

## Glasbohren und Glasbohrmaschinen.

Von V. Litscher, Fürth.

(Eingegangen 27. Mai 1930.)

## 1. Das Bohren mit dem Stichelbohrer.

Das gebräuchlichste Hilfsmittel zum Durchbohren von Glasplatten ist der Stichelbohrer in Drei- oder Vierkantform oder aber die Sägefeile, die eigentlich auch nur einen Stichelbohrer darstellt. Die Art und Weise, mit diesem Hilfsmittel Glasplatten zu durchbohren, ist verschieden. Je nach der Gewohnheit des einen oder anderen Arbeiters wird eine Schrägspitze angeschliffen und die vordere feine Spitze nochmals schräg gebrochen, oder der Bohrer wird ganz lang angespitzt und dann exzentrisch eingespannt. Die vielen Möglichkeiten, um einen Drei- oder Vierkantstahl durch Anschleifen für Bohrzwecke brauchbar zu machen, werden alle ausgenutzt, und jeder alte, auf seine schwierige Kunst stolze Bohrarbeiter behauptet, sein System sei das beste.

Wie unrationell infolge Unkenntnis teilweise noch gearbeitet wird, mag folgender Fall zeigen. Ich wurde Zeuge, wie in eine runde Scheibe von etwa 80 cm  $\varnothing$  ein Mittelloch von 35 mm  $\varnothing$  gebohrt werden sollte. Mit einem 6 mm-Bohrer (Stichel) wurde zunächst in die Scheibe ein kleines Loch gebohrt. Mit immer größeren Bohrern wurde dann solange mit der Bohrwinde nachgeholfen, bis zum Schluß mit einem riesengroßen Vierkantbohrer ein vieleckiges Loch entstand. Die Glasplatte war also vermurkst. Für diese Arbeit waren zwei Arbeiter erforderlich, je eine Stunde; der eine mußte die Scheibe halten, während der andere schweißbrieffend ein vieleckiges Loch zustandebrachte. Die ganze Arbeit hätte durch einen Arbeiter spielend innerhalb zehn Minuten bewältigt werden können, und die Bohrung wäre dann ein Muster geworden. Ein Prokurist der Firma sagte mir, daß in dem Werk täglich mehrere hundert Löcher gebohrt werden müssen; alle werden in der geschilderten Weise hergestellt. Der Meister wurde zu mir geschickt, um sich nach einer Bohrmaschine zu erkundigen; ich zeigte ihm Bilder über moderne Maschinen. Er behauptete fest, daß diese Maschinen für ihn ungeeignet seien, und sabotiert so eine erprobte Neuerung auf Kosten seiner Firma.

Dort, wo täglich mehrere hundert Löcher zu bohren sind, also in mittleren und Großbetrieben, sind dem Stichelbohrer folgende Werkzeuge vorzuziehen:

- a) der Diamantbohrer für Bohrungen bis zu 4 mm  $\varnothing$ ,
- b) der Widiastahlbohrer für Bohrungen bis zu 8 mm  $\varnothing$ ,
- c) der Mannesmannstahlröhrenbohrer für Bohrungen von 8 mm aufwärts bis zur größten Bohrung.

Die Art und Weise, wie bei den einzelnen Verfahren gearbeitet werden muß, sei anschließend erörtert.

## 2. a) Der Diamantbohrer, seine Anwendung und seine Leistung.

In Betrieben, in welchen der Diamantbohrer längere Zeit eingeführt ist, ist er unentbehrlich und unersetzlich. Erstens läßt sich damit sauberste Arbeit erzielen, zweitens erreicht man neben Qualitätsarbeit Höchstleistungen. Zweckmäßig verwendet man den Diamantbohrer nur zum Bohren kleiner Löcher von 1 bis 4 mm  $\varnothing$ , in den Glasstärken von 1 bis 6 mm. Grundbedingung für einwandfreie Funktion ist das Vorhandensein einer Diamantbohrmaschine, welche Gefühlsarbeit ermöglicht.

Oft beobachtete ich in Großbetrieben, die sonst sehr modern eingerichtet waren, daß dünne Gläser mit dem Stichelbohrer gebohrt wurden. Dabei ging stets ein großer Anteil zu Bruch. Auf meine Frage, warum nicht mit Diamant gebohrt würde, bekam ich stets eine ablehnende, fast empörte Antwort. Ich wunderte mich über die Abneigung gegen den Diamantbohrer und erfuhr dann, daß die Leute schon so und so viele Versuche gemacht hatten, vergeblich, weil bei den Versuchen nie ein richtiger Diamantbohrer zur Verwendung gekommen war. Man hatte, um Geld zu sparen, nicht einen Bohrer von erfahrener Fachfirma gekauft, sondern faßte große Diamantkörner selbst und versuchte damit zu bohren. Der nicht kunstgerecht angeschliffene Bohrer wollte natürlich nicht angreifen; deshalb wurde er derart belastet und in die starke Scheibe hineingepreßt, daß er unter der Wucht und Vergewaltigung in Hunderte kleine Splitter bersten mußte. Man hatte auch die Tourenzahl der Maschine nicht erhöht, sondern so belassen, wie es beim Stichelbohrer üblich war. Daß man nach diesen begreiflichen Fehlschlägen eine große Abneigung gegen das Wort „Diamantbohrer“ bekommen kann, ist ohne weiteres einleuchtend, denn auch ein un bearbeiteter Diamant kostet nicht wenig Geld.

Will man von vornherein gute Ergebnisse erzielen, so verfähre man wie folgt: In erster Linie kaufe man eine Spezialdiamantbohrmaschine. Dann wende man sich an eine erfahrene Fachfirma und kaufe einen Kernbohrer, welcher kunstgerecht angeschliffen ist, scheue aber nicht den Preis, welcher sich zwischen 50.— und 200.— Mark bewegen kann, denn mehr als bei allen anderen Waren trifft hier die Tatsache zu, daß das Teuerste das Billigste ist. Ein Diamantbohrer, welcher hohem Druck widerstehen soll, muß nach einer ganz bestimmten Vorschrift geschliffen und geformt sein. Bei einer Nutzlänge von mindestens 5 mm läuft der Bohrer nach der Spitze hin konisch zu; da die Gläser stets von zwei Seiten gebohrt werden und die Maschinen alle mit genau einstellbarem Anschlag versehen sind, ist die Möglichkeit gegeben, mit ein und demselben Bohrer verschieden große Löcher zu bohren.

Sehr wichtig und maßgebend für lang anhaltende Schärfe des Bohrers ist seine Behandlung im Anfangsstadium. Die ersten 50 bis 100 Löcher sollen mit viel Geduld ganz langsam gebohrt werden, mit ganz wenig Druck, damit die scharfen Kanten des Bohrers nicht aussplittern können, sondern allmählich leicht abgerundet und in gewissem Sinne poliert werden. Erst nach dem hundertsten Loch gehe man vorsichtig zu stärkerem Druck über, aber stets ohne Anwendung von Gewalt. Ein derart vorsichtig behandelter Bohrer behält sehr lange seine Schärfe, und man kann je nach Glasstärke 30 000 bis 50 000 Löcher bohren, bevor er zum Nachschärfen an das Diamantwerk gegeben werden muß.

Der Diamantbohrer muß mit mindestens 1400 bis 1700 Umdrehungen in der Minute laufen. Als Kühlmittel verwende man nur gutes, reines Terpentinöl; der Verbrauch ist bei etwas Vorsicht sehr gering. Dünne Gläser (bis zu 1½ mm Stärke) kann man von einer Seite direkt durchbohren; man erzielt in dieser Stärke Leistungen bis zu 350 Löcher je Stunde. Stärkere Gläser bohrt man von zwei Seiten und erreicht dann Leistungen bis zu 200 Löcher je Stunde.

#### b) Der Widiastahlbohrer.

Der Widiastahl ist ein noch wenig bekanntes Material, welches in den Kruppschen Werken hergestellt wird. Es ist diamantähnlich hart und läßt sich nur auf besonders präparierten Schleifscheiben anscharfen; gegen eine gewöhnliche Schmirgelscheibe oder gar gegen Sandstein ist die Masse unempfindlich. Man braucht zum Anschleifen zwei Spezialscheiben, eine zum Vor- und eine zum Feinschleifen. Zu beachten ist, daß der Bohrer nie zu spitz angeschliffen wird, da das Material infolge seiner ungewöhnlichen Härte leicht aussplittern kann.

Der harte Widiastahl eignet sich zum Bohren kleinerer Löcher bis zu 6 mm  $\varnothing$  vorzüglich, besonders bei Glasstärken von nicht unter 2 mm. Bis zu 400 Löcher können gebohrt werden, ohne daß geschärft werden muß. Es besteht die Möglichkeit, mit starkem Druck bei ganz niedriger Umdrehungszahl (120 bis 160 je Minute) zu bohren, aber auch mit hoher Umdrehungszahl (bis 1600 je Minute) bei leichterem Druck. Im letzteren Falle verwende man eine Diamantbohrmaschine, im ersteren genügt jede Bohrmaschine. Es läßt sich einrichten, daß ein Arbeiter gleichzeitig fünf Maschinen bedient, wobei recht große Leistungen erreicht werden können.

#### c) Der Röhrenbohrer.

Ein altes, aber noch angewandtes Verfahren ist das Bohren mittels Rohr und Schmirgel. Eigentlich ist dieses Verfahren kein Bohrverfahren, sondern ein Schleifverfahren, denn der Glaskern wird regelrecht herausgeschliffen. Auch hier gehen die Meinungen sehr auseinander: der eine zieht teureres Messingrohr vor, ein anderer schwört auf Kupferrohr, der Dritte

kennt nur Zinnrohr; vielfach kommt auch Gasrohr zur Verwendung.

In Wirklichkeit ist das billigste und vorteilhafteste Material das Mannesmannstahlrohr. Schon wegen seiner natürlichen Festigkeit und Elastizität ist dieses Material zweckentsprechend und allen anderen vorzuziehen. Der am Bohrkonus befestigte und auf der Drehbank gerichtete, auf genaue Größe überdrehte Stahlröhrenbohrer wird mit der Handsäge bis zu  $\frac{3}{4}$  seiner Länge mit (je nach Bohrergröße) 3 bis 5 mm breiten Schlitzeln versehen und kann dann ohne weiteres bis zu seiner Abnutzung Verwendung finden. Als Bohr-, vielmehr Schleifmaterial, kommen Siliziumcarbid und Wasser zur Verwendung. Ein unten mit einem Gummiring beklebter Eisenring, dessen Bohrung sich nach der zu bohrenden Lochgröße richtet, wird um die zu bohrende Stelle gelegt. Man gebe dann einen Teelöffel voll Siliziumcarbid in diesen Behälter und fülle bis zur Hälfte Wasser hinzu. Alsdann läßt man die Spindel, die nur so stark belastet sein darf, daß der untere Lochrand beim Durchbohren nicht aussplittert, auf die zu bohrende Stelle zwischen die Schleifmasse gleiten und überläßt nun die Maschine sich selbst, nachdem man den Anschlag eingestellt hat. Je nach der Glasstärke dauert der Bohrprozeß 1½ bis 5 Minuten. Bis sieben Spindeln kann ein Mann bedienen; es läßt sich leicht errechnen, welche hohen Leistungen erreicht werden können.

Bei Lochgrößen bis zu 14 mm  $\varnothing$  muß die Spindel mit rund 1500 Umdrehungen je Minute laufen, bei größeren Bohrungen ist die Tourenzahl entsprechend zu vermindern. Um zu vermeiden, daß die unteren Ränder der Bohrungen ausspringen, muß man die zu bohrende Stelle mit einem Glasscherben unterlegen. Liegt das Glas dicht auf, dann kann es nicht ausspringen, und man erhält stets eine saubere Bohrung.

Der Bohrschmirgel (Siliziumcarbid) kommt in verschiedenen Körnungen auf den Markt. Die Korngröße 80 ist die geeignetste, die damit erzeugten Bohrungen genügen den allgemein gestellten Ansprüchen vollkommen. Sollen jedoch große Löcher gebohrt werden, wobei es mehr auf den Zweck der Bohrung als auf absolute Sauberkeit ankommt, so verwende man Korn 60 oder 70, da damit der Bohrprozeß rascher vonstatten geht. Vielfach werden Ansprüche gestellt, die den Uebergang zu einem feineren Korn bedingen. Soll der Lochrand wie feingeschliffen aussehen oder gar poliert werden, so verwende man Korngröße 150, 180 oder 200. Je feiner das Korn, um so schöner wird die Bohrung, allerdings bei entsprechend längerer Bohrzeit.

Sollen die Bohrungen noch versenkt werden, so wende man das folgende einfache Verfahren an: Eine gewöhnliche Schnellbohrmaschine versieht man, statt mit einem Bohrer mit einem Rundeisen, dessen unteres Ende mit einer der Versenkung entsprechenden Körnerspitze ver-

sehen ist. Bringt man die Bohrung nun direkt unter die Körnerspitze und gibt Siliziumcarbid als Schleifmittel hinzu, so erhält man in kurzer Zeit eine schöne, geschliffene Versenkung, wie sie mit dem Stichel nie erzielt werden kann. Das Schleifmaterial verrühre man mit Wasser zu einem Brei in einen flachen, breiten Behälter, welchen man unter die Bohrspindel so aufstellt, daß das abfließende Material von selbst aufgefangen wird und dann immer wieder verwendet werden kann. Auch hierbei kann ein Arbeiter mehrere Maschinen bedienen: das Glas wird unter die Spindel gebracht, und die Maschine arbeitet dann selbsttätig wie beim Bohren auch.

Beim Bohren sowohl wie beim Versenken ist dafür zu sorgen, daß stets reichliche Spülung vorhanden ist. Die bearbeiteten Gläser sollen mittels Wasserstrahls abgespült und gereinigt werden, weil die einzelnen Körnchen des Siliziumcarbids wie ein Diamant feine, aber tiefe Kratzer erzeugen und großes Unheil anrichten können.

Das gebrauchte Siliziumcarbid kann immer wieder verwendet werden, indem es durch

ein Sieb gespült und auf diese Weise von Fremdkörpern gereinigt wird. Mit etwas frischem Material vermengt, tut es immer wieder seinen Dienst. Um möglichst an Siliziumcarbid zu sparen, bringt man überall gute Fangvorrichtungen an, damit keines der wertvollen Körnchen verloren geht.

Bei diesem Bohrverfahren läßt sich unter Umständen vieles sehr rationell gestalten. So kann man z. B. dünnere Gläser aufeinander-schichten, in eine Vorrichtung einspannen und 4 bis 8 Gläser gleichzeitig durchbohren.

### 3. Das Bohren mit dem Sandstrahl.

Schließlich sei noch das Bohren mittels Sandstrahls erwähnt. Alle Versuche, mit diesem Hilfsmittel brauchbare Ware zu fabrizieren, schlugen fehl. Nur in ganz wenigen Ausnahmefällen ist das Verfahren anwendbar, namentlich bei unrunder Durchbrüchen. Die Ränder der Bohrungen werden immer konisch anstatt zylindrisch, außerdem ist der Verschleiß an Düsen usw. derart groß, daß das Verfahren im Vergleich zu den andern nicht rationell gestaltet werden kann.

## Referate.

(Einteilung s. Heft 1 dieses Bandes, S. 32.)

### 1. Geschichte des Glases.

**Die Glasindustrie von Lancashire.** L. M. Angus-Butterworth. (Vortrag.) Glass, Jg. 1929, Nr. 2, S. 55.

Das Hauptgebiet der englischen Glasindustrie ist Lancashire. Die Hauptzentren sind St. Helens mit einer jährlichen Produktion von 100 000 t gewöhnlichen Tafelglases und Spiegelglases, sowie großen Mengen Flaschenglas, und Manchester, wo feines Tafelglas und sonstige Industriegläser jeder Art erzeugt werden\*). Mylius.

### 2. Physikalische und chemische Grundlagen der Glaserzeugung.

**Berechnung von Glaskonstanten auf Grund neuer Forschungsergebnisse.** (The calculation of glass constants on the basis of recent investigation.) E. Zschimmer. Journ. Soc. Glass Techn., 12. Jg. 1928, Nr. 48, S. 333-366.

Die Arbeit bildet Fortsetzung und Schluß einer größeren Abhandlung des Verf. über die Berechnung von Glaskonstanten, deren erster Teil hier bereits besprochen wurde.<sup>1)</sup>

#### Spezieller Teil:

#### b) Arbeitsfähigkeit von Natron-Kalk-Silikatgläsern.

Im vorigen Abschnitt war zuletzt die Arbeitsfähigkeit der Natron-Kalk-Kieselsäuregläser diskutiert worden. Verfasser wirft nunmehr die Frage auf, ob auf Grund des vorliegenden Untersuchungsmaterials eine Vorausberechnung der Arbeitsfähigkeit von Natron-Kalk-Silikatgläsern möglich ist. Leider muß das verneint werden, so daß hier noch eine sehr wichtige Lücke der Glasliteratur auszufüllen ist.

#### c) Die Kühlkonstanten des Glases.

Einleitend wird hier hervorgehoben, daß in der Praxis nur bei ganz bestimmten Glassorten (optisches Glas) die völlige Beseitigung der Spannung erforderlich ist; in manchen Fällen werden Gläser sogar gehärtet, d. h. künstlich verspannt, wodurch die mechanischen, thermischen und hydrolytischen Eigenschaften verbessert werden können. Man muß infolgedessen die frühere Vorstellung, daß die Kühlung von Glas eine völlige Beseitigung der vorhandenen Spannung bezwecke, für die meisten praktischen Fälle aufgeben. Verf. unterscheidet deshalb zwischen „Tempern“ und eigentlichem „Kühlen“ von Glas.

Die exakte mathematische und physikalische Behandlung des Problems der Beseitigung von Spannungen ist wissenschaftlich von größtem Wert; doch lassen sich die Ergebnisse nicht ohne weiteres auf die Praxis übertragen. Verf. bespricht deshalb zunächst einige praktisch bedeutsame Arbeiten über Kühlung von Glas im Hüttenbetriebe, die unter Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes von Coad-Pryor<sup>2)</sup>, English und Turner, Henry<sup>3)</sup> und Finn<sup>4)</sup> durchgeführt wurden.

Dann wird ein Ueberblick der Untersuchungen gegeben, deren Ziel die Definition von Kühlkonstanten war. Die wichtigen Arbeiten von Adams und Williamson<sup>5)</sup>, Hampton<sup>6)</sup> und Preston werden eingehend diskutiert. Besondere Beachtung verdienen die Definitionen von Kühlkonstanten, die von Twyman sowie von English und Turner angegeben wurden; letztere untersuchten vor allem die Abhängigkeit des Kühlprozesses von der chemischen Zusammensetzung der Gläser. Die Beziehungen, welche zwischen der Aenderung des Spannungszustandes von Gläsern und der gleichzeitigen Aenderung ihrer physikalischen Eigenschaften wie Viskosität, Ausdehnung, elektrischen Leitfähigkeit usw. bestehen, sind ebenfalls

\*) Vergl. das Referat „Alte Glashütten in Lancashire“ von Francis Buckley, in Glastechn. Ber. VII. Jg., H. 11, S. 516

<sup>1)</sup> E. Zschimmer, The calculation of glass constants on the basis of recent investigations. Journ. Soc. Glass Techn. Bd. XII, Jg. 1928, Nr. 45, S. 82-118; Ref. Glastechn. Ber. Bd. VI, Heft 8, Jg. 1928, S. 457-458.

<sup>2)</sup> Ref. Glastechn. Ber. Bd. VI, Jg. 1928-29, Heft 3, S. 141.

<sup>3)</sup> desgl. „ IV, „ 1926-27, „ 9, „ 344.

<sup>4)</sup> desgl. „ V, „ 1927-28, „ 4, „ 175.

<sup>5)</sup> desgl. „ III, „ 1925-26, „ 10, „ 378.

<sup>6)</sup> desgl. „ III, „ 1925-26, „ 4, „ 137 und

„ V, „ 1927-28, „ 10, „ 489.