

herausgegeben von der  
Deutschen Glastechnischen Gesellschaft e. V.

Schriftleitung: Dr.-Ing. H. Maurach, Frankfurt a. M.

Nachdruck oder Vervielfältigung im ganzen oder in Teilen ausdrücklich untersagt.  
Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen vorbehalten. — Copyright 1932 by DGG in Frankfurt a. M.

10. Jahrg.

April 1932

Heft 4

## Bearbeitung von Glas mit WIDIA-Werkzeugen.

Von A. Fehse und B. Kindt.

(5. Vortrag der 15. Glastechnischen Tagung, Berlin 1931.)

(Mitteilung der Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung, Berlin, und des Werkes Weißwasser der Osram G. m. b. H., Kom.-Ges.)

Die seitherigen Schwierigkeiten bei der Glasverarbeitung. — Unterschied zwischen Metall- und Glasbearbeitung. — „WIDIA“-Hartmetall als Werkzeugmaterial für die Glasbearbeitung nach den Methoden der spanabhebenden Metallverformung. — Glasbohren. — Winkelgrößen der „WIDIA“-Werkzeuge. — Glasdrehen. — Glashobeln. — Glasfräsen. — Façondreherei.

Das WIDIA-Hartmetall als Werkzeugmetall zur spanabhebenden Verformung hat auf den verschiedensten Gebieten der Metallbearbeitung geradezu revolutionierend gewirkt und der Konstruktion und dem Bau der Werkzeugmaschinen eine völlig neue Richtung gegeben<sup>1)</sup>. Aber es ist nicht nur gelungen Metalle zu bearbeiten, die bisher einem Angriff auch durch die besten Werkzeugstähle fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegengesetzten, sondern auch nichtmetallische Stoffe, wie Isolierstoffe, Marmor, feuerfeste Materialien, Porzellan und Glas können nunmehr jeder in der spanabhebenden Metallbearbeitung üblichen Verformung unterworfen werden, mit einer Vielseitigkeit und Präzision, wie sie sich mit keiner der bisher für diese Stoffe üblichen Bearbeitungsweisen erreichen läßt. Im folgenden soll die Bearbeitung des Werkstoffes Glas eingehender besprochen werden\*).

Nachdem die Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung (Direktor: Prof. Dr. M.

Pirani) schon weitgehend orientierende Versuche an den obengenannten nichtmetallischen Werkstoffen durchgeführt hatte, wurde vor längerer Zeit in Gemeinschaftsarbeit mit der Osram-Glashütte in Weißwasser begonnen, gerade der Bearbeitung des Werkstoffes Glas besonderes Interesse zuzuwenden, in der Hoffnung, daß hieraus vielleicht vollkommen neue Möglichkeiten der Formgebung entstehen und vielleicht auch dadurch völlig neue Absatzgebiete für den Werkstoff Glas sich erschließen lassen würden. In diesem Zusammenhang ist es vielleicht angebracht, wenn die Schwächen der üblichen Arten der Formgebung des Glases einmal kurz aufgeführt werden. Man ist bei der Glasverarbeitung, um die Hauptverfahren zu nennen, auf das Pressen und Blasen angewiesen. Beide Arbeitsweisen gestatten nicht, dem Glase jede beliebige Form, ohne Einschränkung, zu erteilen. Aber nicht nur das, sondern es ist auch nicht möglich mit äußerst geringen Toleranzen vorgeschriebene Abmessungen wirklich exakt einzuhalten. Einige Gründe hierfür seien kurz erwähnt: Bei gedreht eingeblassenen Körpern hat die aus Wasserdampf oder den Verbrennungsprodukten von Öl oder Holz usw. bestehende Schmierschicht zwischen Glas und Form eine veränderliche Dicke, während bei Preßglas die Größenveränderungen durch den Unterschied zwischen heiß und kalt im voraus nicht ausreichend sicher beherrscht werden können, von den Schwierigkeiten der Herstellung scharfer Kanten ganz abgesehen. Weiter hat es stets Schwierigkeiten gemacht Glas mit Löchern zu versehen, sei es schon an der Pfeife, oder an der Presse, oder erst durch nachträgliches Bohren.

Zunächst wurden die Erfahrungen der Metallbearbeitung ohne nennenswerte Aenderung einfach auf den Werkstoff Glas übertragen, d. h. es wurde mit den gleichen Maschinen, mit den gleichen Werkzeugen an die Bearbeitung von

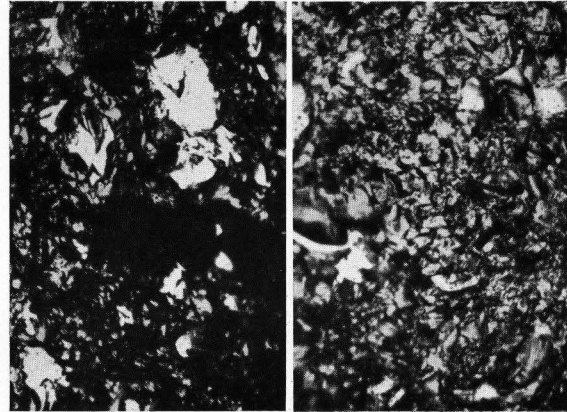
<sup>1)</sup> A. Hofmann, Werkzeugmaschine, 8. Jg. 1929.  
Kruppsche Monatshefte, 10. Jg. 1929, S. 160.  
Drescher, Siemensjahrbuch 1927, S. 433.  
Drescher, Maschinenbau, 7. Jg. 1928, S. 2.  
Skaupy, Zeitschrift für Elektrochemie, 33. Jg., S. 487.  
Schröter, Osram-Nachrichten 12, 2, 19, Jg. 1930.  
Gedrucktes Betriebsrundsreiben der AEG-WHA Nr. 3, Jg. 1927.  
A. Fehse, Werkstatttechnik, 24. Bd., Jg. 1930, S. 237.  
C. Agte, Metallwirtschaft, 9. Bd., Jg. 1930, S. 19.  
A. Fehse, Maschinenbau, 10. Bd., Jg. 1931, S. 5, 161.  
A. Fehse, Werkzeugmaschine, 16. und 17. Bd., Jg. 1931, S. 35.  
A. Fehse, VDI-Zeitschrift, 75. Bd., Jg. 1931, S. 11.  
C. Agte und K. Schröter, Werkstatttechnik, 25. Bd., Jg. 1931, S. 15.  
C. Agte und A. Fehse, Werkzeugmaschine, 35. Bd., Jg. 1931, S. 11.  
A. Fehse, VDI-Nachrichten, 49. Bd., Jg. 1931, S. 11.

\*) Anm. d. Schriftl.: Vgl. die Ref. Glastechn. Ber., 8. Jg. 1930, S. 37, 160; 9. Jg. 1931, S. 120, 629.

Glaskörpern herangegangen wie sie auch für die spanabhebende Metallverformung üblicherweise benutzt werden. Diese direkte Uebertragung der Verfahren der Metallbearbeitung birgt naturgemäß von vornherein einige Schwächen in sich, insofern, als mit dem Verfahren, natürlich auch alle Vorurteile bezüglich der Werkstoffbehandlung mit übernommen werden. Hieraus haben sich Schwierigkeiten zur Genüge ergeben. Auf Grund der gesammelten Erfahrungen glauben wir aber uns eine einigermaßen das Tatsächliche treffende Vorstellung von dem Wesen dieser Art von Glasbearbeitung haben bilden zu können.

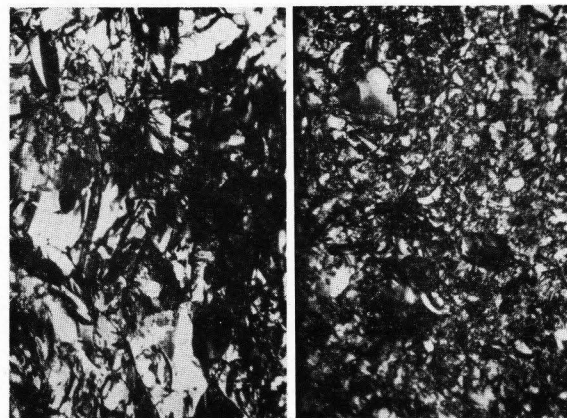
Wenn von einer Uebertragung der Methode „spanabhebende Verformung“ auf die Glasbearbeitung die Rede ist, so wird allein mit der Wahl des Ausdruckes schon der erste Fehler begangen. In Wirklichkeit ist es doch durchaus nicht so, daß es sich auch bei der Glasbearbeitung mit Hartmetallwerkzeugen um eine spanabhebende Verformung im eigentlichen Sinne handelt. Selbstverständlich kann es beim Werkstoff Glas überhaupt nicht zur Bildung eines Spanes kommen. Jedes Metall, auch das sprödeste, ist, verglichen mit dem Glas, immer noch als duktil zu bezeichnen und darum auch, selbst im ungünstigsten Falle, immer noch imstande wenigstens die Andeutung eines Spanes zu bilden. Hieraus ergeben sich aber schwerwiegende Unterschiede in Bezug auf die Art des Einwirkens des Werkzeugmetalls auf den Werkstoff. Z. B. beim Drehen von Stählen schiebt sich die Schneide des Werkzeuges wie ein Keil in das Fleisch des Werkstoffes hinein, spaltet es, wobei der schwächere Teil nachgibt, um als Span beiseite gedrängt zu werden. Es ergibt sich hieraus, daß in dem keilförmigen Spalt zwischen Span und Werkstück die Schneide des Metalls eine Art Führung findet, zum mindesten aber gegen Ausschwingen durch Reibung des Spans an der Oberfläche des Werkzeuges bis zu einem gewissen Grade gehindert wird. Völlig anders liegen die Verhältnisse beim Glas. Wenn man sich vorstellt, daß mit ganz geringem Vorschub äußerst vorsichtig mit dem Werkzeug in den rotierenden Glaskörper hineingegangen wird, so wird zunächst bei der ersten Berührung die Schneide des Werkzeuges hinter kleinste Unebenheiten der Glasoberfläche haken und dabei Partikelchen aus der Oberfläche herausreißen, die selbst wieder eine frische zerklüftete Bruchfläche hinterlassen und so dem Werkzeug eine neue Angriffsfläche für die nächste Umdrehung vorbereiten. Es handelt sich also durchaus nicht um das Aufspalten eines mehr oder weniger plastischen Stoffes durch einen Keil, sondern um ein Abkratzen, Abreißen, Abstemmen, Schaben, oder wie man es sonst nennen will, hervorstehender kleinster Unebenheiten. Vergrößert man beim Drehen von Glas den Vorschub, so kommt es sehr darauf an, welcher Teil des Bearbeitungs-Aggregates der stärkere ist, ob das Werkzeug, der Werkstoff oder der Antriebsmechanismus der Drehbank Sieger bleibt. In diesem Falle nämlich streicht

nicht mehr das Hartmetall gerade über die Oberfläche hinweg, sondern es wird durch den Druck des Vorschubes mit großer Gewalt in das Fleisch des Werkstoffes hineingepreßt und quetscht nun durch hohen mechanischen Druck Glas aus dem Körper heraus, mit dem Ergebnis, daß die so erhaltene Oberfläche sehr rauh ist und ein wenig schönes Aussehen aufweist. Die Bilder 1 und 2 zeigen derartige Oberflächen, wie sie einmal von einem gewöhnlichen weichen Glase, etwa vom Ausdehnungskoeffizienten  $90 \cdot 10^{-7}$ , sowie von einem Hartglase (Ausdehnungskoeffizient  $40 \cdot 10^{-7}$ ) beim Drehen erhalten wurden. Zum Vergleich ist jedesmal neben die gedrehte Oberfläche eine mit Sand rauh geschliffene gesetzt worden. Daß



gedreht                      rauh geschliffen  
Bild 1. Mit WIDIA-Werkzeug bearbeitete Oberfläche eines Weichglases.

die Bilder hinsichtlich der Oberflächenqualität zu Gunsten des Schleifens mit Sand sprechen, sagt zunächst noch nichts gegen das Drehen, denn die Bearbeitung erfolgte auf einer alten abgearbeiteten Drehbank, die derart zum Schwingen neigte, daß von einer straffen Führung von Werkzeug und Werkstück keine Rede sein konnte. Dem entsprach auch das Ausmaß der auftretenden Schwingungen, was sich zwangsläufig in einer stärkeren Oberflächenzerstörung auswirken mußte.

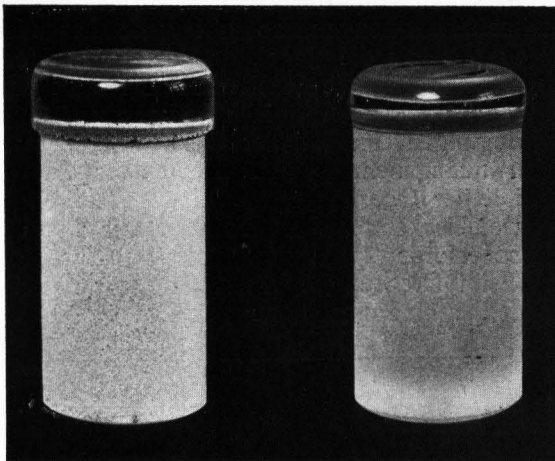


gedreht                      rauh geschliffen  
Bild 2. Mit WIDIA-Werkzeug bearbeitete Oberfläche eines Hartglases.

Derartige Unvollkommenheiten der Oberfläche schließen noch einen anderen Nachteil ein. Nicht nur, daß die Oberfläche stark zerklüftet ist und weiter muschelige Ausschellungen erkennen läßt, es ziehen sich auch von den Bruchflächen feine Risse ein kurzes Stück in das kompakte Glas hinein. Wollte man den Körper in diesem Zustand belassen, so können sich späterhin daraus sehr wohl Nachteile ergeben, indem nämlich bei irgendwie gearteter Beanspruchung die Risse nachträglich weiterlaufen und somit also schon durch die Art der Oberflächenbildung eine spätere Zerstörung durch Bruch geradezu vorbereitet wird. Um eine derartige Rißbildung unschädlich zu machen, muß mit feinem Vorschub und kleinstem Spanquerschnitt nachgedreht werden.

Bild 3 läßt den Unterschied in der Oberfläche einer unter den genannten ungünstigen Voraussetzungen geschrubbten Glaswalze gegenüber der einer ebenso vorbereiteten aber anschließend geschlichteten deutlich erkennen.

Wenn im weiteren auf einzelne Bearbeitungsarten näher eingegangen und dabei eine Zahl



a b  
Bild 3. Bearbeitete Glaswalzen.

a geschrubbt — b geschrubbt und geschlichtet.

von benutzten Umfangs- und Umlaufgeschwindigkeiten, Vorschüben, Spanquerschnitten und dergl. angeführt werden wird, so darf daraus durchaus nicht geschlossen werden, daß eine schematische Anwendung der hier gegebenen Daten mit Sicherheit überall zum 100%igen Erfolg führen wird. Für jedes Glas und jede Werkzeugmaschine muß die beste Arbeitsweise erarbeitet werden, und es kann nicht warm genug jedem, der sich als Versuchsleiter mit der Einführung dieser Methoden in die Praxis befassen will, ans Herz gelegt werden, sich selber an die Bohrmaschine oder an die Drehbank zu stellen. Nur der persönliche Kontakt mit der Maschine und der Schneide des Werkzeugs kann die Erfahrungen vermitteln, die für ein erfolgreiches Arbeiten unerläßliche Voraussetzung sind. — Zunächst sei einiges über das Bohren gesagt.

Für normale Bohrarbeiten an dickeren Glaskörpern können ohne weiteres gewöhnliche Spiralbohrer mit einer eingesetzten WIDIASchneide Verwendung finden, die eines besonderen Zugschliffes nicht bedürfen, also mit einem Spitzenwinkel von 90 Grad versehen sein können. Ein

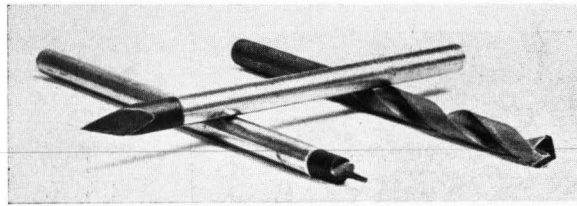


Bild 4. Einige Bohrerarten für Glas.

solcher Bohrer bohrt z. B. ein Loch von 6 mm Durchmesser und 30 mm Tiefe in rund 20 Sekunden reiner Bohrzeit. Ein Loch von 10 mm Durchmesser und 15 mm Tiefe kann bei 580 Umdrehungen mit Vorschub von Hand in 38 Sekunden hergestellt werden. Für das Durchbohren dünner Glasplatten empfiehlt es sich jedoch, einen Löffel- oder Spitzbohrer zu verwenden, der einen Spitzenwinkel von 60—90° besitzt. Für die Kühlung beim Bohren muß ausschließlich Wasser benutzt werden, ein Verfahren, das merkwürdigerweise regelmäßig zu gewissen

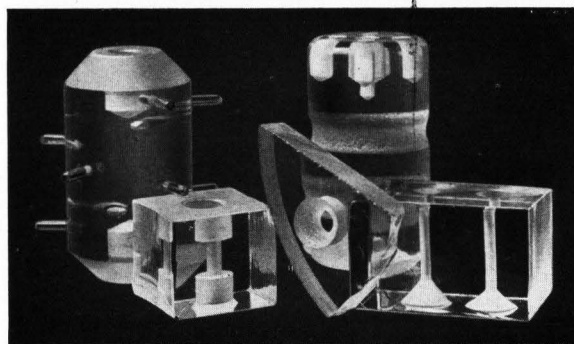


Bild 5.  
Verschiedenartige Bohrungen mit WIDIA-Werkzeugen.

personellen Widerständen zu führen pflegt. Jeder in der Glasbearbeitung etwas erfahrene Arbeiter neigt zur Verwendung der seltensten Flüssigkeiten zum Kühlen bzw. Schmieren beim Bohren; nur Wasser befindet sich nie darunter. Wenn beim Bohren irgendetwas nicht klappt, so pflegt man als erstes von der Verwendung von Wasser

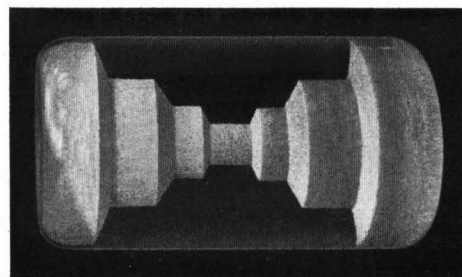


Bild 6.

abzugehen, um zum Terpentin, Bohrlöl oder Seifenwasser zu greifen, ohne daß damit auch nur das geringste gebessert würde. Es ist nun einmal so, daß tatsächlich nicht nur für das Bohren von Glas mit „WIDIA“, sondern, wie vorweggenommen sei, auch für das Drehen, Fräsen und Hobeln die Kühlung mit Wasser die beste Kühl-

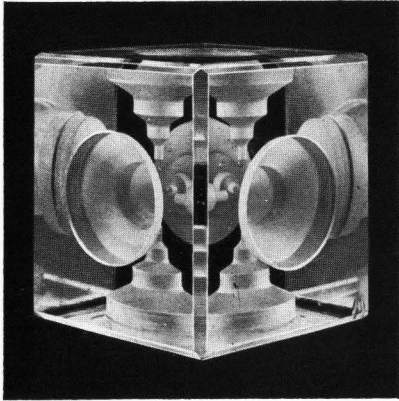
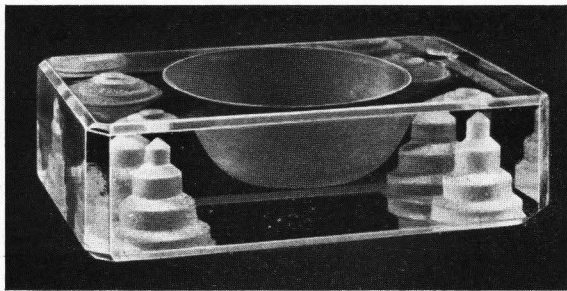


Bild 7.

n = 1100 — 150  
s von Hand

methode darstellt, denn nur ein Kühlen kommt hier in Frage, nicht ein Schmieren. Nach den früher gegebenen Erläuterungen dürfte dies verständlich sein. — Ein von 10 : 20 mm abgestufter Stufenbohrer bohrt bei einer Drehzahl von 350 mit Handvorschub ein Loch von 30 mm Bohrtiefe in einer Minute und 15 Sekunden.

Bild 8. n = 1100 — 150  
s von Hand

Die Bilder 5 bis 10 veranschaulichen eine Anzahl verschiedener Bohrungen und Bohrungsarten, zu denen besondere textliche Bemerkungen entbehrlich sind. Nur ganz allgemein läßt sich sagen, daß gerade beim Bohren von Glas die Aehnlichkeit mit der zugehörigen Art der Metallbearbeitung dem an der Bohrmaschine Stehenden am auffälligsten erscheint. Dementsprechend pflegt auch gerade hier eine Uebertragung der

Bild 9.

Befestigung von Buchstaben mit durchgehenden Bohrungen

7 mm  $\varnothing$  : n = 600  
s von Hand

16 mm  $\varnothing$  : n = 300  
s von Hand



Erfahrungen vom Metallbohren sich am wenigsten nachteilig auszuwirken. — Eine praktische Anwendung des Bohrens mit einem WIDIAbohrer zeigt Bild 11. Unter den angegebenen Bedingungen konnten 2000 Glasplatten in 6½ Stunden aufgebohrt werden. Der ganze Bohrvorgang fand in einem Gefäß unter Wasser statt. Der Bohrer wurde zwölfmal nachgeschliffen, sodaß also jedesmal etwa 160 Platten ohne Nachschleifen aufgebohrt werden konnten, bei einer

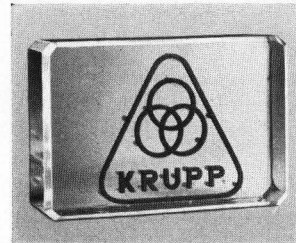


Bild 10.

Befestigung von Buchstaben mit Sacklochbohrungen (Ralldübelbefestigung) 3 mm  $\varnothing$

n = 1100  
s von Hand

Leistung von rund 300 Platten pro Stunde. Dies dem Fabrikbetriebe entnommene Beispiel dürfte die Wirtschaftlichkeit des Bohrens mit WIDIA hinreichend belegen.

Wie überhaupt für die Glasbearbeitung mit Hartmetallwerkzeugen, so gilt ganz besonders für das Drehen die Regel, daß die beste Werkzeugmaschine für die Glasbearbeitung noch eben gut genug ist. Die Auswirkungen schon geringer Schwingungen sind bei der Glasbearbeitung ungleich unangenehmer und nachteiliger für die Qualität der Oberfläche, als bei der Bearbeitung von metallischen Werkstoffen. (Vgl. Bild 1 und 2.) Ebenso erfordert, und auch diesmal ganz besonders beim Drehen, die Vorrichtung der Arbeitswerkzeuge eine besondere Sorgfalt.

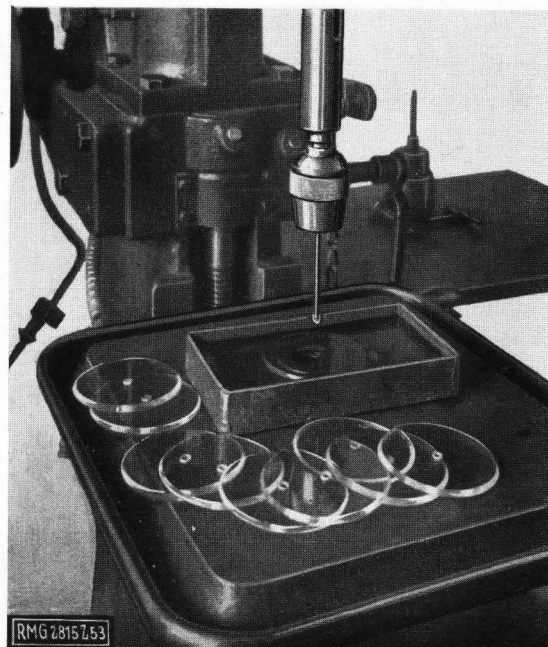


Bild 11.

Aufbohren von Schalterplatten von 5 auf 5,5 mm  
v = 17 m/Min.; s von Hand; Lochtiefe 3 mm.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß WIDIA-Werkzeuge zum Bearbeiten von Glas eines anderen Zuschliffs bedürfen als er bei der Metallbearbeitung üblich ist. Bild 12 bringt eine Zusammenstellung der Winkelgrößen, auf welche die für die Glasbearbeitung bestimmten Werkzeuge zweckmäßig zugeschliffen werden. Daß auch andere Zuschliffsarten zum Erfolg führen können, soll nicht bestritten werden; wir haben mit den angegebenen Winkeln gute Erfahrungen gemacht. Die große Härte des WIDIA-Metalls

zutreten pflegen, die dann bei der ersten Ingebrauchnahme das Werkzeug zu Bruch gehen lassen. Man kann beim Drehen von Glas, um ein Beispiel zu geben, mit etwa 80 Meter pro Minute Umfangsgeschwindigkeit bei 3 mm Spantiefe und Vorschub von Hand arbeiten. Zum Schlichten muß selbstverständlich mit einem Bruchteil dieser Spantiefe gearbeitet werden. Auch kantige Knüppel können mit „WIDIA“ rund gedreht werden (Bild 13).

Es darf als bester Beweis der Widerstandsfähigkeit des Hartmetalls angesprochen werden, daß derartige Arbeitsleistungen bei einer Umfangsgeschwindigkeit von 60 Meter pro Minute noch einwandfrei durchgeführt werden können.

An dieser Stelle sei noch einiges über die an das Glas selbst zu stellenden Anforderungen gesagt. Prinzipiell ist es möglich, sehr harte Gläser ebensowohl zu bearbeiten wie sehr weiche. Unsere eigenen Erfahrungen erstrecken sich auf Gläser mit Ausdehnungskoeffizienten von  $39 \cdot 10^{-7}$  bis  $100 \cdot 10^{-7}$ . Bei keinem der überprüften Gläser hat sich auch nur andeutungsweise die Unmöglichkeit der Anwendung einer bestimmten Arbeitsmethode ergeben. Wohl aber macht sich die Härte des Glases bemerkbar in der Ausgestaltung der Oberfläche. Wenn es wirklich unerlässlich ist, eine Oberfläche zu erhalten, die dem Seidenmatt recht nahe steht, dann sollte ein nicht allzu hartes Glas verwendet werden. Man kann etwa sagen, daß Gläser mit Ausdehnungskoeffizienten zwischen 80 und  $90 \cdot 10^{-7}$  für die Herstellung auch feinsten Oberflächen am besten geeignet sind. Sind die Gläser weicher, so ist dies für die Ausbildung der Oberfläche insofern ein Nachteil,

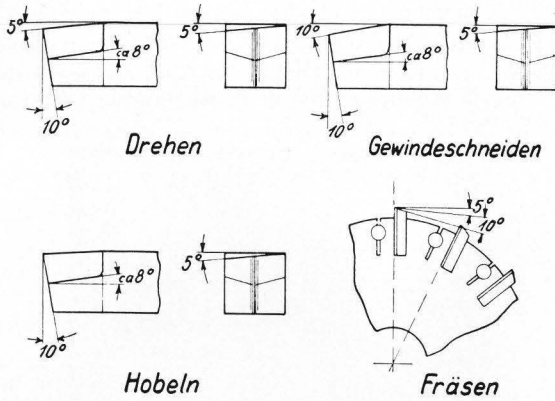


Bild 12. Winkelgrößen der für Glasbearbeitung bestimmte Werkzeuge.

bringt es mit sich, daß die zum Schleifen von Schnelldrehstählen benutzten Schleifscheiben für Hartmetall nicht ausreichen. Zum Schleifen von WIDIAscheiben lassen sich nur Siliziumkarbid-Scheiben verwenden; am besten haben sich bisher die Carborundum-Extra-Scheiben bewährt. Um ganz fein abgezogene WIDIAschneiden zu erhalten, können als Ersatz für das wesentlich kostspieligere Abziehen mit Diamantbort, Carborundum-Extra-F-Scheiben verwandt werden. Um besonders glatte Oberflächen zu erhalten, ist, von der Stabilität der Werkzeugmaschine abgesehen, das sorgfältigste Abziehen der Schneiden ausschlaggebend. Unter allen Umständen ist ein Abschrecken beim Schleifen und selbstverständlich auch bei der Arbeit heißgewordener Hartmetallwerkzeuge zu vermeiden, da hierbei wegen der verhältnismäßig geringen Wärmeleitfähigkeit des Hartmetalls Haarrisse in der Oberfläche auf-

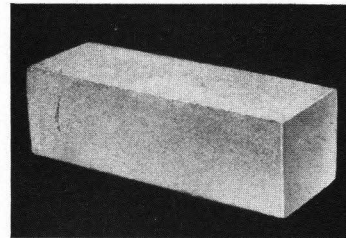


Bild 14.  
Vierkant-Glasknüppel, allseitig behobelt.  
 $v = 60$  Hübe/Min.;  $s = 0,1$  mm;  $a = 0,1$  mm.

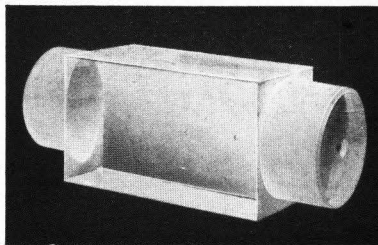


Bild 13.  
Geschrubbter und geschlichteter Glasklotz.  
Schrubben:  
 $v = 60$  m/Min.;  $s = 0,1$  mm;  $a = 2-3$  mm.  
Schlichten:  
 $v = 80-100$  m/Min.;  $s = 0,2$  mm;  $a = 0,1$  mm.

als dann größere Partikelchen so leicht aus dem Fleisch herauspringen, daß auch der feinste Span nicht mehr ausreicht zur Vermittlung des Erfolges. Eine eigenartige und zunächst häufig irreführende Beobachtung möge hier Erwähnung finden. Nimmt man auf einer gewöhnlichen Drehbank, wie sie zunächst bei den ersten Versuchen Verwendung zu finden pflegt, einen kräftigen Schrubbspan von einem gewöhnlichen Glase herunter, so erhält man eine sehr grobe Oberfläche. Macht man dasselbe mit einem harten Glase, so bekommt man eine erheblich besser aussehende Oberfläche. Es wäre aber voreilig, hieraus den Schluß ziehen zu wollen, daß Hartgläser zum Ueberdrehen besser geeignet seien,

als weiche Gläser. Das Bild ändert sich nämlich durchaus, wenn man daran geht, durch Schlichten der Oberfläche das Finish zu geben. Beim gewöhnlichen Glas wird sich der Erfolg einstellen und es werden schließlich Oberflächen erhalten, die allen billigen Ansprüchen durchaus genügen. Das Hartglas verhält sich dagegen außerordentlich widerspenstig; es können die feinsten Späne herunter genommen werden und doch hinterbleibt schließlich eine weniger feine Oberfläche, als es bei dem weichen Glase der Fall war. Eine gewöhnliche stark verbrauchte Drehbank

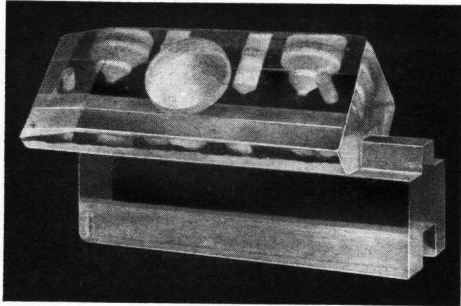


Bild 15. Gepräste Stücke.  
 $v = 50$  m/Min.;  $s = 0,1$  mm;  $a = 13-15$  mm.

kann nämlich beim Bearbeiten von Glas mit WIDIA stets in gewissem Sinne als überlastet angesehen werden. Die Stärke der auftretenden Schwingungen bildet hierfür den Maßstab. Und die Neigung zum Schwingen ist es, die das Aussehen der nach Herunternahme eines feinsten Schlichtspanes hinterbleibenden Oberfläche bestimmt. Ein sehr hartes Glas wird auch der Abnahme eines sehr feinen Schlichtspanes immer noch größeren Widerstand entgegensetzen, als — unter den gleichen Verhältnissen — ein weiches Glas. Es werden also die Schwingungsausschläge des Werkzeugs beim harten Glas weitere sein, als beim weichen. Daher können Verhältnisse eintreten, unter denen die Schwingungsausschläge so weit sind, daß ihnen gegenüber die Schlichtspandicke keine bestimmende Rolle mehr spielt, — und dann ist kein noch

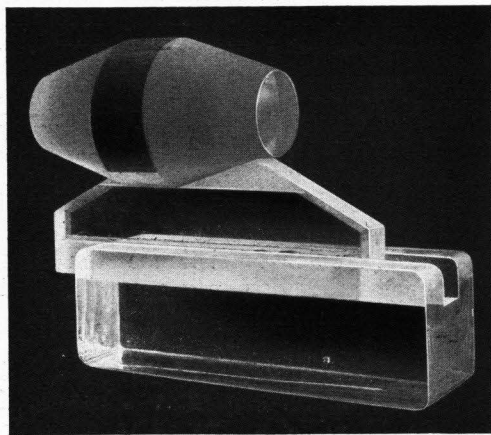


Bild 16. Gepräste und gedrehte Stücke.  
 $v = 50$  m/Min.;  $s = 0,1$  mm;  $a = 13-15$  mm.

so lange fortgesetztes Ueberdrehen mehr imstande die Oberfläche zu verbessern. Beim Hartglas wird dieser Punkt bereits bei einem unvollkommeneren Zustand der Oberfläche erreicht als beim weichen Glase. Wenn auch diese Beobachtungen in auffälliger Deutlichkeit besonders an nicht gerade mehr erstklassigen Drehbänken gemacht wurden, so dürfte die geschilderte Erscheinung grundsätzlich wohl doch allgemein auftreten und nur, je nach Qualität der Drehbank, im Grad verschieden sein. Hieraus ergeben sich Richtlinien für die geeignete Glasart bei vorgeschriebener Oberfläche, für die erreichbare Oberflächenausbildung bei vorgeschriebener Glasqualität, und nicht zuletzt für die Auswahl der im Spezialfall brauchbaren Werkzeugmaschine.

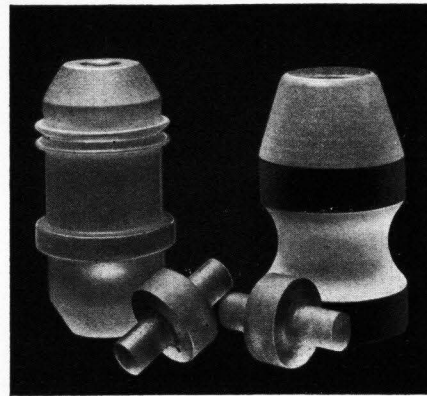


Bild 17a. Façongedrehte Körper.  
 Schrubben:  
 $v = 80-100$  m/Min.;  $s = 0,1$  mm;  $a = 2-3$  mm.

Soll irgendeine Apparatur aus verschiedenen Gläsern zusammengebaut werden, so müssen selbstverständlich die Gläser sehr ähnliche Ausdehnungskoeffizienten besitzen, falls mit thermischer Beanspruchung des fertigen Stückes gerechnet werden muß. In derartigen und ähnlichen Fällen müßte also eine Abstimmung der Gläser auf ähnliche Ausdehnungskoeffizienten vorher vorgenommen werden. Es versteht sich von selbst, daß nur gut gekühltes Glas geeignet ist. Blasen, auch größere Vakuumblasen, bedeuten lediglich einen Schönheitsfehler. Der beim Drehen

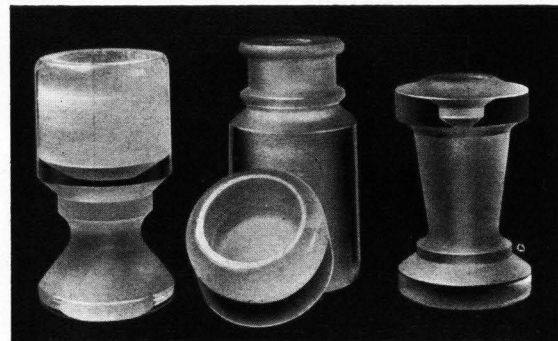


Bild 17b. Façongedrehte Körper.  
 Schlichten:  
 $v = 80-100$  m/Min.;  $s = 0,02$  mm;  $a = 0,1$  mm.

durch derartige Hohlräume auftretende Schlag auf die Schneide kann dem Werkzeug nicht schädlich sein, wie nach dem Beispiel des Bildes 13 ohne weiteres einleuchten dürfte.

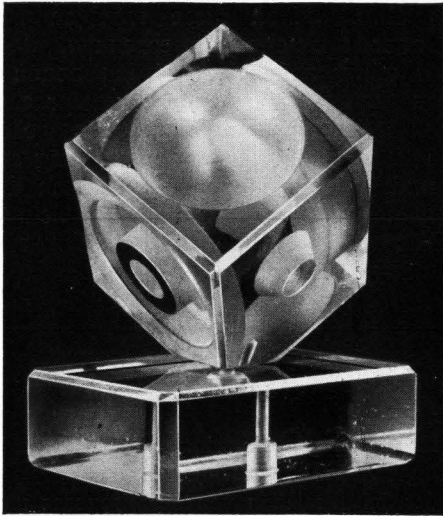


Bild 18. Zylindrische, kalotteähnliche und nach innen konische Ausdrehungen an einem Glaswürfel.

Wenn bisher über das Hobeln und Fräsen nichts weiter gesagt wurde, so möge daraus geschlossen werden, daß hierüber nur wenig zu berichten ist.

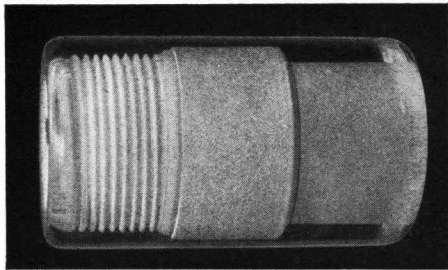


Bild 19.

Ausgedrehter Zylinder mit Innengewinde.  
 $v = 7,5$  m/Min.;  $s = 0,1$  mm;  $a = 0,1$  mm; 8 Gang/Zoll.

In den Bildern 14 bis 16 werden einige Beispiele für Hobeln und Fräsen von Glas gezeigt, zu denen alles nötige durch die Unterschriften gesagt ist. Wegen des Zuschliffs der Werkzeuge sei auf Bild 12 verwiesen.

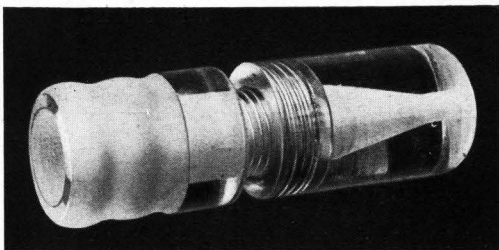


Bild 20.

Düsenkörper mit Innen- und Außengewinde.  
 $v = 7,5$  m/Min.;  $s = 0,1$  mm;  $a = 0,1$  mm; 8 Gang/Zoll.

Daß es auch möglich ist, Façondreherei an Glas auszuführen, kann aus den Bildern 17a und b entnommen werden.



Bild 21.  
Rührwerk, vollkommen aus Glas hergestellt.

Die Wiedergabe durch Druck gibt leider nur eine schwache Vorstellung von der Qualität der erhaltenen Oberflächen. Die auf Bild 17a im Vordergrund erkennbaren kleinen Walzen mit beiderseits angeordneten Zapfen passen genau in Bohrungen der Enden des in dem gleichen Bilde links wiedergegebenen façongedrehten Körpers. Und zwar ist der Schluß ein derart genauer, daß das Hineindrücken bzw. Herausziehen der Zapfen nicht unbeträchtliche Kraftanstrengung verlangt, um den Kompressionsdruck bzw. das Vakuum beim Einführen und Herausziehen zu überwinden.

In der rechten unteren Vorderfläche des Glaswürfels des Bildes 18 ist eine nach dem Innern des Würfels zu weiter werdende konische Ausdrehung erkennbar. In Wirklichkeit ist die Bohrung viel tiefer als es das Bild erkennen läßt, sie reicht bis nahezu in die Mitte des Würfels hinein. In der schräg nach oben zeigenden Vorderfläche des Würfels befindet sich eine halbkugelige Ausdrehung, wie sie auch ähnlich in Bild 8 zu sehen ist. — Zwar ist es vorläufig noch nicht gelungen, in Glaskörper kaliberhaltige Gewinde einzuschneiden. Die in den Bildern 19 und 20 wiedergegebenen Innen- und Außengewinde sind aber immerhin exakt genug, um bei

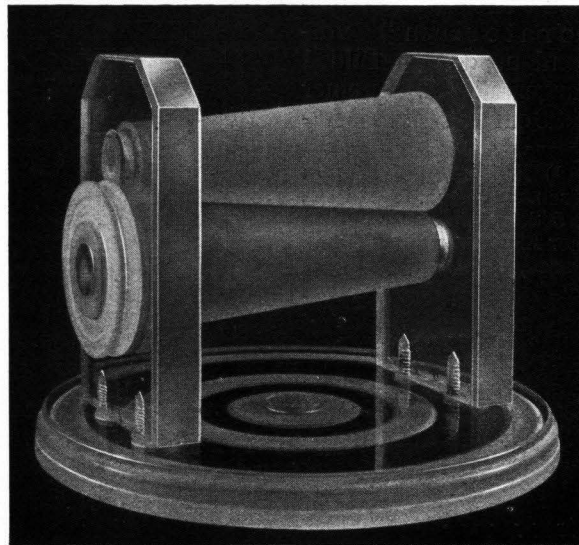


Bild 22. Modell eines Kalenders aus Glas.

einigermaßen ausreichender Länge oder auch Zwischengabe von Fett und dergl. als Dichtungsmittel eine praktisch genügende Dichtigkeit gegen Flüssigkeiten zu gewährleisten.

Das Rührwerk des Bildes 21 besteht vollkommen aus Glas. Der Schnurlauf ist aus einem massiven Glasstück herausgearbeitet und mit dem in der Abbildung sichtbaren Glasstift auf der Achse versplintet. Eine Zusammenstellung nahezu sämtlicher beschriebener Glasbearbeitungsmethoden enthält das in Bild 22 wiedergegebene Modell eines Kalenders. Die Walzen sind mit angedrehten Lagerzapfen aus einem Glasblock herausgearbeitet worden. Die Befestigung der Seitenwangen erfolgt durch Metallschrauben,

die in eingeschnittene Glasgewinde eingedreht sind.

Die vorstehend beschriebenen Façonstücke geben nur einen Teil der Möglichkeiten wieder, die durch WIDIA der Glasindustrie erschlossen worden sind. Schon diese wenigen Beispiele lassen aber unzweifelhaft erkennen, daß man hier auf völlig neuen Wegen zu neuen Zielen gelangen kann. Insbesondere versprechen die neuen Bearbeitungsmethoden, die schon im jetzigen Entwicklungszustande in Bezug auf Präzision und Toleranzen den Ansprüchen des Maschinenbaues sehr nahe kommen, dem Werkstoff Glas viele vollkommen neue Anwendungs- und Absatzgebiete zu erschließen. (5730)

### Schalltechnische Eigenschaften des Flachglases.

Von Erwin Meyer.

(Mitteilung aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung.)

(13. Vortrag der 15. Glastechnischen Tagung, Berlin 1931.)

Messung der Schallisolation des Flachglases. — Abhängigkeit der Schallisolation von der Frequenz und von dem Gewicht. — Schallschutz von Doppelwänden. — Schallabsorption des Flachglases. — Schluckzahlen von Glas und anderen Stoffen.

Zwei Eigenschaften des Flachglases spielen in schalltechnischer Hinsicht eine Rolle, seine Schallisolation und seine Schallabsorption. Die erste Größe ist in der Bauakustik bei den Fragen des Schalldurchganges durch Glaswände, der Abhaltung des Verkehrslärms durch Glasfenster usw. wesentlich. Die Schallabsorption hat ihre Bedeutung auf dem Gebiete der Raumakustik, da die Nachhalleigenschaften eines Raumes auch von der Größe der Absorption der Glasflächen im Raum abhängen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung beider Fragen.

#### A. Schallisolation des Flachglases.

Zur Messung der Schallisolation ist im Heinrich-Hertz-Institut ein besonderes bauakustisches Laboratorium<sup>1)</sup> vorhanden, das in Bild 1 dargestellt ist. In einer 2×38cm starken Massiv-

ziegelwand mit Luftspalt ist eine 2×2 m große Oeffnung vorhanden, in welche das zu untersuchende Material eingesetzt wird. In Raum 1 befindet sich die Schallquelle, in den Räumen 1 und 2 steht je ein Mikrophon. In der Mikrophonleitung zum Schallraum 1 liegt ein elektrisches Dämpfungsglied, welches man so einstellt, daß die Lautstärken nach dem Verstärker beim Umschalten von Mikrophon 1 auf Mikrophon 2 gleich groß sind; die eingeschaltete Dämpfung gibt dann den Quotienten der Schalldichten  $E_1/E_2$  in den beiden Räumen an. Beide Räume müssen übrigens sehr stark hallen, also sehr wenig schallgedämpft sein, damit die Schallverteilung möglichst gleichmäßig wird.

Unter dieser Voraussetzung ergibt die Theorie, daß die Schallisolation  $i$ , ausgedrückt in Phon<sup>†)</sup>,

$$[1] \quad i = 10 \log_{10} E_1/E_2 - 10 \log_{10} A/F \text{ ist,}$$

wobei  $F$  die Versuchs-

†) Zur Kennzeichnung der Einheit Phon sei bemerkt, daß ein Unterschied in zwei Schallstärken um 1 Phon gerade noch wahrnehmbar ist.

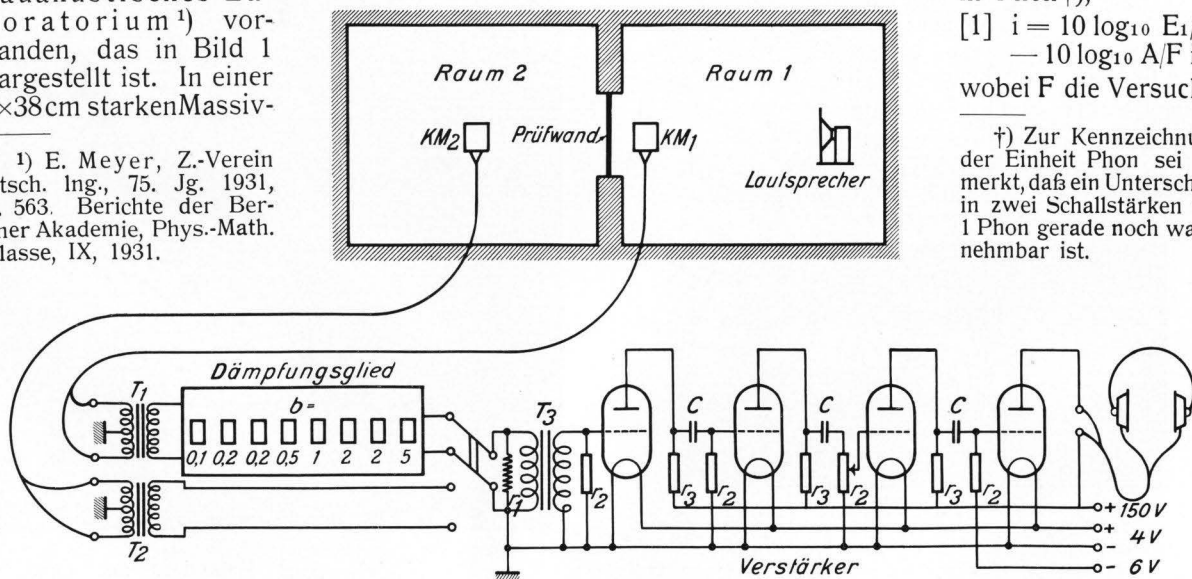


Bild 1. Anordnung zur Messung der Schallisolation.

1) E. Meyer, Z.-Verein Dtsch. Ing., 75. Jg. 1931, S. 563. Berichte der Berliner Akademie, Phys.-Math. Klasse, IX, 1931.