

Herstellung eines Funktionsgegenstandes aus Glas

Ziele	<ul style="list-style-type: none">• exaktes Arbeiten nach eigenen Entwürfen• grundlegende Kenntnisse der Werkstoffeigenschaften• Umgang mit dem Werkstoff Glas• Umsetzung von künstlerischen Ideen in praktikable Entwürfe
Unterrichtskonzept	Konstruktionsaufgabe
Richtlinienbezug	Richtlinien und Lehrpläne für NRW
Weiter mit	<ul style="list-style-type: none">• Unterrichtsablauf• Arbeitsblätter• Fachtipps für Lehrer• Medien und Material
Briefkasten	Anregungen, Tipps und Hinweise bitte an: nuykenb@uni-muenster.de
Autor	Manfred Schramm Städtische Realschule Waltrop , Ziegeleistr. 31, 45731 Waltrop manfred_schramm@freenet.de

Unterrichtsablauf im Überblick

Zum Konzept	<ul style="list-style-type: none">• Es werden keinerlei Vorkenntnisse vorausgesetzt.• Das Vertrauen der SuS in ihre handwerklichen Fähigkeiten soll gestärkt werden.• Der künstlerische Aspekt kann stärker als gewöhnlich berücksichtigt werden.• Die Ausstattung mit zum Teil teurem Werkzeug ist nicht unbedingt erforderlich. Es entfallen dann allerdings einige handwerkliche Möglichkeiten. Für die notwendigen Werkzeuge wurde eine kostengünstige Alternative gefunden.
Organisation des Unterrichts	<ul style="list-style-type: none">• Jeder Schüler und jede Schülerin stellt ein eigenes Modell her.• Die Arbeiten können mit entsprechender Unterlage auch im Klassenraum durchgeführt werden, wenn anschließend gründlich gesäubert wird (Glassplitter).
Merkmale der Lernwerkstatt, des Projekts, der Verkaufgabe, usw....	<ul style="list-style-type: none">• Die SuS bearbeiten dieses Thema gerne, weil sie Ideen ausprobieren und in die Praxis umsetzen können.• Die SuS entwerfen ihre Modelle selbst nach eigenen Vorstellungen.• Um diese Vorstellungen durch Vorgaben nicht zu sehr einzugrenzen, sollte die Skizzierung einer Idee am Anfang der Unterrichtsreihe stehen.• Das Anspruchsniveau ist gering: die theoretischen Grundlagen sind sehr überschaubar. die Praxis des Glasschneidens gelingt allen SuS nach kurzer Zeit, insbesondere wenn zunächst nur dünnes Glas verwendet wird.
Anforderungen an die Arbeitsweise der Schüler	<ul style="list-style-type: none">• Die SuS müssen Skizzen oder technische Zeichnungen anfertigen.• Die SuS müssen die Einzelteile maßhaltig zuschneiden. Ein späteres Nachschleifen ist nur bei Verwendung einer Diamantschleifscheibe möglich.• Die SuS müssen die Reihenfolge der Montage genau einhalten.
	<ul style="list-style-type: none">• Durch Vorgabe von Qualitätsnormen überprüfen die SuS während der Fertigung die Qualität ihres Produkts.

Kontrollmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Originalität und künstlerische Aspekte können von einer Jury gesondert bewertet werden.
------------------------------	---

Stationen, Teilaufgaben, usw.	Tätigkeiten	Ausstattung
Entwurf	Skizzierung eines Funktionsgegenstandes oder künstlerischen Objekts aus Glas	Zeichengerät Zeichenbrett
Theoretischer Vorspann	Glasherstellung Der richtige Glasschnitt Schleifen und Nachbearbeitung des Glases Bohren von Glas Umgang mit dem Glaskleber	Glas Glasschneider Schneidöl / Petroleum Winkel Schleifpapier (Diamantschleifscheibe) Diamantbohrer Glaskleber UV-Lampe (Halogenlampe)
Üben der Verarbeitungstechniken	Probeschnitte auf dünnem Glas Abschleifen der Kanten Zusammenkleben zweier Glasstücke	Glas Glasschneider Schneidöl / Petroleum Winkel Schleifpapier (Diamantschleifscheibe) Glaskleber UV-Lampe (Halogenlampe)
Fertigung des Gegenstandes	Zuschneiden der Glasstücke Nachbearbeitung der Kanten Bohren Zusammenfügen durch Kleben	Glas Glasschneider Schneidöl / Petroleum Winkel Schleifpapier (Diamantschleifscheibe) Diamantbohrer Glaskleber

Nachbearbeitung / Säubern

UV-Lampe
(Halogenlampe)

Schleifpapier
Glasreiniger / Tücher

Arbeitsblätter zu verschiedenen Themen

Informationen zur [Herstellung](#) von Flachglas

Hinweise für das richtige [Schneiden](#) von Flachglas und Spiegeln

Wirkungsweise und [Aushärten](#) des Glasklebers

Ideen für die Anfertigung von [Funktionsgegenständen](#) aus Glas

Die Herstellung von Flachglas

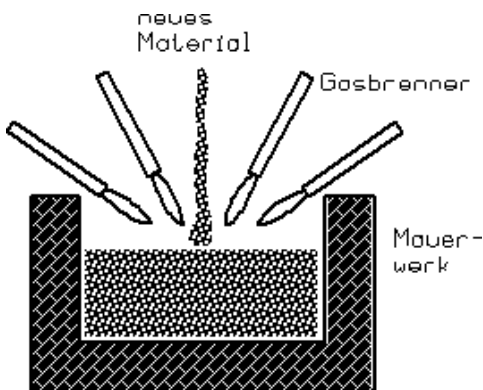
Die Glasschmelze

Glas besteht im Wesentlichen aus Quarzsand, dem zur Verringerung der Schmelztemperatur und zur Verbesserung der Eigenschaften des Glases weitere Bestandteile zugemengt werden. Aus

- 59t reinstem Sand
- 17t Soda
- 4,5t Kalkstein
- 3t Natriumsulfat
- 1,5t Feldspat
- 15t Dolomit

entsteht ein Gemisch, das bei 1400°C in einem Becken aus feuerfesten Steinen geschmolzen wird

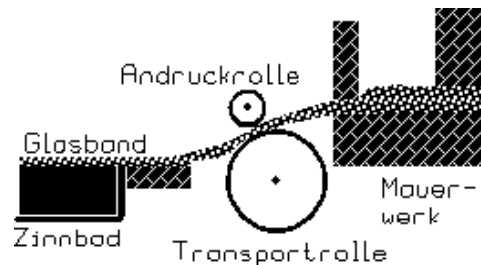
Durch aufsteigende Gase und die Temperaturbewegung wird die zähflüssige Masse gut gemischt und auf 1200°C abgekühlt. Das heiße Glas wird dann so zäh, dass es aus der Schmelze herausgezogen und in eine bestimmte Form gebracht werden kann.



Ein Glasband entsteht

Bei der Herstellung von Flachglas wird ein ca. 6m breites und bis zu 10mm dickes endloses Glasband auf der Schmelze gezogen. Zwei Metallrollen sorgen für das Abziehen des Glasbandes aus der Glasschmelze.

Durch den Abstand der beiden Rollen wird die Dicke des späteren Flach-glasses festgelegt.



Das Glasband erstarrt

Da sich das Glasband aufgrund der hohen Temperatur noch beliebig verformt, muss es beim Abkühlen auf einer vollkommen glatten Unterlage aufliegen. Die Temperatur beträgt dabei ca. 1100°C. Außerdem muss das Glasband dabei ständig weiter transportiert werden, damit neues Glas aus der Schmelze gezogen wird. Diese technische Schwierigkeit wurde folgendermaßen gelöst:

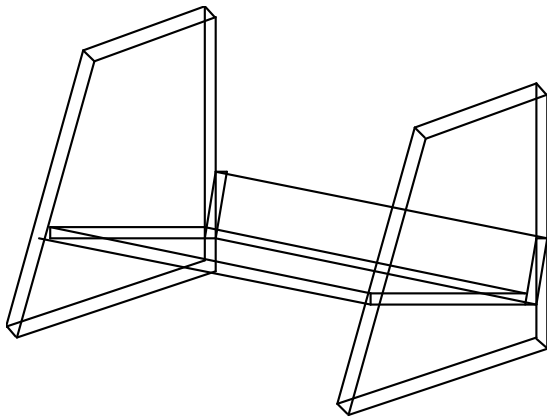
Da Zinn spezifisch schwerer ist als Glas, läßt man das Glasband auf einem Zinnbad schwimmen (Floating-Verfahren). Die Wärme des Glases hält dabei das Zinn flüssig. Dieses Zinn bildet mit dem Glas eine so glatte Grenzfläche, dass solches Flachglas später sogar zur Herstellung von Spiegeln geeignet ist, ohne dass Bildverzerrungen auftreten.



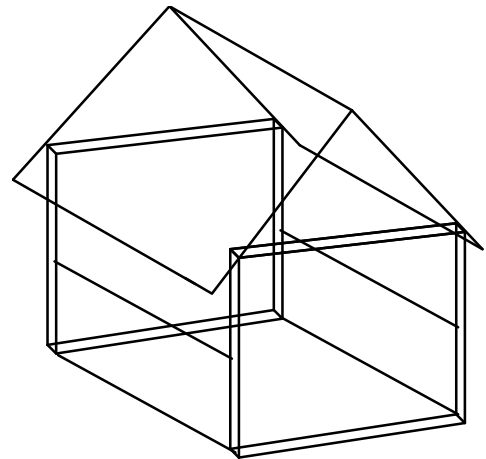
Das Flachglas kühlt nun an der Luft weiter ab, wird dabei an den Rändern gerade geschnitten und für den Transport in 4m lange Scheiben getrennt.

Ideen für die Anfertigung von Funktionsgegenständen

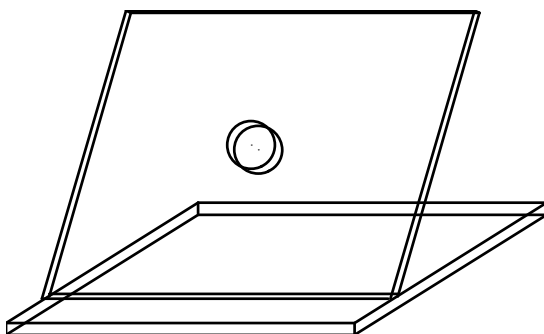
CD-Ständer



Gewächshaus

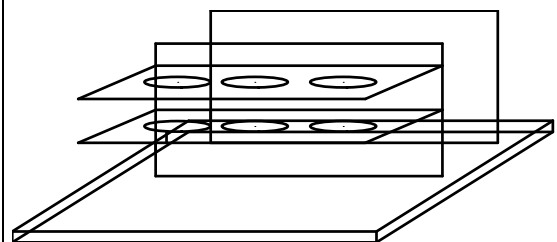


Schreibtischuhr
Uhrwerk und Zifferblatt wurden nicht
eingezeichnet.



Diamantbohrer und
Diamantschleifscheibe erforderlich

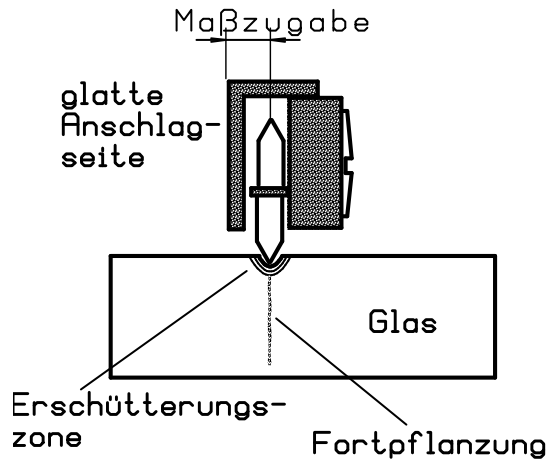
Briefablage / Stifthalter



Diamantbohrer erforderlich

Der richtige Glasschnitt

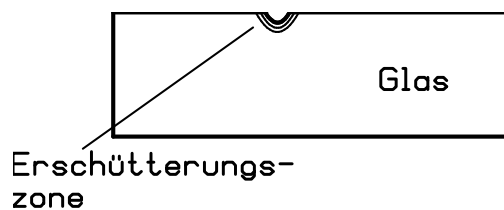
Glas ist ein sehr spröder Werkstoff. Beim Glasschneiden wird das Glas nicht geschnitten wie mit einem Messer, sondern mit einem scharf geschliffenen Rädchen an der Oberfläche eingeritzt.



Die Erschütterungen, die beim Wegsprengen des Glases entstehen, setzen sich ein wenig zur Seite fort (Erschütterungszone); das Wesentliche ist aber eine schmale Zone, die sich in die Tiefe fortpflanzt. In dieser Zone ist die Kristallstruktur des Glases erheblich gestört, so dass die Glasteilchen nicht mehr sicher aneinander hängen.

An dieser Bruchstelle kann das Glas leicht getrennt werden.

Nach einer gewissen Zeit heilt der Riss aber wieder aus. Die zusammenhängende Kristallstruktur bildet sich wieder neu.

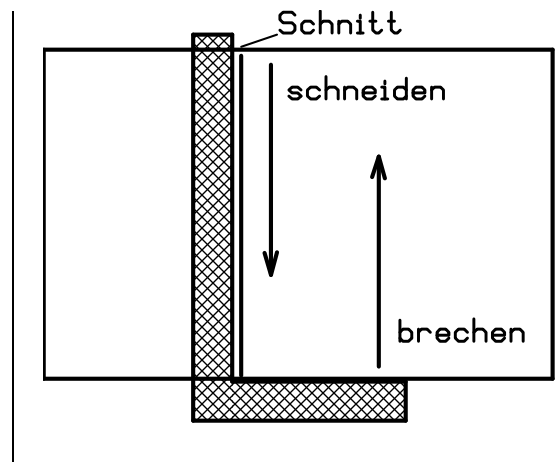


Es bleibt nur die Zerstörung an der Oberfläche bestehen und das Glas kann nun nicht mehr gebrochen werden.

Um der Ausheilung des Risses vorzubeugen, wird beim Schneiden Schneidöl oder Petroleum verwendet. Es dringt in den Riss ein und ist gleichzeitig ein Schmiermittel für das Rädchen und die Achse des Glasschneiders.

Der richtige Arbeitsablauf

- Die Glasplatte wird gesäubert.
- Die Aufnahmekammer für die Schneidrädchen im Glasschneider wird mit Petroleum gefüllt.
- Ohne Druck wird auf dem Glas ein Probelauf mit dem Glasschneider durchgeführt. Dabei verteilt sich das Petroleum auf der Glasoberfläche. Das Schneidrädchen muss absolut gleichmäßig laufen. Andernfalls muss die Glasplatte oder das Schneidrädchen gesäubert oder ausgewechselt werden.
- Mit genügend starkem Andruck wird das Glas zügig eingeritzt.
Schneidrichtung \Rightarrow auf die Person zu
- An der nahegelegenen Kante wird das Glas gebrochen. Der Bruch „läuft durch das Glas hindurch“.
Bruchrichtung \Rightarrow von der Person weg
- Die Schnittkanten werden etwas abgeschliffen, um Verletzungen zu vermeiden.



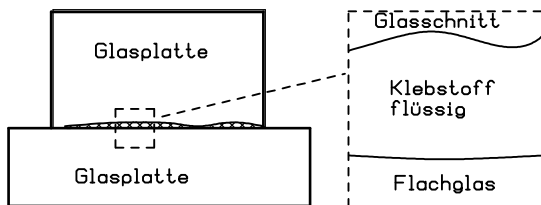
Der Umgang mit dem UV-Glaskleber

Der Spezialklebstoff für Glas arbeitet nicht mit einem Lösungsmittel wie herkömmliche Klebstoffe. Der Glaskleber ist eine Kunststoff-Rohmasse, aus der unter Zuführung von Energie in Form von UV-Licht ein fertiger Kunststoff entsteht.

Während die Rohmasse sehr dünnflüssig ist und in kleinste Ritzen eindringt, ist der fertige Kunststoff härter als Glas und haftet dabei sehr stark an der Glasoberfläche. So kommt eine Klebstelle zustande, die umso fester ist, je dünner der mit Klebstoff gefüllte Spalt ist.

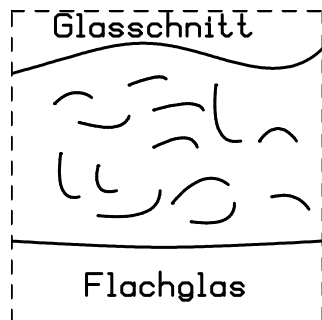
Stationen des Aushärtens

- dünnflüssiger Klebstoff



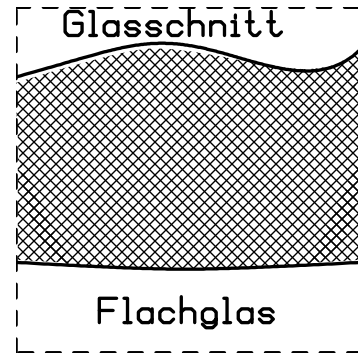
Die Unebenheiten sind stark vergrößert dargestellt.

- Einzelne Stellen härten unter UV-Licht aus.



Nach außen erscheint der Klebstoff

- Der Klebstoff ist vollständig ausgehärtet.



Bei Belichtung mit einer 75W-Halogenlampe kann dieser Prozess bis zu 5 Minuten dauern.

Beachte beim Belichten:

- Das Glas absorbiert das UV-Licht. Deshalb ist es besser, die Klebestelle direkt zu beleuchten und nicht durch das Glas hindurch zu leuchten.
- Die Wärmestrahlung der Lampe erwärmt das Glas punktuell. Es dehnt sich dabei aus und kann zerspringen. Deshalb darfst du mit der Lampe nicht zu nah an das Glas herangehen.
- Bei zu großem Abstand verteilt sich das UV-Licht auf eine größere Fläche. So kann es sein, dass die Intensität des Lichtes nicht mehr ausreicht, den Klebstoff auszuhärten.
- Rauhe oder gewellte Schnittflächen vergrößern den Spalt für den Klebstoff und verlängern das Aushärten.

immer noch flüssig.

|

Fachtipps zum Schneiden und Kleben

Schwierigkeiten beim Schneiden

- Dünnes Glas lässt sich leichter schneiden als dickes. Es ist daher für die Anfangsübungen besser geeignet.
- Schüler schneiden häufig mit zu großem Andruck. Dadurch verwackelt der Glasschneider und wird nicht mehr genau senkrecht zur Glasoberfläche gehalten. Entscheidend für einen guten Glasschnitt ist eher eine genügend hohe Schneidgeschwindigkeit.
- Am Ende des Glasschnitts rutschen Schüler häufig mit dem Glasschneider vom Glas ab. Dabei bricht die Glaskante aus und das Schneidrädchen des Glasschneiders bekommt eine Kerbe und läuft anschließend nicht mehr rund. Abhilfe schafft ein selbstgebauter Anschlagwinkel, dessen querverlaufender Schenkel an der „falschen“ Seite sitzt. Bei Rechtshändern zeigt er nach rechts. Wenn dieser Schenkel die gleiche Dicke wie das Glas hat, schneidet man am Ende des Schnitts von Glas auf Holz weiter und weder Glas noch Schneidrädchen werden zerstört.
- Vor jedem Glasschnitt sollte unbedingt ein Probelauf ohne großen Andruck erfolgen. Man fühlt, ob das Schneidrädchen rund läuft und die Glasscheibe sauber ist und verteilt dabei das Schneidöl auf der Schnittlinie.

Die Aushärtung des Klebers

- Der Glaskleber erscheint nach außen erst fest, wenn er in seiner ganzen Dicke ausgehärtet ist. Je dünner der Spalt zwischen den Glasplatten ist, die der Kleber ausfüllen muss, desto schneller gelingt das Aushärten.
- Intensives, nahes Bestrahlen beschleunigt den Aushärtungsvorgang, erhitzt das Glas aber punktuell, so dass es leicht springt.
- Gesichtsbräuner haben gute Ergebnisse gezeigt.
- Von Halogenstrahlern muss die Schutzscheibe entfernt werden, da sie das UV-Licht absorbiert.
Vorsicht: Die Leuchtmittel können explodieren und es besteht Verletzungsgefahr durch die Glassplitter. Deshalb muss eine Schutzbrille getragen werden.
- Es gibt zwei verschiedene Kleber (dünnflüssig und gelartig). Der dünnflüssige Kleber ist besser geeignet, da er auf Grund der Kapillarwirkung von selbst in den Klebespalt eindringt.
- Der dünnflüssige Kleber kann auf Insulin-Spritzen aufgezogen und an die verschiedenen Arbeitsgruppen verteilt werden. Diese Spritzen müssen zuvor durch Alufolie lichtundurchlässig gemacht werden. Der Verschluss ist sofort nach Gebrauch wieder auf die Spitze zu setzen, da durch Streulicht der Kleber in der Nadel sofort aushärtet.

Beschaffung von Werkzeug und Material

Material	Beschaffungsmöglichkeit
Glasreste / Spiegel	bekommt man aus dem Abfall glasverarbeitender Handwerksbetriebe wie Glasereien, Herstellung von Wintergärten etc. Einschlägige Betriebe kann man aus den „Gelben Seiten“ des Telefonbuches ersehen.
unbedingt nötiges Werkzeug: <ul style="list-style-type: none"> • Glasschneider • Glaskleber 	Josef Bohle Stiftung + Co. KG Postfach 1163 42755 Haan
nützliches Werkzeug <ul style="list-style-type: none"> • Brechzange für das Glas • UV-Lampe für den Glaskleber • Diamantschleifscheibe • Diamantbohrer • Anschlagwinkel 	ebenfalls Firma Bohle
Alternativen für das zusätzliche Werkzeug siehe auch Fachtipps	<ul style="list-style-type: none"> • Brechzange Es kann auch eine Fliesenzange verwendet werden, wenn die Metallbacken mit Textil-Klebeband umwickelt werden. • UV-Lampe Auch Halogenlampen 12V/50W oder 12V/75W geben genügend UV-Licht ab, um einzelne Stellen des Glasklebers auszuhärten. Die Resthärtung übernimmt dann die Sonne. Statt der Niedervolt-Halogenlampen können auch Halogenstrahler 230V/150W eingesetzt werden. Ein Gesichtsbräuner eignet sich ebenfalls zum Aushärten des Klebers. • Diamantschleifscheibe Damit man sich an den Schnittkanten nicht verletzen kann, reicht es, die Kanten mit feinem Schleifpapier zu brechen. Kleine Fehler bei schlechtem Glasschnitt lassen sich damit natürlich nicht nachbearbeiten. Dazu ist unbedingt die Diamantschleifscheibe nötig. • Für den Diamantbohrer gibt es keine funktionsfähige Alternative, weil alle gehärteten Stahlbohrer das Glas im Moment des Durchbohrens so stark belasten, dass es springt. • Anschlagwinkel Ein solcher Winkel läßt sich leicht aus Sperrholz- oder Massivholzleisten selbst herstellen.