

BELLA DISHUR

# Der gläserne Strom







BAND 20



# Der gläserne Strom

1

von Bella Dishur

DER KINDERBUCHVERLAG

Übersetzt aus dem Russischen von Dr. M. Hummeltenberg  
Titel der Originalausgabe: *Стеклянная река*

EINBAND UND ILLUSTRATIONEN: HELMUT KLOSS

Alle Rechte vorbehalten

Printed in the German Democratic Republic

Lizenz-Nr. 304-270/243/64-(21-VII C)

Satz: Sachsendruck Plauen

Druck: Karl-Marx-Werk Pößneck V 15/30 · 2. Auflage

ES 9 F

**Nicht dem Golde zur Ehre  
und nicht den edlen Steinen –  
doch dem Glase zum Lobe  
sing ich preisend mein Lied.**

M. W. LOMONOSSOW

## DAS GEHEIMNIS DER GLASPERLEN

Zwanzig Kilometer von der russischen Stadt Perm entfernt liegt das Dorf Gljadenowo, in dessen Umgebung vor fünfzig Jahren einige Archäologen arbeiteten. Sie machten Ausgrabungen am hohen Ufer der Unteren Muljanka, eines Nebenflusses der Kama, und entdeckten hier eine Erdschicht, die fast durchweg aus Asche und Tierknochen bestand. Viele Knochen waren stark zerbröckelt. An den heil gebliebenen aber konnte man feststellen, daß es Knochen vom Luchs, Biber, Hirsch, Bären, Schwein, Hammel, Pferd und Stier waren.

Neben den Knochen fand man jedoch in der Asche andere wunderbare Dinge.

Klopfenden Herzens entfernten die Archäologen den vielhundertjährigen Staub, fotografierten die Funde, verpackten sie und trugen sie in ihre Studierzimmer. Eine gewaltige Arbeit stand ihnen bevor.

Die Gelehrten nannten diesen zweieinhalbtausend Quadratmeter großen Platz die Knochenstätte von Glijadenowo. Sie sind der Meinung, daß die alten Bewohner des Kama-Gebiets hier vor zweitausend Jahren ihren Göttern Opfer brachten.

Als Gott mochte damals eine Tanne mit weit herabhängenden Zweigen gedient haben oder einfache hölzerne Pfosten, aus denen man das Bild von phantastischen Wesen mit spitzem Kopf und langer Nase herausgeschnitten hatte.

Hierhin wurden die Rentierherden getrieben, die Hammel und die Stiere. Hier vollzog sich die Opferfeier.

An einem Platz, nicht weit von der Gottheit entfernt, wurden die Tiere geschlachtet. Mit ihrem Blut bestrich man dem Gott die Lippen; den Kopf des geschlachteten Tieres hängte man zusammen mit dem Fell an die Zweige des nächsten Baumes. Das ausgeweidete Tier briet man über dem Feuer und verzehrte es.

Hoch stiegen die Flammen zum Himmel empor. Mächtige Kiefern und Tannen waren die schweigenden Zeugen des lärmenden Mahles.



Doch nicht nur getötete Tiere wurden der Gottheit zu Füßen gelegt, sondern auch verschiedenartige wertvolle Geschenke. Die Jäger brachten ihre besten Pfeile herbei, mit denen es ihnen geglückt war, den Bären oder den Luchs zu erlegen. Die Frauen hängten an den Götzenbildern ihre Schmucksachen auf sowie Kleidung und Geschirr. Als gutes Opfer wurden auch geschnitzte Bilder von Tieren und Menschen angesehen.

Die Opferfeier zog sich mehrere Tage hin. Dann setzten sich die Menschen auf ihre Pferde und ritten wieder zurück in ihre fernen Dörfer.

Das Feuer erlosch. Aber alles, was die Flammen nicht ergreifen konnten, blieb unter der Asche erhalten und überdauerte die Jahrhunderte.



So fand man auf der Knochenstätte von Gljaděnowo neunzehntausend erhaltene Gegenstände: die Figur eines Elens mit richtig dargestelltem Gehörn, aber mit der Schnauze eines Ungeheuers, weit geöffnetes Maul und gefletschte Zähne; die kleine Bronzestatue eines Bären; einen Vogel mit drei Köpfen, der ein menschliches Gesicht auf der Brust trägt; eine Darstellung von einem Menschen, der eine Schlange in der Hand hält; eine Schlange in Gestalt einer wellenförmigen Linie mit schmalen Köpfchen; ein Plättchen mit einem Drachen darauf, der sich zu einem Knäuel zusammengerollt hat und andere Fabelwesen, menschenähnliche Vögel, Bilder von Reitern, Jägern und eine Unzahl von Pfeilen, Pfeile aus Stein, aus Knochen, aus Bronze, aus Eisen.

Viele Jahre lang haben die Archäologen die Funde von Gljaděnowo studiert. Sie haben sie nach dem Alter sortiert, nach Jahrhunderten und Epochen, und dabei versucht, herauszufinden, was von den Einheimischen hergestellt und was von den Nachbarvölkern mitgebracht wurde. Alle neunzehntausend Gegenstände waren Rätsel für die Wissenschaftler. Wer hat sie geschaffen? Wann war das? Wo war das?

Unter den neunzehntausend Funden waren dreizehntausend Perlen, die meisten aus Glas gemacht.

„Sagen Sie“, fragte ich einen Archäologen, als wir miteinander im Museum von Swerdlowsk diese

schönen alten Schmucksachen betrachteten, „verstanden die Bewohner des Ural eigentlich, Glas herzustellen?“

„Nein“, entgegnete er, „sie waren geschickte Schmiede, Holzschnitzer und Steinmetzen, aber Glasmacherwerkstätten sind im Ural nicht gefunden worden. Die Perlen von Gļadenowo sind wahrscheinlich auf Handelswegen ins Land gekommen.“

„Aber wenn Sie nun bei neuen Ausgrabungen eine solche Werkstatt finden würden, in der man diese Dinge hätte herstellen können?“

Der Archäologe lächelte. „Kaum, doch sollten wir sie finden, dann werden wir uns ans Studium machen. Doch bis jetzt ...“

Er bewegte die Hände, gleichsam als mache er mir den Vorschlag, in meinen Vermutungen nicht unwissenschaftlich zu werden.

Ich aber sann darüber nach, wie sehr man doch die Wissenschaft lieben und nach der Wahrheit streben muß, um sich mit der Erforschung dieser Altertümer zu befassen.

Da lagen vor mir nun gläserne Perlen; die einen ähnelten einem farbigen halbdurchsichtigen Tropfen, die anderen einem mattfarbigen Steinchen; große, kleine, längliche, runde, birnenförmige. Auch der Farbe nach waren sie verschieden: Da gab es blaue, gelbe, grün gemusterte, schwarze, goldfarbene, braune, solche, die wie matter Samt aussahen, wieder andere von einem zarten Rosa.

Durch das jahrhundertelange Liegen in der Erde waren die Farben etwas verblaßt. Und das gab den Perlen etwas besonders Geheimnisvolles. Ein Mädchen eines in ferner Vergangenheit lebenden Stammes hatte damit seinen Hals geschmückt, ehe es sie dem hölzernen Gott zum Opfer brachte.

Es war für das Mädchen ein großes Opfer. Aber es hatte sich tapfer von seinem Schmuck getrennt. Es glaubte an die Macht des häßlichen Holzbildes, das ihm Glück bringen sollte.

Aber was für ein Glück erwartete dieses Mädchen? Wovon träumte es?

Vielleicht versprach ihm der Vater – ein tapferer Jäger und Fährtsensucher – einen noch besseren Glasschmuck zu besorgen. Er machte zum Tausch ein weiches Fellchen des Zobels zurecht und ging auf die Höhen am Fluß, wohin zuweilen die Jäger von den benachbarten Stämmen auf ihren Booten kamen. Bei ihnen konnte der Vater diesen wunderbaren, strahlenden Schmuck erwerben.

### **Zu Schiff auf großer Fahrt**

Schon in der entferntesten Vergangenheit pflegten die verschiedenen Stämme und Völker Verkehr miteinander. Das konnten weder dichte Wälder, wilde Gebirgsflüsse noch die Weiten des Meeres verhindern.

Die Stämme tauschten untereinander nicht nur solche Dinge, die sie selbst hergestellt hatten, sondern auch Gegenstände, die sie wiederum von anderen Nachbarn erworben hatten.

So gelangten zum Beispiel bronzene Messer und Gegenstände aus den Steinen des Ural bis zum Kuban. In den Ural kamen Dinge aus dem Kaukasus, aus Mittelasien, aus dem Land am Dnepr und von den Küsten des Schwarzen Meeres.

In die Hände der Archäologen gelangten sogar Funde, die von noch weitergehenden Verbindungen erzählten. Bei Swerdlowsk grub man einen prachtvollen Becher persischer Herkunft aus. Zweieinhalb Jahrtausende hatte er in der Erde gelegen, zusammen mit Tonscherben, einer kreisrunden Scheibe aus Stein zum Feuerschlagen und einem Messer. An der Mündung des Tschussowajaflusses fand man eine kleine Statue des ägyptischen Gottes Amon.

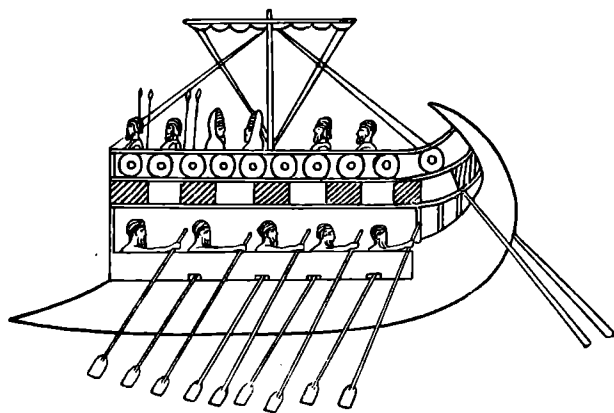
Wie kam der ägyptische Gott von den Ufern des Nil an die Tschussowaja?

Auch der Weg der gläsernen Perlen zur Knochenstätte von Gljadenowo war weit.

Um diesem Weg nachzugehen, muß man die Kama hinuntersegeln, dann einige Tage die Wolga abwärts fahren, die großen Weiten der Steppen bezwingen und schließlich zum Nordufer des Schwarzen Meeres vordringen.

Wo heute die Stadt Kertsch steht, lag im Altertum die griechische Handelsstadt Pantikapaion.

Lärmend und voller Menschen war Pantikapaion. Stimmengewirr erfüllte seine Straßen. Griechen, Skythen, Sarmaten, Bewohner des Landes Sindh, Kaufleute und Seefahrer, Sklaven und angesehene Herren traf man in der Stadt. Große Teile der Stadt wurden von Kornspeichern eingenommen. Im Hafen roch es nach Fisch. Mächtige Schiffe, mit Getreide und goldglänzenden Stören beladen, stachen in See und brachten die Ladung weit nach Süden. Und vom Süden her – aus Griechenland und aus Ägypten – kamen ebenfalls auf Schiffen wohlriechende Essenzen, Gewürze und Geschirr, kunstvoll bemalte Vasen und Perlen aus Glas.



Von Pantikapaion zog man weiter zum Kaspischen Meer, fuhr die Wolga hinauf bis zu den Ufern der Kama, bis zum Ural, bis zu jenem Mädchen in weiter Ferne, das seinen Halsschmuck dem hölzernen Götzen zum Opfer brachte.

### **In einem ägyptischen Grabmal**

Über zweitausend Jahre hatten die gläsernen Perlen in der Asche der Knochenstätte von Gljadnowo gelegen. Eine lange Zeit! Wieviel Menschengeschlechter waren in diesem Zeitraum aufeinander gefolgt! Staaten waren untergegangen, neue entstanden. Über die Erde wurden Eisenbahnen gelegt, in den Himmel hinauf stiegen die Flugzeuge, Rundfunk und Fernsehen halfen den in den entferntesten Winkeln der Erde wohnenden Menschen, miteinander in Verbindung zu treten, Gelehrte entdeckten neue Welten, Revolutionen veränderten die gesellschaftliche Ordnung, doch die gläsernen Perlen schlummerten reglos unter einer Ascheschicht, Seite an Seite mit bronzenen Vögeln und Elentieren, die die Gestalt von Wölfen hatten. Nur ihre leuchtenden Farben waren ein klein wenig blasser geworden.

Wie auch immer diese Perlen ihres Alters wegen geschätzt wurden, die Archäologen entdeckten gläserne Gegenstände, die noch viel älter waren. Die meisten fand man in Ägypten.

Dieses Land hatte schon in vergangenen Jahrhunderten die Wissenschaftler aus verschiedenen Ländern angezogen.

Der altgriechische Historiker Herodot, der vor zweieinhalb Jahrtausenden lebte, hatte bereits Interesse an Ägypten gefunden und deswegen seine Städte bereist. Er war in den Tempeln gewesen und auf den Märkten, hatte die Lieder der Dichter und die Erzählungen des begabten Volkes angehört.

Die Bücher Herodots, in denen er seine Reise durch Ägypten beschreibt, waren für die Wissenschaftler der nachfolgenden Jahrhunderte sehr wertvoll.

Das Interesse an Ägypten wuchs. Die Gelehrten konnten sich nicht mit dem zufriedengeben, was sie aus den Büchern Herodots oder anderer alter Geschichtsschreiber erfahren hatten.

Man begann, in dieses Land, wo heiße und trockene Winde wehen und am Himmel lange Monate hindurch sich auch nicht eine Wolke zeigt, wo viele Jahrhunderte lang die Ausländer als Feinde angesehen wurden und jeder Reisende sein Leben aufs Spiel setzte, man begann, in eben dieses rätselhafte Land Expeditionen zu entsenden.

Besonders viele Reisen nach Ägypten wurden am Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts unternommen, nachdem der französische Kaiser Napoleon sich angeschickt hatte, dieses Land, das damals dem türkischen Sultan gehörte, zu erobern. Im Gefolge des französischen Heeres be-



fanden sich auch Wissenschaftler. Es war ein beschwerlicher Feldzug. Doch die Berichte der in ihr Heimatland zurückgekehrten Wissenschaftler waren so verlockend, daß Dutzende andere ihrem Beispiele folgten: Engländer, Deutsche, Russen, Amerikaner.

Bis in unsere Tage hinein ist das Interesse an Ägypten wachgeblieben; viele Forscher studieren in Ägypten die alten Kulturstätten. Von einem von ihnen, von dem englischen Archäologen Howard Carter, will ich hier mehr erzählen.

Es war im Jahre 1922. Die Zeitungen berichteten, daß an einem klaren Novembermorgen eine Gruppe von Archäologen unter der Leitung Carters an einem Felsen im Tal der Könige Treppentufen entdeckt hatte. Die Archäologen stiegen auf diesen Stufen, die sie vorher von Schutt und jahrhundertealtem Staub gesäubert hatten, in die Tiefe des Felsens hinab.

Das Tal der Könige ist ein Friedhof, auf dem vor Jahrtausenden die alten Ägypter ihre Pharaonen, also ihre Herrscher, begruben. Es liegt gegenüber der alten ägyptischen Hauptstadt Theben, in den düsteren Felsen des Westufers des Nil.

Das Wort „Friedhof“ erklärt aber keineswegs das, was sich dem Besucher des Tals der Könige eröffnet.

Dort besteht jedes Grab aus einigen großen Sälen, Korridoren und Galerien, die aus dem Felsen her-

ausgehauen sind. Nur wenn man durch eine Reihe unterirdischer Kammern hindurchgeht, kann man zu dem Hauptraum gelangen, in dem der Pharao begraben liegt.

Im allgemeinen ließen die Pharaonen diese Grabmäler bereits zu ihren Lebzeiten erbauen.

Hunderte kriegsgefangener Sklaven weißelten die düsteren Säle, die Gebetskammern und die weiten Korridore aus. Die besten Künstler bemalten die unterirdischen Gemächer mit grellfarbenen Bildern aus dem Leben der Pharaonen. Die Bildhauer formten Statuen aus dem Gestein, die ägyptische Götter oder den Pharao selbst darstellten. Dichter verfaßten Verse, in denen die Taten des Pharao gepriesen wurden, seine Tapferkeit, sein kriegerischer Mut, seine Göttlichkeit. Strophen aus diesen Gedichten wurden an die Wände der Grabmäler geschrieben.

In diesen prunkvollen Gemächern ruhten die verstorbenen Machthaber Ägyptens.

Die Ägypter glaubten nämlich, daß die Seele eines Menschen auch nach seinem Tode weiterlebe und er deshalb alle die Dinge weiter haben müsse, die er zu Lebzeiten besaß. Aus diesem Grunde begrub man auch mit verstorbenen ägyptischen Handwerkern oder Bauern, die allerdings nach ihrem Tode keine prunkvollen unterirdischen Räume erhielten, deren ganze armselige Habe: das einzige Gewand, einen Becher und das Werkzeug, womit sie sich im Leben ihr Brot erworben

hatten. Mit dem Schneider wurde seine Nadel begraben, mit dem Holzfäller seine Axt und mit dem Bauern seine Hacke.

Mit den Pharaonen aber begrub man kostbare Schätze.

Das alles war schon seit langem bekannt. Die Wissenschaftler, die die königlichen Grabmäler untersucht hatten, fanden dort nicht selten interessante Dinge, die aus Gold, Elfenbein, wertvollen Steinen oder Glas gemacht waren.

Aber nicht einem Wissenschaftler war es bisher gelungen, ein Grabmal in unberührtem Zustand zu sehen; denn alle Grabmäler waren schon lange Zeit, bevor die Wissenschaftler nach Ägypten kamen, zerstört und die Wertgegenstände meist entwendet worden.

Was suchte nun Carter, als er in die Tiefe des Tals der Könige hinabstieg? Was hoffte er zu finden, als er die Stufen reinigte, die zum Grabmal hinunterführten?

Viele Archäologen verspotteten Carter. Seine Absicht war, das Grab Tut-anch-amons, des jungen ägyptischen Herrschers, zu finden, der vor 3300 Jahren gestorben war.

Dieses Grabmal hatte man bisher noch nicht entdeckt. Und Carter war der Hoffnung, daß das Grab dieses Pharaos irgendwo im Schoße des Tales der Könige verborgen liege.

Ein noch unberührtes Königsgrab zu öffnen, zu studieren, wie ein Pharaos begraben ist, war für

die Wissenschaft sehr wichtig. Wie schwierig aber die Nachforschungen waren, kann man allein schon daraus schließen, daß sie im Jahre 1917 begonnen wurden, aber erst im Jahre 1922 zur Entdeckung der versiegelten Tür in der Tiefe des Felsens führten.

Man kann sich vorstellen, in welche Erregung die Wissenschaftler gerieten, als sie die Siegel an der Tür erbrachen. Was würde sie dort erwarten hinter dieser Tür, die beinahe dreieinhalb Jahrtausende verschlossen gewesen war?

Den Gelehrten schlug aus der unterirdischen Behausung eine schwüle Luft entgegen. Ihren Augen aber eröffnete sich ein märchenhaftes Bild.

Hunderte Gegenstände von außergewöhnlicher Schönheit waren hier zusammengetragen worden: goldene Sessel und Wagen, aus Holz geschnitzte und mit bunten Steinen verzierte Stühle, Vasen, weiße durchscheinende Gefäße, auf deren Boden



sich eine sehr zähflüssige, aber immer noch wohlriechende Flüssigkeit erhalten hatte, Statuen, viel Schmuck, hölzerne Kästen mit der Wäsche und den Kleidern des Herrschers, Straußenfedern und Fächer, verdorrte Blumen und sogar Kästen mit Speise.

Carter beschreibt in seinem Buch all diese im Grabmal des Tut-anch-amon gefundenen Gegenstände.

Er erzählt auch von der Erregung, die alle ergriff, als hinter dieser Kammer noch eine zweite entdeckt wurde. Hier stand ein hohes Gerüst, dessen Sinn zu erkennen ihnen erst nach einigen Tagen gelang. Unter zahlreichen Hüllen verborgen lagen Säрге, einer in dem anderen eingeschlossen: der äußere ein steinerner, darinnen ein hölzerner, der mit Blattgold ausgeschlagen war, und schließlich ein kleiner Sarg aus massivem Gold, der die Mumie des jungen, hageren Pharaos barg.

Man könnte noch viel erzählen von den Brokatgewändern des Pharaos und den kostbaren Spangen auf seinen Schuhen, von seinen Ringen, seinen Armbändern und weiterem goldenem und silbernem Schmuck.

Doch uns interessiert etwas anderes: Entdeckte man unter all diesem Reichtum auch Gegenstände aus Glas?

Ja! Farbige Glas schmückte die hölzernen Kästen und Möbelstücke. Die Kleidung des Herrschers war mit Glasperlen bestickt. Gläserne Tassen und



Krüge standen um das Grab herum, und schließlich hatte die in Stein gehauene Maske, die auf dem Deckel des goldenen Sarges lag, Augenbrauen und Augen aus prachtvollem blauem Glas.

Die Entdeckungen des Archäologen Carter vermittelten der Wissenschaft umfangreiches und interessantes Material. Jetzt wurde klar, wie die Ägypter ihre Herrscher begraben hatten. Man erkannte aber auch, daß in Ägypten schon vor

3300 Jahren kunstverständige Meister der Glas-  
macherkunst gelebt hatten.

Aber die gläsernen Funde aus dem Grabmal Tut-anch-amons sind noch nicht die ältesten, denn anderen Gelehrten gelang es, gläserne Gegenstände aus einer noch früheren Zeit zu finden. Einer dieser Funde kommt dem Engländer Flinders Petry zu.

## **Das Auge des Pharao und das blaue Medaillon**

Der englische Archäologe Flinders Petry widmete sein ganzes Leben dem Studium verschiedener Altertümer. Besonders oft reiste er in Ägypten umher, denn er war Mitglied der Englischen Gesellschaft zur Erforschung Ägyptens. Zusammen mit anderen Archäologen untersuchte Flinders Petry Dutzende von Grabmälern und fand Hunderte interessanter Dinge. Er kannte dieses uralte Land gut, in dem schon vor Jahrtausenden arbeitsame Bauleute lebten, Ackerbauern, Chemiker, Töpfer und Glasmacher.

Als er eines Tages mit einer Laterne in ein dunkles, altes Grabmal hineinleuchtete, erschrak er gewaltig. Aus einer Ecke heraus starrte ihn ein Auge an.

Petry ging darauf zu. Die Ecke war leer, auf dem Boden aber lag – ein Menschenauge.

Als der Gelehrte es aufhob, stellte er fest, daß es aus Glas gemacht war. Die kunstvolle Färbung, die der natürlichen Färbung eines Auges sehr nahe kam, die tiefschwarze Pupille, die naturgetreue Nachahmung, versetzten Flinders Petry in Erstaunen.

Wie groß aber war erst seine Verwunderung, als er beim näheren Betrachten des Fundes eine Inschrift aus Hieroglyphen entdeckte. Es stellte sich heraus, daß das Auge dem ägyptischen Pharao

Amenhotep I. gehört hatte, der vor 3600 Jahren lebte.

Einige Wissenschaftler, die von dem Funde Petrys hörten, glaubten nunmehr, daß sie jetzt schon nahe am Ziel der Forschung wären, nämlich, daß sie das Zeitalter festgestellt hätten, in dem das Glas geboren wurde. Sie meinten, das künstliche Auge Amenhoteps I. müsse einer der ersten aus Glas hergestellten Gegenstände der Welt sein.

Bald darauf wurde aber eine andere Entdeckung bekannt. Ein noch älteres Medaillon wurde gefunden, daß einer angesehenen Ägypterin gehört hatte.

4000 Jahre lag es in der Erde. Als die Gelehrten es ans Licht zogen, waren alle tief beeindruckt von dem feinen Geschmack des Meisters, der es hergestellt hatte.

Das Medaillon besteht aus einer eiförmigen Glasplatte von himmelblauer Farbe. Das Oval wird von einem Rähmchen aus blauen und weißen gläsernen Quadraten umgeben, wobei jedes Viereck für sich wieder von einem blauen Streifen eingefast wird.

Im Mittelfeld des Medaillons ist eine Kuh mit weißen und schwarzen Flecken abgebildet. Für die Ägypter war die Kuh ein heiliges Tier, vor dessen Bild sie sich verneigten.



## Aus Soda, Sand und Kalk

Wollten wir alle Glasgegenstände aufzählen, die von Wissenschaftlern in ägyptischen Gräbern gefunden wurden, dann ergäbe das einen großen Katalog. In ihm würden Dutzende von Vasen und Tausende von Gefäßscherben Aufnahme finden, daneben Parfümfläschchen und gläserner Halschmuck, bunte Glasstückchen, die so ähnlich aussehen wie Saphire, Rubine und Smaragde. Sie zierten die Kronen ägyptischer Herrscher.

All diesen Fundstücken nach zu urteilen, konnten sich nur reiche Ägypter solche gläsernen Gegenstände leisten.

Die Armen trugen keine Kleider, die mit Glasmelz bestickt waren, und bewahrten keine duftenden Flüssigkeiten in kostbaren gläsernen Fläschchen auf.

Halbnackt und bis zu den Knien im Wasser stehend, gewannen sie das Soda, schleppten auf ihrem Rücken Säcke voll Sand oder schlugen Kalkbrocken auseinander, fast erstickend im beißenden Staub.

Soda, Sand und Kalk wurden zur Herstellung des Glases gebraucht. Den ägyptischen Glasmachern mangelte es nie an diesen Rohstoffen: Sand und Kalk fand man überall, und die zahlreichen ägyptischen Seen waren reich an Soda.

Die Erforscher Ägyptens hofften in diesem Lande, in dem Rohstoff für die Glasherstellung im Überfluß vorhanden war und so viele gläserne Gegen-



stände sich erhalten hatten, auch eine Darstellung über die Arbeit der ersten Glasmacher zu finden.

Ohne Zweifel ist irgendwo noch eine Papyrusrolle erhalten, auf der die Geschichte der Entstehung dieser Kunst aufgezeichnet ist. Und die müssen wir finden! So dachten die Gelehrten.

Es vergingen Jahre, Jahrzehnte, doch der lang erwartete Papyrus wurde nicht gefunden.

Dafür entdeckten die Archäologen aber in einem der alten Grabmäler etwas sehr Wichtiges, wenn es auch, rein äußerlich gesehen, durchaus nichts Anziehendes besaß. Es war nämlich nur ein kleines grünliches Steinchen, neun Millimeter lang und fünf Millimeter breit.

Dieses unansehnliche Steinchen aus einem alten Grabmal zog die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf sich. Es entstand sogar ein wissenschaftlicher Streit darum. Einige meinten, daß man nun endlich

das Erzeugnis eines der ersten Glasmacher gefunden habe. Andere wieder lachten über diese Vermutung: Das Grabmal, in dem wir das Steinchen gefunden haben, ist fünfeinhalbtausend Jahre alt, meinten sie. Es wird doch niemand glauben wollen, daß die Menschen bereits zu dieser Zeit Glas machen konnten? Dieses Fundstück hat keinerlei wissenschaftlichen Wert! Man hält etwas für Glas, was in Wirklichkeit nur ein Stückchen einfachen Quarzes ist.

Natürlich war es sehr wichtig, sich darüber klarzuwerden, was denn nun eigentlich gefunden worden war: Quarz, ein sehr häufiges Mineral also, oder ein Stück Glas?

Die Archäologen wandten sich wegen der Aufklärung dieses Geheimnisses an die Chemiker.

Die Chemiker machten sich an die Arbeit: Sie zerkleinerten das Fundstück der Archäologen, stampften es zu Pulver und begannen seine Zusammensetzung zu untersuchen.

Bald darauf konnten die Chemiker mitteilen, daß der von ihnen untersuchte Gegenstand ein Glasstück sei. Sie konnten sogar die Formeln der Stoffe aufzeichnen, aus denen er zusammengesetzt war. Die Chemiker erklärten, daß dieses uralte Glas aus Quarzsand, Soda und Kalk bestehe.

Damit war festgestellt worden, daß die Menschen das Geheimnis der Glasherstellung schon vor fünfeinhalbtausend Jahren kannten.

## MEISTER DER ANTIKE

Vor vielen Jahrhunderten gab es an den Ufern des Tigris und Euphrat die mächtigen Staaten Assyrien und Babylonien. Längst sind sie zerfallen, aber doch wissen wir einiges von den Völkern, die diese Länder bewohnten.

Sie kannten verschiedene Wissenschaften, Handwerke und Künste. Sie hatten große Architekten, Maler, Chemiker und Glasmacher.

Unter den Trümmern der Paläste wurden auch Erzeugnisse aus Glas gefunden, die an Schönheit



den ägyptischen nicht nachstehen. Aber über diese Funde freuten sich die Gelehrten weniger als über einige einfache Tontäfelchen, auf denen man rätselhafte Zeichen sehen konnte.

### **Urkunden aus Ton**

Was waren das für Zeichen? Waren es Buchstaben einer uns unbekanntes alten Sprache? Welche Geheimnisse mochten sie hüten? Es vergingen viele Jahre, bis man sie lesen konnte.

Aus diesen unansehnlichen Täfelchen sprachen Menschen zu uns, die vor Jahrtausenden gelebt hatten. Sie erzählten von den Gesetzen, mit denen ihr Land regiert worden war, von Reisen über die Meere, vom Handel mit anderen Staaten, von den vielen Dingen, die sie herstellen konnten.

Einige Täfelchen waren ganz der Glasherstellung gewidmet. Auf einem von ihnen entzifferten die Gelehrten die Unterschrift ‚Mardu‘.

Mardu hatte vor 3600 Jahren nicht weit von der Stadt Babylon entfernt gelebt. Er war der Sohn eines Priesters, der in einem Tempel die Kunst der Glasherstellung erlernt hatte.

Ihre Erkenntnisse hielten die babylonischen Priester streng geheim. Die Väter legten ihre Erfahrungen auf den gebrannten Tontäfelchen schriftlich nieder und übertrugen sie so ihren Söhnen.



Mardu schrieb die Geheimnisse seiner Vorfahren auf und fügte all das hinzu, was er selbst erlernt hatte. So lieferte er eine eingehende Beschreibung von verschiedenen Glasarten und Glasfarben.

Seltsam klingen die babylonischen Bezeichnungen für unsere Ohren. Zukku – so nannten die Babylonier das Glas.

Die verschiedenfarbigen Glasarten dienten zur Nachahmung echter Steine: Rubine, Türkise oder Saphire.

Mardu gibt in seinen Aufzeichnungen genaue Rezepte wieder. Er berichtet, welche Stoffe und wieviel davon man nehmen muß, um Purpurglas zu erhalten oder um ein Glas mit besonderem, gleichsam von innen heraus leuchtendem Glanze

zu schaffen, oder um schließlich blaues, schwarzes oder veilchenfarbenes Glas zu gewinnen.

Auf den Tontafeln war auch beschrieben, wie man die alten Glasschmelzöfen herstellte. Es wurde erzählt, wann und auf welche Weise man den Brennstoff für die Öfen sammelte, wie man ihn trocknete und aufbewahrte, wie der Meister sich an den Tagen benehmen mußte, an denen der Ofen gebaut wurde. Schließlich war auch vermerkt, wie sich der Meister zu der Zeit verhalten mußte, da das Glas im Ofen schmolz. Die Inschrift auf der Tafel lautete:

Beachte: Das Fundament des Schmelzofens muß in einem bestimmten Monat des Jahres errichtet werden, sonst werden dir die Götter nicht helfen. Während der Ofen gebaut wird und auch wenn er fertig ist, achte streng darauf, daß kein Ausländer über die Schwelle deiner Werkstatt komme, sonst werden sich die Götter von dir abwenden. Und am Tage, da der Ofen angezündet wird, müssen alle diejenigen, die an ihm arbeiten, sich gründlich waschen, saubere Kleider anziehen und den Göttern ein Opfer bringen.

Weiter wurde berichtet, was der Ofen im Laufe von sieben Tagen schmelzen mußte.

Zunächst wurden Tongefäße mit Sand, Kalk, Soda und verschiedenen Beimischungen, die dem Glas eine bestimmte Farbe geben sollten, gefüllt. Dann wurden diese Gefäße auf flache Steine gestellt und unter ihnen ein Feuer angezündet.

Aber die Temperatur reichte nicht aus, um Glas in einem Arbeitsgang herzustellen. Geduldig wartete der Meister, bis das Gemisch sich erwärmte, weich wurde und seine einzelnen Bestandteile zusammenflossen. Das dauerte sieben Tage.

Dann nahm der Meister sein Gefäß vom Feuer und wartete wieder, bis die ineinandergelaufene Mischung kalt wurde. Dabei sprang sie unvermeidlich auseinander. Aber das wollte der Meister gerade.

Aufmerksam betrachtete er jedes Stückchen und wählte diejenigen aus, die am besten durchgeschmolzen waren. Er legte sie in ein anderes sauberes Gefäß, stellte es auf das Feuer und wartete von neuem.

Wieder verging viel Zeit. Das Gemisch in dem geschlossenen Gefäß blähte sich auf, stieß Gase aus und veränderte allmählich seine Farbe.

In diesen Tagen packte den Meister die Erregung. Es war ja auch der schwierigste Abschnitt der Arbeit – die Entstehung des Glases.

Das alles berichten die Tondokumente gewissenhaft. Der Meister beschrieb auch seine gesamte Apparatur: die Tonkrüge, in denen das Glas schmolz, die Löffel, Haken und Schüsseln.

Wie aber behandelte er die Glut ausstrahlende, gläserne Masse? Wie machte er daraus Krüge, Becher und Vasen? Diese Fragen beantwortete Mardu nicht.



Die Gelehrten suchten weiter. Sie wollten die Dinge sehen, die in den alten Urkunden aus Ton beschrieben waren.

### **Eine Werkstatt in Tell-el-Amarna**

Die Erde ist eine große Schatzkammer. Sie birgt auch die Spuren der Tätigkeit längst vergangener Menschengeschlechter.

Ohne Zweifel sind auch die Überreste von Glasmacherwerkstätten irgendwo erhalten geblieben.

Aber wo soll man sie suchen?

Wahrscheinlich standen die allerältesten von ihnen in Ägypten, in Babylonien, in Assyrien, das heißt in solchen Ländern, wo man die Geheimnisse der Glasherstellung schon seit langem kannte.

Deswegen hat man dort nachgeforscht.

Nicht weit von der alten ägyptischen Stadt Tell-el-Amarna entdeckte man bei Ausgrabungen tief in der Erde die halbzerstörten Überreste einer Glasmacherwerkstatt. Hier fand man unter Steinbrocken die Geräte, die den von Mardu beschriebenen sehr ähnlich sahen: tönerner Krüge, tiefe Pfannen, Tiegel, auf deren Boden und an deren Wänden noch Stückchen ungeschmolzenen Glases haften.

Hier fand man auch verschiedenfarbige Glasstäbchen: blaue, grüne, türkisfarbene, violette und rote.

Die Gelehrten betrachteten all diese Dinge genau und konnten sich bald eine Vorstellung davon machen, wie damals gearbeitet worden war.

Der alte Meister nahm eine Probe des glühheißen Glases mit einem Löffel heraus, warf sie auf einen steinernen Tisch und walzte sie mit einer eisernen Rolle platt. Dabei mußte er sich beeilen, denn die gläserne Masse erkaltete schnell unter seiner Walze. Würde sie zerbrechen, hätte er umsonst gearbeitet. Nun wurde die zu Stäbchen vorgeformte Glasmasse auf einen Tonzapfen aufgerollt. Der Meister setzte die Stäbchen dabei auf verschiedenste Art zusammen, wobei er seinem Werk die Form gab, die er sich ausgedacht hatte. Dann stellte er das Werkstück auf dem tönernen Zapfen ins Feuer. Die Stäbchen verschmolzen ineinander, so daß das Erzeugnis aus einem Stück Glas modelliert zu sein schien.

Manchmal wurde auf dem fertigen Gefäß noch ein Muster aus bunten Stäbchen angebracht. Dann erwärmte man das Werkstück von neuem, damit die Stäbchen fest auf ihm hafteten.

Es gab auch noch ein anderes Verfahren, nach dem man Muster herstellte: Glasstäbchen in verschiedenen Farben wurden in einer bestimmten Ordnung zu einem Bündel zusammengefaßt. Dann wurde dieses Bündel auseinandergeschnitten, wobei an der Schnittfläche ein aus lauter verschiedenen Glasstückchen bestehendes Bild entstand.

Auch Perlen wurden aus den Glasstäbchen her-

gestellt. Man durchbohrte sie mit einem Tonzapfen und schnitt sie dann in viele Stückchen.

Die Arbeit des Glasmachers erforderte meisterliches handwerkliches Können und kunstverständigen Geschmack. Auch die Ägypter haben es nicht auf einmal gelernt, solche schwierigen Dinge wie das Auge Amenhoteps, das blaue Medaillon oder schöne Vasen herzustellen.

Ein ägyptischer Meister hat viele Jahre lernen müssen, ehe er die gläserne Masse nach seinem Willen formen konnte. In den meisten Fällen wurden diejenigen Menschen Meister, die die Fähigkeiten eines Malers und Bildhauers besaßen. Schnell und geschickt schufen sie prachtvolle gläserne Dinge.

Aber die Meisterschaft wurde auf Grund der Erfahrungen vieler Generationen erworben.



## **Ein Streit, der heute noch andauert**

Die aufgefundenen Tonurkunden und die aus der Erde ausgegrabene alte Werkstatt ließen den Wissenschaftlern keine Ruhe.

Jetzt sind wir auf dem richtigen Wege! so sagten sie. Ganz gewiß werden wir bald herausfinden, wann und wo die Menschen es lernten, Glas zu machen . . .

Es entstand ein heftiger Streit. Die einen sagten, daß man Ägypten als Heimat des Glases ansehen müsse, denn schließlich sei doch gerade hier die Mehrzahl der antiken Glaserzeugnisse entdeckt worden. Hier habe man auch die Reste der ältesten Werkstatt gefunden.

Nein! widersprachen die anderen. Die Völker, die ihren Wohnsitz in Babylonien hatten, standen den Ägyptern in nichts nach! Vielleicht muß man sie als Erfinder des Glases ansehen?

Der Wissenschaftler Frobenius war weder mit den einen noch mit den anderen einverstanden. Er studierte viele Jahre lang das Leben der afrikanischen Völker. Kreuz und quer durchstreifte er den Schwarzen Erdteil, er war an den Ufern des Nil und des Niger, am Flusse Ubangi und in den Sandwüsten Libyens, er lernte die Bewohner Äthiopiens kennen und besuchte die malerischen Basare afrikanischer Städte.

Er war erstaunt über die Verschiedenartigkeit der afrikanischen Völker. Nebeneinander lebende

Stämme sprechen so verschiedene Sprachen, daß sie einander kaum verstehen.

Er sah, daß diese unterjochten Menschen sehr begabt waren, geschickt in den verschiedensten Handwerken, tüchtige Holzschnitzer, Maler und Bildhauer.

Er unterhielt sich viel mit den Negern, lauschte ihren Liedern, ihren uralten Legenden, die von Heldentaten und Freiheitskämpfen erzählten.

Jedes afrikanische Volk hatte in der Vergangenheit und hat auch noch heute seine besondere und interessante Kultur.

Die europäischen Eroberer hatten die alte Kultur vernichtet, aber auch in der heißen Erde Inner-Afrikas mußte noch etwas von den uralten Erzeugnissen erhalten geblieben sein.

Und tatsächlich entdeckte Frobenius, daß die Neger es vor undenklichen Zeiten neben anderem verstanden hatten, aus buntem Glas künstliche Edelsteine zu machen.

Er berichtete, daß in der Wüste Sahara vieltausend Jahre alte Grabstätten erhalten seien, in denen Schmuck gefunden wurde, der aus Halbedelsteinen Jaspis, Achat und Karneol geschnitten war; diese Steine aber hatte man mit einer glänzenden Glasschicht überzogen.

Schließlich gelang es Frobenius auch, am Unterlauf des Niger die Spuren einer Werkstatt zu finden, die nicht weniger alt war als die ägyptische. Hier aber wohnten von alters her Neger.

Wer hat nun als erster das Glas erfunden: die Ägypter, die Babylonier, die Neger? Wer hat von wem gelernt? Oder haben vielleicht begabte Söhne verschiedener Völker unabhängig voneinander das Glas entdeckt?

Vielleicht lebten die Erfinder des Glases auch in China oder Rußland.

Wahrscheinlich wissen wir von den Glasmachern dieser Länder nur deshalb nichts, weil in ihrer Erde keine Spuren alter Werkstätten noch Überreste alter Glasgegenstände gefunden wurden.

Von den Indern weiß man zum Beispiel, daß sie schon seit langen Zeiten die Kunst beherrschen, künstliche Edelsteine herzustellen. Es ist schwer, ihre aus farbigem Glas gemachten Smaragde und Rubine von echten Steinen zu unterscheiden.

In Indien wurden schon vor vielen Jahrhunderten schöne Glasgefäße auf den Basaren verkauft.

Es ist also kaum zu sagen, wie die Entwicklung vor Jahrtausenden sich vollzog: Wurde die Kunst der Glasherstellung von einem Volk zum anderen getragen oder wurde sie in jedem Land neu geboren?

Wahrscheinlich war es so: Einige Völker übernahmen diese Kunst voneinander. Andere entwickelten sie selbständig.

Doch all das können wir nur vermuten. Eins steht jedenfalls fest: Schon sehr früh lernte der Mensch, Glas herzustellen. Es war kein Material, das der Mensch in der Natur vorfand.

Das Glas wuchs nicht wie das Gras aus dem Boden, es verbarg sich auch nicht im Schoß der Erde wie das Eisen oder das Gold. Der Mensch mußte das Glas selbst erschaffen.

Aber wie kamen die Menschen auf die Idee, ein Material zu erschaffen, das sie nirgendwo auf der Welt sahen?

Gab es irgend etwas in der Natur, das dem beobachtenden Menschen als Vorbild gedient hätte?

Um auf diese Fragen Antworten geben zu können, müssen wir weit in die Geschichte zurückgehen zu den Menschen, die lange vor dem babylonischen Meister Mardu lebten.

## SELTSAME VERWANDLUNGEN

Die Erfinder des Glases waren ohne Zweifel kluge Menschen. Es gab noch keine Universitäten oder Akademien, und die Menschen der alten Zeit studierten an der Natur selbst.

Sie lernten das Feuer zu gebrauchen, Getreidegräser anzubauen, die Felle erlegter Tiere zu bearbeiten, sie entdeckten Pflanzen, aus deren Fasern sie Gewebe herstellten. Schließlich lernten sie, Farben zu gewinnen, aus Steinen Gefäße zu hauen und Behausungen zu bauen.

## Die Nachfahren der Töpfer

Ein Handwerk nach dem anderen entstand in der menschlichen Gesellschaft. Sehr alt ist das Töpferhandwerk, das Tonwaren herstellte.

Der Ton war ein leicht zu bearbeitender Stoff. Es war nicht schwierig, ihm eine beliebige Form zu geben. Deshalb glaubten die Menschen des Altertums wahrscheinlich auch, daß Gott den ersten Menschen aus Ton geformt habe, ähnlich wie die Menschen selbst aus Ton ihre Götterbilder modellierten.

Ton ist nicht nur weich und knetbar, er hat noch eine andere bemerkenswerte Eigenschaft: Nach dem Brennen wird er hart wie Stein.

Schon früh waren die Menschen auf diese interessanten Eigenheiten des Tons aufmerksam geworden. Sie machten daraus Geschirr, stellten Schmuck her, formten Ziegelsteine und verschmiereten ihre Öfen damit.

Altägyptische Töpfer





Die Archäologen finden bei ihren Ausgrabungen viele Tonscherben. Aus diesen kleinen Scherben kann man vieles über das Leben der Völker, die in ferner Vergangenheit die Erdkugel bewohnten, herauslesen.

Seit alters hatten die Menschen danach gestrebt, die von ihnen benutzten Gegenstände auch schön zu gestalten. Deshalb sind schon die Tongefäße unserer fernen Vorfahren mit einfachen Zeichnungen verziert. Manchmal sind es Darstellungen von Tieren, meistens Muster, die aus Punkten, Quadraten oder gewundenen Linien bestehen.

Jede dieser Zeichnungen hat ihre Geschichte. Wenn die Wissenschaftler unserer Tage sie studieren und miteinander vergleichen, dann können sie daran bestimmen, in welche Zeit diese oder jene Zeichnung gehört, welche Völker in der Gegend wohnten, in der die Scherbe gefunden wurde.

Die ältesten Tonschalen und Krüge waren noch gar nicht verziert. Sie besaßen einen rauhen Rand und unebene, ungleichmäßig geformte Wände.

Wasser konnte man nicht lange in ihnen aufbewahren. Es drang durch die kleinen Poren des Tons nach außen.

Viele Generationen von Töpfern dachten darüber nach, wie man die Wände der Tongefäße für Feuchtigkeit undurchlässig und gleichzeitig glatt und schön machen könne. Dann gelang es einem von ihnen, ein solches Gefäß herzustellen.

Der Töpfer bemerkte nach dem Brennprozeß auf dem Krug einen glänzenden Fleck. Wo kam der Fleck her? Der Töpfer sann nach. Wäre es nicht schön, wenn man das ganze Geschirr so glänzend machen könnte?

Er begann seine Gefäße beim Brennen zu beobachten. Und was stellte sich heraus? Die glänzenden Stellen entstanden dort, wo Sand auf die Wände des Kruges geraten war, der sich mit der Asche des Feuers vermengte.

So einfach war das. Der Töpfer mußte lachen. Er hatte nämlich bisher alle Sandkörnchen sorgfältig entfernt. Also mußte er umgekehrt verfahren.

Er machte einen Versuch, indem er einen Krug in eine Mischung aus Sand und Asche bettete und dann brannte.

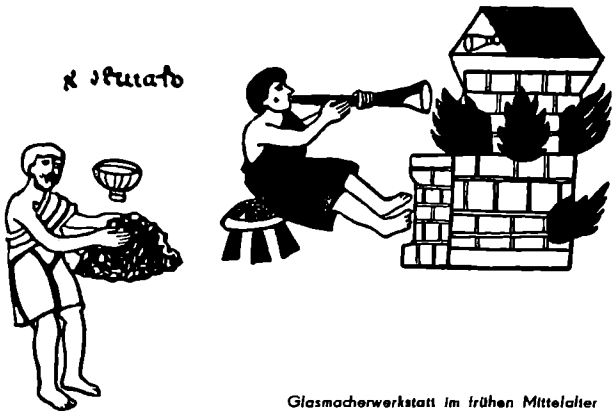
Wie groß war seine Freude, als die Mischung schmolz, flüssig wurde und den Ton mit einer glänzenden Schicht bedeckte. Als der Töpfer den Krug aus dem Feuer nahm und ihn erkalten ließ, da war er so schön geraten, daß die Nachbarn des Töpfers herbeieilten, um ihn anzusehen.

Von jetzt an brannte niemand mehr Geschirr, ohne es zuvor mit einer Mischung von Sand und Asche bedeckt zu haben.

Die Töpfer von damals wußten allerdings noch nicht, daß es nicht auf die Asche selbst ankam, sondern nur auf ihre Bestandteile Soda, Pottasche und Salpeter. Diese Stoffe hatten zusammen mit dem Sand einen neuen Stoff gebildet, die Glasur.

Hin und wieder kam es vor, daß die Glasur farbig wurde: rot oder violett, blau oder grün, jeweils nach den zufällig in der Mischung vorhandenen Beimengungen entsprechender Mineralien.

Ein mit Glasur überzogenes Gefäß hatte vor einem nicht glasierten viele Vorzüge. Die Ränder waren so glatt, als ob sie poliert worden seien. Aus einem solchen Gefäß zu trinken, war angenehmer. Aber das wichtigste war: Der glänzende Überzug hielt die Flüssigkeit zurück. In einem solchen Krüge konnte man über längere Zeit Wasser oder Wein aufbewahren und diese Flüssigkeiten auch von einem Ort zum anderen tragen. Jahrhunderte vergingen. Niemand wunderte sich mehr über die schöne Glasur auf Tongeschirren.



*Glasmacherwerkstatt im frühen Mittelalter*

Die Menschen lernten inzwischen, wie man Soda aus sodahaltigen Seen gewinnt und benutzten es zur Herstellung der Glasur.

Generationen später kam ein Töpfer auf den Gedanken, aus der Glasur selbst etwas herzustellen? Und dieser kühne Mensch veränderte die Regeln seiner Väter.

Anstatt den Krug mit einer Mischung aus Sand und Soda zu bedecken, stellte er noch etwas mehr von diesem Gemisch her, füllte es in ein hitzebeständiges Gefäß und brachte es auf das Feuer.

Als die Mischung schmolz, nahm er mit einem Tonstäbchen ein wenig von der zähen Flüssigkeit und ließ sie auf einen Stein tropfen. Als sie erkaltete, lag auf dem Stein ein glänzender Tropfen – das erste Glaserzeugnis der Welt.

Wahrscheinlich war das grüne Steinchen aus dem alten ägyptischen Grab eins von diesen ersten Glaserzeugnissen.

Es ist für uns schwer, sich vorzustellen, welche Gefühle und Gedanken den ersten Glasschmelzer bewegten, als sich dieses Wunder vor seinen Augen vollzog: Aus einfachen Stoffen, die die Natur spendete, war etwas Neues entstanden, das es in der freien Natur nicht gab.

## Die Verwandten des Glases

Die Einwohner Neuseelands und des Kaukasus, der Liparischen Inseln und Kamtschatkas, Islands und Sibiriens, sie alle kannten ein Mineral, das so glänzend war wie Glas. Die schwarzen, grauen, gelben und schmutzigen roten Klumpen dieses Gesteins mit den scharfen, schneidenden Rändern waren an den Bruchstellen den Muschelschalen ähnlich. Man nennt dieses Gestein Obsidian.

In alten Zeiten stellte man aus Obsidian Messer, Pfeile und Perlen her. Auch heute findet man noch kunstsinnige Meister, die aus Obsidian Knöpfe, Broschen und sogar Vasen schnitzen.

Obsidian wird auch „vulkanisches Glas“ genannt. Es entstand in der unterirdischen Glut der Vulkane aus einer Mischung geschmolzener Mineralien. Zusammen mit der glühenden Lava löste es sich und kam an die Oberfläche. Dort kühlte es schnell ab und erstarrte in Gestalt von glänzenden Glassteinen.

Die Natur selbst schenkte dem Menschen also Glas. Warum mußte er es noch erfinden?

Obsidian ist selten. Außerdem läßt es sich schwer bearbeiten und hat trübe und schmutzige Tönungen. Das künstliche Glas ist bei weitem besser als das vulkanische. Man kann ihm eine beliebige Farbe geben, man kann es durchsichtig machen und, was besonders wichtig ist, in beliebigen Mengen herstellen.

Außer Obsidian hat Glas noch viele andere „Verwandte“ in der Natur. Seinem Äußeren nach erinnert es besonders an die Kristalle des Quarzes. Wer weiß, vielleicht hat der Erfinder des Glases oftmals die Quarzkristalle betrachtet und dabei davon geträumt, mit seinen Händen etwas Ähnliches zu schaffen.

Damals wird er allerdings noch kaum die Vorstellung gehabt haben, daß der weiße Sand, den er zum Schmelzen des Glases verwendete, und die durchsichtigen Quarzkristalle „Verwandte“ seien.

Heute wissen wir, daß Sand und Quarz aus ein und denselben chemischen Elementen bestehen: aus Silizium und Sauerstoff.

### **All das ist Kieselerde**

Die Silizium-Sauerstoff-Verbindung nennt man Kieselerde. Die Natur hat ihr das verschiedenartigste Aussehen gegeben.

Die durchsichtigen Kristalle des Quarzes, die in der Sonne wie das klare Wasser eines Bergbaches glitzern, bestehen aus Kieselerde. Der schwarze Achat, der Onyx und der wertvolle Jaspis sind auch Kieselerde. Der violette Amethyst und der abgeschliffene Stein, der im Wasser des Baches hin und her gedreht wird, und der Opal – all das ist Kieselerde.

Kieselerde gibt es auch in der lebenden Natur. Aus Kieselerde bestehen die harten Schalen der Algen, die Diatomeen genannt werden, und die durchsichtigen Skelette kleinster Lebewesen – der Radiolarien. Die Kieselerde durchdringt die dünnen Hälmlchen der Gräser und gibt dem Bambusrohr seine Festigkeit.

An allen Erscheinungen der Natur, die eine feste Konstruktion zeigen, ist Kieselerde beteiligt.

Sie bildet die Grundlage vieler Dinge, angefangen von den mächtigen Granitfelsen bis zum kleinen Sandkorn.

Die ersten Glasschmelzer müssen davon schon eine Vorstellung gehabt haben, weil sie zum Schmelzen des Glases nicht nur Flußsand, sondern auch zerstückelte Mineralien, die Kieselerde enthielten, verwendeten. Sie benutzten zum Beispiel auch den mit Muschelschalen und Schneckenhäusern stark vermischten ausgegrabenen Sand.

Man kann die Kieselerde in Form von Sand oder zerstoßenen Quarzkristallen schmelzen und dabei aus ihr eine Flüssigkeit erhalten. Erkalte verwandelt sie sich in farbloses Glas. Um aber Kieselerde zum Schmelzen zu bringen, braucht man eine Temperatur von zweitausend Grad.

Die Glasschmelzer des Altertums konnten eine so hohe Temperatur nicht erhalten. Da kam ihnen ihre Erfahrung zu Hilfe – sie hatten entdeckt, daß die Zugabe von Soda oder Pottasche zum Sand seine Schmelztemperatur senkt.

Sie bemerkten aber auch, daß Soda das Glas weich und Pottasche es hart macht. Weiterhin zeigten ihnen die ersten Versuche wahrscheinlich folgendes: Ein aus einem Gemisch von Sand mit Soda oder Pottasche zubereitetes Glas löst sich sogar in einfachem Wasser. Um aber das Glas fest zu machen, mußten sie dem Gemisch noch Kalk hinzufügen.

Allmählich lernten sie auch manches andere: Eine Zugabe von Bleioxyd machte das Glas glänzend; Magneteisenerz gab ihm eine tiefschwarze Färbung; Zinnoxid eine milchigweiße; chromhaltige Erze färbten das Glas grün, während ihm Kupfer die Farbe roter Kirschen verlieh.

Die Meister des Altertums stellten Versuche an. Sie fügten während des Schmelzens der Mischung verschiedenartige Stoffe hinzu, die sie in der Natur vorfanden. Ihre Arbeit legte den Grundstein zur modernen Glasherstellung.

Diese alte Kunst ging also aus einer anderen, noch älteren hervor – der Töpferei.

Die Töpferei war vielen Völkern des Altertums bekannt. Überall auf der Erde findet man Tonscherben, Spuren der Arbeit der ältesten Töpfer. Aber die Spuren der Tätigkeit der ersten Glasmacher sind bis jetzt nur im alten Ägypten, in Babylonien und noch an einigen anderen Stellen der Erde entdeckt worden.



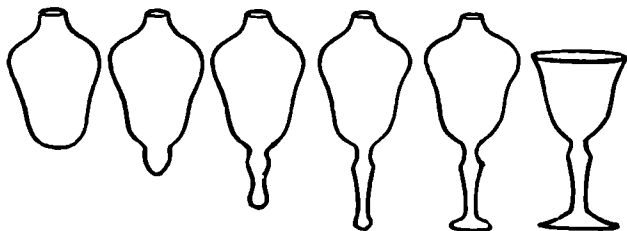
## EIN PHÖNIZISCHES GEHEIMNIS

Jedes Kind hat schon Seifenblasen steigen lassen. Man löst ein Stückchen Seife in Wasser auf, schlägt daraus Seifenschaum – und schon kann man einen ganzen Tag lang mit einem Strohhalm Tropfen dieser Flüssigkeit aufnehmen und aus ihnen ganz leichte Kügelchen blasen, die in allen Regenbogenfarben in der Sonne glitzern.

Nimmt man anstatt eines Strohhalmes ein langes Eisenrohr in die Hand und anstatt der Seifenlösung flüssiges Glas, dann erreicht man Ähnliches. Mit dem einen Ende des Rohres hebt man etwas geschmolzenes Glas auf und pustet am anderen Ende hinein, das Glas wird sich genauso wie die Seifenlösung zu einer ganz dünnhäutigen Blase aufblähen. Wer von weitem zusieht, wird meinen, am Ende des Rohres wachse eine brennende Glühlampe heraus. Die dünnen, gläsernen Wände sind noch nicht abgekühlt und leuchten deshalb so stark. Solange die Kugel diese feuerrote Farbe hat, kann man sie noch weiter aufblasen und ihr dabei jede beliebige Form geben.

Ich ging noch in die Schule, da hat man mich bereits zu den Glasbläsern mitgenommen. Ich entsinne mich noch genau der großen Bühne aus Holz, auf der ein runder Ofen stand. Durch seine Öffnungen konnte man das geschmolzene Glas leuchten sehen.

Um den Ofen herum bewegten sich die Glasbläser. Sie stießen in die Öffnungen des Ofens lange eiserne Röhren, die am Ende breiter wurden, und nahmen damit ein wenig von dem flüssigen Glas heraus. Dann hoben sie das entgegengesetzte Ende der Röhre, das durch einen dicken Holzring geschützt war, an die Lippen und schickten sich an, gläserne Kugeln zu blasen, wobei sie ununterbrochen die Röhren in den Händen drehten. Nun tauchten die Glasbläser ihre Röhren von neuem in den Ofen, entnahmen ihm etwas flüssiges Glas, das sie mit den Röhren rasch in die Höhe hoben. Sie legten wieder ihre Lippen an die hochgehobenen Röhren, an deren Enden dann wie lebende Wesen feuerglänzende Blasen zitterten. Plötzlich machten die Glasbläser noch eine andere Bewegung, etwa so, als ob sie etwas auffangen wollten – und die glühenden Kugeln zogen sich auseinander und wurden lang wie dicke Würste.



*Entstehung eines Weinkelches*

Unten an der Bühne standen Frauen und hielten Formen aus Gußeisen bereit, die man auseinandernehmen konnte. Schnell senkten die Glasbläser dann ihre Röhre hinab, und die glühendheißen, gläsernen Würste wurden von den Eisenformen aufgenommen. Schon einen Augenblick später zogen die Frauen einen Krug, eine Vase oder ein Gläschen daraus hervor. Aber man durfte diese Dinge auf keinen Fall mit der Hand berühren; selbst von fern spürte man die Hitze, die das zwar erkaltende, aber noch rot leuchtende Glas ausstrahlte.

All das kam mir in den Sinn, als ich dreißig Jahre später wieder in die Glashütte kam.

Mich erinnerte nur noch wenig an das, was ich in meiner Kindheit gesehen hatte. Hier standen jetzt große, helle Werkhallen mit vielen Maschinen. Besonders interessierte ich mich für eine Maschine, die sich ununterbrochen drehte. Sie sah aus wie ein Metallriese mit einer großen Anzahl von Fühlern.

Wenn man längere Zeit neben ihr steht, meint man, man höre ihren mächtigen Atem. Sie sog das geschmolzene Glas auf, und schon eine Sekunde später streckten sich ihre Fühler in die Länge, wobei ihnen Dutzende dünner Gläser entglitten. Die noch blaßrot gefärbten Gläser wanderten auf ein langes Transportband.

Eine Sekunde später. Wieder wurde flüssiges Glas von ihr aufgenommen und verteilte sich im Innern

über unsichtbare Formen, wieder glitt eine Reihe neugeborener Gläser auf das Transportband. 27000 Gläser stellt diese Maschine am Tag her.

Aber wie groß war mein Erstaunen, als ich in der Nachbarschaft dieser wunderbaren Maschine die mir bekannten hölzernen Bühnen sah, den Rundofen mit seinen leuchtenden Fensteröffnungen und die Glasbläser, die in ihre langen, eisernen Röhren hineinbliesen.

Es konnte doch nicht sein, daß sich die Glasbläser auch noch heute so anstrengen mußten? Als Antwort auf diese Frage zeigte mir ein Ingenieur der Glashütte besondere Gebläsemaschinen und eine Röhre, die mit einer komplizierten Spezialpumpe versehen ist.

Wenn der Glasbläser mit dieser Röhre arbeitet, so braucht er sie nicht in den Mund zu nehmen und die Kraft seiner Lungen zu vergeuden. Das Blasen geschieht mit Hilfe eines Gummiballes, der am oberen Ende der Röhre angebracht ist.

Doch nachdem der Ingenieur mir diese Vorrichtung gezeigt hatte, setzte er hinzu: „Bei der Herstellung einer besonders feinen Vase oder eines Kruges, überall dort, wo künstlerisches Gefühl erforderlich ist, da kann sich keine Maschine mit der alten Glasbläseröhre messen! Sie dient bis heute dem Glasbläserkünstler als Werkzeug.“

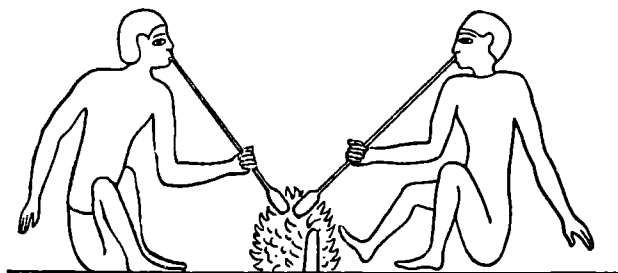
Mich interessierte die Geschichte der Glasbläseröhre.

## Im Grabmal von Beni-Hassan

Wenn ein Bildhauer auf den Gedanken käme, dem Erfinder des Glasbläserrohres ein Denkmal zu setzen, so geriete er in große Verlegenheit. Wie sollte er diesen Menschen darstellen? Zu welchem Volk gehört er? In welcher Zeit und in welchem Lande lebte er?

In Büchern über die Geschichte des Glases findet man diese Zeichnung: Um ein Feuer herum sitzen zwei Männer und blasen durch lange, enge Röhren.

Das Original dieser Abbildung wurde an den Wänden eines ägyptischen Grabmales in der Nähe von Beni-Hassan entdeckt. An Hand der dort vorgefundenen Gegenstände stellten die Wissenschaftler fest, daß in diesem Grabe Men-



schen beerdigt worden waren, die vor dreieinhalb Jahrtausenden lebten.

Hier liegen Glasbläsermeister beerdigt. Zum Gedenken an ihre Kunst wurde diese Zeichnung gemacht – so entschieden die Gelehrten.

Aber es gab auch Gelehrte, die diese Auslegung der alten Abbildung für falsch hielten. Sie sagten: Um aus der Glasmasse etwas durch Blasen herstellen zu können, muß man das Glas flüssig machen. Aber dafür braucht man eine Temperatur, die von den alten Ägyptern nicht erreicht werden konnte. Sie haben das Glas bis zu einem dickflüssigen Teig geschmolzen und daraus dann alle möglichen Geräte modelliert. Aus diesem Glasteig aber etwas zu blasen, das war ihnen unmöglich.

Und sie behielten recht. Auf dem Grabmal von Beni-Hassan sind tatsächlich keine Glasbläser abgebildet.

Man fand entsprechende Darstellungen in anderen Grabmälern und dazu Unterschriften, aus denen hervorging, daß die halbnackten Leute mit den langen Rohren tatsächlich keine Glasbläser, sondern Schmiede gewesen waren. Sie bliesen ein Feuer an, um ein Stück Eisen vor dem Schmieden heiß zu machen. Neben ihnen war ein anderer Schmied mit einem Hammer abgebildet.

So wurde der Inhalt der Zeichnung von Beni-Hassan verständlich. Doch der Erfinder der Glasbläserröhre wurde nicht gefunden.

## Ungewöhnliche Krüge

Im Altertum lag in der Nachbarschaft Ägyptens das Land Phönizien.

Dort wohnten kühne Seefahrer und Forscher, kunstsinnige Meister und unternehmungslustige Kaufleute. Die Phönizier verstanden viele Handwerke, und auch die Kunst des Glasmachens war ihnen bekannt. Sie modellierten nicht nur Glas wie die Ägypter, sie verstanden auch, es in Formen zu pressen. Schon sehr früh hatten sie Metallformen hergestellt. An den Innenwänden dieser Formen war eine Zeichnung reliefartig angebracht. In diese Formen gaben sie das glühende Glas. Es haftete an den Wänden und behielt beim Abkühlen alle Einzelheiten der Zeichnungen.

Auf diese Weise wurden Figürchen aus Glas hergestellt. In der phönizischen Hauptstadt Tyrus blieb eine aus Glas gegossene Säule erhalten. Sie war in einem Tempel aufgestellt, den die Phönizier ihrem Gotte Melkart errichtet hatten.

Das war ihr oberster Gott. Die Phönizier glaubten, daß Melkart die Schiffe auf ihren Fahrten über das weite Meer beschütze, und die phönizischen Kaufleute fuhren weit hinaus. Sie transportierten Waren in alle Welt.

In der damaligen Zeit schätzte man besonders Gegenstände, die aus Glas gemacht waren. Die phönizischen Kaufleute trieben mit den Glaserzeugnissen ihrer Meister Handel, aber sie kauf-

ten auch viel Glas in Ägypten und verkauften es an andere Völker weiter. Besonders viel nahmen ihnen die Römer ab.

Aber die Zeiten änderten sich. Die römischen Eroberer unterjochten Ägypten, Phönizien und Babylonien. Der Handel zwischen den Ländern erlahmte. Das ägyptische Glas begann in Form von Tributzahlungen nach Rom zu gelangen, und das verringerte seinen Wert stark. Dazu kam, daß die römischen Meister selbst anfangen, gläsernes Geschirr herzustellen.

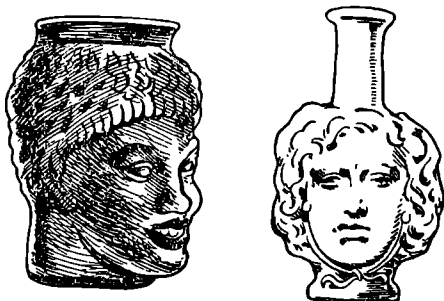
Da verbreitete sich in Rom das Gerücht, daß die Meister aus der phönizischen Stadt Sidon eine ganz besondere Art der Herstellung gläsernen Geschirrs wüßten. Die Leute erzählten sich einander voller Verwunderung, daß die Phönizier dieses Geschirr nicht modellierten, sondern mit Hilfe eines langen Eisenrohres bliesen.

Es wurde sogar der Name des Meisters aus Sidon genannt – Ennion, der Krüge herstelle, die die Gestalt eines Menschenkopfes besäßen.

Tatsächlich gelangten solche eigenartigen kleinen Krüge auf die Märkte Roms. Auf ihnen stand der Name des phönizischen Meisters geschrieben – Ennion.

Bald nachdem die Glasbläserröhre bekannt wurde, erschienen in Rom viele aus Glas geblasene Gegenstände. Das waren entweder Parfümfläschchen, die die reichen Römerinnen am Gürtel trugen, oder große Fässer, in denen hundert Liter





Wein Platz hatten, und Pokale in den eigenartigsten Formen und Farben; es gab solche, die aussahen wie Weintrauben oder wie Apfelsinen oder wie eine Lotosblüte, andere wieder wie ein Fabeltier.

Die Römer begriffen sehr rasch alle Vorteile der neuen Herstellungsweise für Glasgegenstände. Einmal konnte man mit Hilfe der Glasbläserröhre an einem Tage so viele Pokale oder Schalen herstellen, wie man früher noch nicht einmal in einem Monat fabrizierte. Zum anderen verlangte das Blasen der Gefäße keine so bedeutenden Fachleute, wie sie beim Modellieren aus Glasmasse erforderlich waren. Aus einem schwierigen und mühseligen Kunsthandwerk verwandelte sich die Glasherstellung in einen vorteilhaften Industriezweig. Das war auf dem Gebiet der Glasproduktion eine Revolution.



Warum haben aber die Phönizier nichts über ihre Erfindung berichtet? Warum hielten sie die Glasbläserröhre geheim?

Es wäre für die Kaufleute nicht vorteilhaft gewesen, hätte man darüber öffentlich berichtet. Die Anwendung der Röhre hätte die Preise für Glaszeugnisse heruntergedrückt.

Und die Erfinder selbst waren auch in jener fernen Zeit einfache Menschen, die abhängig waren von den angesehenen Machthabern und Kaufleuten. Nachdem diese Menschen ihre Erfindungen gemacht hatten, verschwanden sie von der Bildfläche. Niemandem blieben ihre Namen im Gedächtnis. Genauso war es auch mit dem Erfinder der Glasbläserröhre.

Das soll uns aber nicht hindern, ihn zu ehren. Wir gedenken mit Hochachtung des Mannes, dessen geniale Erfindung nun schon zweitausend Jahre lang der Menschheit dient.

## Die Zauberbecher

Lange Zeit hindurch blieb gläsernes Geschirr sehr teuer. Die ärmeren Römer aßen und tranken aus Tongefäßen. Dagegen konnte man auf dem Tisch der vornehmen Bürger Geschirr von ungewöhnlicher Schönheit sehen.

Da gab es Pokale in verschiedenen Farben, prunkvolle Schüsseln zum Händewaschen, Gläser, wie aus Klöppelspitze gemacht. Ganz besonders schätzten die Römer Gefäße aus durchsichtigem Glas.

In einem prunkvollen Hause wurde ein Becher aufbewahrt, den der Herr des Hauses selbst einen Zauberbecher nannte und aus dem er nur hohe Gäste trinken ließ.

Dieser Becher aus dünnem, durchsichtigem Glas war mit grünen Weintrauben bemalt. Wenn man nun ein wenig roten Wein hineingieß, dann wurden die Weintrauben rot, gleichsam als reiften sie vor den Augen der Zuschauer.

Besonderer Beliebtheit erfreuten sich in Rom auch die murrinischen Gefäße. Man glaubt, daß die ersten Gefäße dieser Art aus Indien eingeführt worden sind. Sie waren aus Bergkristall oder aus schmelzbarem Spat herausgeschliffen.

Wenn abends auf festlichem Tische die Lichter brannten, dann leuchteten diese Gefäße, als ob in ihrem Inneren Tausende winziger Flammen brennen würden.

Die kunstfertigen römischen Meister lernten, solche Becher aus Glas selbst herzustellen. Die Glasmacherei entwickelte sich in diesem Land derart, daß die Glasmachermeister sich gewöhnlich in besonderen Stadtvierteln ansiedelten und mit der Zeit ihre Werkstätten einen ganzen Teil der Städte einnahmen.

Das war ganz zu Anfang unserer Zeitrechnung, das heißt vor etwa 1900 Jahren. Das römische Reich war damals ein mächtiger Staat. Die Römer hatten sich viele europäische Länder unterworfen, in denen sie mit ihren Gesetzen herrschten. Aber sie brachten den Völkern auch ihre hohe Kultur und damit die Kunst der römischen Meister. Auch die Kunst des Glasmachens verbreitete sich auf diese Weise.

## BEI VERSCHIEDENEN VÖLKERN

Die Stadt Istanbul liegt am Bosphorus, jener Meerenge, die das Schwarze Meer mit dem Marmarameer verbindet. Sie gehört seit dem Jahre 1453 den Türken und ist eine der ältesten Städte der Welt.

In seiner vielhundertjährigen Geschichte lernte Istanbul verschiedene Herren kennen. Es gelangte

aus dem Besitz eines Staates in den Besitz eines anderen, oft wurde es zerstört und von neuem gegründet.

Große Seeschiffe legen im Hafen von Istanbul an. Sie führen Tabak aus, getrocknete Früchte, Baumwolle, Wolle und Teppiche. Aber kein Motorschiff und kein Hochseeschiff lädt heute jene Ware, die vor tausend Jahren den Ruhm und Stolz der Stadt ausmachte.

Damals nannte man es nicht Istanbul, sondern Konstantinopel. Zu Ehren des römischen Kaisers Konstantin, der hier im Jahre 330 eine neue römische Hauptstadt gegründet hatte, erhielt die Stadt damals ihren Namen.

Konstantin befahl, seine Stadt schön zu machen; sie sollte Rom an Pracht und Großartigkeit nicht nachstehen. Die besten Architekten, Maler und Bildhauer wurden eilends nach Konstantinopel geholt.

Auch viele Glasmachermeister kamen dorthin. Sie waren von allen Abgaben befreit, galten als ehrenwerte Bürger und machten Konstantinopel bald zu einem Zentrum der Glasproduktion jener Zeit.

Ihre berühmten Vasen aus farbigem Glas wurden im Laufe vieler Jahrhunderte in alle europäischen Länder und sogar nach China und Indien ausgeführt. Die Glaswerkstätten Konstantinopels nahmen einen ganzen Stadtbezirk in der Nähe des Hafens ein.

In einem anderen Teil der Stadt, wo die alten Paläste, Tempel, Kirchen und Moscheen lagen, konnte man bemalte Glasfenster und glitzernde, wie Edelsteine aussehende Glasverzierungen an den Wänden und Decken bewundern. All das ist seit dem Mittelalter erhalten geblieben.

Damals war das Glas noch ein Luxusartikel, auch wenn man es bereits in vielen Ländern herstellen konnte.

Jahrhunderte vergingen, und den Meistern Konstantinopels machten andere Konkurrenz. So ist eine wunderschöne Vase erhalten geblieben, die dem 6. Jahrhundert zugeschrieben wird. Hergestellt wurde sie aus Gold, Bergkristall und farbigem Glase. Sie stammt von persischen Meistern.

Am Ende des 9. Jahrhunderts wurde die italienische Stadt Venedig zum Nebenbuhler Konstantinopels.

Die Venezianer waren sehr unternehmungslustig. Zunächst bauten sie eine Handelsflotte und begannen in Konstantinopel Glaserzeugnisse einzukaufen, wie es die Phönizier im Altertum getan hatten, und diese Dinge in andere Länder auszuführen.

Allmählich aber lernten sie, selbst Erzeugnisse aus Glas herzustellen. Dabei erwarben sie eine solche Meisterschaft, daß sich niemand mehr mit ihnen messen konnte.

Die venezianischen Meister verstanden es, Gefäße von ungewöhnlicher Schönheit zu schaffen:



mit eigenartigen Mustern bemalte Pokale, auf denen Vögel, andere Tiere und Blumen dargestellt waren. Sie modellierten aus Glas, machten Glasbläserarbeiten, sie preßten das Glas und zogen es zu langen Fäden auseinander, die sie in die Wände der Gefäße einschmolzen. Filigran-glas wurde das genannt. Das Herstellungsverfahren war ein großes Geheimnis der Venezianer. So wundert es uns nicht, daß diese Erzeugnisse auch heute noch in den Museen der ganzen Welt sorgsam aufbewahrt werden.

Die Regierung Venedigs zog aus diesem Gewerbe große Gewinne. Sie erließ sogar ein besonderes Gesetz, weil sie fürchtete, diese Einkünfte zu verlieren. Allen Glasmachern wurde befohlen, sich auf der einsamen Insel Murano niederzulassen. Man erklärte diese Maßnahme damit, daß die Arbeit von so vielen Glasmacherwerkstätten,

die in Venedig entstanden waren, eine Feuersbrunst verursachen könnte.

Doch der Grund war ein ganz anderer. Die Regierung fürchtete, die Kunst der Glasmachermeister könnte in anderen Ländern bekannt werden. Deshalb wollte sie ihre Meister von der Umwelt abschließen, damit sie nicht mit den ausländischen Besuchern Venedigs zusammenträfen. Den Glasmachern der Insel Murano wurden viele Vorrechte eingeräumt. So wurden die besten Meister zu Edelleuten gemacht, und ihren Töchtern wurde die Heirat mit den angesehensten Würdenträgern gestattet. Alle Meister ernannte man schließlich zu Ehrenbürgern der Stadt. Doch diese Vorrechte stellten die Meister nicht zufrieden.

Die Insel Murano wurde nämlich gerade für die begabten Meister zu einem Gefängnis. Sie verloren die Möglichkeit, mit der Außenwelt in Verbindung zu treten und standen sogar unter Polizeiaufsicht. Sie hatten nicht das Recht, von der Insel wegzugehen, und mußten bis zum Ende ihres Lebens dort bleiben. Bei Todesstrafe war es verboten, die Meistergeheimnisse preiszugeben. Bei einer Flucht von der Insel wurde nicht nur der Flüchtige verfolgt, sondern auch seine Familie, seine Frau, seine Eltern und sogar seine Kinder hafteten dafür.

Trotz alledem gelang es Venedig nicht, seine Kunst geheimzuhalten. Auch auf der Insel Murano gab es mutige Menschen, die die Freiheit über



alle Vorrechte stellten. Sie ergriffen die Flucht und vermittelten ihre Kenntnisse den Bewohnern der Länder, in denen sie Zuflucht fanden: den Deutschen, Franzosen und Holländern.

### **Das Buch des Heraklius**

Im zwölften Jahrhundert erschien ein Buch, in dem die Technologie der Glasherstellung jener Zeit beschrieben war. Der Autor des Buches hieß Heraklius. Er erzählte, wie sich die Glasmacherei in Italien, Frankreich und Spanien entwickelte, er beschrieb den Bau von Öfen und die Arbeitsgänge.

„Die Glasschmelzer zermahlten Sand“, schrieb Heraklius, „und gaben drei Teile Asche einem Teil Sand hinzu. Zu Anfang ballte sich diese Mischung zu Klumpen zusammen, dann wurde sie in ein anderes Gefäß gegeben, in dem sie geschmolzen wurde . . .

Das Glas mußte einen Tag und eine Nacht schmelzen, bis es zu einem zähflüssigen, dem Ton ähnlichen Teig wurde. Dann wurde es mit eisernen Löffeln aus den Töpfen herausgenommen und von neuem erhitzt, bis sich keine Blasen mehr bildeten. Dies wurde so lange fortgesetzt, bis das Glas vollkommen weiß war.“

Der Ofen bestand aus drei Stockwerken und wurde mit Holz geheizt. Im untersten Stockwerk,



Glashütte  
Im 16. Jahrhundert

wo es am heißesten war, wurde das Glas in Tongefäßen geschmolzen. Im zweiten Stockwerk wurde die Mischung aus Sand und Soda eingestellt. Hier verband sie sich zu Klumpen. Und im dritten Stockwerk, wo die niedrigste Temperatur herrschte, wurden die durch Blasen hergestellten oder die in Formen gegossenen Glaserzeugnisse langsam abgekühlt.

Das Gebäude, in dem der Ofen stand, hatte die Form einer Röhre, die unten breit war und sich nach oben zu verengte. Im Innern herrschte eine sengende Hitze, alle Räume waren voller Rauch und Ruß. Die Meister arbeiteten halb nackt, ihre Rücken glänzten vor Schweiß, ihre Augen waren

entzündet. Es war schwer, in dieser Luft zu atmen. Außerdem mußten sie die Lungen sehr anstrengen, denn das Blasen von gläsernen Gefäßen durch die dünne Röhre war schwer.

Unerträglich waren diese Arbeitsverhältnisse. Trotzdem entstanden wunderschöne, prächtige gläserne Kunstwerke.

Nichts konnte eine weite Verbreitung der Glasmacherkunst aufhalten, weder die schweren Arbeitsbedingungen noch die strengen Gesetze, welche die Enthüllung der Produktionsgeheimnisse verboten.

Überall traten Meister auf, die diese interessante Kunst liebten. Sie schufen das großartige Glas Böhmens und Englands, sie wirkten in Frankreich, wo bereits im 14. Jahrhundert viel gläsernes Geschirr hergestellt wurde, aber nicht nur teures,



*Wandergläsner aus dem 16. Jahrhundert*

sondern auch billiges für den täglichen Gebrauch.

Im 14. Jahrhundert entwickelten sich auch in Deutschland Glashütten.

### **Das Reis-Glas**

Unlängst kehrte einer meiner Freunde aus China zurück. Er brachte mir als Geschenk einen schönen Kelch mit: Auf milchweißem Grund sind undurchsichtige Körnchen dick aufgetragen. Wie Reiskörnchen sehen sie aus.

„Man nennt das auch Reis-Glas“, sagte mein Freund zu mir. „Seine Herstellungsweise ist ein chinesisches Geheimnis.“

Ich betrachtete die feine Zeichnung auf dem Glas des Kelches und mußte dabei unwillkürlich an dieses Wunderland und seine großen Meister denken. Wie wenig wissen wir doch von ihnen! Aber das wenige, das bekannt ist, führt uns auf die Spuren der ersten chinesischen Glasmacher und damit viele Jahrhunderte zurück in die Vergangenheit.

Hinter hohen Bergen und undurchmeßbaren Wüsten lebte das große chinesische Volk viele Jahrtausende lang sein besonderes Leben. Schon lange bevor in Europa Staaten entstanden, war China ein Land von hoher Kultur. Dort gab es Städte, dort wurden Bewässerungskanäle durch

Wüstenboden gezogen und Brücken errichtet, die so schön und so fest gefügt waren, daß sie auch heute noch die Ingenieure zum Staunen bringen. Die Chinesen haben das Papier erfunden, das Schießpulver, die Tusche. Seit undenklichen Zeiten kannten sie schon die Buchdruckerkunst. Millionen Bände ältester chinesischer Bücher sind noch erhalten. Darin wird vom Aufbau des Staates berichtet, von der Medizin, vom Ackerbau und von der Gärtnerkunst.

Niemand versteht es besser als die Chinesen, in Holz und Knochen zu schnitzen, seidene Stoffe zu weben.

Und erst das chinesische Porzellan! Da gibt es ganz dünne Porzellanschalen mit einem feinen Perlmuttschimmer, die beim Anstoßen ganz leise klingen; Vasen, auf deren schneeweiße Fläche leuchtende, vielfarbige Muster glänzen; Schüsseln, Krüge.

Die alten Meister sagten von ihren Erzeugnissen, sie müßten „so blau sein wie der Himmel, so rein wie ein Spiegel, so dünn wie Papier, und sie müßten klingen wie Jade, das tönende Gestein“.

Die Erfindung des Porzellans schreiben die Chinesen dem Zauberer Huandi zu. Dieser beliebte Held der chinesischen Märchen war gleichzeitig ein Weiser, ein Seefahrer, ein Bauer und ein Mathematiker. Er verstand hundert Künste, er lehrte die alten Chinesen, Seidenraupen zu züchten, Boote zu bauen, Brücken zu errichten und im

Boden den weichen Ton zu finden, aus dem das Porzellan geboren wird.

Wenn man eine dünne Porzellanschale und eine einfache Tonschüssel nebeneinanderstellt, dann fällt es schwer zu glauben, daß diese beiden Dinge sehr nahe Verwandte sind. Sie gleichen einander wirklich nicht, und doch sind beide aus Ton gemacht. Beide wurden im Feuer gebrannt und sind mit einer dünnen Glasurschicht überzogen, die wie Glas aussieht. Aber zwischen ihnen liegen Jahrtausende beharrlicher Arbeit. Mußte man doch erst bestimmte Tonarten finden, mußte man lernen, sie zu bearbeiten, damit das aus diesem Ton geformte Gefäß die weiße Farbe erhielt, damit es anfing, zu singen und zu klingen.

Viele Jahrhunderte hindurch waren die Chinesen die einzigen, die das Geheimnis der Porzellanherstellung kannten. Niemand vermochte es zu enträtseln. Europäische Könige und hohe Würdenträger waren bereit, wertvolle Schätze dafür herzugeben. Doch dieses Geheimnis wahrten nicht nur die alten Meister. Die chinesische Erde selbst hütete es.

In der heutigen Provinz Honan liegen einige kleine Berge, die immer schon den Namen Kao-ling führten. Dort fanden die Chinesen vor zweieinhalb Jahrtausenden einen besonders weißen und sauberen Ton. Es zeigte sich, daß die aus diesem Ton hergestellten Gefäße schöner waren als die aus anderem Ton. Nach dem Namen der Berge

wurde dieser Ton benannt: Kaolin. Heute findet man Kaolin auch in anderen Ländern.

Aber aus Kaolin allein kann man kein Porzellan fertigen. Die chinesischen Meister nannten Kaolin deshalb die „Knochen“ des Porzellans. Aber auf den Knochen muß auch noch Fleisch sein, sagten sie, und bezeichneten mit „Fleisch“ ein besonderes Mineral.

Seit alters gewannen sie es aus der Erde. Sie zerkleinerten und wuschen es. Die Mischung wurde zu kleinen Ziegeln gepreßt. Die weißen Ziegel von Porzellanstein zerkleinerten sie wiederum und gaben sie dann dem Kaolin bei, um Porzellan herzustellen.

Das war das Geheimnis des Porzellans! Diese Schätze zu heben und aus ihnen hauchdünne Erzeugnisse herzustellen, das lernten die Chinesen schon vor undenklichen Zeiten.

Außerdem ist bekannt, daß die Chinesen als erste zum Schmuck der Gebäude buntfarbige Tonfliesen verwandten, die mit einer Glasur überzogen waren. Das Herstellungsverfahren dieser Fliesen gelangte später von China nach Babylonien. Nun bestehen aber Glasur und Glas aus den gleichen Bestandteilen. Vielleicht waren die chinesischen Meister, die die Fliesen glasierten, auch die ersten Glasmacher?

Mein Freund, der die chinesische Vase mitbrachte, hat mir ein altes Märchen vom Lotos erzählt:

Im Garten des Kaisers wuchsen viele Lotosblüten. Einige Blüten hatten Blätter so blau wie der Abendhimmel. Andere waren purpurfarben wie das Morgenrot. Die dritten schließlich waren lila wie eine Gewitterwolke. Nur eine einzige Blüte hatte Blütenblätter so durchscheinend wie die Luft.

Da befahl der Herrscher, diese Blume zu hegen und zu pflegen, und er erlaubte niemandem im Lande, diese durchsichtigen Lotosblumen anzubauen. Sie sollten nur im Garten des Kaisers blühen.

Einmal aber kam ein böser Wind und brach den zarten Stengel des Lotos. Da verwelkte die Blume. Wie sich auch der Kaiser vor Kummer verzehrte, das Verlorene war nicht zu ersetzen.

Doch es fand sich ein weiser Mann. Er nahm eine Zwiebel des Lotos, fügte Kalk und noch etwas hinzu, worüber er nicht sprechen wollte. Das war sein Geheimnis. Neunzig Tage mühte er sich, und am einundneunzigsten Tage brachte er aus seinem Kämmerchen eine durchsichtige Lotosblüte, die aus Glas gemacht war.

Diese Blume war hart wie Diamant, und die Sonnenstrahlen spiegelten in jedem ihrer Blütenblätter, wobei sie sich in Tausende bunter Strählchen auflösten. Aber die Blume besaß keinen Duft. Trotz alledem war der Kaiser zufrieden.

So erzählt das Märchen vom ersten chinesischen Glasmacher. Im wirklichen Leben aber entstand



dem chinesischen Glas ein starker Gegenspieler – das Porzellan.

Vielleicht erschien den Besitzern der Porzellanwerkstätten das Aufkommen gläsernen Geschirrs nachteilig. Aus diesem Grunde behinderten sie die Entwicklung der Glasmacherei in China. Möglich, daß die Chinesen aus diesem Grunde viele Jahrhunderte lang die Glasbläserröhre nicht kannten, sie gossen ihre Gefäße in Formen.

Gläsernes Geschirr wurde hauptsächlich für den kaiserlichen Hof hergestellt, und oft wurden die Glasmacherwerkstätten in den Schlössern eingerichtet. Viele Jahrhunderte hindurch blieb das Glas in China ein Luxusgegenstand. Niemand konnte es den chinesischen Meistern in der Eleganz der Formen, in der Feinheit der Bemalung und der Zusammenstellung der Farben des Glases gleichmachen.



## FENSTER AUS GLAS

Unsere Vorfahren in den kalten Ländern bauten sich ihre Wohnstätten aus den Zweigen der Bäume und aus Tierfellen. Oben war eine Öffnung, die Licht hereinließ und als Rauchabzugsloch diente. Darunter hob man im Boden eine Grube aus und errichtete darin einen Herd. Hier kochte man seine Speise, hier wärmte man sich. Wenn ein Volksstamm mit seinen Herden zu einem neuen Weideplatz zog, wurden die Hütten meist zusammengelegt und mitgenommen.

In den heißen Ländern brauchte man keine wetterfeste Behausung. Viele Völker, die dort lebten, erbauten sich ihre Hütten aus leichtem, luftigem Gewebe.

Als sie dann anfangen, den Boden zu bebauen und ein seßhaftes Leben zu führen, errichteten sie ihre Wohnbauten weiter in der Art jener Hütten.

Allerdings war das Baumaterial dieser Hütten nicht mehr die Leinwand, sondern es waren Holzbalken oder gar ungebrannte Ziegel. Aber die Wände gingen wie in alten Zeiten nach oben zusammen. Fenster waren nicht darin, und die Tür diente als Ausgang und Lichtquelle.

Viele Jahrhunderte lang bauten die Ägypter, Assyrer, Babylonier, Inder und Phönizier ihre Wohnungen auf diese Weise. Auch ihre Tempel und Paläste glichen in der Form einem Zelt.

Trotz ihrer reichbemalten bunten Kacheln, der üppigen Verzierungen und der Statuen ihrer Götter und Fürsten waren diese schönen Gebäude ohne Fenster düster.

Manchmal wurden sie bereits zwei oder drei Stockwerke hochgezogen. In solchen Fällen brach man in den oberen Etagen Löcher in die Wände, aber sie blieben offen. In diesen heißen Ländern ist es ja auch nicht nötig, sich gegen Kälte zu schützen. Die Wohnungen dienten als Schutz vor der heißen, unerbittlich brennenden Sonne.

Die alten Römer bauten ihre Tempel in Gestalt runder Zelte. Auch darin gab es keine Fenster. Eine runde Öffnung, durch die das Licht eindrang, war das einzige Fenster des Hauses.

Die griechischen Tempel dagegen brauchten überhaupt keine Fenster, weil sich bei ihnen das Tageslicht frei durch die offene Decke ergoß.

Wann kam man nun zum erstenmal auf den Gedanken, die Fenster zu verglasen? Und wer war der Mann, der das erfand?

In Indien erzählt man sich eine alte Sage von einem Palast, dem nichts auf der Welt an Schönheit und Großartigkeit gleichkam. Das leichte und hohe Gebäude sah aus, als wäre es aus vielen bunten Steinen zusammengesetzt. Hell leuchteten in seinen Fenstern Scheiben aus durchsichtigem Bergkristall.

Es ist möglich, daß die Inder als erste begannen, Häuser mit Fenstern zu bauen. Vielleicht war es

auch ihre Idee, die Fenster mit irgend etwas zu verschließen, das Licht durchläßt. Doch die ersten Fensterrahmen mit Glas wurden nicht von ihnen, sondern von den Römern erfunden.

Und das entdeckte man auf folgende Weise: In Italien liegt am Ufer des Golfs von Neapel, unweit des Vulkans Vesuv, die malerische Stadt Neapel. Die Archäologen interessierten sich sehr für die Chronik dieser Stadt, hofften sie doch, darin alte Dokumente über den Ausbruch des Vesuvs zu Beginn unserer Zeitrechnung zu finden.

Der Ausbruch des Vesuvs erfolgte am 24. August des Jahres 79. Bis zu diesem schrecklichen Ereignis hatte er ruhig geschlafen und war den Menschen nie gefährlich geworden. Deshalb hegten sie gegen ihn keinen Argwohn und hatten drei Städte an seinem Fuß gebaut: Herculaneum, Stabiae und Pompeji.

An diesem klaren Augusttage aber entstieg dem Krater des Vesuvs plötzlich eine feurige Rauchwolke. Kurz darauf schleuderte eine unsichtbare Kraft Steine in die Luft, Aschewolken verdeckten den Himmel, und Ströme glühender Lava ergossen sich über die friedlichen Wohnstätten.

Das Unheil überrumpelte die Menschen. Die Bewohner der römischen Städte flohen vor den Flammen, aber sie entkamen ihnen nicht. Andere erstickten in ihren Häusern, sie wurden unter den feurigen Lavaströmen und dem vulkanischen Gestein begraben.

Achtzehn Jahrhunderte lagen die untergegangenen Städte unter der Asche des Vesuvs. Dann kamen die Archäologen und begannen am Ort des Vulkanausbruchs ihre Forschungsarbeiten. Nach und nach gruben sie eine ganze Stadt aus der Erde heraus. Diese Stadt war Pompeji.

Viel Mühe machte das Säubern der Straßen der Stadt von den fest aufeinanderliegenden Schichten aus Asche und erhärteter Lava. Als aber dann die Arbeiten beendet waren, konnten die Wissenschaftler ungehindert in die Häuser Pompejis hineingehen und dabei die stellenweise noch erhaltene innere Ausstattung der Häuser, ihre Möbel und ihr Geschirr betrachten.

Ganz besonders aber interessierten sich die Wissenschaftler für die bei den pompejanischen Ausgrabungen gefundenen Splitter dicker Glasplatten. Schließlich fanden sie nicht nur Splitter, sondern auch Platten, die noch heil waren. Diese Platten waren in Bronzerahmen eingelassen.

Nun entstand unter den Gelehrten ein Streit. Die einen behaupteten, die vorgefundenen Platten wären – Glasfenster. Andere wieder bestritten das. Sie sagten, daß sogar die Häuser der reichsten Römer keine Fenster gehabt hätten.

Wie dem auch sei, eins ist sicher, die einfachen Bürger Pompejis und die anderer römischer Städte wohnten in halbdunklen Häusern. Sie aßen aus Tongefäßen; denn für sie war Glas ein Luxusgegenstand.

Doch nicht nur die armen Leute Roms, sondern auch die begüterten Ritter und Feudalherren, die in den Ländern nördlich von Rom lebten, wohnten in Schlössern, die keine Glasfenster besaßen.

Der berühmte französische Ritter Bayard lag in ständiger Fehde mit seinen Nachbarn; in der übrigen Zeit ging er auf Jagd oder veranstaltete Festessen. Zu solchen Gelegenheiten wurden im Schlosse Fackeln angezündet. Hell glänzten in ihrem Lichte die an den Wänden aufgehängten goldenen Waffen. In kristallinen Kelchen perlte und schäumte kostbarer Wein. Diener reichten Schüsseln mit Früchten herum. Schwere Möbel und seidene Gewebe schmückten die Räume des Ritters. Aber trotz allen Reichtums war es in der Burg düster und ungemütlich kalt.

Sie war aus dicken Steinen erbaut, vor den Fenstern befanden sich eiserne Gitter. Glas aber gab es nicht. Von innen wurden die Fenster mit schweren Laden verschlossen, durch deren Ritzen der Wind blies. Den ganzen Tag über mußte man die Kamine heizen und konnte sich trotzdem nachts zum Schlaf nicht entkleiden. Und das alles war notwendig, weil die Fenster des Schlosses nicht verglast waren.

## Fenster aus Papier

Im Schlosse der Herzogin von Berry war alles in Aufruhr: Die Herrin wurde nach langer Abwesenheit erwartet.

Die Diener klopfen die Teppiche, polierten die goldenen Leuchter und wischten den Staub von den alten Ahnenbildern.

„Aber in den Zimmern der Herzogin ist es furchtbar kalt!“ stellte die alte Dienerin fest. „Man muß die Fenster mit irgend etwas verschließen.“ Und so verfaßte man rasch einen Auftrag an einen Handwerker, in dem folgendes geschrieben stand:

„Alldieweil es keine Glasmacherwerkstatt gibt, soll man für die Fenster des Schlosses der Herzogin von Berry Rahmen herstellen und auf selbige Leinwand spannen.  
Anno Domini 1413.“

Für das Schloß des Herzogs von Burgund wurden im Jahre 1467 „ölgetränkte Papierfenster“ in Auftrag gegeben.

Heute erscheint uns so etwas sonderbar: In einem vornehmen herzoglichen Schloß wurden die Fenster mit Papier beklebt oder mit Leinwand gespannt! Die Herrschaften sollten vor der Kälte geschützt werden, andererseits mußte man es so einrichten, daß dabei auch etwas Licht in die Zimmer hineinkam.

Die Chinesen verwandten an Stelle von Fenster-

scheiben dünne Hornplättchen. In Rußland benutzte man die Haut einer Ochsenblase oder Glimmer, ein weiches, verhältnismäßig leicht in dünne Schichten aufspaltbares Mineral. Die dann durchsichtigen Plättchen setzte man in das feine Gitterwerk von Metallrahmen ein. Aber auch Glimmer konnte Glas nur sehr schlecht ersetzen, obwohl er durchsichtiger war als aufgespannte Leinwand oder Papier.

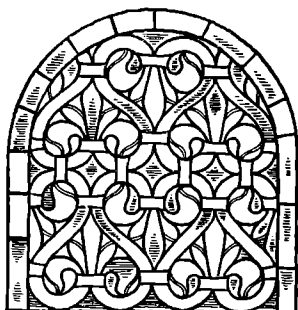
Unter Einwirkung der Sonnenwärme oder des Windes entstanden im Glimmer Risse. Er löste sich in noch kleinere Plättchen auf, nahm eine trübe Farbe an, hielt die Wärme schlecht zurück und ließ wenig Licht durch.

In den alten Häusern herrschte ständig Halbdunkel, und es war dort ebenso kalt und ungemütlich wie in der Burg des Ritters Bayard.

### **Das Fenster als Bild**

Im 16. und 17. Jahrhundert fand man in Deutschland, Frankreich und Italien sehr häufig Häuser mit bunten Scheiben in den Fenstern. Auch einige Kathedralen, die in jener Zeit erbaut wurden, sind mit ihren bunten Fenstern bis in unsere Tage erhalten geblieben, so zum Beispiel die Sophienkirche in Kiew, die Kathedralen von Moskau, Konstantinopel, Rom und Mailand, die Moscheen im Iran, die Paläste Indiens.





Aus bunten Gläsern setzten die Künstler ganze Bilder zusammen. Das ergab dann Wiesen mit bunten Blumen, Gebirgs- und Waldlandschaften, Szenen aus Legenden.

Die Sonnenstrahlen drangen durch die bunten Glasbilder hindurch und machten sie lebendig.



Manchmal schien es, als erstrahle so ein Fenster von innen heraus in einem zauberhaften Licht.

Doch bei all ihrer Schönheit waren diese Fenster aus buntem Glas nicht für die Wohnungen der Menschen geeignet. Das Licht drang nicht besser ein als durch ein Fenster aus Glimmer; der Mensch aber wollte durch sein Fenster die Welt so sehen, wie sie ist: die verschneite Straße mit Menschen, den sich ständig verwandelnden Himmel mit seinen Wolken, das Morgenrot und den Untergang der Sonne.

Für solche Fenster brauchte man jedoch eine flache, vollkommen farblose und durchsichtige Glasscheibe. Und ausgerechnet die konnte man nicht herstellen.

### **Das Bullauge**

Zu Anfang des 14. Jahrhunderts machte ein französischer Glasbläsermeister folgenden Vorschlag zur Herstellung von Scheibenglas: Zunächst blase man aus Glas einen Ballon. Man mache ihn gleichmäßig dick von unten bis oben, also wie eine Röhre, und befestige in der Mitte des flachen Bodens einen eisernen Zapfen. Dann schneide man den Ballon von der Blaströhre ab und ziehe die noch weichen und elastischen Ränder vorsichtig auseinander. Auf diese Weise entstehe eine offene Glasschale.

Diese Schale erwärme man dann von neuem im Ofen. Das Glas werde wieder weicher, und nun solle man beginnen, am Metallzapfen die Schale zu drehen. Dabei würden ihre Ränder nach und nach auseinandergehen, so wie sich die Blütenblätter einer Wasserlilie entfalten. Zu guter Letzt entstehe eine Glasscheibe, die so flach sei wie ein Pfannkuchen.

Dann werde dieser Pfannkuchen abgekühlt und in mehrere Teile auseinandergeschnitten. Allerdings seien die Glasstücke nicht gleichmäßig stark, ein Rand wäre dicker, der andere dünner.

Mit einem Übel war diese Glasscheibe behaftet: Im mittleren Teil der Glasscheibe, dort, wo der Metallzapfen befestigt war, blieb ein kleiner Hügel zurück.

Man nannte diesen Teil der Scheiben „Bullaugen“ oder „Butzenscheiben“. Die Butzenscheiben wurden billiger verkauft als die übrigen Teile der Glasscheibe, waren aber trotzdem noch teuer genug. Die guten Stücke standen besonders hoch im Preis, und nur wenige konnten sie erwerben.

Noch im 16. Jahrhundert gab es in der Burg des Königs von Schottland nur im ersten Stockwerk Fensterrahmen mit Glas. Die Fenster in den oberen Geschossen waren mit Papier verklebt. Es wird erzählt, daß der Verwalter eines englischen Herzogssitzes die Glasscheiben jedesmal aus den Fensterrahmen herausnahm, wenn der Herr sein Besitztum verließ.

## Ein gläsernes Haus

Wie hätte dieser ängstliche Verwalter gestaunt, wenn er in die Londoner Weltausstellung des Jahres 1851 geraten wäre.

Mitten in London, im Hydepark, stand ein Gebäude, das einer erleuchteten Riesenlaterne ähnlich war. Seine Wände waren große Glasscheiben, die in Metallrahmen eingelassen waren. Ein ganzer Pavillon aus Glas!

Entworfen hatte es ein Mann, der weder Architekt noch Bauingenieur war. Er hieß Joseph Picston und war Aufseher in einer Orangerie.

Als man in London die Weltausstellung vorbereitete, brauchte man Ausstellungspavillons zur Unterbringung der Waren und Maschinen. Da brachte Joseph Picston seine Konstruktion zum Vorschlag – ein Haus aus Glas.

Im Grunde genommen hatte Picston sich nicht etwas besonders Neues ausgedacht. Er hatte lediglich in den langen Jahren seiner Tätigkeit in Orangerien mehr als andere Menschen die wunderbaren Eigenschaften des Glases schätzen gelernt. Im Winter, wenn auf der Straße die Leute vor Kälte erschauerten und die Bäume in den Parks und Gärten nackt und ohne Blätter dastanden, grünte und blühte es in der Orangerie, breiteten prächtige Palmen ihre fächerartigen Kronen aus, entfalteten die Bananenstauden ihre hellen smaragdgrünen Blätter und erinnerten an die südliche

Sonne. Wundervolle Sträuße hätte man aus den leuchtenden, duftenden Blüten tropischer Länder zusammenstellen können.

All das war vom nördlichen Winter allein durch dünne Glasscheiben getrennt. Bei Joseph Picston entstand der Plan, solche Glaswände nicht nur bei Orangerien, sondern auch bei gewöhnlichen Häusern anzuwenden.

Daß seine Idee verwirklicht werden konnte, zeigt uns, welche Entwicklung die Glasscheibenproduktion inzwischen genommen hatte. Wieviel ruheloses Forschen und wieviel Beharrlichkeit, welche geniale Erfinderkraft und welches meisterliche Können waren doch erforderlich gewesen, um auch nur eine einfache Scheibe aus Glas herzustellen!

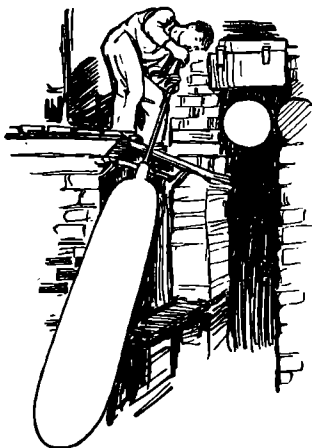
Jahrhunderte mußten vergehen, bis Fenster aus Glas aufhörten, ein Luxusartikel zu sein und in allen Häusern zu finden waren. Von kleinen Glasstückchen, eingesetzt in Gitterwerk, schritt man weiter zur Herstellung ganzer Glasscheiben. In Italien und Frankreich, in Holland und England, in Rußland und Deutschland, überall entstanden Glashütten. Das Glas wurde billiger, es wurde erschwinglich für viele, wenn auch die Arbeit des Glasbläfers, der Fensterglas herstellte, sehr hart war und schlecht bezahlt wurde.

Um eine ganze Glasscheibe zu erhalten, mußte er, unter äußerster Anspannung seiner Lungen, einen riesigen, länglichen Glasballon blasen.

War das nicht merkwürdig? Man brauchte eine

Scheibe, aber man blies einen Ballon? Eine andere Art der Herstellung kannte man noch nicht. Die Wände dieses Ballons mußten von gleichmäßiger Stärke sein. Das aber brachten nur sehr erfahrene Meister zuwege. Sie kannten besondere Geheimnisse der Herstellung solch langer Ballons.

Bei seiner Arbeit stand der Meister auf einem hölzernen Gerüst. Vor ihm befand sich im Boden der Werkstatt eine tiefe Rinne. In den Händen hielt er das Blasrohr mit etwas geschmolzenem Glas. Seine Aufgabe bestand darin, nicht eine Kugel, sondern einen langen Zylinder zu blasen. Bald blies er in das Rohr, bald legte er das Glasgebilde auf eine Metallplatte und walzte es. Dann nahm



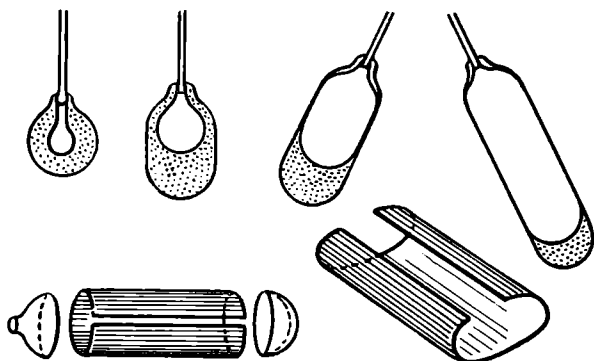
er noch eine Portion Glas, um dem Ballon die nötige Größe zu geben, wobei er ihn unter ständigem Blasen weiter drehte.

Das Glasgebilde am Ende des Blasrohres wuchs und zitterte. Es wog nicht weniger als 16 Kilogramm, und der Glasbläser ging mit ihm um wie ein Jongleur. Er warf es nach oben, schüttelte es hin und her, drehte es um, hob es mehrere Male über der Bodenrinne hoch und ließ es wieder hinab.

Schließlich erhielt das Gebilde gleichmäßig dünne Wände, und der Glasbläser atmete erleichtert auf. Auf seinem Rücken flossen Ströme von Schweiß, sein Gesicht war rot vor Anstrengung, und seine Hände zitterten vor Müdigkeit. Aber die Arbeit ging weiter. Er gab das Gebilde an seinen Gehilfen weiter und begann selbst mit der Herstellung des nächsten Kolbens.

Dann wurde das Glas von beiden Seiten beschnitten – das noch nicht erkaltete Glas kann man nämlich leicht mit einer großen Metallschere schneiden –, und aus dem langen Ballon wurde eine Röhre. Aus dieser Röhre entstand dann die Scheibe. Man mußte sie der Länge nach aufschneiden und dann wieder in den Ofen bringen. Wenn das Glas von neuem weich wurde, konnte man es leicht auseinanderbiegen und glätten. Nun war die Glasscheibe fertig.

Vor hundert Jahren wurden noch alle Fenstergläser für Wohnhäuser, Geschäftshäuser und so



weiter so hergestellt, auch die Scheiben für die Orangerien des Joseph Picston.

„Wir leben im Jahrhundert des Glases!“ sprach Picston. „Es ist an der Zeit, es in breiterem Maße beim Bauen zu verwenden. Nicht nur Fenster kann man aus Glas machen, sondern auch Wände und Decken . . .“

Der Vorschlag Picstons gefiel den Organisatoren der Londoner Ausstellung, und sie beschlossen, ihr mit dem Bau eines Pavillons für Maschinen zu beauftragen. Picston war es gleichgültig, was man in seinem Pavillon zur Schau stellte. Er baute ihn nur, um zu beweisen, wie wunderbar ein Gebäude aus Glas ist.

In fünf Monaten entstand dieses ungewöhnliche Haus. Es war so schön, daß die Besucher der Aus-



stellung weniger die Maschinen, als den Bau selbst bewunderten.

Über den gläsernen Pavillon Picstons schrieb man viel in den Zeitungen jener Zeit, und die Idee der Verwendung von Glas als Baumaterial wurde lebhaft diskutiert. Man sagte, ein neues Zeitalter habe begonnen – das Zeitalter des Glases. Schon damals, vor hundert Jahren, sahen die Menschen voraus, daß das Glas eine große Zukunft habe.

## ZAUBERGLÄSER

Durch mein Fenster blicke ich auf eine Straße, eine gerade verlaufende, lange Straße, eingefast von Häuserreihen. In der Mitte zieht sich ein Grünstreifen hin. Aber das Ende der Straße kann ich nicht sehen – ich bin nämlich kurzsichtig. Daher erscheint mir die Ferne wie mit einem Dunstschleier verhangen.

Setze ich aber eine Brille auf, dann verschwindet der Nebelvorhang, und die ganze Straße liegt deutlich vor mir. Ich bemerke, wie sich die Blätter an den Sträuchern bewegen, ich sehe die silbergrauen Dächer der Häuser und die mit gelbem Staub bedeckten Pfade in der Grünanlage. Ich erkenne, daß am Ende der Straße, hinter der An-

lage, ein Pumpenhaus steht. Und ich sehe Menschen, die sich auf der Straße bewegen.

Da geht zum Beispiel ein Mädchen in einem blauen Kleid. Sie geht gebückt, denn sie trägt einen Eimer mit Wasser. Eine Frau mit einem weißen Kopftuch hält sie an und spricht mit ihr. Ein kleiner Junge kommt angelaufen. Sein Pionierhalstuch flattert im Winde.

Weit hinten am Horizont erblicke ich die dunkelfliederfarbenen Umrisse der Berge. Und noch weiter – einen Stern. Er flimmert und scheint ganz allein am blassen Abendhimmel zu stehen.

Wenn ich aber die Brille abnehme, ist alles verschwunden: der Stern, die Umrisse der Berge, das Pumpenhaus und der Pionier. Wieder liegt vor mir nur eine lange Straße, die in der Ferne mit einem Dunstschleier verhangen ist.

Eine wundersame Kraft liegt in den Gläsern, die in das Brillengestell eingesetzt sind. Sie holen das Entfernte herbei, machen es sichtbar. Man nennt solche Gläser Linsen. Kurzsichtige brauchen Linsen, durch die sie das Entfernte sehen können. Sie werden konkave Linsen oder Hohlinsen genannt.

Es gibt aber auch nach außen gewölbte oder konvexe Linsen. Sie werden vornehmlich von alten Leuten benutzt. Das Entfernte können sie gut ohne Brille sehen, während sie die in der Nähe liegenden Gegenstände nicht unterscheiden können.

## Unser Auge

Um zu begreifen, warum das so ist, muß man wissen, wie unser Auge gebaut ist.

Das Auge ist bis auf eine kreisrunde Öffnung, vor der sich die kristallklare, durchsichtige Hornhaut spannt, von der weißen undurchsichtigen Augenhaut umkleidet. Unter der weißen Augenhaut befindet sich eine andere von Blutgefäßen durchzogene Haut, die Aderhaut. Sie dient der Ernährung des Auges. In ihrem vorderen Teil ist sie blau, grau, braun oder von einer anderen Farbe und heißt Regenbogenhaut.

Die Regenbogenhaut schließt eine kleine Öffnung ein – die Pupille. Durch sie dringt das Licht in das Auge ein.

Die Pupille kann sich erweitern oder verengen, ähnlich funktioniert die Blende am Fotoapparat. Hinter der Pupille wiederum befindet sich eine kleine konvexe Linse, die sogenannte Augenlinse. Diese Linse besteht aber nicht aus Glas, sondern aus einem besonders festen und durchsichtigen Gewebe. Sie hat dieselbe Eigenschaft wie das Fotoobjektiv: Beide sammeln die Lichtstrahlen in einem Punkt (die Fotografen nennen ihn Brennpunkt) und lenken sie dann auf eine farbempfindliche Platte, auf der das Bild von den Lichtstrahlen abgebildet wird. Beim Auge ist es allerdings keine Platte, sondern eine Haut, die das Augeninnere bedeckt und Netzhaut genannt wird. Auf

der Netzhaut erscheinen, ähnlich wie auf den fotografischen Platten, die Abbilder von dem, was wir sehen.

Während man die fotografische Platte nur einmal verwenden kann, denn die auf ihr erschienene Abbildung macht sie für neue Abbildungen unbrauchbar, „fotografiert“ die Netzhaut unseres Auges ununterbrochen die uns umgebende Welt und übermittelt die empfangenen Bilder über die Nerven zum Gehirn.

Das menschliche Auge ist ein im höchsten Maße vollkommener Apparat. Aber es kommt vor, daß die Augenlinse mancher Menschen zu stark nach außen gewölbt ist (bei Kurzsichtigen). In diesem Falle liegt der Brennpunkt nicht auf der Netzhaut, sondern vor ihr. Einem Menschen mit solchem Augenfehler können konkave Linsen helfen, die den Brennpunkt auf die Netzhaut verlagern.

Bei weitsichtigen Menschen aber ist die Augenlinse zu flach. Um den Brennpunkt an die Netzhaut heranzubringen, braucht man eine Brille mit konvexen Linsen.

So kommt also das Glas dem menschlichen Auge zu Hilfe.

## Die Geschichte der Brille

Ein russischer Reisender, der im vergangenen Jahrhundert in Florenz weilte, besuchte dort einen alten Friedhof. Er ging zwischen den zerfallenen Grabsteinen umher, als plötzlich eine Inschrift auf einem solchen Stein seine Aufmerksamkeit erweckte: „Hier ruht Salvino-Armato d'Armati, der Erfinder der Brille. Friede seiner Asche. Anno Domini 1317.“

Wenn man dieser Inschrift glauben soll, dann wurden die Brillen vor über 640 Jahren erfunden. Wie aber halfen sich die Menschen mit schlechtem Sehvermögen vorher?

Es kann doch nicht sein, daß die geschickten Meister des Glases im alten Ägypten, Babylonien, Assyrien und Rom keine Brillen herstellen konnten. Kannten sie doch das Glas seit Jahrtausenden.

Ja, sie kannten farbiges Glas, aber das saubere, durchsichtige Glas, das man zur Herstellung von Linsen braucht, besaßen sie noch nicht.

Wahrscheinlich haben die alten Völker aber doch so etwas Ähnliches wie Brillen gekannt. Man hat nämlich in den Ruinen Assyriens Bergkristallstückchen gefunden, die in der Art konvexer Linsen geschliffen waren. Wahrscheinlich benutzte man sie zum Lesen der assyrischen Bücher, die in sehr kleinen keilförmigen Buchstaben auf Tontäfelchen geschrieben waren. Die konnte man ohne ein Vergrößerungsglas kaum entziffern.

Dieselben konvexen Linsen fand man bei Ausgrabungen in China, sie waren aus Bergkristall, aus Topas oder aus durchsichtigem Turmalin.

Ebenso verstanden es die alten Völker, konkave Linsen herzustellen. Vom römischen Kaiser Nero berichtet man, er habe bei den Vorführungen im Zirkus eine Smaragdscheibe vor seine Augen gehalten. Sie war in der Art einer konkaven Linse geschliffen. Auch Nero war kurzsichtig.

Natürlich stand sein Einglas unseren heutigen Brillen in vielem nach, wenn es auch aus edlem Gestein gemacht war.

Man konnte eben damals noch keine Brillen aus Glas herstellen, obwohl man anscheinend schon wußte, daß das Glas ebenso wie der Bergkristall, der Topas und andere durchsichtige Mineralien eine interessante Eigenschaft besitzt: Glas läßt nicht nur Licht hindurch, sondern vermag unter Umständen auch einen Gegenstand in die Ferne zu rücken oder näher zu bringen, zu verkleinern oder zu vergrößern.

Der römische Schriftsteller Plinius berichtet von gläsernen Kugeln, die mit Wasser gefüllt waren und durch die „alles Kleine groß erscheint“.

Bei den Ausgrabungen in Pompeji wurden richtige Linsen aus Glas gefunden. Vielleicht trugen die Bewohner dieser Stadt solche Linsen bei sich und hielten sie vor die Augen, wenn sie etwas besser sehen wollten. Vielleicht aber benutzten sie die Vergrößerungsgläser auch zum Feueranzün-

den. Man braucht ein solches Glas nämlich nur in der Sonne über ein Brettchen zu halten, und schon zeigt sich auf dem Brettchen ein heller Fleck. Wenn man das Glas bewegt, kann man erreichen, daß dieser Fleck immer kleiner und schließlich zu einem sehr hellen Punkt wird. In diesem hellen Pünktchen sammelt sich so viel Sonnenwärme, daß das Brettchen im Handumdrehen zu schwelen beginnt und schließlich anfängt zu brennen.

Es kann sein, daß die Einwohner Pompejis gerade diese Eigenschaft der Vergrößerungsgläser besonders schätzten. Wie dem aber auch sei, auf jeden Fall verstanden sie schon, Linsen zu schleifen. Zwar gab es in jenen Zeiten noch keine Brillen wie wir sie tragen, aber die Menschen kannten doch schon die Fähigkeit des Glases, das menschliche Sehvermögen zu verstärken.

Deshalb kann man die Inschrift auf dem Grabstein des florentinischen Bürgers Salvino-Armato d'Armati nicht als richtig ansehen – er war es nicht, der die Brille erfand. Wahrscheinlich war er ein berühmter Linsenschleifer, und deshalb schrieb ihm der Volksmund auch die Erfindung dieser Linsen zu.

In Wirklichkeit haben bereits die Menschen des Altertums die Linse gekannt; sie wurde aber, wie so viele andere große Erfindungen, nicht zum Gemeingut des einfachen Volkes. Solche Linsen konnten sich nur die Reichen leisten. Erst nach vielen Jahrhunderten, als das Glas schon eine

große Rolle im Alltagsleben der Menschen spielte, würden die Linsen von neuem „erfunden“. Das war im 14. Jahrhundert, das heißt gerade damals, als der florentinische Glasschleifer Salvino-Armato d'Armati lebte und arbeitete.

### **Die Entdeckung eines Geheimnisses**

Vor mehr als viertausend Jahren herrschte in China Kaiser Tschang.

Er war ein gebildeter und wißbegieriger Mensch, der sich für alles interessierte und wissen wollte, wie die Berge entstanden sind, welche Fische in den chinesischen Flüssen leben und wie die Pflanzen wachsen. Vor allem aber lockten ihn die Sterne. Wenn er den nächtlichen Himmel betrachtete, dann bewunderte er dessen rätselvolle Schönheit.

Niemals wird der Mensch das Geheimnis des Himmels begreifen! so sprach er.

Tschang hatte einen Freund und weisen Ratgeber. Der arbeitete am kaiserlichen Hof als Linsenschleifer. Einmal brachte er dem Kaiser Tschang ein Rohr, eine Art Fernrohr, und sagte: Dieses Instrument macht Unsichtbares sichtbar.

Tschang blickte durch das Rohr in den Himmel und war starr vor Staunen. Da sah er Tausende von Sternen, die er früher mit bloßem Auge nicht gesehen hatte.



Das ist ja ein Wunder! rief er aus. Und seit jener Zeit schaute er jeden Abend mit Hilfe des Rohres, das sein Freund angefertigt hatte, in den Sternenhimmel. Seine Beobachtungen aber behielt er für sich. Wissen vermehrt die Macht des Kaisers, aber es macht die Diener aufsässig, sie sagen den Gehorsam auf – so dachte er.

Deshalb wurden die Beobachtungen, die der chinesische Kaiser am Sternenhimmel angestellt hatte, niemandem bekannt. Als er starb, ging sein Fernrohr verloren.

Ob die Erzählung vom Fernrohr des Kaisers Tschang nur von Träumern erdacht ist? Sie wollten so gern das Geheimnis des Himmels lüften und glaubten, daß das möglich sei . . .

Sie hatten sich nicht geirrt. Jahrhunderte vergingen, in denen sich die Menschen bemühten, die Sterne näher heranzuholen, sie durch geschliffene Gläser zu beobachten.

### **Lausbuben als Erfinder**

In Holland erzählt man sich auch Geschichten über berühmte Glasschleifer. Es heißt, daß in der Stadt Middelburg ein berühmter Meister mit Namen Jan Lippershey gelebt habe und noch ein anderer Meister – Zacharias Janssen.

Beide waren hervorragende Glasschleifer und fertigten Brillengläser an. Es wird berichtet, daß

beide Kinder gehabt hätten – richtige übermütige Bürschchen, und gerade ihnen sei es zu verdanken, daß ihre Väter große Entdeckungen machten.

Das kam so. Wie alle Kinder spielten die Söhne, wenn ihre Väter fort waren, gern mit deren Instrumenten und geschliffenen Gläsern.

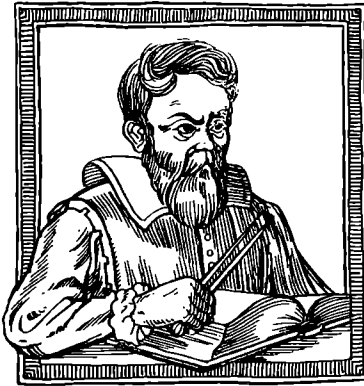
Dabei betrachteten die Söhne des Meisters Lippershey einmal durch das Glas eine Kirche, die vom Fenster aus zu sehen war.

Sieh mal, sagte der eine, die Kirche ist auf einmal ganz, ganz klein geworden, dafür aber kann man sie ganz genau sehen, alle Risse in den Wänden, die bunten Fenster und auch den Glockenturm.

Aber in meinem Glas, so sagte der andere, wird sie größer; dafür ist jedoch alles ganz verschwommen und trübe.

Wir wollen einmal beide Gläser übereinander halten, meinten sie, und sehen, was man dann erkennen kann. Sie nahmen eine kupferne Röhre und steckten die beiden Linsen hinein. Wenn sie jetzt durch die beiden Gläser in der Röhre blickten, sah die Kirche groß aus und war trotzdem ganz deutlich zu erkennen. Sie richteten das Rohr auf den Himmel, dabei kamen die Sterne gewissermaßen auf sie zu. So erfanden die Kinder des Jan Lippershey – der Sage nach – das Fernrohr.

Den Kindern des Zacharias Janssen ging es ganz ähnlich. Sie stellten einen so starken Vergrößerungsapparat zusammen, daß sie einen Schreck



*Galileo Galilei*

bekamen, als sie eine ganz gewöhnliche Fliege darunter betrachteten.

So entstand – der Sage nach – das Mikroskop.

Es war kein Zufall, daß diese Erfindungen gemacht wurden. Die Menschen strebten mehr und mehr danach, die dem bloßen Auge unsichtbare Welt zu erkennen. Dazu brauchte man Gläser, die das menschliche Sehvermögen verstärkten.

Von allen Geheimnissen der Natur lockte das Geheimnis des Himmels am meisten. Die flimmern- den Sterne und die unermeßlichen Weiten des Firmaments hatten die Gelehrten schon zu allen Zeiten in Erregung versetzt. Wie war eigentlich das Weltall gebaut? Man wollte diese ferne Welt kennenlernen.

Zur gleichen Zeit, in der in Holland die Linsen-

schleifer Lippershey und Janssen lebten, lebte in Italien der Gelehrte Galileo Galilei.

Er interessierte sich schon als Kind für Mathematik und Physik. Im Alter von zwanzig Jahren galt er als bekannter und geachteter Wissenschaftler. Er gab Vorlesungen an der Universität, baute Maschinen und stellte interessante physikalische Versuche an.

Aber mehr als alles andere lockte ihn die Astronomie. Er studierte gründlich das Werk des Kopernikus, obwohl das verboten war. Kopernikus nämlich hatte behauptet, daß nicht, wie in der Bibel geschrieben steht, alle Himmelskörper sich um die Erde drehen, sondern daß sich die Erde und die anderen Planeten um die Sonne bewegen. Und jeder, der Kopernikus' Lehre anerkannte, erklärte



**Nicolaus Kopernikus**

sich damit zum Feind der Religion. Giordano Bruno wurde auf dem Scheiterhaufen verbrannt, weil er die Ansichten des Kopernikus vertreten und sogar noch vertieft hatte.

Galilei wußte, daß ihn ein ähnliches Schicksal erwartete. Aber sein Streben nach Wahrheit war stärker als die Furcht, und als er hörte, man habe in Holland ein Fernrohr erfunden, da verstand er sogleich, welch große Bedeutung diese Erfindung für die Astronomie haben würde. Er griff die Idee auf und stellte bald selbst so ein Rohr her. Dieses Rohr vergrößerte tatsächlich die Gegenstände um das Dreifache. Was konnte man mit seiner Hilfe sehen? Vielleicht ein Schiff in der Ferne. Aber die Sterne? Nein, die konnte man damit nicht näher betrachten, dazu reichte es noch nicht aus.

Ein ganzes Jahr lang bemühte sich Galilei um die Vervollkommnung seines Gerätes. Schließlich stellte er Gläser so zusammen, daß die dadurch betrachteten Dinge bereits um das Dreißigfache vergrößert wurden.

Was er durch dieses Fernrohr entdecken konnte, war erstaunlich. Es stellte sich heraus, daß es am Himmel viel mehr Sterne gibt, als der Mensch gewöhnlich sieht. Galilei erblickte Tausende bis dahin unbekannte Sterne. Mehr noch, er behauptete, daß der weiße Streifen, der wie ein Gürtel über den Himmel läuft – die Milchstraße – nichts anderes sei als eine Ansammlung von Milliarden Sternen. Bis dahin war man nämlich der Meinung,

die Milchstraße sei eine Ausdünstung der Erde. Galilei betrachtete auch den Mond. Auf ihm zeigten sich Berge und gewaltige Vertiefungen, die wie ausgetrocknete Meere aussahen. All diese Beobachtungen legte er in einer Arbeit nieder, welche er „Sternenbote“ nannte. Die Kirchenfürsten begannen Galilei zu verfolgen. Man sprach von ihm als von einem gefährlichen Rebellen, man zwang ihn, seine Lehre abzuschwören. Sein ganzes Leben lang dauerten diese Verfolgungen an, und sogar, als der erblindete Gelehrte starb, ließen ihn seine Feinde nicht in Ruhe: Sie gestatteten nicht, ihn dort zu beerdigen, wo er es gewünscht hatte; sie verboten, auf seinem Grab einen Stein zu setzen; sie verbrannten seine Bücher und bemühten sich auf jede Weise, das Andenken an diesen großen Wissenschaftler herabzuwürdigen.

Das war das Schicksal Galileis – eines gelehrten Mannes, der die Geheimnisse des Himmels mit Hilfe von Glasstückchen ein wenig lüftete.

### **Der Zar besucht Leeuwenhoek**

Viele Jahre vergingen, Jahrzehnte und Jahrhunderte. Andere Gelehrte traten an die Stelle Galileis. Die Welt wurde von einem Durst nach Wissen ergriffen. Die rätselhaften Himmelsweiten lockten die Gelehrten.

Sie richteten ihre Fernrohre zum Himmel und blick-



*Eine venezianische Optikerwerkstatt aus dem 18. Jahrhundert*

ten hinein in die geheimnisvolle Sternwelt. Andere wieder schliffen Gläser und untersuchten den Aufbau der grünen Blätter, die Haut des Menschen und die Wurzeln der Bäume.

Die ersten primitiven Mikroskope und Fernrohre wurden durch vollkommeneren ersetzt.

Einer der Erfinder eines solchen verbesserten Mikroskops war der Holländer Leeuwenhoek, der im 17. Jahrhundert lebte.

Leeuwenhoek war kein Wissenschaftler, sondern trieb Handel mit Manufakturwaren und bewachte das Rathaus der Stadt.

In seiner Freizeit befaßte sich Leeuwenhoek mit dem Schleifen von Vergrößerungsgläsern. Er war ein beharrlicher und arbeitsamer Mensch. Er wollte Gläser schleifen, wie sie vor ihm noch niemand hergestellt hatte.

Als er eines Tages durch seine Gläser einen Wassertropfen aus einer Pfütze betrachtete, wurde er durch etwas noch nie Gesehenes gepackt. Im Wasser schwammen nämlich unzählige winzige Lebewesen herum.

Die einen waren rund, die anderen gewunden wie Spiralen, die dritten schienen zu einem langen Faden auseinandergezogen zu sein.

Von diesem Tage an wich Leeuwenhoek kaum noch von seinen Zaubergläsern. Er betrachtete Schmutzteilchen von den Schuhsohlen, Speisen, den Belag seiner Zähne und vieles, vieles andere.

Leeuwenhoeks Gläser vergrößerten bereits um das Zweihundertfünfzigfache. Mit diesen Gläsern blickte der bescheidene Manufakturwarenhändler in eine Welt, die vor ihm keinem einzigen Menschen der Erde zugänglich war, in die Welt der unsichtbaren, winzigsten Lebewesen. Sie leben um uns herum, auf unserer Haut, auf unseren Kleidern, auf unserer Nahrung und schließlich auch in uns selbst.

Antonius Leeuwenhoek nannte sie Kleinstlebewesen. Er sah, wie sie sich bewegten, eine Beute packten, wie sie sich vermehrten und starben. Er zeichnete sie ab und schickte diese Zeichnung mit einer Beschreibung an die Königliche Gelehrte Gesellschaft zu London.

Bald eilte die Nachricht von der Entdeckung Leeuwenhoeks um die ganze Welt. Auch der russische Zar Peter I. erfuhr davon.



Peter I. maß der Entwicklung der Wissenschaften eine große Bedeutung bei und förderte sie sehr. Er traf sich oft mit verschiedenen Gelehrten und beschloß eines Tages, als er sich in Holland aufhielt, Leeuwenhoek in Delft aufzusuchen. Einer der Landsleute Leeuwenhoeks schreibt darüber:

„Peter I. machte eine Reise von Den Haag aus auf einer Jacht und besichtigte, als er durch Delft segelte, mit großem Interesse die Zeughäuser der holländischen Stadt.

Er befahl, die Jacht neben dem Pulvermagazin anzulegen, welches sich eine Viertelstunde Wegs von der Stadt entfernt am Flusse Schie befand. Durch zwei Herren seines Gefolges ließ er dann den berühmten Leeuwenhoek mit seinen einzigartigen Vergrößerungsgläsern auf eines der Begleitschiffe bitten.

Leeuwenhoek hatte die Ehre, dem Herrscher zu dessen größtem Erstaunen neben anderen seltenen Entdeckungen den Blutkreislauf im Schwanz eines Aales vorzuführen.

Auf diese Weise vergingen zwei Stunden mit den verschiedensten Beobachtungen. Bevor der Zar weitersegelte, drückte er Leeuwenhoek die Hand und sprach ihm seine besondere Dankbarkeit dafür aus, daß er ihm die Möglichkeit gegeben hatte, solche ungewöhnlichen Dinge zu sehen.“

Einige Geschichtsschreiber behaupten sogar, Peter I. habe von Leeuwenhoek ein Mikroskop gekauft und es mit nach Rußland genommen. Andere verneinen das jedoch. Allerdings weiß man, daß die Herstellung von Mikroskopen in Rußland zur Zeit Peters I. begann.

An seinem Hof gab es eine Werkstatt zur Herstellung von Fernrohren und Mikroskopen. Darin arbeitete ein berühmter und kluger Mann – Iwan Jelissejewitsch Beljajew. Ihm waren alle Geheimnisse der feinen und komplizierten Kunst des Schleifens von Vergrößerungsgläsern bekannt. Dieses Wissen übertrug er auf seinen Sohn Iwan Iwanowitsch. Mit dem Tode der älteren Generation der Beljajews starb die Meisterkunst der Schleifer nicht aus. Sie ging auf den Sohn Iwan Iwanowitschs – Andrej – über.

Zu der gleichen Zeit befaßten sich auch viele andere begabte russische Meister mit der Herstellung von Mikroskopen.

Und Michail Wassiljewitsch Lomonossow, der viel mit dem Mikroskop arbeitete und ihm viele interessante Entdeckungen zu verdanken hatte, schrieb sogar ein Poem über das Glas.

## Das Geheimnis des Uhrmachers Guinan

In der Schweiz lebte um 1800 ein einfacher, kleiner Mann. Er war Uhrmacher von Beruf und hieß Pierre-Louis Guinan. Wenn man seine schwächliche Gestalt und seine wenig ausdrucksvollen Augen ansah, dann dachte man nicht, daß dieser Mann jemals imstande sein würde, etwas Besonderes zu leisten.

Aber gerade er sollte der Ahnherr des optischen Glases werden, das heißt des Glases, das zur Herstellung von guten Linsen benutzt wird.

Gute Linsen kann man nämlich durchaus nicht aus jedem beliebigen Glas schleifen. Zur Herstellung von Linsen braucht man völlig reines und durchsichtiges Glas. Nur der Bergkristall ist von Natur aus so rein und durchsichtig.

Viele Jahrhunderte hindurch mühten sich die Glasmacher ein Glas zu schmelzen, das von Flecken, Schrammen und Luftbläschen frei ist.

Die Chemiker ersannen für die Herstellung eines solchen Glases die verschiedensten Rezepte. Bald fügten sie Bleioxyd hinzu und erhielten auf diese Weise einen klingenden hellen Kristall; dann wieder nahmen sie anstatt des Bleioxyds Borsäure oder Phosphorsäure, sie gaben Zinkoxyd hinzu, Arsen, Antimon . . .

Tatsächlich verlieh all das dem Glas eine größere Durchsichtigkeit, doch die Luftbläschen – die blieben drin.

Schließlich glaubten die Glasbläser, daß es unmöglich sei, Glas ohne solche Luftbläschen herzustellen.

Da erschienen im Jahre 1811 neue Linsen im Handel. Sie waren viermal größer als die früheren. Sie waren durchsichtig, hatten weder Streifen noch Pünktchen und fast gar keine Luftbläschen mehr.

Es stellte sich heraus, daß das Geheimnis der Herstellung dieser Linsen kein Chemiker oder Glasmacher entdeckt hatte, sondern der Schweizer Uhrmacher Pierre-Louis Guinan.

Diese Erfindung machte Guinan mit einem Schlag zu einem berühmten und reichen Mann. Er siedelte nach Paris um und befaßte sich dort mit der Herstellung von optischem Glas.

Viele Menschen sprachen bei Guinan vor, um sein Produktionsgeheimnis zu erfahren; aber Guinan weigerte sich beharrlich, irgend etwas mitzuteilen.

Das ist meine Erfindung und mein Geheimnis! sprach er. Dreißig Jahre lang habe ich in großer Armut gelebt und schließlich in mühevoller Arbeit diese Entdeckung gemacht. Jetzt wollt ihr, daß ich sie zum Besitz aller mache?

Aber als das letzte Stündlein des Pierre-Louis Guinan anbrach, rief er seine Söhne und Enkel herbei und sagte ihnen: Ich will das Geheimnis, das mich reich und berühmt gemacht hat, nicht mit ins Grab nehmen. Ich bin der einzige auf der

Welt, der weiß, wie man gleichmäßig durchsichtiges Glas herstellt, Glas ohne Streifen und Blasen . . . Ich will euch dieses Geheimnis anvertrauen, aber bewahrt es wohl!

Und das ist das Geheimnis: Guinan steckte in das Gefäß, worin das Glas geschmolzen wird, eine Stange aus Ton, mit der er die Schmelze umrührte und damit die Bläschen vertrieb. Das war das ganze Geheimnis!

Nach Guinans Tode versuchten seine Nachfolger, das Produktionsgeheimnis zu hüten. Aber es gelang ihnen nicht. Ein Freund des Hauses und Geschäftsteilhaber, einer der besten Glasmacher Frankreichs, Bontemps, verließ in der Zeit der Revolution von 1848 Paris und fuhr nach England.

Er ließ sich in der Stadt Birmingham nieder und begann, in der Glasfabrik der Gebrüder Ch. zu arbeiten. Bontemps, der wußte, wie groß der Bedarf an Glas war, aus dem Linsen hergestellt werden konnten, enthüllte das Geheimnis, das die Gebrüder Guinan ihm anvertraut hatten.

Über Verwandte der Familie Guinan, die Verbindungen nach Deutschland hatten, gelangte das Geheimnis des alten Uhrmachers auch nach Deutschland. Obwohl es hier hervorragende Chemiker gab, die die Natur des Glases studiert hatten und Glas der verschiedenartigsten Zusammensetzungen herstellen konnten, war ihnen doch das Verfahren Guinans nicht bekannt.

Über hundert Jahre lang wurde nur an drei Orten der Erde solches Glas produziert: von der berühmten Firma P.-M. in Paris, der Fabrik der Brüder Ch. in Birmingham und der Firma des Chemikers Schott in Jena.

Alle anderen Länder waren gezwungen, ihr optisches Glas bei diesen Hütern des Geheimnisses von Guinan zu kaufen.

Auch in Rußland konnte man kein optisches Glas herstellen, wenn auch bereits im Jahre 1784 ein Nachfolger Lomonossows, der russische Gelehrte Kraft, ein wundervolles Glas – ohne Bläschen und Streifen – hergestellt hatte. Und er produzierte dieses Glas nach ebenderselben Art, die den Namen des Schweizer Uhrmachers in der Folgezeit so berühmt gemacht hatte.

Aber wie das im zaristischen Rußland oft geschah, die Entdeckung Krafts wurde von niemandem erwähnt. Er starb und hat niemals die Anerkennung und Unterstützung der Regierung und der gleichgültigen zaristischen Beamten erfahren. Seine Erfindung wurde vergessen.

Die russischen Glasschleifer mußten mit eingeführtem Material arbeiten. Daraus stellten sie Mikroskope her, Brillen und Fernrohre. Doch wie geschickt und begabt sie auch waren, es mangelte im Lande an optischem Gerät.

Das wurde besonders fühlbar in der Zeit des Russisch-Japanischen Krieges der Jahre 1904 und 1905. Die russischen Soldaten und Offiziere kamen

sich auf dem Schlachtfeld wie Blinde vor. Sie hatten weder die genügende Anzahl weitreichender Waffen noch verfügten sie über entsprechende optische Zielvorrichtungen.

Das Jahr 1914 brach an. Dieses Jahr brachte der Welt großes Unheil – den ersten Weltkrieg. Die russische Armee war in einer äußerst schlechten Lage, nicht zuletzt deshalb, weil die optische Ausstattung sehr mangelhaft war. Mit Deutschland stand Rußland im Kriege. Frankreich und England versorgten Rußland aber völlig ungenügend mit optischem Glas, obwohl sie als Verbündete galten.

Da blieb nur eins übrig: Man mußte die Produktion optischen Glases im Lande selbst aufbauen. Doch das war eine schwierige Aufgabe.

Die Gelehrten, die sich dieser Aufgabe widmeten, besaßen weder Erfahrung noch Literatur, die ihnen erzählte, wie man optisches Glas macht. Die russischen Glasfabriken waren schlecht ausgestattet. So blieb den Gelehrten nichts anderes übrig, als sich an die Besitzer der englischen Fabrik für optisches Glas zu wenden. Die englischen Fabrikanten waren nicht gleich einverstanden, doch am Ende reizte sie die Summe von 600 000 Goldrubeln. Für so viel Geld lohnte es sich wohl, die Russen in die Geheimnisse der Produktion einzuweihen.

Wie groß war das Erstaunen der russischen Wissenschaftler, als sie die englische Fabrik in Bir-

mingham besuchten und alte, verrauchte Werkstätten vorfanden, die fast gar nicht mechanisiert waren. Die Arbeitsbedingungen dort waren schwer, geradezu mittelalterlich. Es schien so, als habe sich seit hundertzwanzig Jahren, seit dem Tage nämlich, da Guinan sein Verfahren entdeckte, in der Herstellungstechnik nichts verändert.

Wir werden von ihnen nur das Neue übernehmen – beruhigte der junge Ingenieur Nikolai Nikolajewitsch Katschalow seine Kollegen. Er wurde später einer der größten Gelehrten Rußlands.

Bereits damals wußte er, daß man nicht all das, was man in der alten englischen Fabrik gesehen hatte, nachahmen müsse.

Man begann in der Petersburger Porzellanfabrik drei Sorten optisches Glas herzustellen. Diese Fabrik war nicht nur wegen ihrer kunstvollen Porzellanerzeugnisse berühmt, sondern auch durch ihr kristallenes Geschirr im Land bekannt.

Zwar konnte nur wenig optisches Glas hier produziert werden. Die Fabrik war alt, die Ausstattung primitiv. Die ganze Produktion bedurfte eines grundlegenden Umbaues. Aber das dringendste Bedürfnis konnte zunächst befriedigt werden.

Erst nach der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution begann man in der Sowjetunion mit dem Bau solcher Betriebe, in denen optisches Glas auf moderne Weise hergestellt wurde. Erst dann wurden auch Institute gegründet, die Fachleute ausbildeten.



Inzwischen sind Jahrzehnte vergangen. Heute stellt man Linsen für Fotoapparate und Theatergläser, für Theodoliten und Periskope, für mächtige Fernrohre und Mikroskope her.

All diese wunderbaren Geräte gestatten den Wissenschaftlern, immer tiefer in die Geheimnisse der Natur einzudringen.

Die derzeitigen gigantischen Fernrohre und stark vergrößernden Mikroskope sind mit den kupfernen Röhren eines Zacharias Janssen und eines Jan Lippershey nicht mehr zu vergleichen.

## RUSSISCHES GLAS

Vor tausend Jahren war Kiew ein mächtiges Zentrum russischer Kultur. Die Künste und das Handwerk entwickelten sich erfolgreich in dieser Stadt. Der Handel wuchs und erweiterte sich. Nach Kiew segelten die Handelsschiffe vom oberen Dnjepr, vom Wolchow und von der westlichen Dwina. Auch übers Meer kamen viele Waren, die von den reichen Bojaren und Fürsten gern aufgekauft wurden.

Kiew wurde von fachkundigen Baumeistern erbaut. Bereits im elften Jahrhundert gab es hier viele Wohnhäuser, Schlösser und Kirchen.

Damals wetteiferte Kiew in bezug auf Schönheit und Prunk mit der Hauptstadt des Byzantinischen Reiches Konstantinopel. Die Kiewer Meister wollten nicht hinter den byzantinischen zurückstehen. Und so schufen sie eine Kathedrale, die jahrhundertlang als die schönste in der Welt galt – die Sophienkathedrale. Bei der Ausstattung der Sophienkathedrale verwandten die alten Meister sehr viel Glas. Sie bedeckten die Wände der Kirche mit Bildern, die sie aus kleinen Stückchen farbigen und undurchsichtigen Glases zusammensetzten – Mosaikbilder.

Ein Mosaik anfertigen – das ist eine uralte, sehr schwierige Kunst. Schon die Römer kannten sie. Bei der Ausgrabung der auf so tragische Weise untergegangenen Stadt Pompeji fand man Häuser, deren Fußböden mit Mosaikbildern geschmückt waren.

In einem Hause entdeckte man ein Mosaik, auf dem eine Kampfszene dargestellt war. Die sich aufbäumenden Pferde, die strahlenden Gewänder der Krieger, die Erregung auf ihren Gesichtern – all das ist von den Künstlern dieser Zeit mit Hilfe der kleinen Glasstückchen ausgedrückt worden, deren Glanz im Laufe der Zeit keineswegs nachgelassen hatte.

Derartige Mosaikbilder schmückten auch die Wände der Sophienkathedrale. Auf ihnen waren meist Heilige und Szenen aus der Bibel dargestellt. Die unbedeckten Körperteile der Figuren setzte

man gewöhnlich aus kleinen, die Kleidung und den Hintergrund aus größeren Glaswürfeln zusammen. Diese Würfel unterschieden sich voneinander durch einen verschiedenen Grad an Durchsichtigkeit. Es gab solche, die gleichsam von innen heraus leuchteten, andere wieder waren matt. All das ergab eine Vielzahl farbiger Übergänge.

Einen prachtvollen Mosaikfußboden fanden die Wissenschaftler bei ihren Forschungsarbeiten in der Sophienkathedrale. Diesen schönen ursprünglichen Fußboden hatte man in späteren Jahrhunderten mit Fliesen aus gebrannten Ziegeln und schließlich mit gußeisernen Platten bedeckt. Als man das nun alles abgehoben hatte, bot sich ein wunderbarer, strahlender Teppich dar, der gewissermaßen aus verschiedenfarbigen dreieckigen, quadratischen und rechteckigen Glasstückchen gewebt war.

Wo aber war diese Menge Glas mit ihren außergewöhnlich leuchtenden und reichen Farben hergestellt worden? Wo hatte man das goldene, silberne, purpurne, blauviolette Glas geschmolzen, und wo das Glas, das die rosige Farbe menschlicher Haut besaß?

Ganz ohne Zweifel mußte das alte Kiew seine Glasmeister gehabt haben, ebenso wie in dieser Stadt Meister anderer Handwerke gelebt haben. Die einen verarbeiteten Knochen, Steine und Horn. Goldschmiede verfertigten den feinsten Schmuck aus edlen Metallen.

Im Jahre 1889 wurde in Kiew ein Schatz gefunden, dabei Schmuckgegenstände aus Gold und Silber, die mit einer glasartigen Masse verziert waren – Email. Besonders schön war ein Diadem aus neun Plättchen, jedes von ihnen aus Email von einer anderen Farbe: smaragdfarben, türkisfarben, grün, blau, lila, purpurfarben, hautfarben, weiß und gelb. Wunderschöne Medaillons gehören zu diesem Schatz, überzogen mit einem ungewöhnlich reinen, blauen Email. Die Wissenschaftler behaupten, daß man zu dieser Zeit nirgendwo anders auf der Welt als in Kiew solch ein blaues Email herstellen konnte.

Die Kunst der Glasmachermeister, der Mosaikbildner und der Emailschnelzer hatte sich also im alten Kiew zu voller Blüte entfaltet.

Im Jahre 1017 wurde ein großer Teil der Stadt durch eine furchtbare Feuersbrunst vernichtet. Die Einwohner vermochten nicht, die ungestüme Flamme zu löschen und ihr Hab und Gut zu retten. Das gierige Feuer verzehrte alles auf seiner Bahn.

Jahre und Jahrzehnte dauerte es, ehe die Stadt wieder aufgebaut wurde, dann aber war sie schöner als zuvor. Die Erinnerung an die Katastrophe blieb nur in den Chroniken lebendig. Jahrhunderte vergingen, und dann gewannen die alten Aufzeichnungen plötzlich für die Wissenschaftler an Interesse. Warum sollten nicht unter der Asche und der im Laufe der Zeit angetragenen Erdschicht

Dinge sich erhalten haben, die erzählen könnten, wie die Bewohner von Kiew vor der Feuersbrunst gelebt hatten? Man begann mit Ausgrabungen. Vor etwa fünfzig Jahren fand der Archäologe Chwojko in Kiew die Überreste einer Glasmacherwerkstatt, unter anderem feuerfeste Tongefäße mit einer erkalteten Glasmasse, dazu Armbänder und Perlen.

Dieser Erfolg ermutigte die Altertumsforscher, und sie führten ihre Untersuchungen noch hartnäckiger durch. Die ganze Stadt wurde in Bezirke aufgeteilt, und in jedem Bezirk arbeitete eine Gruppe. So wurde nach und nach der gesamte Boden des alten Kiew untersucht. Das dauerte jahrzehntelang. Viele historisch wertvolle Funde wurden gemacht, doch der eine Fund interessiert uns hier besonders: Im Jahre 1950 entdeckte eine Gruppe Studenten, die auf einem Schulgrundstück arbeitete, eine Glasmacherwerkstatt. Sie war tausend Jahre alt. Zwar waren die Öfen zerstört und die Tongefäße zum Glasschmelzen auch nicht heil geblieben, aber selbst diese kleinen Stücke erzählten den Forschenden genug. An ihnen hafteten nämlich Glasbröckchen, und man konnte durch die chemische Untersuchung feststellen, aus welchem Rohstoff dereinst die Kiewer Meister ihr Glas fertigten. Die bunten Armringe und Perlen ließen darauf schließen, daß sie die gläsernen Erzeugnisse auch färben konnten. Ebenso kannten sie das Geheimnis der Produktion durchsichtigen Glases,

denn man fand auch dünne Splitter von gläsernen Pokalen.

Aufgefundene Bleistückchen berichten, daß man hier schon vor über 1000 Jahren bieihaltiges Glas herstellte – Kristall.

Diese Zeugnisse widerlegten die Behauptung, daß in Rußland erst im 17. und 18. Jahrhundert Glas erzeugt wurde. Weitere Funde bewiesen, daß nicht nur die Kiewer Rus die Geheimnisse der Glasherstellung kannte; bei den Ausgrabungen in Kostroma und Tambow, in Samarkand und bei Moskau, in Armenien und Rjasan – überall stießen die Archäologen auf die Spuren der Tätigkeit der alten russischen Glasmacher. Sie lebten vor mehr als tausend Jahren . . .

### **Zweitausendeinhundertundvierundachtzig Versuche**

Der August des Jahres 1750 war außergewöhnlich warm. Ein Sonnentag folgte dem anderen.

Diese Tage beschrieb der große russische Gelehrte und Dichter Michail Wassiljewitsch Lomonossow in seinem Gedicht:

Schön sind die Tage im Sommer.  
Wenn sie erstrahlen im Sonnenschein,  
gießen sie Reichtum und Schönheit  
voll in die Welt hinein.



Wenn man diese Zeilen liest, könnte man meinen, daß ihr Schreiber sich im Garten erging, den Duft des scheidenden Sommers genoß und sich an den reifenden Früchten erfreute.

Wer aber die Lebensgeschichte Lomonossows kennt, der weiß, daß er gerade im Sommer des genannten Jahres sich tagelang in seinem Laboratorium aufhielt. Eng war es hier und rauchig, heiß von der Glut mehrerer Öfen. In der Luft schwebte der schwere Staub verschiedener Pulver, die man in Mörsern zerrieben hatte. Die Wände und Decken waren voll Ruß.

Farbiges Glas für Mosaikbilder herstellen – das war der Traum Lomonossows.

Zu seiner Zeit führte man nämlich solche Bilder aus Italien ein. In Italien lebten zu jener Zeit die besten Mosaikbildner. Sie hielten jedoch ihre Arbeitsweise geheim. Lomonossow bewunderte die kunstvolle Arbeit der italienischen Meister. Er wußte, daß die Mosaikbildnerei schon in der Kiewer Rus sehr entwickelt gewesen war, hatte er doch selbst in seiner Jugend in Kiew gelebt.

Es muß doch in Rußland Menschen geben, die imstande sind, diese alte traditionsreiche Kunst zu neuem Leben zu erwecken, dachte er. Lomonossow betrachtete die italienischen Bilder eingehend. Die Glasstückchen mit ihren tausend verschiedenen Farbtönen untersuchte er genau. Als Chemiker interessierte ihn die Zusammensetzung des Glases. Als Dichter und Maler aber wünschte er sich, Bilder zu machen, die denen der Italiener an Schönheit nicht nachstünden.

Lomonossow saß in seinem Laboratorium und machte dort Tausende Versuche, um dem Geheimnis des bunten Glases auf die Spur zu kommen. Er wog die einzelnen Bestandteile gegeneinander ab, stellte sie in verschiedenen Kombinationen zusammen und studierte den Einfluß der Temperatur. Weder Hitze noch Rauch, noch Ruß hielten ihn von seiner Arbeit ab. Er fürchtete nur eins: daß seine verschiedenfarbigen Glasschmelze verderben würden. Und er produzierte wunderschöne Glasschmelze.

In den Zeitschriften, die der Gelehrte leitete, er-



schienen immer wieder neue Aufzeichnungen über seine Arbeit. Über seine Glasschmelze schrieb er zum Beispiel: „Das vortreffliche grüne Glas hat die Farbe des Grases und gleicht in hohem Maße einem echten Smaragd“, und „ein anderes Grün wiederum nähert sich in der Farbe dem Aquamarin.“ Er erzeugte „leberfarbenes“, „fleischfarbenes“, „rosenfarbenes“ oder „türkisblaues“ Glas und erzielte auch noch viele, viele andere Tönungen und Farben. Lomonossows Glasschmelze waren schließlich leuchtender und vielfältiger als die der Italiener.

Das war aber nur die Hälfte von dem, was er erreichen wollte. Es mußte ein Verfahren entwickelt werden, nach dem man die Glasstückchen schleifen und polieren konnte, denn das rohe, unbearbeitete Glas war für die Bildherstellung noch unbrauchbar. Schließlich wurde ein Kitt benötigt, der Glas zusammenklebte; und am Ende mußte Lomonossow ausprobieren, inwieweit er selbst ein Mosaikbildner war.

Solche Künstler gab es in Rußland zu dieser Zeit nicht.

Die Aufgaben waren nicht leicht. Wer oder was konnte Lomonossow bei seiner Arbeit als Vorbild dienen? Einige italienische Bilder, aber sie waren stumm und konnten dem Meister nicht erzählen, wie man bei der Zusammenstellung der Glasstückchen eine stärkere Ausdruckskraft erzielt.

Lomonossow begann ein italienisches Mosaik-Heiligenbild zu kopieren. Die Arbeit gelang ihm, und er schenkte sie der Kaiserin Elisabeth.

In dem Bericht über seine Arbeit schrieb er, daß für dieses Bild „mehr als viertausend Mosaiksteinchen aneinander gefügt seien und daß er zweitausendeinhundertundvierundachtzig Versuche gemacht habe, um die richtige Zusammensetzung zu erzielen“.

Alle viertausend Glasstückchen hatte Lomonossow mit eigenen Händen angefertigt. Erst jetzt, nachdem ihm die erste Arbeit gelungen war, gestattete man ihm, Gehilfen heranzuziehen. Er selbst aber träumte zu dieser Zeit bereits von Arbeiten in großem Umfang, denn er hatte ein Verfahren erfunden, nach dem die Arbeiten an Mosaikgemälden sehr beschleunigt werden konnten. Eine Fabrik wollte er bauen. Er wandte sich deshalb an die zaristische Regierung mit der Bitte, ihm die Gründung eines Betriebes zum Herstellen von Mosaikbildern zu gestatten.

Bilder wollte er schaffen, die die Größe seiner Heimat priesen und die die großen Taten der russischen Menschen darstellten. Sie brauchen nicht den Zahn der Zeit zu fürchten, sagte Lomonossow, sie überdauern die Jahrhunderte, und ihre Schönheit bleibt erhalten.

Nach vielen Verhandlungen erhielt schließlich Lomonossow die Genehmigung, eine Glasfabrik zu bauen. Sie entstand an der Mündung der was-

serreichen Rüditzza, die ihren Lauf durch dichte Wälder nimmt. Brennmaterial für die Schmelzöfen war also ausreichend vorhanden, und den notwendigen Sand fand man in einer Entfernung von einigen Kilometern in genügender Menge.

Zehn Öfen wurden in der kleinen Fabrik aufgebaut. In ihnen sollten die verschiedenen Glasarten geschmolzen werden. Ein besonderes Gebäude entstand für die Schleifer, Graveure und Mosaikbildner. Auch eine Schmiede wurde errichtet, in der man die Bläseröhren und die Formen für den Guß von Glasgefäßen herstellte.

Lomonossows Traum war Wirklichkeit geworden, und er konnte nun mit voller Kraft an die Arbeit gehen. Begonnen hatte er mit dem Kopieren eines italienischen Mosaikbildes. Jetzt schuf er eigene Kunstwerke. Am bekanntesten wurden die Mosaikporträts des Zaren Peter I. und der Zarin Katharina II., und diese Arbeiten waren so hervorragend, daß die Akademie der Künste Italiens Lomonossow zu ihrem Ehrenmitglied wählte.

Seine persönlichen Einkünfte waren gering und interessierten den anspruchslosen Mann nur wenig. Er war zuallererst ein Patriot, der seinem Vaterland nützen wollte, denn durch seine Erfolge konnte er es von der Einfuhr von Glaserzeugnissen aus dem Ausland unabhängig machen. Hier im Betrieb konnte er auch seine Studien an dem Rohstoff Glas fortsetzen. Das Glas, vor Jahrtausenden erfunden, wurde zwar seitdem von Hand-

werkern und Künstlern verarbeitet, Lomonossow aber war der erste Wissenschaftler, der danach strebte, das Geheimnis dieses Materials zu ergründen.

In diesem Menschen vereinigten sich miteinander der Chemiker und der Dichter, der Künstler und der Geschichtsschreiber, der Meteorologe und der Mann des öffentlichen Lebens.

## DIE KRISTALLENE GANS

Nicht weit von Moskau entfernt liegt ein sehr schönes Städtchen mit dem merkwürdigen Namen Guss-Chrustalny, das heißt: die kristallene Gans.

Zweihundert Jahre alt ist dieses Städtchen, dessen Namen man sich auf verschiedene Weise zu erklären versucht.

Auf unserem Fluß gab es viele Gänse, so sagen die einen. Die Jagd auf Gänse lohnte sich, und deswegen nannte man den Fluß Guss (Gans). Als nun Akim Malzew, ein Kaufmann aus Orel, hier eine Fabrik für kristallenes Geschirr bauen ließ, hing er am Tor die kristallene Gans auf. Sie glänzte in der Sonne in allen Farben des Regenbogens und gab dem Städtchen den Namen.

Andere Einwohner der Stadt meinen, es habe nie eine kristallene Gans an den Fabrikatoren gegeben. Vielmehr sei es so gewesen: Am Ufer des Flusses Guss lag vor langer Zeit ein Eisenhüttenwerk. Das gehörte den Bataschews. Und sie gaben ihm den Namen „Eiserne Gans“. Darum nannte Malzew seine Fabrik zum Unterschied von der „Eisernen Gans“ eben „Kristallene Gans“. Welche der beiden Erzählungen nun der Wahrheit am nächsten kommt, das ist schwer zu sagen.

Samtdunkle Kiefernwälder umgeben die Stadt. Das stille Waldflüßchen Guss hat mitten in der Stadt einen breiten See gebildet. Er sieht aus wie ein gewaltiger kristallener Spiegel.

Nicht weit vom See entfernt liegt der Marktplatz, wo man mit saftigen Antonowka-Äpfeln und Kirschen aus Wladimir handelt. Die Straßen sind grün und schattig. Hier – auf dem Markt und auf den Straßen – kann man eine wohlklingende Sprache hören, die der Redeweise der Moskauer nicht ähnlich ist.

Straßenbahnen gibt es in der Stadt nicht und nur wenige Automobile. Wohin sollte man auch fahren? Die Stadt ist klein, und wenn man um sie herumgeht, braucht man nur eine Stunde.

Doch der Eindruck, als bliebe diese Stadt hinter der vorwärtsstürmenden Zeit zurück, täuscht.

Vieles hat sich hier verändert. Ich hatte Gelegenheit, einige Zeit in Guss-Chrystalny zu leben und

mit den alteingesessenen Kristallschleifern bekannt zu werden. Ich weilte in ihren Häusern und hörte ihre bitteren Erinnerungen an das Leben der Arbeiter der Kristallfabrik in der Zeit vor der Revolution.

„Die Ziegelsteinhäuschen, in denen viele von uns heute wohnen, waren nicht für uns gebaut worden“, erzählte mir ein alter Rentner, der schon längst die Fabrik verlassen hatte, in der er ein halbes Jahrhundert tätig war. „Darin wohnten die Bessergestellten, die Schreiberseelen und die angesehenen Meister“, erklärte er mir weiter. „Für uns aber, für die Arbeiter, blieb die Mietskaserne. In eine solche Kaserne wurden Hunderte Menschen hineingezwängt. Da bekam jede Familie eine Art Hundehütte zugewiesen. Nun lebt! Euch gefällt das nicht? Niemand hält euch zurück. Geht hinter den Schlagbaum!“

Auf meine Frage, was das bedeute, erfuhr ich, daß man jedem, der sich nicht der Obrigkeit beugen wollte, die Wohnung und den Lohn nahm und ihn aus der Fabriksiedlung hinausjagte. Die Fabriksiedlung aber war von Zäunen umgeben. Und weil diese Zäune mit Streifen bemalt waren, nannte man diese Einfriedung den Schlagbaum. Was blieb diesen unglücklichen Menschen noch übrig? Die einen nahmen ihre Kinder bei der Hand und zogen von Dorf zu Dorf, auf der Suche nach Arbeit und Brot. Andere hegten die Hoffnung, doch noch zur früheren Arbeit zurückkehren zu

dürfen, und hausten hinter der Siedlung in Erdlöchern.

Jahre vergingen und Jahrzehnte. Das ehemals unbebaute Gelände verwandelte sich in ein neues Siedlungsviertel. Mit seinen traurigen, armseligen Buden nannte man es „Kolonie Rausschmiß“.

Die „Kolonie Rausschmiß“ und die schmutzigen Mietskasernen gibt es heute nicht mehr.

Viele Neubauten wachsen in der Stadt empor, und immer neue Menschen zeigen sich auf ihren Straßen. Das sind junge Fachleute: Arbeiter, Ingenieure, Techniker, die aus allen Gegenden der Sowjetunion hierherkommen, um in den Glaswerken von Guss zu arbeiten. Es gibt jetzt drei solcher Betriebe.

In dem einen Betrieb – es ist der älteste – wird Kristallgeschirr hergestellt. Ein anderer, der den Namen Dzershinski trägt, ist erst dreißig Jahre alt. Hier werden Fensterglas und auch Scheiben für Personenwagen und Omnibusse erzeugt.

Der dritte Betrieb ist noch sehr jung, er entstand in den Jahren des Großen Vaterländischen Krieges. Hier wird Gewebe aus Glas produziert. Und wie sich die neuen Häuser in Guss-Chrustalny von den alten unterscheiden, so sind auch die weiträumigen Werkhallen der neuen Fabriken mit ihren modernsten Maschinen ganz und gar nicht mit den 200 Jahre alten Betriebsgebäuden der Kristallfabrik zu vergleichen. Zwar wurde auch dieser Betrieb modernisiert, aber die alten, engen Bau-

ten mit ihrem halbdunklen Inneren erzählen besser als alle Worte davon, wie die Glasmacher früher arbeiten mußten.

### **Der alte Meister**

Viele Leute in Guss behaupten, sie seien die Nachkommen der Glasarbeiter, die bereits im 17. Jahrhundert in den ersten Glaswerken in der Nähe Moskaus arbeiteten und dann nach Guss-Chrustalny übersiedelten.

Sie sind stolz darauf, zum Geschlecht der alteingesessenen Glasmacher zu gehören. Die wertvollen Kenntnisse der Glasbläser, Graveure und Maler gingen von den Großvätern auf die Väter und von den Vätern auf die Söhne über.

Einer der ganz Alten arbeitet immer noch im Betrieb.

Er heißt Sergei Wassiljewitsch Trawkin. In Guss-Chrustalny wurde er geboren, und in Guss-Chrustalny lebte er bis auf den heutigen Tag.

„Als die Fabrik gegründet wurde, waren die Trawkins schon dabei“, meint lächelnd Sergei Wassiljewitsch.

Seine beiden Großväter, der Vater und die ganze übrige Verwandtschaft waren Glasschleifer.

„Das hier hat mein Onkel, Michail Nikolajewitsch Trawkin, gemacht“, sagt der alte Meister und zeigt voller Stolz auf einen der prachtvollen Po-



kale, als wir ihn bei einem Besuch im städtischen Museum begleiteten.

Der Pokal ist am Rande mit einer kleinen Zeichnung verziert, die irgendein Fabelwesen mit weit geöffnetem Rachen darstellt. Wütend kämpft es gegen einen kühnen speerbewaffneten Reiter. Das edle Pferd nimmt am Kampfe teil und trampelt das Ungeheuer mit den Hufen nieder. Seine Augen blitzen, die Mähne ist zerzaust. Man kann an so etwas nicht gleichgültig vorübergehen – man wird zu aufmerksamem Hinschauen geradezu gezwungen.

Etwas weiter stehen Arbeiten, die Sergei Wassiljewitsch gemacht hat: eine Vase mit der Darstellung eines Pfaues. Der stolze Vogel schlägt mit seinen prachtvollen Schwanzfedern ein Rad. Rings um ihn herum blüht eine tropisch üppige Vegetation. Auf einem anderen Gefäß erblicken wir eine fremdartige Welt unter Wasser mit Wasserpflanzen und kleinen Fischen. Viele Gefäße zeigen übrigens Muster, die der Natur entnommen sind. Farnwedel und Erdbeerpflanzen wetteifern in ihrer Schönheit mit durchsichtigen Eisblumenzeichnungen.

Hier im Museum ist das Beste zusammengetragen, das im Laufe des zweihundertjährigen Bestehens der Fabrik von den Meistern geschaffen wurde. Und all das ist so wunderschön, daß es schwer ist, mit Worten den Glanz, die Vielfalt der Formen dieser wunderbaren Dinge zu schildern und das

edle Klingen zu beschreiben, das man hört, wenn die Gefäße sich berühren.

Viel davon war schon auf Ausstellungen in Paris, Wien und Chikago, und Hunderte von Menschen ergötzen sich an ihrer Schönheit.

Wieviel Überlegung steckt darin und wieviel künstlerisches, meisterhaftes Können!

Sergei Wassiljewitsch Trawkin arbeitet in einem kleinen Raum. Darin steht ein Tisch, auf dem Tisch eine Drehbank mit einer Kupferscheibe, die wie ein Rädchen aussieht. Das und ein sauberer Lappen ist die ganze Ausstattung.

Er nimmt ein Glas zur Hand, setzt die Drehbank in Gang, beugt sich über die kupferne Scheibe und beginnt das Glas an ihr entlangzuführen. Das sieht so aus, als wenn wir zeichnen, dabei aber nicht den Bleistift über das Papier bewegen, sondern, umgekehrt, das Papier über den Bleistift.

Auf einmal erscheint ein Röschen auf dem Glas, dahinter ein kleines Blatt, ein Zweig und dann noch eine Rose, und kurze Zeit darauf ist das ganze Glas mit einem mattschimmernden Kränzchen aus Blumen verziert.

Wenn man das so sieht, meint man, das sei ganz einfach. Sergei Wassiljewitsch strengt sich bei der Arbeit auch gar nicht an. Für einen Moment hebt er die Augen, lächelt seinem Gesprächspartner zu und macht einen Scherz.

Aber diese Ungezwungenheit beim Arbeiten ist

das Ergebnis vieler Jahre beharrlichen Schaffens, langen und gründlichen Lernens bei den alten, verdienstvollen Meistern.

### **Die Diamantwerkstatt**

So nennt man in der Kristallfabrik einen großen Saal mit vielen Werkbänken, in dem ein ganzes Heer junger Glasschleifer arbeitet. Ihre Werkbänke unterscheiden sich von der Drehbank des Sergei Wassiljewitsch dadurch, daß sie keine Scheiben aus Kupfer, sondern aus Korund haben. Da gibt es große und kleine, und alle drehen sich unaufhörlich, sie summen und brummen, als ob die Werkstatt voller Bienen sei.

Ich könnte stundenlang hinter dem Rücken so eines Schleifers stehen und zusehen, wie das scharfe Rädchen aus Korund sich gleichsam wie der Stachel einer Biene in die gläserne Wand einer Vase oder Karaffe einbohrt, wie auf der glatten Oberfläche des Gefäßes dreikantige Rillen entstehen. Es scheint, das Glas würde jeden Augenblick mittendurch geschnitten. Aber nein! Der Meister weiß, wann er haltmachen muß. Eine Linie nach der anderen entsteht auf dem Glas.

Über der sich drehenden Scheibe brennt eine helle Lampe. Sie beleuchtet das junge Gesicht der Arbeiter, ihre zusammengepreßten Lippen, ihre hochgezogenen Brauen. Vorsichtig halten ihre



Hände das größere oder kleinere Glas, eine Vase oder einen Krug.

Viele Male habe ich zugesehen, und niemals wurde es mir dabei langweilig! Wie sollte es auch, wenn vor den Augen die unbelebte Glätte des Glases lebendig wird! Aus dem Durcheinander der Rillen und Striche entsteht eine Zeichnung, zart und heiter; die eine gleicht einem leichten Spinnennetz, die andere verzwickten orientalischen Arabesken oder Eisblumen.

Zwar sind die Linien, die der Schleifer gezogen hat, zunächst noch trübe und matt. Bald aber fangen sie an zu funkeln wie die schönsten Diamanten. Nicht umsonst nennt man diese jungen Menschen die Meister des Diamantschliffs und die ganze Werkstatt die Diamantwerkstatt.

Wenn man aber den Augenblick erhaschen will,

da die trüben, mattweißen Rillen anfangen Farben zu sprühen und die Sonnenstrahlen in sich zu spiegeln und ungezählte Male zu brechen, dann muß man in die Ätzereiwerkstatt hinuntergehen, wohin die geschliffenen gläsernen Gefäße gebracht werden.

Unter einem großen Rauchabzug stehen zwei Becken. In dem einen ist eine Mischung aus Schwefelsäure und Flußsäure, in dem anderen ist Wasser. Der Ätzmeister trägt hohe Gummistiefel, eine Gummischürze und große Gummihandschuhe. Er nimmt die Gefäße, die man ihm gebracht hat, und legt sie in Körbe aus Metallgeflecht. Dann taucht er sie abwechselnd einmal ins Wasser, dann in das Säuregemisch. Das macht er an die fünfzehn bis zwanzig Mal mit ein und demselben Korb, dann ist der Ätzvorgang abgeschlossen. Die Gefäße in den geflochtenen Körben werden unter einem Wasserstrahl abgewaschen. Dann stellt man die sauberen, in ihren diamantenen Schliffen funkelnden Gefäße vorsichtig auf den Tisch des Güteprüfers. Es scheint, als ob es nichts Klareres und Schöneres als diese eleganten Vasen und feinwandigen Gläser gäbe.

Aber der Prüfer hält sie kritisch gegen das Licht und – entdeckt Fehler. Da ist auf einer Vase ein Schliff schlecht geätzt, dort ist ein Fettfleck auf die durchsichtige Wandung gekommen und hat das Glas getrübt.

Lange muß ich mir alle diese großen und kleinen

Gläser ansehen. So ein Gegenstand ist durch Dutzende von Händen gegangen. Er ist im glühenden Ofen entstanden, die Glasbläser haben ihn geblasen, haben ihn allmählich in besonderen Öfen zum Abkühlen gebracht, auf den summenen Korundscheiben wurde er geschliffen, und zuletzt mühte sich der Ätzmeister mit ihm ab.

Und nun stehen sie da, diese Dinge, umgestaltet durch die Arbeit des Menschen. Einige sind so zart und durchsichtig, als wären sie aus Tautropfen gemacht. Über anderen liegt ein leichter Reif, und man wagt gar nicht, auf diese kühle Zeichnung seine warme Hand aufzulegen, aus Furcht, sie könnte auftauen.

Wenn man einmal diese Schönheit ganz leicht anrührt, dann ist das Zimmer von einem silbernen Klingen erfüllt – dem Lied von den sicheren Augen und geschickten Händen der begabten Meister des Diamantschliffs.

### **So wird die Glasmasse bereitet**

Auf dem Tisch stehen zwei schöne Vasen. Die eine ist durchsichtig und von tiefen Rillen durchzogen. Die Sonnenstrahlen brechen sich in ihrem Schliff und verwandeln ihn in viele violette, blaue, grüne und rote Flämmchen.

Die andere Vase ist von milchigweißem Glas und nicht weniger schön. Auf mattem Hintergrund

leuchten in warmem Rot zwei Mohnblumen, als ob in der Vase ein brennendes Licht verborgen wäre.

Zwischen diesen Vasen aber liegen ein paar Päckchen: eine Tüte voll Sand, ein Paket mit Soda, ein Stück Kreide und Dolomit, Kristalle des Manganerzes, Salpeterpulver und Borsäure.

„Sehen Sie, das habe ich für unser Gespräch zusammengestellt“, sagt eine junge, hübsche Frau mit Namen Nina Nikolajewna zu mir; sie arbeitet in der Kristallfabrik und ist die Leiterin der Abteilung, in der die Mischung zubereitet wird, aus der man Glas schmelzt.

Nina Nikolajewna hatte also eine kleine Ausstellung der Stoffe vorbereitet, aus denen Glas geschmolzen wird, und daneben hat sie die funkelnden Krüge gestellt, um uns anschaulich zu zeigen, welcher großer Unterschied zwischen den Rohstoffen und dem Fertigprodukt besteht.

„Ich könnte auch noch andere Materialien beilegen“, sagt sie, „zum Beispiel diejenigen, ohne die man kein Kristallglas schmelzen kann, Zinkoxyd oder Bleioxyd. Dazu dann noch verschiedene Chemikalien, die die Glasmasse färben: eine Chromverbindung, die das Glas grün färbt; Kupfervitriol, das ihm eine hellblaue Farbe verleiht; Kobaltoxyd, welches das Glas dunkelblau macht. Doch, glaube ich, das, was ich auf dem Tisch zusammengestellt habe, genügt schon, um den Umfang der wunderbaren Verwandlungen erken-

nen zu können, die beim Schmelzen des Glases vor sich gehen.“

Als ich am nächsten Tage in die Dzershinski-Fabrik ging, nahm ich mir vor, diesmal mit der Abteilung zu beginnen, in der man die Bestandteile der Glasmasse zusammensetzt und mischt. Sie zu finden, war nicht schwierig, denn vom Materiallager zur Abteilung lief ein Transportband, das weißen Sand beförderte. Man brauchte nur hinter diesem Band herzugehen, dem Weg des Sandes zu folgen, dann kam man an die richtige Stelle.

Als erstes wird der Sand gewaschen, getrocknet, und dann gelangt er auf Siebe; und was das für Siebe sind! Auf einem Quadratcentimeter haben sie 181 Öffnungen. Der Sand rieselt durch diese winzigen Löcher hindurch und sieht dann aus wie Schneepuder. Doch zum Schmelzen ist er noch nicht genügend vorbereitet. Winzige, dem Auge unsichtbare Eisenteilchen verbergen sich in diesem weißen Puder.

Das Reinigen besorgen zwei Magnetbleche, die am Sieb angebracht sind. Sie ziehen die Eisensplitterchen aus dem Sand heraus, und nach kurzer Zeit ist ihre Oberfläche so gespickt mit Eisenspänen, daß sie wie eine dicke Bürste aussehen. Der gereinigte Sand fließt nunmehr auf dem Transportband in den Bunker.

Einen ähnlichen Weg nehmen auch die anderen Bestandteile des Glases. Jedes hat seinen Bunker: die Soda, das Sulfatpulver, der Dolomit.



Die Bunker – das sind große Behälter aus Metall, die im zweiten Stockwerk der Abteilung untergebracht sind. Sie laufen in große Trichter aus, die in das erste Stockwerk vorstoßen. Die Trichtermündung ist mit einer Klappe verschlossen.

Den weiteren Transport übernehmen nun Loren, und das sind ganz besondere Loren, sie sind nämlich gleichzeitig Waagen. Das aufgeladene Material kann sofort gewogen werden; und das ist sehr wichtig, denn die Bestandteile des Glases müssen ja im richtigen Mengenverhältnis miteinander gemischt werden.

Gerade hielt so eine Lore unter dem Bunker Nr. 1, dem Sulfatbunker, an. Die Klappe des Bunkers öffnete sich, und ein weißer Strahl des Sulfatpulvers floß in die Lore. Sobald der Zeiger der Waage die richtige Menge anzeigte, schloß sich die Klappe, und die Lore rollte zum nächsten Bunker, in dem Sand, Sodä oder Dolomit waren.

Schließlich war die Lore mit allem Notwendigen beladen. Die einzelnen Materialien lagen in Schichten übereinander. Am dicksten war die Sandschicht, dann kam die Sodaschicht, und am dünnsten war die Kalkschicht. Von anderen Materialien waren nur geringe Mengen dazugegeben worden: etwas Sulfat und Pegmatit.

Jetzt mußte alles miteinander gemischt werden. Je besser gemischt, desto besser das Glas.

Die Loren kippen deshalb ihre Ladung in eine große Maschine, die Mischmaschine. Wie flinke

mechanische Diener füttern die kleinen Wagen unablässig diesen unersättlichen „Herren“. In einem Arbeitsgang muß er nämlich 950 Kilogramm „Speise“ verarbeiten, das heißt mischen. Das sind am Tage 200 Tonnen. Und so dreht er sich denn polternd und schnaubend, daß in der Luft ein feiner Staub steht.

Menschen sieht man hier kaum; die ganze Arbeit wird von Maschinen geleistet.

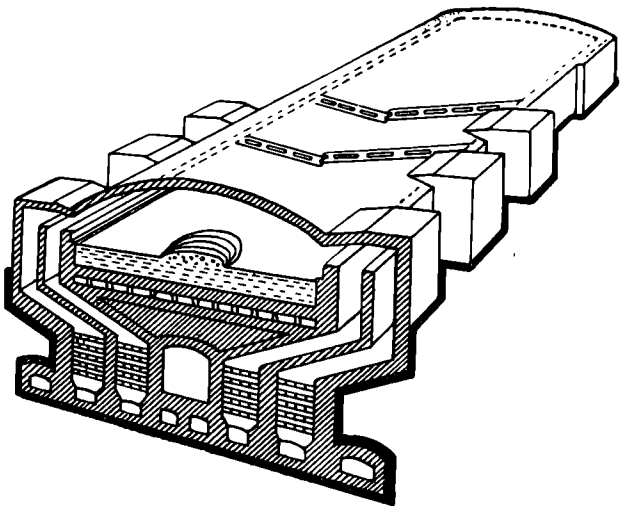
Wenn der Mischprozeß abgeschlossen ist, fahren andere Wägelchen an das metallene Ungeheuer heran, werden beladen und nehmen ihren Weg zum Schmelzofen.

### **Der gläserne Strom**

Was geschähe, wenn diesen Ofen so ein alter Ägypter sehen könnte, der das Glas auf offenem Feuer schmelzte? Diese Frage drängte sich mir auf, als ich vor der großen Anlage stand, deren Höhe nicht geringer ist als die eines dreistöckigen Gebäudes, deren Breite mehr als vierzig Meter beträgt. Was ist das für ein Ofen! Das ist vielmehr ein Haus, das in einem noch größeren Hause steht – in der Werkhalle.

Armer Glasmeister aus der alten Zeit!

Er würde erschrecken, wenn man ihn zwänge, durch das Fensterchen in das Innere des Ofens hineinzublicken. Dazu müßte er allerdings eine



blaue Brille aufsetzen, sonst würde das grelle Licht des Ofens seinen Augen schaden.

Mit einer Brille aber kann man auf dem Boden des Ofens einen breiten gläsernen Strom fließen sehen. Die glühenden Wände des Ofens sind gleichsam seine steilen Ufer. Und über dem Fluß selbst, ihn fast berührend, tobt ein Flammenmeer. Lange glühende Zungen lecken an der strahlenden Oberfläche. Langsam, unaufhörlich bewegt sich der leuchtende Strom vorwärts.

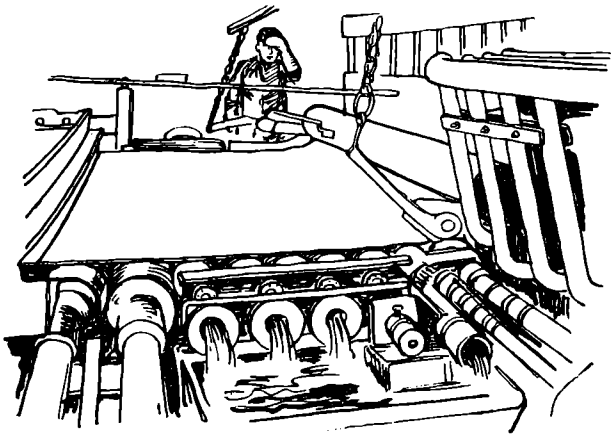
Hier schlägt das Herz der Fabrik! Hier geht die geheimnisvolle Umwandlung der verschiedenen Rohstoffe zum Glas vor sich. In dem Gemisch voll-

ziehen sich unter dem Einfluß der hohen Temperatur komplizierte chemische Veränderungen. An derthalbtausend Grad! Eisen wäre bei einer solchen Temperatur weich wie Wachs, gewöhnliche Ziegel, aus denen unsere Hausöfen gebaut werden, würden sich in Flüssigkeit verwandeln. Daher ist solch ein Glasschmelzofen aus einer ganz besonderen Art von Ziegeln errichtet. Sie fürchten keine Hitze von 1500 Grad und können auch noch 1700, 1800 Grad vertragen. Es sind Dinas und Schamottesteine, und jeder Ziegel ist einen halben Meter dick. Viele Jahrhunderte vergingen, bevor es die Menschen lernten, solche Ziegel herzustellen. Man brauchte für sie besondere Materialien. Es war notwendig, Hunderte Sorten Ton auszuprobieren, eine Menge Mineralien zu untersuchen, riesige Fabriken mit Pressen, Brechwerken und anderen gewaltigen Maschinen zu bauen. Auch heute noch beschäftigen sich die Wissenschaftler damit, Materialien zu finden, die noch widerstandsfähiger gegen Hitze sind. Denn sogar die Quadersteine aus Dinas und Schamotte, aus denen die Wände und Decken des Ofens und das Becken bestehen, in denen das geschmolzene Glas fließt, werden allmählich zerstört. Daher muß man sie alle paar Jahre auswechseln. Wenn die glutheiße Flamme derartiges vollbringt, dann kann man sich auch vorstellen, daß die in den Ofen eingebrachte Mischung aus Sand, Soda, Kalk und Dolomit nicht unverändert bleibt. So-

lange alle diese Materialien irgendwo in einem Lager ruhten und sogar noch nachdem sie von der Mischmaschine durcheinander gemengt wurden, blieb die Soda Soda, der Sand Sand und der Dolomit Dolomit. Die Moleküle, also die kleinsten Bausteine dieser Stoffe, blieben unverändert. Als diese Materialien aber in den heißen Ofen hineinkamen, begann die Bindung zwischen den Molekülen zu zerfallen. In dem neu entstehenden Material findet man keine Soda mehr und keinen Kalk, keinen Sand und keinen Dolomit. Die kleinsten Teilchen, die Atome, aus denen diese Stoffe zusammengesetzt waren, bewegen sich in der unerträglichen Glut zunächst ohne jegliche Ordnung, stoßen gegeneinander, vereinigen sich und gehen schließlich neue Verbindungen ein. Und hierin liegt das Geheimnis der Glasschmelze. Die bei diesem Prozeß sich bildenden neuen Stoffe heißen Silikate.

Aber die flüssigen Silikate sind noch kein Glas. Man muß aus ihnen alle Gasbläschen entfernen, muß dann die Flüssigkeit noch zäher machen, sie abkühlen, indem man sie verschiedene Klimazonen durchlaufen läßt, und sie schließlich in eine durchsichtige harte Glasscheibe verwandeln. Verfolgen wir diesen Weg einmal aufmerksam.

Rot und zähflüssig fließt der gläserne Strom aus dem Ofen in Gestalt eines breiten Bandes aus feurigem Teig. Das Bett, in dem er sich bewegt, ist etwas geneigt. Da begegnet er gleich am Anfang



seines Weges einem Hindernis. In unmittelbarer Nähe des Ofens steht eine Walzmaschine. Sie hat zwei große, sich ununterbrochen drehende Walzen. Dazwischen ist eine kleine Öffnung, die 20 bis 25 Millimeter breit ist.

Und durch eben diesen Raum zwischen den Walzen muß der gläserne Strom hindurchgehen. Seine heiße Masse zwingt sich durch den engen Spalt und, für das Auge des Zuschauers unsichtbar, verwandelt sie sich in ein gläsernes Band.

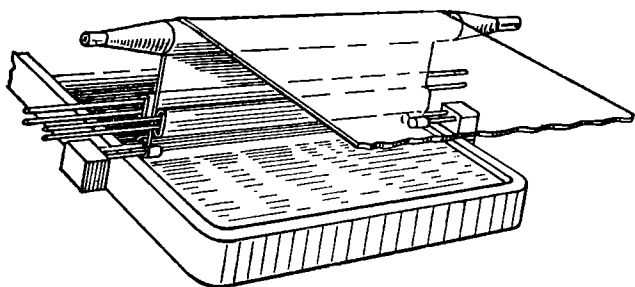
Ein Transportband führt das gläserne Band von der Walzmaschine in einen langen, tunnelartigen Elektroofen. Hier durchläuft es von neuem einige Klimazonen.

Beim Eintritt in den Ofen stößt es zunächst auf eine Temperatur von 680 Grad. Je weiter das gläserne Band vordringt, desto mehr sinkt die Temperatur ab: 600 Grad, 550 Grad, 420 Grad, und wenn es dann schließlich den Ofen wieder verläßt, beträgt seine Temperatur noch 60 Grad Wärme.

Warum mußte nun das Glas diese Zonen verschiedener Wärme durchlaufen? Wäre es nicht einfacher gewesen, es gleich abzukühlen?

Einfacher schon, doch ein solches Glas kann sofort zerbrechen. Warum? Verfolgen wir den Vorgang, dann wird es uns sofort klar: Die äußeren Schichten kühlen schneller ab als die inneren. Auf dem Glas würde sich also gewissermaßen eine kalte Kruste bilden, die einen heißen Kern überzieht. Beim Abkühlen aber ziehen sich Körper zusammen, beim Erwärmen dehnen sie sich aus. Und auf unser Beispiel angewandt, geschähe folgendes: Das heiße Innere würde sich ausdehnen und auf die sich zusammenziehende erkaltende Oberfläche des Glases einen Druck ausüben. Dabei müßte das Glas zerbrechen.

Das gläserne Band ist also aus dem Tunnelofen herausgekommen. Dort kühlte es sich allmählich ab und kann seinen Weg fortsetzen. Aber da wartet ein neues Hindernis; diesmal ist es kein großes, sondern lediglich ein Röllchen aus irgendeiner harten Legierung. Schnell läuft es über die ganze Breite des gläsernen Bandes hin, und – klick! – schon hat es eine große Scheibe davon ab-



geschnitten. Weiter läuft das Glas, und wieder setzt das Röllchen auf – eine neue Scheibe löst sich von dem laufenden Glasband ab.

So entstehen die gläsernen Scheiben. Jetzt kann man das Glas nehmen und in ein Fenster einsetzen – nein! So einfach ist das nicht. Im Betrieb nennt man solches Glas Rohglas, denn es muß noch geschliffen und poliert werden.

Das ist aber nicht die einzige Art, aus dem gläsernen Strom Glasscheiben zu gewinnen.

Ein Belgier hat eine interessante Maschine erfunden. Die Maschine ergreift das noch flüssige Glas und zieht es fünf Meter senkrecht nach oben. Um das Zerschneiden des gläsernen Bandes beobachten zu können, muß man in das obere Stockwerk der Produktionshalle eilen. Hier wird das erkalte Glas in Scheiben zerschnitten.

Dieses Verfahren wird in vielen Betrieben angewandt.



## Die Werkhalle ohne Menschen

Kehren wir zum Dzershinski-Werk zurück und verfolgen den gläsernen Strom weiter.

Auf seinem ganzen langen Weg – von dem heißen Ofen bis zu dem Apparat, der das Band in Scheiben zerschneidet – trifft man wie schon in der Abteilung, in der die Rohstoffe gemischt wurden, kaum einen Menschen.

Nun sind wir in der Werkhalle, wo die Glasscheiben geschliffen und poliert werden. Der riesige, sehr helle und saubere Saal ist fast menschenleer. Zwei Reihen beweglicher Tische aus Gußeisen, so lang wie der ganze Raum, stehen darin. Über diesen Tischen sind an Metallträgern Maschinen angebracht – Schleifmaschinen und Poliermaschinen.

Der lange Arm eines großen Krans bringt die auf einem Transportband herangeschafften Rohglas-scheiben an die Schleifmaschinen.

Wie geht das vor sich? Menschen würden die Scheibe an den Rändern anfassen und hintragen. Der Kran macht das anders. An seiner „Hand“ ist ein Rahmen mit einigen großen Saugnäpfen aus Gummi montiert. Wenn sie die Oberfläche der Scheibe berühren, saugen sie sich so fest, daß der Kran sie anheben und an die Schleifmaschine bringen kann.

Inzwischen wurde von einer Arbeiterin auf dem äußeren Eisentisch ein nasses und weiches falten-

loses Wollgewebe ausgebreitet. Die Glasscheibe wird vom Kran auf die Unterlage hinabgesenkt, die Saugnäpfe lassen los, und dann beginnt wieder ein neuer Abschnitt in der Bearbeitung der Scheibe. Der Kran aber holt eine neue Glasplatte herbei.

Die Ränder der Glasplatte werden dick mit Gips verschmiert, damit das Glas am Tisch haftet. Nun begibt sich der Tisch auf die Reise. Er geht unter den Schleifmaschinen hindurch, und jede leistet ihren Teil Arbeit an der Glasscheibe.

Die Schleifmaschinen sehen aus wie Fabeltiere, die gleichförmig ihre großen Pfoten an sich ziehen und sie wieder ausstrecken. Fest pressen sich dabei die flachen Schleifscheiben an die Glasplatte an. Ein Wasserstrahl mit feinsten Sandteilchen ergießt sich ununterbrochen in den Raum zwischen der Glasscheibe und der Schleifmaschine. Mit Hilfe dieser feinen Sandteilchen werden alle Unebenheiten, Buckel und Flecken vom Glase abgeschliffen. Von Schleifmaschine zu Schleifmaschine werden die Sandteilchen feiner und feiner und die Oberfläche der Glasplatte immer sauberer.

Auf der anderen Seite des Saales arbeiten die Poliermaschinen. Automatisch werden ihnen die Tische mit den geschliffenen Glasscheiben zugeleitet.

Die Scheiben der Poliermaschinen sind mit Filz überzogen. Hier wird nicht mit nassem Sand, son-

dern mit einem roten, puderfeinen Mehl aus Eisenoxyd gearbeitet. Es wird Krokus genannt. Der weiche Filz und der feine Krokus geben der Oberfläche des Glases ihre Glätte und ihren Glanz.

Bis jetzt ist aber nur eine Seite der Scheibe bearbeitet worden. Die andere, die auf dem nassen Wolltuch lag, blieb bis jetzt uneben und holprig. Sie soll aber genauso schön werden.

Und so macht die Scheibe die Reise noch einmal. Der Gips wird abgenommen, der Kran mit den Gummisaugnäpfen fährt heran, hebt die Scheibe hoch, dreht sie um und legt sie mit der unbearbeiteten Seite nach oben. Sie wird wieder mit Gips am Eisentisch befestigt, und es kann losgehen.

Über dem Maschinensaal, im zweiten Stock der Werkhalle, befindet sich ein kleines Zimmer, das Schaltzimmer. In diesem Zimmer sitzt eine junge Frau an einem Pult mit vielen Hebeln, Knöpfen und Zeigern. Von hier aus werden alle Arbeiten gelenkt.

Das Mädchen steuert die komplizierten Maschinen.

In dem halbdunklen Raum ist an einer Schalttafel deutlich eine Reihe grüner Lichter sichtbar. Jedes Lämpchen entspricht einer Maschine in der Werkhalle.

Solange die Maschinen normal arbeiten, brennen diese Lämpchen ruhig. Auf einmal erlischt eines, und ein anderes darüber, ein rotes, geht an. Im selben Augenblick leuchtet auf einer Tafel eine

helle Inschrift auf: „Luft!“, oder eine andere: „Schmieren!“

Die Tafel mit den Lämpchen berichtet über alles, was im ersten Stockwerk der Werkhalle vor sich geht. Die Alarmaufschriften zeigen Störungen an, die sofort beseitigt werden müssen. Die junge Frau bedient den einen oder den anderen Hebel am Pult, sie gibt der einen Maschine Luft, sie beschleunigt oder verlangsamt die Bewegung aller Maschinen. Zuweilen nimmt sie den Telefonhörer ab und gibt leise eine Anordnung: „Gehen Sie zum Tisch Nummer 17. Die Schmierung hat nachgelassen!“

Und augenblicklich befolgt irgendein Unsichtbarer die Anweisung, denn die Alarmschrift auf der Tafel erlischt.

Eine solche Werkstatt ist ein Kind unserer Zeit. Zwei junge sowjetische Ingenieure haben jedoch eine noch modernere Konstruktion für Schleif- und Poliermaschinen ersonnen.

Was ist das Besondere daran?

Zunächst unterscheiden sich diese Maschinen schon rein äußerlich von den ersteren: Sie beanspruchen nur den dritten Teil des Platzes. Die Glasplatte geht von einer Maschine zur anderen ohne die Hilfe des Tisches weiter. Die Maschinen selbst sind es, die die Glasplatte sozusagen von einer Hand in die andere geben und sie gleichzeitig auf beiden Seiten schleifen und polieren. Das Glas braucht also auch nicht mehr mit Gips festgemacht

zu werden. In der Werkstatt sind noch weniger Menschen tätig, aber die Arbeit geschieht um ein Vielfaches schneller.

Die klugen Glasmacher vergangener Jahrhunderte haben prachtvolle Pokale und Karaffen aus Glas geblasen, sie verstanden es, alle möglichen Muster in das Glas einzuschneiden, doch sie schafften es nicht, eine einfache Glasscheibe herzustellen!

## LEGENDE UND WIRKLICHKEIT

### **Von dem hartherzigen Tiberius und dem berühmten Erfinder**

Im alten Rom lebte einst ein erfahrener alter Meister. Er konnte sich rühmen, verschiedene Geheimnisse der Glasherstellung zu kennen.

Eines Tages ging der Meister in den Palast des Kaisers und bat darum, ihn zu empfangen, er hätte ein Geschenk für den Herrscher. Damals herrschte in Rom der hartherzige Kaiser Tiberius.

Tief verbeugte sich der Meister vor dem Kaiser und stellte eine gläserne Schale vor ihn hin. Tiberius schaute sie geringschätzig von oben herab an.

Bin ich etwa ein Bettler, daß ich aus solch einer Schale essen soll, rief er zornig aus. Wenn du dei-

nem Kaiser ein Geschenk machen wolltest, dann hättest du dir mehr Mühe geben sollen. Diese Schale müßte viel schöner sein, und nun schaffe den Plunder fort!

Er befahl, sein Essen auf einer goldenen Schüssel zu reichen, um dem bedauernswerten Glasmacher zu zeigen, wie reich ein römischer Kaiser ist.

Doch der Glasmachermeister ließ sich nicht aus der Fassung bringen. Du hast recht, mein erlauchter Herr, gab er zur Antwort, meine Schale sieht bescheiden aus. Aber nimm mein Geschenk an, du wirst es nicht bereuen. Diese Schale ist nämlich aus einem Glas gemacht, das nicht zerbrechen kann.



Bei diesen Worten nahm der Meister seine Schöpfung, hob sie hoch über den Kopf und warf sie dem Kaiser vor die Füße. Die Schale klang auf und rollte unter einen Sessel.

Tiberius stieß einen Ruf des Erstaunens aus. Der Glasmacher hob seine wundersame Schale vom Boden auf und erwartete mit geneigtem Kopf ein Dankeswort des Kaisers. Tiberius machte jedoch ein finsternes Gesicht, schwieg eine Zeitlang und gab dem Meister ein Zeichen, daß er sich zu entfernen habe. In der Nacht drangen die Diener des Kaisers bei dem unglücklichen Erfinder ein, schlugen ihn in Ketten und schleppten ihn in den Kerker. Am nächsten Morgen wurde er hingerichtet. Seine Werkstatt aber machte man dem Erdboden gleich, und die Schale warf man in den Kehricht.

So erzählt es die Legende.

Es ist schwer zu sagen, wie sie entstand. Höchstwahrscheinlich spiegelte sich in dieser Sage der jahrhundertealte, schwer zu verwirklichende Traum der Menschheit wider, den Hauptfehler des Glases zu beseitigen – seine Zerbrechlichkeit.

Unzerbrechliches Glas herstellen – ist das nicht dasselbe wie den Stahl weich wie Seide machen oder das Wasser anzünden?

## Gläserne „Butterbrote“

Lange Zeit suchten die Gelehrten nach einem Verfahren, die Zerbrechlichkeit des Glases zu überwinden.

Wer hat schon mal in einem Auto Glasscheiben gesehen, die von kleinen Sprüngen durchzogen sind? Wahrscheinlich ist da ein Stein gegen die Scheibe geflogen. Aber sie hat gehalten, kein Glassplitter fällt heraus. Wie ist das möglich? Sehen wir es uns ein wenig näher an.

Dieses Glas ist wie ein Butterbrot gemacht. Zwischen zwei normale Glasscheiben wird durchsichtiges Zelluloid gelegt, das mit einem besonderen durchsichtigen Leim am Glase festgeklebt wird.

Damit nun das Zelluloid noch besser am Glase haften, wird diese merkwürdige Scheibe in eine Gummihülle gesteckt, aus der man die Luft herauspumpt. Anschließend wird das Ganze einem starken Druck ausgesetzt.

Da nun in der Gummihülle fast keine Luft mehr ist, von außen aber ein starker Druck ausgeübt wird, vereinigen sich das Glas und die Zelluloidscheibe so fest miteinander, daß jede Anstrengung, sie voneinander zu trennen, vergeblich ist.

Wenn man nun so ein gläsernes „Butterbrot“ nicht aus zwei, sondern aus fünf Schichten herstellt, dann kann es weder ein Stein noch eine Kugel durchschlagen. Solche vielschichtigen gläsernen „Butterbrote“ leisteten im Krieg große Dienste:



Sie wurden bei Panzern, Flugzeugen und Kraftwagen angewandt.

Aber bei diesem Glas zeigten sich Mängel. Mit der Zeit verdarb die Zwischenschicht aus Zelluloid und wurde trübe – das Glas verlor seine Durchsichtigkeit.

Also mußte man neue Verfahren erfinden, um unzerbrechliches Glas zu erzeugen.

In einer der Werkstätten der Dzershinski-Fabrik habe ich gesehen, wie man eine eiserne Kugel auf eine große Glasplatte fallen ließ. Die Kugel wog ein Kilogramm, und man warf sie anfänglich aus einer Höhe von einigen Zentimetern, dann von einem halben Meter, schließlich von einem ganzen Meter herab. Sie sprang aber vom Glas zurück, als ob sie aus Gummi wäre. Das Glas wies keine Schäden auf. Was ist das für ein Glas?

Es wird in einem ganz besonderen Verfahren hergestellt. Zunächst bringt man eine Glasscheibe in einen Elektroofen, in dem sie sich gleichmäßig stark erwärmt. Wenn sie aus dem Ofen herauskommt, wird sie ebenso gleichmäßig abgekühlt. Eine solche Prozedur härtet das Glas, macht es elastisch und fest wie Stahl. Man nennt es deshalb auch „Stalinit“.

Nachdem die Glasmacher gelernt hatten, Stalinit herzustellen, meinten sie, es wäre schwierig, etwas Besseres als ein solches Glas zu finden. Es hält jede beliebige Last aus, jeden beliebigen Stoß. Es zerbricht nicht, es wird nicht trübe . . .

Doch auch das Stalinit wurde für unzureichend erklärt, und zwar von den Flugzeugbauern.

Stalinit ist ganz gut und schön, meinten sie, das wollen wir nicht bestreiten, doch für Flugzeuge ist es ungeeignet. Das Glas soll ja nicht nur das Licht durchlassen, sondern auch Geschosse abhalten. Das Stalinit aber, das diesem Zweck entspräche, müßte sehr dick sein, und dadurch würden die Flugzeuge zu schwer werden. Gebt uns ein Glas, und damit wandten sich die Flugzeugbauer an die Chemiker, welches durchsichtig ist wie Luft, fest wie Stahl und leicht wie Holz.

### **Ist denn so etwas möglich?**

Ja! Es ist möglich. Um ein solches Glas herzustellen, braucht man keine glühenden Öfen mit einer Temperatur von einundeinhalbtausend Grad, keine Glasblasemaschinen, keine riesigen Schleif- noch Poliermaschinen.

Die aus diesem Glas hergestellten Gegenstände sind sofort so glatt und glänzend, als hätte man sie poliert.

Dieses erstaunliche Glas kann man auf einer Drehbank bearbeiten, man kann es durchbohren, zersägen, hobeln und kleben.

Es besitzt Eigenschaften, die unser altes bekanntes Glas nicht hat. Das neue Glas ist viel durchsichtiger. Wenn man viele Scheiben von gewöhnlichem

Glas eng nebeneinanderstellt zu einer meterdicken Mauer, so ist das hindurchfallende Licht grün. Dabei kann man nicht lesen.

Macht man aber eine ebenso dicke Mauer aus dem neuen Glas, dann bleibt das Licht klar und weiß.

In einem Zimmer, das Fenster aus solchem Glas besitzt, kann man sogar braun werden. Es läßt nämlich im Gegensatz zum anderen Glas die ultravioletten Strahlen passieren – das sind die Strahlen, die unsere Haut bräunen. So können zum Beispiel in Krankenhäusern die Patienten, die man nicht ins Freie führen kann, unmittelbar in den Zimmern von der Sonne gebräunt werden.

Dieses neue Glas ist von den Chemikern erdacht worden und besitzt auch noch viele andere bemerkenswerte Eigenschaften.

Ich sah im Zimmer eines Ingenieurs einen interessanten Apparat stehen. Von einer Wand zur anderen war ein langer dicker Draht aus Glas gespannt. An seinem einen Ende war eine elektrische Glühbirne angebracht, und am anderen Ende kam das Licht wieder heraus als ein runder leuchtender Fleck. Durch den gläsernen Draht „floß“ also Licht wie durch ein Rohr.

Als sehr wertvoll aber erwies sich dieses neue Glas für den Flugzeugbau.

Es vereinigt in sich alle Eigenschaften, die die Flugzeugkonstrukteure gefordert hatten: Leichtigkeit, Festigkeit und gute Durchsichtigkeit.

Was ist das für ein wunderbarer Werkstoff? Viel-

leicht ist es nicht ganz richtig, wenn man es Glas nennt.

Seiner Zusammensetzung nach erinnert es in nichts an das jahrtausendlang den Menschen bekannte Glas. Es wird organisches Glas genannt. Seine Moleküle bestehen aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Um es herzustellen, braucht man keinen Sand, keinen Kalk, keine Soda und nicht alle die anderen Dinge, die ein Jahrtausend lang zur Glasschmelze benötigt wurden.

Organisches Glas wird aus Luft, Wasser und den Gasen hergestellt, die man bei der Destillation von Erdöl erhält. Einen langen Weg der Umwandlungen müssen alle diese Stoffe durchlaufen, ehe auch nur eine bescheidene Scheibe aus diesem außergewöhnlichen Glas entsteht.

Wer in einer Fabrik für organisches Glas der Arbeit der Chemiker zuschaut, der meint, hier vollzöge sich alles von selbst und die Menschen hielten im wesentlichen nur an großen verschlossenen Gefäßen Wache.

Tatsächlich sind die vor sich gehenden chemischen Prozesse den Augen der Menschen verborgen. Um so erstaunlicher ist es, daß die Chemiker, ohne einen Fehler zu machen, darüber herrschen. Sie erbauen die Moleküle des neuen Stoffes, indem sie jedes Atom zwingen, seinen ihm bestimmten Ort einzunehmen. Sie zwingen die Atome, von einem Molekül ins andere zu gehen, den Platz miteinander zu wechseln und sich in der für den neuen

Rohstoff notwendigen Menge zu gruppieren. Und diese aller kleinsten unsichtbaren Stoffteilchen ordnen sich gehorsam dem Willen des Menschen unter.

In einer Fabrik im Ural, in der man organisches Glas herstellt, zeigte man mir große Behälter.

„Gift“ stand darauf geschrieben.

„Hier haben wir Azeton“, sagte man mir, „und hier Blausäure.“

In der Luft standen ätzende Dämpfe, und das Murmeln des Wassers war zu hören.

„Azeton und Blausäure vereinigen sich miteinander, und das gibt ...“

„... Organisches Glas!“ rief ich erfreut aus.

Da lachte man über mich.

„Aber nein! Bis dahin ist es noch weit! Bis jetzt bekommen wir nur als Zwischenprodukt eine Chemikalie, die man noch mit Schwefelsäure behandeln muß, um die Luft herauszutreiben. Und das tun wir auch. Dann fügen wir wieder Schwefelsäure hinzu und erhalten einen neuen Stoff als Zwischenprodukt, dann einen dritten, einen vierten und am Ende ...“

„... Organisches Glas!“ rief ich.

„Nein, immer noch nicht!“

Man führte mich in eine andere Werkstatt, in der Mädchen in weißen Kitteln arbeiteten.

Über jedem Platz hing ein großer weißer Sack.

Darin war – Luft! Ganz gewöhnliche saubere Luft.

Das war notwendig, denn jedes der Mädchen

arbeitete mit einer durchsichtigen Flüssigkeit, die einen scharfen Geruch ausströmt und sehr gesundheitsschädlich ist.

Damit nun den Mädchen das Atmen während der Arbeitszeit leichterfällt, hat man diese Säcke mit zusätzlicher frischer Luft aufgehängt.

Für einen Außenstehenden sieht die Arbeit der Mädchen sehr einfach aus. Sie dirigieren einen durchsichtigen Flüssigkeitsstrahl in den Raum zwischen zwei gewöhnlichen Glasscheiben.

Der Strahl der durchsichtigen Flüssigkeit zerfließt gleichmäßig über die gesamte innere Oberfläche.

Wenn eine Scheibe fertig ist, wandert sie in einen Wärmeofen, in dem die Temperatur nicht hoch ist, fünfzig Grad. Aber das ist ausreichend, um im Lauf von drei bis vier Tagen die Flüssigkeit hart werden zu lassen.

Wenn das Ganze abgekühlt ist, nimmt man die Platten auseinander, und dabei zeigt sich zwischen ihnen eine durchsichtige, glänzende Scheibe aus organischem Glas. Diese Scheibe hat nicht die geringste grünliche Färbung und glänzt so, als hätte man sie poliert.

Dieses Glas kann man in Form eines Balkens gießen, um dann aus ihm beliebige Gegenstände herauszudrechseln oder herauszuschneiden.

Bedeutet das nun, daß organisches Glas an Stelle des alten Glases getreten ist und es ablöst?

Nein, das heißt es nicht. Nicht überall kann orga-

nisches Glas das alte Glas ersetzen. Beide Glasarten werden sich weiterentwickeln und sich gegenseitig nicht stören. Im Gegenteil, beide werden sie lange der Menschheit dienen.

### **Spaziergang in das Morgen**

Besuchen wir noch einmal eine weitere Fabrik in Guss-Chrustalny, und werfen wir dabei einen Blick in die Zukunft.

Hier in diesem Werk gibt es keine riesigen Werkhallen, keine mächtigen Maschinen noch große Öfen. Hier hat alles kleine Ausmaße und entspricht damit gewissermaßen jenem allerfeinsten Produkt, das wir hier erhalten.

Ein feines Menschenhaar in dreißig noch feinere Härchen aufzuspalten, ist das überhaupt möglich? Ein so dünnes Härchen ist doch unsichtbar! Es hat nämlich ein Fünftel der Stärke eines Spinnwebfadens. Ist es nicht erstaunlich, daß man solche hauchfeinen Gebilde aus Glas herstellt?

Schon früher haben die Glasmacher versucht, aus Glas dünne Fäden zu ziehen. Die alten Ägypter machten das folgendermaßen: Mit einem dichten Kamm, der ihnen als Werkzeug diente, zogen sie ein erwärmtes und dadurch weiches Glasstäbchen auseinander. Dabei erhielten sie ziemlich dicke Glasfäden, und mit ihnen verzierten sie Krüge, Fläschchen und Vasen.

Im Vergleich zu den Fäden, die man in Guss erhält, sehen die ägyptischen Fäden aus wie dicke Taue.

Wie werden nun solche feinen Glasfasern hergestellt?

Oberflächlich gesehen, erscheint der Herstellungsprozeß sehr einfach. Aus heißem Glas von einer sehr guten Sorte werden viele nußgroße Kugeln hergestellt. Mit diesen gläsernen Nüssen werden Elektroöfen beschickt, die wie quadratische Trichter aussehen. Auf dem Boden eines jeden Ofens befindet sich ein Platinschiffchen mit einer Vielzahl winziger Öffnungen. Sobald nun die gläsernen Kugeln schmelzen, beginnt die Glasflüssigkeit in ganz feinen Strahlen durch diese Öffnungen zu fließen.

Der Elektroofen befindet sich im zweiten Stockwerk der Werkhalle.

Die gläsernen Strahlen fließen durch eine Öffnung im Fußboden der Halle nach unten ins erste Stockwerk.

Hier sind große Scheiben aufgestellt, die man Spulen nennt. Sie drehen sich mit einer Geschwindigkeit von 1800 Metern in der Minute.

Auf diese Spulen wickeln sich die dünnen Glasfäden auf. Sie haben ihre ganz besonderen Eigenschaften.

Zunächst einmal sind sie sehr leicht. Ein Faden von einem Kilometer Länge wiegt weniger als ein Gramm. Und doch ist er trotz seines geringen



Gewichtes sehr fest. An einen Faden, der einen halben Zentimeter dick ist, kann man ein Gewicht von eineinhalb bis zwei Tonnen hängen. Aus diesen Fäden macht man schöne Stoffe, die wie Seide aussehen.

In der Fabrik gibt es eine Textilabteilung. Sie unterscheidet sich in nichts von der Webereiabteilung einer beliebigen Fabrik, in der man Seide oder Kattun produziert. Ein bläuliches, seidenartiges Gewebe aus Glas wird hier hergestellt.

Das ist die ganze Produktion. Man kann sich den Betrieb im Lauf von zwei Stunden ansehen. Aber die Bedeutung ist riesengroß!

Gewebe aus Glas! Die Elektrotechniker wissen, daß das ein unersetzliches Material für Isolierungszwecke ist. Ein gläsernes Gewebe leitet keine Elektrizität. Es brennt nicht, wenn man es ins Feuer steckt, und nimmt auch keine Flüssigkeit auf.

Glasfasern werden auch in anderen Betrieben auf eine andere Art und Weise gewonnen.

Ein Strahl flüssigen Glases wird durch Dampf oder Preßluft zerblasen. Dabei bilden sich kleine Glasfasern, die in eine Trommel fallen. Im Innern dieser Trommel ist die Luft verdünnt. Die Fasern pressen sich fest an die Wände der Trommel. Man umgibt sie mit einem besonderen Harz und läßt sie allmählich trocknen. Die Fasern kleben zusammen, dabei entstehen „Matten“ – das sind kompakte Stücke einer faserigen, gläsernen Masse.

Mit diesen Matten legt man die Wände von Kühl-

wagen aus. Sie isolieren gegen Kälte und Wärme. Mit ihnen kann man auch Dampfkessel oder Röhren abschirmen.

Sehen wir uns noch an, wie man Watte aus Glas herstellt.

Das geschmolzene Glas fließt in dünnem Strahl auf eine Scheibe, die aus feuerfestem Material, Schamotte, besteht. Die Scheibe dreht sich in rasender Geschwindigkeit, sie macht dreitausend Umdrehungen in der Minute. Dabei zerstäubt der Glasstrahl in allerfeinste Fasern, die in der Art von Watte lose aufgeschüttelt werden.

Mit Glaswatte werden Matratzen gestopft, mit denen man wie mit den Matten die Wände von Kühlwagen oder Dampfkesseln isoliert.

Aus solcher Glaswatte werden besondere Filter hergestellt, die zwar Luft, aber keinen Staub durchlassen.

Glaswatte isoliert auch gegen Schall, und das ist sehr wichtig beim Bau großer Wohnhäuser, denn mit ihrer Hilfe kann man die Wände der Wohnungen weitgehend schallundurchlässig machen.

Ein Gewebe aus Glasfäden wird kaum von Säuren oder Laugen zerfressen. Ein Kleidungsstück aus Glasgewebe schützt die Haut vor ätzenden Stoffen.

Ein wahrhaft unglaubliches Material! Es ist leicht, fest, hält sowohl Hitze als auch Kälte zurück, fürchtet kein Wasser, läßt keinen Laut durch und leitet keine Elektrizität.

Bis jetzt werden allerdings gläserne Gewebe nur in der Industrie angewandt. Aber man kann sich vorstellen, daß diese Gewebe auch einmal im täglichen Leben eine Rolle spielen!

Wieviel schöne Sachen kann man daraus herstellen: leichte, seidenartige Vorhänge, Gardinen, Lampenschirme, Teppiche und vieles andere mehr.

Von allen Glaserzeugnissen ist das gläserne Gewebe das allerjüngste. Sein Leben hat gerade erst begonnen. Es hat eine große Zukunft vor sich.

### **Ein ungewöhnliches Häuschen**

Der Zug aus Guss-Chrustalny fuhr bei Tagesanbruch ab. Im Wagen duftete es nach Äpfeln; es war warm. Ich war müde, hatte eine schlaflose Nacht hinter mir und schickte mich an, das Versäumte nachzuholen. Aber da wurde leider nichts draus.

Mein Nachbar im Abteil war nämlich ein lebhafter, etwas lauter Mann. Unentwegt fuchtelte er mit seinen Händen in der Luft herum und bemühte sich, einem älteren Mitreisenden etwas klarzumachen.

Wie sich später herausstellte, war der Alte Erdkundelehrer einer Schule in Wladimir; der lärmende Herr Vertreter einer Glasfabrik aus Gomel.

Nachdem wir, wie es so auf Reisen üblich ist, uns miteinander bekanntgemacht und Tee getrunken hatten, brachte Iwanenko, so hieß der Vertreter, aus seinem Koffer eine Pappschachtel hervor und entnahm ihr – ein Spielzeughäuschen.

Der Lehrer stellte die höfliche Frage: „Wohl ein Geschenk für die Kinder?“

„Nein, das ist kein einfaches Häuschen! Nehmen Sie es doch einmal in die Hand.“

„Wie leicht das ist!“ sagte verwundert der Lehrer.

„Aber das ist ja gar kein Holz. Woraus ist es denn gemacht?“

„Versuchen Sie mal, es herauszufinden!“

Iwanenko war geradezu begeistert darüber, daß sein Häuschen so großes Interesse fand.

„Läßt man es ins Wasser, dann sinkt es nicht unter“, erklärte er. „Stellt man es viele Jahre in Wasser, so macht ihm das nichts aus. Und wenn man auch ein großes Heer von Ratten auf das Häuschen losläßt, sie werden es nicht zernagen können. Keine Kugel kann es durchschlagen. Wohnen kann man in einem solchen Häuschen ausgezeichnet. Im Winter ist es warm und im Sommer angenehm kühl. Nun möchten Sie wissen, woraus es gemacht ist? Bitte sehr, kommen Sie zu uns nach Gomel! Besuchen Sie dort die mechanische Glasfabrik, wir werden Ihnen die ganze Technologie zeigen.“

Iwanenko strahlte vor Behagen. Uns kostete es keine große Mühe, ihn zu bewegen, das Material zu nennen, aus dem das Häuschen bestand. Zu-

nächst einmal fragte er uns, ob wir schon davon gehört hätten, daß sich beim Glasschmelzen Schaum bilde, und dann erzählte er uns, dieses Häuschen sei eben aus diesem gläsernen Schaum hergestellt.

In der Glasfabrik von Gomel gibt es eine Abteilung, in der ein neuer Baustoff hergestellt wird. Man nennt ihn Schaumglas, und er entsteht auf folgende Weise: Der gesamte Glasbruch, der bei der Produktion entsteht, wird in besonderen Mühlen zerkleinert. Auf diese Weise erhält man Glaspulver, welchem feingemahlener Koks zugefügt wird. Das Glas und der Koks müssen so fein pulverisiert sein, daß sie ein Gitter passieren können, bei dem auf einen Quadratzentimeter sechstausend Löcher kommen. Dieses feingesiebte Gemisch schüttet man dann in stählerne Formen. Die Formen stellt man in den Ofen. Erreicht die Temperatur im Ofen sieben- bis achthundert Grad, verwandelt sich die Mischung in Schaum. Sofort wird sie herausgenommen und abgekühlt. Dabei bleibt der Schaum erhalten. Wenn man ihn dann noch einmal zum Glühen bringt, entsteht ein Stoff, mit dem man alles Beliebige machen kann: feilen, bohren, schleifen, nageln, ihn mit Gips, Stein, Keramik oder Metall zusammenkleben.

„Ohne Zweifel ist Schaumglas der Baustoff der Zukunft!“ erklärte Herr Iwanenko. „Urteilen Sie selbst, er läßt weder Hitze noch Kälte durch, er ist frostunempfindlich, ist nicht schalleitend, Schäd-

linge können ihm nichts anhaben, er ist leicht . . .  
Was kann es noch Besseres geben?"

Es gibt bis jetzt noch nicht viele Fabriken, die  
Schaumglas herstellen.

Sicher aber wird sich dieser neue Werkstoff mit  
seinen vielfältigen Eigenschaften schnell durch-  
setzen, und mehr und mehr Betriebe werden die  
Produktion aufnehmen.

Jedes Jahr bringt uns neue Kunde über die Ver-  
wertung des Glases, denn seine wunderbaren  
Eigenschaften sind noch nicht bis zum Ende aus-  
geschöpft.



# INHALTSVERZEICHNIS

DAS GEHEIMNIS DER GLASPERLEN	5
<b>Zu Schiff auf großer Fahrt</b>	10
<b>In einem ägyptischen Grabmal</b>	13
<b>Das Auge des Pharao und das blaue Medaillon</b>	21
<b>Aus Soda, Sand und Kalk</b>	23
MEISTER DER ANTIKE	26
<b>Urkunden aus Ton</b>	27
<b>Eine Werkstatt in Tell-el-Amarna</b>	31
<b>Ein Streit, der heute noch andauert</b>	34
SELTSAME VERWANDLUNGEN	37
<b>Die Nachfahren der Töpfer</b>	38
<b>Die Verwandten des Glases</b>	43
<b>All das ist Kieselerde</b>	44
EIN PHÖNIZISCHES GEHEIMNIS	47
<b>Im Grabmal von Beni-Hassan</b>	51
<b>Ungewöhnliche Krüge</b>	53
<b>Die Zauberbecher</b>	57
BEI VERSCHIEDENEN VÖLKERN	58
<b>Das Buch des Heraklius</b>	63
<b>Das Reis-Glas</b>	66
FENSTER AUS GLAS	72
<b>Fenster aus Papier</b>	77
<b>Das Fenster als Bild</b>	78

<b>Das Bullauge</b>	80
<b>Ein gläsernes Haus</b>	82
<b>ZAUBERGLÄSER</b>	87
<b>Unser Auge</b>	89
<b>Die Geschichte der Brille</b>	91
<b>Die Entdeckung eines Geheimnisses</b>	94
<b>Lausbuben als Erfinder</b>	95
<b>Der Zar besucht Leeuwenhoek</b>	100
<b>Das Geheimnis des Uhrmachers Guinan</b>	105
<b>RUSSISCHES GLAS</b>	111
<b>Zweitausendeinhundertundvierundachtzig     Versuche</b>	116
<b>DIE KRISTALLENE GANS</b>	122
<b>Der alte Meister</b>	126
<b>Die Diamantwerkstatt</b>	129
<b>So wird die Glasmasse bereitet</b>	132
<b>Der gläserne Strom</b>	136
<b>Die Werkhalle ohne Menschen</b>	143
<b>LEGENDE UND WIRKLICHKEIT</b>	147
<b>Von dem hartherzigen Tiberius und dem be-     rühmten Erfinder</b>	147
<b>Gläserne „Butterbrote“</b>	150
<b>Ist denn so etwas möglich?</b>	152
<b>Spaziergang in das Morgen</b>	157
<b>Ein ungewöhnliches Häuschen</b>	161



# DAS GROSSE EXPERIMENTIERBUCH

Über 250 leicht durchführbare biologische, chemische und physikalische Experimente für junge Naturforscher.

AUS DEM INHALT:

Die Pflanze in der Erbse — Haben Wurzeln Haare? — Ein selbstgebautes Barometer — Kann die Haut atmen? — Wir stellen Brausepulver her — Vollmilch oder Magermilch? — Rezepte für Geheimtinten — Wir bauen einen Naßfeuerlöscher — Warum wird Mörtel hart? — Wir verkupfern einen Schlüssel.

Herausgegeben von Hans-Peter Wetzstein

Illustrationen von Heinz-Karl Bogdanski

Etwa 300 zweifarbige Seiten · Halbleinen mit Folie

Etwa 7,50 DM

Für Leser von 10 Jahren an

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Karl Rezac/Hans Kleffe

## DIE WELT IM ZAUBERKASTEN

Von der laterna magica zum Breitwandfilm

Das Kino ist noch keine fünfzig Jahre alt. Seine spannungsreiche Geschichte beginnt mit der Erfindung der laterna magica und des Lebensrades, der camera obscura und der Fotografie; sie ist verbunden mit den Schicksalen vieler bedeutender Erfinder, und sie ist noch lange nicht abgeschlossen. Wir kennen heute den Ton- und Farbfilm, das Breitwandverfahren und die Totalvision, das Kino Vario und das Panoramakino. Doch in aller Welt bemühen sich Techniker und Wissenschaftler, jenes Kino für uns zu erfinden, das die gefilmte Wirklichkeit wahrhaft naturgetreu wiederzugeben vermag. Eine lebendig und mit großer Sachkenntnis gestaltete Geschichte des Kinos.

Illustrationen von Heinz Bormann

Mit zahlreichen Fotos

Etwa 176 Seiten · Halbleinen mit Folie · etwa 5,60 DM

Für Leser von 11 Jahren an

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN





## **MEHR WISSEN – MEHR VERSTEHEN**

Die „Welt in der Tasche“

Unsere Buchreihe aus Forschung und Technik

Jeder Band

**2**  
MARK

