

- (6a) F. Althof: „Die Verwendung von Hochofenschlacke zur Glasfabrikation“, *Glashütte*, **63** (1933), Nr. 36, S. 604. (Ref. *Glastechn. Ber.*, **11** (1933), S. 418.)
- (7) L. Springer: „Glas aus Hochofenschlacke.“ *Keram. Rundschau*, **42** (1934), S. 255—256. (Ref. *Glastechn. Ber.*, **12** (1934), S. 346.)
- (8) W. Mathesius: „Die physikalischen und chemischen Grundlagen des Eisenhüttenwesens“, S. 184—191. (Leipzig 1916, Verlag O. Spamer.)
- (9) K. Endell, W. Müllensiefen u. K. Wagenmann: „Ueber die Viskosität von Mansfelder Kupferhochofenschlacken in Abhängigkeit von Temperatur, chemischer Zusammensetzung und Kristallisation.“ *Metall und Erz*, 1932, H. 17. (Ref. *Glastechn. Ber.*, **11** (1933), S. 185.)
- (10) A. Dessemond: „Le traitement des schistes houillers par fusion.“ *Rev. de l'Ind. minière*, 1921, Nr. 2, S. 34.
- (11) H. Philipon: „Le gazogène à fusion des cendres soufflé au vent réchauffé à haute température.“ *Rev. de l'Ind. minière*, 1934, 1. mars.
- (12) M. Bräutigam: „Trockengas-Generator Bauart Georgmarienhütte.“ *Stahl u. Eisen*, **38** (1918), S. 186.
- (13) A. Wilhelmi: „Untersuchungen über den Betrieb des Abstichgaserzeugers.“ *Stahl u. Eisen*, **43** (1923), S. 1419.
- (14) Taschenbuch für Eisenhüttenleute, Aufl. 1930, S. 375—378. (Berlin, Verlag W. Ernst u. Sohn.)
- (15) G. de Grahl: „Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe.“ 2. Auflage, S. 195—198. (München u. Berlin 1921, Verlag R. Oldenbourg.)
- (16) G. Jantzen, *Stahl u. Eisen*, **44** (1924), S. 681 bis 684. — Siehe G. Eichenberg: „Zusammenhänge zwischen Leistung und Gestelldurchmesser von Hochofen.“ *Ber. Nr. 101 Hochofenausschuß Verein Dtsch. Eisenhüttenl.; Archiv Eisenhüttenwes.*, **3** (1929/30), S. 1.
- (17) E. Zimmermann, *Stahl u. Eisen*, **46** (1926), S. 833—839.
- (18) H. von Jüptner: „Beiträge zur Hochofentheorie.“ 1. Teil, S. 135, Fig. 10 (Leipzig 1921, Verlag Arthur Felix.)
- (19) Dralle-Keppeler: „Die Glasfabrikation.“ 2. Aufl., Bd. II, S. 1112. (München u. Berlin 1931, Verlag R. Oldenbourg.)
- (19a) desgl., Bd. I, S. 182, und Bd. II, S. 1114.
- (19b) desgl., Bd. II, S. 212—214.
- (20) B. Osann: „Verdampfung von Hochofenschlacke.“ *Stahl u. Eisen*, **38** (1918), S. 871.
- (21) *Tonindustrie-Ztg.*, Jg. 1897, S. 288.
- (22) *Stahl u. Eisen*, **55** (1935), S. 164—165 und S. 392. (10 245)

DK 546.723-31 : 546.723-37 : 546.723.722 : 620.17 : 621.921 : 666.163.3(045)

Vergleichende Prüfung von Metalloxyden auf ihre Polierwirkung.

Von U. Haberland, Paul Neubert und Max Werner.

(Eingegangen 10. Januar 1936.)

Entwicklung und Beschreibung verschiedener Prüfverfahren für Glaspolituren. Beschreibung einer Laboratoriums-Poliermaschine. Entwicklung eines quantitativen Verfahrens zur Auswertung von Polierversuchen. Abhängigkeit der Poliergüte von der Polierzeit, von dem Gehalt der Aufschlammung an Poliermittel, vom Polierdruck sowie von der Art des Aufschlammungsmittels. Absichtliche Verminderung der Polierfähigkeit zwecks Herabsetzung des Verschleißes.

Die Auffindung eines neuen Verfahrens zur Herstellung von synthetischen Eisenoxyden legte es nahe, diese Erzeugnisse auch für die Poliertechnik verwertbar zu machen. Zu diesem Zwecke wurde eine Anzahl von Poliermitteln einer vergleichenden Prüfung unterzogen, und zwar standen etwa 30 verschiedene Sorten von Eisenoxyden zur Verfügung. Diese lassen sich hinsichtlich ihrer chemischen und kristallografischen Zusammensetzung in 3 Gruppen einteilen:

1. Eisenoxyduloxyd $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, Farbe schwarz, in der Kristallform ein Magnetit.
2. Eisenoxydhydrat $\text{FeO} \cdot \text{OH}$, Farbe gelb, in der Kristallform ein Götthit.
3. Eisenoxyd Fe_2O_3 , Farbe rot, in der Kristallform ein Hämatit.

Jede Gruppe enthält wieder verschiedene Sorten, die sich voneinander in der Farbnuance — bedingt durch verschiedene Teilchengrößen — unterscheiden. Um die Polierwirkung dieser Mittel miteinander vergleichen zu können, mußten zunächst geeignete Prüfverfahren ausgearbeitet werden.

1. Das Reflexionsverfahren.

Die Beurteilung der Güte von Glaspolituren ist unseres Wissens bis jetzt nur subjektiv vorgenommen worden, indem man z. B. die Spiegelung eines Gegenstandes (gerader Strich auf einer weißen Fläche) beobachtete und aus der Güte

der Abbildung auf die Güte der Politur schloß. Um diese Messung objektiv zu gestalten, wurde ein Apparat konstruiert, der nach Art einer Glanzmessung die von den verschiedenen Polituren reflektierte Lichtintensität objektiv mit einer modernen Sperrschichtphotozelle zu messen gestattet. Die Zelle ist bei bestimmten Vorsichtsmaßregeln konstant genug, um Messungen der Lichtintensität in relativem Maß bis auf etwa 1% vorzunehmen. Die gesamte Meßanordnung ist im Bilde 1 im Schnitt wiedergegeben. 1 ist die Glühlampe, deren Licht nach Passieren einer Klappe 2 und eines Wärmeschutzglases 3 mit

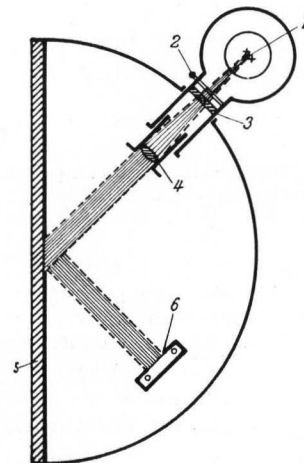


Bild 1. Vorrichtung zum objektiven Vergleich der Poliergüte durch photoelektrische Messung der Reflexion.

(Erklärung der Ziffern s. im Text.)

einer Linse 4 parallel gemacht wird. Der Lichtstrahl fällt durch eine Oeffnung auf die zu untersuchende polierte Glasfläche 5, auf der er mehr oder weniger gut reflektiert wird. Der reflektierte Anteil wird mit der Photozelle 6 aufgefangen. Die entstehende photoelektrische Spannung kann mit jedem genügend empfindlichen Galvanometer gemessen werden. Für die vorliegenden Versuche stand ein geeignetes Tischgalvanometer zur Verfügung. Eine scherenförmige Führung der Lampe und der Zelle gestattet, die Messung unter verschiedenen Winkeln vorzunehmen, wobei der direkt reflektierte Strahl stets die Photozelle trifft. Der Lampenstrom oder die Lampenspannung müssen mit einem Präzisionsmeßinstrument dauernd kontrolliert und konstant gehalten werden, da schon geringe Schwankungen der Spannung an der Lampe große Schwankungen der Lichtintensität verursachen. Als Lichtquelle diente eine 6 Volt-30 Watt-Lampe.

Es stellte sich nun heraus, daß das Meßergebnis von der Beschaffenheit der Rückwand der untersuchten Glasplatte stark abhängt. Man muß nämlich beachten, daß von dem auf die Oberfläche auffallenden Lichte nur ein Bruchteil von der Oberfläche reflektiert wird. Nur dieser kleine Anteil kann zur Beurteilung der Politur benutzt werden, während der bei weitem größte Rest für die Messung nicht nur verloren geht, sondern das Ergebnis sogar noch störend beeinflussen kann. Er durchdringt nämlich das Glas und wird (abgesehen von einem sehr kleinen absorbierten Anteil) an dessen Rückwand teilweise erneut reflektiert, der Rest schließlich durchstößt die Rückwand. Der an der Rückwand reflektierte Anteil kann nun ebenfalls zu der Photozelle gelangen und muß dann die eigentliche Glanzpoliturmessung an der Oberfläche stark überdecken. Infolgedessen ist anzustreben, daß der an der Rückwand reflektierte Lichtanteil möglichst gering ist. Am idealsten wäre, eine absolut schwarze Fläche mit der Hinterwand der Glasplatte in optischen Kontakt zu bringen, also beispielsweise ein schwarzes Tuch, das mit Wasser oder Oel getränkt ist, von hinten her auf das Glas zu drücken. Jedoch war dieses auf den großen Flächen der Glasscheibe nie vollkommen erreichbar, so daß veränderliche Fehler in die Messung hinein kamen. Da also auf den optischen Kontakt verzichtet werden mußte, erwies es sich als am vorteilhaftesten, nur solche Platten zu verwenden, deren Hinterwand poliert war, da beim Fehlen des optischen Kontaktes die Reflexion an einer savonierten Hinterwand viel zu stark wurde. Bei polierter Hinterwand erwies es sich als das günstigste, nur ein schwarzes Tuch anzudrücken. Denn sowohl beim Lackieren als auch beim Bekleben der Rückseite mit schwarzem Papier wurde die Reflexion durch die Lack- bzw. Leimschicht wieder merkbar und insbesondere unkontrollierbar erhöht.

Die zur Ausmessung kommenden Probenplatten lagen als einseitig savonierte Glasplatten

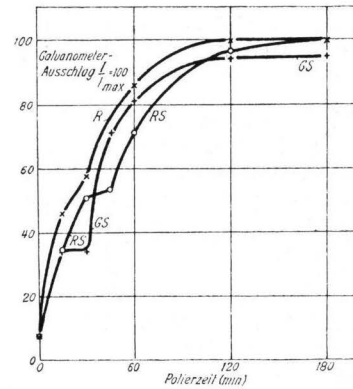


Bild 2.
Aenderung der Poliergüte mit der Zeit bei drei Poliermitteln. (Messung der Reflexion an Glaspolituren, hinten poliert.)

von 15×30 cm vor. Auf diese waren mittels einer selbstgebauten Hilfsmaschine mit verschiedenen Poliermitteln 3 längliche Flächen aufpoliert, so daß diese drei Poliermittel durch Verschieben vor der Oeffnung des Glanzmessers sofort miteinander verglichen werden konnten. Bei einer Versuchsreihe blieben die drei Poliermittel die gleichen, während von Glasscheibe zu Glasscheibe die Polierzeiten verändert wurden. Durch Ausmessen des Glanzes der polierten Flächen auf den verschiedenen Glasscheiben entstanden dann Poliergüte-Zeitkurven, wie sie als Beispiel im Bilde 2 wiedergegeben sind. Als Abszisse ist die Polierzeit, als Ordinate das Verhältnis der Galvanometerausschläge J/J_{max} aufgetragen. Dabei ist als J_{max} der Galvanometerausschlag der besten Politur gesetzt (Oxyd R, 3 Stunden poliert). Man erhält so ein sehr anschauliches Bild von dem Verlauf des Poliervorganges und der Güte der Politur. Das Mittel R poliert am schnellsten und besten. Das Mittel RS poliert zuerst viel langsamer, erreicht aber nach 3 Stunden denselben Endwert, während GS zuerst in der Mitte liegt, aber nach 2 Stunden zurückbleibt. Das Ueberschneiden der Kurven am Anfange des Polierens ist, wie noch gezeigt werden wird, auch mit anderen Verfahren feststellbar und kennzeichnet demnach eine unterschiedliche Poliereigenschaft der Oxyde. Die Meßgenauigkeit im Endzustande beträgt $\pm 1\%$.

Ein Nachteil dieses Verfahrens ist, daß man den Meßapparat nicht auf die eingespannte Polierfläche aufsetzen, den Fortgang des Polierens an einer technischen Poliermaschine also nicht direkt messen kann. Deshalb wurde nach dem beschriebenen Prinzip ein kleinerer Glanzmesser gebaut, der auf die in einer Poliermaschine eingespannte Glasplatte aufgesetzt werden konnte. Seine Empfindlichkeit war aber geringer, so daß feinere Unterschiede, insbesondere am Ende des Poliervorganges, nicht erfaßt werden konnten. Ferner störte immer wieder der beschriebene Rückwandfehler.

Das beschriebene Prüfverfahren wurde daher ganz verlassen, als es gelungen war, ein mikroskopisches Untersuchungsverfahren zu entwickeln, das von den beschriebenen Mängeln frei war, und dessen Genauigkeit die der Glanzmessung noch übertraf. Gleichzeitig konnte die

Hilfspoliermaschine durch eine solche ersetzt werden, die es ermöglichte, den technischen Poliervorgang in weitgehendem Maße laboratoriumsmäßig nachzuahmen.

2. Die Poliermaschine und das mikroskopische Untersuchungsverfahren.

Die wesentlichste Schwierigkeit, den technischen Poliervorgang im Laboratorium nachzuahmen, besteht darin, eine gut durchgemischte Aufschlämmung des Poliermittels in Wasser in unveränderter Zusammensetzung aufrecht zu erhalten und sie auf der zu polierenden (Glas-) Oberfläche gleichmäßig zu verteilen und dauernd zu erneuern. Versuche, die Aufschlämmung aufzutropfen zu lassen, schlugen fehl, einmal, weil trotz guten Durchrührens des Vorratsgefäßes sich das Poliermittel in den Leitungen absetzte, sodann, weil eine gleichbleibende und gleichmäßige Zufuhr nur schwer zu erreichen war, und schließlich, weil das Wasser verdampfte und die Aufschlämmung infolgedessen auf der Glasoberfläche mit der Zeit stark eindickte. Diese Mißstände konnten mit der nachstehend beschriebenen und im Bilde 3 wiedergegebenen Apparatur vermieden werden, sodaß mit ihr vergleichbare und gut reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden konnten.

Die Polierscheibe *b* mit ihrem Haltestift *a*, der Glasplattenträger *e*, die Tragachse *f*, der Tisch *k*, das Druckgewicht *l*, der Exzenterantrieb *m* des Haltestiftes *a* und der Riemenantrieb *n* sind unveränderte Teile einer normalen Poliermaschine. An der Tragachse *f* ist eine die Aufschlämmung enthaltende zylindrische Wanne *g* wasserdicht befestigt. Um ein Springen der Glasplatte *c* zu vermeiden, schiebt man zwischen ihr und den Klemmschrauben *d* zweckmäßig einen Holzspan ein. Die Füllung betrug, soweit nichts anderes erwähnt ist, 600 g Poliermittel auf 1,5 kg Wasser. Die Füllung nimmt sehr bald die Bewegung der Wanne an. Infolgedessen würde sich das Poliermittel schnell absetzen, welcher Vorgang durch die wirkenden Zentrifugalkräfte noch unterstützt wird. Um dieses zu verhindern, ist der am Tisch befestigte Rührer *h* eingebaut, gegen den die von der Wanne *g* mitgenommene Polierflüssigkeit bewegt wird. Der Spiegel der Polierflüssigkeitsfüllung steht im Ruhestande unter der Glasoberfläche. Ist die Poliermaschine jedoch im Betriebe, so wird die Aufschlämmung durch das Prellblech *i* dauernd auf die Glasoberfläche hinaufgeworfen. Sie wird aber durch die Zentrifugalkraft schnell wieder abgeschleudert, so daß die regelmäßige Erneuerung der Polierflüssigkeit, wie sie in der Praxis üblich ist, verhältnismäßig gut nachgeahmt wird. Die günstigste Neigung des Prellbleches *i* zur Antriebsachse wurde empirisch zu 120° ermittelt. Das auf der Polierscheibe *b* aufgeklemmte Tuch wurde, um jede durch den vorausgegangenen Versuch mögliche Verunreinigung zu vermeiden, für jeden Versuch neu aufgezogen.

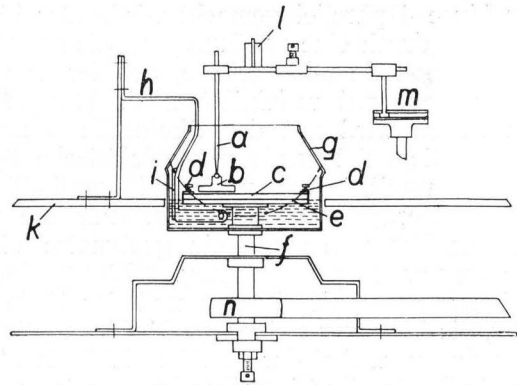


Bild 3. Schnitt durch die Versuchs-Poliermaschine. (Erläuterung s. im Text.)

Das Gewicht, mit dem der Polierteller gegen die Glasoberfläche gedrückt wird, wurde durch Anhängen an einen Waagebalken ermittelt und zu 598 g bestimmt. Es kann natürlich durch weitere Gewichte verändert werden. Abgesehen von den unter 7. beschriebenen Versuchen wurde durchweg mit einer Belastung von 2239 g gearbeitet. Die Maschine lief bei sämtlichen Versuchen mit 180 Umdrehungen/Minute. Die Exzenterstellung für die Bewegung des Haltestiftes *a* wurde ebenfalls bei allen Versuchen beibehalten.

Gegen die Arbeitsweise dieser Vorrichtung läßt sich einwenden, daß das abpolierte Glas in die Aufschlämmung geht und dann den Poliervorgang irgendwie stören könnte. Eine solche Störung wurde aber in keinem Falle beobachtet und konnte auch, selbst wenn sie eingetreten sein sollte, unberücksichtigt bleiben, da es sich ja immer um Vergleichsversuche handelt.

Nach bestimmten Polierzeiten wurde die Politur der Glasscheibe geprüft. Mit welcher Methode diese Prüfung vorgenommen wird, ist an sich belanglos, falls sie nur imstande ist, den Poliervorgang genügend zu kennzeichnen. Als einfachstes und bestes Verfahren erwies sich eine Mikrobeobachtung der Oberfläche in auffallendem Lichte, während die Mikrobilder, die mit durchfallendem Lichte erhalten wurden, viel weniger erkennen ließen. Daher wurde mit einem sogenannten Metallmikroskop bei 100-facher Vergrößerung gearbeitet.

Dabei erwies es sich als günstig, auf die zu mikroskopierende Glasscheibe — bekanntlich liegen bei den meisten Konstruktionen dieser Mikroskope die Objekte auf einem Tisch — einen polierten Metallspiegel aufzulegen. Das an der Rückwand der Glasplatte bzw. an dem aufgelegten Metallspiegel reflektierte Licht (s. oben) diente jetzt dazu, die polierten Teile der Oberfläche als besonders hellen Untergrund erscheinen zu lassen, gegen den die noch nicht fertig polierten Stellen sich dunkel abheben. Die Mikrobilder wurden nach Bedarf photographisch festgehalten.

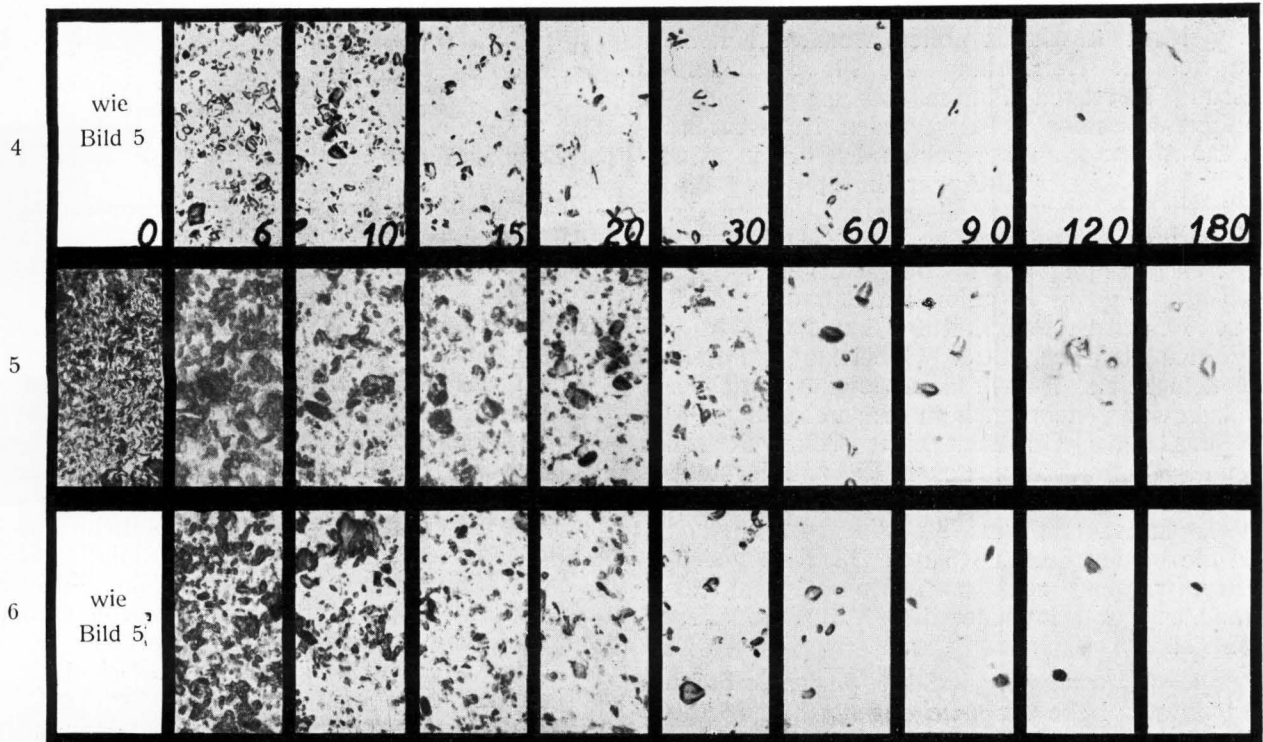


Bild 4 bis 6. Fortschreiten der Poliergüte mit der Zeit ($V = 100\times$). Die Zahlen geben die Polierzeiten in Minuten an. Untereinanderstehende Bilder sind solche von Platten, die gleich lange poliert worden sind.
 Bild 4: Eisenrot RF. Bild 5: Eisenrot A. Bild 6: Chromoxydgrün.

3. Abhängigkeit von der Polierzeit.

Das Bild 4 gibt die Gesamtreihe der Mikrobilder eines Poliermittels RF wieder, das für die weiteren Versuche als Standardmittel diente. Die Bilderreihe zeigt, daß schon nach 6 Minuten die savonierte Oberfläche merkbar geglättet wird. Es folgt dann die Hauptpolitur, deren Ende nach etwa 60 Minuten erreicht ist. Hieran schließt sich die Feinpolitur, bis zwischen der 90. und 120. Minute praktisch sämtliche Unebenheiten auf der Glasoberfläche verschwunden sind. Die Unebenheit, die die 120 Minuten polierte Oberfläche noch zeigt, war ein Einzelfehler, der unter dem Mikroskop mühsam gesucht werden mußte.

4. Vergleich zwischen verschiedenen Poliermitteln.

Gegenüber dem Oxyd RF ist bei schlechteren Poliermitteln die Zeit, die zum Erreichen einer vollkommen einwandfreien Politur nötig ist, merkbar länger. Als Beispiel ist im Bilde 5 die Mikrobildreihe eines ausländischen Produktes A wiedergegeben. Die Bilderreihe 6 läßt im Vergleich mit den entsprechenden Bildern der Reihe 4 des Oxydes RF erkennen, daß Chromoxydgrün in seiner Polierfähigkeit einem guten Eisenoxydrot etwas unterlegen ist. Seiner ausgedehnteren Verwendung steht auch ein höherer Preis im Wege. Die Bilderreihen 7, 8 und 9 der Oxyde RS, R und GS zeigen die Ergebnisse der Poliermittel, deren Polierfähigkeiten im Bilde 2 nach dem Glanzverfahren dargestellt worden sind. Allerdings ist bei dem Zeit-

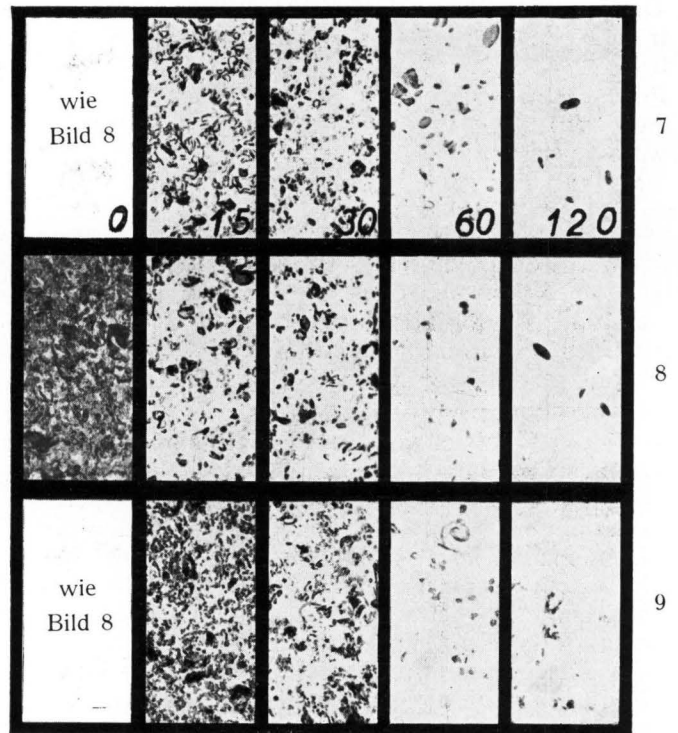


Bild 7 bis 9: Fortschreiten der Poliergüte mit der Zeit ($V = 100\times$). Die Zahlen geben die Polierzeiten in Minuten an. Untereinanderstehende Bilder sind solche von Platten, die gleich lange poliert worden sind.
 Bild 7: Poliermittel RS. Bild 8: Poliermittel R.
 Bild 9: Poliermittel GS.

vergleich zu beachten, daß die Glasplatten nicht mit gleichen Maschinen poliert worden sind, indem bei der Herrichtung der für die Glanzmessung benutzten Platten mit einer behelfsmäßigen Maschine poliert worden ist, während die mikroskopisch untersuchten Platten mit der im Bilde 3 skizzierten Apparatur poliert waren. Es ist daher nur der allgemeine Verlauf der „Polierkurven“ miteinander vergleichbar. In Uebereinstimmung mit dem Ergebnis der Glanzmessung wurde gefunden, daß das Rot R besser ist als die Poliermittel RS und GS. Auch zeigt sich, daß das Mittel RS bei langer Polierzeit dem Mittel R sehr nahe kommt. Mit der Glanzmessung steht auch in Uebereinstimmung, daß das Oxyd GS nach einer Polierzeit von 45 und 60 Minuten zwischen RS und R steht, diesen beiden Mitteln bei langer Polierzeit aber unterlegen ist. Bei nur 30 Minuten Polierzeit sind die beiden Sorten RS und GS etwa gleichwertig, während nach nur 15 minütlichem Polieren das Rot RS wieder dem Mittel GS überlegen ist.

Die Glanzmessung erfährt demnach durch die mikroskopische Untersuchung noch eine wertvolle Erweiterung. Aus diesen Versuchen kann weiter geschlossen werden, daß man die Polierzeit bei Verwendung verschiedener Poliermittel hintereinander wahrscheinlich wird abkürzen können. Dagegen wurde durch Mischen verschiedener Qualitäten kein Vorteil erzielt.

5. Vorschlag für eine zahlenmäßige Auswertung der Polierversuche.

Um das Verfahren zu vereinfachen und um die verhältnismäßig zeitraubenden und teuren Mikroaufnahmen zu vermeiden, wurde bei der Auswertung der Versuche weiterhin folgendermaßen verfahren:

Mit dem Vergleichsmuster RF wurden Glasplatten gleicher Savonierung je 6, 10, 15, 20, 30, 60 und 90 Minuten poliert. Aus ihrer Mitte wurden quadratische Platten von 40×40 mm herausgeschnitten, die für die weiteren Versuche als „Vergleichsmuster“ dienten.

Zur Feststellung der Polierfähigkeit eines Mittels wurde nach den genannten Versuchszeiten der Polierversuch unterbrochen, die Glasplatte gut abgewaschen und mit dem Busch'schen Doppelmikroskop¹⁾ beobachtet. Dieses gestattet, in einem Okular gleichzeitig 2 Objekte vergleichend zu betrachten. Durch Unterschieben eines Vergleichsmusters unter das 2. Objektiv des Mikroskops wurde festgestellt, mit welcher Politur dieser Vergleichsmuster die der Versuchsplatten nach verschiedenen Polierzeiten übereinstimmt. Dabei konnten Zwischenwerte noch gut geschätzt werden. Stimmt nach der Polierzeit t die Politur mit der des Vergleichsmusters überein, das t_v Minuten poliert war, so gibt das Ver-

hältnis t_v/t ein Maß für die Polierfähigkeit, und zwar ist die Polierfähigkeit

besser als die des Vergleichsmusters, wenn $t_v/t > 1$
gleich der „ „ „ „ $t_v/t = 1$
schlechter als die des „ „ „ „ $t_v/t < 1$

6. Abhängigkeit von dem Gehalt der Aufschlämmung an Poliermittel.

Dieses Verfahren ermöglichte, die Ergebnisse eines Polierversuches schnell und quantitativ auszuwerten. Damit wurde gleichzeitig die Lösung der Aufgabe, die Wirkung der einzelnen Komponenten des Poliervorganges systematisch zu untersuchen, wesentlich erleichtert. Die Zahlentafel 1 zeigt die mit dem geschilderten Auswertungsverfahren erhaltenen Versuchsergebnisse über die Abhängigkeit der Polierfähigkeit eines beliebigen Eisenrots von der Poliermittelmenge je Liter Wasser. Aus den Zahlen folgt, daß die Polierfähigkeit mit dem Gehalt an Poliermittel ansteigt und bei einer Menge von etwa 400 g/Ltr., wie sie sonst für die Versuche gewählt war, durch ein Maximum geht. Bei einem niedrigeren Gehalt von 200 g/Ltr. ist insbesondere die Anfangspolierung schlecht. Das Zurückbleiben wird bei längerer Polierzeit wieder aufgeholt. Weitere Verringerung des Rotgehaltes auf 100 g/Ltr. vermindert dann die Polierfähigkeit auch bei längerer Versuchszeit wesentlich.

Zahlentafel 1. Polierfähigkeit t_v/t in Abhängigkeit von der Menge des Poliermittels.

| Menge (g/Ltr.) | Polierzeit (min.) | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 6 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 90 |
| 100 | 0,00 | 0,35 | 0,67 | 0,60 | 0,60 | 0,50 | 0,56 | 0,33 | 0,67 |
| 200 | 0,67 | 0,60 | 0,87 | 0,75 | 0,67 | 0,88 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 400 | 0,67 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,25 | 1,00 |
| 600 | 1,00 | 1,00 | 0,80 | 0,75 | 0,63 | 0,70 | 0,64 | 0,92 | 1,00 |

Bemerkenswert ist der Verlauf des Poliervorganges bei hohem Oxydgehalt. Die höhere Konzentration wirkt offenbar im ersten Stadium günstig. Danach bleibt die Politur aber stark zurück, und erst bei der Feinpolitur wird die Polierfähigkeit der normalen Mischung 400 g/Ltr. wieder erreicht.

7. Abhängigkeit vom Polierdruck.

Bei der Untersuchung über die Abhängigkeit vom Polierdruck wurde immer mit der gleichen Mischung 400 g/Ltr. gearbeitet. Die Ergebnisse sind in der Zahlentafel 2 zusammengestellt. Geringer Polierdruck ist danach sehr ungünstig. Der von uns gewählte Normaldruck von 2239 g

Zahlentafel 2. Polierfähigkeit in Abhängigkeit vom Polierdruck.

| Belastung (g) | Polierzeit (min.) | | | | | | | | |
|------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 6 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 90 |
| 1164 | 0,67 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,38 | 0,36 | 0,33 | 0,33 |
| 2239 | 0,67 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,25 | 1,00 |
| 3026 | 0,67 | 0,60 | 0,67 | 0,75 | 0,67 | 0,75 | 1,10 | 1,42 | 1,03 |

¹⁾ Kufferath: „Eine neue Oberflächenprüfungsmethode im Dienste des Korrosionsschutzes.“ Korrosion und Metallschutz, 11 (1935), S. 133.

ergibt zu allen Polierzeiten gute Polierfähigkeit. Hoher Druck ist anfangs nachteilig, scheint aber bei längeren Polierzeiten einen günstigen Einfluß zu haben. Wie die verschiedenen Belastungen sich bei anderen Aufschlammungsverhältnissen auswirken, ist bisher nicht untersucht worden.

8. Andere Aufschlammmittel.

Bisher herrschte fast allgemein die Auffassung, daß beim Polieren das Wasser mit seinen Hydroxylgruppen etwa durch Hydratisieren der Glasoberfläche eine ausschlaggebende Rolle spiele. Im Gegensatz hierzu sind die Verfasser von jeher der Ansicht gewesen, daß der Poliervorgang vornehmlich mechanischer Art sei, indem die Oberfläche abgetragen bzw. „durch Umbiegen der Spitzen“ geglättet werde. Dabei würde das Wasser vornehmlich die Rolle eines Verteilers und Schmiermittels für die Oxydkörner bilden. So hat der eine von uns schon darauf hingewiesen²⁾, daß man auch mit Aufschlämmungen von Eisenoxyd in anderen Flüssigkeiten polieren könne. Die Tafel 3 enthält hierfür einen zahlenmäßigen Beleg. Die Polierfähig-

Zahlentafel 3. Polierfähigkeit in Toluol als Aufschlammungsmittel.

400 g Poliermittel auf 1 Ltr. Toluol.

| Polierzeit | 6 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 90 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,44 | 0,42 | 0,33 |

keit einer solchen Aufschlammung ist damit erneut bewiesen. Daß sie nur etwa 50% der Polierfähigkeit einer gleichen Wasseraufschlammung hat, kann mit einer chemischen Einwirkung, wie sie beim Wasser angenommen wird, in Zusammenhang stehen. Die Verfasser halten es aber für wahrscheinlicher, daß die verschiedene Benetzungsfähigkeit der Flüssigkeiten sowie der Schwebezustand der Oxydteilchen, der in Toluol schwerer aufrechtzuerhalten ist als in Wasser, eine größere Rolle spielen. Letzteres würde beispielsweise einer Verdünnung der Aufschlammung gleichkommen, womit nach der Zahlentafel 1 die Polierfähigkeit abnimmt.

9. Verminderung der Polierfähigkeit.

In einem Sonderfalle wurde festgestellt, daß ein Pulver einen ungewollten Verschleiß einer Apparatur herbeiführte. Es wurde die Aufgabe gestellt, das Pulver derart umzuarbeiten, daß dieser Verschleiß möglichst verringert oder ganz vermieden würde. An eine Bestimmung der Härte des Pulvers war wegen seiner Feinheit nicht zu denken. Dem Betriebe, in welchem die genannten Schwierigkeiten aufgetreten waren, wurde daher vorgeschlagen, die Pulver mit der beschriebenen Poliervorrichtung zu untersuchen. Angestrebt wurde, ein Produkt herzustellen, das ein möglichst geringes Poliervermögen besitzt.

²⁾ U. Haberland, Glastechn. Ber., 13 (1935), Heft 1, S. 38.

Der Weg erwies sich als gut gangbar, so daß das vorgeschlagene Untersuchungsverfahren dem Betriebe ein systematisches Forschen ermöglichte, das bald zu dem beabsichtigten Ziele führte. Als Beispiel ist in der Zahlentafel 4 unter A die Polierfähigkeit des schleifenden und unter U die Polierfähigkeit des gleichen Materials nach seiner Umarbeitung in einen weicheren Zustand angegeben.

Zahlentafel 4. Verminderte Polierfähigkeit als Kennzeichnung geringer Schleißwirkung.

| Polierzeit | 6 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 90 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | 0,67 | 0,50 | 0,60 | 0,75 | 0,63 | — | — | 0,80 | 1,00 |
| U | 0,50 | 0,30 | 0,40 | 0,45 | 0,40 | 0,38 | 0,36 | 0,33 | 0,30 |

10. Andere Untersuchungsverfahren.

Eine wesentliche Rolle bei der Polierfähigkeit verschiedener Oxyde spielt ihre Korngröße. Zu feines Korn wird insbesondere die Anfangspolitur ungünstig beeinflussen. Jedoch sind solche Mittel kaum bekannt. Andererseits müssen Mittel mit zu großem Korn allgemein ungünstige Poliereigenschaften haben. Diese Überlegungen konnten bestätigt werden, wobei gefunden wurde, daß die geeignetste Korngröße zwischen 0,2 und 0,7 μ liegt. Dabei stellte sich weiter heraus, daß die Grundbedingung für ein gutes Polierrot eine möglichst gleichmäßige Teilchengröße und -form ist. Diese Gleichmäßigkeit wurde dadurch erreicht, daß zunächst ein Eisenoxyduloxyd-Magnetit hergestellt wurde, der durch einen weiteren Prozeß in die Hämatitform übergeführt wird. Dieser Befund legte nahe, zu untersuchen, ob es nicht möglich sei, die Polierfähigkeit durch andere indirekte Verfahren zu prüfen, die eine Eigenschaft der Oberfläche bzw. Korngröße erfassen. Beispielsweise ist vielfach versucht worden, die Wirkung eines Poliermittels qualitativ nach der Schmierfähigkeit einer mit Wasser angeriebenen Paste zu beurteilen. Denn auch diese kann als Oberflächeneigenschaft angesprochen werden, da der Schlupf durch den Wasserverbrauch und die Wasserverteilung und diese wieder durch die Korngröße und Kornbeschaffenheit sowie durch die Adsorptionskräfte der Oberfläche bestimmt werden. Die Schmierfähigkeit solcher Pasten hat man beispielsweise danach zu beurteilen versucht, wie 2 polierte Glasscheiben gegeneinander gleiten, wenn sich zwischen ihnen eine dünne, mit Wasser angeriebene Paste aus Polieroxyden befindet. Dieses empirische Verfahren gab zu der nachstehend beschriebenen Untersuchungsmethode Veranlassung³⁾. Der Versuchsapparat besteht nach Bild 10 wieder aus einem sich drehenden Tisch a, der von einem Motor b mit dem um den Poliertisch herumgelegten Riemen c angetrieben wird. Die Polier-„Scheibe“ d hatte die verschiedensten Formen. Meistens bestand sie aus einem auswechselbaren Filzring. Sie

³⁾ Diese Versuche wurden von Herrn Dr. Baisch zusammen mit einem der Sachbearbeiter ausgeführt.

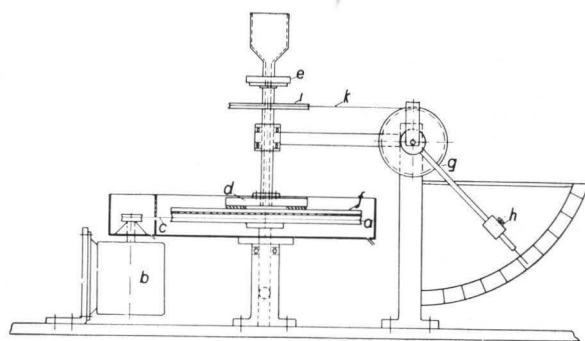


Bild 10. Vorrichtung zur Messung der Schmierfähigkeit eines Poliermittels.

konnte durch das aufgelegte Gewicht *e* beschwert werden. Die Scheibe wird von dem Poliertisch bzw. der aufgelegten savonierten Glasplatte *f* mitgenommen. Diesem Drehmoment wird durch eine Hebelwaage mit verstellbarem Gewicht *h* das Gleichgewicht gehalten. Dieses Drehmoment wird von einer Hilfsscheibe *i* der Polierscheibe mittels eines Fadens *k* auf die Hebelwaage übertragen. Die Apparatur arbeitet also nach Art eines Bremsversuches. Das Poliergut lief in eine Bohrung der Polierscheibe, wurde wieder gesammelt und mit einer Kreispumpe umgepumpt. Die Zusammensetzung der Aufschlämmlung betrug auch bei diesen Versuchen 400 g/Ltr. Wasser. Die erhaltenen Werte waren sehr schwankend, so daß eine Gesetzmäßigkeit weder bezgl. der Polierzeit noch bezgl. des Poliermittels festgestellt werden konnte. Wahr-

scheinlich ist dieses darauf zurückzuführen, daß sich in dem Polierfilz mit der Zeit Eisenoxyd festsetzte, so daß nicht mehr mit einer Aufschlämmlung, sondern mit einer Paste unkontrollierbarer Zusammensetzung gearbeitet wurde. Die Versuche wurden daher abgebrochen, als mit den beiden anderen, anfangs beschriebenen Verfahren einwandfreie Ergebnisse erzielt wurden.

11. Zusammenfassung und Ausblicke.

Die ausgeführten Versuche hatten zwei wesentliche Ergebnisse. Einmal schafften sie Laboratoriumsgeräte und Prüfverfahren, die es gestatten, Polierversuche im Kleinen reproduzierbar zu wiederholen und sie mit den Ergebnissen in der Praxis in Übereinstimmung zu bringen sowie sie vergleichsweise und auch zahlenmäßig auszuwerten. Sodann konnte der Nachweis geführt werden, daß synthetische Eisenoxye den natürlichen in ihrer Polierwirkung nicht nur nicht nachstehen, sondern sie bei richtiger Aufarbeitung sogar erheblich übertreffen. Die Prüf- und Auswertungsverfahren erlaubten es ferner, auch kleine Verbesserungen der synthetischen Poliermittel gut zu verfolgen. Durch diese Arbeiten sind im Verlauf der Zeit neue Poliermittel entstanden, die nach den vorliegenden Versuchen den bisherigen Marken merkbar überlegen sind. Da diese Mittel im Betriebe aber noch nicht genügend geprüft werden konnten, soll über sie zu einem späteren Zeitpunkt berichtet werden.

(10 272)

Referate.

(Einteilung s. in Heft 1 dieses Jahrgangs, S. 19. — Das Zeichen □ bedeutet, daß die betr. Veröffentlichung in einem der nächsten Hefte der „Glstechn. Ber.“ besprochen werden wird.) — Die halbfetten Zahlen rechts über jedem Referat bzw. Zitat geben die Einteilung nach der Dezimalklassifikation (DK) an; Näheres s. in Heft 1 des 11. Jg. 1933, grüner Zettel vor S. 1.

1. Geschichte des Glases.

DK 92 Schott, Otto

Otto Schott †. Hans Jepsen-Marwedel. Naturwiss., 23 (1935), H. 43, S. 727—728. (10 358/1)

Otto Schott †. Herbert Kühnert. Z. techn. Physik, 17 (1936), Nr. 1, S. 1—6.

Otto Schotts Werk. Edwin Berger. Z. techn. Physik, 17 (1936), Nr. 1, S. 6—11.

Vgl. im vorlieg. Heft 2 der „Glstechn. Ber.“ S. 49—54, 81—82. (10 297a/1)

2. Physikalische und chemische Grundlagen der Glaserzeugung.

DK 549.691.1

Ursprung der Tektite. (Origin of tektites.) F. Watson. Nature, 136 (1935), S. 105.

Unter Tektiten versteht man 1 bis 100 g schwere, aus Glasmasse bestehende Körper, die an sehr weit voneinander entfernt liegenden Gegenden der Erde gefunden werden. Von den in Australien gefundenen Tektiten, den sog. Australiten, nimmt ein Teil der Forscher an, daß sie ihre Entstehung der Einwirkung eines großen Meteorites auf den sandigen Boden verdanken. Hiergegen spricht, daß ein Teil der Australite in Gegenden gefunden worden ist, in denen kein kieselsäurehaltiges Gestein vorkommt; weiter spricht dagegen die sehr große örtliche Verbreitung.

Von anderer Seite werden die Tektite als Meteorreste angesehen. Aber auch hiergegen spricht eine Reihe von Tatsachen. Die abgerundete Form der Tektite wurde z. B. zurückgeführt auf eine Schmelzwirkung der durch den Luftwiderstand erzeugten Wärme. Gegen diesen Punkt spricht, daß die bei Eisenmeteo-

riten nach dem Anätzen auftretenden Widmannstätten-schen Figuren beim Erhitzen auf 850° verschwinden, woraus hervorgeht, daß die Meteorite nicht über diese Temperatur hinaus erhitzt sein können. Andererseits liegt der Schmelzpunkt des sog. Darwin-glases bei 1440° C. Da außerdem der Wärmeleitfähigkeitskoeffizient des Darwin-glases bedeutend geringer ist als der des Eisens, kommt ein Schmelzen nicht in Frage. Eine annehmbare Erklärung für die Entstehung der Tektite gibt es bisher nicht. Gottfried. (10 020/2)

DK 541.123.23 : 546.412.84 : 546.824-31 : 546.824.41
Das System $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ - $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ und $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ - TiO_2 .
Masaji Fukusima. Kinzoku no Kenkyu, 11 (1934), Nr. 12, S. 590—600. (Nach Stahl u. Eisen, 55 (1935), H. 17, S. 470.) (10 238/2)

DK 541.123.23

546.284-31 : 546.41-31 : 546.723-31 : 546.763-31

Die aktiven Zustände, die während der chemischen Vereinigung zweier Metalloxyde durchschritten werden. G. F. Hüttig. Z. Elektrochem., 41 (1935), Nr. 7b, S. 527—538, mit Abb.

Untersuchungen an verschiedenen Systemen, z. B. $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2 \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ u. a. m. — Schriftumsübersicht. Sch. (10 232/2)

DK 538.22 : 541.123.1.012 : 546.284-31 : 546.72-31
Beitrag zur Kenntnis des Einflusses von Kieselsäure auf das magnetische Verhalten von dissoziierten Mischungen mit Eisenoxyd. W. Leitgeb und K. Boehmühl. Z. anorg. allg. Chem., 225 (1935), Nr. 3, S. 209—212.