

und am wenigsten zwischen 80 und 100°. Man sieht auf der Tafel 4, wie die Kurven der Gläser Nr. 7 und 8, die bei 80° die Ordinate noch innerhalb der Grenzen der II. hydrolytischen Klasse schneiden, bei 100° schon in den Bereich der III. Klasse treffen. Wie der Verlauf der Kurve von Glas Nr. 3 zeigt, wäre durch eine Verschiebung der Klassengrenze II./III. bei der 100°-Probe in Richtung der IV. Klasse nichts gebessert. Es ergibt sich jedenfalls auch hier wieder, daß man bei Beurteilung der hydrolytischen Widerstandsfähigkeit sich nicht lediglich nach der Klassenangabe richten darf, und daß man mindestens dabei beachten muß, ob ein Glas mitten in der zugeordneten Klasse liegt oder nahe einer Grenze.

Streng genommen hätten alle Versuche die gleiche Dauer haben müssen, um die Temperaturabhängigkeit genau festzustellen. Die Versuche bei 80 und 100° wurden mit Rücksicht auf die bestehenden Verfahren bei 3 Stunden belassen; dagegen wären die 60°-Zahlen bei dieser Dauer wesentlich kleiner und somit ungenauer geworden, während die Extraktionen bei 20° überhaupt keine brauchbaren Zahlen ergeben hätten. Um die wahre Temperaturkurve der Gläser zu erhalten, könnte man die 60°-Alkalizahlen (unter Berücksichtigung des der Zeit nicht proportionalen Anstieges der Alkaliabgabe) angenähert von 5 Stunden auf 3 Stunden umrechnen. Für die Werte der siebentägigen Extraktion bei 20° wäre eine Umrechnung auf 3 Stunden natürlich nicht möglich, obgleich man in einer Arbeit von F. Kohlrausch<sup>4)</sup> einen gewissen Anhalt dafür findet. Außerdem würde das Kurvenbild durch diese Umrechnungen sich nicht wesentlich ändern und an Uebersicht verlieren.

Die Ergebnisse beider Versuchsreihen zeigen, daß die Ueberschneidungen der Alkalitätskurven in Abhängigkeit von der Extraktionstemperatur bei Prüfungen an Glasgrieß wie an natürlichen

Oberflächen häufig auftreten. Die von W. Möller<sup>1)</sup> durch Versuche an Glasgrieß bei 80, 90 und 100° bestätigte Tatsache, daß man von einer Alkalitätszahl eines Glases, die bei irgend einer Temperatur festgestellt wurde, ohne Kenntnis des Temperaturkoeffizienten nicht auf die Alkalität desselben Glases bei anderen Temperaturen schließen kann, trifft also für den ganzen Bereich zwischen 20 und 100° zu und sicherlich auch oberhalb 100°.

Es ergibt sich daraus, daß die Bewertung des Glases nach hydrolytischer Prüfung unsicher ist, sofern die Prüfung bei anderer Temperatur vorgenommen wurde, als der normalen Verwendung des betreffenden Glases entspricht. Der hydrolytische Angriff bei 80 oder 100° auf Fensterglas sagt also z. B. nichts Sicheres aus über das Verhalten dieses Glases gegen den Einfluß der Verwitterung.

Ob die Alkaliabgabe bei der Behandlung mit Wasser überhaupt allein ein richtiges Maß für die Beeinträchtigung der klaren Durchsichtigkeit eines Glases durch Verwitterung ist, steht außerdem in Zweifel; sicher spielt sie aber eine große Rolle dabei. Jedenfalls stehen die Verwitterungszahlen ( $A_v$ ) nach Mylius<sup>5)</sup> nicht immer im gleichen Verhältnis zu den Extraktionszahlen „7 Tage bei 20°“ von Glasgrieß (siehe Bild 1). Die Frage, ob die Myliussche Verwitterungsprobe die an Glas mehr oder weniger zu erwartenden sichtbaren Verwitterungsschäden stets richtig voraussehen läßt, ist bisher nicht nachgewiesen; jedoch läßt sich diese Eigenschaft der Gläser bis jetzt auf keinem anderen Wege besser bestimmen, da kein Verfahren der natürlichen Verwitterung so nahe kommt.

Ein Fehler, der diesem Verfahren aber sicher anhftet, ist, daß zur Beurteilung eine Bruchfläche benutzt wird, während beim Gebrauch die feuerpolierten und von Kühlgasen beeinflussten natürlichen Oberflächen oder die geschliffenen Flächen der Verwitterung ausgesetzt sind.

<sup>4)</sup> Ann. d. Physik, Bd. 44, Jg. 1891, S. 577.

<sup>5)</sup> Silikat-Zeitschrift, 1. Jg. 1913, Nrn. 1—3.

## Maschinelle Herstellung des Klumpens von Schmelztiegeln (Häfen).

Von Dr.-Ing. G. Oehler, Dresden.

(Eingegangen 25. April 1931.)

Vorbemerkung der Schriftleitung: Die Anwendung mechanischer Verfahren zur Hafenerstellung wird zur Zeit sehr erstrebt, weil die Zahl brauchbarer Hafenersteller immer kleiner wird. Wir glauben daher, daß die Veröffentlichung dieses Aufsatzes über neue Verfahren zur Metallschmelztiegelherzeugung auch den Herstellern von Glashäfen manche Anregungen geben wird, da ja auch hier ähnliche Versuche unternommen werden und man auch aus Fehlschlägen viel lernen kann.

Herstellung des Klumpens a) von Hand, b) mit maschinellen Verfahren: durch Stürzen, Strangpressen, Walzen. — Erfahrungen mit einem gewalzten Tiegel; Erörterung der Fehler-Ursachen. — Zukünftige Möglichkeiten (Stampf- und Schleudermaschinen, Studium der Arbeitsweise des Klumpers) und ihre Aussichten.

Die Schmelztiegelherstellung ist wohl eine der technologisch schwierigsten Industrien, besonders schwierig deshalb, weil zur Erzielung eines einwandfreien Endproduktes viele Gesichtspunkte beachtet werden müssen, und weil ein

Mißlingen erst nach dem Brennen, dem letzten Arbeitsgang, oder gar erst nach Inbetriebsetzung der Tiegel festgestellt werden kann. Es ist deshalb außerordentlich schwer zu sagen, an welcher Stelle der Arbeitsfolge Fehler gemacht worden

sind, zumal während des Brennens eine erhebliche Gefügeänderung vor sich geht. Ebenso können oft Zweifel darüber bestehen, ob die nach erfolgter Verwendung der Tiegel sich herausstellenden Fehler wirkliche Fabrikationsmängel sind. Bedenkt man schließlich, daß nach Angaben erfahrener Fachleute Tiegel durchschnittlich 1 bis 4 Schmelzen bei Gußstahl, 15 bis 20 Schmelzen bei Temperguß und 40 bis 50 Schmelzen bei Metall vertragen, so ist es nur allzu berechtigt, keine besonders große Lebensdauer der Schmelztiegel zu erwarten.

Während die kohlenstofffrei gefütterten Graphittiegel zum Schmelzen kohlenstoffarmer Stähle und die Schamottiegel aus gebranntem Ton mit wenig Koks Zusatz seltener gebraucht werden, ist die Verwendung von Graphittiegeln aus einem Gemisch von Graphit, Ton und Quarz ungleich häufiger. Nachdem der Graphit gereinigt und feingemahlen ist, wird die Masse in Mischern und Kollergängen verarbeitet und gelangt so zur Strangpresse mit Abschneider. Dieser schneidet von dem etwa 10 cm starken Strang Stücke in einer Länge von 30 cm, die auf einem runden Brett von etwa 1 m Durchmesser zu einem bis 1½ m hohen Klumpen aufgeförmert werden (über die Arbeitsweise des Klumpers vergleiche man den Schlußabsatz). Der Durchmesser dieses Klumpens richtet sich nach der Tiegelgröße und kann bis zu 80 cm betragen. Dieser Klumpen wird dann auf die Töpferscheibe aufgesetzt und mit oder ohne Schablone mittels Spezialwerkzeugen, sogenannten Haken, abgedreht. In gleicher Weise wird das Material für den späteren Tiegelhohlraum herausgeholt. Hierauf folgt das Trocknen und schließlich das Brennen der Tiegel.

Während die Arbeit des Tiegeldrehens nicht mehr wesentlich vereinfacht werden kann — ein völlig automatisches Herstellen ohne dauernde Ueberwachung ist bei dem eigenartigen Verhalten der Tiegelmasse überhaupt ausgeschlossen — erscheint die Klumpenherstellung nach dem primitiven Verfahren des Formens mittels Hand höchst widersinnig. Es ist deshalb versucht worden, diesen Klumpen, der an sich nichts anderes als ein Stück verdichtete Graphitmasse von den oben angegebenen Abmessungen darstellt, dadurch herzustellen, daß man von einer hoch gelegenen Stelle der Werkstatt aus die erforderliche Masse in eine Form hinabstürzte. Die erwünschte Verdichtung sollte durch das Eigengewicht und die kinetische Energie der nachstürzenden Masse erzeugt werden. Wenn auch gewiß nicht zu leugnen ist, daß hierdurch teilweise eine außerordentliche Verdichtung eintrat, so erscheint es gewiß verständlich, daß bei der großen Zähigkeit der Masse eine Verdichtung innerhalb des Klumpens selbst nur sehr unregelmäßig sein konnte. In der Tat wiesen auch die in dieser Weise gefertigten Klumpen starke Stauchungen und Verschiebungen des Materials auf; als Folgeerscheinung waren Risse und zuweilen starke Lunkerbildungen bemerkbar.

Es ist ferner versucht worden, eine Strangpresse mit so großem Mundstück zu bauen, daß der Durchmesser des austretenden Materialstranges gleich dem Durchmesser des erforderlichen Klumpens ist. Hierdurch wäre der eigentliche Arbeitsgang der Klumpenformung vollkommen erspart und beseitigt. Doch auch hier ist die Zähigkeit des verwendeten Materials sehr störend: es ist völlig ausgeschlossen, ein gleichförmiges Graphit-Ton-Gemisch aus einer noch so starken und ins Große übersetzten Strangpresse bei derart großen Durchmessern zu erzielen.

Aus diesem Grund erschien der Versuch reizvoll, statt durch Aufschlagen der Strangabschnitte mittels Hand den Klumpen durch Aufwalzen von Masse aufzuformen ähnlich der Arbeitsweise bei den Kollergängen. Die Masse wurde, wie Bild 1 zeigt, innerhalb eines

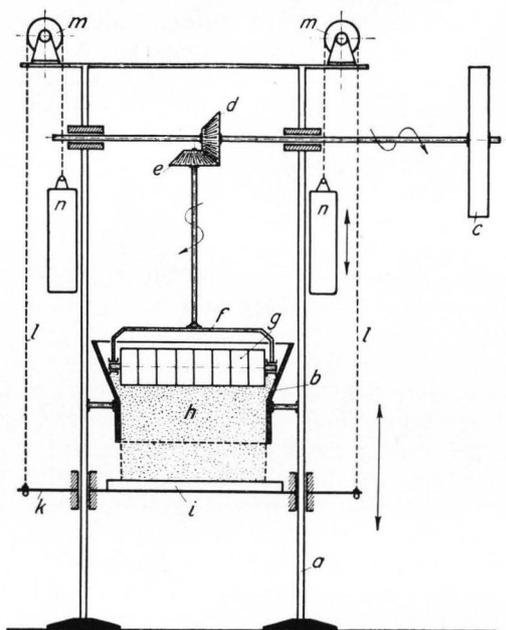


Bild 1. Vorrichtung zum Formen eines Tiegelklumpens durch Aufwalzen. (Klumpmaschine mit Walzenquirl und senkbarem Boden.) a Maschinengestell; b Einwerftrichter; c Antrieb; d, e Kegelräder; f Quirl; g Walzen; i Boden; k senkbare Bodenauflage; l Ketten; m Kettenrollen; n Gewichte.

Ringes eingebracht und auf den Boden mittels eines Walzenquirles festgewalzt, wobei immer neue Masse zugeworfen wurde. Durch dieses Speisen entstand eine Drucksteigerung, der gegenüber der Boden nach unten auswich, so daß man hier wohl von einem Aufwalzen unter gleichbleibendem Druck reden konnte.

Außerordentlich interessant waren nun die Ergebnisse dieses Versuches, die an einem auf dieser Maschine gefertigten und nach dem Trocknen zerschlagenen Tiegel festgestellt werden konnten.

Bild 2 zeigt die auseinandergeschlagenen Hälften des Bodens. Die hier mittels Kreide weiß bezeichneten Punkte deuten den Mittelpunkt

der unteren Bodenfläche an. Die obere Boden-  
hälfte befindet sich gewissermaßen in ihrer  
natürlichen Stellung, während die untere Hälfte  
um die Bruchlinie um 180° herumgeklappt ist.

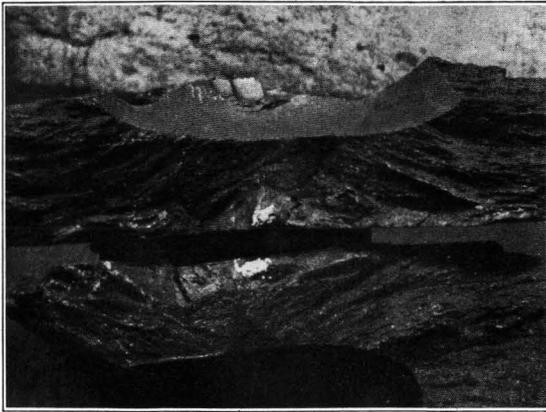


Bild 2. Fächerförmiges Gefüge des Tiegelbodens infolge mechanischen Aufwalzens der übrigen Teile des Klumpens.

Das Bild zeigt auf den ersten Blick ein höchst eigenartiges Gefüge in Form eines Strahlenbündels, dessen Mittelpunkt etwa in der Mitte des oberen bzw. unteren Bildrandes zu liegen scheint, während sich im Mittelpunkt der unteren Bodenfläche ein erheblicher offener Lunker etwa in Größe einer Kinderfaust gebildet hat.

Dieser strahlen-, fächer- oder sternförmige Bruch ist nun darauf zurückzuführen, daß die Masse, welche ursprünglich infolge des Aufwalzens horizontale Struktur zeigte (eine Strukturform, die für Schmelztiegel übrigens nicht unvorteilhaft ist), infolge des außen stärker wirkenden Druckes nach innen gedrückt wird. Der Boden ist bis zu einer gewissen Höhe (etwa 15 cm) von Hand aufgeformt, was unter gleichmäßigem Druck erfolgt. Da sich nun die äußeren zylindrischen Walzen des Walzenquirles leichter drehen als die inneren, ist auch an den äußeren Teilen des Klumpens die Knetwirkung erheblich besser und deshalb der Verdichtungsdruck größer. Da sich nun sowohl am Boden als auch an den Außenwänden des Klumpens gut verdichtete Masse befindet, wird diese nach den inneren, unter geringerem Druck stehenden Teilen zu fließen suchen. Hieraus ist das nach dem Inneren des Tiegels zu gerichtete Gefüge erklärlich. Diese Strukturbildung ist an feuchten Klumpen oder soeben frisch gedrehten Tiegeln infolge der schmierenden Eigenschaften der Masse nicht erkennbar, tritt jedoch, wie Bild 2 zeigt, bereits beim getrockneten Tiegel außerordentlich deutlich hervor. — Je weiter das Trocknen fortschreitet, um so stärker fällt die Lunkerbildung in der Bodenmitte auf. Das Loch tritt schließlich in Form eines breiten klaffenden Risses durch den Boden in die Tiegelhöhlung.

Die Bilder 3 und 4 zeigen dieses mittlere Bodenloch und zwar Bild 3 von außen, Bild 4

von innen. In diesen Bildern ist aber eine weitere sonderbare Erscheinung zu beobachten, nämlich ein um den ganzen Tiegel fast ununterbrochen laufender, teilweise verdeckter, ringförmiger

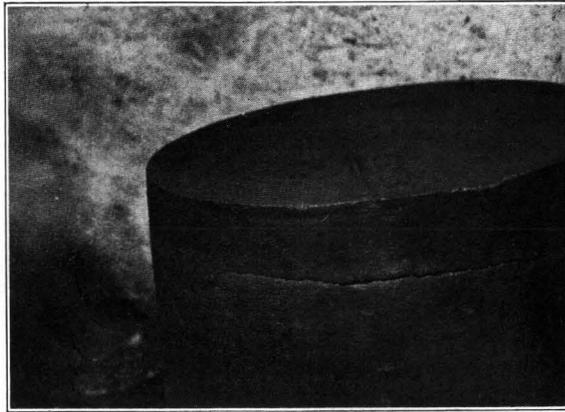


Bild 3. Durchgehender Riß am Bodengrund infolge Glattwalzens des Bodenmaterials ohne stetige Materialzugabe.

Riß. Diese Erscheinung ist derartig auffällig, daß man zu dem Schlusse kommen muß, daß ein einwandfreies Verbinden des mittels Hand aufgeschlagenen Bodenstückes mit dem darüber aufgewalzten Klumpenteil nicht erfolgt

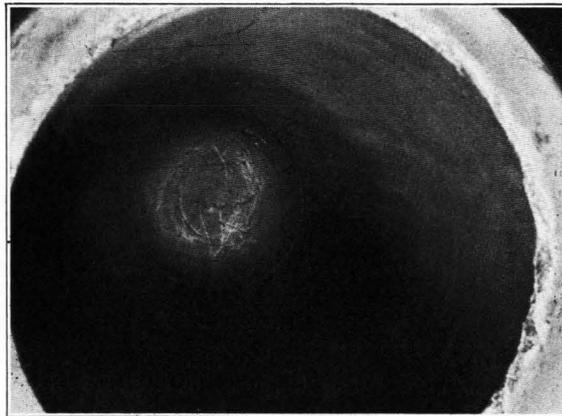


Bild 4. Derselbe Riß wie in Bild 3, jedoch im Tiegellinnern. (Man beachte den beinahe geschlossenen Rißkreis!)

sein kann. Dieser ringförmige Riß ist beim Blick in das Innere des Tiegels in Bild 4 ebenfalls deutlich erkennbar.

Die Ursache der Rißbildung ist wahrscheinlich, daß die als Bodenstück aufgeformte Masse erst mittels des Walzenquirles an die Wandungen der Ringform angepreßt werden muß. Ehe die Masse innerhalb des Ringes gleichmäßig verteilt ist, kann begreiflicherweise weitere Masse nicht zugeführt werden, und da diese Verteilung bei der Zähigkeit der Masse eine gewisse Zeit erfordern muß, so wird auf der Oberfläche der so geformten Masse gewisser-

maßen (durch das andauernde Walzen ohne Materialzuführung) ein harter Spiegel erzeugt. Es ist daher leicht verständlich, daß die nunmehr aufgebrauchte Masse sich verhältnismäßig schwer mit dem geformten Bodenstück verbinden wird.

In welcher Richtung weitere Versuche zur maschinellen Herstellung der Tiegel, vor allen Dingen des Klumpens, unternommen werden sollen, ist schwer zu sagen. Die Verdichtung durch Stampfen zu erreichen, erscheint aussichtslos, da das zähe Material in diesem Falle ein äußerst unregelmäßiges Gefüge aufweisen würde; ebenso müßte das Zuführen der Masse, welche übrigens an den Stampfern haften bleiben würde, Schwierigkeiten machen. — Aus demselben Grunde müßten Schleuderkopfmaschinen [ähnlich der Bauart der Sandslingermaschinen\*)] versagen, da hier das Ablösen der schmierigen Masse von der Wurf-schaufel nie im richtigen Moment erfolgen wird. — Unter Umständen könnten Wurfschaufeln

aus Aluminium gute Dienste leisten, da an diesem Werkstoff die Masse schlecht haftet.

Vielleicht studiert man am besten die Arbeitsweise des Klumpers und überträgt seine physiologischen Funktionen auf einen Getriebemechanismus. Diese Handarbeit ist eine schwere Arbeit, bei der vor allen Dingen die Rumpfmuskeln außerordentlich stark beansprucht werden. Der Arbeiter wirft das an der Strangpresse abgeschnittene Massstück mit größtmöglicher Wucht auf den Klumpen und erreicht eine einwandfreie Verbindung dieses neu aufgeworfenen Stückes mit der übrigen Masse nur durch kräftiges wiederholtes Aufschlagen mit den Händen. Das Gelingen eines Tiegels hängt von der sauberen und zuverlässigen Arbeit des Klumpers in hohem Maße ab.

\*) „Sandslingermaschinen“ werden in Formereien verwendet. Sie sind jedoch nur für Massenfertigung geeignet und deshalb, sowie infolge ihres hohen Anschaffungspreises, in Deutschland wenig bekannt.

## Bedeutung des Meßwesens für die Selbstkostenermittlung in der Spiegelglasindustrie. \*)

Von Oberingenieur Dipl.-Ing. L. von Reis, Herzogenrath.

[Vortrag bei der 10. ordentlichen Mitgliederversammlung der Wärmetechnischen Beratungsstelle der deutschen Glasindustrie (WBG), Frankfurt (Main), 19. Mai 1931.]

Ziele des Meßwesens: a) Selbstkostenermittlung; b) Betriebsüberwachung. — Zweckmäßigste Termine. — Ermittlung der Gesamt- und der Einzelbetriebs-Selbstkosten. Messungen im einzelnen: 1. Rohglashütte, 2. Schleiferei, 3. Nebenbetriebe. — Erfolge des Meßwesens.

Im folgenden wird das Meßwesen einer Spiegelglashütte behandelt, also einer Glashütte, die im Gegensatz zu anderen Zweigen der Industrie, z. B. zur optischen, nur ein einziges Erzeugnis herstellt. Betriebskontrolle und Selbstkostenberechnung können infolgedessen auf ziemlich einfacher Basis erfolgen.

Das Messen, also die zahlenmäßige Kontrolle bestimmter Vorgänge oder Zustände, ist nie Selbstzweck. Das Meßwesen verfolgt vor allem zwei Ziele:

1. als Grundlage zu dienen für die Aufstellung der Selbstkosten, also als Hilfsmittel für die Erfolgsrechnung;
2. die Betriebskontrolle zu erleichtern.

\*) Man vergleiche das Korreferat Büssing, in diesem Hefte der „Glastechn. Ber.“, S. 402—407.

Weitere Literatur zu den Referaten v. Reis und Büssing:

W. Friedmann: Mechanisierung der Feuerführung in Glasofenanlagen. Glastechn. Ber., 7. Jg. 1929/30, S. 217—241 (mit 26 Bildern).

Mitt. Wärmestelle Vereindtsch. Eisenhüttenl.:

- a) Mengenummessung: Nr. 32, 40, 48, 76, 85, 100, 130.
- b) Meßbüros: Nr. 1, 2, 33, 85.
- c) Meßeinrichtungen: Nr. 12, 39, 44, 45, 100, 123, 140.
- d) Meßgeräte und -instrumente: Nr. 6, 19, 20, 21, 26, 32, 37, 48, 76, 85, 86, 148.
- e) Meßzentralen: Nr. 85, 109, 140.

Die einzelnen Mitteilungen können von der WBG gegen Berechnung bezogen werden.

Diese beiden Ziele erfordern nicht immer getrennte Messungen. Die gleiche Messung wird vielmehr häufig beiden Zwecken dienen können.

Die Zweckmäßigkeit der Aufstellung genauer Selbstkosten braucht wohl nicht weiter begründet zu werden. Es dürfte genügen, darauf hinzuweisen, daß eine zuverlässige Gewinn- und Verlustrechnung nur auf Grund genauer Kenntnis der Herstellungskosten erfolgen kann, wie andererseits der Wechsel der Selbstkosten ein genaues Bild der Fabrikation ergibt und anzeigt, ob alles noch gesund ist, oder ob irgendwelche Krankheiten den wirtschaftlichen Körper, den jedes Unternehmen darstellt, befallen haben.

Um diesen Zwecken dienen zu können, darf die Aufstellung der Selbstkosten natürlich nicht in zu langen Zeiträumen erfolgen. Sie darf andererseits auch nicht zu kurze Zeiträume umfassen, da sonst Zufälle und Meßfehler einen zu großen Einfluß auf das Endergebnis gewinnen. Auch muß gefordert werden, daß die Ergebnisse der Selbstkostenberechnungen in möglichst kurzer Zeit vorliegen. Als zweckmäßiger Zeitraum, der weder eine zu lange noch eine zu kurze Zeit umfaßt, hat sich die monatliche Aufstellung der Selbstkosten erwiesen, wobei, bei gut eingerichteter Buchführung, es sich erreichen läßt, daß die Ergebnisse zwischen dem 10. und 15. eines Monats, also anderthalb bis zwei Wochen nach dem Abschluß, vorliegen.