

Im Mittelpunkt dieser Lektion

In dieser Lektion geht es um die Oberfläche von Körpern und darum, wie sich die Form von Zuckerkrystallen unterscheiden kann, wenn diese aus Zucker mit verschiedenen Feinheitsgraden gezüchtet werden. Die Schüler und Schülerinnen untersuchen Oberflächen und Nanostrukturen; sie arbeiten in Teams und nehmen an praktischen Aktivitäten teil.

Zusammenfassung dieser Lektion

In „Zuckerkristalle“ wird untersucht, wie Nanostrukturen Oberflächendimensionen beeinflussen können und wie der Feinheitsgrad von Zucker verändert werden kann, ohne dass seine Molekularstruktur beeinflusst wird. Die Schüler und Schülerinnen erkunden in Teams verschiedene Zuckerzustände und in welchem Verhältnis diese zur Oberfläche und Molekularstruktur des Zuckers stehen.

Altersstufen

8-14.

Ziele

- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Nanostrukturen lernen.
- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Kristalle lernen.
- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Flächen lernen.
- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über das Arbeiten in Gruppen (Teamarbeit) lernen.



Erwartete Ergebnisse zum Vorteil der Lernenden

Als Ergebnis dieser Aktivität sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis der folgenden Konzepte entwickeln:

- ◆ Nanostrukturen
- ◆ Flächen
- ◆ Problemlösung
- ◆ Teamarbeit

Zuckerkristalle

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org

© 2018 IEEE – All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

Aktivitäten dieser Lektion

Die Schüler und Schülerinnen lernen, wie sich eine Oberfläche im Nanobereich ändern kann. Sie untersuchen im Team verschiedene Arten von Zucker mit verschiedenen Feinheitsgraden. Dann sagen sie voraus, wie sich aus verschiedenen Zuckerlösungen gezüchtete Zuckerkristalle je nach der Fein- bzw. Grobkörnigkeit des ursprünglichen Zuckers auf der Molekularebene unterscheiden. Sie treffen Vorhersagen, forschen nach und tragen der Klasse ihre Vorschläge vor.

Ressourcen/Materialien

- ◆ Ressourcendokumente für Lehrer (liegen bei)
- ◆ Schülerarbeitsblätter (liegen bei)
- ◆ Ressourcenblätter für Schüler (liegen bei)

Abstimmung auf Lehrpläne

Siehe das beiliegende Lehrplan-Abstimmungsblatt.

Weiterführende Websites

- ◆ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ◆ TryNano (www.trynano.org)
- ◆ National Nanotechnology Initiative (www.nano.gov)

Literaturempfehlungen

- ◆ The Science of Sugar Confectionery (ISBN: 0854045937)
- ◆ Understanding Nanotechnology (ISBN: 0446679569)

Optionale Schreibaktivität

- ◆ Schreibe einen Aufsatz oder einen Absatz darüber, wie die Oberfläche verschiedener Zuckersorten für einen Bäcker wichtig sein könnte, der Krapfen mit Zucker bestäuben möchte. Bräuchte der Bäcker mehr Kristallzucker als Puderzucker? Warum bzw. warum nicht?

Für Lehrer: Abstimmung auf Lehrpläne

Hinweis: Alle Unterrichtspläne dieser Serie sind mit den vom National Research Council veröffentlichten und von der National Science Teachers Association unterstützten *National Science Education Standards* (Lernziele in den Naturwissenschaften) und darüber hinaus mit den *Standards for Technological Literacy* (Standards für technische Bildung) der International Technology Education Association oder den *Principles and Standards for School Mathematics* (Grundsätze und Standards für den Mathematikunterricht) des National Council of Teachers of Mathematics abgestimmt.

◆ National Science Education Standards Kindergarten bis 4. Klasse (4-9 Jahre)

INHALTSSTANDARD A: Wissenschaft als Erkundung

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ◆ Zur Durchführung einer wissenschaftlichen Erkundung notwendige Fähigkeiten
- ◆ Verständnis wissenschaftlicher Erkundungen

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Eigenschaften von Gegenständen und Werkstoffen

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ◆ Fähigkeiten zu technologischen Designs

INHALTSSTANDARD G: Geschichte und Wesen der Wissenschaft

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Wissenschaft als menschliches Bestreben

◆ National Science Education Standards 5. bis 8. Klasse (10-14 Jahre)

INHALTSSTANDARD A: Wissenschaft als Erkundung

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ◆ Zur Durchführung einer wissenschaftlichen Erkundung notwendige Fähigkeiten
- ◆ Verständnis wissenschaftlicher Erkundungen

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft

Als Ergebnis ihrer Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Eigenschaften und Veränderungen von Eigenschaften in der Materie

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie

Als Ergebnis von Aktivitäten in den Klassenstufen 5-8 sollten alle Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ◆ Fähigkeiten zu technologischen Designs
- ◆ Verständnis von Naturwissenschaft und Technologie

Für Lehrer:**Abstimmung auf Lehrpläne (Fortsetzung)****◆ Grundsätze und Standards für den Mathematikunterricht (6-18 Jahre)**
Messungen

- ◆ Die messbaren Attribute von Objekten und die Messeinheiten, -systeme und -verfahren müssen verstanden werden.
- ◆ Zur Bestimmung von Messwerten müssen angemessene Methoden, Werkzeuge und Formeln verwendet werden.

Verbindungen

- ◆ Erkennen und Anwenden von Mathematik in außerhalb des Mathematikunterrichts liegenden Kontexten.

◆ Standards für technische Bildung – alle Altersstufen**Wesen der Technologie**

- ◆ Standard 1: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Eigenschaften und des Wirkungskreises von Technologie entwickeln.

Technologie und Gesellschaft

- ◆ Standard 6: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Rolle der Gesellschaft bei Entwicklung und Gebrauch von Technologie entwickeln.

Für Lehrer: Ressourcen für Lehrer

◆ Ziel dieser Lektion

In dieser Lektion geht es um die Oberfläche von Körpern und darum, wie sich die Form von Zuckerkristallen unterscheiden kann, wenn diese aus Zucker mit verschiedenen Feinheitsgraden gezüchtet werden. Die Schüler und Schülerinnen untersuchen Oberflächen- und Nanostrukturkonzepte; sie arbeiten in Teams und nehmen an praktischen Aktivitäten teil, darunter am Züchten von Zuckerkristallen aus verschiedenen Zuckerproben.

◆ Lektionsvorgaben

Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Nanostrukturen lernen.

- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Kristalle lernen.
- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Flächen lernen.
- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über das Arbeiten in Gruppen (Teamarbeit) lernen.

◆ Materialien

Ressourcenblatt für Schüler

- ◆ Schülerarbeitsblätter
- ◆ Mikroskop oder Endoskopkamera für den Gebrauch im Klassenzimmer
- ◆ Auflösungsaufgabe: Ein Materialsatz pro Team:
 - Zwei saubere Thermoglasbecher oder Messbecher mit einem Fassungsvermögen von mindestens 1000 ml (auch zur Verwendung bei der Kristallaufgabe), Verfügbarkeit von warmem Wasser, 1 Teelöffel Kristallzucker, 1 Teelöffel Puderzucker
- ◆ Kristallaufgabe: Ein Materialsatz pro Team:
 - 2 saubere Thermoglas- oder Messbecher mit einem Fassungsvermögen von mindestens 1000 ml, 2 dünne Baumwollschnurlängen, die mindestens 1,5 mal so lang sind wie die Höhe der Becher, 2 Bleistifte oder Stäbe, ein an der Schnur anzuhängendes Gewicht (Unterlegscheibe, Schraube), 600 g Kristallzucker, 350 g Puderzucker, 500 ml sehr heißes Wasser (von einem Erwachsenen zu gießen).

◆ Verfahren

1. Zeigen Sie den Schülern die verschiedenen Informationsblätter für Schüler. Diese können in der Klasse gelesen oder im Voraus als Hausaufgabe zum Lesen aufgegeben werden.
2. Auflösungsaufgabe:
 - a. Die Schüler und Schülerinnen gießen einen Becher (ca. 500 ml) warmes Wasser in jeden der zwei Glasbecher.
 - b. Sie geben einen Teelöffel Puderzucker in einen Becher und einen Teelöffel Kristallzucker in den anderen.
 - c. Sie beobachten, welcher Zucker sich schneller auflöst und beantworten dann Fragen dazu, wie die Oberflächengröße die Ergebnisse beeinflusst.

Für Lehrer: Ressourcen für Lehrer (Fortsetzung)

◆ Verfahren (Fortsetzung)

3. Kristallaufgabe:
 - a. Der Lehrer/ein Erwachsener gießt zunächst einen Becher mit heißem Wasser in jeden der zwei Becher.
 - b. Die Schüler und Schülerinnen geben 3 Becher Zucker jeder der beiden Zuckerarten (jeweils 600 g und 350 g) in einzelne Becher und lösen den Zucker durch Umrühren auf. Nach Auflösen des Zuckers ist das Wasser völlig klar. Hinweis: Als Alternative zu dieser Methode kann das Wasser zum Auflösen des Zuckers auch gekocht werden. Bei Wahl dieser Methode sollten die kochenden Zuckerlösungen von einem Erwachsenen zubereitet werden.
 - c. Tauchen Sie die Schnur in das Zuckerwasser und binden Sie ein Ende am Bleistift fest, sodass das andere Ende senkrecht in die Zuckerlösung hineinhängt. Um sicherzustellen, dass die Schnur gerade hängt, kann daran ein Gewicht (Unterlegscheibe, Schraube) befestigt werden. Sie können die Schnüre auch schon vor der Unterrichtsstunde vorbereiten, indem Sie sie in die Zuckerlösungen eintauchen und trocknen lassen. Bei dieser Methode bilden sich Startkristalle an der Schnur, bevor sie in die Zuckerlösungen gegeben werden. Damit lässt sich die Kristallisierung beschleunigen, da sich neue Kristalle an den Startkristallen bilden können.
 - d. Nehmen Sie die Becher vier bis sieben Tage lang jeden Tag in Augenschein.
 - e. Zeichnen Sie Ihre Beobachtungen während des Wachstums der Kristalle auf.
 - f. Untersuchen Sie jeden der resultierenden Kristalle unter einem Mikroskop und tragen Sie Ihre Beobachtungen in der dafür vorgesehenen Tabelle ein.
4. Auswertung – Die Schüler und Schülerinnen füllen ihre Auswertungs-/Reflexionsarbeitsblätter aus.



◆ Benötigte Zeit

Zwei bis drei über 7 Tage verteilte 45-Minuten-Sitzungen.

◆ Tipps

- Gekochtes Wasser ist nur heißem Wasser vorzuziehen und wird empfohlen, wenn Ihre Schule unter Aufsicht eines Erwachsenen Wasser kochen lassen kann.
- Wenn kein Mikroskop zur Verfügung steht, kann auch ein modernes Videoskop benutzt und zur Anzeige an einem Monitor/Computerbildschirm befestigt werden. Dafür kommen z. B. die Modelle „Eye Clops“ (US\$ 25-45) oder das Carson zPix-Digitalmikroskop (US\$ 79) in Frage.

Für die Schüler und Schülerinnen: Was ist Nanotechnologie?

Stelle dir vor, du könntest beobachten, wie die roten Blut- körperchen durch deine Adern strömen. Wie wäre es, wenn man die Natrium- und Chloratome beobachten könnte, wenn diese sich nahe genug annähern, um Elektronen zu übergeben und einen Salzkristall zu bilden, oder aber die Schwingungen von Molekülen zu beobachten, wenn die Temperatur in einer Pfanne voller Wasser ansteigt? Mit bestimmten Hilfsmitteln – „-skopen“ –, die in den letzten Jahrzehnten entwickelt bzw. verbessert wurden, können wir Situationen wie die oben beschriebenen tatsächlich beobachten. Diese Fähigkeit, Materialien auf der Molekül- oder Atomebene zu beobachten, zu messen und sogar zu manipulieren, wird als Nanotech- nologie oder Nanowissenschaft bezeichnet. Als Maßeinheit ist ein „Nano“ der milliardste Teil (ein „Milliardstel“) eines Objekts. Wissenschaftler und Ingenieure setzen die Vorsilbe „Nano“ vielen verschiedenen Maßeinheiten voraus – so etwa Metern (Länge), Sekunden (Zeit), Litern (Volumen) und Gramm (Masse) –, um eine natürlich sehr kleine Menge zum Ausdruck zu bringen. Am häufigsten wird „Nano“ zur Bezeichnung einer Längeneinheit verwendet; in diesem Fall messen und sprechen wir von Nanometern (nm). Einzelne Atome haben einen Durchmesser von weniger als 1 nm, und man bräuchte etwa 10 individuelle Wasserstoffatome, um eine 1 nm lange Linie zu erzeugen. Andere Atome sind zwar größer als Wasserstoffatome, haben aber dennoch einen Durchmesser von weniger als einem Nanometer. Ein typisches Virus hat einen Durchmesser von ca. 100 nm, eine Bakterie einen Durchmesser von ca. 1000 nm (von Kopf bis Schwanz). Die neuen Mikroskope, die uns einen Einblick in die zuvor unsichtbare Welt der Nanoskala ermöglicht haben, sind das Rasterkraftmikroskop und das Rasterelektronenmikroskop.

◆ Rasterelektronenmikroskop

Das Rasterelektronenmikroskop ist eine besondere Art des Elektronenmikroskops, das Bilder von einer Musterober-

fläche erzeugt, indem es diese in einem Rastermuster mit einem Hochenergie- Elektronenstrahl abtastet. Bei einer Rasterabtastung (Abrasterung) wird ein Bild in eine Folge von (gewöhnlich horizontalen) Streifen zerlegt, die als „Abtastzeilen“ bezeichnet werden. Die Elektronen gehen

eine Wechselwirkung mit den Atomen ein, aus denen das Muster besteht, und sie erzeugen Signale, die Daten über die Form und Zusammensetzung der Oberfläche liefern und sogar Informationen darüber, ob sie Elektrizität leiten kann. Das Bild rechts zeigt Pollen von verschiedenen, häufig anzutreffenden Pflanzen, in einer etwa 500-fachen Vergrößerung.



Für die Schüler und Schülerinnen: Anwendungsbereiche der Nanotechnologie

Materialien, die verschiedene physikalische Eigenschaften besitzen, die aus Veränderungen im Nanobereich hervorgehen, haben schon heute die Tür zu vielen neuen Anwendungen geöffnet. Viele dieser Anwendungen befinden sich noch in verschiedenen Forschungsstadien, während andere schon im Handel erhältlich sind.

So wurden z. B Textilien für die Bekleidungsindustrie mit Nanoteilchen behandelt, um einen fleckenbeständigen Stoff zu erzeugen. Automobilhersteller haben Stoßstangen mit Nanokristallen verstärkt. Durch eine Veränderung der optischen Eigenschaften einer Suspension wurden Farbfilter und eingefärbte Lampen hergestellt (durch Variieren der Größe und Form der Kolloidpartikel in der Lösung). Für Produkte wie Fahrzeugrahmen und Tennisschläger wurden Kohlenstoff-Nanoröhrchen konstruiert, die die Festigkeit dieser Erzeugnisse erhöhen und ihr Gewicht reduzieren.

◆ Biomedizinische Anwendungen

Es wird erwartet, dass die Nanotechnologie bedeutende Verbesserungen der Qualität der Gesundheitsversorgung haben

wird, und zwar durch die frühzeitige und zuverlässige Diagnose von Krankheiten, bessere Medikamente, eine zielgenaue Medikamentenverabreichung, verbesserte Implantate und andere Anwendungen. Durch Gebrauch einer Kombination von Nanomaterialien und neuen Geräteherstellungsmethoden und dank Fortschritten bei der Signalverarbeitung werden heute Biosensoren entwickelt, die die frühzeitige Erkennung mehrerer lebensbedrohender Krankheiten ermöglichen. In diesen Sensoren kommen Kohlenstoff-Nanoröhrchen oder Silizium- Nanodrähte zur Anwendung, auf denen das Sondenmolekül untergebracht ist, das die Merkmale einer bestimmten Krankheit bzw. Gesundheitsstörung feststellen soll.

Nanobiosensoren, die diese Methode nutzen, sollen in Zukunft mithilfe von Prozessen massengefertigt werden, die von der Computerchip-Industrie entwickelt wurden. Auch bei der Therapie wird die Nanotechnologie eine wichtige Rolle spielen. Zwei Bereiche, in denen die Nanotechnologie den Erwartungen zufolge einen starken Einfluss ausüben wird, sind das Synthetisieren verbesserter Medikamente unter Verwendung von nanotechnologischen Prinzipien und die zielgenaue Verabreichung von Medikamenten. Insbesondere gelten die Moleküle einer bestimmten Familie, die sog. Dendrimere (wobei es sich um mehrfach verzweigte Moleküle handelt) als Kandidaten für eine wirkungsvolle Medikamentenverabreichung. Diese großen Polymere weisen in ihrer Mitte eine taschenähnliche Konfiguration auf, die zur Aufnahme von Arzneimitteln in den Molekülen verwendet werden können, die die Medikamente dann zu ihrem Bestimmungsort bringen.

Powered by IEEE

TRYEngineering



IEEE Lesson Plan:

Zuckerkristalle

Für die Schüler und Schülerinnen: Anwendungsbereiche der Nanotechnologie (Fortsetzung)

◆ Transportanwendungen

Einer der größten Beiträge, den die Nanotechnologie auf dem Transportsektor zu leisten vermag, ist die Bereitstellung leichter und festerer Verbundwerkstoffe („Verbundstoffe“), die bei der Konstruktion von Flugzeugen und Fahrzeugen verwendet werden. Verbundstoffe werden aus zwei oder mehr Materialien mit deutlich verschiedenen physikalischen oder chemischen Eigenschaften erzeugt. Diese Eigenschaften bleiben innerhalb der fertigen Struktur klar zu erkennen. Nanoverbundwerkstoffe versprechen ein geringeres Gewicht und eine höhere Festigkeit als andere Arten weithin benutzter Verbundstoffe.

Für die Schüler: Was ist eine Oberfläche?

Eine Oberfläche ist die Angabe der Größe des freiliegenden Bereichs eines Körpers. Sie wird in Quadrateinheiten ausgedrückt. Wenn ein Körper flache Seitenflächen hat, kann seine Oberfläche durch das Addieren seiner Seitenflächen berechnet werden. Selbst Körper mit glatten Flächen, z. B. Kugeln, haben Oberflächen.

◆ Gleichungen zur Berechnung quadratischer Oberflächen

Die Oberfläche eines Würfels lässt sich anhand der folgenden Gleichung berechnen: $x = 6Y^2$ (also 6 mal Y hoch Y)



Die Zeichnung links zeigt einen Würfel, bei dem die Länge jeder Seite gleich Y ist. Weil es sich um ein Quadrat handelt, haben alle Seiten die gleiche Länge. Um die Oberfläche des Würfels zu bestimmen, müsst ihr zuerst die Fläche einer einzigen Seite ermitteln. Die Fläche einer einzigen Seite ist $Y \times Y$ oder Y^2 . Um die Fläche des Würfels zu berechnen, müsst ihr die Fläche einer Seite mit 6 multiplizieren. Beispiel: Wenn die Länge von Y gleich 10 mm ist, wäre die Fläche einer Seite 100 mm^2 und die Gesamtfläche des Würfels 600 mm^2 .

◆ Gleichungen zur Berechnung rechteckiger Oberflächen

Die Oberfläche eines Rechtecks lässt sich anhand der folgenden Gleichung berechnen: $x = 4AB + 2AC$



Bei einem Rechteck sind nicht alle Seiten gleich; es müssen drei verschiedene Längen gemessen werden. In der obigen Zeichnung sind diese mit A, B und C bezeichnet. Um die Vorderfläche des Rechtecks zu bestimmen, müssen wir A mit B multiplizieren. Da das Rechteck vier gleich große Flächen besitzt, brauchen wir $4 \times A \times B$ als einen Teil der Gleichung, um die Oberfläche des mehrdimensionalen Rechtecks zu bestimmen. Außerdem müssen wir die Fläche der beiden kleineren Oberflächen bestimmen. In diesem Fall müssen wir A mit C multiplizieren. Und weil das Rechteck zwei dieser Seiten besitzt, lautet die vollständige Gleichung für die Ermittlung der Gesamtfläche $2 \times A \times C$. Beispiel: Wenn A 10 mm, B 30 mm und C 15 mm lang ist, gilt:

$$A \text{ mal } B = 300 \text{ mm}, \text{ also } 4AB = 1200 \text{ mm}^2$$

$$\text{mal } C = 150 \text{ mm}, \text{ also } 2AC = 300 \text{ mm}^2$$

Somit beträgt die Oberfläche des mehrdimensionalen Rechtecks 1500 mm^2 .

**Für die Schüler:
Was ist eine Oberfläche? (Fortsetzung)****◆ Warum die Oberfläche wichtig ist**

Im Nanobereich können sich die grundlegenden Eigenschaften von Partikeln von denen größerer Teilchen erheblich unterscheiden. Dazu können mechanische Eigenschaften gehören: ob das Partikel Strom leitet, wie es auf Temperaturveränderungen reagiert und auch ob chemische Reaktionen stattfinden. Die Oberfläche ist einer der Faktoren, der sich mit der Verkleinerung von Partikeln ändert. Da sich chemische Reaktionen gewöhnlich auf der Oberfläche eines Partikels ereignen, können sie sehr viel anders ablaufen, wenn ihnen eine größere Oberfläche zur Verfügung steht.

Aktivität für Schüler und Schülerinnen: Auflösungsaufgabe

Ihr seid Teil eines Ingenieurteams, dem die Aufgabe gestellt wurde, zu untersuchen, wie sich die Oberfläche von Zucker mit seinem Zustand verändert. Zucker ist in verschiedenen Kristallgrößen erhältlich, die seinen Gebrauch bzw. seine Anwendung bestimmen.

◆ Arten von Zucker

Streuzucker: Grobkörnige Zuckersorten, z. B. Streuzucker, werden häufig zum Dekorieren von Backprodukten wie Plätzchen und Süßwaren verwendet. Sie bewirken einen „Funkeleffekt“, weil das Licht von den großen Zuckerkristallen reflektiert wird.

Kristallzucker: Die Körner normaler Kristallzuckersorten sind etwa 0,5 mm groß (Querschnitt) und werden am häufigsten als Tischzucker zum Süßen von Kaffee und Tee verwendet.



Extrafeiner Zucker: Extrafeiner Zucker ist das Ergebnis eines selektiven Siebens von Kristallzucker, bis dieser eine Korngröße von ca. 0,35 mm erreicht. Diese Zuckersorte wird gewöhnlich zum Backen verwendet.

Puderzucker: Puderzucker oder Staubzucker ist eine sehr fein gemahlene Art von Zucker. Ein Korn Puderzucker ist etwa 0,06 mm groß, bei besonders feinen Sorten sogar nur ca. 0,024 mm. Diese Zuckersorten werden vornehmlich beim Kochen verwendet, wenn ein Zucker gewünscht wird, der sich in Flüssigkeiten besonders schnell auflöst. Er wird zur Herstellung von Glasuren, Zuckergüssen und anderen Kuchendekorationen verwendet.

Unabhängig vom Feinheitsgrad von Zucker sind die Zucker-Basismoleküle immer gleich.

◆ Einfluss auf die Oberfläche:

Die Oberfläche eines Gramms Puderzucker ist weitaus größer als die eines Gramms extrafeinen Zuckers, und die Oberfläche von einem Gramm extrafeinem Zucker ist größer als die Oberfläche von einem Gramm Kristallzucker.

◆ Auflösungsaufgabe:

Füllt zwei transparente Gläser mit einem Becher warmen Wasser (ca. 500 ml). Gebt gleichzeitig einen Teelöffel Puderzucker in einen Becher und einen Teelöffel Kristallzucker in einen anderen. Beantwortet die folgenden Fragen:

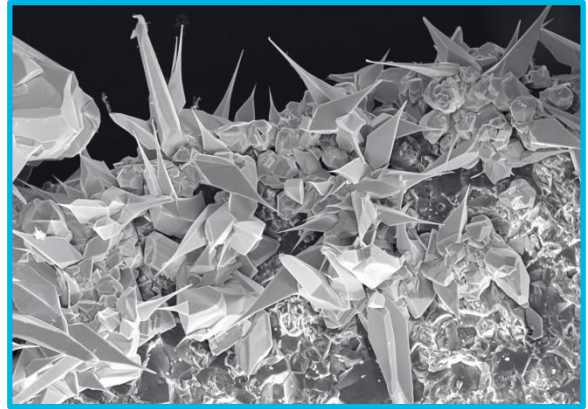
Welcher Zucker hat sich schneller aufgelöst?

Worauf würdet ihr das zurückführen? Inwiefern hat die Oberfläche beeinflusst, welcher Zucker sich zuerst aufgelöst hat?

Aktivität für Schüler und Schülerinnen: Kristallaufgabe

◆ Was ist ein Kristall?

Ein Kristall ist eine feste Substanz, in der Atome, Moleküle oder Ionen in einem geordneten, sich wiederholenden Muster angeordnet sind, das sich in drei räumliche Dimensionen erstreckt. Der Prozess der Bildung einer Kristallstruktur aus einer Flüssigkeit oder aus in einer Flüssigkeit gelösten Materialien wird als Kristallisation bezeichnet. Die aus einer Flüssigkeit entstandene Kristallstruktur hängt von den chemischen Eigenschaften der Flüssigkeit und den physikalischen Bedingungen in der Umgebung ab, z. B. vom Luftdruck. Beispiele für Kristalle sind Schneeflocken, Diamanten und Kochsalz. Das wissenschaftliche Studium von Kristallen und der Kristallbildung wird als Kristallografie bezeichnet.



◆ Was ist Sättigung?

Substanzen wie Zucker können nur bis zu einem bestimmten Grad in Wasser gelöst werden. Wenn ihr über diesen Punkt hinaus noch mehr Zucker zugebt, bleibt dieser fest. Dies ist der sog. Sättigungspunkt. In dieser Lektion werden wir zwei verschiedene Arten von Zucker in heißem Wasser auflösen. Wenn das Wasser dann mit der Zeit verdampft, wird die Lösung gesättigt, sodass der Zucker an der Schnur anhaftet und feste Zuckermoleküle ausbildet, die ebenfalls an der Schnur haften. Diese Moleküle ziehen immer mehr Zuckermoleküle an, bis sich Kristalle bilden. Mit der Zeit verdampft immer mehr Wasser auf natürliche Weise und die Zuckerwasserlösung sättigt sich noch mehr, sodass die Zuckerkristalle an der Schnur wachsen. Eure fertige Zuckerkristallschnur wird aus etwa einer Billiarde (1.000.000.000.000.000) Molekülen bestehen.

◆ Aufgabe

Besprecht die folgenden Fragen im Team und einigt euch auf eine Hypothese: Wenn man verschiedene Zuckerarten mit verschiedenen Feinheitsgraden (Kristall-, Puder-, Würfelzucker) in Wasser löst und dann Zuckerkristalle züchtet, erscheinen die resultierenden Kristalle unter einem Mikroskop dann gleich oder sehen sie je nach dem anfänglichen Feinheitsgrad des Zuckers weiterhin verschieden aus? Beantwortet die Fragen im folgenden Kasten:

Begründet eure Antwort und stützt eure Hypothese mit mindestens zwei Argumenten.

Warum?

1.

2.



**Aktivität für Schüler und Schülerinnen:
Kristallaufgabe**

◆ Testphase

Ihr habt von eurem Lehrer einen Satz mit den folgenden Materialien erhalten:

- ◆ Zwei saubere Thermoglas- oder Messbecher mit einem Fassungsvermögen von mindestens 1000 ml
- ◆ 2 dünne Baumwollschnurlängen, die mindestens 1,5-mal so lang sind wie die Höhe der Becher
- ◆ 2 Bleistifte oder Stäbe
- ◆ ein an der Schnur anzuhängendes Gewicht (Unterlegscheibe, Schraube)
- ◆ 600 g Kristallzucker
- ◆ 350 g Puderzucker
- ◆ 500 ml sehr heißes Wasser (vom Lehrer zu gießen)

◆ Beobachtung

Ihr werdet im Team versuchen, Zuckerkristalle aus zwei verschiedenen Zuckersorten (Kristall- und Puderzucker) zu züchten. Denkt daran, dass Kristallzuckerkörner ca. 0,5 mm groß sind (Querschnitt), ein Korn Puderzucker dagegen nur ca. 0,06 mm. Beobachtet den Kristall- und den Puderzucker unter einem Mikroskop oder mit einem Digital-TV- oder Monitor-Videoskop. Tragt eure Beobachtungen nach dem Züchten eurer Kristalle in der folgenden Tabelle ein.

	Kristallzucker	Puderzucker	Aus Kristallzuckerlösung gezüchtete Kristalle	Aus Puderzuckerlösung gezüchtete Kristalle
Beschreibt in euren eigenen Worten				
Zeichnet, was ihr seht				

◆ Untersuchung/Forschung

1. Markiert einen Glasbecher mit dem Wort „Kristallzucker“ und den anderen mit dem Wort „Puderzucker“, damit ihr sie während der Untersuchung voneinander unterscheiden könnt.
2. Gebt 3 Becher (600 g bzw. 350 g) des jeweiligen Zuckers in die markierten Becher.
3. Bittet einen Erwachsenen, einen Becher (250 ml) mit heißem Wasser in jeden der zwei Becher zu gießen.
4. Rührt den Zucker im Wasser, bis dieses vollkommen klar wirkt – das bedeutet, dass sich der Zucker gelöst hat. Hinweis: Man kann das Wasser zum Auflösen des Zuckers auch zum Kochen bringen. Wenn diese Methode verwendet wird, sollte der Lehrer alle gekochten Wasser-Zucker-Lösungen für die Schüler zubereiten.
5. Taucht ein Stück Baumwollschnur in jede der Zuckerlösungen und legt es auf einen Teller, um es mindestens zehn Minuten lang trocknen zu lassen. Je länger die Schnur trocknet, desto besser. Bei dieser Methode bilden sich Startkristalle an der Schnur, bevor sie in die Zuckerlösungen gegeben werden. Damit lässt sich die Kristallisierung beschleunigen, da sich neue Kristalle an den Startkristallen bilden können.
6. Bindet für jeden Becher das Ende eines Bleistifts an der jeweiligen Schnur fest, sodass das andere Ende der Schnur senkrecht in die Zuckerlösung hineinhängt. Ihr könnt auch eine Schraube oder einen Bolzen unten an der Schnur festbinden, damit diese gerade in die Zuckerlösung hineinhängt.
7. Überprüft immer wieder das Kristallwachstum und notiert euch eure Beobachtungen.
8. Untersucht eine Probe der aus dem Kristall- und dem Puderzucker gezüchteten Kristalle unter einem Mikroskop, wie ihr das auch schon mit den ursprünglichen Zuckerproben getan habt. Tragt eure Beobachtungen in der Tabelle auf der vorherigen Seite ein.





Aktivität für Schüler und Schülerinnen: Kristallaufgabe

◆ Auswertungsphase

Beantwortet die folgenden Fragen in der Gruppe:

1. Vergleicht die aus dem Kristall- und aus dem Puderzucker gezüchteten Kristalle. Seid möglichst spezifisch und bezieht auch Bilder ein, wenn euch das hilft.
2. Wie hat eure Hypothese bzgl. der Kristalle im Vergleich mit den tatsächlichen Ergebnissen abgeschnitten? Wart ihr von euren Feststellungen überrascht?
3. Nennt zwei Verwendungsmöglichkeiten für Zucker, bei denen der Zucker mit der größeren Oberfläche eine bessere Wahl wäre als ein größerer Zucker. Worauf würdet ihr das zurückführen?
4. Schlagt eine weitere Anwendung des Prinzips der Nanotechnologie vor. So testen Ingenieure beispielsweise den Gebrauch von Nanostrukturen zur Erhöhung der Oberfläche von Sonnenkollektoren, damit diese effizienter arbeiten, weil die Sonne größere Oberflächen leichter erreichen kann. Könnt ihr euch etwas Ähnliches vorstellen?
5. Was ist der interessanteste Aspekt der Nanotechnologie oder von Nanostrukturen, den ihr während dieser Lektion kennen gelernt habt?