



# HANDREICHUNG ZUR UMSETZUNG DES RAHMENLEHRPLANS NATURWISSENSCHAFTEN

---

Gestaltungsmöglichkeiten für das  
Fach Naturwissenschaften in der  
Orientierungsstufe

## **Impressum**

Autorin/Redaktion: Barbara Dolch  
Skriptbearbeitung: Ute Nagelschmitt

© Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz 2011

# **Handreichung zur Umsetzung des Rahmenlehrplans Naturwissenschaften**

Gestaltungsmöglichkeiten für das Fach  
Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe

Themenfeld 2:  
Unbelebter Mikrokosmos



# Inhalt

		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>7</b>
1.1	Bezug zum Rahmenlehrplan	7
1.2	Vorhaben – Projekte - Kontexte	8
<b>2</b>	<b>Allgemeine Hinweise für den Unterricht (Lehrerinformationen)</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Unterrichtsskizzen</b>	<b>14</b>
3.1	Spurensuche	14
3.2	Kristalline Stoffe	16
3.2.1	Brausepulver	16
3.2.2	Wo ist das Salz im Meer?	17
3.2.3	Zucker oder Salz?	19
3.2.4	Vom Goldwaschen	20
<b>4</b>	<b>Kopiervorlagen</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Quellen und Literaturhinweise</b>	<b>31</b>



# 1 Einführung

## 1.1 Bezug zum Rahmenlehrplan

Schülerinnen und Schüler besitzen beim Übergang in die Orientierungsstufe vielfältige Erfahrungen über den Aufbau von Objekten ihrer unmittelbaren Umwelt aus kleineren Einheiten (z. B. Spielwaren wie Legobausteine, Puzzles usw.).

In der Orientierungsstufe soll es gelingen, grundsätzliche Einsichten zur geordneten Struktur der lebenden und nichtlebenden Materie aus kleinsten Einheiten zu vermitteln, die nicht mit dem Sehsinn erschlossen werden können. Im Mikrokosmos der lebenden Materie wird dies die Zelle sein. Der erkenntnistheoretische Weg vom Großen zum Kleinen, z. B. vom Laubblatt zur Pflanzenzelle, wird auch für die Vermittlung von Erkenntnissen der nichtlebenden Materie angewandt. Eine wichtige Voraussetzung ist dabei die sichere Handhabung optischer Hilfsmittel wie Binokular oder Mikroskop.

Räumliches Vorstellungsvermögen und räumliches Denken sind wichtige Voraussetzungen für ein erfolgreiches Arbeiten in den Naturwissenschaften.

Der Unterricht in der Orientierungsstufe bietet im Themenfeld 2 Möglichkeiten, das natürliche Interesse der Kinder an geometrisch regelmäßigen Körpern zu fördern und ihnen einen ersten Einblick in die Welt der Kristalle zu geben.

Hierzu schreibt der Rahmenlehrplan:

### **Charakterisierung**

*[...] In diesem Themenfeld begegnen die Kinder erstmals bewusst dem Mikro- und Makrokosmos. Sie staunen über Größenordnungen und Größenverhältnisse und sind beeindruckt von den Details, die ihnen der Blick durch ... ein Mikroskop bietet. ... Bei ... und der Betrachtung von Kristallstrukturen lernen Schülerinnen und Schüler Systemebenen der belebten und unbelebten Natur kennen ...*

*Das Arbeiten mit Modellen ist ein weiterer Schwerpunkt der **Erkenntnisgewinnung**. ... wird die räumliche Vorstellung gefördert. ... Zum Aufbau der Kristalle entwickeln die Schülerinnen und Schüler eine elementare Teilchenvorstellung. [...]*

### **Kompetenzen**

*Schülerinnen und Schüler ...*

- *erschließen sich Größenverhältnisse durch den Bau von Anschauungsmodellen.*
- *beobachten kriteriengeleitet.*
- *veranschaulichen durch Modelle den räumlichen Bau und die Teilchenstruktur von Materie.*
- *arbeiten sachgerecht, sorgsam und sicherheitsbewusst mit optischen Geräten.*

## **Anschlussfähiges Fachwissen**

<p><i>Kristalle (z. B. Salze) sind durch die regelmäßige Anordnung kleinster Teilchen gekennzeichnet.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kristallstruktur</li> <li>- Teilchenvorstellung</li> </ul>	<b>Stoff- Teilchen- Materie</b>
<p><i>Die Entwicklung optischer Geräte führt zu neuen Entdeckungen.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lupe, Mikroskop</li> </ul>	<b>Entwicklung</b>

[1] Rahmenlehrplan Naturwissenschaften RLP unter <http://lehrplaene.bildung-rp.de/> (S.21-23)

### **1.2 Vorhaben – Projekte - Kontexte**

Kristalle und Mineralien sind regelmäßige Körper mit glatten Oberflächen, scharfen Ecken und Kanten in verschiedenen Farben und häufig strahlendem Glanz. Sie üben auf den Menschen immer eine besondere Faszination aus, weil sie das ästhetische Gefühl ansprechen und besonders auf Kinder sehr anziehend wirken.

Im Bereich „unbelebter Mikrokosmos“ kann man sehr gut von der realen Lebenswelt unserer Schülerinnen und Schüler ausgehen.

Mit einfach bereitzustellenden Materialien (Gesteine, Bodenproben, Salze) können Ordnungen und Muster in der Materie veranschaulicht werden. Sie bieten eine altersgemäße Möglichkeit, den Aufbau der Materie aus kleinsten Teilchen zu modellieren (Sichtbarkeit von Materie aufgrund von Teilchengrößen und Teilchenabständen). Einfache Lösungs- und Kristallisierungsvorgänge von Salzen können von den Schülerinnen und Schüler erlebt werden.

Das Wissen über die Teilchennatur der Materie stellt eine elementare fachliche Kompetenz für den weiteren Unterricht in den Naturwissenschaften dar. Es wird in der Orientierungsstufe außer in diesem Themenfeld bei Themenfeld 5 „Sonne, Wetter, Jahreszeiten“ (z. B. Wasserkreislauf) und Themenfeld 7 „Stoffe im Alltag“ (z. B. Stoffgemische und Aggregatzustände im Teilchenmodell) wieder aufgegriffen und weiterentwickelt.

Das Thema unbelebter Mikrokosmos bietet sich auch an, übergeordnete Prinzipien in den Naturwissenschaften zu erfassen.

Es greift in viele andere Fachgebiete hinein, so könnte es interdisziplinär mit dem Mathematikunterricht thematisiert werden (vgl. Rahmenlehrplan Mathematik 5/6, L 3: Raum und Form, S. 30-33 und Anregungen zur Umsetzung des Rahmenlehrplans Mathematik Orientierungsstufe, Platonische Körper, S. 25).

Das Vorkommen und die Gewinnung von Mineralien sind z. Z. Gegenstand des Lehrplans Erdkunde Klasse 7 (vgl. 7.2.2 Einblicke in die Bedeutung von Gestalt und

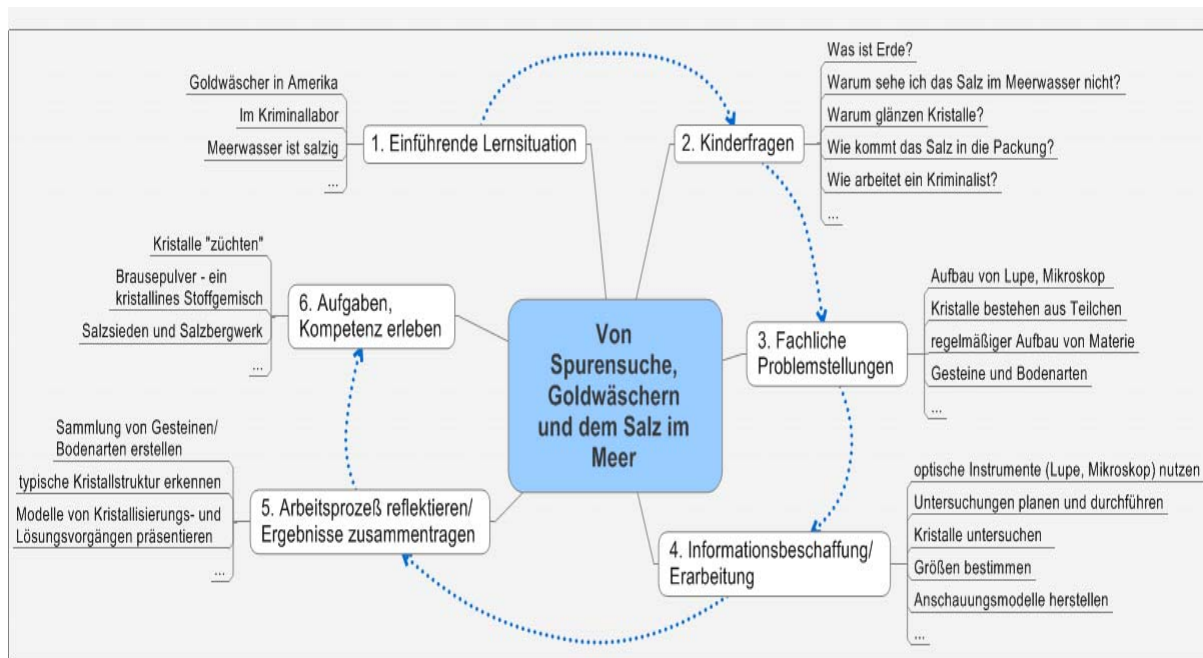


Beschaffenheit der Erdoberfläche für den Menschen). Mit einer Unterrichtssequenz zur unbelebten Materie im Themenfeld 2 kann ein wertvoller Beitrag im Sinne eines Spiralcurriculums für den weiterführenden Unterricht in Erdkunde geleistet werden.

Die Schönheit und die äußere Erscheinung von Kristallen kann sogar in den Kunstunterricht einbezogen werden. [1]

Von großer Bedeutung sind dabei die von der Lehrkraft geschaffenen Lernanlässe, die für die Schülerinnen und Schüler eine hinreichende Motivation schaffen sollen. Mehrere Möglichkeiten werden im Anschluss skizziert. Die Kontexte sind kleinere Unterrichtseinheiten, die in einem überschaubaren Zeitraum (3-6 Std.) bearbeitet werden können. Die Vorschläge sind als Auswahlmöglichkeiten zu verstehen, da sie in ihrer Gesamtheit den Zeitrahmen des Themenfelds übersteigen würden.

## Planungs-Mindmap



## Verlaufsplanung

Inhalte	Fachwissen
Spurensuche	Korngrößen von Bodenarten (Ton, Lehm, Sand) Sieben und Sedimentieren von Bodengemischen Trennung eines Stoffgemischs aufgrund verschiedener Korngrößen
Kristalline Stoffgemische	Homogene und heterogene Stoffgemische Zerkleinern eines Kristalls Modellieren von Stoffgemisch und Reinstoff
Wo ist das Salz im Meer?	Lösen und Kristallisieren von Kochsalz Teilchengröße und Teilchenabstand als Bedingung für die Sichtbarkeit von unbelebter Materie Modellieren von Lösungs- und Kristallisierungsvorgang
Zucker oder Salz?	Kristallstruktur als Stoffeigenschaft Modelle von Kristallen herstellen Kristalle zählen
Vom Goldwaschen	Stoffgemischtrennung durch Sedimentieren Sedimentationsgeschwindigkeit als Hinweis auf die Stoffeigenschaft Dichte

## 2 Allgemeine Hinweise für den Unterricht (Lehrerinformationen)

### Beschaffung von Material:

Halbedelsteine (evtl. Sammlung der Chemie, Erdkunde)

Gestein

- Fluss- oder Seesteine aus Urlauben
- Schiefer (Gestein zerkleinern), Granit (Pflastersteine)

Bodenarten (Sand, Lehm, Ton)

- Seesand (Chemie-Sammlung)
- Kies, Sand, Lehm (Baustellen)
- Schwarzer Sand, Roter Sand (ggf. bei Urlauben gesammelt)
- Flusssande (Rhein, Mosel, Nahe)
- Meersande (Ostsee, Nordsee, Mittelmeer)
- Ton (z. B. bei einem Töpfer)

Salze

- Kochsalz, Alaun, Kupfersulfat, Ammoniumoxalat, Harnstoff, Ascorbinsäure (aus der Chemiesammlung)
- Zucker, auch Kandis (Chemie-Sammlung oder Haushalt)
- Steinsalz/Streusalz/Totes Meer-Salz (Apotheke, Baumarkt)

### **Begriffsklärungen:**<sup>1</sup>

**Minerale** sind natürlich vorkommende Feststoffe mit einer definierten chemischen Zusammensetzung und einer bestimmten physikalischen Kristallstruktur.

**Salze** sind chemische Verbindungen, die aus positiv geladenen Ionen, den sogenannten Kationen und negativ geladenen Ionen, den sogenannten Anionen aufgebaut sind. Zwischen diesen Ionen liegen ionische Bindungen vor. Fast alle Verbindungen mit diesem Bindungstyp nennt man Salze. Bei anorganischen Salzen werden die Kationen häufig von Metallen und die Anionen häufig von Nichtmetallen oder deren Oxiden gebildet. Als Feststoff bilden sie gemeinsam ein Kristallgitter.

In jedem Liter Meerwasser sind ca. 30 Gramm Salz aufgelöst. **Meersalz** ist aus Meerwasser in Salzgärten gewonnenes Salz. Im Meersalz sind neben Natriumchlorid auch noch geringe Mengen von anderen Stoffen enthalten, unter anderem Salze von Kalium, Magnesium und Mangan.

**Steinsalz** ist ein Sedimentgestein (Salzgestein), welches natürlich durch chemische Sedimentation aus Meerwasser oder Verdunstung mineralreichen Grundwassers

---

<sup>1</sup> zur Hintergrundinformation für die Lehrkraft, kein zu vermittelndes Fachwissen

entsteht. Steinsalz bildet sich in der Natur oft monomineralisch, es besteht bis auf geringe Beimengungen anderer Minerale fast ausschließlich aus dem Mineral Halit (Natriumchlorid).

Das handelsübliche **Streusalz** besteht zum großen Teil aus Koch- oder Steinsalz, also Natriumchlorid (NaCl). Zudem kann es andere Nebenminerale wie Anhydrit (Calciumsulfat), Magnesiumsulfat oder Ton enthalten. Im Straßenverkehr wird es leicht mit Salzsole versetzt und mit einer am Fahrzeug befestigten Schleuder aufgetragen. Durch den feuchten Zustand wird es vom Wind nicht so stark vertragen und bleibt auf die Fahrbahn beschränkt. Die Verwendung hat einige kritische Nachteile für die Umwelt (Bodenstruktur, Gewässer). [2]

Als **Gestein** bezeichnet man eine feste, natürlich auftretende, in der Regel mikroskopisch heterogene Vereinigung von Mineralen, Gesteinsbruchstücken, Gläsern (ein nichtkristalliner Feststoff) oder Rückständen von Organismen mit einem weitgehend konstanten Mischungsverhältnis dieser Bestandteile zueinander.

Die **Verwitterung** – der Begriff stammt von „Wetter“ – ist ein wesentlicher geologischer Prozess, der das Erscheinungsbild der Erdoberfläche bestimmt. Unter dem Begriff Verwitterung sind alle physikalischen und chemischen Prozesse zusammengefasst, die zur Lockerung und Zerstörung von Gesteinen führen. Die Gesteine gelangen durch Hebung der Erdkruste und Abtragung überlagernder Schichten an die Oberfläche. Dort sind sie mit Klimaverhältnissen und Prozessen konfrontiert. Sie werden physikalisch und chemisch instabil und unterliegen den unterschiedlichen Prozessen der Verwitterung. Man kann auch sagen: Verwitterung bedeutet Anpassung des Gesteins an neue Umweltbedingungen.

Ein besonderes Merkmal ist, dass bei Verwitterungsprozessen kein Transport stattfindet. Auf die Verwitterung folgt die flächenhaft wirkende Abtragung. [3]

**Erosion** ist die ausfurchende Tätigkeit des Wassers, bzw. eine Abtragung, welche eine Vertiefung und Verbreiterung von Flussbetten bewirkt. Hierbei findet im Gegensatz zur Verwitterung ein Transport statt. Durch Zusammentreffen von Verwitterung und Erosion entstehen so Täler. [4]

Der **Boden** ist ein Gemisch aus festen, flüssigen und gasförmigen Bestandteilen. Die festen Stoffe sind anorganische Mineralien und der organische Humus. Die Hohlräume sind mit Bodenlösungen und Bodenluft gefüllt. Die Struktur macht den Boden für gewöhnlich krümelig, weswegen man in diesem Zusammenhang auch von der Krume spricht.

Die **Bodenart** ist eine Einteilung der Böden nach ihrer Zusammensetzung aus mineralischen Teilchen unterschiedlicher Korngrößen. Entsprechend der abnehmenden Korngröße werden Sandböden, Lehmböden und Tonböden unterschieden. Ein recht einfaches Verfahren zur Feststellung der Bodenart stellt die Fingerprobe dar. Für eine präzise Bestimmung der Anteile der jeweiligen Korngrößen nutzt man zur Abtrennung und Erfassung der großen Teilchen Siebe und die Schlämprobe. [5]

Der Begriff **Kristall** stammt ursprünglich von dem griechischen Wort „krýstallos“ = Eis ab. Bei dem bereits im antiken Griechenland betriebenen Bergbau wurden wahr-

scheinlich Quarz-Kristalle entdeckt, die für nicht geschmolzenes Eis gehalten wurden. Daher stammt die Bezeichnung „Krystall“, die sich im Laufe der Zeit zu „Kristall“ gewandelt hat.

Trotz der Vielfältigkeit der Kristallformen lassen sich Kristalle aufgrund der Symmetrien ihrer Elementarzellen in nur sieben Kristallsysteme einordnen.

Die Grundstruktur eines Kristallsystems ist immer ein Prisma. Dieses ist der Körper des Systems mit der maximalen Symmetrie. Aus den Variationen der Verhältnisse der Seitenlängen untereinander sowie der Winkel resultieren die sieben Kristallsysteme. Das Kristallwachstum beginnt mit der geordneten Zusammenlagerung der Kristallbausteine, die sich zunächst in einem ungeordneten Zustand befinden. Es entsteht ein sog. Kristallkeim. Das Medium ist entweder eine abkühlende Schmelze oder eine übersättigte, sich abkühlende Lösung. Diese Zustände werden erreicht, indem man entweder die Temperatur des Systems senkt oder das Lösungsmittel verdunsten lässt. Die in der Lösung entstandenen Keime wachsen so zu großen Kristallen, wobei sich die einzelnen Bausteine Schicht für Schicht zu einem regelmäßigen, dreidimensionalen Gitter zusammenlagern. Die Bausteine werden durch die Gitterkräfte zusammengehalten. Sie berühren einander und der freie Raum zwischen ihnen ist äußerst gering.

Kristalle wachsen sehr schnell: Um die 200 Schichten pro Sekunde entstehen. Dazu muss man wissen, dass ein Kristall mit der Kantenlänge von 1mm aus etwa 1020 Atomen aufgebaut ist. Das sind 100 Trillionen Bausteine, die sich in einem Salzkorn befinden! [1]

In der Natur kommen Stoffe nur selten als Reinstoffe vor. Meistens handelt es sich um **Stoffgemische**, die sich aus mindestens zwei Reinstoffen zusammensetzen.

Sind die Bestandteile eines Stoffgemisches mit den Augen oder mit Hilfe eines Mikroskops noch zu erkennen, liegt ein **heterogenes Stoffgemisch** vor (z. B.: Suspension, Emulsion, Gemenge).

Die einzelnen Komponenten eines **homogenen Stoffgemischs** kann man jedoch selbst mit einem Mikroskop nicht mehr erkennen (Gemische verschiedener Gase, Legierungen, Lösungen).

Beim **Sedimentieren** lässt man eine mit einem unlöslichen Feststoff verunreinigte Flüssigkeit, z. B. eine Suspension, länger stehen, wobei sich der Feststoff als Sediment absetzt. Das Abgießen der überstehenden Flüssigkeit heißt **Dekantieren**.

Suspensionen in Wasser bezeichnet man auch als **Aufschlammung**. Bei einer Aufschlammung können zwei Feststoffe mit unterschiedlicher Dichte durch Wasser getrennt werden. So trennt sich z. B. in einem Fluss Kies und Sand. Die feinen Sandteilchen sedimentieren langsamer, während sich der schwere Kies sofort am Boden absetzt. Dieses Prinzip wird als technisches Verfahren beim Goldwaschen angewandt, wobei die goldhaltigen Sande aufgeschlammmt werden und sich die schweren Goldfitter danach am Boden absetzen.

### Literaturhinweise

[1], [2], [3], [4], [5]

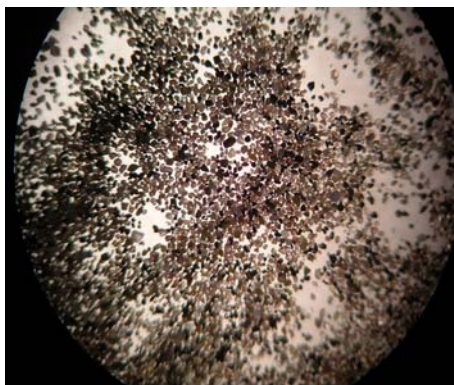
### 3 Unterrichtsskizzen

#### 3.1 Spurensuche

Abschnitt	Inhalt
1. Einführende Lernsituation	Spurensicherung
2. Kinderfragen	Was ist eigentlich Boden? Wie entsteht Boden?
3. Problemstellungen	Wir untersuchen Boden
4. Informationsbeschaffung und Erarbeitung	Planen die Beschaffung und Untersuchung von Boden Untersuchen Boden mit optischen Hilfsmitteln Planen Untersuchungen zur Trennung von Bodengemischen durch Sieben oder Sedimentieren
5. Ergebnis zusammentragen, Arbeitsprozess reflektieren	Protokollieren Untersuchungen zu Korngröße und Sedimentation Erstellen eine Sammlung von Böden
6. Wissen anwenden (Kompetenzdiagnose und Aufgaben)	Wo war der Täter?



Fußspuren im Sand



Rheinsand (Binokular 40x)



Die zielführende Frage: „Was ist eigentlich Boden?“ wird durch einen Lernanlass wie z. B. Spurensicherung im Boden entwickelt. Es eignet sich eine kriminalistische Frage nach einem Täter oder zu Tierspuren. Dabei werden - neben anderen Indizien - die Bodenproben an Schuhsohlen zum Gegenstand für weitere Überlegungen gemacht.

### **Material**

Bodenproben: Gartenerde, Humus, Lehm, Ton, Kies, Sande von Meeren und Flüssen und Wüsten (wenn vorhanden), Seesand (Chemielabor)

Millimeterpapier auf Folie

Binokular/Mikroskop (Auflicht)

Bechergläser, Pipetten, Petrischalen/Objektträger

Messzylinder, Stoppuhr, verschiedene Siebe

### **Literaturhinweise**

[5], [7], [8],

### **Vorbereitung**

Für die Untersuchung der Bodenproben mit optischen Hilfsmitteln sollten sie rechtzeitig gesammelt und trocken gelagert werden.

Durch mehrmaliges Aufschlännen und Dekantieren der Sedimente verschiedener Bodenarten erhält man schließlich Proben, die frei von organischen Bestandteilen sind. Davon werden kleine Mengen in Petrischalen übertragen und getrocknet. (Es kann durch vorsichtiges Trocknen im Wärmeschrank beschleunigt werden)

### **Kompetenzen**

Schülerinnen und Schüler

- arbeiten sachgerecht mit optischen Geräten zur Untersuchung von Objekten im Mikrokosmos
- beobachten kriteriengeleitet Objekte der unbelebten Materie

## 3.2 Kristalline Stoffe

### 3.2.1 Brausepulver

Material:  
Millimeterpapier (auf Folie)  
Binokulare  
Bechergläser, Petrischalen/Uhrgläser  
Knete (verschiedene Farben)

(Brausepulver in 20facher Vergrößerung. Zu sehen sind Zuckerkristalle, Natriumhydrogencarbonatkristalle und Wein- bzw. Zitronensäurekristalle.)



### Literaturhinweise

[1]

### Kompetenzen

Schülerinnen und Schüler

- arbeiten sachgerecht mit optischen Geräten zur Untersuchung von Objekten im Mikrokosmos
- beobachten kriteriengeleitet Objekte der unbelebten Materie
- identifizieren Muster und wiederkehrende Strukturen und stellen sie mit Hilfe geeigneter Anschauungsmodelle dar



### 3.2.2 Wo ist das Salz im Meer?

Abschnitt	Inhalt
1. Einführende Lernsituation	Das Märchen vom Salz im Meer
2. Kinderfragen	Warum sehe ich das Salz im Wasser nicht? Wie kommt das Salz ins Meer?
3. Problemstellungen	Kristalline Struktur von Salzen Kristalle haben einen regelmäßigen Aufbau aus kleinen Teilchen Veränderungen beim Lösen und Kristallisieren
4. Informationsbeschaffung und Erarbeitung	Untersuchungen von Salzkristallen mit optischen Hilfsmitteln Lösen und Kristallisieren von Salzen
5. Ergebnis zusammentragen, Arbeitsprozess reflektieren	Modelle von Kristallen bauen Modellhaftes Darstellen von Lösungs- und Kristallisierungsvorgängen
6. Wissen anwenden (Kompetenzdiagnose und Aufgaben)	Salzgewinnung durch Salzsieden Salzbergwerk und Salzgewinnung



Salzkristalle (Lupe)



auskristallisiertes Salzkristall (40x)



Lösen und Kristallisieren im Modell

## **Material**

Pipetten, Objektträger, Wasser, Kochsalz, Kochsalzlösung, Binokulare, Knete (zwei Farben)

Kopiervorlagen in Kapitel 4

## **Vorbereitung**

Es ist hilfreich, die Vorstellung von Kristallgrößen durch größere Kochsalzkristalle neben kristallinem Haushaltsalz sichtbar zu machen.

## **Kompetenzen**

Schülerinnen und Schüler

- arbeiten sachgerecht mit optischen Geräten zur Untersuchung von Objekten im Mikrokosmos
- verwenden einfache Teilchenvorstellungen, um den Aufbau von Kristallen und den Lösungsvorgang zu beschreiben
- beobachten kriteriengeleitet Objekte der unbelebten Materie
- identifizieren Muster und wiederkehrende Strukturen und stellen sie mit Hilfe geeigneter Anschauungsmodelle dar

### 3.2.3 Zucker oder Salz?

Abschnitt	Inhalt
1. Einführende Lernsituation	Verwechslung von Zucker und Salz
2. Kinderfragen	Worin unterscheiden sich Kristalle? Wie entstehen Kristalle? Warum glänzen Kristalle?
3. Problemstellungen	Kristalle bestehen aus regelmäßig angeordneten Teilchen. Die Sichtbarkeit von Materie wird mit Lupe und Mikroskop erweitert.
4. Informationsbeschaffung und Erarbeitung	Untersuchen von kristallinen Stoffen Modellieren von Kristallformen Recherchieren zu natürlichen Kristallen und ihrem Aufbau
5. Ergebnis zusammentragen, Arbeitsprozess reflektieren	Kristalle unterscheiden sich in ihrem Aufbau Sie bestehen aus kleinen Teilchen und weisen eine geordnete Struktur auf. Modelle veranschaulichen den räumlichen Aufbau der Materie.
6. Wissen anwenden (Kompetenzdiagnose und Aufgaben)	Kristallzucker zerlegen (z. B. Kandis) Kristalle zählen (z. B. 0,1g Zucker) Größenordnungen im Mikrokosmos mathematisieren

#### Material

Kochsalz, Salzkristall, Zucker, Kandiszucker, Kristalle (aus der Chemie- oder Erdkundesammlung), Schmucksteine z. B. Strass, Granat, Weinstein (beim Winzer), Ammoniumoxalat, Kochsalz, Harnstoff, Ascorbinsäure, Kupfersulfat,

Bechergläser/Reagenzgläser, Pipetten, Petrischalen/Objektträger

Millimeterpapier auf Folie, Binokular/Mikroskop, Schere, Kleber, Mineralwasser

#### Literaturhinweise

[1], [9], [14]

Kopiervorlagen in Kapitel 4

## **Vorbereitung**

Es ist hilfreich, die Vorstellung von natürlichen Kristallen durch größere Kochsalzkristalle/Zuckerkristalle neben kristallinem Haushaltsalz/Kristallzucker sichtbar zu machen. Es ist wichtig, dass man es in der Orientierungsstufe beim einfachsten Kristalltyp belässt. Anhand des kubischen Systems lassen sich bereits räumliches Vorstellungsvermögen und Symmetrie-Empfinden trainieren (Würfel, Oktaeder). Sie lassen sich nach einer Vorlage mit Knetmasse modellieren oder aus den Kopiervorlagen basteln. [1]

## **Kompetenzen**

Schülerinnen und Schüler

- arbeiten sachgerecht mit optischen Geräten zur Untersuchung von Objekten im Mikrokosmos
- beobachten kriteriengeleitet zur Unterscheidung unbelebter Materie
- identifizieren Muster und wiederkehrende Strukturen und stellen sie mit Hilfe geeigneter Anschauungsmodelle dar

### **3.2.4 Vom Goldwaschen**

Anstelle verschiedener Bodenproben (Vorschlag 1) oder Brausepulver (Vorschlag 2) kann die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler auch mit verschiedenen Flusssanden arbeiten lassen. Eingebettet in das Thema der Goldwäscher in Amerika können Heterogenität eines Stoffgemischs, Korngröße und Sedimentationsgeschwindigkeit thematisiert werden.

Auch an diesem Kontext erschließen sich die Schülerinnen und Schüler den heterogenen Aufbau der Materie aus kleinen Teilchen und die Sedimentation wird als Stofftrennungsmethode eingeführt.

Das Thema eignet sich aber auch, um zum Abschluss der Unterrichtseinheit die Schülerinnen und Schüler selbständig eine Aufgabe lösen zu lassen und damit den Kompetenzstand diagnostizieren.

## **Aufgabe**

Plane eine Untersuchung zur Vorgehensweise der Goldwäscher. Beschreibe dein Vorgehen.

## **Material**

Kopiervorlage in Kapitel 4

## **Kompetenzen**

Schülerinnen und Schüler

- beobachten kriteriengeleitet zur Unterscheidung unbelebter Materie
- identifizieren Muster und wiederkehrende Strukturen im Mikrokosmos

## 4 Kopiervorlagen

### Arbeitsblätter/Sachtexte

#### Wie kam das Salz ins Meer?

Ein asiatisches Märchen

Es war einmal vor langer, langer Zeit, da lebten in einem kleinen Fischerdorf zwei Brüder. Der Ältere von ihnen hieß Chen. Er war böse, habgierig und verschlagen und nur auf seinen eigenen Vorteil bedacht. Lin aber, der Jüngere, war ein mutiger und redlicher Fischer, der fleißig arbeitete und mit dem zufrieden war, was er mit eigenen Händen erarbeitete. Jeden Morgen fuhr der fleißige Lin mit seinem kleinen Boot hinaus aufs Meer, um zu fischen. Aber seine Fischernetze waren sehr alt und er hatte kein Geld, um sich neue zu kaufen. Sobald sich Fische darin verfangen hatten, zerrissen seine Netze und der gesamte Fang entwichte ihm. Immer öfter kam Lin ohne einen einzigen Fisch nach Hause zu seiner Familie.

So ging es eine ganze Weile. Eines Abends war er so verzweifelt, das er einfach nicht einschlafen konnte. Da stand mitten in der Nacht ein alter Mann vor ihm und sagte: „Lin, nun hast du Geduld und Mut bewiesen. Zur Belohnung schenke ich dir einen Krug. Er besitzt Zauberkräfte und wird dein Leben verändern. Aber gib acht auf meine Worte! Du musst sagen: ‚Krug gib Salz‘. Und er wird sich mit diesem wertvollem Gut füllen. Wenn du genug hast, sagst du zu ihm: ‚Halt ein, hab Dank‘, und im selben Moment wird er sich wieder leeren. Lin bedankte sich und nahm das kostbare Geschenk an sich. Er tat, wie ihm gesagt. Jeden Tag besprach er von nun an den Zauberkrug. Dieser füllte sich mit Salz, sooft er es wollte.

Lin verkaufte es und wurde reich davon. Sein älterer Bruder Chen aber gönnte ihm sein Glück nicht. Er war schrecklich neidisch. Eines Morgens folgte er Lin und beobachtete ihn. Chen belauschte ihn, wie er mit folgenden Worten sprach: „Krug, gib Salz.“ Dann sah er, wie der Krug Salz spendete. Vor lauter Ungeduld hörte er aber nicht den zweiten Teil der Worte. Als Lin zum Markt ging, schlich er sich in dessen Haus und stahl den Zauberkrug. Sofort wollte er ihn ausprobieren. Er setzte sich in sein Boot und fuhr aufs offene Meer, damit ihn dabei niemand beobachtete. Kaum war er dort angekommen sprach er schon: „Krug, gib Salz.“

Und wie schon bei seinem Bruder füllte sich der Krug mit Salz. Aber das Salz hörte nicht auf zu fließen. Es ergoss sich über seine Füße, über das gesamte Boot und wollte nicht mehr aufhören. Als Chen das bemerkte, schrie er in höchster Not: „Zu Hilfe, ich ertrinke.“ Er fluchte und bettelte, aber es half ihm nichts. Er kannte die Zauberformel nicht. Wegen seiner Habsucht hatte er nicht abgewartet, was Lin gesagt hatte, um den Salzfluss zu beenden. Und so drückte das Gewicht des Salzes schließlich das gesamte Boot unter Wasser. Mit dem kleinen Fischerboote versanken auch Chen und der Krug in den Fluten. Seit diesem Tage liegt der Krug auf dem Meeresgrund. Und da niemand mehr zu ihm die Formel sagen kann, dass es aufhört, kommt das Salz bis zu heutigen Tage aus ihm heraus. Und deshalb ist das Meerwasser salzig.

### **... und wie es wirklich war!**

Wer schon einmal im Meer gebadet und dabei versehentlich Wasser verschluckt hat weiß, dass es salzig schmeckt. Tatsächlich ist darin eine Menge Salz. Ein Liter Meerwasser enthält ungefähr 30 Gramm Salz. Aber - wie kommt das Salz denn nun wirklich ins Meer? Das hat mit der Entstehungsgeschichte unseres Planeten zu tun. Vor ungefähr 5 Milliarden Jahren ist die Erde entstanden. Damals regnete es ununterbrochen, Tausende von Jahren lang.

Das viele Wasser konnte gar nicht mehr verdunsten und sammelte sich an den tiefsten Stellen der Erde. So wuchsen die Meere. Das ganze Wasser, das dort hinein geflossen war, hatte auf seinem Weg ganz viel Sand, Mineralien und auch Salz mitgespült. So kam es ins Meer. Und dort bleibt es, weil Salz nicht verdunsten kann. Deshalb schmeckt auch alles, das vom Himmel als Regen auf die Erde fällt, süß. Es ist salzloses, verdunstetes Wasser aus Meeren, Seen und Flüssen. Von den Menschen wird diese natürliche Vorratskammer schon seit vielen Jahrtausenden genutzt. So kann man beispielsweise Meerwasser über dem Feuer erhitzen. Das Wasser verdampft und das Salz bleibt übrig. Schon im alten Rom wurden großen Meeressalinen angelegt. Sie werden auch Salzgärten genannt.

Bis in die heutige Zeit wird auf diese Weise Salz gewonnen. Dazu wird Wasser durch enge Kanäle und flache Becken geleitet. Unter Einwirkung von Sonne und Wind verdunstet das Wasser. Das Salz lagert sich auf dem Boden einer Grube; man braucht es dann nur noch einzusammeln. Durch die gesamte Saline legte das Wasser manchmal bis zu zwanzig Kilometer zurück. Bei vielen Völkern wird ein willkommener Gast mit Brot und Salz begrüßt. Woher kommt eigentlich dieser Brauch? Dazu muss man wissen: Lange Zeit war Salz sehr kostbar und teuer. Es wurde auch weißes Gold genannt. Mit einem lieben Gast teilt man sozusagen das Kostbarste, was man hat. „Hal“ ist das keltische Wort für Salz. So sind die Städtenamen Halle, Schwäbische Hall und Hallstadt entstanden: Sie wurden nach den reichen Salzvorkommen in diesen Gegenden benannt. [13]

### **Alternativer Sachtext 1: Wo kommt das Salz her?**

Salz ist der Stoff, mit dem man Speisen würzt. Häufig wird es auch Kochsalz genannt. Es besteht aus winzigen Körnchen, den Kristallen, und kommt als festes Salz in Salzbergwerken in unterirdischen Salzstöcken (Steinsalz) vor. Außerdem gibt es Salz in Wasser gelöst in Solequellen, das sind salzhaltige Quellen. Dann wird es Siedesalz genannt. Im Meerwasser gibt es das Meersalz. In der Chemie wird Kochsalz Natriumchlorid genannt, weil es aus den beiden Elementen Natrium und Chlor besteht.

Eigentlich kommt alles Salz aus dem Meer, denn auch das Steinsalz, das unter der Erde abgebaut wird, ist eine uralte Salzablagerung einstiger Meere. Vor Millionen von Jahren verdunstete Meerwasser; zurück blieb das Salz an Land, tief unter der Erde.

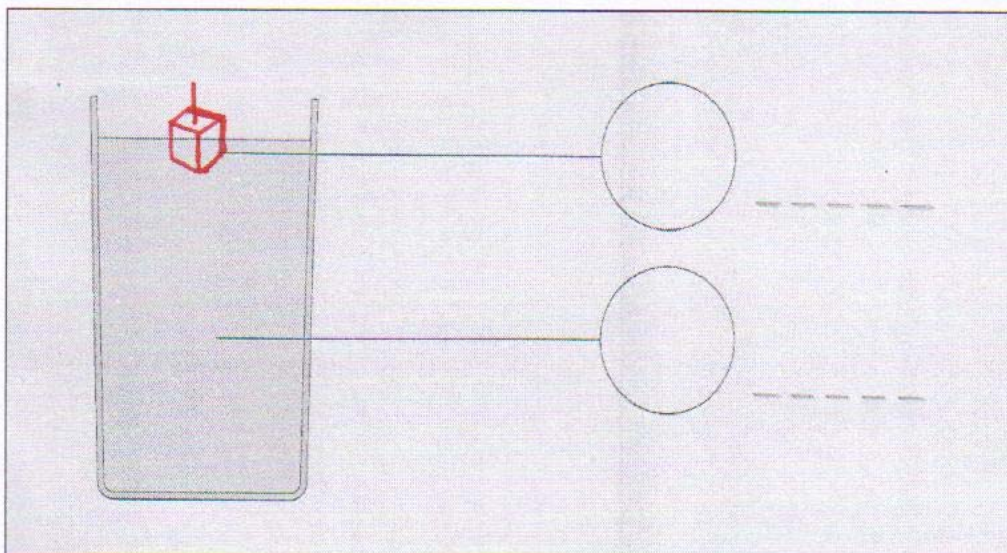
## Alternativer Sachtext 2: Wie kommt das Salz ins Meer?

Wasser hat die Eigenschaft, bestimmte Stoffe in ihre Bausteine zu zerlegen. So löst sich zum Beispiel Zucker oder Salz in Wasser auf.

Wenn es jetzt auf dem Festland regnet, dann sickert das Wasser in den Boden. Es dringt in verschiedene Gesteins- und Bodenschichten ein und löst dabei einzelne Stoffe aus. Vor allem Salz und Kalk nimmt das Wasser mit. Das Regenwasser sammelt sich, fließt zu Rinnsalen, Bächen und Flüssen zusammen und schließlich in das Meer. Auch auf dem Weg, den das Wasser als Fluss zurücklegt, löst es weiter Salze. Es fließt über Steine und Felsen oder gräbt sich in das Flussbett. Dabei spült es Salze aus dem Boden und transportiert sie wie auf einem Förderband ins Meer.

Neben den Flüssen sind auch die Vulkane am Meeresboden für die Salzzufuhr verantwortlich. Wenn am Meeresboden der großen Ozeane flüssiges Lava austritt, dann reagiert diese mit dem Wasser des Meeres und es lösen sich Salze.

### Zeichenvorlage:



## **Arbeitsblatt: Meerwasser ist salzig**

### ***Aufgabenformat: geschlossen***

Meerwasser schmeckt salzig. Sicher hast du bei einem Urlaub an der Nordsee oder dem Mittelmeer eine solche Erfahrung schon gemacht. Aber wo ist das Salz?

Festes Kochsalz besteht aus winzigen Körnchen, den Kristallen. Die Kristalle werden durch große Kräfte zusammen gehalten. Wasser hat die Eigenschaft, bestimmte Stoffe in ihre Teilchen zu zerlegen. So löst sich zum Beispiel Zucker oder Salz in Wasser auf.

### **Material**

Pipetten, Objektträger, Wasser, Kochsalz, Kochsalzlösung, Binokulare, Knete (zwei Farben)

#### *Durchführung Teil 1:*

Bringe auf einen sauberen Objektträger (der bereits unter dem Binokular liegt) einen Tropfen Wasser mit der Pipette auf. Stelle ein scharfes Bild ein. Jetzt gib wenige Kristalle Kochsalz in den Wassertropfen, am besten mit einem Pinsel oder dünnen Spatel und beobachte sofort ein einzelnes Kristall ca. 1 min lang.

Beobachte und beschreibe die Vorgänge im Wassertropfen.

#### *Durchführung Teil 2:*

Gib einen Tropfen Salzlösung auf den Objektträger. Verteile ihn durch Ausstreichen mit einem anderen Objektträger. Lasse ihn eintrocknen und betrachte das Ergebnis im Binokular.

Beobachte und beschreibe!

#### *Auswertung:*

Formuliere, weshalb man Salz in Meerwasser nicht sieht!

Verwende verschiedenfarbige Kügelchen aus Knete für Wasserteilchen und Salzteilchen und überlege, wie du Salzlösung und Salzkristall modellieren kannst!

Zeichne deine Überlegungen in die Zeichenvorlage ein!



### **Aufgabenformat: offen**

Meerwasser schmeckt salzig. Sicher hast du bei einem Urlaub an der Nordsee oder dem Mittelmeer eine solche Erfahrung schon gemacht. Aber wo ist das Salz? Versuche einer Person die Frage zu beantworten, indem du ihr die Vorgänge anschaulich darstellst.

Hilfen:

Überlege, was du dazu im Unterricht schon erarbeitet hast.

Beschreibe, weshalb man Salz in Meerwasser nicht sieht!

Zeichne die Vorgänge! Lass dir evtl. eine Zeichenvorlage von der Lehrkraft geben.

Kann man den Vorgang mit Knete modellieren?

### **Arbeitsblatt: Zucker oder Salz?**



Kochsalzkristall



Zuckerkrystall

In der Küche kann es manchmal passieren, dass die Zuckerdose mit der Salzdose verwechselt wird. Dann ist der Kuchenteig nach der Zugabe von z. B. 200 g Salz nicht mehr zu „retten“. Beim Backen hilft vorher ein kurzes Probieren in den Dosen mit dem angefeuchteten Finger, Geschmacksproben sind aber in einem Labor nicht erlaubt.

Vielleicht genügt aber auch ein genaues Hinschauen?

#### **Aufgabe 1:**

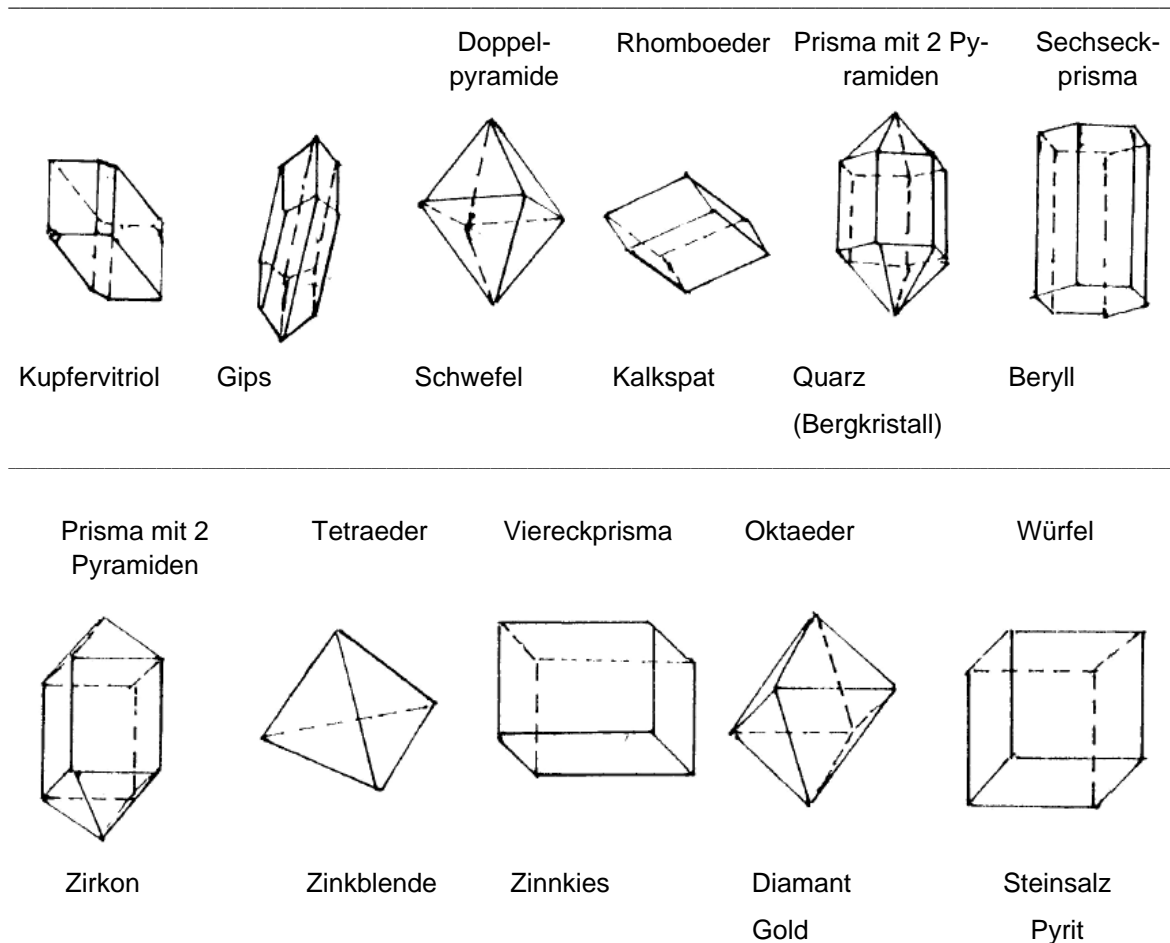
Betrachte Zucker- und Salzkristalle durch ein Binokular (Auflicht).  
Beschreibe, worin sich Zucker- und Salzkristalle unterscheiden.

#### **Aufgabe 2:**

Baue mit Hilfe der Kopiervorlagen Modelle von Kristallen. Vergleiche Kristall und Kristallmodell und nenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

## Arbeitsblatt: Wunderwelt der Kristalle

Viele Gesteine, so auch Edelsteine, bestehen aus Kristallen. Die Schönheit vieler Kristalle beruht auf ihrem regelmäßigen, geometrischen Aufbau mit glänzenden, spiegelnden Flächen und scharfen Kanten. Leuchtende Farben und eine starke Lichtbrechung verstärken häufig die faszinierende Wirkung. Kristalle sind deshalb schon immer begehrte Sammel- und Schmuckstücke gewesen. Kristalle bilden sich in unterschiedlichen Formen aus. Geometrische Körper wie Würfel, Oktaeder, Pyramiden oder sechsseitige Säulen kommen in der Natur als weit verbreitete Kristallformen vor. Um sie zu erkennen und zu unterscheiden, muss man sie mit einem Binokular oder Mikroskop betrachten. Die meisten kristallisierten Mineralien erscheinen allerdings nicht in so regelmäßig ausgebildeten Formen.



Zeichnung: M. Kirchner

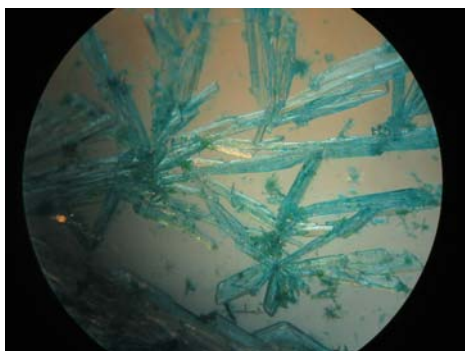
### **Aufgabe 1:**

Betrachte die vom Lehrer bereitgestellten Kristalle unter dem Binokular. Erfreue dich an der Vielfalt, Regelmäßigkeit und Schönheit, die durch die Vergrößerung sichtbar wird. Versuche, Formen in der Tabelle wieder zu erkennen.

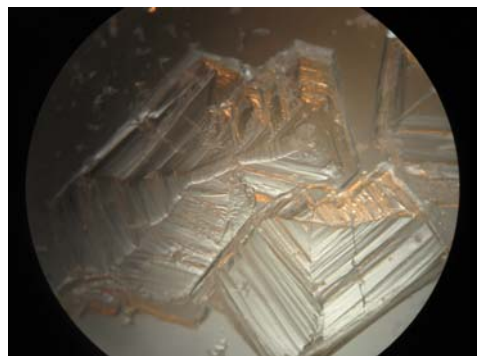
### **Aufgabe 2:**

Baue aus Knete bzw. den Kopiervorlagen Modelle von Kristallen. Vergleiche Kristall und Kristallmodell und nenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

## Arbeitsblatt: Kristalle „züchten“



Kupfersulfat (20x)



Alaun (20x)

### **Versuch:** Kristallisieren von Lösungen

Löse Kristalle von Alaun = Kaliumaluminiumsulfat (16g pro 100ml) oder von Kupfersulfat (30g pro 60 ml) in destilliertem Wasser von ca. 60°C. Filtriere in ein zweites Becherglas. Gib anschließend von der Lösung wenige Tropfen in eine Petrischale oder auf einen Objektträger und lasse das Wasser verdunsten.

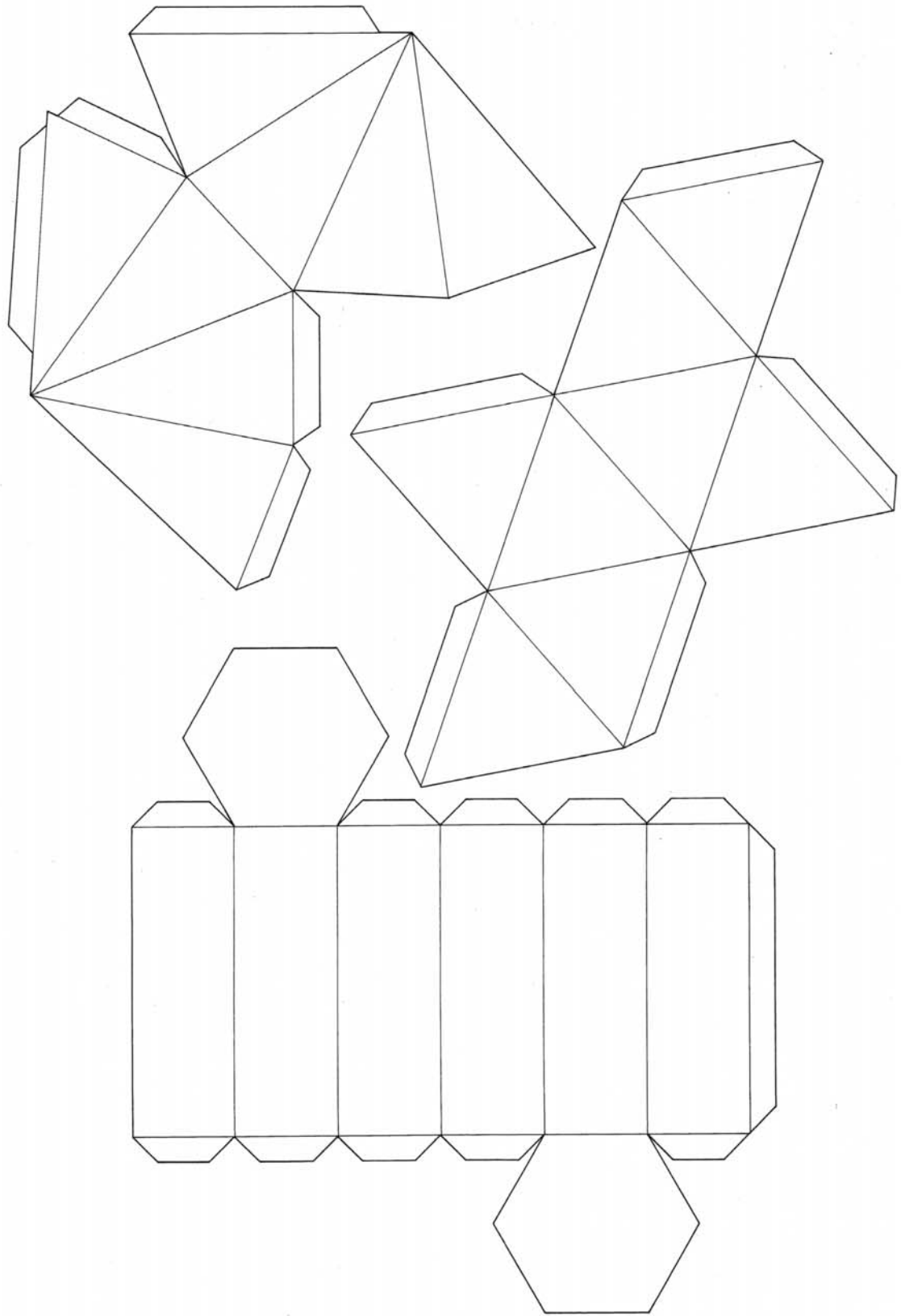
**Aufgabe:** Betrachte die Kristalle im Binokular. Stelle Unterschiede fest, die als Erkennungsmerkmal dienen können.

Baue aus den Kopiervorlagen Modelle von Kristallen. Vergleiche Kristall und Kristallmodell und nenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

### **Lehrerinformation:**

Auch aus Harnstoff, Ascorbinsäure und Ammoniumoxalat (Chemiesammlung) entstehen durch einfaches Herstellen von Lösungen (s. o.) und Verdunsten in Petrischalen eindrucksvolle Kristallstrukturen.

Weitere Kopiervorlagen: [14]



## Arbeitsblatt: Wie viele Zuckerkristalle sind in 100 g Zucker?

Für einen Kuchen benötigt man oft Mengen zwischen 100-300 g Zucker. Beim Zuschauen fragt Lisa ihre Mutter plötzlich: „Wie viele Zuckerkristalle sind in 100 g Zucker?“ Lisas Mutter hat keine Zeit zu zählen, der Kuchen soll fertig werden. Und für Lisa ist es schwer vorstellbar, selbst bei einer ganz kleinen Menge von Zucker die Kristalle einzeln zu zählen.

Wie man eine große Zahl ganz kleiner Objekte bestimmt, die man weder einzeln wiegen noch alle zählen kann (z. B. in der Medizin rote Blutkörperchen, in der Brauerei Hefezellen), kannst du hier einmal ähnlich ausprobieren.

### **Aufgabenformat: geschlossen**

1. Wiege 0,1 g Zucker aus!
2. Verteile die Kristalle durch Schütteln möglichst gleichmäßig in einer Petrischale.
3. Lege Millimeterpapier auf Folie unter die Petrischale und bestimme die Anzahl aller Kästchen von  $1 \text{ cm}^2$ , in denen Kristalle liegen.
4. Betrachte beides (Folie und darauf liegende Petrischale) durch ein Binokular/Mikroskop.
5. Zähle die Kristalle in  $1 \text{ cm}^2$  aus. Wiederhole das Auszählen in weiteren Kästchen.
6. Bestimme den Mittelwert für die Anzahl der Kristalle in  $1 \text{ cm}^2$ , indem du die Summe aller Kristalle durch die Anzahl der von dir ausgezählten Kästchen teilst.
7. Bestimme die Anzahl der Kristalle für 0,1 g (Mittelwert für  $1 \text{ cm}^2$  x Anzahl der Kästchen, in denen Kristalle liegen)
8. Multipliziere dein Ergebnis mit 10 und du erhältst die Anzahl der Zuckerkristalle in 1 g Zucker.

(Die hundertfache Menge Zuckerkristalle machen dann 100 g Zucker aus.)

### **Aufgabenformat: halboffen**

Ermittle, wie viele Zuckerkristalle in 100 g Zucker sind!

Folgende Hilfsmittel stehen dir zur Verfügung: Mikroskop/Binokular, Millimeterpapier auf Folie, Petrischale, Waage mit 0,1 g Genauigkeit und natürlich Zucker.

## Arbeitsblatt: Vom Goldwaschen

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts erlebte Nordamerika den sogenannten *Goldrausch*. Nach den ersten Goldfunden in Kalifornien versuchten viele Menschen ihr Glück im Goldwaschen (Bild 1). Heute lassen sich jedoch nur noch wenige auf dieses Abenteuer ein.



In dem Buch „Goldsucher“ erzählt der Schriftsteller *Jack London* Abenteuergeschichten aus Nordamerika. In dem Kapitel „Die Goldschlucht“ beschreibt er die Erlebnisse des Goldsuchers. Der Mann begibt sich ganz allein irgendwohin in die Wildnis, ebenfalls gepackt vom „Goldrausch“. Ob er beim Goldwaschen Erfolg hat? Hier ist ein kleiner Ausschnitt aus der Geschichte:

[...] „Dort, wo der Steilhang das Ufer des Teiches bildete, blieb er stehen, hob eine Schaufel voll Erde aus und schüttete die Erde in die Pfanne. Dann hockte er sich am Bach nieder, tauchte das Gefäß halb unter das Wasser und schwenkte es sachte hin und her. Immer schneller und schneller wurden die Kreise der Bewegungen der Pfanne, kleinere und größere Erd- und Kiesteilchen kamen an die Oberfläche und glitten über den Rand des Gefäßes hinweg. Um den Prozess des Auswaschens zu beschleunigen, hielt der Mann manchmal inne und suchte die größeren Steine mit den Fingern heraus. Jetzt befanden sich nur mehr dünner Sand und kleinere Kieselsteine in der Pfanne. Mit unendlicher Vorsicht setzte der Goldwäscher seine Arbeit fort; seine Bewegungen wurden langsamer und behutsamer. Ein letztes Mal schwenkte er die Pfanne, die jetzt nur noch wenig Wasser enthielt. Der Boden des Gefäßes war mit einer dünnen, schwarzen Schicht überzogen, die der Mann einer sorgfältigen Untersuchung unterzog. Da! Ein winziger goldig flimmernder Punkt fesselte seine ganze Aufmerksamkeit. Nochmals spülte eine Flut von Wasser über den Boden des Gefäßes hinweg. Dann kehrte er die Pfanne um, ließ ihren Inhalt auf den Boden gleiten und entdeckte unter den schwarzen Sandkörnern einen neuen goldenen Punkt.

Der Mann unterzog sich seiner selbst gestellten Aufgabe mit größter Genauigkeit. Immer kleiner wurde die Menge des schwarzen Sandes, die er auf den Rand der Pfanne gleiten ließ, um sie dort auf ihren Goldgehalt zu prüfen. Kein noch so kleines Sandkörnchen entging seinen forschenden Blicken. Endlich zeigte sich ein Goldkorn in der Größe eines Stecknadelkopfes, aber achtlos spülte er es wieder in die Pfanne hinein. Zwei weitere Goldkörner krönten seine Mühe mit Erfolg, und wie ein guter Hirte, der jeden Verlust seiner Herde beklagt, achtete er auf sie. Schließlich fanden sich nur mehr Goldkörner auf dem Boden des Gefäßes ...

Nur seine blauen Augen verrieten die Erregung, in der er sich befand, als er sich nach getaner Arbeit vom Boden aufrichtete. „Sieben“, murmelte er beglückt vor sich hin, „sieben.“ Er konnte sich nicht genug daran tun, die verheißungsvolle Zahl zu wiederholen“ [...]

## 5 Quellen und Literaturhinweise

- [1] <http://www.chemieunterricht.de/dc2/kristalle/>
- [2] <http://www.wasistwas.de/>
- [3] <http://www.wissen.de/wde/generator/wissen/ressorts/natur/naturgewalten-lexikon/v/index.page=1578312.html>
- [4] <http://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Verwitterung>
- [5] <http://www.chemikus.de> Der Chemikus, Unterrichtsprojekt Boden
- [6] <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/sinus/projektnw/materialpool/weltdeskleinen.htm>
- [7] <http://www.pz-rlp.de/neu/pz.php>  
(Menüpunkte: Materialien, Materialien-digital, Downloads, Downloadliste, Handreichungen, Wahlpflichtfach Mathematik-Naturwissenschaften, Boden)
- [8] <http://www.bodenwelten.de/start.htm> (Filme, Animationen, Hintergrundinformationen)
- [9] <http://famona.bildung-rp.de/das-sind-die-famonas.html>
- [10] [http://www.nua.nrw.de-boden-download-pdfs-07\\_boden.pdf.url/](http://www.nua.nrw.de-boden-download-pdfs-07_boden.pdf.url/)
- [11] [http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/sinus/upload/salz/Gesamtdokument\\_Schueler.pdf](http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/sinus/upload/salz/Gesamtdokument_Schueler.pdf)
- [12] [http://www.old.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/experimente/effekt/photo\\_brausepulver.htm](http://www.old.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/experimente/effekt/photo_brausepulver.htm)
- [13] <http://www.deutscher-familienverband.de/index.php?id=1054>
- [14] <http://www.xtal.rwth-aachen.de/>
- [15] <http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/nwa/>
- [16] <http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-089.htm>

### Lehrbücher

Ernst Klett Verlag: Prisma Naturwissenschaft 5/6  
Ernst Klett Verlag: Einblicke 1 Materie/Natur/Technik  
Ernst Klett Verlag: Prisma Projekt, Naturbeobachtung, 2007  
Cornelsen Verlag: Naturwissenschaft 5/6 Teil 1  
Duden Paetec Verlag: Naturwissenschaft 5/6,  
Duden Paetec Verlag: Boden, Die Haut der Erde  
Schroedel Verlag: Netzwerk Naturwissenschaft 5/6