

war zweifelsohne ein ganz bedeutender technischer Fortschritt, dem die gesammte Technik die Lösung vieler wichtiger Probleme zu danken hat. Allein der kleinste elektrische Ofen besitzt vor dem vorzüglichst construirten Gasregenerativofen ganz erhebliche Vortheile, die jener niemals erreichen kann.

Bei der gewöhnlichen Feuerungsmethode, selbst bei der Verbrennung von hoch erhitztem Gas mittels gleichfalls möglichst hoch vorgewärmter Luft, ist es durchaus unmöglich, die Wärme derartig, wie im elektrischen Ofen, an einen bestimmten Ort zu fesseln und hier beliebig hoch zu steigern. Wir erreichen immer nur ein *Fliessen* der erzeugten Wärme, wobei aber beständig ein grosser Theil derselben von der Erhitzungsstelle fortgeführt wird, indem er in Form gasförmiger Producte den Ofen verlässt. Alles was wir thun können, um einen möglichst grossen Theil der entwickelten Wärme für unsere Zwecke zu gewinnen, besteht darin, die abziehenden heissen Verbrennungsproducte zur Vorwärmung von Gas und Luft heranzuziehen. Allein es liegt in der Natur der Sache, dass trotzdem ein grosser Theil der Wärme verloren geht.

Ein weiterer Nachtheil dieser Erhitzungsmethode ist ferner der beträchtliche Gehalt der Luft an Stickstoff — dem Volumen nach etwa $\frac{1}{5}$ —, der an der Verbrennung oder besser gesagt an der Wärmeentwicklung nicht nur nicht Theil nimmt, sondern sogar einen erheblichen Theil der erzeugten Wärme zu seiner eigenen weiteren Erwärmung beansprucht.

Aber selbst wenn es gelänge, durch ein ebenso einfaches wie billiges Verfahren den Stickstoff der Luft von dem Sauerstoff abzuscheiden, wenn man dadurch in den Stand gesetzt würde, für die metallurgischen Feuerungen reinen Sauerstoff statt der atmosphärischen Luft zur Verbrennung des Heizgases zu verwenden, wenn die Verbrennung selbst hierdurch eine intensivere und die Hitze eine beträchtlichere würde, so würde man dennoch nicht auf diesem Wege die so ausserordentlich hohen Temperaturen, die der elektrische Ofen ohne besondere Schwierigkeiten liefert, auch nur annähernd zu erzielen vermögen.

Die Dissociationserscheinungen der Gase, die in höheren Temperaturen auftreten und schliesslich das Vereinigungsbestreben der reagirenden Substanzen und somit die weitere Erzeugung von Wärme auf Null reduciren, setzen den möglichen höchsten Temperaturgraden eine obere Grenze, die durch keine noch so vollkommene Einrichtung der Oefen, durch keine noch so vollständige Ausnutzung der erzeugten Wärme überschritten werden kann. Es erweist sich somit das Fliessen der Wärme bei den gewöhnlichen metallurgischen Feuerungen sogar als ein durchaus nothwendiges Mittel, den zu behandelnden Stoff möglichst hoch erhitzen zu können. Es muss eben durch die (wenn es erlaubt ist zu sagen) Masse der entwickelten Wärme jener Mangel nach Möglichkeit ausgeglichen werden.

Dies Fliessen der Wärme findet bei den elektrischen Oefen nicht statt. Hier kann die durch einen elektrischen Lichtbogen oder durch einen schlechten Leiter der Elektrizität, z. B. einen dünnen Kohlestab, erzeugte Wärme auf einen beliebig kleinen Raum concentrirt werden. Gasförmige Reactionsproducte, die einen grossen Theil der entwickelten Wärme mit sich fortführen würden, sind entweder gar nicht vorhanden oder doch, wie z. B. bei der Calciumcarbidfabrikation, nur in erheblich geringerem

Maasse zu fürchten. Die obere Erhitzungsgrenze¹ liegt zudem für den elektrischen Strom so hoch, d. h. die durch den elektrischen Strom erzeugbaren Hitzegrade sind so enorme, dass sie sich für alle bisher ausgeführten Schmelz- und Reductionsprozesse als mehr als hinreichend erwiesen haben.

Ausserdem ist auf die Feuerbeständigkeit der Ofenmaterialien, die bei den Regenerativgasfeuerungen einem allzu forcirten Betriebe sehr oft ein Halt gebieten, bei den elektrischen Oefen kaum irgend welche Rücksicht zu nehmen: der Ofen wird aus demselben Stoffe, der geschmolzen bezieh. reducirt werden soll, hergestellt. Schliesslich kann in jeder beliebigen Atmosphäre, im Vacuum oder unter vermehrtem Druck, ja, wenn erforderlich, unter Wasser, gearbeitet werden, wie z. B. bei dem Schweissverfahren von *Lagrange* und *Hoko* (vgl. 1895 298 64. 1896 304 295).

Diese ganz aussergewöhnlichen Vortheile haben die rapide Entwicklung und Vervollkommnung der elektrischen Oefen, sowie die Vielseitigkeit ihrer Verwendung nach sich gezogen. Alle Nachtheile und Uebelstände, die sie besitzen, und als deren hauptsächlichster wohl die Kostspieligkeit ihres Betriebes zu nennen ist, haben hieran kaum etwas zu ändern vermocht.

Bekanntlich erzeugt der elektrische Strom, wenn er einen schlechten Leiter der Elektrizität zu durchfliessen gezwungen wird, *Wärme*. Ein dünner Stab aus reinem Kohlenstoff zwischen die beiden Pole einer Elektrizitätsquelle eingeschaltet, wird je nach den Stromverhältnissen erwärmt, geräth ins Glühen, ja wird zum Schmelzen und sogar zum Verdampfen gebracht. Aehnlich verhalten sich andere schlechte Leiter der Elektrizität, die hierbei ausserdem noch, falls sie zusammengesetzte Körper darstellen, eine Zersetzung in ihre Elemente erleiden.

Nähert man zwei Kohlestäbe, die mit einem genügend kräftigen Stromerzeuger verbunden sind, einander, so überspringt der elektrische Strom als Lichtbogen die zwischen ihren Spitzen liegende Luftschicht. Beide Arten der Wärmezeugung haben bei den vorhandenen elektrischen Oefen in den mannigfachsten Modificationen Anwendung gefunden. Beide Methoden, die man füglich beide als *Widerstandserhitzung* bezeichnen kann, unterscheiden sich wesentlich dadurch von einander, dass bei gleicher Entfernung der Pole von einander die erstere mit niedrigen Spannungen aber grossen Stromstärken, die letztere umgekehrt mit hohen Spannungen aber geringen Stromstärken arbeitet.

Zur besseren Eintheilung des Stoffes wird es sich nach dem Vorgange von *Borchers* empfehlen, die erstere Methode als *Widerstandserhitzung*, die letztere hingegen als *Lichtbogenerhitzung* zu bezeichnen.

I. Widerstandserhitzung.

- 1) Die zu erhitzende Substanz befindet sich in oder um einen elektrisch erhitzten Widerstand.

Sämmtliche Oefen dieser Gattung lassen sich auf zwei sehr einfache Grundformen, aus denen sie hervorgegangen sind, zurückführen. Die eine ist der von *Depretz* im J. 1849 vorgeschlagene Ofen, der in Fig. 1 abgebildet ist,

¹ Die höchsten in elektrischen Oefen erzielbaren Temperaturen dürften mit 4000° C. nicht zu hoch angegeben sein. Die höchst erreichbaren Temperaturen der Gasregenerativöfen werden auf etwa 2000° C. geschätzt.