

FAMILIENAKTIVITÄT

DIE STÄRKEN VON GLAS

LERNZIELE

- die Materialeigenschaften von Glas **ermitteln**
- dieses Wissen auf den Entwurf einer Glasstruktur **anwenden**
- ein Teil aus Zuckerglas entwerfen und **herstellen**
- das hergestellte Glas durch Tests unter verschiedenen Bedingungen **bewerten**

STELLE DIR VOR ...

Du befindest dich in einem Aufzug, der sich mühelos in den Himmel schraubt. Du fühlst dich, als würdest du durch den Himmel fliegen, aber der Aufzug ist geschlossen und du kannst nicht sehen, wie hoch du bereits über die Gebäude von Manhattan geflogen bist. Nach einer atemberaubenden Minute kommt der Aufzug zum Stehen. Die Türen öffnen sich und die Aussicht lässt dich vor Ehrfurcht erstarren. Die Wände der Aussichtsplattform von Edge bestehen vollständig aus Glas. Dich erwartet ein Panoramablick über die Skyline von New York City. Du gehst hinaus auf die Aussichtsplattform und betrittst eine durchsichtige Glasplatte mitten im Fußboden. Du fühlst dich schwerelos, als würdest du über den belebten Straßen unter dir schweben. Schließlich gehst du zum äußersten Rand der Aussichtsplattform. Du stellst dir vor, du hättest die Erdanziehungskraft verlassen. Du befindest dich in einem Dreieck, das von Glas umgeben ist und schräg vom Gebäude abgewinkelt ist, an das du dich anlehnen kannst. Der Blick durch das Glas bietet eine Panoramaaussicht im Schwebезustand über der Stadt. Das ist der Nervenkitzel eines Besuchs von Edge.

LEITFRAGE

Wie haben die Architekten und Ingenieure von Edge Glas eingesetzt, um einen stabilen, wundervollen und nachhaltigen Wolkenkratzer zu erbauen?

ÜBERSICHT ZUR AKTIVITÄT

Mit dieser Aktivität erfahren Familien mehr über eines der unglaublichesten Materialien, das wir kennen – Glas. Sie werden herausfinden, welche natürlichen Vorkommen von Glas existieren, mehr über das beim Bau von Edge verwendet Spezialglas erfahren und ihren eigenen Prototyp einer Glasplatte aus Zucker erstellen. Familienmitglieder werden dann eine Reihe von Tests durchführen, um zu überprüfen, in welchem Maße ihre Glasplatte die folgenden physikalischen Eigenschaften von Glas besitzt: Transparenz, Hitzebeständigkeit, Beständigkeit gegen Chemikalien und Bruchfestigkeit.

REACH FOR THE SKY

ERFORDERLICHE MATERIALIEN¹

- Millimeterpapier
- Bleistift
- Buntstift
- Wachspapier oder Backpapier
- Schere
- 1 Tasse Wasser
- 3 ½ Tassen weißer Streuzucker
- ½ Tasse leichter Maissirup
- ¼ Teelöffel Weinstein
- Backblech mit erhöhten Seiten
- Zuckerthermometer
- Pfannenwender
- Kochspray
- Alufolie
- Strohhalm oder Holzspieße
- Auswertungsbogen **Die Versuchsreihe**
- Sprühflasche mit Wasser
- Kerze und Streichholz oder ein Feuerzeug

¹ Rezeptur übernommen von <https://www.wikihow.com/Make-Sugar-Glass>

HINWEISE

1. PHASE: RECHERCHE UND ENTWURF

1. Was ist Glas?^{2,3,4}
 - a. Es ist überall sichtbar, aber hast du dir jemals Gedanken über Glas gemacht? Es ist ein Wundermaterial. Wenn du dich bei dir zuhause umsiehst, wirst du ziemlich sicher in jedem Raum etwas aus Glas sehen. Glas findet sich an vielen Stellen, wo man es erwartet (in Fenstern, Bilderrahmen und Trinkflaschen), aber auch an unerwarteten Stellen. (Glas wird verwendet, um Glasfaserkabel für unseren Internetzugang herzustellen; und Glasfasern oder glasverstärkte Kunststoffe isolieren wahrscheinlich gerade dein Zuhause.)
 - b. Glas lässt sich unglaublich schwer beschreiben. Es gibt mehr als 350.000 verschiedene Arten von Glas, und jede wird nach einer anderen Rezeptur hergestellt. Die einfachsten Grundrezepturen für Glas enthalten Sand (Siliciumdioxid), Kalk und Natron. Wenn diese Inhaltsstoffe erhitzt und danach schnell abgekühlt werden, können sie keine regelmäßigen Muster ausbilden. Aus diesem Grund ist Glas durchsichtig.⁵
 - c. Hast du gedacht, Glas wäre ein Material, das nur künstlich hergestellt wird? Überlege noch einmal! Glas kommt auch natürlich vor. Es bildet sich, wenn Gestein mit einem hohen Siliciumanteil erhitzt wird und sehr schnell abkühlt. Vulkanisches Glas entsteht, wenn heiße Magma aus einem Vulkan austritt und plötzlich abkühlt. Obsidian oder Vulkanglas wurde von frühen Menschen zur Herstellung von Werkzeugen und Waffen verwendet.
 - d. Menschen haben den Nutzen von Glas bereits früh erkannt und stellen es seit Jahrtausenden her. Man geht davon aus, dass Menschen in Mesopotamien vor 4.000 Jahren erstmals Glas hergestellt haben.⁶ Glas wurde für praktische und spirituelle Zwecke hergestellt.
2. Welche Eigenschaften besitzt Glas?
 - a. Glas besitzt vier charakteristische Eigenschaften, die es von anderen Materialien unterscheidet:
 - i. Transparenz: die Fähigkeit, durchzusehen
 - ii. Hitzebeständigkeit: die Fähigkeit, hohen Temperaturen standzuhalten
 - iii. Druck-/Bruchfestigkeit: mithilfe eines Verfahrens, das Härtung genannt wird, kann Glas unglaublich stabil gemacht werden
 - iv. Beständigkeit gegen Chemikalien: es wird in vielen Produkten verwendet, weil es nur schwer korrodiert oder löslich ist

² <https://cen.acs.org/articles/95/i47/s-glass-modern-day-researchers.html>

³ <https://www.glassallianceeurope.eu/en/what-is-glass#:~:text=Glass%20is%20made%20from%20natural,temperature%20it%20behave%20like%20solids>

⁴ <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/04/humankinds-most-important-material/557315/>

⁵ <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/04/humankinds-most-important-material/557315/>

⁶ <https://www.cmog.org/article/origins-glassmaking>

3. Wodurch unterscheidet sich Edge von allen anderen Aussichtsplattformen in New York City?
 - a. Durch das Glas! Edge bietet eine unvergleichliche Panoramaaussicht, **weil** du von Glas umgeben bist.
 - i. Schräges Glas, das Besuchern ermöglicht, sich über Edge hinauszulehnen!
 - ii. Der Glasboden bietet Besuchern den Nervenkitzel, 100 Stockwerke über den belebten Straßen von New York City zu stehen.
 - iii. Der Eastern Point, an dem die Glaselemente aufeinandertreffen, gibt dir ein Gefühl der absoluten Schwerelosigkeit.
 - b. Das Fundament von Edge besitzt 15 individuelle Bereiche, die mit den südlichen und östlichen Außenwänden des Gebäudes verankert sind. Der stärkste Bereich der gesamten Plattform befindet sich dort, wo sich der Glasboden befindet!
4. Kann ich Glas zuhause in der Küche herstellen?
 - a. Ja, das funktioniert! Mit ein paar gewöhnlichen Haushaltsmitteln kannst du Zuckerglas zuhause herstellen. Zuckerglas wird für Stunts in Filmen verwendet, da es günstig ist und realistisch aussieht!
5. Wie funktioniert die Herstellung?
 - a. Folge einfach dem Rezept unten, um deine eigene Glasplatte herzustellen. Überprüfe danach, wie sich deine Platte verhält, wenn du sie vier Tests unterziehst, die ihre physikalischen Eigenschaften zeigen sollen. Während du deine Glasplatte entwickelst und testest, folgst du einem Prozess, der Produktentwicklungszyklus genannt wird. Dieser besteht aus mehreren Schritten, die Ingenieure und Wissenschaftler zur Entwicklung neuer Produkte verwenden. Der Produktentwicklungszyklus sieht folgendermaßen aus:
 - i. Recherche und Entwurf
 - ii. Prototyp
 - iii. Test
 - iv. Reflexion
 - v. Verbesserungen
6. Ich bin bereit, mit dem ersten Schritt des Produktentwicklungszyklus „Recherche und Design“ zu beginnen. Was soll ich tun?
 - a. Recherche
 - i. Hier fängt alles an. Die Recherche umfasst das Zusammentragen von Hintergrundinformationen, damit du vor der Entwicklung weißt, was dein Produkt können sollte und warum. Es gibt zwei entscheidende Punkte, die du herausfinden musst, um zu wissen, wo du anfangen sollst: Kriterien und Einschränkungen. Kriterien sind die Eigenschaften, die dein Produkt erfüllen muss. Einschränkungen sind Grenzen, die du während der Konstruktion einhalten musst. Hier findest du die Kriterien und Einschränkungen für deine Glasplatte:

1. Kriterien: Die Platte muss gut genug sein, um die folgenden vier Tests zu bestehen:
 - a. Du musst durchsehen können, wenn du sie gegen Licht hältst.
 - b. Sie darf nicht brüchig werden oder zersplittern, wenn du sie antippst.
 - c. Sie darf sich nicht vollständig auflösen, wenn du Wasser auf sie sprühst.
 - d. Sie darf nicht vollständig schmelzen, wenn du sie über eine kleine Flamme hältst.
2. Einschränkungen:
 - a. Dein Glas muss so hergestellt werden, wie es in der Rezeptur angegeben ist.
 - b. Deine Glasplatte muss auf ein Backblech passen.
 - c. Du darfst gewöhnliche Haushaltswaren wie Strohhalm oder Holzspieße verwenden, um dein Glas zu verstärken.
 - d. Deine Glasplatte darf eine beliebige Form besitzen.
 - e. Deine Glasplatte darf keine Verstärkungen aus Metall enthalten und darf nicht mit Klebstoff oder anderen Chemikalien verstärkt werden.

b. Entwurf

- i. Skizziere den Entwurf für deine Glasplatte auf ein Millimeterpapier.
- ii. Zeichne deinen Entwurf mit Wachs- oder Backpapier und einem Buntstift nach. Schneide die vorgezeichnete Form aus und lege sie auf das Backblech.
- iii. Erstelle mit Alufolie einen Rand, damit das Glas während des Abkühlens seine Form behält.
- iv. Sobald du mit deiner erstellten Form zufrieden bist, kannst du mit der Zubereitung deiner Glasmischung beginnen.

2. PHASE: PROTOTYP

1. Bedeutet der Abschluss meiner Recherche und der Entwurf meiner Form nun, dass ich mit der Entwicklung meines Prototyps beginnen kann?
 - a. Ja! Jetzt ist der Augenblick gekommen, um deine Glasmischung herzustellen. Gehe folgendermaßen vor:
 - i. Sprühe als Erstes dein Backblech / deine Form aus Alufolie mit Kochspray ein, damit die Zuckermischung nicht haften bleibt.
 - ii. Gebe Zucker, Wasser, Maissirup und Weinstein in einen Topf. Bringe die Zutaten bei mittlerer Hitze langsam unter ständigem Rühren zum Kochen. Achte darauf, die Mischung nicht zu stark zu erhitzen, da sie sonst karamellisiert oder sogar verbrennt.
 - iii. Sobald die Mischung heißer wird, ändert sie ihr Aussehen von trübe zu klar. Die Mischung fängt an zu kochen, sobald sich oben Schaum bildet.
 - iv. Gebe ein Zuckerthermometer in den Topf. Lass die Mischung langsam weiterkochen, bis sie 150 Grad erreicht. (Hier ist Geduld erforderlich, dies kann bis zu einer Stunde dauern!)

- v. Gieße die Mischung langsam auf dein Backblech, sobald sie 150 Grad erreicht hat. Sei sehr vorsichtig, die Mischung ist unglaublich heiß!
 - vi. Stelle dein Backblech auf eine feste Oberfläche und lasse es etwa eine Stunde abkühlen. Während die Mischung abkühlt, kannst du Materialien wie Holzspieße oder Strohhalme zur Verstärkung und zur Verbesserung deines Entwurfs hinzufügen.
 - vii. Sobald die Mischung abgekühlt ist, erhitze ein Messer unter fließend heißem Wasser und schiebe es vorsichtig zwischen den Rand der Mischung und das Backblech. So lässt sich deine neue Glasplatte leichter vom Blech lösen. Nachdem du dein Glas gelöst hast, drehe das Backblech vorsichtig um, sodass die Scheibe auf deiner Hand liegt.
- b. Sieh an, du hast soeben eine Glasplatte hergestellt! Im nächsten Schritt wirst du überprüfen, wie sie in einer Reihe von Tests abschneidet.

3. PHASE: TEST

1. Notiere auf dem Auswertungsbogen „Die Versuchsreihe“ deine Vermutungen, wie sich dein Glas in einer Reihe von Tests verhält.
2. Verwende den Auswertungsbogen „Die Versuchsreihe“, um zu bewerten, wie gut deine Glaskonstruktion einer Reihe von Herausforderungen standhält.
3. Führe jeden der vier Tests durch und notiere deine Beobachtungen auf dem Auswertungsbogen.
4. Überprüfe nach der Durchführung aller Tests deine Ergebnisse. Welche deiner Vermutungen war richtig? Was hat dich überrascht? Notiere dies in der Tabelle des Auswertungsbogens „Die Versuchsreihe“.

4. PHASE: REFLEXION

1. Wie hat dein Glas die Testverfahren überstanden?
2. Welche Verbesserungen würdest du an deinem Prototyp vornehmen?

5. PHASE: VERBESSERUNGEN

1. Stelle dir vor, du müsstest mehrere Glasplatten herstellen, die sich zusammenfügen lassen. Wie würde dies deinen Entwurf beeinflussen?
2. Denke an all die unterschiedlichen Verwendungsmöglichkeiten von Glas in unserem Alltag: Wir verwenden es zum Kochen, zur Herstellung von Glasfaserkabeln, zu unserem Schutz in Autos und Flugzeugen und zum Bau unserer Städte. Wie tragen die Eigenschaften von Glas dazu bei, dass es für all diese grundverschiedenen Zwecke so geeignet ist?
3. Sieh dir jetzt mit deiner Familie die virtuelle Exkursion [The Future is Now](#) (Die Zukunft beginnt heute) an und besuche Edge at Hudson Yards persönlich. Achte während des Films oder Besuchs auf all die verschiedenen Bereiche, in denen Glas verwendet wurde. Halte inne und betrachte genau die verschiedenen Glasstrukturen. Nimm dir einen Moment Zeit, um zu würdigen, wie ein antikes Material für den Bau eines der modernsten und nachhaltigsten Gebäude der Welt verwendet wurde! Wissenschaft und Technik helfen uns, eine wunderbare und nachhaltigere Zukunft zu gestalten. Wie kannst du die Macht der Wissenschaft nutzen, um deine Umgebung mit Innovationen voranzubringen?

REACH FOR THE SKY

NATIONALE STANDARDS

Next Generation Science Standards (NGSS) (Wissenschaftsstandards für zukünftige Generationen)

MS-ETS1-3. (Middle School (Klasse 5-8), Entwicklung, Technologie und Wissenschaft 1-3)

Analysieren von Testdaten, um Ähnlichkeiten und Unterschiede verschiedener Designlösungen zu bestimmen und die besten Eigenschaften jeder Lösung zu ermitteln, um diese in einer neuen Lösung zu kombinieren und Erfolgskriterien besser zu erfüllen.

MS-PS1-3. (Middle School, Physik 1-3)

Zusammentragen und richtiges Einordnen von Informationen, die beschreiben, dass synthetische Stoffe aus natürlichen Quellen stammen und Auswirkungen auf die Gesellschaft haben.

[Erläuterung: Der Schwerpunkt liegt auf natürlichen Rohstoffen, die zur Gewinnung eines synthetischen Stoffs einen chemischen Prozess durchlaufen. Beispiele für neue Stoffe könnten neue Medikamente, Nahrungsmittel und alternative Brennstoffe sein.] [Bewertungsgrenze: Die Bewertung ist auf qualitative Informationen begrenzt.]

ANLEITUNG

1. Nachdem deine Glasplatte fertiggestellt wurde, stelle Vermutungen an, wie sie sich in den vier unten aufgeführten Tests verhalten wird. Notiere deine Vermutungen in den jeweiligen Spalten der Tabelle.
2. Führe jeden der vier Tests durch, nachdem du deine Vermutungen notiert hast. Halte deine Beobachtungen während der Tests in der Tabelle fest.
3. Ermittle nach der Durchführung der vier Tests alle Übereinstimmungen und Unterschiede zwischen deinen Vermutungen und den tatsächlichen Testergebnissen. Notiere alle Ergebnisse, die dich überrascht haben!

	Vermutung	Beobachtungen während der Tests	Übereinstimmungen/ Unterschiede zwischen Vermutung und Test
TRANSPARENZ Test 1: Halte deine Glasplatte gegen Licht. Kannst du durchsehen?			
DRUCKFESTIGKEIT Test 2: Halte deine Glasplatte in einer Hand und tippe mit deiner anderen Hand leicht auf ihre Vorderseite. Splittert sie oder wird sie brüchig?			
BESTÄNDIGKEIT GEGEN CHEMIKALIEN Test 3: Besprühe deine Glasplatte mit fünf kräftigen Sprühstößen Wasser aus einer Wasserflasche. Schmilzt sie?			
HITZEBESTÄNDIGKEIT Test 4: Halte deine Glasplatte für 30 Sekunden etwa 25 – 30 cm über die Flamme einer Kerze oder eines Feuerzeugs. Schmilzt sie?			