

Im Auftrage der
Deutschen Glastechnischen Gesellschaft e. V.
herausgegeben von Dr.-Ing. H. Maurach.

*

Nachdruck oder Vervielfältigung im ganzen oder in Teilen ausdrücklich untersagt.
Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen vorbehalten. — Copyright 1938 by DGG in Frankfurt a. M.

17. Jahrg.

Februar 1939

Heft 2

DK 534.222.2 : 666.115 : 539.411.5 (045)

Die Zerstörung von Glas durch Detonation.

Von Ernst R e x e r, Halle (Saale).

(Mitteilung aus dem Institut für theoretische Physik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.)

(Eingegangen am 29. 11. 1938.)

Die Detonation von Bleiazid-Pastillen führt zu weitgehender Zerstörung von Glas, wobei bezüglich ihrer Symmetrie zur Auflagefläche der Pastille, d. h. zum Bruchzentrum, zwei Arten von Sprüngen unterschieden werden können: Radialsprünge und Kreis- bzw. Quersprünge. Die Arbeit gibt das an Glasplatten, -plattenstreifen und -stäben bei solcher Beanspruchung im allgemeinen auftretende äußere Bruchbild, sowie eine Reihe typischer Bruchflächen, besonders von zerstörten Glasstäben, wieder. Die Zerstörung von Glasstäben fällt durch ihren „periodischen“ Charakter auf.

Einleitung.

In einer ausführlichen Arbeit über die Detonationserscheinungen verschiedener Stoffe stellte Patry¹⁾ auch Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elastischen Störungswelle an, welche durch die Detonation in einem für diese Versuche verwendeten Glasrohr hervorgerufen wurde. Patry fand die Geschwindigkeit dieser Welle unabhängig vom Detonationsmittel zu 5000 bis 6000 m/s je nach Glasart, und damit etwa gleich der glaseigenen Schallgeschwindigkeit. Mit dem Fortschreiten dieser elastischen Welle sind weitgehende Zerstörungen des Glasrohres verbunden, die jedoch nicht genauer untersucht wurden.²⁾

Schardin und Struth³⁾ konnten kürzlich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer durch einen Gewehrschuß angeregten elastischen Welle im Glas an dem Auftreten einzelner „sekundärer“ Bruchzentren ebenfalls zu etwa 5000 m/s, entsprechend der Glasschallgeschwindigkeit, ermitteln. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der dabei auftretenden Glassprünge, der wesentliche Befund dieser Arbeit, wurde bei einer weitgehenden Konstanz über viele Gläser zu 1520 m/s gefunden, wobei es sich um radial von der Auftreffstelle des Geschosses ausgehende Sprünge handelt.

In der vorliegenden Arbeit werden die Zerstörungen von Glas durch Detonation, d. h. durch die dabei angeregten elastischen Wellen untersucht und die allgemeinen dabei auftretenden Bruchbefunde wiedergegeben.

Bruchausbreitung bei Anregung durch Detonation.

1. Versuche an Glasplatten.

Als Detonationsmittel wurde Bleiazid, dessen Detonationsgeschwindigkeit etwa 5000 m/s beträgt, in Pastillen von etwa 50 mg verwendet, die das Glas berührten und elektrisch gezündet wurden. Bild 1 zeigt das charakteristische Bruchbild einer solchen Detonation auf einer

Glasplatte, und zwar die Erscheinungen auf der Auflage-seite der Pastille. Man erkennt eine völlige Zerstörung des Glases in der Nähe der Auflagestelle. Von dem Bruchzentrum gehen einige wenige, meist sechs, Sprünge radial nach außen. Weiter erkennt man um das Bruchzentrum

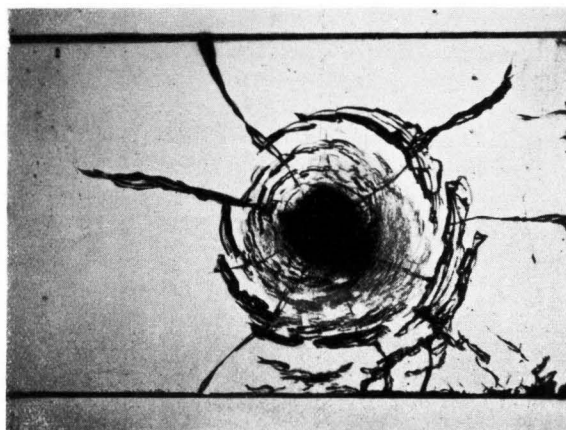


Bild 1. Zerstörung einer Glasplatte durch Detonation.
Bild von der Auflage-seite. Maßstab 1 : 1,6.

zahlreiche andere Sprünge, die zu den Radialsprüngen senkrecht verlaufen und sozusagen konzentrische „Bruchkreise“ bilden. Diese Brüche verlaufen im Gegensatz zu den Radialsprüngen nicht senkrecht zur Plattenebene, sondern deutlich geneigt, als ob das Glas durch den Detonationsdruck abgedrückt worden wäre. Radial- und Kreis-Sprünge durchdringen einander dabei oft anscheinend völlig ungestört. Bild 2 zeigt einen ähnlichen Verlauf der Sprünge an einer anderen Glasplatte, wieder von der Seite der Auflagefläche des Bleiazides her. Man findet hierbei auch zahlreiche sekundäre, d. h. vollständig vom primären Bruchzentrum isolierte Sprünge. Bild 3 gibt die Unterseite dieser Platte wieder, auf der nun auch sehr viele radiale Sprünge auftreten. Diese Sprünge laufen verschieden weit vom Bruchzentrum weg, und man kann einzelne Gruppen von Sprüngen unterscheiden, welche jeweils gleichweit gelaufen sind. Bild 4 gibt einen Versuch wieder, bei welchem durch die elektrische Zündung einer Bleiazid-Pastille eine zweite Pastille in eini-

¹⁾ M. Patry, „Verbrennung und Detonation von festen Sprengstoffen“. Paris 1937. Deutsche Uebersetzung von W. Dohmöhrl, Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen, 32 (1937), S. 148 ff.

²⁾ Vgl. zu dem das Glasgebiet besonders interessierenden Teil der Arbeit von Patry das Ref. 12 793 vom Verf. dieser Abh. in Glastechn. Ber., 17 (1939), H. 1, S. 18.

³⁾ W. Schardin u. W. Struth, Glastechn. Ber., 16 (1938), S. 219—236.

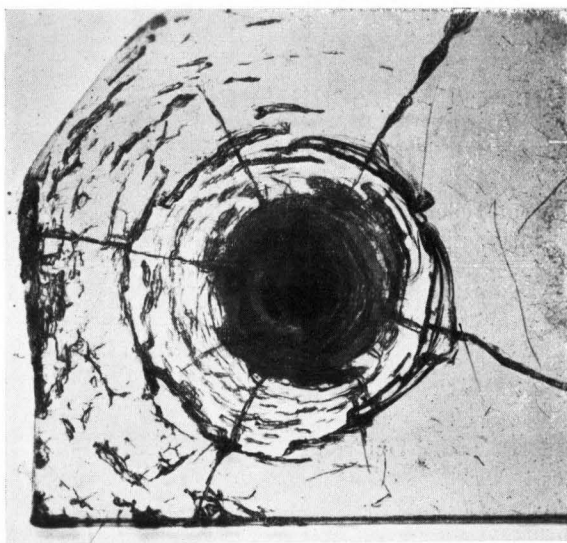


Bild 2. Zerstörung einer Glasplatte durch Detonation.
Bild von der Auflageseite. Maßstab 1 : 1,6.

ger Entfernung davon gezündet wurde. Während die Brucherscheinungen um das erste Bruchzentrum ganz „normal“ verlaufen, sind jene um das zweite Bruchzentrum nur noch unvollständig ausgebildet. Schlüsse aus diesem Verhalten sollen hier noch nicht gezogen werden, da Versuche über die Geschwindigkeit dieser sogenannten induktiven Zündung noch im Gange sind. An Hand des Bildes 5 sei hier noch besonders die Eigenart dieser „Kreissprünge“ gezeigt; das Bild stellt das Mittelgebiet des ersten Bruchzentrums des Bildes 4 dar. Man sieht deutlich, wie diese „Kreissprünge“ zur Plattenebene geneigt verlaufen.

Allen diesen Bildern gemeinsam ist das Auftreten von zwei Arten von Sprüngen: Radialsprünge und „Kreissprünge“, ferner die zahlreichen Sekundärsprünge, die besonders, worauf schon Schardin und Struth hinwiesen, an den Plattenrändern auftreten.⁴⁾ Beide Arten von Sprüngen laufen, makroskopisch betrachtet, oft nicht bis zur Plattenoberfläche durch, so daß die zerstörten Platten über größere Gebiete noch zusammenhalten. Schließlich soll auch noch darauf hingewiesen werden,

⁴⁾ H. Schardin u. W. Struth, a. a. O.

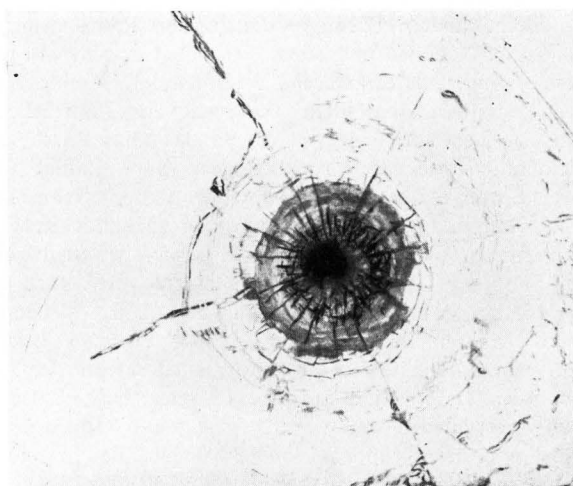


Bild 3. Zerstörung einer Glasplatte durch Detonation.
Bild von der Unterseite. Maßstab 1 : 1,6.

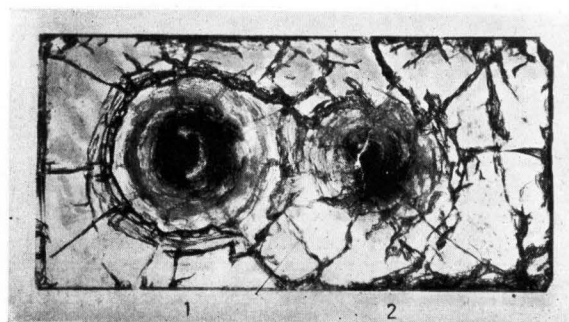


Bild 4. Zerstörung einer Glasplatte durch 2 Detonationen.
(2) induktiv durch (1) gezündet.

Bild von der Auflageseite. Maßstab 1 : 2,5.

daß in manchen Gebieten der Platten kaum nennenswerte Sprünge beobachtet wurden.

2. Versuche an Glasplattenstreifen.

Um die Unsymmetrie des Sprungverlaufes auf den beiden großen Plattenoberflächen auszuschalten, und um die Wirkung der Störungs- oder Stoßwelle bevorzugt in einer Richtung beobachten zu können, wurden weitere Versuche an Glasplattenstreifen durch Zündung an deren schmaler Stirnseite ausgeführt. Bild 6 gibt fünf derartige Versuche an verschiedenen dicken Glasstreifen wieder; die Dicke des Glases war bei (a) und (b) 9 mm, bei (c) und (d) 5 mm und bei (e) 1,5 mm. Die Stoßwelle der Detonation pflanzt sich nunmehr senkrecht zur Streifenrichtung und senkrecht zur „Plattenebene“ fort und dementsprechend verläuft auch die Mehrzahl der Sprünge. Während am Anfang des Streifens, also in der Nähe der Zündstelle, fast nur Randbrüche und wenige „Kreis-“ oder nunmehr besser Quersprünge beobachtet wurden, nahmen gegen das Ende der Streifen die dann mehr oder weniger senkrecht zur Plattenstreifenrichtung und stets senkrecht zur Plattenebene stehenden Sprünge an Zahl zu und führten nahe dem Ende des Streifens zu einer ausgesprochenen Sprunghäufungsstelle. Meistens gingen dabei von einer Randstelle sehr viele Sprünge büschelförmig auseinander. Das Ende des Streifens selbst wurde meist weit fortgeschleudert⁵⁾, und alle Bruchstücke konnten nur durch ein besonderes Einbettungsverfahren er-

⁵⁾ M. Patry, a. a. O.

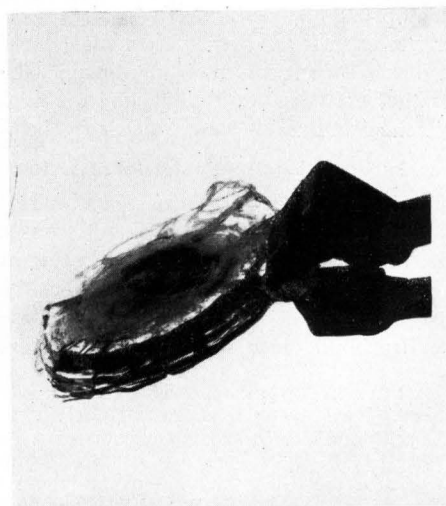


Bild 5. Innenstück der Platte : Bild 4, Bruchzentrum (1).
Maßstab 1 : 1,7.

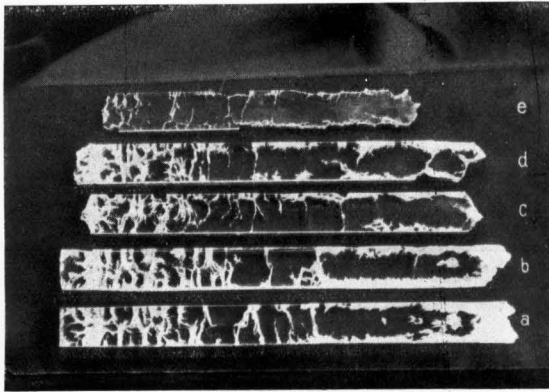


Bild 6. Zerstörung von Glasplattenstreifen durch Detonation. Stelle der Zündung. (a), (b) 9 mm dick, (c), (d) 5 mm dick, (e) 1,5 mm dick. Maßstab 1 : 3,5.

halten und zum Photographieren wieder zusammengesetzt werden. Während die Quersprünge durch die ganze Plattendicke gingen, dabei aber wie bei den Plattenversuchen oft auch nicht bis zur Glasoberfläche durchdrangen, wurden die Randbrüche vorwiegend nur auf einer „Plattenfläche“ beobachtet. Es war dies stets diejenige Fläche, auf welcher das Glas zur Herstellung der Streifen geritzt worden war, d. h. es waren diejenigen Stellen der Streifen, welche durch das Ritzen mechanisch stark beansprucht worden waren. Die Tatsache starker Spannungen an den Ritzfurchen wurde auch durch das nach dem Ritzen beobachtete „Arbeiten“ des Glases belegt, indem bis zu 1 Minute nach dem Ritzen spontan immer wieder an den Ritzen Glassplitter abblätterten.⁹⁾ Die geritzte Seite der Plattenstreifen ist außer an der Ritzfurchen im übrigen auch meistens an eigenartigen Streifen auf der Bruchfläche selbst zu erkennen (Bild 6, a und b), deren Richtung und Auftreten nur von der Art des Biegebruchs der Streifen abhängt.

3. Versuche an Glasstäben.

„Völlige“ Symmetrie in Richtung der elastischen Welle wurde durch Detonation der Pastille an der Stirnseite von Glasstäben erreicht. Bild 7 gibt fünf solche

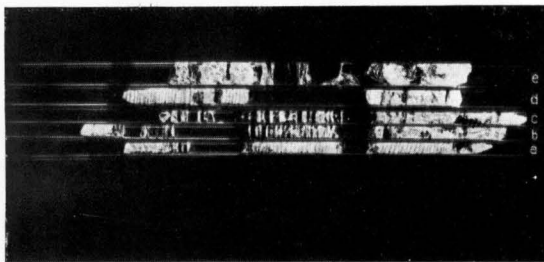


Bild 7. Zerstörung von Glasstäbchen durch Detonation. Stelle der Zündung. (a), (b), (c) 6 mm Durchmesser, (d) 10 mm Durchmesser, (e) 15 mm Durchmesser. Maßstab 1 : 3,5.

Versuche für verschieden dicke Glasstäbe wieder, wobei ferner die Stäbe (a), (b) und (c) mit etwa 30 cm Länge, sowie (d) und (e) mit etwa 20 cm Länge mit ihren Anfangspunkten an der gleichen Stelle lagen. Bei allen diesen Versuchen wurden stets wieder das Anfangs- und Endgebiet der Stäbe stark zerstört und zum Teil, beson-

⁹⁾ Siehe hierzu A. J. Holland u. W. E. S. Turner, „The scratch hardness of toughened plate glass“. (Einfluß der Probenbreite auf die Biegefestigkeit von Flachglas.) J. Soc. Glass. Technol., 19 (1935), S. 221. (Ref. Glastechn. Ber., 14 (1936), S. 290.)

ders das Endgebiet, weit fortgeschleudert. Das restliche Zwischenstück der Stäbe wies zerstörte und völlig unzerstörte Gebiete auf, welche bei den Stäben gleicher Länge und Dicke auch übereinstimmende Lage hatten. Wie es sich bei einigen weiteren Versuchen zeigte, treten zerstörte und unzerstörte Gebiete vermutlich periodisch auf, worauf weiter unten noch eingegangen wird. Die zerstörten Gebiete selbst sind charakterisiert durch zahlreiche, oft nicht durch und durch gehende, Quersprünge, und der gesamte Stab war demgemäß meist nur in wenige Bruchstücke, 5—10 Stück, geborsten. Der Zerstörungsgrad in den zerstörten Gebieten erreichte jeweils in deren Mitte ein Maximum. Bei einem hier nicht wiedergegebenen Versuch war der Glasstab etwa 1,2 m lang; durch die Detonation wurde hier nur Anfang und Ende des Stabes völlig zerstört, während das restliche Zwischenstück von etwa 1 m durch einfache Brüche in fünf gleiche Teile zerlegt wurde. — Von besonderem Interesse war ferner das Verhalten von Glasstäben, die eine gefärbte Außenschicht geringer Dicke hatten. Diese Stäbe waren nach der Detonation, abgesehen von den zerstörten Anfangs- und Endgebieten, äußerlich meist noch völlig intakt, zeigten aber bei Durchsicht im Innern ebenfalls starke periodische Zerstörungen.

Bei allen Detonationsversuchen an Glasplatten, -plattenstreifen und -stäben beobachtet man diese Kreis- bzw. Quersprünge, d. h. Sprünge, welche senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der elastischen Welle verlaufen. Besonders an den Glasstabversuchen wird deutlich, daß es ganz bestimmte Gebiete sind, in denen Brüche erfolgen, und andere, die völlig unversehrt bleiben.

Bruchbilder der durch Detonation zerstörten Gläser.

Zur Charakterisierung der Zerstörung der Gläser durch Detonation seien einige typische Bilder von Bruchflächen wiedergegeben. Es handelt sich bei diesen Bruchflächen teils um solche, bei denen durch die Detonation der Bruch ein vollständiger war, teils um solche, bei welchen der Bruch nachträglich durch oft ganz geringfügige Zugbeanspruchung vollendet wurde. Es sei hier betont, daß sich beide Arten von Brüchen an der Bruchfläche nicht unterscheiden lassen. Die Bruchflächen an den untersuchten Glasplatten zeigen fast ausschließlich Muschelbruch, was mit der etwas komplizierten Beanspruchung zusammenhängen dürfte. Die einfachste Beanspruchung dürfte bei den Glasstäben vorliegen; hierfür sind zunächst einige Bilder wiedergegeben. Bild 8 zeigt den bekannten Spiegel mit Ausgangskerbstelle, rauhe bzw. Furchungsfläche und anschließenden Muschelbruch. In Bild 9 ist ein Querschnitt mit mehreren nicht in einer Ebene liegenden Spiegeln wiedergegeben — fünf Spiegel im vorliegenden Fall —, die dann unter mehr oder weniger muschelartigem Bruch ineinander übergehen. Derartige Querschnitte mit vielen Spiegeln werden sehr häufig beobachtet. Die im normalen Zerreißversuch gelegentlich beobachteten Innenspiegel treten auch bei diesen Versuchen auf (Bild 10). Neben diesen mehr oder weniger ausgeprägten „normalen“ Bruchbildern werden auch Muschelbrüche (Bild 11 und 12) beobachtet, wobei der Ausgangspunkt dieser Brüche ebenfalls stets ein Spiegel mit Kerbe war. Die Dreieck-Symmetrie trat bei diesen Brüchen bevorzugt auf. Bild 13 gibt ein häufig beobachtetes Bruchbild wieder, bei welchem bei dem einen der beiden „Spiegel“ eine eigenartige Unterteilung auftritt. — Wie schon betont wurde, wechseln Zonen völlig intakten Glases mit solchen zerstörten Glases miteinander ab. Der

Aus: Glastechnische Berichte, Abhandlg. Rexer, 17. Jahrg. 1939, H. 2. Verlag: Deutsche Glastechnische Gesellschaft E. V., Frankfurt (Main) 17.

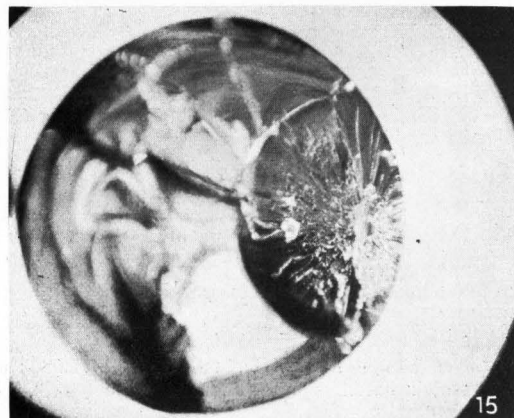
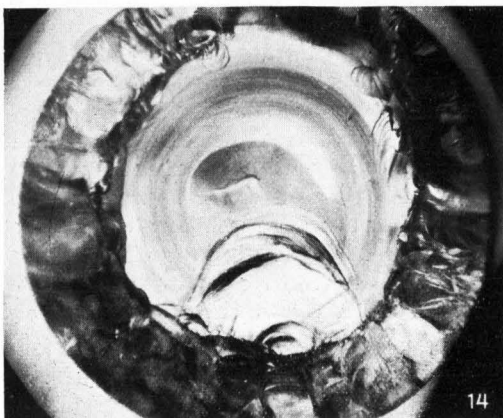
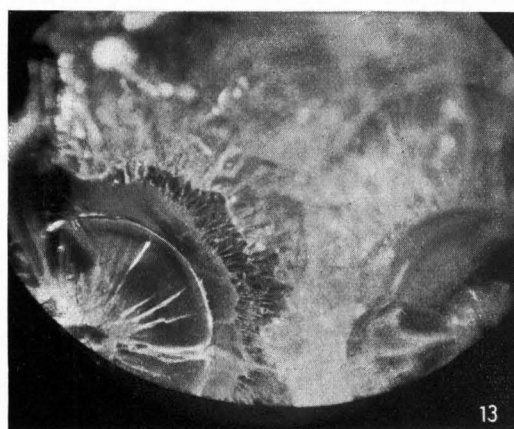
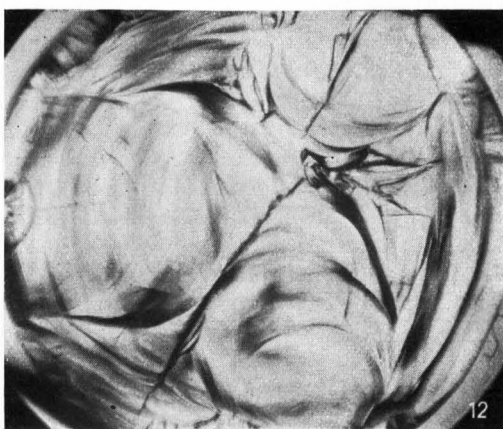
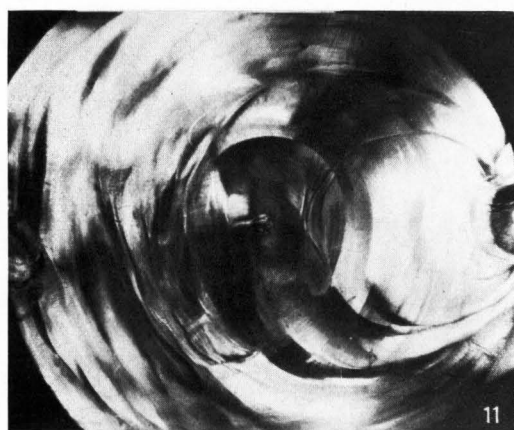
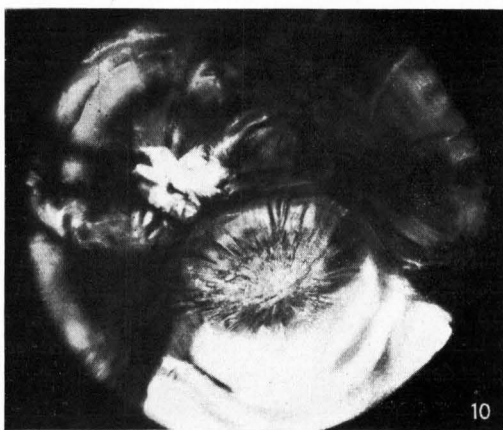
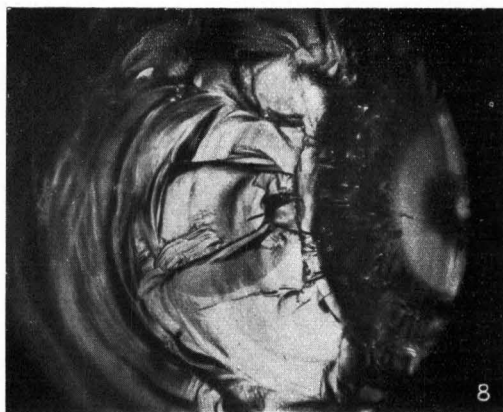


Bild 8—15. Typische Bruchbilder der durch Detonation zerstörten Glasstäbe. Im einzelnen siehe Text.

Bild 8. Vergr. 16fach. Bild 9. Vergr. 16fach. Bild 10. Vergr. 16fach. Bild 11. Vergr. 16fach. Bild 12. Vergr. 16fach. Bild 13. Vergr. 30fach. Bild 14. Vergr. 16fach. Bild 15. Vergr. 16fach.

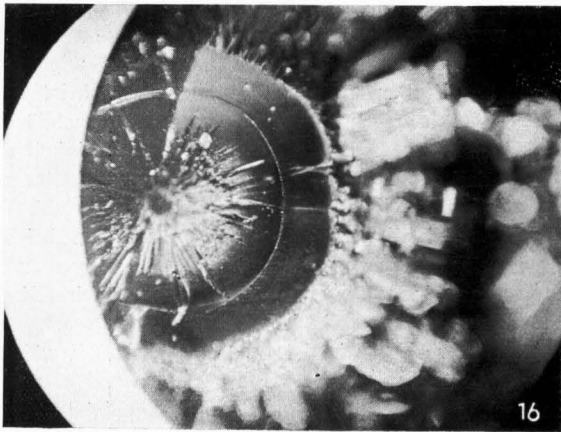


Bild 16. Typische Bruchbilder der durch Detonation zerstörten Glasstäbe. Vergrößerung 30fach.

Uebergang wirkte zuweilen dadurch merkwürdig, daß im äußerlich schon zerstörten Gebiet nur die äußeren Schichten zerstört waren, während das Stabinnere dagegen noch weitgehend unzerstört war, wie Bild 14 belegt. In den Bildern 15 bis 18 sind Bruchquerschnitte der schon erwähnten Glasstäbe mit gefärbter Außenschicht geringer Dicke wiedergegeben. Es handelt sich dabei der chemischen Zusammensetzung nach um praktisch dieselben Gläser, welche für besondere Zwecke hergestellt wurden, wobei eine dünne Außenschicht durch einen geringen Zusatz von Co_2O_3 blau gefärbt war. Schon früher (s. S. 35) wurde betont, daß diese „blauen“ Glasstäbe“ trotz der Einwirkung der Detonation, abgesehen von den Enden, äußerlich meist intakt blieben. Bricht man solch einen Stab dann an einem der inneren, zerstörten Gebiete gänzlich auseinander, wozu nur eine geringe Beanspruchung nötig ist, so erhält man ein dem Bild 14 quasi reziprokes Bild: Der ungefärbte Kern des Stabes ist zerstört und die äußere blaue Schicht noch in Ordnung. An diesen „Schichtglasstäben“ treten nun bevorzugt Innenspiegel auf, wie Bild 15 und 16 verdeutlichen. Der Spiegelmittelpunkt, d. h. die Ausgangskerbe, liegt genau auf der Grenze der gefärbten und ungefärbten Schicht, wie dies die Bilder an dem zur Hälfte dunkeln und hellen Spiegel zeigen. Außer diesen hier etwa zu 60% aller Spiegel auftretenden Innenspiegel werden auch Außenspiegel beobachtet, wie Bild 17 und 18 zeigen. Wichtig ist, daß die Ausbreitung des Spiegels selbst anscheinend völlig ungestört bezüglich der beiden Schichten verläuft. — In Bild 19 ist schließlich noch das an einem zerstörten Glasplattenstreifen stets zu beobachtende Bruchbild wiedergegeben. Der Spiegel befindet sich hierbei immer an der geritzten Kante des Plattenstreifens.

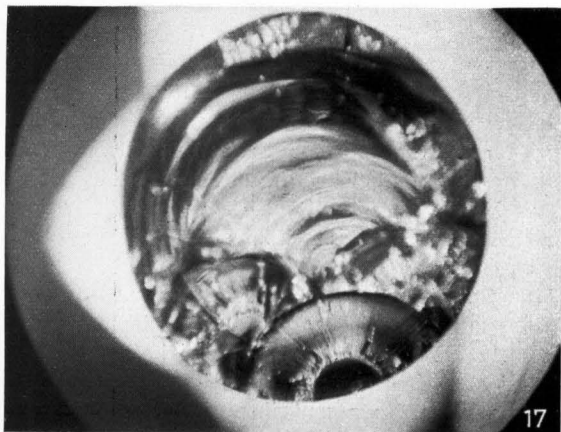


Bild 17. Wie Bild 16. Vergrößerung 16fach.

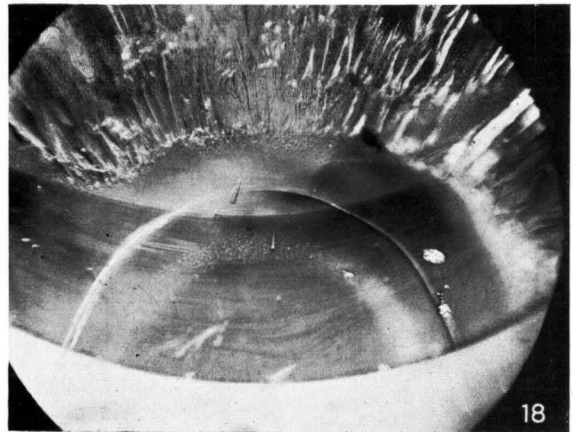


Bild 18. Wie Bild 16. Vergrößerung 50fach.

Auffallend an all diesen Bruchbildern ist, daß meist gleichzeitig viele Spiegel auftreten, und daß das Spiegelgebiet nicht so einfach aufgebaut ist, wie bei den Bruchbildern des „reinen“ Zerreißversuches.⁷⁾ Gerade bei Bild 19 fällt das Auftreten mehrerer rauher und glatter Zonen auf. Wie aus zahlreichen unvollständigen Sprüngen anzunehmen ist, liegt die Ausgangskerbstelle für die Spiegel, wie zu erwarten, in der Ecke des Stabes der Abbildung. Entgegen den normalen Bildern von Zerreißbruchflächen nimmt jedoch hier die Rauhhigkeit der Bruchfläche vom Spiegel weg nicht allmählich zu, sondern ganz plötzlich setzt starke Rauhhigkeit ein, die dann vom Spiegel abgewandt bis zu fast wieder völliger Spiegelung abklingt, um plötzlich erneut zuzunehmen usw. Diese kreisförmigen Anfänge starker Rauhhigkeit hängen aufs engste mit den büschelförmigen Brüchen des Bildes 6 zusammen, indem sie jeweils den Ausgangs-„Punkt“ eines einzelnen Büschelsprunges bilden. Charakteristisch ist auch der Spiegel bei Bild 18, bei welchem von der primären Kerbstelle ausgehend ein normaler Spiegel mit seiner beginnenden Rauhhigkeit zu beobachten ist. Diese Rauhhigkeit hört jedoch schnell wieder auf und führt zu weiterem spiegelndem Gebiet, welches sich

⁷⁾ Siehe z. B. K. H. Heinz Müller, Z. f. Phys., 69 (1931), S. 431—455. (Ref. Glastechn. Ber., 9 (1931), S. 609.)

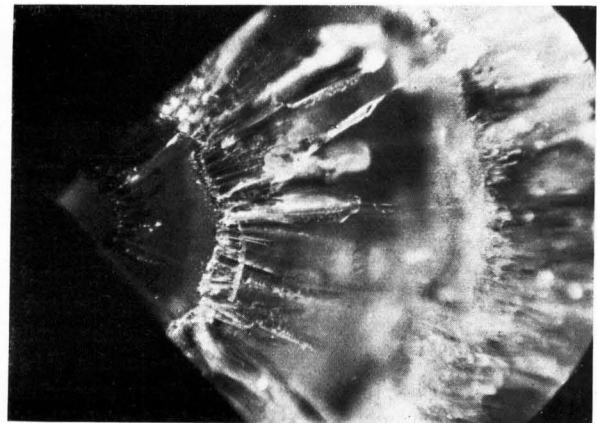


Bild 19. Typisches Bruchbild der durch Detonation zerstörten Glasplattenstreifen. Vergrößerung 16fach.

weiter erstreckend, plötzlich durch eine eigenartige „Linie“ unterbrochen, wieder rauhe und Furchungsfläche bildet. Aehnlich eigenartige Spiegelbildungen sehen wir in den Bildern 13 und 15.

Alle diese Erscheinungen hängen mit der Eigenart der Beanspruchung zusammen, die durch weitere systematische Versuche noch zu klären ist, wobei besonders auf die Beobachtung geachtet werden muß, daß die verschiedenen typischen Bruchflächenbilder, qualitativ gesprochen, verschiedenen sich „periodisch“ wiederholenden Stellen der Glasstäbe zuzukommen scheinen.

Besprechung der Versuche.

Durch die Detonation wird ein Impuls auf das Glas übertragen, der sich in diesem mit der glaseigenen Schallgeschwindigkeit fortpflanzt und infolge großer Amplitude zu den starken Zerstörungen führt.⁸⁾ Die nach allen Seiten symmetrische Ausbreitung des Impulses ist deutlich an den „Kreissprüngen“ der Glasplatten zu erkennen. Neben den „Kreissprüngen“ treten Radialsprünge auf, welche ebenfalls symmetrisch zum Bruchzentrum laufen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Kreissprünge an Glasplatten und besonders die der Quersprünge an Glasstäben könnte nach ihrer Entstehung größer als die der Radialsprünge sein, doch bedarf diese Vermutung erst einer experimentellen Nachprüfung.

Die Tatsache der Zerstörung des Anfangs- und Endgebietes, besonders deutlich bei den Glasstabversuchen, hängt direkt mit dem Empfang des Stoßimpulses und seiner Abgabe nach Weiterleitung durch den Stab zusammen. Während die Impulsrichtung bei der Detonation (hier Richtung des Glasstabes) ziemlich streng definiert ist, dürfte die Weiterleitung des Impulses im Glasstab auf verschiedenen Wegen möglich sein, woraus qualitativ das Entstehen „periodischer“ Zerstörungsstellen (Bild 7)⁹⁾ verständlich wird. Wie diese „periodische“ Zerstörung im einzelnen vor sich geht, gleichzeitig oder nacheinander, und welche Wellenvorgänge ihr wirklich

⁸⁾ M. Patry, a. a. O.

⁹⁾ Bei einem Versuch traten vier zerstörte, durch unzerstörtes Material getrennte, Gebiete auf.

zugrundeliegen, kann erst auf Grund weiterer Versuche gesagt werden¹⁰⁾.

Die Zerstörung des Glases selbst erfolgt, wie besonders an den Plattenstreifen und -stäben deutlich ist, überwiegend durch Zugbruch. Die gezeigten Bruchflächenbilder weisen andererseits in ihrer Mannigfaltigkeit darauf hin, daß die Beanspruchung häufig verwickelter sein muß, als einem einfachen Zerreißbruch entspricht. Verständlich wird dies durch die Tatsache, daß bei Anregung eines solchen Stabes zu Schwingungen neben Longitudinalschwingungen meist auch noch Biege-, Radial- oder Torsionsschwingungen auftreten.

Für weitere Versuche ist außer dem schon Erwähnten geplant, „entspannte“ Glasstäbe zu verwenden, um so eine noch bestehende Asymmetrie des bis jetzt verwendeten Materials auszuschließen.

Die Befunde an den „Zweischichtengläsern“ bieten nun eine Möglichkeit, die Eigenart von Innenspiegeln bequem systematisch untersuchen zu können.

Zusammenfassung.

Die Zerstörung von Glas durch Detonation von Bleiazid-Pastillen wird an Glasplatten, -plattenstreifen und -stäben untersucht. Durch den Detonationsimpuls werden zwei Arten von Sprüngen bedingt: Radial- und Quersprünge. Die letzteren — besonders deutlich an den Glasstabversuchen — führen unter geeigneten Bedingungen zu „periodischer“ Zerstörung des Glasstabes. Die Bruchflächenbilder zeigen, daß die Zerstörung überwiegend auf Zugbeanspruchung zurückzuführen ist.

Herrn Professor Dr. H. Pose, Herrn Dr. E. Wehner und Herrn Dr. H. Hennicke danke ich für Hinweise und Unterstützung bei den Versuchen bestens. Ebenso danke ich der Osram G. m. b. H., Komm-Ges., Werk Weißwasser, und im besonderen Herrn Dr. M. Thomas für das zum Teil zur Verfügung gestellte Glasmaterial. (12 659)

¹⁰⁾ Wie weitere Versuche unterdessen gezeigt haben, hängt der „periodische“ Charakter der Zerstörung weitgehend vom Glasmaterial und von den Versuchsbedingungen ab. Es ist hervorzuheben, daß jedoch unter Innehaltung bestimmter „Versuchsbedingungen“ die „periodische“ Zerstörung mit erstaunlicher Genauigkeit reproduzierbar ist.

DK 666.1.033.6 : 666.17 (43)

Gesichtspunkte für die Entwick'ung neuer, den Verhältnissen deutscher Wirtschaft angepaßter Maschinen zur Herstellung von Glasgefäßen.

Von Heinrich Severin, Baden-Baden.

(Eingegangen am 30. 1. 1939.)

Eine Mechanisierung der Hohlglasindustrie soll die bei der automatischen Flaschenherstellung gesammelten Erfahrungen benutzen. — Noch nicht erfüllte Anforderungen, die an moderne Automaten gestellt werden müssen. — Forderung, daß jeder hergestellte Artikel die für ihn günstigste Behandlung erfährt.

Zweifelloos hat in den letzten 50 Jahren die Mechanisierung der Glasindustrie Riesenfortschritte gemacht. Der Walzenbläser in der Fensterglashütte ist verschwunden wie der letzte Flaschenbläser.

In der eigentlichen Hohlglasindustrie bei der Anfertigung von Preßwaren, Flaconageartikeln, Einmachgläsern, Dosen usw. hat bis zu einem gewissen Grade der Handarbeiter der eindringenden Maschine weichen müssen, aber lange nicht in dem Maße, wie in der Flaschenindustrie. Im Gegensatz zu dieser beschränkt sich die Anwendung von Vollautomaten in der Weißhohlglasindustrie nur auf vereinzelte Fälle in einigen großen Hütten. Es empfiehlt sich, wenn man das ganze Gebiet

übersehen will, von vornherein die Flaschenindustrie mit in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Denn die Arten der Erzeugnisse beider Industrien überschneiden sich, und es gibt Maschinen, die mit gleich gutem Erfolge sowohl in der Flaschen- als in der Hohlglasindustrie Verwendung finden.

Man soll sich andererseits sehr davor hüten, Flaschenindustrie und eigentliche Hohlglasindustrie begrifflich zu vermengen. Das verarbeitete Material, sein Verhalten während der Schmelze und Verarbeitung, die Art der Erzeugnisse, ihr Absatz und ihre Verwendung im Wirtschaftsleben sind durchaus verschieden gelagert, und so ist es nicht verwunderlich, wenn wir bei weiterer Durch-