
		50					169			92
		100					189			72
Brenzweinsäureanhydrid	III	12,5	138	-140		118,4	-118,8		247,4	128,6
uns. Dimethylbernsteinsäure- anhydrid	III	10,5	122	-123		102	-102,8	219	-220	117,2
	III	12		125			105			115
Trimethylbernsteinsäureanhydrid	III	12		115			101		231	130
Succinimid	IV	12		180		161,2	-162,2	287	-288	125,8

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
uns. Dimethylsuccinanil	IV	10,5	190 —192 ⁰	175,2—175,6 ⁰		—	—
uns. Dimethyldichlorsuccinanil . .	IV	10,5	204 —207	179 —180,2		—	—
uns. Dimethyldichlorsuccinanil- dichlorid	IV	9	204 —205	191 —192		—	—
n-Glutarsäure	—	10	—	195 —198	22)	302 —304 ⁰	106
n-Glutarsäurechlorid	III	13	120	103		216 —218	115
n-Glutarsäureanhydrid	III	13	185	155 —157		286 —288	131
α -Methylglutarsäureanhydrid . .	III	10,5	160 —162	142,4—143,2	22)	282 —283	139,8
n-Glutaranil	V	10	221	207		—	—
α -Methylglutaranil	IV	9,5	215	198 —198,2		—	—
Glutarsäurenitril = Trimethylen- cyanid	III	13	175	145 —146		285 —287,4	141,4
Adipinsäure	—	15	—	149 216,5	22)	—	—
Pimelinsäure	—	15	—	223	22)	—	—
Korksäure	—	15	—	230	22)	—	—
Azelaänsäure	—	15	—	237	22)	—	—
Sebacinsäure	—	15	—	243	22)	—	—
— -aethylester	IV	14	200 —202	179,6—180,4		Zers.	—
— -nitril	—	15	—	199 —200	23)	—	—
Hexadecylendicarbonsäure- anhydrid	—	15	—	245 —248	8)	—	—

Fumarsäuremethylester	—	12	—	—	sublimirt	—	—
— -aethylester	III	12	118	—	98 — 98,8	218,5	119,7
— -n-propylester	III	12	145	—	123,6—123,8	—	—
— -chlorid	II	12	70	—	54,6— 54,8	160	105,2
Maläinsäuremethylester	II	12	115	—	90 — 90,4	205	114,6
— -aethylester	III	12	125	—	103,6—103,8	225	121,2
— -n-propylester	III	12	148	—	126,8	—	—
— -anhydrid	III	12	100	—	82,4	202	119,6
— -anil	IV	12	179	—	162,1—162,3	—	—
Dichlormaläinanylchlorid= γ -Anilidoperchlorcrotonsäurelactam	IV	11	193 —194	—	179	—	—
γ -Anilidobutyrolactam	IV	11	—	—	180 —182	—	—
Pentachlorpyrrol	II	10,5	110	—	90 — 90,4	—	—
Brommaläinsäureanhydrid	III	15	110	—	99,8—100,6	215	114,4
Mesaconsäuremethylester	II	12	110 —111	—	89,4— 89,8	205,5—206,5	116,7
— -aethylester	III	12	125 —126	—	108,2—108,8	229	120,2
Citraconsäuremethylester	II	12	118	—	95,6	210,5	114,9
— -aethylester	III	12	125	—	106 —106,8	231	124,2
— -anhydrid	II	12	115	—	92 — 92,4	213 —214	121,6
— -anil	IV	12	190	—	171,7	—	—
Itaconsäuremethylester	III	11	—	—	108	210 —212,5	104,7
— -aethylester	II	8	—	—	90	227,7—227,9	137,9
— -anhydrid	III	12	125 —126	—	114 —114,8	Zers.	—
— -chlorid	II	12	101 —102	—	84,2— 85	—	—
Glycerin	IV	12	195 —197	—	169,4—169,8	291,3	121,5
α -Dichlorhydrin	II	12	86	—	68,2— 68,8	175,8—176,3	107,5
		15			74,6		101,7
		20			79,1		97,2

7)

Na m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Ann.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
Trichlorhydrin	II	12	59 — 60 ^o	48,6— 49 ^o		158	109
β -Dibromhydrin = Dibrompropyl- alkohol	III	14	125 —127	104,8—105		219	114
Epichlorhydrin	I	12	27 — 28	19,2— 19,8		118 —119	99,2
Äpfelsäuremethylester	III	12	135 —140	122		242,6	120,6
— -äthylester	III	12	140 —145	129,2—129,6		253,2—253,6	124
— -n-propylester	III	12	170 —172	150		—	—
— -n-butylester	IV	12,5	185 —190	169,4—170,4		—	—
Acetyläpfelsäuremethylester	III	12	155	131,8—132		Zers.	—
— -äthylester	III	13	165	141,2—141,4		—	—
— -n-propylester	IV	12	180 —185	158,6—159,2		—	—
— -n-butylester	IV	12,5	200	177,4—178,2		—	—
Acetyläpfelsäureanhydrid	IV	12	173	159,2—159,4		Zers.	—
Isodehydracetsäuremethylester	IV	9,5	175	157		—	—
— -äthylester	IV	10	176	162,2—163		294	131
		12		166			128
		15		170			124
		18		178			116
		25		185			109
		35		191			103
Oxomalonsäureäthylester	III	14	110	100 —101		—	—
Oxalessigsäureäthylester	III	10,5	134 —135	114,8—115,4		Zers.	—

Acetondiessigsäureaethyl-ester =									
Hydrocholidonsäureester . . .	IV	12	177	-178	169		286	117	
Acetondiessigsäuredilacton . . .	IV	12	215	-217	199		Zers.	—	
Succinylobernsteinsäureaethyl-ester	IV	14	215	-217	199	-199,2	Zers.	—	
Isobutenyltricarbonsäureaethyl-ester	IV	10	166	-167	151	-151,4	277,3	125,9	
Tricarballylanhydridsäure . . .	V	—	240	-250	233	-235	—	—	
Camphoronsäuretriaethyl-ester . .	IV	13		183		172	301	129	
Anhydrocamphoronsäuremon-aethyl-ester	IV	11		—	166	-167	298	131	
Aconitsäure-n-propylester . . .	IV	12		205	186,2	-187	—	—	
Dehydracetsäure	IV	14	166	-168	144,2	-144,4	269	124,6	
Rechtswinsäure-methylester . .	IV	12		171	151,6	-151,8	280	128,2	
— -aethyl-ester	IV	12	172	-173	151	-152	280	128	
— -n-propylester	IV	12	187	-188	166,5	-167,1	303	135,9	
— -isopropylester	IV	12		173	151,5	-152,1	275	122,9	
— -isobutylester	IV	12	188	-189	173,4	-173,8	323	-325	151,2
Acetylrechtswinsäureaethyl-ester	IV	12		190		170,8	291	-292	121,2
Traubensäure-methylester . . .	IV	12		169		148,6		282	133,4
— -aethyl-ester	IV	12	176	-178		150,8		280	129,2
Dioxobernsteinsäureaethyl-ester .	III	10		128		112	233	-234	122
Citronensäure-trimethylester . .	IV	12		180	164,1	-164,5	287 (Zers.)	122,5	
— triaethyl-ester	IV	12		194	170,7	-171,5	294 (Zers.)	122,5	

Name	Thermometer	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
Acetylcitronensäuretrimethylester	IV	12	187°	168,3—168,5°		Zers.	—
Brenzschleimsäureaethylester . .	II	12	104	80,4— 80,6		195°	114,4°

Aromatische Substanzen.

Benzol	—	15	—	3,3°	7)	79,8°	76,5°
		20		5,1			74,7
Toluol	—	15	—	15	7)	111	96
		20		19,3			91,7
m-Xylol	I	12	45 — 46°	33 — 34		138,9	104,9
Aethylbenzol	I	12	42	33,2— 34		136,5	102,5
Mesitylen	I	12	62	52,4— 52,8		164,5	111,7
n-Propylbenzol	II	14	64 — 66	50,6— 50,8		158,5	107,7
p-Aethyltoluol	II	12	57	49,4— 50		161,9—162,1	112,1
Cymol	II	12	72	60,6— 60,8		175	114,2
Amylbenzol . C ₆ H ₅ · CH(C ₂ H ₅) ₂	II	12	84	68 — 69,8		178	108,2
Heptylbenzol	—	10	—	108 —110	24)	233	123
Hexadecylbenzol	—	15	—	230	24) 25)	—	—
o-Methylhexadecylbenzol	—	15	—	238,5—239	25)	—	—
m-Methylhexadecylbenzol	—	15	—	236,5—237	25)	—	—
p-Methylhexadecylbenzol	—	15	—	239,5—240	25)	—	—
Octadecylbenzol	—	15	—	249	24) 25)	—	—
1,3-Dimethyl-4-Hexadecylbenzol .	—	15	—	249,5—250	25)	—	—
1,3,5-Trimethyl-6-Hexadecylbenzol	—	15	—	258 —258,5	25)	—	—

Chlorbenzol	I	12	40	27,3			129	101,7
		15		32,6		7)		96,4
		20		37,2				91,8
Brombenzol	I	12	52 — 53	45,4— 45,6			156	110,4
		15		49,6		7)		106,4
		20		55,8				100,2
p-Dibrombenzol	II	12	109	90,2— 90,8			218,6	127,8
o-Chlortoluol	II	14	61 — 63	49,2— 49,8			159,4	109,6
p-Chlortoluol	I	12	55	45,4— 45,8			161,5	115,7
		15		54,2		7)		107,3
		20		59,6				101,9
p-Bromtoluol	II	12	79	64,4— 64,6			183	118,4
		15		69,8		7)		113,2
		20		75,2				107,8
o-Jodtoluol	II	12	101	83,4			211	127,6
o-Xyloltetrachlorid	III	12	165	144 — 144,2			273 — 274	129,8
ω-Chloraethylbenzol	—	17	—	90 — 95		26)	Zers.	—
p-Bromaethylbenzol	II	12	95	81 — 81,2			204	122,8
[1,2,5]-Monochloreymol aus Carvacrol	II	12	107	91,4— 91,6			210 — 211	119,4
[1,2,3]-Monobromcymol	III	12	123	104,4— 104,6			233 — 235	130,4
Nitrobenzol	II	12	109 — 110	87,8			205	117,2
		15		93		7)		112
		20		98,1				106,9
o-Nitrotoluol	III	12	114	97,4— 97,6			218	120,4
p-Nitrotoluol	III	12	124	108 — 108,2			238	129,8
Anilin	II	12	90	72,6— 72,8			182	109,2
		15		78,3		7)		103,7
		20		83				99

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
p-Chloranilin	III	13,5	128 —130 ⁰	108,4—108,6 ⁰		230 —231 ⁰	122,4 ⁰
[2,4,6]-Trichloranilin	IV	12	180	173		262	89
p-Bromanilin	III	12	137	121,6		Zers.	—
Monomethylanilin	II	12	100	80,2— 80,4		193,5	113,1
Dimethylanilin	II	12	100	78,1		195	116,9
Monoäthylanilin	III	14	115 —116	90,2— 90,6		206	115,4
Diäthylanilin	III	12	118	95,8		213,5	117,7
		15		98,5	7)		115
		20		102,4			111,1
Acetanilid	IV	12	187	166,6		303,8	137,2
Methylacetanilid	III	14	145 —146	126		253	127
Phenylurethan	III	13,5	170 —173	148,6—148,8		237 (Zers.)	88,2
Phenylisocyanid	—	20	—	64	28)	165 (Zers.)	101
		30		71			94
		40		78			87
Phenylsenföl	II	12	108	91,8		218,5	126,7
		15		99,4	7) 9)		119,8
		20		106,2			112,3
Arsenanilidodimethylester	II	12	—	55		159 —162	107
Arsenanilidodiäthylester	II	12	—	78		179 —181	103
o-Toluidin	II	12	113	85,8— 86		199,5	113,5
m-Toluidin	II	12	101	83,8— 84		199 —199,5	115,5
p-Toluidin	II	12	105	84,4— 84,6		198	113,4
o-Dimethyltoluidin	II	13,5	89 — 91	71,6— 71,8		183	111,2
p-Dimethyltoluidin	II	13,5	114 —115	92,6— 92,8		208	115,2

o-Tolylisocyanid	—	16	—	75	27)	183	—184	109
		55		101				83
p-Tolylisocyanid	—	36	—	99	27)			—
m-Xylidin [1:3:4=CH ₃ :CH ₃ :NH ₂]	II	12	113	94,2—94,8			—11,5	116,7
		15		101,5	7)			110
		20		107,6				103,9
Pseudocumidin [1,3,4,6] . . .	III	12	125	112,2—112,4		234	—235	122,6
Amido-hexadecylbenzol . . .	—	14	—	254—255	24)			—
Amido-octadecylbenzol . . .	—	15	—	274	24)			—
Diphenylamin	IV	12	178—180	161,4—161,6			302	140,4
Methyldiphenylamin	III	14	172—174	157,2—157,6			282	124,4
Aethyldiphenylamin	IV	12	166—168	149,7—150,3		285	—287	136,7
Benzoyldiphenylamin	V	12	Graphitbad	251,4			Zers.	—
m-Phenylendiamin	IV	12	166	149,5—151,5			277	125,5
m-Toluyldiamin [1 CH ₃ :2:4] .	IV	12	174—175	155,4			280	124,6
Phenylazoimid = Diazobenzolimid	—	12	—	59	32)			—
Azobenzol	IV	12	173	154,9—155,1			293	137,9
p-Amidoazobenzol	V	12	Graphitbad	225—226				—
Phenylhydrazin	III	12	141	119,6—119,8		241	(Zers.)	121,2
as-Diphenylhydrazin	IV	9,5	180—181	174—174,6				—
p-Tolylhydrazin	III	12	136—137	125,5—125,7			242	116,3
Benzolsulfosäuremethylester . .	—	15	—	150	28)			—
— -aethylester	—	15	—	156	28)			—
— -propylester	—	15	—	162—163	28)			—
p-Chlorbenzolsulfosäuremethylester	—	15	—	165—166	28)			—
— -aethylester	—	15	—	171—172	28)			—

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
p-Brombenzolsulfosäuremethyl- ester	—	15	—	176 ^o	28)	—	—
— -aethylester	—	15	—	181 —182	28)	—	—
Benzolsulfochlorid	III	12	130 ^o	116,2	28)	247 (Zers.) ^o	130,8 ^o
p-Chlorbenzolsulfochlorid	—	15	—	141	28)	—	—
p-Brombenzolsulfochlorid	—	15	—	153	28)	—	—
p-Toluolsulfosäureaethylester	—	15	—	173	28)	—	—
o-Toluolsulfochlorid	III	10	140	128	—	—	—
p-Toluolsulfochlorid	III	12	147 —155	139 —140	28)	—	—
Phenol	II	12	94	76,4— 76,6	—	181,5	104,9
Anisol	II	12	55	45,4— 45,8	—	155,5	109,7
Phenetol	II	12	75	60 — 60,8	—	172	111,2
		15		65,9	7)		106,1
		20		70			102
Acetylphenol	II	12	99	81,4	—	193	111,6
C ₆ H ₅ O . POCl ₂	III	12	135 —136	116,6—117,4	—	241 —243	125,6
Thiophenol	II	13,5	70 — 73	60 — 63	—	172,5	109,5
Phenylsulfid	—	16,5	—	157 —158	29)	292,5	134,5
Phenyldisulfid	—	15	—	190 —192	29)	310	118
Phenylsulfon	—	18	—	232,5	29)	—	—
Phenylselenid	—	16,5	—	167	29)	301 —302	135
p-Monochlorphenol	II	12	114	99,6— 99,8	—	217	117,2

o-Chlorphenetol	II	12	107	90 — 90,2	208 —210	119,8
p-Bromanisol	III	12	114	95,4— 96,2	223	126,8
Acetyltribromphenol [1 OH:2:4:6]	IV	12	184 —185	168,5—169,1	—	—
o-Nitrophenol	II	12	115	94,1	214	119,9
Acetyl-o-nitrophenol	III	12	161	145	253 (Zers.)	108
p-Nitrophenol	IV	12	195 —196	179,6—179,8	—	—
o-Anisidin	III	12	121	104,6—105	218	113
o-Amidophenetol	III	12	130	112,2	228	115,8
o-Kresol	II	12	97	79,8	190,8	111
m-Kresol	II	12	104	85,6— 86,4	202,8	116,4
p-Kresol	II	12	106	89,6	201,8	112,2
Thymol	III	12	128	111,2	231,8	120,6
Carvacrol	III	12	134	116 —116,6	236 —237	120,4
Carvol	III	12	119 —120	104 —104,2	227 —228	123,8
p-Isobutylphenol	III	12	145	119 —119,2	236 —238	118,8
Acetyl-p-isobutylphenol	III	12	142 —143	126,4—126,8	—	—
Tert.-Amylphenol	III	11	135 —140	127 —127,6	—	—
Hexadecylphenol	—	16	—	260 —261	24)	—
Octadecylphenol	—	15	—	277	24)	—
Brenzcatechin	III	12	140	122	245,5	123,5
Guajacol	II	12	112	95 — 95,4	205,1	109,7
Resorcin	IV	12	172	155,6	276,5	120,9
Dimethylresorein	III	14	118 —120	97,6— 97,8	215	117,2
Diacetylresorcin	IV	12	168 —169	149,4—149,6	278	128,4
Pyrogallol	IV	12	190 —191	171,5	294 (Zers.)	122
Benzylalkohol	II	12	114	94,6— 94,8	204,7	109,9
Benzylaethylaether	II	12	84	68,8— 69	185	116

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Ann.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
Benzylphenylaether	II	12	164 ⁰	148,2—148,6 ⁰		286 —287 ⁰	138,4 ⁰
Acetylbenzylaether	II	12	111	93 — 94		210	116
Benzylchlorid	II	12	82	64 — 64,2	7)	179	114,8
p-Nitrobenzylchlorid	IV	12	170	156		—	—
Benzylbromid	II	12	95	76,6— 76,8		198 —199	122,2
Benzylamin	II	14	96 — 98	74 — 74,2		183	118,8
Dibenzylamin	IV	14	196 —198	172,8—173,4		300	126,6
Cuminalkohol	III	14	151 —153	130,2—130,4		246,6	116,2
Benzaldehyd ,	II	12	79	64 — 64,4		180	115,6
		15		69,4	7)		110,6
		20		73,4			100,6
Benzalchlorid	II	12	101	82 — 83		212 —214	131
o-Nitrobenzaldehyd	III	12	155	137,2—137,4		—	—
m-Nitrobenzaldehyd	III	12	162	146,4		—	—
m-Nitrobenzalchlorid	IV	12	170	149 —150,6		—	—
Cuminol	III	13,5	130 —132	109,4—109,6		232	122,4
		15		112,3	7)		119,7
		20		117,9			114
Acetophenon	II	12	97 — 98	82 — 82,2		202	119,8
Bromacetophenon	III	14	160	140		—	—
Aethylphenylketon	III	14	122 —124	98,8— 99,6		210 —212	112,4
Phenylisobutylketon	III	12	119 —120	104 —104,8		227 —228	123,2

Phenylhexylketon	—	15	—	155	24)	—	—
Dimethylamidophenylhexylketon	—	20	—	190	24)	—	—
Phenylpentadecylketon	—	15	—	250,5—251	24)	—	—
p-Tolylpentadecylketon	—	15	—	262	31)	—	—
Xylolpentadecylketon	—	15	—	268 —269	31)	—	—
p-Anisylpentadecylketon	—	15	—	279 —280	31)	—	—
p-Phenetylpentadecylketon	—	15	—	288 —289	31)	—	—
Dimethylresorcylopentadecylketon	—	15	—	289 —290	31)	—	—
p-Tolylheptadecylketon	—	15	—	278	31)	—	—
Benzoësäure	III	12	151	134 —134,2		249	114,8
— -methylester	II	12	99	80,8— 81		199,7	118,7
— -aethylester	II	12	104	90 — 90,4		213,4	123
— -n-propylester	II	12	119	101 —101,4		229,5	128,1
— -isobutylester	III	12	129	109 —109,4		237	127,6
		15		117,7	7)		119,3
		20		124,4			112,6
— -isoamylester	—	15	—	131,6	7)	262	130,4
		20		138,4			123,6
— -phenylester	IV	12	179 —180	162,6—162,8		314	151,2
Benzoësäure-anhydrid	V	12	Graphitbad	203 —204		360	156
Benzoylchlorid	II	12	96 — 97	77,6— 78		198,5	120,5
Benzoylbromid	II	12	110 —111	93,2— 93,8	218	—219	125,2
Benzotrichlorid	II	12	113	91 — 91,4	213	—214	122,6
Benzonitril	II	12	92	72,4— 72,6		190,5	117,9
m-Nitrobenzoësäure-aethylester	IV	12	174	158,6		298	139,4
o-Tolunitril	II	12	100	81,6	203	—204	122,4
p-Tolunitril	II	14	105 —110	93 — 93,2		218	124,8

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mmHg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Ann.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
<i>o</i> -Chlor- <i>o</i> -Toluylsäurechlorid . . .	III	12	155 —160 ⁰	134 —136 ⁰		—	—
Phenyllessigsäure	III	12	160	144,2—144,8		265,5 ⁰	120,7 ⁰
Phenylacetylchlorid	II	14	110 —115	95,4— 95,8		—	—
Benzylcyanid	III	12	125	107 —107,4		231,7	124,3
Hydrozimmtsäure	IV	12	168 —169	152 —152,4		280	127,6
Cuminsäure	IV	12	184	164 —164,2		—	—
Benzylaethyllessigsäure	IV	13	—	172 —174		—	—
Salicylaldehyd	II	12	96	77 — 77,2		196	118,8
p-Oxybenzaldehyd	IV	14	200 —202	177,4—177,8		—	—
Anisaldehyd	III	14	144 —146	124,2—124,6		248	123,4
Vanillin	IV	14	175 —177	161,6—161,8		285	123,2
Piperonal	III	14	157 —158	139,4—139,6		263	123,4
Salicylsäure-methylester	II	12	112	98,6— 99		224	125
— -aethylester	—	15	—	113	7)	231,5	118,5
		20		119			112,5
— -phenylester = Salol	IV	12	195 —196	172 —173		—	—
Acetylsalol	IV	11	—	197 —198		—	—
Acetylsalicylsäurechlorid	II	12	155	134,6—135		—	—
Anissäure	—	—	—	sublimirt		—	—
Benzoylcyanid	II	12	101 —102	89 — 89,4		206 —208	118,6
Benzoylessigsäureaethylester	III	14	180 —182	157,2—157,6		265 (Zers.)	107,4

Phenyldichloracetonitril . . .	II	12		117	101,4—102,2	223 —224	121,8
Styrol	II	14	64 — 66		41,8— 42,4	144 —144,5	102,1
Dibromstyrol	III	12	146 —147		133,4—133,8	254	120,2
Anethol	III	12		128	109,8—110	232	122
Eugenol	III	12	146 —148		126,2—127	247,5	120,5
Zimmtalkohol	III	12		139	121 —121,8	250	128,2
Zimmtaldehyd	III	10	138 —140		119,6—120,4	246	125,6
Benzylidenaceton	III	12		147	131,4—131,6	260 —262	130,4
Dibenzylidenaceton	—	12		—	sublimirt	Zers.	—
Zimmtsäure	IV	12		196	176,2	300	123,8
— -aethylester	III	12		164	138,2—139	271	132
— -p-kresolester	V	12	Graphitbad		215	Zers.	—
α -Methylzimmtsäure	IV	12		187	172,8—173	288	115
α -Bromzimmtsäurechlorid	IV	12	175 —177		152,2—152,8	—	—
Cumarin	IV	12		175	156,8	291	134,2
Benzalmalonsäureaethylester	IV	13,5	200 —202		184 —184,6	—	—
Phtalsäureaethylester	IV	12		180	160	294	134
Phtalylchlorid	III	12		160	138 —138,6	270	131,4
Phtalid	IV	12		162	148,4	290	141,6
Cineol	II	12		65	57,2— 57,8	176	118,2
R-Limonen	II	12		63	57 — 58	175 —177	119
Menthol	III	13,5	124 —126		102,2—102,6	210	107,4
Campholensäure	IV	13	155 —160		144,4—145	Zers.	—
Camphersäuremethylester	III	12		153	137,7	—	—

Na m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter vern. Druck	Anm.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
Aethylcamphersäure	IV	12	205 ⁰	185.5 ⁰		Zers.	—
Camphylamin	II	14	110 —112	89,8— 90,2		195 ⁰	104,8
Diphenyl	III	12	137	121,2		254	132,8
Benzhydrol	IV	12	183 —184	165		301 —302	137
Benzophenon	IV	12	182	162		307	145
Hexyldiphenylmethan	—	10	—	186	24)	—	—
Hexyltetramethyldiamidodi- phenylmethan	—	15	—	275	24)	—	—
Triphenylmethan	IV	12	Graphitbad	200,2—200,4		etwa 360	159,6
Dibenzyl = s. Diphenylaethan	III	12	162	140,4—140,6		284	143,4
Ditolylaethan	IV	12	180	159 —159,4		297 —300	140,6
Desoxybenzoin	IV	12	Graphitbad	177,4—177,6		310 —315	137,4
Benzoin	IV	12	Graphitbad	192,4—194		Zers.	—
Benzil	IV	12	205	188		—	—
Chlorobenzil	IV	12	Graphitbad	195 —196		Zers.	—
Diphenylaethylen	III	12	157 —159	138,6—139,4		277	137,6
Stilben	IV	12	183 —184	166,5		306 —307	140,5
p-Methylstilben	IV	12	Graphitbad	180,5—181,5		304 —305	123,5
Fluoren	IV	12	167 —168	151 —151,6		295	143,4
Acenaphten	IV	14	162 —164	140,6—140,8		277,5	136,7
Phenanthren	IV	12	192 —194	178,2—178,8		340	161,2
Naphtalin	III	12	102	88,4— 88,6		218	129,4

Monobromnaphthalin	III	12	152	136,2—136,6		280	143,4
α -Naphthylamin	IV	12	175	157,6		300	142,4
β -Naphthylamin	IV	12	178 —179	161,6—161,8		—	—
α -Naphthalinsulfosäuremethylester	—	15	—	214	28)	—	—
β -Naphthalinsulfosäuremethylester	—	15	—	224 —225	28)	—	—
α -Naphthalinsulfochlorid	—	13	—	194 —195	28)	—	—
β -Naphthalinsulfochlorid	—	13	—	201	28)	—	—
α -Naphtol	III	13	163 —164	148 —148,2		282,5	134,8
β -Naphtol	IV	13	173	150,4—150,6		288	137,4
α -Thionaphtol	—	15	—	152,5—153,5	33)	286	132,5
β -Thionaphtol	—	15	—	153,5	33)	286	132,5
α -Thionaphtoläthyläther	—	15	—	167 —167,5	33)	—	—
β -Thionaphtoläthyläther	—	15	—	170,5	33)	—	—
α -Naphtylphenylsulfid	—	15	—	218	34)	—	—
β -Naphtylphenylsulfid	—	14	—	224	34)	—	—
$\alpha\alpha$ -Dinaphtylsulfid	—	15	—	290	33) 34)	—	—
$\alpha\beta$ -Dinaphtylsulfid	—	15	—	290 —291	35)	—	—
$\beta\beta$ -Dinaphtylsulfid	—	15	—	295 —296	33)	—	—
α -Thionaphtolacetat	—	15	—	188	33)	—	—
β -Thionaphtolacetat	—	15	—	191	33)	—	—
α -Thionaphtolbenzoat	—	15	—	262	33)	—	—
β -Thionaphtolbenzoat	—	15	—	267	33)	—	—
α -Dithionaphtol	—	15	—	210	36)	—	—
α -Naphtoësäure	IV	14	222 —224	203,4—203,6		—	—
β -Naphtoësäure	IV	14	230 —232	209,2—209,6		—	—
Alantolacton = Helenin	IV	9	204 —207	189,8—190,4		—	—

N a m e	Ther- mo- meter	Druck etwa mm Hg	Badtemperatur	Siedepunkt unter verm. Druck	Ann.	Siedepunkt unter gew. Druck	Differenz
Hydroalantolacton = Dihydro- helenin	IV	9 13	207 —210°	190,4—190,8° 195		—	—
Anthracen	—	12	—	sublimirt		—	—
Pyridin	—	15 20	—	21,5 26,3	7)	114,5°	93° 88,2
Piperidin	—	15 20	—	13,6 17,2	7)	106	92,4 88,8
Picolin	—	15 20	—	31,5 37,4	7)	126,2	— —
Tridecylutidin	—	13	—	215 —217	37)	—	—
— -dicarbonsäureäthylester . .	—	10	—	265	37)	—	—
Chinolin	—	15 20	—	112,6 118	7)	238	125,4 120
Chinaldin	III	12	141	121,2—121,6		246 —247	125,4
Isochinolin	III	8	120 —125	102 —102,6		240,5	137,9
Acridin	IV	12	Graphitbad	187,4—189		über 360	—

Litteratur der Tabellen.

Anorganische Substanzen: 1) B. 27, 3311. 2) B. 26, 2512. 3) B. 25, R. 190.

Organische Substanzen: 1) B. 15, 1687 u. 1711. 2) B. 19, 2218. 3) Ch. Z. 7, 153. 4) B. 25, 478. 5) B. 16, 3018.
6) B. 25, 2243. 7) B. 17, 1245. 8) B. 23, 2352. 9) B. 16, 2476. 10) B. 16, 1714. 11) B. 23, 2394. 12) B. 19, 2863.
13) B. 23, 2382. 14) B. 12, 1664 u. 1668. 15) B. 17, 1378. 16) B. 15, 1728. 17) B. 13, 1413. 18) B. 22, 811. 19) B. 17, 1627.
20) B. 23, 2360. 21) B. 19, 2224. 22) B. 22, 816. 23) B. 25, 2252. 24) B. 19, 2982. 25) B. 21, 3181. 26) A. 235,
329. 27) A. 270, 275. 28) B. 25, 2255. 29) B. 26, 2813 u. 27, 1761. 30) A. 261, 303. 31) B. 21, 2265. 32) B. 26, 1268.
33) B. 22, 821. 34) B. 23, 3045. 35) B. 23, 2364. 36) B. 23, 2370. 37) B. 22, 1757.

Die vorstehenden Tabellen enthalten 799 Siedepunktangaben unter vermindertem Druck von 630 verschiedenen Substanzen, von denen ungefähr zwei Drittel — 404 — im hiesigen Institute destillirt worden sind. Die nachfolgende Tabelle zeigt, welche der oben (S. 30) besprochenen Thermometer hierbei benutzt wurden.

Thermometer	Substanzen			Summe
	anorganische	aliphatische	aromatische	
I	2	41	6	= 49
II	6	64	64	= 134
III	4	56	59	= 119
IV	2	40	50	= 92
V	1	3	4	= 8
VI	2	—	—	= 2
	17	204	183	= 404

Thermometer No. VII kam nicht zur Verwendung.

Aus den in der achten Spalte der Tabellen: „Differenz“ enthaltenen Zahlen ist ersichtlich, wie gerade bei hochsiedenden Substanzen die Verminderung des Druckes eine besonders erhebliche Erniedrigung des Siedepunktes bewirkt (vgl. Antimontrijodid, Aluminiumbromid u. a.). Bei vielen Substanzen ist es gelungen, durch die Destillation unter vermindertem Druck den Siedepunkt unter den Zersetzungspunkt herabzudrücken. Ausserdem aber scheinen sich bei aufmerksamer Durchsicht der Tabellen verschiedene Regelmässigkeiten der Siedepunkt-erniedrigung bei verwandten Substanzen zu ergeben. Es liegt dem praktischen Zweck, den diese Schrift hauptsächlich verfolgt, ferne theoretische Betrachtungen über die Beziehungen zwischen Siedepunkt und Druck anzustellen. Diesbezüglich sei auf die Ausführungen von W. Nernst und A. Hesse: „Siede- und Schmelzpunkt, ihre Theorie und praktische Verwerthung“, Braunschweig 1893, verwiesen, in welchen die bisher erkannten Gesetzmässigkeiten (Ramsay und Young, Dühring u. a. m.) kritisch erörtert werden. Die neueren Arbeiten von Kahlbaum und Wirkner (B. (1895) 27 1894 und 3366) seien an dieser Stelle ebenfalls genannt. Wenn ich

mich mit einem blossen Hinweis auf diese Frage begnüge, so sehe ich mich dazu durch verschiedene scheinbare Ausnahmen von den Regelmässigkeiten veranlasst, die zwar in der chemischen Natur der betreffenden Substanzen begründet sein können, die jedoch vielleicht auch bei noch sorgfältigerer Bestimmung der physikalischen Constanten verschwinden werden. Jedenfalls wird es auch noch einer grösseren Menge von Beobachtungsmaterial bedürfen, um das Naturgesetz, welches zwischen Siedetemperatur und Druck besteht, festzustellen.

Nachtrag.

Nach der Drucklegung dieser Broschüre veröffentlichte G. W. A. Kahlbaum einen von ihm für Destillationen unter stark vermindertem Druck erdachten Apparat. Die Litteratur: B. (1895) 28, 392 ist auf S. 16 unten und S. 39 Z. 12 v. u. einzufügen.

Alphabetisches Register der Tabellen.

Acenaphten	76	Acridin	78	Amylnitrat	50
Acetaldoxim	51	Adipinsäure	62	Tert.-Amylphenol	71
Acetamid	53	Aepfelsäuremethyl-		Anethol	75
Acetanilid	68	ester	64	Anhydrocampho-	
Acetessigsäure-		— -aethylester	64	ronsäuremon-	
aethylester	59	— -n-propylester	64	aethylester	65
Acetondiessig-		— -n-butylester	64	γ -Anilidobutyro-	
säureaethylester	65	Aethylacetessig-		lactam	63
Acetondiessig-		säureaethylester	59	γ -Anilidoperchlor-	
säuredilacton	65	Aethylalkohol	49	crotolactam	63
Acetophenon	72	Aethylbenzol	66	Anilin	67
Acetylaepfelsäure-		Aethylcampher-		Anisaldehyd	74
methylester	64	säure	76	o-Anisidin	71
— -aethylester	64	Aethylidiphenyl-		Anisol	70
— -n-propylester	64	amin	69	Anissäure	74
— -n-butylester	64	Aethylenbromid	49	p-Anisylpentade-	
— -anhydrid	64	Aethylenchlor-		cykleton	73
Acetylbenzylaether	72	hydrin	58	Anthracen	78
Acetylcitronen-		Aethylenglycol	58	Antimonpenta-	
säuretrimethyl-		Aethylmalonsäure-		chlorid	45
ester	66	aethylester	61	Antimontribromid	45
Acetylentetra-		Aethyloxalsäure	60	Antimontrichlorid	45
bromid	49	— -chlorid	61	Antimontrijodid	45
Acetylidentetra-		Aethylphenylketon	72	Arsenanilidodi-	
bromid	49	p-Aethyltoluol	77	methylester	68
Acetyl-p-isobutyl-		Alantolacton	77	Arsenanilidodi-	
phenol	71	Allylsenfö	60	aethylester	68
Acetyllaevulin-		Allylsulfid	50	Arsentribromid	45
säure	60	Aluminiumbromid	45	Arsentrichlorid	45
Acetyl-o-nitro-		Ameisensäure	52	Azela'ssäure	62
phenol	71	p-Amidoazobenzol	69	Azobenzol	69
Acetylphenol	70	Amido-hexadecyl-			
Acetylrechtswein-		benzol	69	Benzalchlorid	72
säureaethylester	65	Amido-octadecyl-		Benzaldehyd	72
Acetylsalylsäure-		benzol	69	Benzalmalonsäure-	
chlorid	74	o-Amidophenetol	71	aethylester	75
Acetylsalol	74	Amylaether	50	Benzhydrol	76
Acetyltribrom-		Amylbenzol	66	Benzil	76
phenol[1 OH:2:4:6]	71	Amylbromid	49	Benzo'ssäure	73
Aconitsäure-n-pro-		Amylenbromid	49	— -methylester	73
pylester	65	Amyljodid	49	— -aethylester	73

Benzoësäure-	p-Brombenzolsulfo-	ω -Chlor-o-Toluyl-
aethylester . . . 73	säuremethylester 70	säurechlorid . . . 74
— -n-propylester . 73	— -aethylester . . 70	Cineol 75
— -isobutylester . 73	α -Bromisobutter-	Citraconsäure-
— -isoamylester . 73	säureaethylester 55	methylester . . . 63
— -phenylester . . 73	— -bromid 55	— -aethylester . . 63
— -anhydrid . . . 73	Brommalëinsäure-	— -anhydrid . . . 63
Benzoïn 76	anhydrid 63	— -anil 63
Benzol 66	Bromoform 53	Citronensäure-
Benzolsulfochlorid 70	p-Bromtoluol . . . 67	trimethylester . 65
Benzolsulfosäure-	α -Bromzimmtsäure-	— -triaethylester . 65
methylester . . . 69	chlorid 75	Crotonsäure 57
— -aethylester . . 69	n-Buttersäure . . . 54	Cumarin 75
— -propylester . . 69	— -n-propylester . 54	Cuminalkohol . . . 72
Benzonitril 73	— -isobutylester . 54	Cuminol 72
Benzophenon . . . 76	n-Butylalkohol . . 50	Cuminsäure 74
Benzotrichlorid . 73		Cymol 66
Benzoylbromid . . 73	Camphersäure-	
Benzoylchlorid . . 73	methylester . . . 75	Decylacetylen . . . 48
Benzoylcyanid . . 54	Campholensäure . 75	n-Decylalkohol . . 50
Benzoylessigsäure-	Camphoronsäure-	Decylen 48
aethylester . . . 74	triaethylester . . 65	Decylenbromid . . 49
Benzylaethyl-	Camphylamin . . . 76	Decylenglycol . . . 58
aether 71	Caprinaldehyd . . 51	Decylenglycoldi-
Benzylaethylessig-	n-Capriusäure . . . 56	acetat 59
säure 74	— -chlorid 56	Decylenoxyd 58
Benzylalkohol . . 71	n-Capronsäure . . . 55	n-Decyljodid . . . 49
Benzylamin 72	Caprylen 48	Dehydracetsäure . 65
Benzylbromid . . 72	n-Caprylsäure . . . 56	Dekamethylendi-
Benzylchlorid . . 72	— -chlorid 56	amin 59
Benzylcyanid . . 74	Carbaminsäure-	Dekamethylenimin 59
Benzylidiphenyl-	aethylester . . . 60	n-Dekan 46
amin 69	— -propylester . . 60	Desoxybenzoïn . . 76
Benzylidenaceton . 75	— -isobutylester . 60	Diacetamid 53
Benzylphenyl-	Carvacrol 71	Diacetylresorcin . 71
aether 72	Carvol 71	Diaethylacetal . . 51
Bernsteinsäure-	Ceten 48	Diaethylanilin . . 68
aethylester . . . 61	Cetylalkohol . . . 50	Diaethylhexadecyl-
— -n-propylester . 61	Cetyljodid 49	amin 51
— -anhydrid . . . 61	Chinaldin 78	Diaethylloxamin-
Brassidinsäure . . 58	Chinolin 78	säure-aethylester 61
Brenzcatechin . . 71	ω -Chloroethyl-	Diazobenzolimid . 69
Brenzschleimsäure-	benzol 67	Dibenzyl 76
aethylester . . . 66	p-Chloranilin . . . 68	Dibenzylamin . . . 72
Brenztraubensäure 59	Chlorbenzol 67	Dibenzyliden-
— -aethylester . . 59	p-Chlorbenzolsulfo-	aceton 75
Brenzweinsäure-	chlorid 70	p-Dibrombenzol . 67
anhydrid 61	p-Chlorbenzolsulfo-	Dibrombrenztrau-
Bromacetophenon . 72	säuremethylester 69	ensäure-aethyl-
p-Bromaethyl-	— -aethylester . . 69	ester 59
benzol 67	Chlordecylbenzoat 59	β -Dibromhydrin =
Bromal 51	Chlorobenzil . . . 76	Dibrompropyl-
p-Bromanilin . . . 68	o-Chlorphenetol . 71	alkohol 64
p-Bromanisol . . . 71	α -Chlorpropion-	Dibromstyrol . . . 75
Brombenzol 67	säureaethylester 54	Dichloressigsäure . 53
p-Brombenzolsulfo-	Chlorsulfonsäure . 45	Dichloressigsäure-
chlorid 70	Chlortoluol 67	methylester . . . 54

Dichloressigsäure-	<i>a</i> -Dithionaphtol . . . 77	Hexadecylen . . . 48
aethylester . . . 54	Ditolylaethan . . . 76	Hexadecylen-
— isobutylester . . . 54	n-Docosan . . . 48	bromid . . . 49
<i>a</i> -Dichlorhydrin . . . 63	Dodecylacetylen . . . 48	Hexadecylendicar-
Dichlormaleinanil-	n-Dodecylalkohol . . . 50	bonsäureanhy-
chlorid 63	Dodecylamin . . . 50	drid 62
Dichloroxalsäure-	Dodecylen . . . 48	Hexadecylenglycol . . . 58
dimethylester . . . 61	n-Dodekan . . . 46	n-Hexadecyljodid . . . 49
— diaethylester . . . 61	Dotriacontan . . . 48	Hexadecylphenol . . . 71
— di-n-propylester . . . 61	n-Eikosan 47	n-Hexadekan . . . 47
Didecyl 47	Elaidinsäure . . . 58	Hexyldiphenyl-
Diglycolsäure-	Epichlorhydrin . . . 64	methan 76
anhydrid 59	Erucasäure . . . 58	Hexylmyristyl-
Diglycolsäuredi-	Essigsäure	keton 52
aethylester . . . 59	— propylester . . . 53	Hexylpalmityl-
Diglycolsäuredi-	— isobutylester . . . 53	keton 52
chlorid 59	— isoamylester . . . 53	Hexylstearylketon . . . 52
Diheptyl 47	— decylester . . . 53	Hexyltetramethyl-
Dihydrohelenin . . . 78	— dodecylester . . . 53	diamiddiphenyl-
Diisobutylamin . . . 51	— tetradecylester . . . 53	methan 76
Dimethylaethyl-	— hexadecylester . . . 53	Hydroalantolacton . . . 78
carbinol 50	— octadecylester . . . 53	Hydrochelidon-
Dimethylamido-	Essigsäureanhy-	säureester . . . 65
phenylhexyl-	drid 53	Hydroxylamin . . . 45
keton 73	Eugenol 75	Hydrozimmtsäure . . . 74
Dimethylanilin . . . 68	Fluoren 76	Isoamylalkohol . . . 50
uns. Dimethylbern-	Formamid 53	Isobutenyltricar-
steinsäureanhy-	Fumarsäuremethyl-	bonsäureaethyl-
drid 61	ester 63	ester 65
uns. Dimethyldi-	— aethylester . . . 63	Isobuttersäure . . . 55
chlorsuccinanil . . . 62	— n-propylester . . . 63	— isobutylester . . . 55
uns. Dimethyldi-	— chlorid 63	Isobutylalkohol . . . 50
chlorsuccinanil-	n-Glutaranil 62	Isobutylenbromid . . . 49
chlorid 62	n-Glutarsäure . . . 62	Isobutyljodid . . . 49
1, 3-Dimethyl-4-	— anhydrid . . . 62	p-Isobutylphenol . . . 71
Hexadecylbenzol . . . 66	— chlorid 62	Isocapro lacton . . . 59
Dimethylmercaptol . . . 52	— nitril 62	Isocapronsäure . . . 55
Dimethylresorcin . . . 71	Glycerin 63	— aethylester . . . 55
Dimethylresorcyl-	Guajacol 71	Isochinolin . . . 78
pentadecylketon . . . 73	Helenin 77	Isocrotonsäure . . . 57
uns. Dimethylsuc-	n-Heneikosan . . . 47	Isodehydracet-
cinanil 62	n-Hentriacontan . . . 48	säuremethyl ester . . . 64
Dimethyltoluidin . . . 68	n-Heptacosan . . . 48	— aethylester . . . 64
Dinaphtylsulfid . . . 77	n-Heptadekan . . . 47	Isovaleriansäure . . . 55
Dinonyl 47	n-Heptylalkohol . . . 50	— aethylester . . . 55
Di-n-propylketon . . . 51	Heptylbenzol . . . 66	— isoamylester . . . 55
Diocetyl 47	n-Heptylsäure . . . 55	Itaconsäuremethyl-
Dioxobernstein-	— chlorid 56	ester 63
säureaethylester . . . 65	n-Hexacosan . . . 48	— aethylester . . . 63
Diphenyl 76	Hexadecylacetylen . . . 48	— anhydrid . . . 63
s. Diphenylaethan . . . 76	n-Hexadecyl-	— chlorid 63
Diphenylaethylen . . . 76	alkohol 50	o-Jodtoluol 67
Diphenylamin . . . 69	Hexadecylamin . . . 51	Kohlensäureaethyl-
as-Diphenylhydra-	Hexadecylbenzol . . . 66	ester 60
zin 69		
Diphenyltricyan-		
wasserstoff . . . 53		

Korksäure	62	Methyloctylketon	52	m-Nitrobenzal-	
Kresol	71	Methylpalmityl-		chlorid	72
Laevulinsäure	60	keton	52	Nitrobenzaldehyd	72
Laevulinsäure-		Methylpentadecyl-		m-Nitrobenzoë-	
chlorid	60	acetylen	48	säure-aethylester	73
Laurinaldehyd	51	Methylpropylketon	51	Nitrobenzol	67
n-Laurinsäure	56	Methylstearylketon	52	p-Nitrobenzyl-	
— -phenylester	56	p-Methylstilben	76	chlorid	72
— -p-kresylester	56	Methyltetradecyl-		Nitroso-dekame-	
— -chlorid	56	keton	52	thylenimin	59
— -nitril	56	Methyltridecylace-		Nitrosodiaethyl-	
R-Limonen	75	tylen	48	amin	51
Maläinsäuremethyl-		Methylundecylace-		Nitrosodimethyl-	
ester	63	tylen	48	amin	51
— -aethylester	63	Methylundecyl-		Nitrophenol	71
— -n-propylester	63	keton	52	Nitrotoluol	67
— -anhydrid	63	α-Methylzimmt-		n-Nonadekan	47
— -anil	63	säure	75	n-Nonan	46
Malonsäure-methyl-		Monoaethylanilin	68	n-Nonylalkohol	50
ester	61	Monaethylhexa-		n-Nonyljodid	49
— -aethylester	61	decylamin	51	n-Nonylsäure	56
Margarinsäure	57	Monobrombrenz-		— -chlorid	56
Menthol	75	traubensäure-		n-Octacosan	48
Mesaconsäure-		aethylester	59	n-Octadecylalkohol	50
methylester	63	[1,2,3]-Monobrom-		Octadecylbenzol	66
— -aethylester	63	cymol	67	Octadecylen	48
Mesitenlacton	59	Monobromessig-		Octadecylphenol	71
Mesitylen	66	säure	54	n-Octadekan	47
Mesityloxyd	52	Monobromnaphta-		Octylalkohol	50
Methylacetanilid	68	lin	77	n-Octyljodid	49
Methylaethylmalon-		[1,2,5]-Monochlor-		Oelsäure	58
säureaethylester	61	cymol aus Car-		Oenanthol	51
Methylcrotonsäure	58	vacrol	67	Oenanthyliden-	
Methyldecylketon	52	Monochloressig-		chlorid	51
Methyl-diphenyl-		säure	53	Orthoameisensäure-	
amin	69	— -aethylester	53	aethylester	53
Methyl-dodecyl-		α-Monochlorcroton-		Oxalessigsäure-	
keton	52	säure	57	aethylester	64
α-Methylglutaranil	62	p-Monochlorphenol	70	Oxalsäure-methyl-	
α-Methylglutar-		Monomethylanilin	68	ester	60
säureanhydrid	62	Myristinaldehyd	51	— -aethylester	60
Methylhexadecyl-		Myristinsäure	57	— -n-propylester	60
benzol	66	— -phenylester	57	— -isopropylester	60
Methylhexyl-		— -p-kresylester	57	— -isobutylester	60
carbinol	50	— -chlorid	57	— -isoamylester	61
Methylhexylketon	52	— -nitril	57	Oxaminsäure-	
Methylmalonsäure-		n-Pentadecylsäure	57	aethylester	61
aethylester	61	Naphtalin	76	Oxomalonsäure-	
Methylmargaryl-		Naphtalinsulfo-		aethylester	64
keton	52	chlorid	77	p-Oxybenzaldehyd	74
Methylmyristyl-		Naphtalinsulfo-		α-Oxyisobutter-	
keton	52	säuremethylester	77	säure	59
Methylnonylacety-		Naphtoësäure	77	Palmitinaldehyd	51
len	48	Naphtol	77	Palmitinsäure	57
Methylnonylketon	52	Naphtylamin	77	— -phenylester	57
		Naphtylphenylsulfid	77		

Palmitinsäure-	Propylenbromid . . . 49	n-Tetradekan . . . 47
-p-kresylester . . . 57	n-Propyloxalsäure 60	Thiodiglycolsäure-
- -chlorid . . . 57	n-Propyloxalsäure-	anhydrid . . . 59
- -nitril . . . 57	chlorid . . . 61	Thiodiglycolsäure-
Paraldehyd . . . 51	Pseudobutylen-	dichlorid . . . 59
Pentachlorpyrrol . 63	bromid . . . 49	Thiodiglycolsäure-
n-Pentadekan . . . 47	Pseudocumidin	methylester . . . 59
n-Pentatriacontan 48	[1,3,4,6] . . . 69	Thionaphtol . . . 77
Phenanthren . . . 76	Pyridin . . . 78	Thionaphtolecetat 77
Phenetol . . . 70	Pyrogallol . . . 71	Thionaphtolaethyl-
p-Phenylpenta-	Quecksilber . . . 45	aether . . . 77
decylketon . . . 73	Rechtswinsäure-	Thionaphtolben-
Phenol . . . 70	-methylester . . . 65	zoat . . . 77
Phenylacetyl-	- -aethylester . . . 65	Thiophenol . . . 70
chlorid . . . 74	- -n-propylester . 65	Thymol . . . 71
Phenylazoimid . . 69	- -isopropylester 65	Tiglinsäure (α -Me-
Phenyldichlor-	- -isobutylester . 65	thylcrotonsäure) 58
acetonitril . . . 75	Resorcin . . . 71	Toluidin . . . 68
Phenyldisulfid . . 70	Salicyldehyd . . . 74	Tolunitril . . . 73
m-Phenylendiamin 69	Salicylsäure-	Toluol . . . 66
Phenyllessigsäure 74	methylester . . . 74	Toluolsulfochlorid 70
Phenylhexylketon 73	- -aethylester . . 74	p-Toluolsulfosäure-
Phenylhydrazin . 69	- -phenylester =	aethylester . . . 70
Anhydrid d. Phenyl-	Salol . . . 74	m-Tolylendiamin
hydrazonlaevu-	Schwefelsäure . . 45	[1CH ₃ :2:4] . . . 69
linsäure . . . 60	Schwefelsäure-	p-Tolylheptadecyl-
Phenylisobutyl-	aethylester . . . 50	keton . . . 73
keton . . . 72	s-Schwefligsäure-	p-Tolylydrazin . 69
Phenylisocyanid . 68	aethylester . . . 50	Tolylisocyanid . 69
Phenylpentadecyl-	Sebacinsäure . . . 62	p-Tolylpentadecyl-
keton . . . 73	- -aethylester . . 62	keton . . . 73
Phenylselenid . . 70	- -nitril . . . 62	Traubensäure-
Phenylsenföf . . . 68	Stearinaldehyd . 61	methylester . . . 65
Phenylsulfid . . . 70	Stearinsäure . . . 57	- -aethylester . . 65
Phenylsulfon . . . 70	- -phenylester . . 57	Triacetamid . . . 53
Phenylurethan . . 68	- -p-kresylester . 57	Tricarbaldehydhy-
Phoron . . . 52	- -nitril . . . 57	dridsäure . . . 65
Phosphor . . . 45	Stilben . . . 76	Trichloracetyl-
Phosphorsulfo-	Styrol . . . 75	bromid . . . 54
bromid . . . 45	Succinimid . . . 61	[2,4,6]-Trichlor-
Phosphorsulfo-	Succinylchlorid . 61	anilin . . . 68
chlorid . . . 45	Succinyllobernstein-	Trichloressigsäure 54
Phosphortribromid 45	säureaethylester 65	- -aethylester . . 54
Phtalid . . . 75	Sulfocycansäure-	- -anhydrid . . . 54
Phtalsäureaethyl-	methylester . . . 60	Trichlorhydrin . . 64
ester . . . 75	n-Tetracosan . . . 48	n-Tricosan . . . 48
Phtalylchlorid . . 75	Tetradecylacetylen 48	Tridecylutidin . . 78
Picolin . . . 78	n-Tetradecylal-	- -dicarbonsäure-
Pimelinsäure . . . 62	kohol . . . 50	aethylester . . . 78
Piperidin . . . 78	Tetradecylamin . 51	n-Tridecylsäure . 56
Piperonal . . . 74	Tetradecylen . . . 48	n-Tridekan . . . 46
Propionamid . . . 54	Tetradecylen-	Trisobutylamin . 51
Propionsäure . . . 54	bromid . . . 49	Trimethylbern-
- -n-propylester . 54		steinsäurean-
- -anhydrid . . . 54		hydrid . . . 61
n-Propylalkohol . 49		Trimethylen-
n-Propylbenzol . . 66		bromid . . . 49

Trimethylencyanid 62	Vanillin 74	o-Xyloltetrachlorid 67
1,3,5-Trimethyl- Hexadecylbenzol 66	Vinyltribromid 49	Xylylpentadecyl- keton 73
Triphenylmethan 76	W asserstoffsuper- oxyd 45	Z immtaldehyd 75
U ndecylensäure 58	W ismuthtribromid 45	Z immtalkohol 75
n-Undecylsäure 56	W ismuthtrichlorid 45	Z immtsäure 75
n-Undekan 46	m- X ylidin [1:3:4= CH ₃ :CH ₃ :NH ₂]. 69	— -aethylester 75
n- V aleriansäure 55	m- X ylol 66	— -p-kresolester 75
γ- V alerolacton 59		Z inntetrabromid 45
		Z inntetraiodid 45

VERLAG VON FRIEDRICH COHEN IN BONN.

V. v. Richter's
Chemie der Kohlenstoffverbindungen
oder
Organische Chemie.

Siebente Auflage

neu bearbeitet

von

Dr. R. Anschütz,

Professor der Chemie an der Universität Bonn.

Erster Band:

Die Chemie der Fettkörper.

Preis 10 *M.*, gebunden 11 *M.*

Der zweite (Schluss-)Band erscheint Herbst 1895

V. v. Richter's
Lehrbuch der anorganischen Chemie

bearbeitet

von

Dr. H. Klinger,

Professor der Chemie an der Universität Bonn.

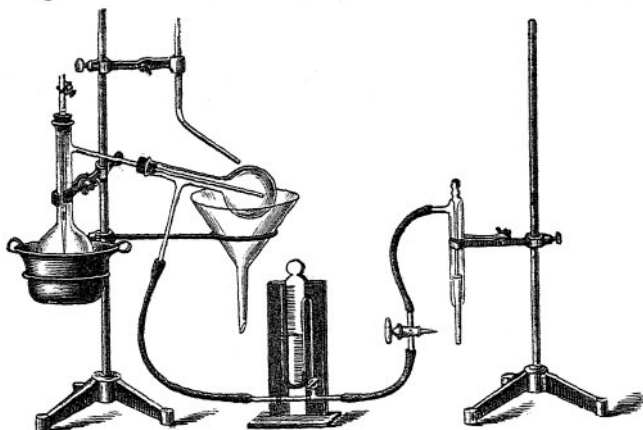
Achte neu bearbeitete Auflage.

Mit Holzschnitten und einer Spectraltafel.

Preis 9 *M.*, gebunden 10 *M.*

C. Gerhardt,
Marquarts Lager chemischer Utensilien,
Bonn a. Rhein.

Fabrik und Lager: Bornheimerstrasse 90.
Niederlage: Im chemischen Institut der Universität seit 1873.



Anfertigung und Lager aller für das Laboratorium erforderlichen Apparate
und Geräthschaften in vorzüglicher Qualität.
Glasbläserei und Werkstätte zur Herstellung von Präcisionsapparaten.
Institute erhalten illustrierte Preisliste gratis und franco.

E. Leybold's Nachfolger,
Coeln a. Rh.

Destillationskolben nach Anschütz und Claisen.

Vorlagen nach Bredt, Brühl und L. Meyer.

Destillationsapparate nach Kahlbaum mit Quecksilber-
schliffen.

Destillationsthermometer mit Null und Siedepunkt,
zur Controlle der Richtigkeit,
von der Reichsanstalt geprüft.

Hochgradige Destillationsthermometer bis 550 Grad.
Automatische Quecksilber-Luftpumpen.

Illustrierte Special-Preislisten auf Verlangen.

2

84