

Werkstoff Glas – wir stellen Glasprodukte her

Ein Beitrag von Dr. Meike Reinhold, Duisburg
Mit Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier, Barbing

Das Arbeiten mit Glas trainiert zum einen den Umgang mit dem Gasbrenner, zum anderen ist es kreativ und fördert die Feinmotorik. Dies macht den Einsatz im Unterricht lohnenswert – sowohl für den Schüler als auch für den Lehrer.

In dieser Einheit lernen Ihre Schüler schnell, aus Glas eigene „Kunstwerke“ zu schaffen. Die Versuche beanspruchen die Konzentration der Schüler in einem hohen Maße. Gleichzeitig sind sie extrem motiviert, da sie etwas Eigenes anfertigen.



Foto: Thinkstock/iStock

Beim Arbeiten mit Glas üben sich die Schüler im Umgang mit dem Gasbrenner und lernen nebenher einiges über das Material.

Eigene Glaskugeln blasen!

Das Wichtigste auf einen Blick

Klassen: 7–10

Dauer: 4 Stunden (Minimalplan: 2)

Kompetenzen: Die Schüler ...

- arbeiten eigenverantwortlich und souverän mit dem Gasbrenner.
- nutzen das Material Glas unter der Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten.
- führen selbstständig Versuche nach Anleitung durch.

Aus dem Inhalt:

- Was weißt du alles über Glas?
- Es geht rund – Glas rundschmelzen
- Wir biegen Glas
- Wir wollen es bunt! – Glas färben

Beteiligte Fächer: Chemie Physik

Anteil

hoch
mittel
gering

Rund um die Reihe

Was Sie zum Thema wissen müssen

Glas – eine Zustandsform zwischen flüssig und fest

Der Begriff „Glas“ stammt aus dem Germanischen (*glasa*) und bedeutet „das Glänzende, Schimmernde“. Er ist ein Sammelbegriff für eine Gruppe amorpher Feststoffe. Die **Definition des Glaszustandes** ist nicht einfach und für Schülerinnen und Schüler* der Sekundarstufe I auch nicht vorgesehen. Trotzdem ist es ein spannendes Thema, an dem man die Weiterentwicklung im Bereich der Forschung und Entwicklung aufzeigen kann.

Da die Definition des Glaszustandes noch immer nicht vollständig geklärt ist, reicht es, wenn man sich diesen Werkstoff als **amorphen Stoff** vorstellt, dessen Struktur nicht regelmäßig, sondern ungeordnet ist. Gläser besitzen Bereiche mit **Nahordnung**, aber keine Fernordnung, wie es die „normalen“ Feststoffe haben. Somit ist der Glaszustand zwischen dem flüssigen und dem festen Zustand anzusiedeln. Der Übergang zwischen dem flüssigen Zustand und dem Glaszustand ist **reversibel**. Thermodynamisch gesehen ist Glas eine **unterkühlte Schmelze**.

Beim Überschreiten der **Glasübergangstemperatur** oder auch **Erweichungstemperatur** wandelt sich festes Glas in eine gummiartige bis zähflüssige Schmelze um. Sie liegt bei Normalglas bei ca. 550 °C, bei DURAN®-Glas bei ca. 700 °C und bei Quarzglas bei ca. 1300 °C.

** Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.*

Einteilung der Gläser

Die Einteilung der verschiedenen Gläser kann entweder nach ihrem **chemischen Aufbau**, nach dem **Produktionsverfahren**, nach dem **Handelnamen** oder nach ihrer **Verwendung** erfolgen. In diesem Beitrag wird hauptsächlich die Gruppe der silikatischen Gläser betrachtet, deshalb wird auf die Einteilung an dieser Stelle nicht weiter eingegangen.

Glasbearbeitung in der Schule

Die Glasbearbeitung in der Schule (Regelunterricht, Projekttag oder Arbeitsgemeinschaft) muss sorgfältig geplant sein. Als Voraussetzung sollte man sich vergewissern, dass man die benötigten Geräte vorrätig hat. Nicht jedes Glas eignet sich und nicht alle Gasbrenner liefern genügend hohe Temperaturen. Man sollte daher ausreichend **Teclubrenner** zur Verfügung haben (Bunsenbrenner erreichen nicht die gleichen Temperaturen), damit man mit der **rauschenden Flamme** arbeiten kann. Bei Bunsenbrennern besteht außerdem die **Gefahr**, dass sich bei der Bearbeitung der Glasrohre am oberen Rand des Rohrs eine Flamme bildet und sich die Schüler daran verbrennen.

Als Glasrohre eignen sich **AR-Rohre** oder **Biegerohre**. Sie sind meist an einer **Grünfärbung** am Ende der Rohre zu erkennen. Ihr Durchmesser sollte zwischen 3 und 6 mm betragen.

Bitte beachten Sie, dass das Anfertigen der **Boraxperle nicht mehr erlaubt** ist. Dies ist somit leider keine Möglichkeit mehr, den Schülern die Glasherstellung nahezubringen.

Hinweis Achten Sie darauf, dass bei Verbrennungen die betroffene Hautpartie als **Erste-Hilfe-Maßnahme** mindestens 10 Minuten lang unter fließend lauwarmem Wasser gekühlt werden muss.

Die Reihe im Überblick

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
 ⌚ D = Durchführungszeit Fo = Folie VP = Versuchsprotokoll

Stunde 1: Einstieg, Gruppeneinteilung

Material	Thema und Materialbedarf
M 1 (Fo)	Was weißt du alles über Glas? <input type="checkbox"/> evtl. Anschauungsobjekte aus Glas <input type="checkbox"/> evtl. 1 scharfkantiges Glasrohr <input type="checkbox"/> evtl. 1 Katalog
M 2 (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 5 min Exemplar(e) pro Gruppe	Es geht rund – Glas rundschmelzen <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Feuerzeug oder Streichhölzer <input type="checkbox"/> 1 Teclubrenner <input type="checkbox"/> 2–3 Glasrohre (ca. 15 cm lang) <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglashalter (Metall) <input type="checkbox"/> 1 Holzblock
M 3 (VP)	Vorlage für Versuchsprotokoll für alle Versuche

Stunde 2: Erste Werkstücke

Material	Thema und Materialbedarf
M 4 (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 10 min Exemplar(e) pro Gruppe	Wir biegen Glas <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Feuerzeug oder Streichhölzer <input type="checkbox"/> 1 Teclubrenner <input type="checkbox"/> 2–3 Glasrohre (ca. 15 cm lang) <input type="checkbox"/> evtl. 2 Reagenzglashalter (Metall) <input type="checkbox"/> 1 Holzblock
M 5 (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 10 min Exemplar(e) pro Gruppe	Wir stellen Pipetten her <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Feuerzeug oder Streichhölzer <input type="checkbox"/> 1 Teclubrenner <input type="checkbox"/> 2–3 rundgeschmolzene Glasrohre (ca. 20 cm lang) <input type="checkbox"/> evtl. 2 Reagenzglashalter (Metall) <input type="checkbox"/> 1 Becherglas mit Wasser <input type="checkbox"/> 1 Dreikantfeile <input type="checkbox"/> 1 Gummihütchen <input type="checkbox"/> 1 Holzblock

Stunde 3: Glaskugeln – klein und groß

Material	Thema und Materialbedarf
M 6 (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 10 min Exemplar(e) pro Gruppe	Wir stellen kleine Glaskugeln her <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Teclubrenner <input type="checkbox"/> 1 Holzblock <input type="checkbox"/> 1 Feuerzeug oder Streichhölzer <input type="checkbox"/> 2–3 rundgeschmolzene Glasrohre (ca. 20 cm lang) <input type="checkbox"/> evtl. 1 Pipette (aus M 5) <input type="checkbox"/> evtl. 1 Becherglas mit Wasser, das mit Lebensmittelfarbe angefärbt wurde <input type="checkbox"/> evtl. 1 Tiegelzange
M 7 (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 10 min Exemplar(e) pro Gruppe	Wir stellen große Glaskugeln her <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Teclubrenner <input type="checkbox"/> 1 Holzblock <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglashalter (Metall) <input type="checkbox"/> 1 durchbohrter Stopfen <input type="checkbox"/> 1 Feuerzeug oder Streichhölzer <input type="checkbox"/> 2–3 rundgeschmolzene Glasrohre (ca. 20 cm lang) <input type="checkbox"/> 2–3 Reagenzgläser (kein DURAN®-Glas)

Stunde 4: Rund ums Glas

Material	Thema und Materialbedarf
M 8 (AB)	Wir wollen es bunt! – Glas färben
M 9 (AB)	Glas ist kein Müll!

Minimalplan

Sie können die **Schülerversuche M 4–M 7** auch einzeln oder unabhängig voneinander durchführen. Dabei sollte **Schülerversuch M 2** allerdings stets als **Einstiegsversuch** dienen, da er elementare Techniken vermittelt und den Lernenden dabei hilft, sicher mit dem Werkstoff Glas zu arbeiten.

Es geht rund! – Glas rundschmelzen

M 2

Geschnittene Glasrohre haben scharfe Kanten, die eine Verletzungsgefahr sind. Hier lernt ihr die Kanten abzurunden – und arbeitet dabei erstmalig mit dem besonderen Werkstoff Glas.

Schülerversuch in Zweiergruppen ⌚ Vorbereitung: 5 min ⌚ Durchführung: 5 min

Aufgabe

Führt den folgenden Versuch durch.

So führt ihr den Versuch durch

1. Stellt folgende Materialien bereit. Vorsichtig: die Schnittkanten der Glasrohre sind scharf!

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille (pro Schüler) | <input type="checkbox"/> 1 Feuerzeug oder Streichhölzer |
| <input type="checkbox"/> 1 Teclubrenner | <input type="checkbox"/> 2–3 Glasrohre (ca. 15 cm lang) |
| <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglashalter (Metall) | <input type="checkbox"/> 1 Holzblock |

2. Das Glasrohr soll am geschnittenen Ende rundgeschmolzen werden, aber noch offen bleiben. Geht dazu folgendermaßen vor:

- a) Erwärmt das geschnittene Ende des Glasrohrs vorsichtig in der rauschenden Brennerflamme. Dreht und bewegt es dabei die ganze Zeit, damit es gleichmäßig erwärmt wird.
- b) Haltet das Glasrohr mit der Hand oder dem Reagenzglashalter schräg nach unten in die heißeste Zone der Brennerflamme.

Tip Die heißeste Zone der Flamme ist kurz über dem hellblauen Innenkegel.

- c) Bewegt und dreht das Glasrohr, bis die Ränder weich werden.

3. Legt das heiße Glasrohr zum langsamen Abkühlen auf den Holzblock

! Legt heißes Glas niemals auf einer kalten Oberfläche ab, da es sonst springen könnte!



Beobachten und Auswerten

1. Tragt die Materialien und Sicherheitsmaßnahmen in das Protokoll ein.
2. Zeichnet eine Versuchsskizze.
3. Beschreibt die Versuchsdurchführung.
4. Beschreibt, wie die Schnittkante des Glasrohrs vor und nach dem Rundschmelzen aussieht.

Erläuterungen (M 1–M 2)

So bereiten Sie die Stunde vor

Kopieren Sie die **Versuchsanleitung M 2** im halben Klassensatz. Das **Versuchsprotokoll M 3** benötigen Sie im Klassensatz. Stellen Sie außerdem die **Materialien** für den Schülerversuch M 2 bereit (siehe „Die Einheit im Überblick“).

Wie Ihnen ein motivierender Einstieg gelingt

Legen Sie entweder **Farbfolie M 1** auf und leiten Sie ein Gespräch im Plenum ein oder geben Sie den Schülern **einige Anschauungsobjekte aus Glas** in die Hand. Diese sollten nach Möglichkeit nicht nur Laborgeräte sein, sondern Gegenstände, die unterschiedlich gefärbt und geformt sind. Hier eignen sich z. B. Trinkgläser (gerne farbig), Regalböden aus Glas, Glasverpackungen (Einmachgläser, Glasflaschen etc.), Glasfaserkabel, Handydisplays oder Glaswolle.

Anhand der Folie oder der Glasgegenstände können Sie das **Vorwissen** Ihrer Schüler zum Thema „Glas“ sammeln und an der Tafel in Form einer **Mindmap** festhalten.

Auf Farbfolie M 1 ist Folgendes dargestellt:

Bild 1: Verwendung von Glas zur Getränke- und Lebensmittelaufbewahrung, Bild 2: Glasbearbeitung durch Glasbläser, Bild 3: Glasrecycling im Altglascontainer, Bild 4: Glaskunst, z. B. in Mosaikfenstern in Kirchen, Bild 5: Dünne Glasscheiben als Bestandteil von Displays z. B. in Smartphones, Laptops oder Tablets, Bild 6: Verwendung von Glas in Laborgeräten, Bild 7: Verwendung von Glas in Schmuck, Bild 8: Verwendung von Glas in Fensterscheiben.

Alternative Bringen Sie **Sand** mit in den Unterricht und lassen Sie die Schüler erklären, worin der Zusammenhang mit Glas besteht (Quarzsand ist der wichtigste Rohstoff bei der Glasherstellung).

Tipps zur Differenzierung

Mit **starken Schülergruppen** können Sie nun besprechen, wie die **Glasstruktur „im Inneren“** aussieht: So können sich die Schüler dessen Aufbau im Fall von Quarzglas als ein regelloses Netzwerk aus aneinandergereihten, verzerrten SiO_4 -Tetraedern vorstellen, deren Bindungswinkel und -längen nicht regelmäßig sind wie bei anderen Feststoffen. So gibt es bei Glas auch keine feste Schmelztemperatur, sondern einen Schmelzbereich, bei dem das Glas langsam zur zähflüssigen, weichen Masse wird und dabei verformbar ist.

So führen Sie den Schülerversuch M 2 durch

Besprechen Sie mit Ihrer Klasse nach dem Einstieg in die Unterrichtseinheit die **Sicherheitsregeln** bei der Arbeit mit Glas. Zeigen Sie Ihren Schüler in diesem Zusammenhang die Schnittkante eines Glasrohrs und demonstrieren Sie die **Schärfe** dieser Schnittkante, indem Sie z. B. einen dicken Katalog damit einschneiden. Erklären Sie, dass es wichtig ist, den folgenden Versuch (**Schülerversuch M 2**) durchzuführen, um damit die Schnittkanten abzurunden. Dies ist besonders beim Glasblasen von enormer Bedeutung. Erklären Sie Ihren Schülern außerdem die **Aufwärm- und Abkühlphase** (siehe „Sicherheitsregeln bei der Arbeit mit Glas“).

Teilen Sie dann die **Versuchsanleitung M 2** sowie das **Versuchsprotokoll M 3** aus und lassen Sie die Schüler den Versuch in **Zweierruppen** durchführen. Das Glasrohr kann während des Versuchs entweder mit dem Reagenzglashalter oder mit der Hand festgehalten werden.

Hinweis Wenn das Glas weich wird, erkennt man das am gelben Leuchten der Flamme. Ist das Glas rotglühend, lässt es sich leicht biegen.

Lösungen (M 2)

4. Die Schnittkante eines Glasrohrs sieht zickzackförmig aus und ist sehr scharf. Die abgerundeten Enden sehen rund aus und fühlen sich abgerundet an. Sie schimmern leicht grünlich.

Wir stellen kleine Glaskugeln her

M 6

Aus Glasrohren kann man durch vorsichtiges Glasblasen kleine Glaskugeln herstellen. Mit diesem Versuch stellt ihr eine eigene Glaskugel mit ca. 3 cm Durchmesser her.

Schülerversuch in Zweiergruppen ⌚ Vorbereitung: 5 min ⌚ Durchführung: 10 min

Aufgabe

Führt den folgenden Versuch durch.

So führt ihr den Versuch durch

1. Stellt die folgenden Materialien bereit.

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille (pro Schüler) | <input type="checkbox"/> 2–3 rundgeschmolzene Glasrohre (ca. 20 cm lang) |
| <input type="checkbox"/> 1 Teclubrenner | <input type="checkbox"/> evtl. 1 Pipette |
| <input type="checkbox"/> 1 Feuerzeug oder Streichhölzer | <input type="checkbox"/> evtl. angefärbtes Wasser |
| <input type="checkbox"/> 1 Holzblock | |

2. Erwärmt ein Ende des Glasrohrs in der rauschenden Flamme.

! Führt den Versuch nur mit einem rundgeschmolzenen Glasrohr durch!

3. Dreht das Glasrohr so lange, bis ihr merkt, dass es weich wird. Dann schmelzt es zu. Dass es zugeschmolzen ist, erkennt ihr daran, dass der feine rote Strich verschwindet.

4. Erwärmt nun eine größere Stelle des Glasrohrs, bis das Ende nach unten läuft.

5. Nehmt das Glasrohr aus der Flamme und pustet vorsichtig in das kalte Ende des Rohrs hinein. Pustet stärker, wenn das Glas zu erkalten beginnt. Dabei müsst ihr immer weiterdrehen.



6. Erwärmt das Glasstück wieder in der Flamme und wiederholt das Ganze ca. viermal.

7. Für geübte Schüler: Nach Absprache mit der Lehrkraft füllt ihr nun angefärbtes Wasser mithilfe der Pipette in die abgekühlte Kugel. Verschmelzt die Kugel dann, sodass sie ganz zu ist und das Wasser nicht herauslaufen kann.

Beobachten und Auswerten

1. Tragt die Materialien und Sicherheitsmaßnahmen in das Protokoll ein.
2. Zeichnet eine Versuchsskizze.
3. Beschreibt die Versuchsdurchführung, eure Beobachtungen und Ergebnisse.