

seifen der schweren Metalle können unter Anwendung eines Lösungsmittels d. i. Benzins zum Imprägniren des Holzes benutzt werden. Durch nachträgliche Verdampfung kann das Lösungsmittel ausgeschieden werden, und die Schwermetallsalze können die Structur des Holzes ausfüllen.

Die Imprägnation des Holzes kann auf verschiedene, dem Zwecke angepasste Methoden vorgenommen werden; Charitschkow führt die folgende als die entsprechendste an:

In Imprägnationskessel stellt man das Holz (z. B. Bahnschwellen) in lothrechter Lage auf, lässt, nachdem man den Deckel dicht geschlossen hat, die Lösung des Antisepticums hinein, erwärmt mit einer Dampfschlange und sammelt die ausgeschiedene Feuchtigkeit und das Benzin in einem besonderen Kühler. Nach Beendigung des Trocknens (diese Operation hat den Zweck, die Feuchtigkeit abzuschneiden und die Fäulnissporen im Holz zu tödten) unterbricht man das Erwärmen und lässt den Kessel sich abkühlen. Während dieser Zeit dringt das Antisepticum in die Holzporen ein, weil durch die Abkühlung sich leere Räume gebildet haben, welche die Imprägnationsflüssigkeit aufsaugen. Hierauf lässt man den Überschuss der Lösung ab und durch Erwärmung mit Zuhilfenahme eines Vacuums scheidet man das vom Holze aufgesogene Benzin ab.

Die ganze Operation zerfällt also in drei Abschnitte: Trocknung, eigentliche Imprägnation und Vertreibung des Benzins; jede soll $1\frac{1}{2}$ Stunden dauern, die ganze zur Durchführung der Operation nöthige Zeit beträgt demnach $4\frac{1}{2}$ Stunden.

Die Kosten der Imprägnation des Holzes sind verhältnissmässig niedrig. Charitschkow nimmt an, dass bei Anwendung des Kupfersalzes zur Tränkung einer Bahnschwelle 6 Pfund des Antisepticums aufgehen, zu dem $\frac{1}{3}$ Pfund Kupfer nöthig ist; rechnet man das letztere zu 3 bis 4 Kopeken, so kommen die Kosten des Antisepticums auf 10 Kopeken, was mit der Arbeit nicht mehr als 20 Kopeken ausmachen dürfte; bei Benutzung der Eisensalze werden die Kosten entsprechend billiger sich stellen.

Zum Schluss muss noch der Frage nach der Festigkeit des imprägnirten Holzes Erwähnung gethan werden. Wenn auch in dieser Hinsicht keine Proben in der mechanischen Versuchstation angestellt wurden, bemühte sich jedoch Herr Charitschkow dieselbe angenähert zu bestimmen, und fand, dass das Kupfersalz die Zerissfestigkeit in einem gewissen Grade erhöhe, und dass das Eisensalz dieselbe verhältnissmässig in bedeutenderem Maasse schwäche.

Diese Proben können aber keineswegs als maassgebend betrachtet werden, wie überhaupt die Frage als offen und unbeantwortet anzusehen ist, solange die Methode der Holzimprägnirung mit Metallsalzen der Petrolsäure in der Praxis sich nicht bewährt.

Roman Zaloziecki.

Erfahrungen mit dem Linde'schen Gegenstromapparat und Versuche mit flüssiger Luft.

Von

Dr. Otto Müller.

[Schluss von S. 736.]

Eine Änderung hat sich bei uns sehr bewährt, um die Kohlensäureabscheidungen zu verringern. Diese besteht darin, dass wir die aus dem Auspuffrohr r_4 ausgeblasene Luft, die ja ziemlich vollständig von Kohlensäure befreit ist, vom Niederdruckcylinder wieder ansaugen lassen. Wir verbinden zu diesem Zwecke das Auspuffrohr r_4 mit dem Saugventil des Cylinders N . Ein in diese Verbindung geschalteter Hahn ermöglicht das für andere Zwecke, wie schon bemerkt, nöthige Abschiessen von r_4 . Die aus r_4 ausgeblasene Luft genügt aber nicht, den Bedarf für N zu decken, es muss also noch Luft aus dem Zimmer angesaugt werden. Da die Luft vor diesem Ventil sich in äusserst lebhafter Bewegung befindet, weil sie mit grosser Heftigkeit angesaugt, bei Schluss des Ventils sich plötzlich staut, und aus diesem Grunde die aus r_4 kommende Luft wahrscheinlich grösstentheils weggeblasen werden würde, so haben wir ein etwa 3 m langes, sehr weites Rohr aus Weissblech, welches vertical gestellt ist, durch ein T-Rohr mit dem Saugventil von N verbunden und den von r_4 kommenden Schlauch über das kürzere Mittelstück dieses T-Rohres geschoben, während das längere Querstück (der horizontale Querbalken des T) die Verbindung zwischen dem langen Blechrohr und dem Ventil herstellt. Auf diese Weise wird die aus r_4 kommende Luft im untern Theile des Verticalrohres mit Zimmerluft gemischt und kommt ohne Verlust zur Verwendung. Die geringere Trübung der flüssigen Luft durch Kohlensäure war sofort augenfällig und eine Verstopfung des Ventils V_1 durch Kohlensäure wurde viel seltener. Ausserdem ist noch zu beachten, dass die aus r_4 ausgepuffte Luft sauerstoffarm und stickstoffreich ist. Es hat dies zur Folge, dass die Temperatur im Apparat noch ein wenig niedriger wird. In der That sieht die flüssige Luft, wenn man dieses Verfahren

anwendet, nicht ganz so blau aus, wie die ohne dasselbe auf die bisher übliche Weise hergestellte. Der in die Leitung von r_4 nach dem Saugventil von N eingeschaltete Hahn muss natürlich geschlossen werden, wenn man die Luft aus g ablassen will und wenn nach Beendigung des Betriebes der Apparat ausgetrocknet wird. Die auf die Hahn- und Rohransätze einfach aufgesteckten Gummischlauchverbindungen geben gleichzeitig eine gewisse Sicherheit dafür, dass der Druck im Gefäss g beim Abfüllen nicht zu gross wird, da sie in diesem Falle einfach von den Rohransätzen des Hahns losgedrückt werden.

Schliesslich sei bemerkt, dass der Apparat nicht regelmässig Luft und Wasser im Niederdruckcylinder N ansaugt, was wahrscheinlich an den dort befindlichen Saugventilen liegt. Namentlich die Inconstanz des Wasserzuffusses ist im Wasserabscheider W sehr bemerkbar.

Der Compressor ist für andere Zwecke, nämlich den Dienst auf Torpedobooten und in Rücksicht auf den dort so ausserordentlich beschränkten Raum gebaut und ohne Weiteres unverändert für den Apparat verwendet worden. Er ist in Folge dessen so zusammengedrängt, dass es sehr schwierig ist, an die vielen Schraubenköpfe, die man beim Ausputzen des Compressors zu drehen hat, heranzukommen, ein Umstand, der sehr empfindlich ist, da dieses Öffnen, wie die Firma angibt, nach jeder Betriebsperiode von 10 Stunden geschehen soll. Wenn sich die Firma nicht entschliessen kann, für den Laboratoriumsbedarf oder die technische Verwendung, wo der genügende Raum unter allen Umständen vorhanden ist, einen etwas bequemer zugänglichen Compressor zu bauen, so sollte sie wenigstens Steckschlüssel statt der gewöhnlichen Schraubenschlüssel liefern, wobei allerdings die Schraubenköpfe etwas kleiner gemacht werden müssten, da sonst auch Steckschlüssel nicht Platz haben.

Man sieht aus alledem, dass der Apparat noch nicht vollkommen ist, er zeigt noch erhebliche Mängel, welche seine Zuverlässigkeit beim Betrieb und damit auch zunächst seine allgemeine Verwendbarkeit in der Praxis stark beeinträchtigen. Der von uns vor etwa Jahresfrist bezogene Apparat war nach einer Zusammenstellung der Firma der 18. unter 19 verkauften, von denen nur 2 die Grösse II (Leistung 1,25 l die Stunde), alle andern, wie auch unserer, die Grösse I (Leistung 0,75 l die Stunde) besitzen. Von dieser verhältnissmässig geringen Zahl haben aber einige zu noch grösseren Klagen Anlass gegeben als unser Apparat; auch die Firma bestätigt häufigere Reclamationen. Der Be-

trieb des Apparats erfordert die grösste Anspannung der Aufmerksamkeit und die Theiligung von mindestens 3 Personen. Die eine wird sich darauf beschränken müssen, die Ventile V_1 V_2 zu reguliren und wird zu diesem Zwecke die drei Manometer M_1 , M_2 und M_3 unausgesetzt zu beobachten haben, und durch oftmaliges Ablassen des Wassers aus dem Wasserabscheider bei h_2 grössere Drucksteigerungen in W und M_2 zu vermeiden haben. Die beiden andern Personen haben das Kältgemisch zu controliren, die Temperatur am Thermoelement abzulesen, die eine Löthstelle des letzteren auf 0° zu halten, das Gefäss, in dem das aus h_2 ablaufende Wasser aufgefangen wird, von Zeit zu Zeit zu entleeren, den Compressor mit Öl zu versorgen, frisches Eis herbeizuschaffen und sonst eine Menge kleiner Handreichungen zu thun, die sich nöthig machen. Daher ist die Benutzung des Apparates nur in solchen Instituten möglich, die die nöthige Anzahl von Personen für den Betrieb zur Verfügung haben. Es ist allerdings dem Verfasser einmal geglückt, alle diese Manipulationen, einschliesslich Abfüllen des Gefässes g und Filtriren der Luft, allein auszuführen, aber nur für die kurze Zeit von etwa $\frac{3}{4}$ Stunden. Für längere Zeiten würde die Anstrengung dabei eine zu grosse sein.

Die aus g abgelassene flüssige Luft, die man für gewisse Versuche filtriren muss, kann in verschieden construirten Gefässen aufbewahrt werden. Man kann erstens ein gewöhnliches Glasgefäss in irgend eine Wärmeschutzmasse, wie Wolle, Eiderdaunen u. s. w. einschliessen, oder man kann doppelwandige Gefässe benutzen, bei denen der Zwischenraum zwischen den beiden Wänden ausgepumpt ist. Diese letzteren Gefässe werden zumeist mit Unrecht Dewar'sche Flaschen genannt, sie sollten Weinhold'sche Flaschen heissen, da sie von A. Weinhold zuerst angegeben und zur Aufbewahrung kalter Körper verwendet worden sind¹⁾. Die Leistungsfähigkeit dieser Aufbewahrungsmethoden ist sehr verschieden. Es muss, wenn man gute Resultate erzielen will, nicht nur auf die Wärmeleitung, sondern auch auf die Wärmestrahlung geachtet werden. Über solche Gefässe liegen sehr schöne Untersuchungen von Herrn W. Hempel²⁾ vor. Nach diesem sind unter allen

¹⁾ Vgl. Ann. d. Physik, Bd. 66, 544, 1898, und Weinhold, Physikalische Demonst. 1. Aufl. 479, 1881.

²⁾ Ann. d. Phys. 68, 137, 1899. Vgl. noch Ber. deutsch. chem. Ges. 1898, 2994. Übrigens nennt auch Herr Hempel noch Dewar als Erfinder dieser Gefässe.

Packmaterialien Eiderdaunen die besten. Die oben beschriebenen Vacuumröhren sind in ihrer Schutzwirkung sehr verschieden, je nach dem Grade der Luftleere. Die käuflichen Gefässe scheinen nicht genügend ausgepumpt zu sein (wir haben immer mit selbstgefertigten gearbeitet, haben also darin keine Erfahrung), denn sie erreichen nach W. Hempel nicht entfernt die Isolationswirkung der Eiderdaunen. Unsere Gefässe sind alle von A. Weinhold selbst geblasen und ausgepumpt. Das letztere geschieht mit einer Geissler'schen Quecksilberluftpumpe, während das Gefäss in siedendem Wasser steht. Dabei wird so weit als irgend möglich ausgepumpt. Die Isolation wird wesentlich verbessert, wenn man die Glaswände in bekannter Weise versilbert. Der sich auf beiden Seiten des evacuirtten Raumes bildende Silberspiegel erhöht die Wirkung sehr wesentlich, weil er nicht nur seiner blanken, spiegelnden Oberfläche wegen die Wärmeeinstrahlung verhindert, sondern auch deshalb, weil der an der inneren Wand sitzende Belag die etwa durch den äusseren Spiegel hindurchgegangenen Wärmestrahlen wieder nach aussen reflectirt. Diese Gefässe übertreffen alle bisher bekannten Mittel für Wärmeisolation in so hohem Grade, dass etwas Besseres bis jetzt nicht zu finden sein dürfte. Ein Auszug aus den Hempel'schen Versuchsergebnissen möge dies noch deutlicher machen. Hempel beschickte gleiches Volumenfassende und gleiche Oberfläche enthaltende Gefässe mit gleichen Mengen eines Gemisches von fester Kohlensäure und Äther von etwa -79° und maass die Temperaturen nach den am Kopf jeder Spalte angegebenen Zeiten.

die versilberten Gefässe das einzig Empfehlenswerthe. Man beziehe sie unversilbert und unausgepumpt vom Glasbläser und besorge das Versilbern und Auspumpen selbst.

Die Versuche, die man im Unterrichte, in Vorlesungen oder Vorträgen mit flüssiger Luft machen kann, sind sehr gross an Zahl. Wir beschränken uns gewöhnlich auf folgende:

1. Flüssige Luft hat eine blaue Farbe, die um so mehr hervortritt, je länger sie gestanden hat, weil dann der flüchtigere Stickstoff verdampft und immer sauerstoffreichere Flüssigkeit zurückbleibt. Überhaupt ist der Ausdruck „Luft“ für die Flüssigkeit eigentlich nicht mehr zutreffend, denn sie enthält schon im Gefäss g etwa $\frac{2}{3}$ Sauerstoff und $\frac{1}{3}$ Stickstoff.

2. Man zeigt das Absorptionsspectrum des Sauerstoffs, indem man ein durchsichtiges, mit Flüssigkeit gefülltes Gefäss vor den Spalt eines Spectralapparats bringt. Der Versuch ist auch objectiv sehr schön auszuführen. Die stärksten Linien sind die bekannten Banden im Orange und Grün.

3. Man lässt absoluten Äther, den man in einem zugeschmolzenen, dünnwandigen Röhrchen in die flüssige Luft eintaucht, gefrieren. Beim Schmelzen des Äthers bemerkt man, dass er sofort wieder leichtflüssig wird.

4. Ein ebensolches Röhrchen mit absolutem Alkohol zeigt die allmähliche Verdickung des Alkohols. Schliesslich zieht sich beim Erstarren die Oberfläche tief ein und bildet einen nach unten in eine feine Spitze auslaufenden Trichter, eine Folge der starken Volumcontraction des Alkohols beim Erstarren. Lässt man den Alkohol wieder schmelzen, so wird er zuerst nur dickflüssig und zähe, und erst bei höherer Temperatur bekommt er seine Leichtflüssigkeit wieder. Da beim Herausziehen die Röhrchen sich sofort mit einer Eiskruste bedecken, so muss man sie vorsichtig mit der

Art der Isolation gegen die Wärmeleitung und -Strahlung	Temperatur im Innern des Gefässes nach Min.						
	5	32	58	88	115	160	207
Baumwolle	-76	-63	-56	-43	—	—	—
Reine Wolle, lufttrocken	-77	-74	-64	-55	—	—	—
Eiderdaunen	-78	-76	-67	-63	-49	-33	-17
Vacuumröhre von D. Bender und D. Holbein I	-66	-67	-49	-32	-8	+2	+8
Vacuumröhre von D. Bender und D. Holbein II	-68	-65	-49	-34	-11	+1	+8
Weinhold'sche Vacuumröhre, versilbert	-78	-77	-74	-70	-64	-59	-50

Die letzten Tropfen flüssiger Luft verschwanden in versilberten Weinhold'schen Röhren bei uns nach etwa 48 Stunden.

Die versilberten Gefässe sind natürlich nicht überall verwendbar. Will man Versuche machen, die nur im Gefäss selbst ausgeführt werden können, wie Gefrieren von Alkohol u. dgl., so muss man natürlich durchsichtige Röhren verwenden, die keine versilberten Wände haben. Die Isolationswirkung ist dann ungleich geringer. Für die Aufbewahrung der flüssigen Luft sind

Hand von Zeit zu Zeit abwischen, um den Vorgang im Röhrchen sichtbar zu machen. Der Alkohol krystallisiert übrigens nicht, wie Ladenburg (Ber. deutsch. chem. Ges. 1898, 1968) angibt. Der gefrorene Alkohol zeigt höchstens Risse und Sprünge, ist aber sonst eine amorphe Masse. Auch Holborn und Wien (Ann. Phys. 59, 227) haben darauf schon hingewiesen³⁾.

³⁾ Zusatz während der Correctur: Soeben erscheint eine Arbeit von Ladenburg (Ber. deutsch. 1899, 1818), in welcher vom Alkohol gesagt wird: „er geht in flüssiger Luft zunächst in eine durchsichtige amorphe Substanz über, die aber bei

5. Man giesst aus einer Pipette einige Tropfen gewöhnlichen käuflichen sogenannten absoluten Alkohols in die flüssige Luft. Er schwimmt als Tropfen auf der Oberfläche und befindet sich noch im Leidenfrost'schen Zustande. Erst nach gehöriger Abkühlung tritt wirkliche Berührung ein, was man an dem plötzlich auftretenden lebhaften Zischen bemerkt. Man erhält dann einen festen Tropfen, der beim Anstossen mit einem Glasstab einen hellen klirrenden Ton gibt.

6. Man steckt das Ende eines weichen schwarzen Gummischlauchs in die flüssige Luft, welches sehr bald so hart und spröde wird, dass es durch Aufschlagen mit einem Hammer in kleine Stücke zersplittert, an deren scharfen Rändern man sich direct schneiden kann.

7. Man giesst eine reichliche Menge flüssige Luft in eine kleine, nicht zu dünnwandige (4 bis 5 mm Wandstärke) Glocke aus Blei, die auf einem Fuss montirt ist. Es dauert beinahe 10 Minuten, bis die Luft aus dem Leidenfrost'schen Zustande wirklich zur Berührung kommt, was man wieder am Zischen hört. Ist die Glocke so weit abgekühlt, so gibt sie, mit einem Holzklöppel angeschlagen, einen hellen, im ganzen Zimmer hörbaren, nachklingenden Ton.

Um zu zeigen, dass die Flüssigkeit zum grössten Theil aus Sauerstoff besteht, kann man folgende Versuche anstellen.

8. Man taucht einen glimmenden Spahn in den über der Flüssigkeit befindlichen Dampf. Wenn die Flüssigkeit lange genug gestanden hat, kommt er sofort ins lebhaft Brennen.

9. Man taucht den glimmenden Spahn in die Flüssigkeit selbst. Er brennt sofort und brennt weiter, wenn man ihn eingetaucht lässt.

10. Man mischt ganz lose zerzupfte Baumwolle möglichst innig mit pulverisirter Holzkohle und übergiesst das Ganze mit flüssiger Luft, knetet mit einer Pincette nochmals Baumwolle, Kohle und Flüssigkeit durcheinander und lässt den Überschuss der Flüssigkeit verdunsten. Der auf einen Ziegelstein gelegte Bausch brennt dann mit intensiv leuchtender Flamme und zuweilen mit einem leichten puffenden Geräusch ab. Ein solches Gemisch aus flüssiger Luft und pulverisirter Kohle verhält sich genau wie Dynamit. Es verbrennt ruhig, wenn es angezündet wird, explodirt aber in der heftigsten Weise, wenn es durch ein Zündhütchen, Knallquecksilber oder dergl. zur Entflammung gebracht wird.

11. Man verbindet das Ende einer Ozonröhre mit einem Glasrohr, welches in flüssige Luft taucht. Es wird sich in diesem flüssiges oder gar festes, tiefblaues Ozon abscheiden. Doch ist hier die allgerösste Vorsicht nöthig, weil Ozon bei so niedrigen Temperaturen zu den explosivsten Körpern gehört, die man kennt. Die Explosion tritt bei

langsamer Erwärmung zunächst zähflüssig, dann aber undurchsichtig und krystallinisch wird. Wir haben bei Erwärmung zwar den Übergang in eine zähflüssige Masse stets beobachtet. Bei weiterer Erwärmung haben wir einen Übergang in den krystallinischen Zustand und die Bildung einer undurchsichtigen Masse nie gesehen, sondern immer nur den directen Übergang in den leichtflüssigen Zustand.

genügender Abkühlung (etwa -187°) unter allen Umständen ein, wie Liveing und Dewar (Phil. Mag. 34, (1892) 205; Beibl. zu Ann. Phys. 17, 121) nachgewiesen haben. Das Glasgefäss, in welchem sich das Ozon befindet, zerstäubt dabei zu Pulver (comminuting the tube to fine powder). Auch Herr Ladenburg, der die Arbeit von Liveing und Dewar nicht erwähnt, hat dieselbe Erfahrung gemacht (Ber. deutsch. Ges. 1898 S. 2513), und zwar schon bei -125° . Er schreibt die Explosion auf Rechnung „irgend einer unbekannten Veranlassung“, sie ist aber die unvermeidliche Folge der niedrigen Temperatur. Will man den Versuch anstellen, so muss man sich mit geringen Mengen durch Sauerstoff stark verdünnten Ozons begnügen.

12. Man setzt auf den Pol eines kräftigen Elektromagneten einen konischen Polschuh, welcher in den Boden eines quadratischen Kastens aus Spiegelglasplatten eingekittet ist. Den Kasten füllt man so weit mit Wasser, dass die Wasseroberfläche sich etwa 1 cm über dem Polschuh befindet. Auf das Wasser giesst man flüssige Luft, welche trotz ihres etwas grösseren specifischen Gewichtes infolge ihres Leidenfrost'schen Zustandes schwimmt, ohne Eis anzusetzen. Sobald man den Elektromagneten erregt, wird der Tropfen lebhaft angezogen, da der Sauerstoff magnetisch ist. Das Ganze lässt sich leicht projectiren. Der Versuch ist von Herrn Münch angeben.

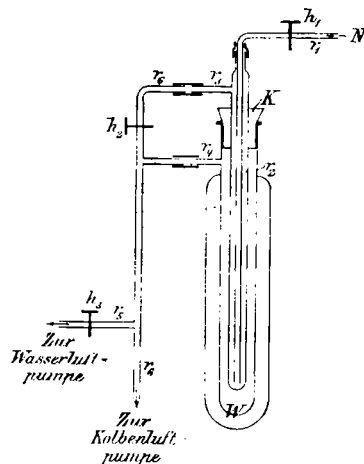


Fig. 206.

13. Fester Stickstoff. Aus einem Gasometer leitet man trockenen Stickstoff durch das Rohr r_1 Fig. 206, welches bis auf den Boden von r_2 reicht, und lässt ihn hier die Luft verdrängen. Ist dies geschehen, so füllt man die Weinhold'sche Flasche W mit flüssiger Luft, verbindet r_3 mit dem oberen Ende des Rohres r_6 , schliesst den Hahn h_2 , setzt mit Hilfe des Gummipfropfens K r_2 in W ein und verbindet endlich r_4 durch ein kurzes Stück Gummischlauch mit dem entsprechenden Ansatz des Rohres r_6 . Das Rohr r_2 muss dünnwandig sein, um dem Wärmeaustausch von innen nach aussen einen möglichst kleinen Widerstand entgegenzusetzen. Da es aber auch vollkommen luftdicht in den Gummipfropf K eingesetzt werden muss, so empfiehlt es sich, den oberen

Theil aus einer ein klein wenig weiteren, aber dickwandigeren Glasröhre herzustellen als den unteren, der in die flüssige Luft tauchen soll. Sodann lässt man die mit r_5 verbundene Wasserluftpumpe saugen, wobei natürlich der Hahn h_3 geöffnet sein muss. Dadurch erniedrigt man die Temperatur der flüssigen Luft bis nahe an -200° und der Stickstoff beginnt bei -193 bis 194° am Boden von r_2 sich zu verflüssigen. Er steigt nach einiger Zeit bis auf dasselbe Niveau, welches die Luft in W hat, und schliesslich sogar noch höher, da die Stickstoffblasen durch den abgekühlten unteren Theil der flüssigen Schicht gehen müssen. Schliesslich erreicht diese Schicht jedoch eine Höhe, bei welcher die oberen Theile durch Einstrahlung zu sehr erwärmt werden. In diesem Augenblick staut sich der aus dem Gasometer kommende Stickstoffstrom, und man hat sofort den Hahn h_1 zu schliessen, da sonst durch den Druck des verdampfenden Stickstoffs die Schwefelsäure des Trockenapparats in das Gasometer getrieben werden könnte. Man öffnet nun h_2 ; sobald aber das Manometer der Wasserluftpumpe einen Druck von 6 cm erreicht hat, fängt man möglichst rasch mit der Kolbenluftpumpe an zu pumpen und schliesst h_2 . Man saugt auf diese Weise auch den Stickstoff ab, der sich dabei so stark abkühlt, dass er gefriert (Erstarrungspunkt -203°). Man pumpe jetzt immer noch so rasch wie irgend möglich weiter. Bei dieser Versuchsanordnung ist noch der Übelstand vorhanden, dass der feste Stickstoff durch die ihn umgebende flüssige Luft, welche etwa -196 bis 198° hat, erwärmt wird. Man könnte hier dadurch Abhilfe schaffen, dass man durch den Pfropfen K noch ein Glasrohr bis auf den Boden von W führt und durch dieses von einer zweiten Wasserluftpumpe die flüssige Luft absaugen lässt. Allerdings wird die Versuchsanordnung dabei etwas complicirt. Der feste Stickstoff setzt sich gewöhnlich am Rohr r_1 an, er hält sich aber, so lange man r_2 nicht aus W herausnimmt und weiter pumpt, lange Zeit. Seine Farbe ist weisslich, ähnlich der des gewöhnlichen käuflichen Eises. Der flüssige Stickstoff ist farblos.

Das Verfahren von Linde ist eine Combination der stark abkühlenden Wirkung der Expansion hoch comprimierter Gase und des Gegenstromprinzips, und diese Combination ist das Neue an dem Verfahren. Denn sowohl die Abkühlung durch Expansion, wie namentlich das Gegenstromprincip sind längst bekannt. Der Apparat ist ganz entschieden noch nicht vollkommen. Er functionirt noch nicht mit der wünschenswerthen Sicherheit. Der Monteur der Firma, welcher ihn bei uns aufstellte, ein äusserst tüchtiger und geschickter Mann, brauchte, nachdem der Apparat in allen Theilen fertig dastand, noch drei Tage, ehe er ihn überhaupt zum Functioniren brachte, und auch da kam nach vieler Mühe nur der dritte Theil der garantierten Leistung heraus. Auch hier waren es dieselben Störungen, die wir später so oft zu beobachten Gelegenheit hatten. Bei uns

hat der Apparat kaum mehr als einmal tadellos und ohne Störung functionirt. Anderwärts sollen noch schlechtere Erfahrungen gemacht worden sein. Die Firma würde sich sicher die Laboratoriumsvorstände, die den Apparat bereits besitzen, und vielleicht noch Andere zu Dank verpflichten, wenn sie den Gegenstromapparat im angeregten Sinne verbessern wollte.

Chemnitz, Laboratorium der technischen Staatslehranstalten.

Über Lagerungsverluste und Selbstentzündung von Steinkohlen.

Von

Ferd. Fischer.

[Fortsetzung von S. 569.]

Lagerungsverluste und Selbstentzündungen der Steinkohlen sind also Oxydationsercheinungen. Meinungsverschiedenheiten bestehen aber über den Einfluss von Schwefelkies in den Kohlen.

Regnault meinte noch 1853, dass Steinkohlen ohne Schwefelkies bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft sich nicht veränderten. Verschiedene andere Beobachter¹⁾ schreiben dem Schwefelkies die wesentlichste Rolle bei der Selbstentzündung zu, Liebig (S. 568 d. Z.) dem Schwefeleisen unter Mitwirkung von Wasser. Medem²⁾ schreibt: „So mag es denn wohl richtig bleiben, was Liebig gelehrt hat, dass die chemische Zersetzung des Schwefelkieses das gesuchte Agens ist, wobei Reibungs-, Dampfkessel-, Luft- oder sonstige äussere Wärme immerhin fördernd mitwirken mögen, insofern dadurch die Anfangstemperatur erhöht wird. Die Wirkung der chemischen Zersetzung des Schwefelkieses scheint eine mehrfache zu sein: Erzeugung von Wärme, Zerklüftung der Kohlen und dadurch weitere Verflüchtigung der Grubengase, Erzeugung von Rauch und sonstigen athmungswidrigen sowie von neuen brennbaren Kohlengasen, Erhöhung der Sauerstoffanziehungskraft der Kohlen“. Die englische Commission (S. 568 d. Z.) hält den Schwefelkies in Verbindung mit Feuchtigkeit für eine der Ursachen der Selbstentzündung. Dagegen wird von Anderen³⁾ dem Schwefelkiese jede Mitwirkung bei der Selbstentzündung abgesprochen.

¹⁾ F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 589.

²⁾ Medem: Die Selbstentzündung von Heu, Steinkohlen und geölten Stoffen (Greifswald 1898) S. X.

³⁾ Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 589.