

betrieb ausarbeiten will. Die bisher so schnelle Entwicklung der elektrochemischen Industrie läßt auch auf organischem Gebiete für die Zukunft noch vieles erhoffen.

### Sechster Abschnitt.

#### Reaktionen im elektrischen Ofen.

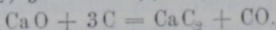
Während bei den bisher beschriebenen Anwendungen der Elektrochemie die Wirkung des Stromes in der Zerlegung von Elektrolyten bestand und die nebenhergehende Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme für den Vorgang nur insofern eine Rolle spielte, als sie den Elektrolyten auf der erforderlichen Temperatur erhielt, z. B. bei der Aluminiumdarstellung, oder gar schädlich war und deshalb durch Kühlung möglichst beseitigt werden mußte, wollen wir nun einige wichtige chemische Umwandlungen besprechen, bei denen die Elektrizität nur als Heizung dient, um die für die betreffenden Umsetzungen erforderliche Temperatur zu erreichen.

Während wir zu den elektrolytischen Prozessen nur gleichgerichteten Strom verwenden, wird zur elektrischen Erhitzung ebensogut oder noch besser Wechselstrom benutzt.

Zur Erhitzung bedient man sich sowohl des Lichtbogens als der Widerstandserhitzung.

#### Kalziumkarbid.

An erster Stelle ist unter den Erzeugnissen des elektrischen Ofens das Kalziumkarbid  $\text{CaC}_2$  zu nennen, das bei einer Temperatur, die über Weißglut liegt, aus Kalk und Kohle entsteht, während Kohlenoxydgas entweicht, nach der Gleichung:



Bei etwa  $2000^\circ$  schmilzt das Karbid; bei zu hoher Temperatur zerfällt es sich.

Fig. 26 zeigt einen zur Karbidgewinnung dienenden Ofen. Sein Schmelzherd besteht aus einem eisernen, mit Kohle ausgekleideten Wagen, der mit dem einen Pol der Stromzuleitung verbunden ist. An einem Flaschenzuge hängt in den Ofen ein Kohleblock  $E^1$ ) hinab, der mit dem anderen Pole durch biegsame Kabel verbunden ist. Der Ofen wird mit einer körnigen Mischung von etwa 70 Gewichtsteilen Kohle auf 100 Teile Kalk beschickt.

1) Solche Kohlenelektroden wiegen 300 kg und mehr. Neuerdings werden sie auch von Gebr. Siemens in Lichtenberg bei Berlin hergestellt.

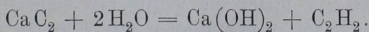
Zu Beginn senkt man die obere Kohle, bis sie die untere Kohlenplatte *C* berührt, hebt sie ein wenig, so daß sich ein Lichtbogen bildet und füllt nun durch die Kanäle *a a* eine gewisse Menge der Mischung ein; in der Hitze des Lichtbogens entsteht geschmolzenes Karbid, das die Sohle des Herdes als gutleitende Schicht bedeckt, während das Kohlenoxyd entweicht. In dem Maße als die Karbidbildung fortschreitet, wird frische Mischung zugegeben und die obere Elektrode gehoben, bis der Herd gefüllt ist. Dann läßt man abkühlen, fährt den Wagen heraus und entleert ihn.

Andere Karbidöfen sind für Dauerbetrieb eingerichtet, indem man das geschmolzene Karbid abzapft. Solche Öfen sind z. B. in Meran (Südtirol) in Betrieb; der zugeführte Strom (Dreiphasenstrom) hat 2500 Ampère bei 33 Volt. Da das Karbid leicht erstarrt, so verstopfen sich allmählich die Zapflöcher, und nach 10–12 Tagen muß der Schmelzherd herausgezogen werden.

Die Ausbeute beträgt etwa 1 kg Karbid auf 4–5 Kilowattstunden.

Das erhaltene Karbid ist eine graue Masse mit metallischem Glanz und kristallinischem Bruch. Es wird in zugelöteten Blechbüchsen verpackt.

Das Kalziumkarbid zerfällt sich mit Wasser zu Kalziumhydroxyd  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (gelöschtem Kalk) und Azetylen  $\text{C}_2\text{H}_2$ :



Nach der Theorie sollte 1 kg Kalziumkarbid etwa 350 Liter Azetylen liefern; das technische Produkt ergibt im Durchschnitt nur 280–290 Liter.

Leitet man über feingepulvertes Karbid bei Rotglut Stickstoff, so verbindet er sich mit dem Karbid zu Kalziumcyanamid, das unter dem Namen „Kalkstickstoff“ als Düngemittel dient.

Um das Karbid wohlfeil herstellen zu können, muß in erster Linie die Kraft billig sein. Die Fabrikation ist daher an Orte

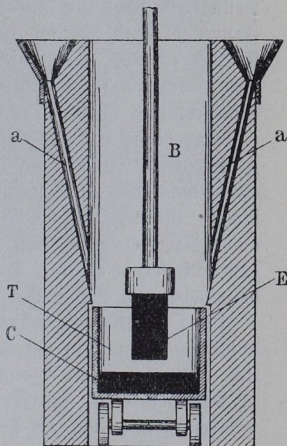


Fig. 26.

gebunden, wo eine große Wasserkraft zur Verfügung steht, z. B. am Niagarafall. Die Gesamterzeugung von Karbid betrug 1905 etwa 100 000 t, nach Deutschland wurden etwa 20 000 t im Werte von 5 Millionen Mark eingeführt.

Die Azetylenbeleuchtung hat sich für kleinere Beleuchtungsanlagen als praktisch erwiesen, z. B. für einsam gelegene Gasthäuser und dgl., wenn elektrisches Licht zu teuer ist. Auch die Azetylenlaternen für Fahrräder sind vielfach in Gebrauch. Der größte Abnehmer für Karbid ist aber wohl die preußische Eisenbahnverwaltung, die dem Leuchtgas für die Beleuchtung von Eisenbahnwagen Azetylen beimischt und so die Leuchtkraft des Gases wesentlich erhöht.

Neuerdings hat das Azetylen eine wichtige Anwendung bei der „autogenen“ Schweißung gefunden. Bei diesem Verfahren vereinigt man zwei einander berührende Metallstücke, besonders Eisenbleche; indem man die Berührungsstelle durch die Sticht Flamme eines Azetylen-Sauerstoff-Gebläses oder eines Knallgasgebläses zum Schmelzen erhitzt. Die heißere Azetylen-Sauerstoffflamme wird besonders zum Schweißen dickerer Bleche benutzt.

Um Oxydation des Metalles zu verhindern, welche die Verschweißung vereiteln würde, erhält das Gasgemisch einen erheblichen Überschuß an Azetylen, bzw. Wasserstoff; man mischt (erst im Brenner selbst, um Explosionen zu vermeiden) einen Raumteil Sauerstoff mit etwa 0,8 Teilen Azetylen oder 4 Teilen Wasserstoff.

Für größere Betriebe ist es billiger, den Sauerstoff und den Wasserstoff, anstatt ihn in Stahlflaschen zu beziehen, selber elektrolytisch darzustellen. Man benötigt dazu einen Elektrolyseur (siehe S. 34), zwei Gasometer, zwei Kompressionspumpen und den Motor, der die Pumpen betreibt. Durch die Elektrolyse werden auf einen Raumteil Sauerstoff nur zwei Teile Wasserstoff erhalten; da aber zur Schweißung vier Teile Wasserstoff mit einem Teile Sauerstoff gemischt werden, so bleibt die Hälfte des Sauerstoffs zur Verfügung und wird am zweckmäßigsten mit Azetylen zusammen zur Schweißung verwertet.

Mit diesen Gebläsen werden Stahlbleche bis zu 8 mm Dicke geschweißt. Bei 5 mm Blechstärke werden 5 Meter Naht in der Stunde geschweißt und dabei 370 Liter Azetylen mit 460 Litern Sauerstoff verbraucht; mit dem Knallgasgebläse werden in der Stunde nur 3 Meter geschweißt und dazu 2400 Liter Wasserstoff nebst 540 Litern Sauerstoff benötigt.

Die Kosten des Gases betragen unter günstigen Verhältnissen etwa

24 Pf. für den Meter Naht des 5 mm dicken Bleches. Die Schweißstelle bleibt schmal und vollkommen weich zu weiterer Bearbeitung.

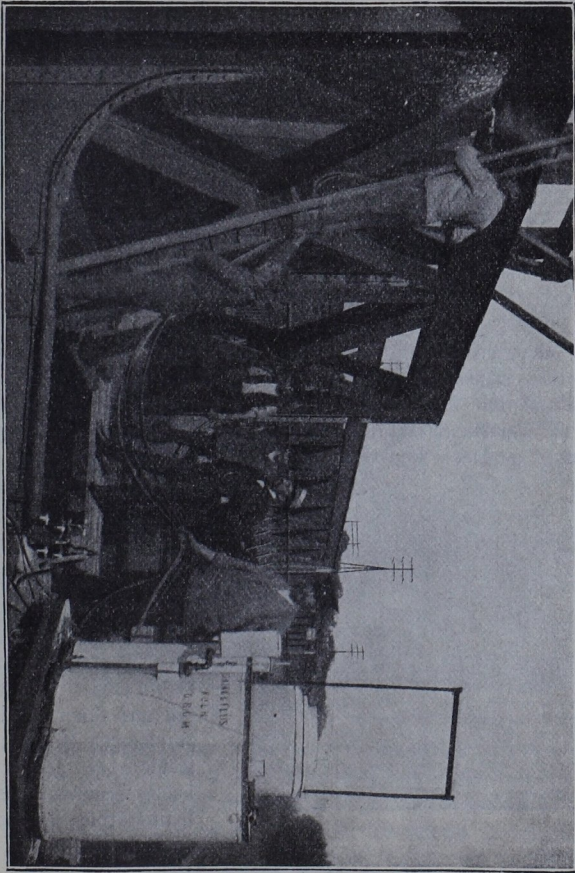


Bild. 27.

Nicht nur zur Verschweißung, sondern auch zum Zerschneiden von Blechen dient das Acetylen-Sauerstoff-Gebläse. Kürzlich hat man auf diese Weise das Gitterwerk der alten Elbebrücke bei

Sägemehl beigemischt, das die Masse porös macht; auch ein Zusatz von Salz ist wichtig, der die Karborundumbildung in bisher noch nicht aufgeklärter Weise begünstigt.

Nach etwa 36 Stunden ist der Prozeß beendet; man reißt nun die aus Backsteinen ohne Bindemittel aufgebauten Seitenwände des Ofens ein, entfernt die zunächst liegende unveränderte Mischung, läßt einige Stunden erkalten und holt nun das Karborundum heraus, das aus kleinen zusammengebackenen Kristallen besteht. Es gelangt in den Mahlraum und wird dort unter schweren Walzen zerkleinert. Dann wird es zur Reinigung in konzentrierte Schwefelsäure gelegt, mit Wasser abgespült und nach dem Trocknen durch Siebe sortiert.

Die Ofen der an den Niagarafällen von der Carborundum Company errichteten Anlage werden mit 750 KW gespeist. Jeder Ofen erzeugt in 36 Stunden über 3000 kg kristallisiertes Siliziumkarbid; der Kraftaufwand beträgt für 1 kg 8,5 KW-Stunden.

In den Vereinigten Staaten wurden schon im Jahre 1902 1700 t Karborundum dargestellt. Um aus ihm Schleifsteine und Schmirgelscheiben herzustellen, wird es mit Kaolin und Feldspat als Bindemittel gemischt, unter hohem Druck in Formen gepreßt und im Porzellanofen gebrannt.

Wegen seiner Unschmelzbarkeit wird das Karborundum ferner als feuerfestes Material zur Auskleidung von Ofen verwandt.

#### Acheson-Graphit.

Bei der Herstellung von Karborundum wird der Kohlekern des Ofens in Graphit umgewandelt. Da dieser künstliche Graphit sich leicht bearbeiten läßt, gut leitet und gegen chemische Einflüsse sehr widerstandsfähig ist, so eignet er sich vorzüglich zu Elektroden bei der Alkalichloridelektrolyse usw. Man stellt diesen, nach seinem Erfinder Acheson-Graphit genannten künstlichen Graphit als Hauptprodukt in besondern Ofen dar, die den Karborundumöfen ähnlich sind und als Kern die zu graphitierenden Platten oder Stäbe enthalten.

Diese Gegenstände werden aus einem Gemisch von feingepulvertem Anthrazit oder Petroleumkoks mit Bsch unter Zusatz von 3% Eisenoxyd gepreßt und bei mäßiger Temperatur vorgebrannt. Dann werden sie lagenweise in den elektrischen Ofen gepackt und etwa 750 Kilowatt hindurchgeschickt.