Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 4 (1949)
Heft: 9

Artikel: Glas - geschliffen und poliert
Autor: Flemming, H.W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-654414

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Glas — geschliffen und poliert

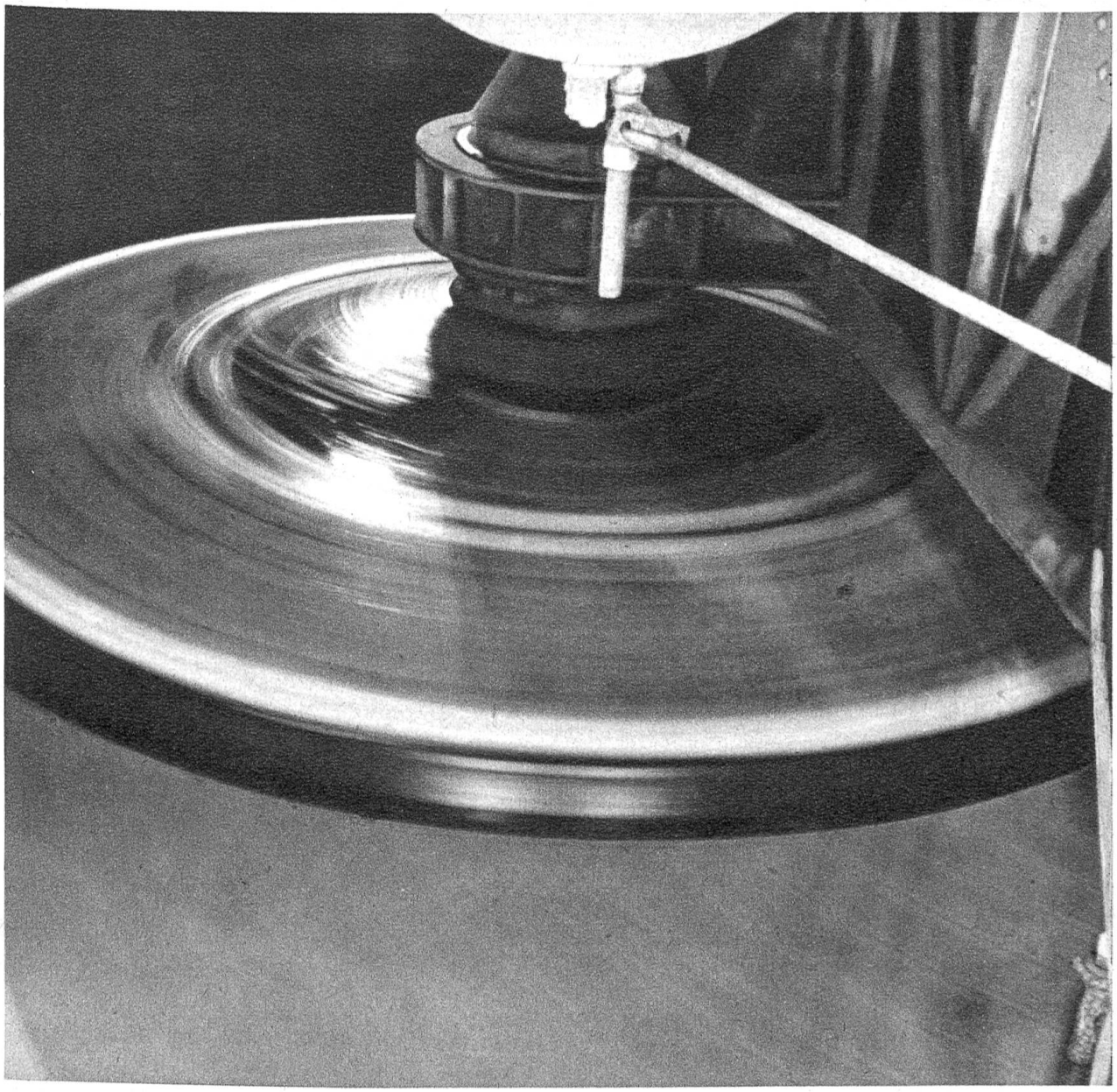

Abb. 1: Ein Ausschnitt aus dem riesigen Karussell der Schleifmaschine. Die Schleifscheibe mit ihren scharfkantigen Stahlrippen hat sich auf die Glasplatte gesenkt

Glasklar, spiegelglatt und glashart sind Superlative zur Kennzeichnung höchster Werkstoff-Eigenschaften. Ihretwegen ist das Glas trotz seiner Zerbrechlichkeit so hoch geschätzt. Die glatte Oberfläche, die nur von diamantharten Stoffen geritzt wird, bildet sich von selbst aus, wenn der Glasbläser das schmelzflüssige Material mit Hilfe seiner Pfeife verarbeitet. Es ist erstaunlich, was ein kräftiger Glasbläser dabei zu leisten vermag: vierzig bis sechzig Hohlzylinder von einer Länge bis zu drei Meter bei dreißig bis vierzig Zentimeter Durchmesser bläst er in siebenstündiger Schicht, und zwar freihändig bei einem Glasgewicht bis zu fünfundzwanzig Kilogramm! Zur Tafelglas-Herstellung wurden diese Zylinder aufgeschnitten; aber die moderne Spiegelglas-Industrie mußte sich schließlich doch von der Lungenkraft des Glasbläsers unabhängig

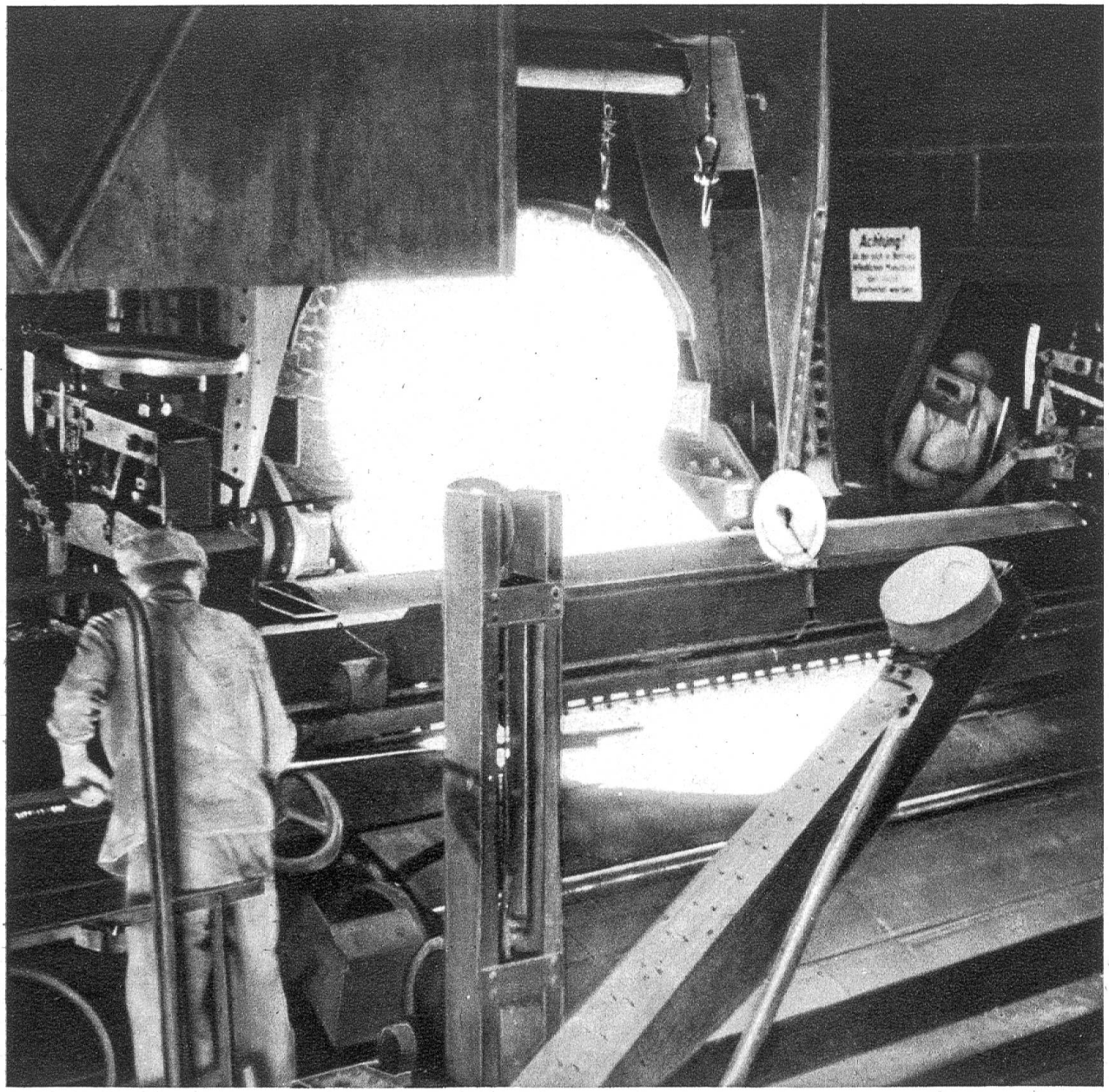

Abb. 2: Wie dickes Öl gleitet das flüssige Glas über das „Wehr" der Bicheroux-Maschine

machen, weil auch die größten auf diese Weise hergestellten Glaszylinder mit der Nachfrage nach immer größeren Spiegelglasscheiben nicht Schritt halten konnten.

Für die mechanische Herstellung von Spiegelglas gibt es verschiedene Verfahren. Zunächst versuchte man — bei dem Sievertschen Walzenzieh- und Blasverfahren — die Lunge des Glasbläsers durch Preßluft zu ersetzen. Dann gelang es mit dem Fourcaultschen Plattenzieh-Verfahren die Zylinderherstellung dadurch zu umgehen, daß man aus der flüssigen Glasmasse direkt Tafelglas senkrecht nach oben zog. Beim Bicheroux-Verfahren walzt man den Glasfluß unmittelbar zu Platten aus. Abbildung 2 zeigt das Auskippen eines Glashafens über den Walzen, die auf einem wandernden Ablegetisch die schmelzflüssige Glasmasse zu einer vier Meter breiten Platte auswalzen. Dabei entstehen allerdings im Gegensatz zum geblasenen Glas verhältnismäßig rauhe Oberflächen; deshalb war man gezwungen, das Glasschleifen zu einem billigen Massenverfahren zu entwickeln. Trotz der sorgfältigen Läuterung sind in den gewalzten Glasplatten immer noch einzelne Bläschen oder andere Verunreinigungen, die eine Spiegelglasscheibe um ihren Wert bringen würden. Mit Lampen und Lupen suchen deshalb Facharbeiter zunächst diese Glasfehler und kreiden sie an, damit sie bei der Aufteilung des Rohglasbandes in Glastafeln ausgemerzt werden können (Abb. 3).

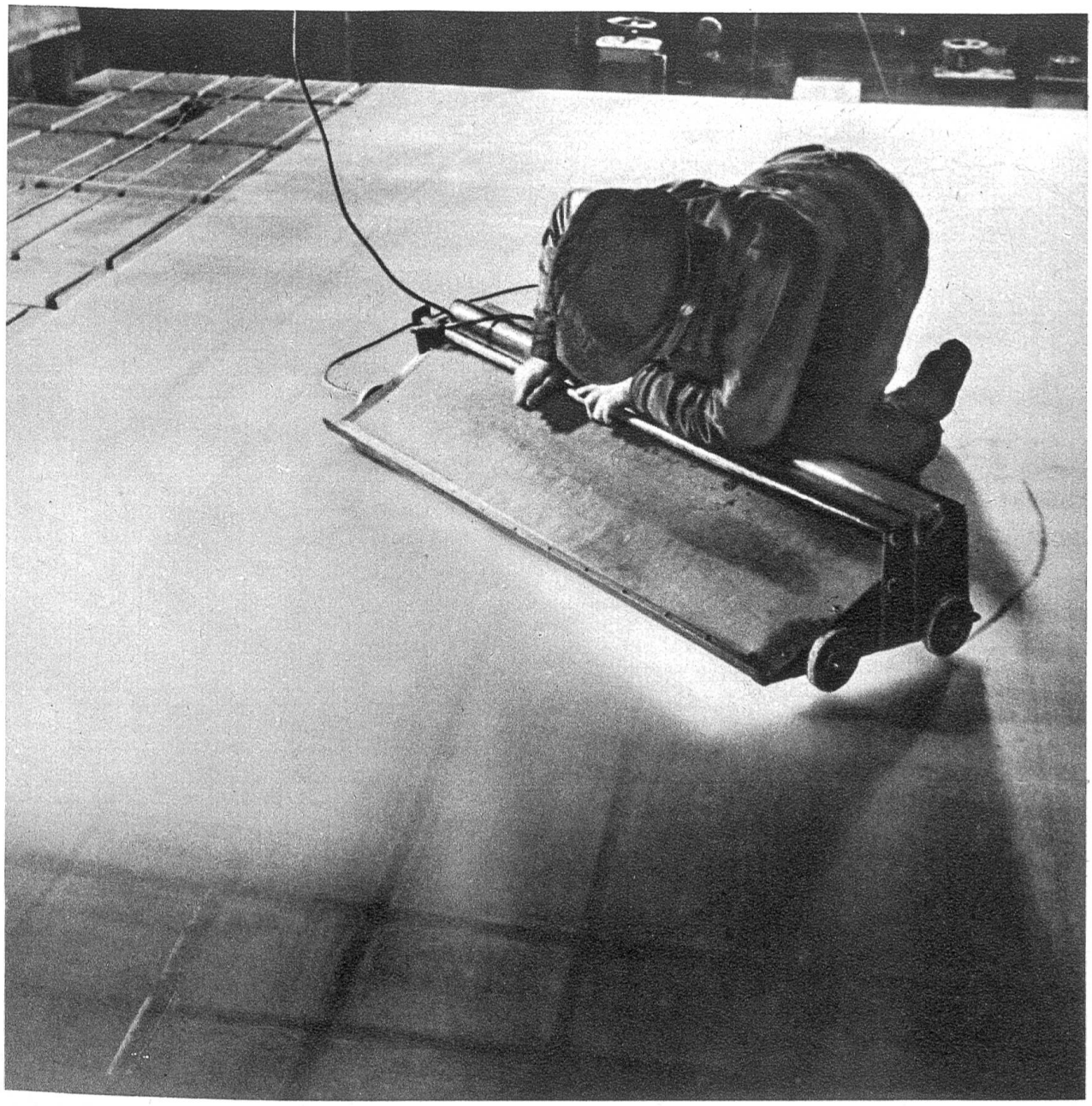

Abb. 3: Grünblau liegt das erkaltete Rohglas in großen Flächen. Ein Lampenwägelchen durchleuchtet seine jetzt noch trübe Tiefe. Jeder Gußfehler wird mit Kreide eingekreist

Das Schleifen der Rohglasscheiben, die mit besonderen Saugplatten (Abb. 5) transportiert und auf der Schleifvorrichtung eingebaut werden, beginnt mit dem Rauhschleifen durch scharfkantigen Glassand von ein bis zwei Millimeter Korndurchmesser (Abb. 1).

Jedes Sandkörnchen wirkt durch seine scharfen Kanten wie ein ritzendes Werkzeug, das eine Unzahl feinster Splitter aus der Oberfläche des Glases herausbricht. Mit grobem Schleifkorn wird in verhältnismäßig kurzer Zeit auf diese Weise viel von der Oberfläche abgetragen. Der Feinschliff, wie er dem Polieren vorhergehen muß, kann jedoch nur durch Verwendung immer feinerer Sandkörnungen erreicht werden; er endet schließlich mit Quarzsand von wenigen Hundertstel Millimeter Korndurchmesser. Während für Spiegelglas ausschließlich der billige Quarzsand verwendet wird, gebraucht man für das Schleifen optischer Gläser Pulver von Schmirgel, Korund, Silizium-Karbid oder gar Diamant. Diamantpulver leistet achtzehnmal so viel als Quarzsand, kostet aber rund dreißigtausendmal mehr. Jede, auch die einfachste Linse aus optischem Glas muß zum Schleifen viele Arbeitsgänge durchlaufen; dazu werden die Linsen auf besonderen Schleifköpfen befestigt (Abb. 8 und 9). Auf das Schleifen folgt schließlich das Polieren mit Eisenoxyd oder Zinnasche.

Abb. 4: Gehärtete Stahlrädchen werden an Linealen entlanggeführt und schneiden aus der großen Glastafel die gewünschten Stückgrößen heraus

Selbst die wertvollsten Schleif- und Poliermittel können aber Fehler in der Vorbehandlung nicht mehr ungeschehen machen. Es ist daher durchaus nicht gleichgültig, mit welchem Grobschleifmittel und vor allem mit welchem Druck die Gläser behandelt worden sind. Fast hat es den Anschein, als könnten sie sogar unter der Oberfläche Spuren der gröberen mechanischen Behandlung festhalten. Man vermag sie mit keinem Mikroskop zu entdecken, aber beim Feinschliff und Polieren treten sie als feinste Risse und Sprünge in Erscheinung. Das zwingt dann dazu, weitere Schichten wegzuschleifen, verteuert die Herstellung und kann dazu führen, daß Linsen unbrauchbar werden. Darum bedeutet in der Glastechnik auch heute noch die Erfahrung des Meisters und Handwerkers so viel. In jahrzehntelanger Erfahrung haben sie gefunden, wie man Fehler im Glas vermeiden kann, wenn sie dafür auch keine wissenschaftliche Erklärung zu geben vermögen.

Wenn man die Veredelung des Glases bis aufs äußerste zu steigern versucht, so zeigt sich, daß Glas — so durchsichtig und klar es auch sein mag — doch

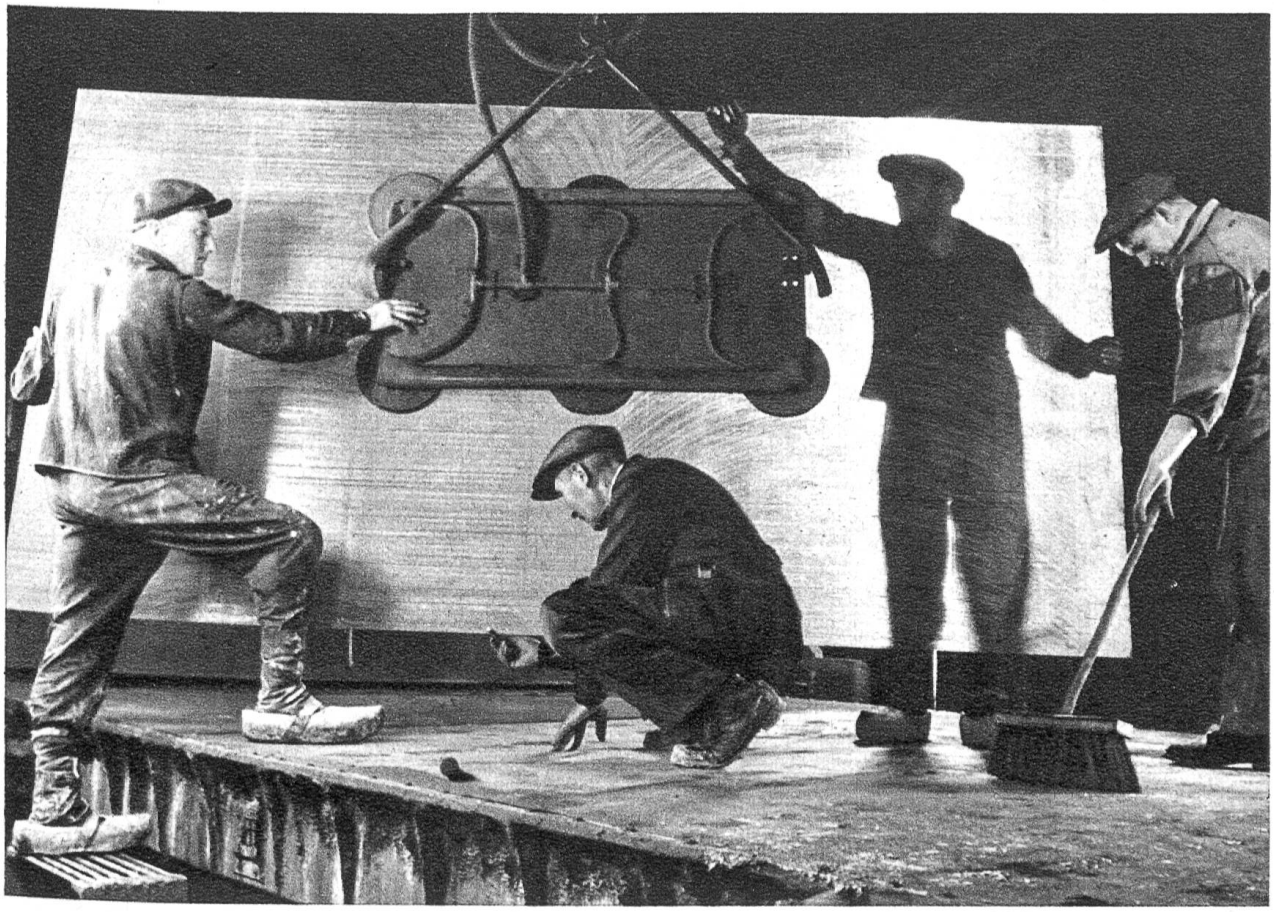

Abb. 5: Wenn eine Seite geschliffen und poliert ist, muß die Platte gewendet werden. Vorsichtig wird das Kristallspiegelglas mit Hilfe von Gummisaugfüßen transportiert

noch eine Fülle von Geheimnissen birgt. Um sie zu lösen, hat die optische Industrie sich Meßgeräte von höchster Feinheit geschaffen, die das Unsichtbare sichtbar und tastbar machen. Unter dem Spezialmikroskop sieht eine feingeschliffene Glasoberfläche eher einem wild zerklüfteten Gebirge ähnlich, und auch die verborgenen Spannungen in den tieferen Schichten des Glases, die sich erst später in der Bildung feinster Risse lösen, kann man durch die „Schlieren-Fotografie" sichtbar machen. Andere Geräte gestatten, in diese feinsten Risse und Klüfte hineinzutasten. Ein solches Oberflächenmeßgerät mißt die „Rauhtiefe" des Glases mit einer Meßgenauigkeit von einem Tausendstel Millimeter und ermöglicht die Vermessung und sogar die Filmregistrierung von Oberflächenprofilen bis hundert Millimeter Länge. So kann man genau prüfen, ob es sich überhaupt lohnt, ein geschliffenes Glas zu polieren. Man kann aber auch auf diese Weise für jede einzelne Glassorte die erreichbare Oberflächengüte und sogar die wirtschaftlichsten Arbeitswerte bei Verwendung der verschiedenen Schleifmittel von vornherein angeben. Es zeigt sich dabei, daß mit zunehmender Glashärte die Rauhtiefe abnimmt.

Die Vorgänge beim Schleifen und Polieren des Glases vollziehen sich aber zum Teil offenbar in Bereichen, in die selbst die besten Präzisionsmeßgeräte der optischen Industrie noch nicht einzudringen vermögen. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als Theorien zu Hilfe zu nehmen. Vorläufig herrschen hier noch zwei scheinbar ganz gegensätzliche Auffassungen. Nach der einen, die oben zur Erläuterung des Schleifvorganges bereits verwandt wurde, ist das Glas spröde. Für das Polieren jedoch nimmt eine andere Theorie an, daß sich die obersten Glasschichten so verhalten, als ob sie plastisch wären, so daß die gröberen Schleiffurchen und Löcher ohne Materialabhub eingeebnet werden. Dies plastische Verhalten des Glases scheint mit der Erfahrung in krassestem Widerspruch zu stehen. Aber die Wissenschaft hat doch, gestützt auf den Einblick in die Feinstruktur des Molekül-Aufbaus, Wege zur Lösung dieses Widerspruchs gewiesen. Die Festigkeit der Atom-Bindungen im Glas konnte man zunächst theoretisch berechnen; man kam dabei auf eine Festigkeit von tausend Kilogramm je Quadratmillimeter. Das ist hundertmal so viel, als die praktische Erfahrung dem Glas zubilligt, und liegt sogar noch über den Werten von Stahl.

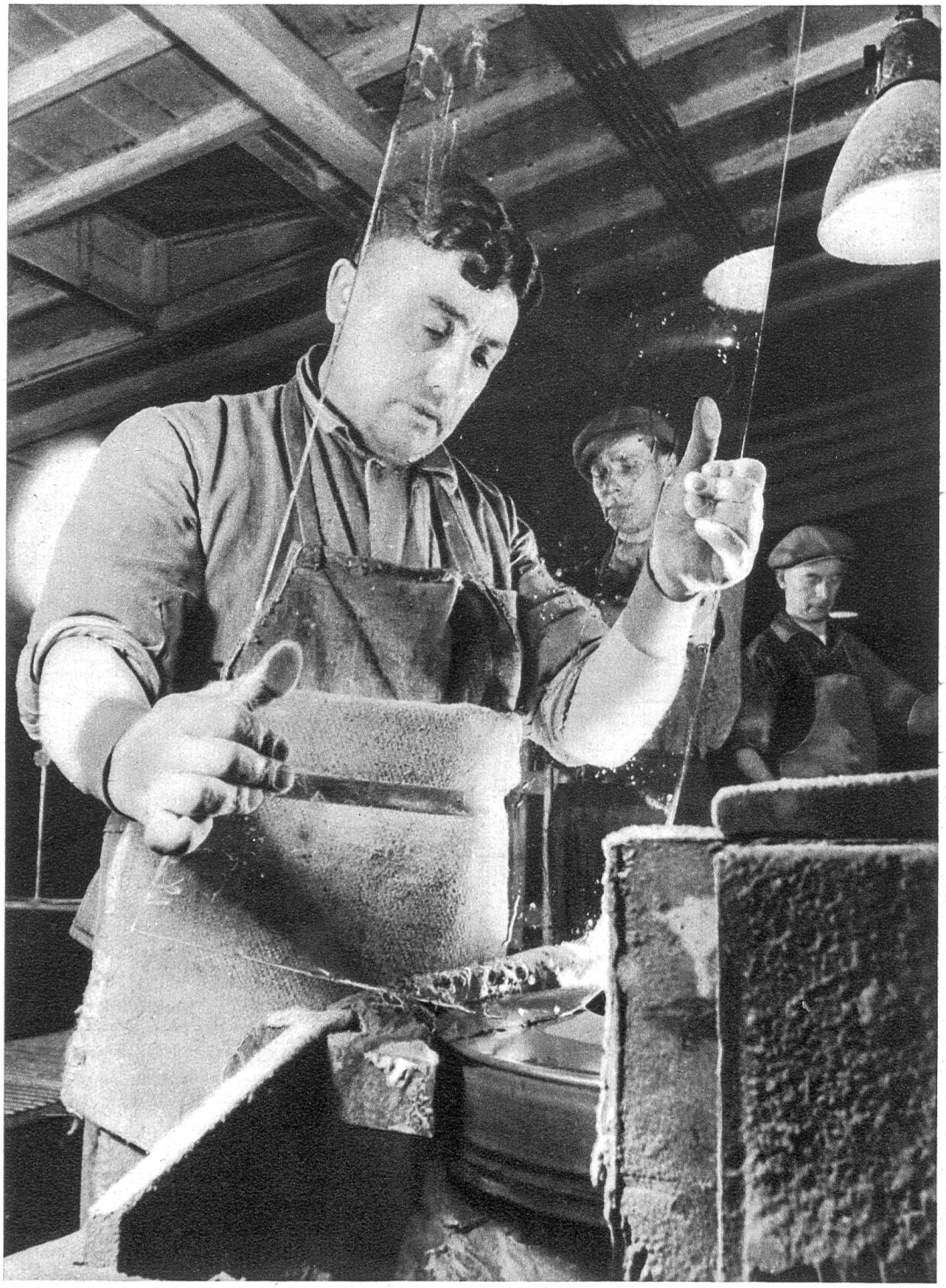

Abb. 6: Die Rundungen der Windschutzscheiben werden vor dem „Sekurisieren" erst mit dem Diamanten geschnitten und dann abgeschliffen. Später kann selbst der Diamant sie kaum bearbeiten

Wenn sich in der Praxis diese hohe Festigkeit nicht erreichen läßt, das Glas vielmehr spröde ist, so liegt das nach der Auffassung der „Kristallit-Theorie" daran, daß sich in ihm nur Kristallite von weniger als einem Tausendstel Millimeter ausbilden können; sie wachsen normalerweise im Glas nicht weiter, sondern bleiben voneinander durch ungeordnete Moleküle getrennt, ein Zustand, der für die Flüssigkeiten als kennzeichnend angenommen wird. Daher hat das Glas auch — im Gegensatz zu den Kristallen, die in ihrem Aufbau „richtungsabhängig" sind — nach allen Richtungen hin die gleichen Eigenschaften und ist damit ungeformt im Sinne der Kristallographie — es ist amorph. Man sieht deshalb allgemein den glasigen Zustand als eine „unterkühlte Flüssigkeit" an. Einen sehr anschaulichen Beweis dafür, daß sich Glas tatsächlich wie eine Flüssigkeit verhält, vermochte Prof. Schardin von der Universität Freiburg zu geben, der kürzlich auf der Glastechnischen Tagung in München an Filmaufnahmen zeigte, wie sich durch Schlag oder Stoß hervorgerufene Schwingungen wie Wasserwellen durch eine Glasplatte fortpflanzen (Abb. 7).

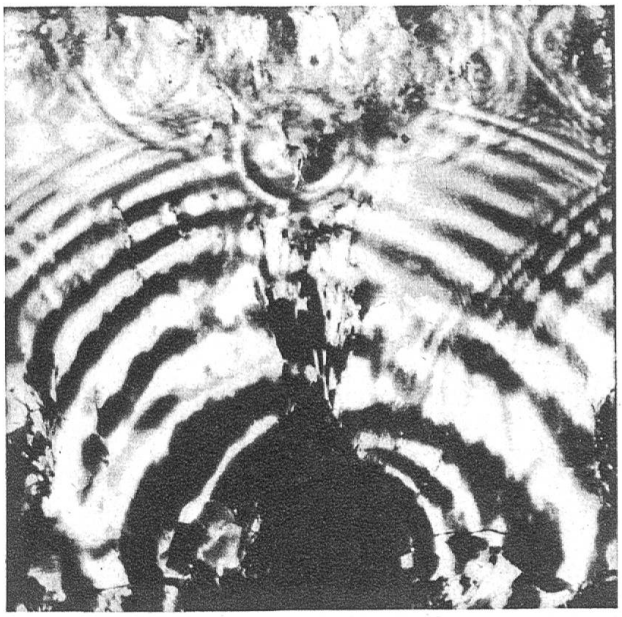

Abb. 7: Die wellenförmige Ausbreitung eines Stoßes in einer Glasplatte

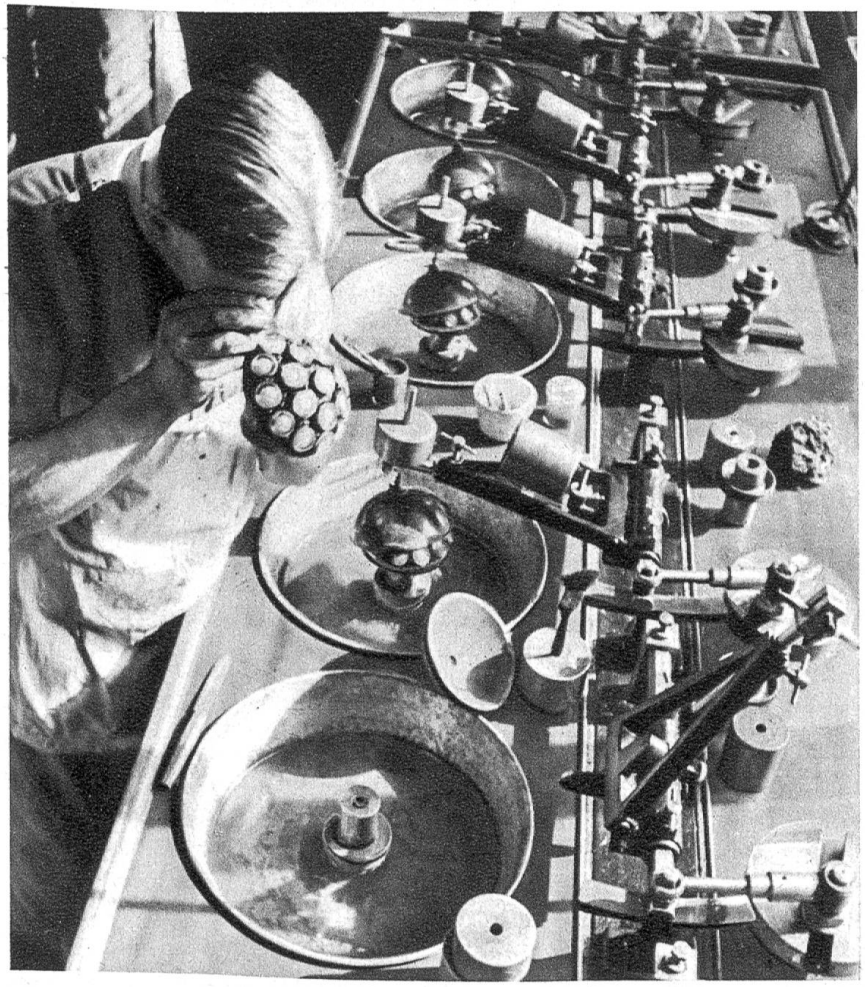

Abb. 8: Optiker bei der Kontrolle des Poliervorganges an einer Vielspindelmaschine zum Schleifen und Polieren von Linsen

Nach einer anderen Theorie erklären sich die Eigenschaften des Glases aus dem Zusammenschmelzen von Stoffen mit so verschiedenen Bindungsverhältnissen, daß sie sich überhaupt nicht zu Gebilden von einheitlicher Bindungsart und Festigkeit zusammenbauen lassen. Diese „Netzstruktur - Theorie" stützt sich darauf, daß die Gläser tatsächlich nur aus Gemischen verschiedener Stoffe entstehen.

Das Wertvolle an der Kristallit-Theorie ist, daß sie zur Verbesserung der Eigenschaften des Glases anregt. Das kann schon geschehen durch Erhitzen und Abschrecken des Glases. Dadurch wird eine so große innere Spannung hervorgerufen, daß solche Gläser in zahllose Stücke zerbröckeln, wenn die Oberfläche verletzt wird. Darauf beruht eins der Verfahren zur Herstellung von Sicherheitsgläsern. Windschutzscheiben aus solchem Sicherheitsglas müssen durch Zuschneiden und Schleifen erst in ihre endgültige Form gebracht werden (Abb. 6), ehe sie erhitzt und abgeschreckt werden dürfen.

Abb. 9: Prüfung des Bearbeitungszustandes von Linsen auf dem Polierkopf

Auch die um das Zehn- bis Dreißigfache höhere Festigkeit feiner Glasfäden weist darauf hin, daß uns das Glas noch die Lösung manchen Geheimnisses vorenthält. Geht man mit der Feinheit der Glasfäden bis auf ein Tausendstel Millimeter herunter, so kommt man sogar der theoretischen Festigkeit von tausend Kilogramm je Quadratmillimeter schon sehr nahe.

Das Streben nach ständiger Verbesserung, vor allem der optischen Gläser, hat in den letzten Jahren bereits über die Oberflächenvergütung durch Schleifen und Polieren hinausgeführt. Wie man Metalloberflächen seit langem durch Überzüge anderer Metalle zu verbessern gelernt hat, so gelang es auch, polierte Glasoberflächen weiter zu veredeln, indem man darauf ganz dünne Überzüge erzeugte. Das geschieht durch Aufdampfen von Metallen oder Salzen oder durch Ätzen oder durch Auslaugen. Diese Oberflächen-Schichten dienen vorwiegend der Verbesserung optischer Eigenschaften, vor allem der Verminderung der oft störenden Reflexion.

Dr. H. W. Flemming