

Der Preis für Wolframmetall schwankt gegenwärtig zwischen 4—8 M für ein Kilogramm, während im Jahre 1860 das Kilogramm mit 1400 M bezahlt wurde. — Die Weltproduktion an Wolframerz beträgt, soweit Angaben zu erlangen sind, über 3300 t jährlich im Werte von annähernd 6 Mill. Mark.

So ist aus dem früher so verhaßten „Zinnfresser“ — daher „Wolf“, „Wolfart“, „Wolfram“ genannt —, weil einerseits nach Ansicht der Bergleute mit wachsendem Wolframgehalt der Zinngehalt auf der Lagerstätte abnahm, andererseits nach den Erfahrungen der Hüttenleute durch größeren Wolframgehalt im Zinnerze die Schlackenbildung begünstigt wurde, die dann Ursache von größeren Zinnverlusten sei, ein wegen seiner vor trefflichen Eigenschaften sehr geschätztes Metall geworden. Als besonders wertvolle Eigenschaften des Wolframs gelten seine große Härte und sein hervorragend hoher Schmelzpunkt; doch ist dabei zu berücksichtigen, daß alle Eigenschaften, die wir heutzutage an dem Wolframmetall so sehr schätzen, im vollsten Maße nur bei dem reinen Metall in Erscheinung treten, wie es auch bei vielen anderen Metallen der Fall ist, und daß schon geringe Verunreinigungen genügen, dem Metall andere, für spezielle Verwendungszwecke ungewöhnliche Eigenschaften zu verleihen. Als schädliche Beimengungen die den Verwendungszweck beeinträchtigen, sind erfahrungsgemäß bei Wolfram anzusehen, namentlich Kohlenstoff, Phosphor und Schwefel; durch Kohlenstoff, schon in geringen Mengen, wird der Schmelzpunkt des Wolframs bedeutend herabgedrückt, Phosphor und Schwefel wirken bei Legierungen des Wolframs mit dem Eisen auf Eigenschaften des letzteren und somit der Legierung ungünstig ein. — Das metallische Wolfram wird aus seinen pulvelförmigen Oxyden durch Reduktion in außerordentlich feiner Form gewonnen und sieht etwa wie krystallinisch glitzernder Ruß aus.

Die in Deutschland auf den Markt kommenden Wolframerze, die etwa 68—70%  $\text{WO}_3$  enthalten, bewertet man gegenwärtig per Unit  $\text{WO}_3$ , und zwar werden je nach den Preisen für Wolframmetall 43—52 M je Tonne und Prozent  $\text{WO}_3$  bezahlt für prima Qualität, d. h. das Erz muß mindestens 68 bis 70%  $\text{WO}_3$  enthalten, frei von allen schädlichen, fremden Metallen und Beimengungen, in erster Reihe von Zinn, Arsen, Schwefel, Phosphor, Blei, Kupfer und Antimon sein. Reine Stückerze werden dem Feinerz, also den gewaschenen, konz. Erzen vorgezogen. Solches Qualitätserz mit 70%  $\text{WO}_3$  bei einem Unitpreise von rund 50 M würde mit 3500 M je Tonne bezahlt werden. Scheelit liegt im Preise niedriger, weil die Verarbeitung schwieriger ist, etwa mit 40—47 M per Unit, d. i. pro Tonne und Prozent  $\text{WO}_3$ . Der Gehalt an  $\text{WO}_3$  wird aus den höchst sorgfältig gezogenen Proben nach der Analyse bestimmt. In Amerika werden auch weniger reine Erze gehandelt. Nach R. Meeks, The Mineral Industrie, Bd. XIV, dürfen die Konzentrate nicht mehr wie 0,25% P und nicht mehr als 0,01% S bei einem Gehalte von mindestens 60%  $\text{WO}_3$  enthalten. Diese Konzentrate werden mit 5,50—5,85 Doll. per Unit verkauft; natürlichweise schwankt der Preis ab und an, je nach dem Marktpreise für Wolfram.

[A. 22].

## Ein neuer Luftverflüssigungsapparat.

Mitgeteilt von Prof. Dr. GLINZER, Hamburg<sup>1)</sup>.

(Eingeg. d. 8./2. 1911.)

Seitdem Linde mit seiner genial erfundenen Maschine (D. R. P. 88 824) herausgekommen ist, die dann der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker in Darmstadt 1898 nebst den interessanten Versuchen vorgeführt wurde (vgl. diese Z. 11, 842 [1898]), hat es nicht an zahlreichen Versuchen gefehlt, die flüssige Luft, welche bekanntlich mit ca. 64% Sauerstoff äußerst reich daran ist, für die chemische Technik nutzbar zu machen. Die daran geknüpften lebhaften Hoffnungen spiegeln sich namentlich in dem Aufsatz von H e m p e l (Chem. Industr. 1899, 1) wieder<sup>2)</sup>.

Wenn sich von allen diesen Vorschlägen nur äußerst wenig hat verwirklichen lassen, so sind daran wohl zu allermeist die Herstellungskosten des aus der verflüssigten Luft resultierenden, mehr oder weniger hochprozentigen Sauerstoffgases schuld. Der von H e m p e l seinem Kalkül zugrunde gelegte Preis von 1,2 Pf pro Kubikmeter 50%iger Sauerstoff ist wohl niemals tatsächlich erreicht worden.

Es scheint nun neuerdings einem seit langem in der Kälteindustrie beschäftigten Ingenieur P a u l H e y l a n d t gelungen zu sein, die Herstellung, wenn auch von derselben Grundlage ausgehend, so zu gestalten, daß der Betriebsaufwand sich auf ca. 1 P. S. pro Kubikmeter erzeugten hochprozentigen Sauerstoff beläuft, was etwa die Hälfte der in anderen Fabriken erforderlichen Energie ausmachen dürfte. Nach den Angaben der H e y l a n d t - G e s. m. b. H., Hamburg, wird nämlich hier außer dem einen Kompressor kein größerer Maschinenpark benötigt, während bei den andern Verfahren noch Kältemaschinen erforderlich sind, um die auftretenden Kälteverluste zu decken. Ferner braucht kaum ein Drittel der in Angriff genommenen Luftmenge zunächst auf die hohe Spannung von 200 Atm. gebracht zu werden, um sich dann im Dauerbetrieb auf nur ca. 70 Atm. zu halten. Es gelingt leicht, nach Belieben sowohl Sauerstoff als Stickstoff von höchster Reinheit herzustellen, so den Sauerstoff von durchschnittlich 99%, wobei aber 99,5 und 99,7% erreicht worden sind. Als Herstellungspreis (exklusive Amortisation und Verzinsung) für ca. 97%igen Sauerstoff wird bei einer auf 10 cbm stündlich bemessenen Anlage 16 Pf pro Kubikmeter angegeben.

Während über diese Anlagen für technische Zwecke hier keine weiteren Angaben gemacht werden können, sei im folgenden der von mir im Hamburger Bezirksverein vorgeführte, von H e y l a n d t für Demonstrationszwecke konstruierte Luft- und Wasserstoffverflüssigungsapparat genauer beschrieben. Bekanntlich hat sich die in Anschaffung und Betrieb recht kostspielig und vielen Raum ein-

<sup>1)</sup> Autoreferat über den am 25./1. im Hamburger Bezirksverein deutscher Chemiker gehaltenen Vortrag.

<sup>2)</sup> Vgl. dazu K a u s c h , Die Herstellung, Verwendung und Aufbewahrung von flüssiger Luft. 2. Aufl. Weimar 1905.

nehmende Apparatur der Linde-Maschine als ein Hindernis für ihre weitere Verbreitung zu Unterrichtszwecken erwiesen. Man hat es meist vorgezogen, auf die Anschaffung der Maschine zu verzichten, zumal sie auch wegen der langen Zeitdauer des Versuchs bis zum ersten Erscheinen der flüssigen Luft recht wenig zur Vorführung geeignet ist, und hat sich flüssige Luft von einer der bestehenden Fabriken kommen lassen, um die bekannten Versuche damit zu zeigen. Der in drei Ausführungen gelieferte neue Apparat (siehe die Figuren) gestattet nun, schon wenige Minuten nach dem Beginn der Handhabung flüssige Luft zu erhalten, wozu bei Linde einige Stunden erforderlich sind, und in etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde ca. 300 bis 400 ccm flüssige Luft herzustellen. Voraussetzung ist allerdings, daß man bereits über hochkomprimierte, von Wasser und Kohlensäure freie Luft verfügt. Solche 150 Atm.-Luft liefert die Gesellschaft in 33 l-Flaschen, was also ca. 5 cbm gewöhnlicher Luft entspricht, zum Preise von 50 Pf pro Kubikmeter, also zu 2,50 M., und diese Luftmenge läßt sich zum Verflüssigen bis herab auf 40 Atm. benutzen.

Das Prinzip der Verflüssigung bei Linde beruht bekanntlich auf der bereits 1853 von Thomson und Joule gefundenen Tatsache, daß bei der Entspannung eines komprimierten Gases Abkühlung eintreten muß. In seinem Gegenstromapparat, dessen innere Spirale von der komprimierten Luft von oben nach unten durchströmt wird, um unten entspannt zu werden, während die hier entspannte Luft in der umgebenden Spirale nach oben strömt, schuf Linde das Mittel, um das Temperaturgefälle kontinuierlich so weit zu vergrößern, daß endlich am Entspannungsventil die Verflüssigungstemperatur des betreffenden Gases erreicht wird. Heyland nimmt nun die Arbeit des Komprimierens in seiner Fabrik vorweg und

erreicht dadurch den Vorteil, in dem Verflüssigungsapparat sofort mit sehr hoher Spannung einsetzen und damit, weil die Abkühlung mit der Differenz der Drucke vor und nach der Entspannung größer wird, eine raschere Zunahme des Temperaturgefälles erreichen zu können. Er wendet ferner in sehr wirksamer Weise äußere Kühlung an, indem er die auf kleinen Raum zusammengedrängte Kupferschlange in dem Gefäß C (Fig. 1) oder bei der größeren Ausführung in dem oberen glockenförmigen Aufsatz (Fig. 2) mit Salz-

Schnee oder besser mit Äther-Kohlensäureschnee umgeben hält. Zur Verflüssigung von Wasserstoff in der dritten Ausführung des Apparats ist außerdem in das Rohrsystem unten ein Zwischensatz eingebaut, der mit flüssiger Luft angefüllt wird,

um die Abkühlung noch weiter zu treiben und auch ihre abdunstenden Gase zur Vorkühlung der oberen Teile des Apparats mit zu benutzen.

Die gewählte Anordnung hat das ca. 30 m lange Rohrsystem aus dünnwandigen Kupferröhren, wie man sieht, auf einen so minimalen Raum zusammengedrängt, daß der ganze Apparat ungemein

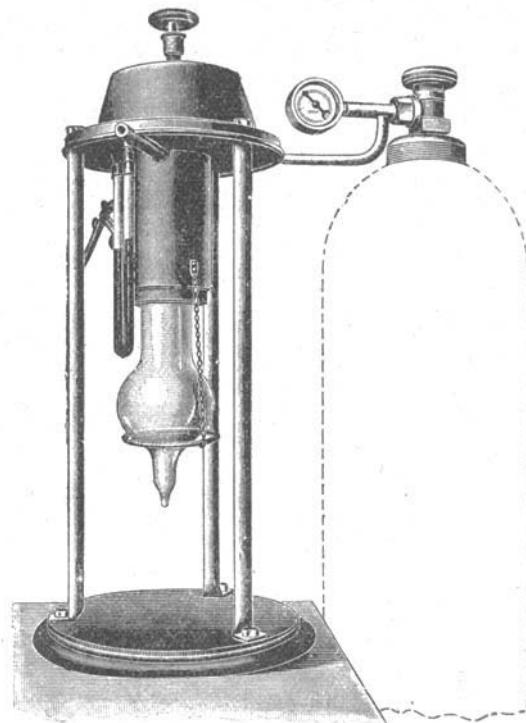


Fig. 2.

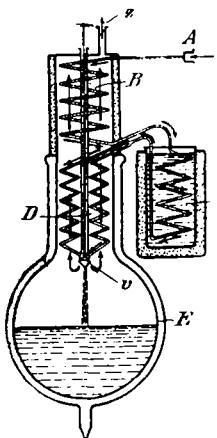


Fig. 1.

handlich und bequem zu bedienen ist; sein Gewicht beträgt je nach Größe 3—6 kg. Man beachte auch die Zweiteilung beim Austritt aus C zum Zweck der Oberflächenvergrößerung. Das in Fig. 2 sichtbare offene Wassermanometer dient bei der Bedienung als Indicator. Sobald das zur Aufnahme der flüssigen Luft bestimmte Dewarsche Gefäß (E in Fig. 1) fest angeschlossen ist, hat man das oben zu handhabende Entspannungsventil (v in Fig. 1) so zu regulieren, daß der Druck der austretenden Luft eine 30 bis 50 mm hohe Wassersäule hebt. Damit hat also die aus dem Stahlflasche ununterbrochen mit vollem Druck zuströmende Luft am Entspannungsventil fast ihre ganze Spannung verloren. Da außerdem die Temperatur der dem Apparat (bei z in Fig. 1) entströmenden Luft nur wenige Grade unter Null beträgt, hat sich auch ihre Kälte ( $-191^\circ$  ist der Verflüssigungspunkt der Luft) beim Durchströmen durch das Rohrsystem fast ganz dort abgesetzt.

So vereinigt sich alles, um diesen Apparat zu einem höchst brauchbaren Demonstrationsmittel zu machen und die Geschicklichkeit des Konstrukteurs ins hellste Licht zu setzen.