

Der Druck der schmelzflüssigen Glasmasse auf die Trommelwand steigt etwa um das Doppelte durch die Fliehkraft; daher wachsen auch entsprechend der Anstieg-Impuls für das Austreiben der Glasblasen und die Läuterungsgeschwindigkeit. Die Kraftverhältnisse sind somit ebenfalls äußerst günstig für eine schnelle Schmelze und Läuterung.

Als Zwangsfolge der technischen Vorgänge gestaltet sich die wirtschaftliche Seite außerordentlich günstig. Die Anlagekosten des neuen Ofens, bezogen auf die Leistung, stehen im Verhältnis zum Wannenofen etwa wie 1 zu 1,2. Der Grundflächenbedarf der neuen Anlagen ist um 20% geringer. Die Unterschiede baulicher Art bestehen darin, daß die Wanne mit den dazugehörigen Oberteilen durch die Trommel ersetzt wird. Die Wärmerückgewinnungsanlagen sind bei Neuanlagen den Bedingungen des neuen Ofens angepaßt. Beim Ersatz alter Wannen liegt u. U. die Möglichkeit vor, die Regeneratoren zu benutzen. Der Ersatz alter Ofenanlagen durch den neuen Ofen bedingt also nur etwa die Hälfte des sonst erforderlichen Kapitalaufwandes.

Von maßgebender wirtschaftlicher Wichtigkeit dürfte noch der Umstand sein, daß der direkten Anwendung von Kohlestaub für die Beheizung nichts im Wege steht, und zwar bis auf die Qualitätsstufe des Flachglases. Augenblicklich ist die Kohlestaubfeuerung deswegen nachteilig, weil die erschmolzene Glasmenge im Verhältnis zum Anteil an zugeführten Aschebestandteilen zu gering ist. Die Glasschmelze wäre also nicht in der Lage, diesen Aschenanteil ohne Beeinträchtigung der Farbe und der übrigen Eigenschaften bei der Ver-

arbeitung in sich aufzunehmen. Wenn aber die erforderlichen Brennstoffmengen unterhalb von rd. $\frac{1}{3}$ des jetzigen Wannenofenbedarfes sinken, dann ändert sich das Bild grundsätzlich. Die verhältnismäßig geringe Menge der erforderlichen Kohle zur Beheizung des neuen Ofens liefert Schlackenmengen, die ohne weiteres von den meisten Glasarten aufgenommen werden können, wenn man die Zusammensetzung und Menge der Schlacke im Glassatz berücksichtigt. Das bedeutet wirtschaftlich den Gewinn der Spanne zwischen mittelbarer Beheizung durch Vergasung und direkter Beheizung und entspricht einer Brennstoffersparnis von rd. 30%.

Glas bildet nicht mehr einen Luxus- oder Gebrauchsstoff.

Seit vielen Jahrzehnten hat man erkannt, wie günstig es als Baustoff sein kann. Die Fortschritte der mechanischen Verarbeitung des Glases bis auf die heutige Vollkommenheitsstufe haben uns die Möglichkeit verschafft, den Menschen vom schweren Glasbläserbedarf zu entlasten und der Maschine die billige Glas-Großerzeugung zu übertragen. Der Verwirklichung großzügiger Pläne, die unseren heutigen wirtschaftlichen Anforderungen entsprechen, stehen immer noch die hohen Schmelzkosten im Wege. Die Großerzeugung von Glas zu verbilligen, heißt der Volkswirtschaft einen ungeheuren Dienst zu leisten. Unsere Aufgabe als schaffende Techniker beschränkt sich auf die Erschließung der dahinführenden Wege. Für den Aufbau dieser Wege können wir nicht mehr tun, als hilfsbereit der Industrie zur Seite zu stehen, damit jeder Erfolg erzwungen wird.

(8960)

DK 666.1.031.658

Ein neues Verfahren zum Glasschmelzen durch Einblasen von Flammgasen in das Glas.

Von Dr.-Ing. Hermann Passauer, Eisenstein.

(Vortrag bei der 13. ord. Mitgliederversammlung der WBG, Wiesbaden, 15. V. 1934.)

Wirkungsgrad heutiger Glasschmelzöfen. — Vorgang und Schnelligkeit des Glasschmelzens und -läuterns. — Neues Verfahren zur Beschleunigung von Schmelze und Läuterung durch Einblasen heißer Flammgase in das Glas. — Erzeugung der erforderlichen Gase. — Beschreibung von Anlagen für unterbrochenen und für ununterbrochenen Betrieb. — Vorteile des neuen Verfahrens.

Der Vorgang des Glasschmelzens ist seit den ältesten Zeiten im Prinzip nicht viel geändert worden. Heute wie damals wird auf eine kleine Fläche des zu schmelzenden Gutes durch darüber streichende Flammen die Schmelzwärme übertragen. Da Glas und Gemenge schlechte Wärmeleiter sind, wirkt die Wärme nur an der Glasbad-Oberfläche ein, und die ungenügende Wärmeleitung ist eine der Hauptursachen für den schlechten Wirkungsgrad der heutigen Glasschmelzöfen, der auch bei unseren besten Wannen 12% kaum überschreitet.

In neuer Zeit fehlt es nicht an Bestrebungen, die geschilderten Verhältnisse zu verbessern, in der Hauptsache dadurch, daß das Schmelz-

gut in größerer Oberfläche der Einwirkung freier Flammen ausgesetzt wird. Dies geschieht durch Drehen des Schmelzofens, durch Verwendung von Schachtöfen, durch Ofen mit schrägen Schmelzflächen (Kaskadenöfen) und ähnliches¹⁾. Bei allen diesen Verfahren wird das Schmelzgut nicht in unmittelbare Berührung mit der Flamme gebracht, sondern die Flamme entfaltet sich überall frei über dem Schmelzgut. Zudem wird bis heute bei allen Vorschlägen einer der wichtigsten Umstände der Glasschmelze ganz außer acht gelassen: daß er-

¹⁾ Vgl. W. Friedmann: „Möglichkeiten für die Entwicklung von Glasschmelzöfen“, Glastechn. Ber., 9 (1931), S. 551—558.

fahrungsgemäß das Gemenge sehr rasch schmilzt, eine oft viel längere Zeit aber aufgewendet werden muß, um das Glas zu läutern, d. h. homogen, gemenge- und blasenfrei zu machen. Diese Läuterung erfordert im Hafenofen viele Stunden und ist bei den Wannen, im Verein mit den Glasströmungen, die Ursache für die übergroßen, teuren und wärmefressenden Schmelzbecken.

Die Schnelligkeit der Glasschmelze wird in erster Linie von der Höhe der Temperatur und der Größe der dieser Temperatur ausgesetzten Oberfläche beeinflusst.

Die Schnelligkeit der Läuterung hängt von folgenden Einflüssen ab:

1. von der Höhe der Läutertemperatur, wobei ein Temperaturstoß, d. h. eine plötzliche Erhöhung der Temperatur, die Läuterung sehr beschleunigt;
2. von dem Bewegen der Glasmasse durch aufsteigende Blasen („Bülwern“); diese aufsteigenden großen Blasen ziehen kleine Blasen (Gispfen) an sich und zerstören weiter die vorhandene träge, inhomogene Schichtung von Glasflüssen verschiedener Zusammensetzung, d. h. sie mischen diese gut durcheinander.

Schmelze und Läuterung des Glases können nach dem Vorstehenden entscheidend gefördert werden:

- a) indem Strömungen zwischen Schmelz-, Läuter- und Arbeitsteil vollkommen verhindert werden und so die Ansammlung größerer Glasmassen unnötig wird;
- b) indem höchste Schmelz- und Läutertemperaturen angewandt werden und diese Temperaturen unmittelbar auf größter Oberfläche zur Wirkung kommen;
- c) indem fortwährend große, hochehitze Gasblasen das Glasbad durchdringen und so das Glas schnell sandfrei, blasenfrei und homogen machen.

Man hat bereits früher versucht, die Läuterung des Glases durch Einblasen von Wasserdampf oder Sauerstoff zu beschleunigen. Diese Versuche führten zu keinem Ergebnis, vor allem deshalb nicht, weil sich um die verhältnismäßig kalten Blasen eine Schicht starren Glases bildete, die die Wirkung ins Gegenteil verkehrte.

Das nachstehend geschilderte neue Verfahren zum Einblasen von Gasen in das Glas vermeidet diese Nachteile dadurch, daß Gase in das Glas gebracht werden, die eine wesentlich höhere Temperatur haben als das Glas selbst. Dadurch tritt an der Berührungsfäche zwischen Gas und Glas eine Temperaturerhöhung und damit eine Verringerung der Zähigkeit auf. Das neue Verfahren besteht im wesentlichen darin, daß zum Schmelzen und Läutern in Entstehung begriffene kurzflämmige Flammgase in das Gut von unten oder von der Seite unter Druck eingepreßt werden. Diese heißen

Gase bewirken ein intensives Schmelzen und halten durch große aufsteigende Blasen das zu läuternde Glas dauernd in Bewegung.

Die heißen Gase können auf folgende Weise erzeugt werden:

1. Heizgas und Luft (Sauerstoff) werden auf kaltem Wege gemischt, und dieses Gemisch wird mit so hoher Geschwindigkeit durch entsprechende enge Düsen eingeblasen, daß ein Zurückschlagen der Flamme ausgeschlossen ist, d. h. die Flamme erst bei Berührung mit dem glühenden Glase entsteht. Naturgemäß müssen hier auch die üblichen Sicherungen gegen das Rückschlagen der Flammen eingebaut werden.
2. Brenngas und Luft werden kurz vor der Berührung mit dem Glase bzw. mit dem Gemenge schnell und gut gemischt und eingepreßt.
3. Gas und Luft werden in einer knapp vorgeschalteten Verbrennungskammer verbrannt und die entstandenen Flammgase eingepreßt.
4. Gas und Luft werden erst beim Eintritt in das Glas gemischt. Hier müssen die Düsen so gegeneinander gerichtet sein, daß die Hauptverbrennung im Glase erfolgt.

Wenn nötig, können Brenngas und Luft oder eines von beiden mit Hilfe der Abgase vorgewärmt werden.

Die Erzeugung der nötigen Temperaturen von rd. 1500° C bietet keine Schwierigkeiten: so gibt z. B. Wassergas-Luft ohne Vorwärmung bei homogener Mischung Flammentemperaturen von 1900 bis 2000° C; selbst mit einem guten Generatorgase lassen sich auf diese Weise 1600 bis 1700° C erreichen.

Bild 1 zeigt eine Anlage nach dem geschilderten Verfahren mit unterbrochenem Betrieb. Das Gemenge kommt in Brikettform zunächst in den durch Abgase geheizten Fritteofen, wo es z. B. durch Raster oder ähnliches fortbewegt wird. Hier wird die Kohlensäure aus dem Gemenge ausgetrieben, damit man backende, zähe Frittestücke erhält. Diese kommen nunmehr in den eigentlichen Schmelzofen. Hier werden sie durch die aus den Düsen strömenden Flam-

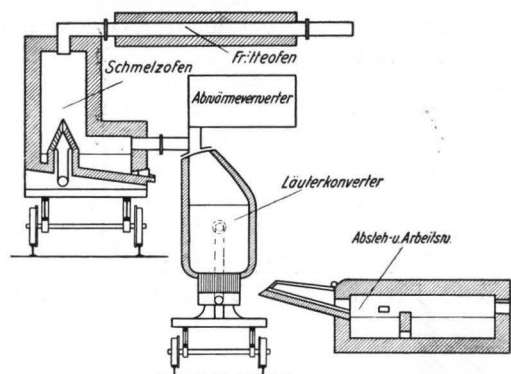


Bild 1. Mit Unterbrechungen arbeitendes Schmelz- und Läuterverfahren durch Einblasen von Feuergasen.

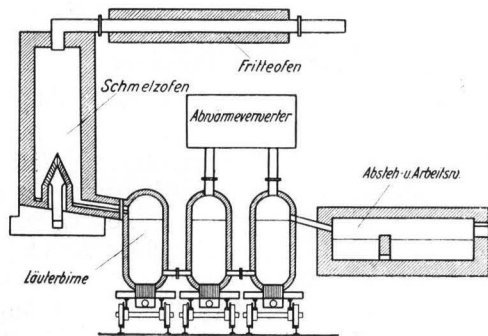


Bild 2. Ohne Unterbrechungen arbeitendes Schmelz- und Läuterverfahren durch Einblasen von Feuergasen.

mengase niedergeschmolzen und dann angesammelt. Das angesammelte Rohgas wird von Zeit zu Zeit in den Läuterkonverter abgelassen, der zu diesem Zwecke zum Schmelzofen gedreht wird. Im Läuterkonverter wird das Glas nunmehr geblasen, d. h. auf der ganzen Bodenfläche werden durch Düsen Flammgase in das Glas gedrückt. Das so homogenisierte, gemenge- und blasenfrei gemachte Glas wird durch weitere Drehung des Konverters in die Arbeitswanne gebracht, wo es abstehen kann und dann der Verarbeitung zugeführt wird.

Die Abgase des Läuterkonverters können in den Schmelzofen geleitet, zur Beheizung des Fritteofens herangezogen oder auch zur Erzeugung von Kraft ausgenützt werden. Sämtliche Oefen sind auf Wagen beweglich eingerichtet, um bei Reparaturen sofort ersetzt werden zu können.

Die zur Bewegung der Birne und zur Erzeugung des nötigen Druckes von 0,5 bis 1 at aufzubringende Kraft ist leicht aus den Abgasen zurückzugewinnen.

Ruft diese Bauweise durch die Einschaltung der Läuterbirne gewisse Unterbrechungen hervor, so arbeitet die in Bild 2 gezeigte Bauart vollkommen ununterbrochen. Fritteofen und Schmelzofen sind hier die gleichen wie bei dem ersten Verfahren. Nur sind hier an Stelle der einen drehbaren Birne drei feste Läuterbirnen angeordnet. Das Rohglas durchläuft der Reihe nach die drei Birnen und geht aus der letzten von selbst in den Abzieh- und Arbeitswanne über.

Schachtofen und Birnen können auch hier entweder fest eingebaut oder auf beweglichen Wagen montiert werden.

Zur Erzeugung des sandigen und blasigen Rohglases kann außer dem geschilderten Verfahren auch jedes andere Verfahren, z. B. ein Rotationsofen, ein Kaskadenofen usw., verwendet werden.

Bedenken, daß das Glas durch das dauernde Blasen stark aufschäumen und überkochen wird, teile ich nicht. Die eingeblasenen Gas-

mengen erreichen nicht diejenigen, die beim plötzlichen Eintauchen von nassem Holz, Rüben u. dgl. in den Hafen entstehen, und ein größeres Aufschäumen als dort ist nicht zu befürchten. Zudem sind die Läuterbirnen geschlossen, der Raum über dem Glase kann beliebig vergrößert werden, so daß ein Ueberschäumen in keiner Weise schädlich ist.

Das geschilderte Verfahren ist vorerst eine Patentanmeldung, über Laboratoriumsversuche kleinsten Ausmaßes noch nicht hinausgekommen und stellt daher heute noch eine Idee dar. Wahrscheinlich wird die praktische Durchführung Änderungen mit sich bringen. Es läßt sich aber heute schon sagen, daß auf diesem Wege eine wesentliche Beschleunigung der Glasschmelze erreichbar ist, und daß vor allem die bekannten Schmelz- und Läuterungsbeschleuniger zur besten Wirkung kommen. Im einzelnen weist das neue Verfahren folgende Vorteile auf:

1. Ungünstige Glasströmungen und die Ansammlung größerer Glasmassen sind ganz ausgeschaltet; demzufolge ist die Anlage klein und billig.
2. Das Niederschmelzen des Gemenges, das im Hafenofer 5 bis 6 h, in der Wanne 1 bis 2 h dauert, läuft hier in Bruchteilen dieser Zeit ab.
3. Die Läuterung des erschmolzenen Glases, die im Hafenofer 6 bis 7 h, in der Wanne aber meist noch länger dauert, dort aber infolge der Strömungen zur Verwendung übergroßer Becken mit geringer wirksamer Uebertragungsfläche führt, geht in den neuen kleinen Birnen sehr rasch vor sich. Hier sind die Läuterungsbeschleuniger, Temperaturstoß und dauerndes starkes Blasen bei höchster Temperatur, gleichzeitig in höchstem Maße wirksam.
4. Infolge des schnellen Schmelzens und des schnellen Läuterns ist der Durchsatz der Anlage sehr groß, demzufolge auch der Wirkungsgrad viel höher als derzeit möglich, die relativen Anlagekosten in demselben Maße entsprechend niedriger.
5. Die Abgase werden zur Erzeugung von Kraft, zur Vorwärmung usw. weitgehend ausgenützt.
6. Die Verwendung von teuren, hochwertigen Sonderbaustoffen ist, da es sich in diesen Anlagen um kleine Mengen handelt, besonders in den Birnen leicht möglich.

Ich bin gerne dem Wunsche der WBG nachgekommen, heute hier über das entwickelte neue Schmelzverfahren ein kurzes Referat zu halten, wenn ich auch der Ansicht bin, daß diese Erörterung etwas verfrüht ist. Zweifellos ist es aber gut, hier im großen Zusammenhange des Glasschmelzofens auch Projekte zu erörtern.

(8966)