



1 | Schülerinnen und Schüler beim Zinggießen: Vom flüssigen Metall geht eine Faszination aus, der man sich nur schwer entziehen kann.

Zinngießen

Schüler sammeln Erfahrungen mit Stoffen und ihren Kenngrößen

Von Martin Schwab

KLASSENSTUFE: 5/6 (alle Schulformen)

THEMA: Teilchenmodell, Aggregatzustände am Beispiel Zinngießen

ZIEL: Erlernen experimenteller Techniken

In der Unterstufe an Gymnasien in Bayern wird das Fach Natur und Technik mit drei Wochenstunden unterrichtet. Neu bei der Einführung dieses Faches war der Arbeitsbereich Naturwissenschaftliches Arbeiten [1], der gleichberechtigt neben den klassischen biologischen Inhalten steht.

Hier besteht die Möglichkeit bzw. es wird sogar vom Lehrplan vorgegeben, chemische Inhalte zu vermitteln [2] und so für den Chemieunterricht der Mittel-

stufe vorzubereiten. Dabei nimmt das Teilchenmodell eine zentrale Rolle ein, um z. B. Aggregatzustände zu erklären. In einer anderen Einheit wird auf Stoffe und Stoffeigenschaften, wie z. B. Siedepunkt, Schmelzpunkt und Dichte, eingegangen.

Dabei wird die Begeisterung für praktisches Arbeiten sowie der hohe Grad an Eigenaktivität im Unterricht [1] im Lehrplan extra betont. Natürlich sollen dabei elementare Sicherheitsregeln [1] beim Experimentieren vermittelt und beachtet werden.

All diese Vorgaben kann man erfüllen, wenn man mit den Schülern das außer Mode geratene Zinngießen betreibt (Abb. 1). Wie der Unterricht hierzu praktisch abläuft, und theoretisch aufgearbeitet wird, soll dieser Artikel beschreiben.

Warum Zinngießen?

Natürlich lassen sich Themen wie Aggregatzustände und Dichte auch am Beispiel Wasser erarbeiten, alle Aggregatzustände sind aus dem Alltag bekannt und experimentell leicht verfügbar. Aber Zinngießen hat meiner Meinung nach Vorteile, die Wasser so nicht bieten kann. Es ist für mich vor allem das Staunen, das flüssiges Zinn in dieser Altersstufe hervorruft. Selbst Erwachsene staunen, wenn sie in einen Tiegel mit flüssigem Zinn blicken und den Eindruck haben, in einen Spiegel zu schauen, nachdem die Oxidhaut zur Seite geschoben wurde.

Von flüssigem Metall geht eine Faszination aus, der man sich nur schwer entziehen kann.

Schüler bringen diese Erfahrung aber nicht mehr aus dem Alltag mit in die Schule. Schüler machen heute selten Erfahrung mit flüssigen Metallen (das gleiche gilt wohl auch für einen Großteil der Chemielehrer), Quecksilber in den Fieberthermometern wird (zum Glück) ersetzt, Löten ist bei der Jugend gänzlich unbekannt, und Zinn gießen ist in Vergessenheit geraten.

Um diese Faszination zu nutzen, muss der Unterricht zunächst wieder Erfahrung mit Metallen vermitteln. So sind Schüler z. B. verblüfft, wie leicht Zinn schmilzt („Das schmilzt ja wie Butter“) und wie schön die fertigen Figuren glänzen (Abb. 2). Das Arbeiten mit Zinn bietet genügend Anknüpfungspunkte für den Theorieunterricht: Der Schüler, der das Vorratsgefäß mit Zinn auf den Tisch hebt, kommentiert das Ganze mit „das ist ja so schwer wie Blei“, ein idealer Anknüpfungspunkt für die Behandlung der Dichte.

Die selbst gegossene Figur können meine Schüler gegen einen kleinen Geldbetrag mit nach Hause nehmen. Dies ist für mich ein wichtiger Aspekt, da die Figur eine Erinnerung an diese Unterrichtseinheit und ihre Inhalte darstellt.

Da alle Schüler eine schöne Figur mit nach Hause nehmen möchten, wird die Figur im Unterricht noch bearbeitet, z. B. entgratet. Durch die starke Handlungsorientierung wird der Unterrichtsalltag wohlwollend aufgelockert.

Entspricht die Figur nicht den Vorstellungen der Schüler, wird sie einfach wieder eingeschmolzen, Metalle sind recycelbar. Auch dies ist ein wichtiger Aspekt, den Schüler bei dieser Unterrichtseinheit lernen können.

Viele Schüler lassen während der Wartezeit das Zinngranulat auch nur einfach durch die Finger rinnen (Metalle als sinnliche Erfahrung!).

Durchführung im Unterricht

Das Material

Zum Gießen verwende ich nur reines Zinn, das im Fachhandel [4] gekauft werden muss. (Hinweis: Früher wurden zum Gießen von Zinnfiguren auch bleihaltige Zinnlegierungen verwendet.) Auch Zinn aus Zinngeschirr, das für Lebensmittel verwendet wurde, kann eingeschmolzen werden.

Die Formen der Firma Nürnberger Meisterzinn sind im Handel erhältlich [5]. Sie sind aus Aluminium gearbeitet und sehr oft wieder verwendbar. Schwachpunkt der Formen sind die Griffe aus Kunststoff, die bei intensivem Gebrauch leicht schmelzen. Im Durchschnitt kostet eine Form 14–15 Euro.

Schmelzlöffel sind bei den üblichen Lehrmittelhändlern erhältlich, bei Spezialfirmen gibt es elektrisch beheizte größere Tiegel [4], die auch gut verwendet werden können. Zinn kann sehr leicht mit dem Bunsenbrenner geschmolzen werden, der Schmelzpunkt ($T = 232\text{ °C}$) liegt für ein Metall sehr niedrig (und deutlich unter dem von Blei).

Die Formen werden vor dem Gießen mit Talkum-Puder eingepinselt (man kann sie aber auch über einer Kerzenflamme mit einer Rußschicht überziehen). Dadurch lassen sich die Figuren leichter aus der Form herauslösen.

Ausstattung zum Zinn gießen

- Zinn (bleifrei)
- Talkum-Pulver
- Schmelztiegel oder Schmelzlöffel
- Heizquelle (Bunsenbrenner)
- Form, z. B. Nürnberger Meisterzinn
- Schraubzwinde oder Klemmfeder
- Werkzeug zum Nachbearbeiten (Zange, Cuttermesser, Feile)

Damit die Formen zusammenhalten, werden sie mit einer Schraubzwinde zusammengepresst.

Gefahrenpotenzial

Von Zinn (bleifreies Zinn verwenden!) geht an sich keine Gefahr aus [3], es wird im Lebensmittelbereich verwendet (Zinnteller, Zinnbecher, verzinnertes Eisen, sogenanntes Weißblech). Die Gefahr geht vom Gasbrenner und vom flüssigen Zinn aus, das mit einem Bunsenbrenner leicht auf 400 °C erhitzt werden kann. Auch das erstarrte Zinn bzw. die Aluminiumformen können noch so heiß sein, dass sie nur mit Lederhandschuhen an-



21 Fertige Zinnfigur



31 Form zum Zinn gießen aus Aluminium

gefasst werden können. Eine besondere Gefahr geht davon aus, dass Figuren, die zum Kühlen in Wasser getaucht wurden, in den Schmelztiegel mit flüssigem Zinn geworfen werden. Das schlagartig verdampfende Wasser reißt flüssiges Zinn mit sich, und verursacht eine regelrechte Explosion. Dies kann bei der Verwendung von kleinen Schmelzlöffeln nicht so leicht passieren. Die Schüler sind vor dem Beginn der Arbeiten über diese Gefahren und über das Verhalten im Notfall zu informieren.

Unterrichtsorganisation

Im Unterricht wird die Klasse in zwei Gruppen geteilt. Es gibt einen zentralen Ort mit zwei Gasbrennern, der ständig vom Lehrer überwacht werden muss. Die Form wird für das Gießen vorbereitet, indem sie mit Talkumpulver ausgepinselt wird und die zwei Formhälften mit einer Zange oder Klemme zusammengepresst werden. Das Zinn wird von jedem Schüler im Schmelzlöffel erhitzt und, wenn es geschmolzen ist, in die vorbereitete Form gegossen.

Nach kurzer Zeit kann die Figur aus der Form entnommen werden. Dazu sollten Lederhandschuhe angezogen werden, da sich die Metallform erwärmt.

Danach wird mit einer Zange der Einguss abgezwickelt, die Figur mit einem Cuttermesser entgratet und mit einer Feile die Angussstelle nachbearbeitet.

Es dauert mehrere Schulstunden bis jeder Schüler seine Figur gegossen und bearbeitet hat.

Theoretische Aufarbeitung

Zunächst werden typische Eigenschaften von Zinn, bzw. Aluminium zusammengetragen, dazu gehören neben dem Glanz (die Figuren kommen schon glänzend aus der Form), die Wärmeleitfähigkeit (die Aluminiumform wird mit jedem Gussvorgang wärmer, der Schmelztiegel kann aber dank des Holzgriffs angefasst werden) und der Schmelzpunkt (Aluminium hat mit 660 °C offensichtlich einen höheren Schmelzpunkt als Zinn).

Danach werden die Aggregatzustände definiert. Um das Schmelzen auf Teilchenebene zu veranschaulichen, hilft die

Trickdarstellung, die unter <http://www.denken-in-modellen.de> verfügbar ist. Die Filme (Kugel-, Lego- und Comickmodell) haben einen hohen Motivationswert. Sie stellen den Schmelzvorgang von Eis dar, der sich leicht auf andere feste Stoffe übertragen lässt. Die Schüler können jetzt die Eigenschaft einer Flüssigkeit, jede beliebige Form auszufüllen, auf Teilchenebene erklären. Auf diese typische Eigenschaft von Flüssigkeiten kommt es beim Zinn gießen gerade an.

Für den Übergang von flüssig nach gasförmig ist keine Visualisierung vorhanden, sich eine Modellvorstellung darüber selber abzuleiten fällt den Schülern aber nach dem Film nicht mehr schwer.

Zusätzlich habe ich den festen Zustand mit Schülern verglichen, die geordnet auf ihren Stühlen im Klassenzimmer sitzen. Dies kommentierte eine Schülerin mit dem Einwurf „Dürfen wir Flüssigkeit spielen, wir sind auch ganz leise“. Darauf hin rannten die Schüler (nicht ganz so leise wie versprochen) kreuz und quer durch das Klassenzimmer um ihre Bänke herum.

Die Ergebnisse werden abschließend auf einem Arbeitsblatt zusammengefasst (**Arbeitsblatt 1**).

Die Dichte als Kenngröße einzuführen, fällt in der 5. Klasse nicht leicht. Die Schüler kennen im ersten Schulhalbjahr noch keine Brüche, daher kann die Dichte nur phänomenologisch betrachtet werden. Ich habe die Scherzfrage verwendet, ob ein Kilogramm Federn oder ein Kilogramm Blei schwerer ist (**Arbeitsblatt 2**, [6]). Ziel ist es, dass die Schüler erkennen, dass ein Stoff nicht durch seine Masse, sondern aus dem Verhältnis von Masse zu Volumen charakterisiert werden kann, und dieses Verhältnis Dichte genannt wird (von einem Stoff kann ich unterschiedlich große Stücke mit unterschiedlichen Massen abschneiden, sie haben aber alle die gleiche Dichte). Das Ausrechnen der Zahlenwerte ist zweitrangig und kann im Anfangsunterricht nicht geleistet werden. Als Medien kann man Dichtewürfel aus der Physiksammlung verwenden. Sie haben alle das gleiche Volumen von 1 cm³. Um sie nach der Dichte zu ordnen, kann man die Masse als Kriterium verwenden. Ein weiteres Medium ist ein Periodensystem [6], in dem die Dichte grafisch dargestellt ist. Auch hier fallen die Metalle mit ih-

rer großen Dichte sofort ins Auge. Ein zwei Kilogramm schwerer Rundstab aus Wolfram, der in der Sammlung vorhanden ist, darf von den Schülern gehoben werden.

Die Ergebnisse werden ebenfalls in einem Arbeitsblatt fest gehalten.

Zusammenfassung und Ausblick

Ich habe selten so viel Begeisterung für eine Unterrichtseinheit erlebt wie für das Zinn gießen. Die Begeisterung hat auch während der theoretischen Aufarbeitung angehalten. Die Beschäftigung mit dem Thema hat viele Fragen aufgeworfen, die sonst im Unterricht nicht thematisiert werden würden, so z.B. die Preisentwicklung von Zinn bzw. von Metallen allgemein [7].

Das Thema ist darüber hinaus anschlussfähig, entweder in der 5. Klasse oder wenn der Chemieunterricht in der 8. Klasse beginnt. Denn neben den physikalischen Vorgängen des Schmelzens bildet das Zinn eine Oxidhaut, dies ist ein chemischer Vorgang. Ein Weg, den ich an unserer Schule eingeschlagen habe, ist das galvanische Vergolden der Zinnfiguren.

Eine intensivere Beschäftigung mit dem Thema „Gießen“ ist ebenfalls möglich, dies wird an unserer Schule seit mehreren Jahren in einer Gießerguppe praktiziert. Metalle, die einen höheren Schmelzpunkt besitzen (Kupfer, Silber und deren Legierungen) und Formen, aus Gießereisand selbst hergestellt, sind Themen, die wir in der Gießerguppe aufgreifen [8].

Literatur

- [1] <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26334>
- [2] <http://www.isb.bayern.de/isb/index.asp?MNav=0&QNav=12&TNav=1&INav=0&Pub=562>
- [3] D-GISS 2010/11, Version 15.0, Universum Verlag, Wiesbaden
- [4] <http://www.selva.de/default.php?cPath=KunstHandWerk&sPath=Zinngie%DF-Material%20und%20Zubeh%F6r&PHPSESSID=9782957c0f339671a2dc07be5b0adf62>
- [5] http://www.zinnbleisoldaten.com/shop/page/6?shop_param=
- [6] <http://fachreferent-chemie.de/fc/cms/uploads/downloads/PSE/Dichte.pdf>
- [7] <http://www.goyax.de/zinn>
- [8] http://fachreferent-chemie.de/fc/cms/front_content.php?idcat=41&lang=1

Aggregatzustände fest, flüssig, gasförmig

▼ AUFGABE

Im Unterricht haben wir Zinn geschmolzen und Figuren gegossen. Du konntest beobachten, wie das Zinn im Schmelztiegel flüssig wurde. Wie alle Stoffe besteht Zinn aus kleinen Teilchen, hier sind es Atome. Im Film wurden die Atome im Trick als Kugeln dargestellt. Mit einem Supermikroskop kann man diese Atome auch schon betrachten.

Fester Zustand: Du siehst den Schmelztiegel schematisch mit einem Stück Zinn abgebildet. Die Atome sind, allerdings stark vergrößert, als Kugeln eingezeichnet.

Was wir mit bloßem Auge sehen	
Was wir nur mit dem Supermikroskop sehen	



Flüssiger Zustand: Wieder ist der Schmelztiegel zu sehen, diesmal ist das Zinn schon geschmolzen.

Was wir mit bloßem Auge sehen	
Was wir nur mit dem Supermikroskop sehen	



Male die Atome wieder als Kugeln, sodass eine Flüssigkeit dargestellt wird. Bedenke, dass es eine Flüssigkeitsoberfläche gibt.

Die Temperatur, bei der ein Stoff schmilzt, ist der Schmelzpunkt. Ordne die Metalle Zinn, Eisen, Kupfer und Aluminium den Schmelztemperaturen in der Tabelle zu.

Schmelzpunkt in Grad Celsius			
232	660	1083	1530

Gasförmiger Zustand: Zinn kann auch verdampfen, also zu einem Gas werden. Was bei Wasser schon bei 100 °C läuft, findet bei Zinn erst ab etwa 2600 °C statt. Daher kann dies im Schulversuch nicht gezeigt werden. Die Temperatur, bei der eine Flüssigkeit siedet, nennt man Siedepunkt.

Wie würde aber der Tiegel, mit einem Supermikroskop betrachtet, aussehen, wenn alles Zinn schon verdampft ist? Zeichne die Atome in die rechte Abbildung ein.



Zusammenfassung: Ordne die folgenden Begriffe zu und schreibe sie über die Pfeile: schmelzen, verdampfen, kondensieren, erstarren.



Merke: Stoffe kommen in den Aggregatzuständen fest, flüssig und gasförmig vor. Schmelz- und Siedepunkt sind charakteristische Kenngrößen der Stoffe.

Die Dichte

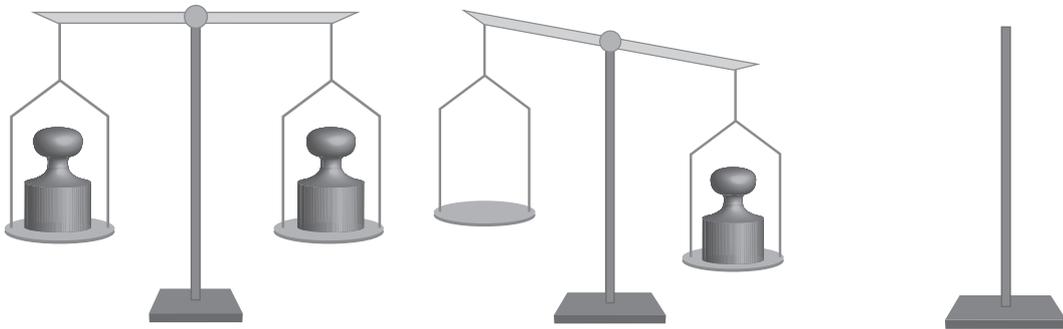
▼ AUFGABE

Scherzfrage: Was ist schwerer, ein Pfund Zinn oder ein Pfund Federn?

Messgerät für die Masse – die Waage

Beim Metzger, auf dem Wochenmarkt wird häufig abgewogen. Dazu verwendet man heute meist eine Digitalwaage, früher eine Balkenwaage.

Größe	Einheit	Umrechnung
Masse	kg	1 kg = 1000 g
	Pfund (veraltet)	1 Pfund = 500 g



Gleich große Massen	Unterschiedliche Massen Zeichne das fehlende Gewicht ein	Scherzfrage Zeichne die Stellung der Waage.
---------------------	---	--

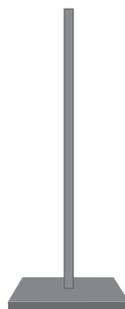
▼ VERSUCH

Schwimmtest von zwei unterschiedlich großen Gegenständen (etwa gleiche Masse)

Beobachtung:

Die Kugeln werden gewogen

Um zu beurteilen, ob ein Gegenstand schwimmt, darf man nicht allein die Masse betrachten, sondern muss auch das Verhältnis von Masse zum Volumen berücksichtigen. Dieses Verhältnis nennt man *Dichte*.



$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$$

▼ VERSUCH

Dichte gleich großer Metallwürfel: Alle Metallwürfel sind gleich groß, aber unterschiedlich schwer. Wir können daher beim Vergleich gleich großer Körper die Masse als Richtschnur für die Dichte verwenden.

Metall	Masse	Metall	Masse
Zinn		Eisen	
Aluminium		Kupfer	
Messing		Zink	

Trage, geordnet nach zunehmender Dichte, die Namen der Metalle in die Kästchen ein.

