Angabe zu verstehen, muß man sich erinnern, daß damals bei den Bergleuten die Kobalterze (wegen ihres Arsengehaltes) als Teufelsprodukte galten. Wo Tscheuschner diese Angabe geschöpft hat, ist mir unbekannt; sie ist auf alle Fälle unwahrscheinlich und stimmt auch zeitlich mit den angegebenen Mitteilungen der Chronisten nicht.

In der Masse gefärbtes blaues Kobaltglas dürfte also seit etwa 1540 bekannt sein; es wurde zuerst anscheinend in Venedig praktisch verwendet. Später wird das blaue Kobaltglas auch als Glasmalerfarbe benutzt. Auf Glasfenstern im bayerischen Nationalmuseum ist die blaue Kobaltfarbe zuerst 1565, auf Glasgemälden im Landesmuseum in Stuttgart[11]) zuerst 1566 und 1567 nachgewiesen.

In der Literatur wird immer angegeben, daß Kobalt in irgend einer Form den alten Aegyptern und Römern bekannt gewesen sein müsse, da in den blauen Gläsern jener Herkunft Kobalt gefunden worden sei. Tatsächlich liegt hier ein Irrtum vor. Ich habe selbst[12]) Dutzende solcher antiker Gläser untersucht und in ägyptischen und römischen Gläsern niemals Kobalt feststellen können. Deshalb bin ich der Sache nachgegangen[13]), wie diese irrige Angabe in die Literatur gekommen ist. Sie beruht auf einer irrigen analytischen Feststellung von Kobalt in einem römischen Glase durch Davy 1815.

Dagegen ist vor einigen Jahren bei den Ausgrabungen in Nippur durch die Pennsylvanische Universität dunkelblauer „künstlicher Lasurstein" zutage gekommen, welcher der Zeit von 1450 v. Chr. angehört. Dieser künstliche assyrisch-babylonische Lasurstein enthält nun merkwürdigerweise, wie ich selbst habe feststellen können, tatsächlich Kobaltoxyd. Das ist der einzige bekannte Fall, wo in alter Zeit wirklich Kobalt festgestellt worden ist. Dieser Befund stellt uns vor eine Fülle unlösbarer Rätsel. Die allgemeine Verwendung von Kobalt für technische Zwecke kann, wie oben auseinandergesetzt, nicht vor 1500 n. Chr. erfolgt sein. (6476)

---

[11]) L. Balet, Schwäb. Glasmalerei, 1912.

[12]) B. Neumann, Antike Gläser, ihre Zusammensetzung und Färbung. Z. angew. Chem., **38** (1925), S. 776—780 und 857—864. (Ref. Glastechn. Ber., **3** (1925/26), S. 412—413.)

B. Neumann, Antike Gläser II. Z. angew. Chem., 40 (1927), S. 963—967. (Ref. Glastechn. Ber., **6** (1928/29), S. 190.)

B. Neumann, Antike Gläser III. Z. angew. Chem., **41** (1928), S. 203—204. (Ref. Glastechn. Ber., **6** (1928/29), S. 136 und 190.)

B. Neumann, Antike Gläser IV. Z. angew. Chem., **42** (1929), S. 835—838. (Ref. Glastechn. Ber., **7** (1929/30), S. 468.)

[13]) B. Neumann, Der babylonisch-assyrische künstliche Lasurstein. Chem.-Ztg., **51** (1927), S. 1014. (Ref. Glastechn. Ber., **6** (1928/29), S. 136.)

[14]) B. Neumann, wie vor., S. 1013.

Neuere Steinstrahlbrenner.

Von Privatdozent Dr.-Ing. Lamort.

(Nach einem Referat vor dem Fachausschuß II der DGG, 12. Mai 1932.)

Arbeitsweise der Steinstrahlbrenner. — Antonbrenner. — Neuere Brennerkonstruktionen des Westdeutschen Industrie-Ofenbaus. — Leistung der WIO-Brenner.

Die festen Körper sind in der Strahlung den Gasen wesentlich überlegen und es muß sich daher lohnen, das Ziel der Benutzung fester Strahler in den großen Industrieöfen ernstlich zu verfolgen. Es ist dabei klar, daß man große Ofenräume von in den Seitenwänden angebrachten Strahlflächen nicht genügend beheizen kann, nicht allein deshalb, weil die Rauchgase bei größerem Abstand die Strahlung zu stark absorbieren, sondern auch deshalb, weil man in den Seitenwänden nicht genügend große Heizflächen unterbringen kann. Es ist daher nötig, bei großen Ofenräumen auch die Strahlbrenner in der Decke anzubringen und zu diesem Zweck wurde die Konstruktion, die ich beschreiben will, besonders ausgebildet. Die Brenner können bequem zusammen mit Hängedeckensteinen in den Decken angeordnet werden.

Es ist weiter darauf hinzuweisen, daß man bei Verwendung von Steinstrahlbrennern praktisch ohne Luftüberschuß auskommen kann und daher höhere Temperaturen erzielt, als bei Verwendung großer Brenner mit Flammenentwicklung, und daß man ferner dann sogar ganz ohne Luftvorwärmung die Glasschmelze mit Ferngas ausführen kann.

Bei Gelegenheit der jetzt vorgenommenen Versuche konnte ich zunächst feststellen, wobei auch bekannte Beobachtungen aus der Praxis der Düsenbrennerbeheizung mit herangezogen wurden, daß die sog. Strahlbrenner bisher keineswegs in dem Maße mittels des feuerfesten Materials der Strahlbrenner strahlten und auch nicht immer so weitgehend flammenlos brannten, wie man annahm.

Es sei zuerst die Frage der flammenlosen Verbrennung behandelt. In einem hellglühenden Ofenraume sind brennende Gase nicht sichtbar, wenn sie nicht eine gewisse Menge von ausgeschiedenem Ruß enthalten. Die in der Kälte sichtbare blaue Flammenfarbe sieht man im glühenden Ofenraume nicht.

Was man in der Praxis oft an Koksofengasbrennern beobachtet, sowohl an einfachen Düsenbrennern als auch an Strahlplatten, konnte jetzt wieder bestätigt werden. Auch bei Gasüber-

schuß, solange er nicht größere Ausmaße annimmt, ist keine Flamme im Ofen zu sehen, man sieht aber trotzdem dann auf dem Abzug das an der Außenluft brennende Gas.

Es wurde bisher angenommen, daß bei den Strahlsteinen bzw. Strahlplatten die in den Austrittsöffnungen entwickelte Hitze in weitem Ausmaße durch Leitung auf den Stein übergeht. Bei einer Nachrechnung findet man jedoch, daß nur ein verhältnismäßig geringer Teil der Wärme auf diese Weise übergehen kann, sogar bei Benutzung von Material sehr guter Wärmeleitfähigkeit wie Karborundum. Es werden wohl noch durch Konvektion und Gasstrahlung von dem austretenden Strahl weitere Wärmemengen an das die Düsenöffnung umgebende feuerfeste Material übertragen, aber als Endergebnis kann die Wärme im Stein doch nur bis zu einer geringen Entfernung um die Düsenöffnungen herum vordringen.

Wenn von einer heißen Fläche aus Wärme an kältere Ofenpartien oder an zu erhitzendes Gut übertragen werden soll, muß ein Temperaturgefälle vorhanden sein. Bei großen Heizflächen ist die erforderliche Uebertemperatur sehr klein. Die WBG hat berechnet, daß ein Temperaturgefälle von rund 30° genügt, um von der Decke einer Glasschmelzwanne die für die durchschnittliche Betriebsstärke nötige Wärmemenge auf ein Glasbad gleicher Oberfläche überzustrahlen. Sind die Strahlflächen kleiner, so muß die betreffende Uebertemperatur entsprechend höher sein. Es folgt aus diesen Ueberlegungen, daß diejenigen Flächen, welche infolge des Steinstrahlbrennerprinzipes größere Wärmemengen ausstrahlen, sich von passiven Wandflächen durch Uebertemperatur abheben müssen.

Bild 1 zeigt einen bekannten, gut arbeitenden Steinstrahlbrenner, der auch in „Stahl- u. Eisen" beschrieben wurde, den Antonbrenner. Der Antonstein, der für seinen Betrieb einen nur verhältnismäßig geringen Druck von 40 mm benötigt und daher mit einem Gasinjektor betrieben werden kann, hat als weitere Besonderheit ziemlich weite Ausblasedüsen, die von innen her von schräg angeordneten, engeren Zufuhrkanälen gespeist werden. Die Gesamtfläche der Außenöffnungen beträgt etwa ein Sechstel der Gesamtfläche. Man konnte nun bei näherer Prüfung die interessante Feststellung machen, daß dieses Sechstel eine Uebertemperatur gegenüber dem Rest der Oberfläche aufweist.

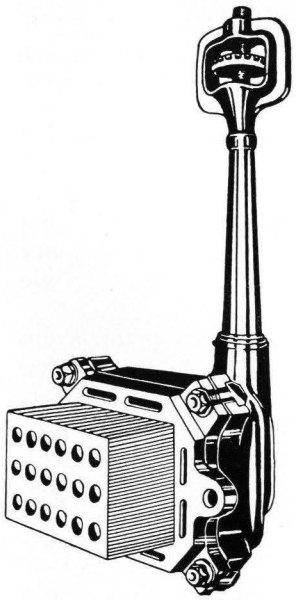

Bild 1. Anton-Brenner.

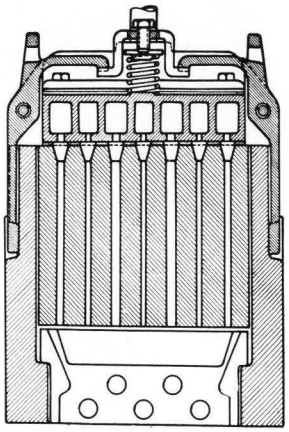

Bild 2. WIO-Strahlbrenner.

Es folgt aus den bisherigen Ueberlegungen, daß es jedenfalls für eine Wärmeübertragung durch Steinstrahlung günstig sein muß, wenn die Verbrennung beim Austritt der Gase aus den Strahlplatten bereits möglichst weitgehend beendet ist. Hierdurch wird aber das feuerfeste Material umso stärker beansprucht und bei den üblichen Strahlplatten treten dann umso leichter Rückzündungen auf.

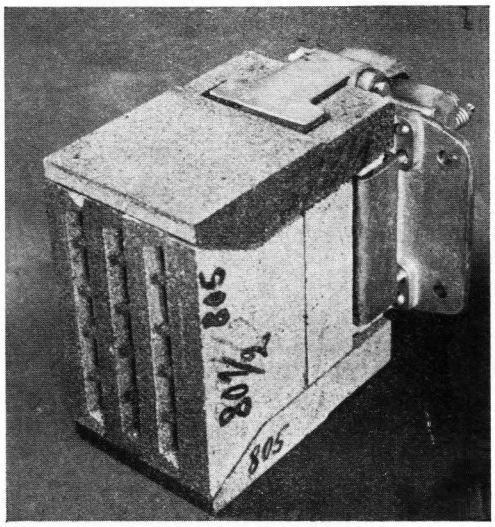

Bild 3. WIO-Strahlbrenner.

Bild 2 und Bild 3 zeigen die Konstruktion des Westdeutschen Industrie-Ofenbaues in Bonn. Es werden Gas und Luft im eigentlichen Düsenstein noch getrennt geführt und treffen sich erst zwischen den vor den Düsenstein vorgebauten Rostbalken, die mit Quernocken versehen sind. Das Feuer tritt dann weitgehend entwickelt aus dem Brenner aus, bei dem an die Stelle der kleinen Oeffnungen der üblichen Strahlplatten Schlitze getreten sind, wodurch die aktiv strahlende Fläche vergrößert wird.

Brenner dieser Art sind noch nicht in der Glasindustrie eingeführt, jedoch ist bereits in der Kupferindustrie eine Hängedecke von 20 qm mit solchen Brennern versehen. (Osnabrücker Kupfer- und Drahtwerk.)

Bei dieser Konstruktion werden durch die vorgebauten Roste außerdem noch die Düsensteine geschützt, die infolge ihres Formates (eine Unterteilung ist bei Düsensteinen nie be-

quem einzurichten) zum Springen neigen, auch können Feuerrückschläge nicht stattfinden.

Ohne Schwierigkeit läßt sich unter Benutzung eines kleinen Rekuperators mit Röhren aus gewöhnlichem Handelseisen bequem ohne Gefährdung des Eisens eine Vorwärmungstem-

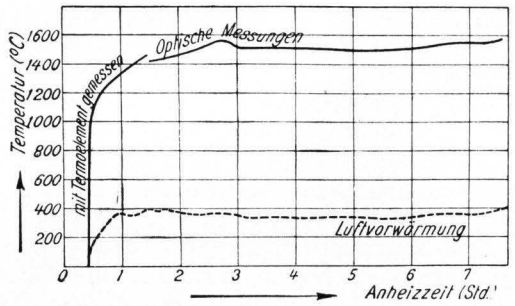

Bild 4. Anheizkurve eines kleinen Rekuperator-Schmiedeofens bei der Verwendung von Ferngas.

peratur der Verbrennungsluft von 400° erzielen, wenn man das Gleichstrom-Verfahren anwendet. Beim Betrieb mit Koksofengas und bei Benutzung von auf diese Weise auf 400° vorgewärmter Luft wurde die auf Bild 4 dargestellte Anheizkurve erhalten.

Der Ofen ging in 1½ Stunden auf die verlangte Temperatur von 1550°. Ohne Vorwärmung waren bereits vorher als Höchsttemperatur 1600° erzielt worden. Die Höchsttemperatur, die bei der Verwendung von vorgewärmter Luft erzielt wird, ist noch nicht festgestellt.

Bei Benutzung solch hoher Temperaturen muß auf eine genügende Haltbarkeit des feuerfesten Materiales geachtet werden. Bisher erwies sich Sillimanit (Mullitalsteine von Scheidhauer & Giessing, die unterhalb von 1600° auch unter einem Druck von 2 kg/cm² noch keine Spur von Erweichung zeigen) als Rostbalkenmaterial sehr gut geeignet.

Bild 5 zeigt die neueste Konstruktion dieses Brenners. Es handelt sich hier um die Anwendung als Seitenbrenner, wobei die Brenneroberfläche im Verhältnis zur Herdfläche ziemlich klein ist. Hier werden durch schräge Führung des untersten Teiles der Rostbalken die austretenden Gase gezwungen, auf konvektivem Wege an die Rostbalken weiter Wärme abzugeben, die dann ausgestrahlt wird. Die Beobachtung des Rostes in einem Härteofen von der gegenüberliegenden Ofenseite aus ergab, daß bei im übrigen etwa 1380° heißen Ofenwänden (optisch an der Rück-

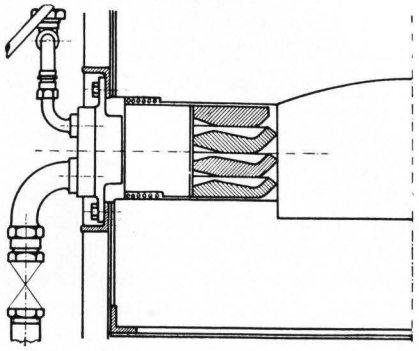

Bild 5. Neueste Konstruktion des WIO-Brenners.

wand und auch mit Thermoelement in Herdmitte gemessen) in den Rostschlitzen und auf den schrägen Rostbalken eine Temperatur von 1500° vorhanden war. Die gesamte Rostfläche strahlte hell-weißglühend und beheizte den Ofen durch Strahlwirkung.

Die Abgase des Brenners wurden entlang des sofort oberhalb des Brenners ansetzenden Gewölbes geführt, um ihre Temperatureinwirkung zu prüfen. Es hoben sich am Gewölbe nur noch ganz kurze, weiße Zungen ab.

Es werden z. Zt. Versuche mit gereinigtem Generatorgas durchgeführt. Selbst mit Generatorgas aus Koks mit nur 900 WE Heizwert und 30 mm Gasdruck erhält man interessante Ergebnisse. — 1250° wurden in einem kleinen Schmiedeofen leicht erzielt bei Anwendung von 300—350° Luftvorwärmung.

Bemerkung der Schriftleitung: Die Aussprache über Herrn Lamorts Ausführungen erscheint gekürzt im Bericht†) über die FA-Sitzungen in Frankfurt (Main) 1932, ausführlich in einem späteren FA-Bericht. (6525)

†) Siehe Glastechn. Ber., **10** (1932), H. 8, S. 462.

Ueber neue, besonders für Glasöfen geeignete feuerfeste Baustoffe.

Von Vlad. Škola, Aussig a. E.

(Eingegangen 1. Juni 1932.)

Aeltere Verfahren zur Herstellung hochfeuerfesten Materials für die Glasfabrikation. — Die Herstellung gegossener, kristalliner feuerfester Steine. — Der Fabrikationsprozeß der Corhart-Blöcke. — Die Eigenschaften der Corhart-Blöcke. — Die Verwendungsmöglichkeit und die Haltbarkeit der Corhart-Blöcke. — Untersuchung über die Wirtschaftlichkeit der Corhart-Blöcke.

Die besonders vorteilhaften Eigenschaften von hochtonerdehaltigen Massen in Bezug auf ihre Feuerfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung geschmolzener Glasmassen und technischer Schlacken wurden längst erkannt. So zeigt z. B. die bekannte hochwiderstandsfähige Marquardtmasse folgende chemische Zusammensetzung, welche im wesentlichen der Verbindung $Al_2O_3 . SiO_2$ entspricht:

SiO_2	29.75
Al_2O_3	66.52
Fe_2O_3	0.65
CaO	0.43
MgO	0.26
Na_2O	0.70
K_2O	0.92