

Kalkgesteine und Baustoffe – ein Lernzirkel rund um den Kalk

Ein Beitrag von Dr. Christian Rosar, Ginsheim-Gustavsburg, und Christoph Prante, Warburg
Mit Illustrationen von Julia Lenzmann, Stuttgart, und Liliane Oser, Hamburg

Ob als Ablagerungen im Bad, in den Gehäusen von Schnecken und Muscheln oder als Hauptbestandteil der Dolomiten – Kalk ist allgegenwärtig. Die Chemie des Kalks und dessen technischer Einsatz sind den meisten Schülern jedoch nicht bekannt. Kalk bildet aber die Grundlage für die Herstellung von Mörtel, der zum Häuserbau eingesetzt wird. Auch in der Eisen- und Stahlindustrie spielt Kalk eine große Rolle.

In diesem Lernzirkel erarbeiten Ihre Schüler in Experimenten die Nutzung von Calciumcarbonat zur Herstellung von Mörtel, lernen den technischen Kalkkreislauf kennen und beschäftigen sich mit den Eigenschaften der Erdalkalimetalle.



Kalk bildet die Grundlage für die Herstellung von Mörtel

Mit Low-Cost-Versuchen
zum Kalkkreislauf!

Das Wichtigste auf einen Blick

Klassen: 8/9

Dauer: 9 Stunden (Minimalplan: 4)

Kompetenzen: Die Schüler ...

- beschreiben die Eigenschaften und Anwendungsgebiete der Erdalkalimetalle.
- erläutern und beschreiben die Reaktionen der Erdalkalimetalle mit Sauerstoff und Wasser.
- führen eigenständig Versuche zum technischen Kalkkreislauf durch und deuten sie im Atommodell.
- erläutern und beschreiben die praktische Bedeutung und Anwendung des Kalkkreislaufs.

Aus dem Inhalt:

- Welche Eigenschaften haben die Erdalkalimetalle und welche Anwendung erfahren sie?
- Wie reagieren Erdalkalimetalle mit Sauerstoff und Wasser?
- Warum kommen in der Natur nur Verbindungen der Erdalkalimetalle vor?
- Wie wird Mörtel gewonnen und wozu wird er eingesetzt?
- Wie läuft der technische Kalkkreislauf ab und welche Reaktionen finden statt?

Beteiligte Fächer: Chemie ■ Erdkunde ■ Biologie □

Anteil hoch
 mittel
 gering

Die Reihe im Überblick

⌚ V = Vorbereitungszeit	SV = Schülerversuch	Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
⌚ D = Durchführungszeit	Fo = Folie	LEK = Lernerfolgskontrolle
LV = Lehrerversuch	TK = Tippkarte	 = Zusatzmaterial auf CD

Stunden 1–2: Einführung in das Themengebiet „Erdalkalimetalle und Kalk“

Material	Thema und Materialbedarf
M 1 (Fo)	Erdalkalimetalle und Kalk
M 2 a (Ab)	Gruppe A: Calcium – das dritthäufigste Element der Erde Gruppe B: Magnesium – von großer Bedeutung für den Menschen Gruppe C: Beryllium, Strontium, Barium, Radium – aus Mineralien gewonnen
M 2 b (Ab)	Steckbrief – Erdalkalimetalle und ihre Eigenschaften

Stunden 3–4: Die Reaktion von Calcium mit Sauerstoff und Wasser

Material	Thema und Materialbedarf
M 3 (LV/TK) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 30 min	Warum gibt es Goldnuggets, aber keine Calciumnuggets? ☐ Stück Magnesiumband oder Anspitzer aus Magnesium  ☐ Sauerstoff   ☐ Tiegelzange ☐ Standzylinder ☐ Gasbeutel ☐ Uhrglas zum Abdecken des Standzylinders ☐ Gasbrenner ☐ Streichhölzer ☐ Schutzbrille und Kittel
M 4 (SV/LK) ⌚ V: 15 min ⌚ D: 25 min	Calcium und Wasser – geht das gut? ☐ Reagenzglasständer ☐ 3 Reagenzgläser ☐ Reagenzglasklammer ☐ kleines Reagenzglas ☐ Spatel ☐ Streichhölzer ☐ Magnesiumkörnchen  ☐ Calciumkörnchen  ☐ Phenolphthalein-Lösung (< 1 %)  ☐ Spritzflasche mit Wasser
M 5 (Ab)	Was hast du über die Erdalkalimetalle und Kalk gelernt? – Teste dein Wissen

Stunde 5: Das Kalkbrennen

Material	Thema und Materialbedarf
M 6 (Poster/Ab)	Der Kalkkreislauf – eine Übersicht
 (PP)	Der Kalkkreislauf – eine Übersicht
M 7 (SV/TK) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 15 min	Das Kalkbrennen ☐ kleines Reagenzglas ☐ Silikonschlauch mit Adapter für Spritze ☐ 50 ml-Spritze (LUER-Lock) ☐ Einweghahn ☐ Becherglas (200 ml) ☐ Spatel ☐ Gasbrenner ☐ Streichhölzer ☐ Petrischalen ☐ Calciumcarbonat ☐ Kalkwasser  

Stunde 6: Das Kalklöschen

Material	Thema und Materialbedarf
M 8 (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 15 min	Das Kalklöschen ☐ 2 Bechergläser (200 ml) ☐ Pasteurpipette ☐ Spatel ☐ Thermometer ☐ Handschuhe ☐ Wasser in Spritzflasche ☐ Calciumoxid ⚠️ ⚠️

Stunden 7–8: Das Abbinden von Löschkalk

Material	Thema und Materialbedarf
M 9 (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 20 min	Das Abbinden von Löschkalk ☐ Gasbeutel mit Einwegehahn ☐ 3 LUER-Lock-Spritzen (50 ml) ☐ 3 Uhrgläser oder 3 Petrischalen-hälften ☐ 3 Bechergläser (200 ml) ☐ 2 Pasteurpipetten ☐ Wasser in Spritzflasche ☐ Calciumoxid ⚠️ ⚠️ ☐ Kohlenstoffdioxid (Gasbeutel) ⚠️ ☐ Sauerstoff (Gasbeutel) ⚠️ ☐ Stickstoff (Gasbeutel) ⚠️ ☐ verdünnte Salzsäure ⚠️ ⚠️
M 10 (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 20 min	Wir arbeiten als Maurer ☐ Spatel ☐ 2 Bechergläser (200 ml) ☐ Modellziegelsteine ☐ Sand ☐ Wasser in Spritzflasche ☐ Calciumoxid ⚠️ ⚠️

Stunde 9: Spielerische Lernerfolgskontrolle

Material	Thema und Materialbedarf
M 11 (LEK)	Non-Tabu-Spiel zu Kalk

Die Gefährdungsbeurteilungen zu den Versuchen finden Sie auf CD 24 (📀).

Minimalplan

Bei wenig Zeit lässt sich die Unterrichtseinheit auf **5 Stunden** kürzen. Die Planung sieht in diesem Fall wie folgt aus: **1. Stunde (M 7):** Lassen Sie als Einstieg in das Thema die Schüler ihnen bekannte Vorkommen und Verwendungen von Kalk nennen. Anschließend informieren Sie die Klasse, dass in den folgenden Stunden ein wichtiger technischer Prozess rund um Kalk untersucht wird: Warum kann man mit Mörtel Steine verbinden? Nach Klärung des Vorwissens wird **M 7** als Schülerexperiment in Kleingruppen bearbeitet.

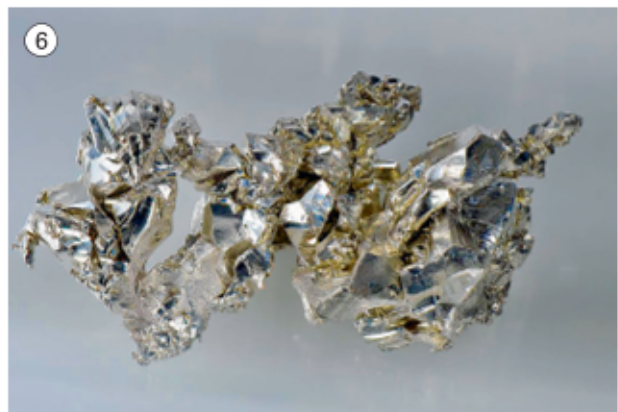
2. Stunde (M 7, M 8): Bei der Besprechung von **M 7** sollte auf die Kennzeichen chemischer Reaktionen und auf die Kalkwasserprobe eingegangen werden. Soweit das Aufstellen der Reaktionsgleichung bis dahin nicht gelungen ist, sollte diese nun mithilfe des Legosteinmodells in Gruppenarbeit entwickelt werden. Anschließend wird als weiterer Schülerversuch das Löschen von Branntkalk (**M 8**) durchgeführt und die Reaktionsgleichung wird erarbeitet. Das Produkt des Versuchs wird zur weiteren Untersuchung aufbewahrt.

3. Stunde (M 9, M 6): Anhand des (inzwischen abgebundenen) Produkts aus Versuch **M 8** wird zunächst die weitere Veränderung thematisiert. Anschließend wird der Vorgang des Abbindens anhand von **M 9** genauer untersucht. Zum Abschluss der Versuchsreihe wird **M 6** als zusammenfassende Hausaufgabe erteilt.

4. Stunde (M 6): Der technische Kalkkreislauf wird anhand von **M 6** nach einem kurzen Vergleich der Hausaufgabe durch Schüler vorgestellt und als Plakat gesichert.

M 1

Erdalkalimetalle und Kalk



© Fotos 1, 2: Thinkstock/iStock, 3, 4, 6: iStock, 5: wikimediacommons/CC BY-SA 3.0 at

Gruppe A: Calcium – das dritthäufigste Element der Erde M 2a

Das Metall **Calcium** (Elementsymbol Ca) wurde nach dem lateinischen Wort *calx* für Kalkstein benannt. Wie der Name sagt, kommt Calcium in Kalkstein vor. Calciumverbindungen sind in der Natur weit verbreitet: Calcium ist das dritthäufigste Element der Erde. 3,4 % aller am Aufbau der Erdkruste beteiligten Atome sind Calciumatome.

In der Natur kommt Calcium ausschließlich als Verbindung vor. So spielt es in Form von Mineralien eine entscheidende Rolle beim Erscheinungsbild der Erde. Gebirge wie die Alpen oder Dolomiten bestehen aus Calciumverbindungen. Es sind mehr als 700 Calciumminerale bekannt, z. B. Kalkstein, Marmor, Gips und Kreide. Calciumverbindungen werden hauptsächlich als Baustoffe verwendet.

Lebewesen enthalten zahlreiche Calciumverbindungen. Schneckenhäuser, Muschel- und Eierschalen bestehen ebenso aus Calciumverbindungen wie Knochen. Wir Menschen müssen ausreichend Calcium für den Knochenbau, die Blutgerinnung und die Funktion von Muskeln und Nerven aufnehmen. Calcium wird als Verbindung vor allem mit Milchprodukten aufgenommen.

men. Ein erwachsener Mensch hat in seine Körper etwa 1 kg gebundenes Calcium.

Im Labor wird das Metall Calcium meist in Form von Körnern aufbewahrt, manchmal auch unter Paraffinöl. Reines Calcium glänzt silbrig, ist weich, dehnbar und leitet den elektrischen Strom. Es hat eine Schmelztemperatur von 842 °C und eine Siedetemperatur von 1.487 °C.

Aufgrund seiner geringen Dichte (1,55 g cm³) zählt es zu den Leichtmetallen. Verwendung findet metallisches Calcium bei der Darstellung einiger Metalle wie Zirkonium (Zr), Yttrium (Y) und Vanadium (V). Zudem ist es ein Legierungszusatz in Aluminium- und Magnesiumlegierungen. Calciumverbindungen werden als Düngemittel (Calciumphosphat) und bei der Glas- und Papierherstellung verwendet. Im Bauwesen werden Kalkverbindungen als wesentliche Bestandteile von Mörtel, Zement und Gips eingesetzt. Kalkstein ist ein wichtiger Zusatz bei der Stahlherstellung. Pro Tonne Stahl werden 0,5 t Kalkstein eingesetzt, um u. a. die Schmelztemperatur der Eisenerze herabzusetzen. In Putzmitteln und Zahncremes dienen Calciumverbindungen als Scheuermittel.



Vorkommen und Anwendungen von Calciumverbindungen



Wusstest du schon, ...

... dass man Tropfsteinhöhlen in Gebieten mit Kalksteinablagerungen wie in der Schwäbischen Alb findet? Die Tropfsteine bestehen aus Calciumcarbonat.

Was hast du über Erdalkalimetalle und Kalk gelernt? – Teste dein Wissen

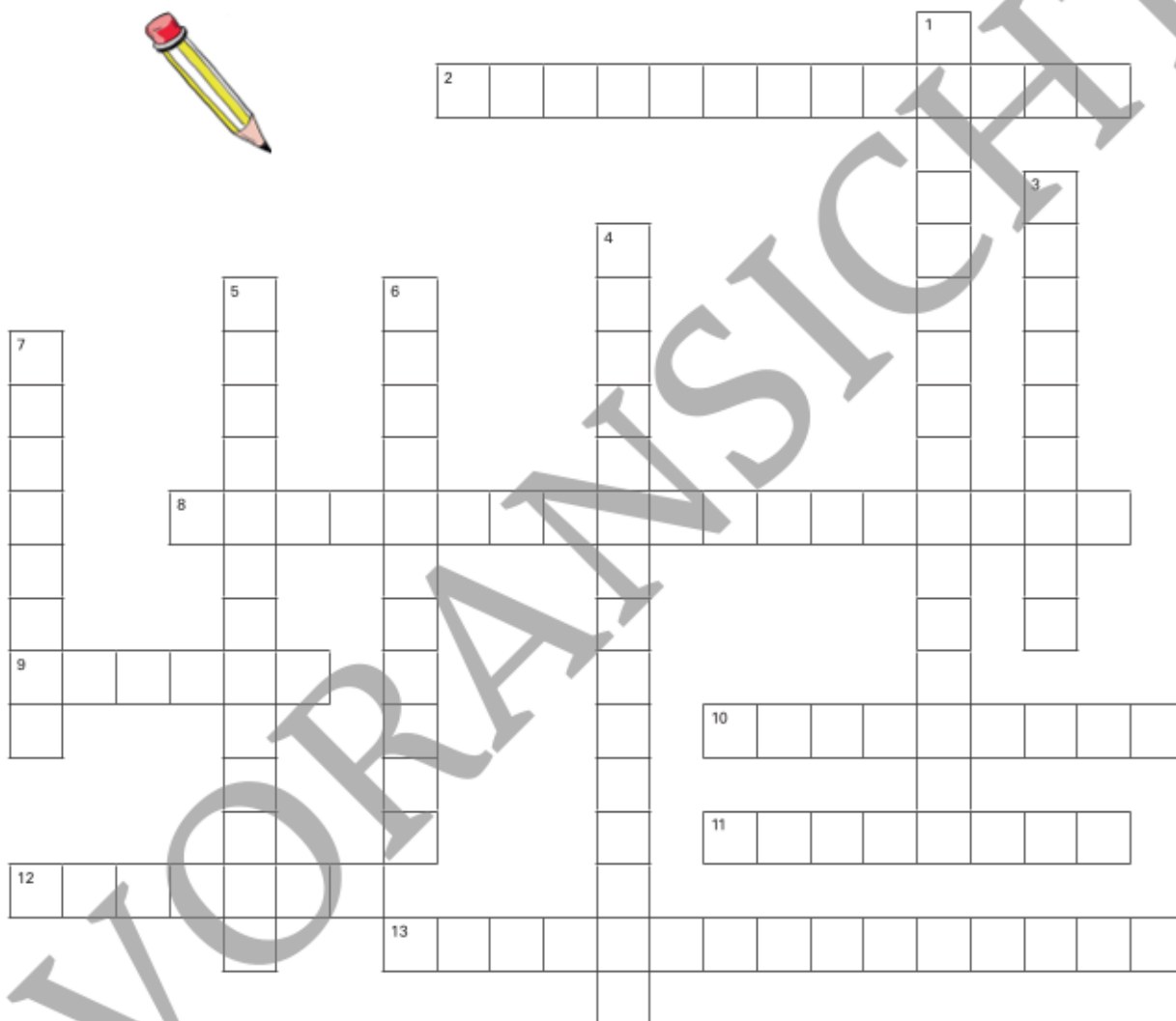
M 5

Aufgabe 1: Ergänze die Reaktionsgleichungen.

- a) _____ $\text{Mg(s)} + \text{_____ (g)} \longrightarrow \text{_____ MgO(s)}$
 b) _____ $\text{Sr(s)} + \text{_____ (l)} \longrightarrow \text{Sr(OH)}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
 c) _____ $\text{Ca(s)} + \text{_____ O}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{_____ (s)}$
 d) _____ $\text{Mg(s)} + \text{_____ H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{Mg(OH)}_2\text{(aq)} + \text{_____ (g)}$



Aufgabe 2: Fülle das Kreuzworträtsel aus.



Senkrecht: 1. Elemente der 2. Hauptgruppe des Periodensystems; 3. Gegenteil von exotherm; 4. Nachweis für Hydroxide; 5. Reaktionsprodukt von Magnesium mit Sauerstoff; 6. Gas, das bei der Reaktion von Erdalkalimetallen mit Wasser entsteht; 7. Eine Reaktion, bei der Wärme abgegeben wird, nennt man so.

Waagerecht: 2. Nachweis für Wasserstoffgas; 8. Laborgerät zum Festhalten von Reagenzgläsern; 9. Radioaktives Erdalkalimetall; 10. Element, das früher in Brillenlinsen enthalten war. Von diesem Element leitet sich auch das Wort „Brille“ ab; 11. Edelmetalle liegen oft als Reinstoffe vor. Dafür benutzt der Chemiker ein bestimmtes Adjektiv; 12. Element, das man in Schneckenhäusern findet; 13. So nennt man den Stoff, den man mit der chemischen Formel Ca(OH)_2 bezeichnet.

M 7

Das Kalkbrennen

Beim Kalkbrennen entsteht aus Kalk Branntkalk, der weiter zu Mörtel verarbeitet werden kann. In diesem Versuch stellt ihr Branntkalk her.

Aufgabe 1

Lest den folgenden Text durch.

Beim Hausbau werden die Steine durch Mörtel und Zement zusammengehalten. Heute werden viele verschiedene Zementarten und Mörtel eingesetzt. Die Grundsubstanz für die Herstellung von Mörtel ist Kalkstein, der im Wesentlichen aus Calciumcarbonat besteht. Kalkstein wird in Steinbrüchen und Bergwerken abgebaut. Anschließend wird er gebrannt, d. h. großer Hitze über 1.000 °C ausgesetzt. Dabei kommt es zu Veränderungen des Gesteins. Wie diese aussehen, erfahrt ihr im folgenden Experiment. Da wir den Kalkstein vorher mühselig zermahlen müssten, nehmen wir der Einfachheit halber keinen Kalkstein, sondern Calciumcarbonatpulver.



Marmorabbau. Hauptbestandteil von Marmor ist Calciumcarbonat.

Aufgabe 2

Führt den folgenden Versuch durch.

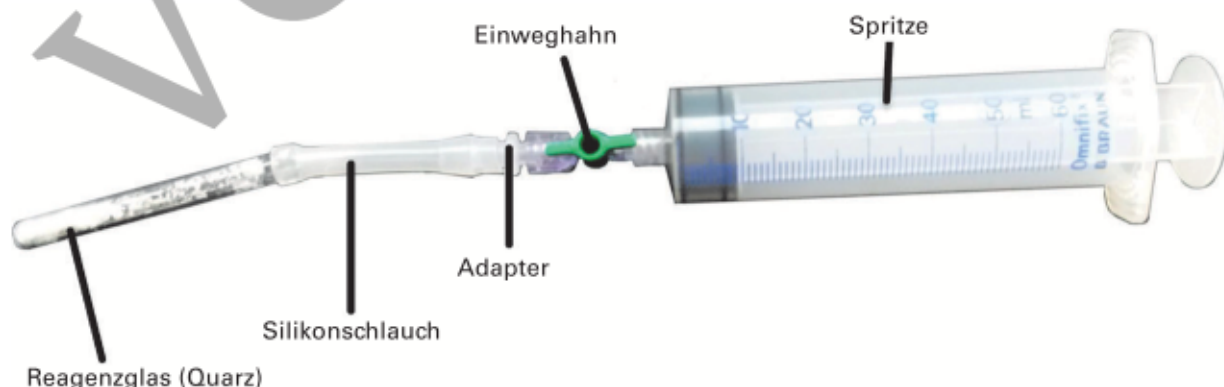


Das benötigt ihr

- | | | |
|--|--|--|
| ☐ kleines Reagenzglas (Quarz) | ☐ Becherglas (200 ml) | ☐ Calciumcarbonat |
| ☐ Silikonschlauch mit Adapter | ☐ Spatel | ☐ Kalkwasser ⚠ |
| ☐ 50-ml-Spritze | ☐ Gasbrenner | ☐ Petrischale |
| ☐ Einweghahn | ☐ Streichhölzer | |

So führt ihr den Versuch durch

1. Gebt mit dem Spatel Calciumcarbonat (CaCO_3) ca. 1–2 cm hoch in das kleine Reagenzglas. Arbeitet über der Petrischale, um den Tisch nicht zu verschmutzen.
2. Stülpt den Silikonschlauch über die Öffnung des Reagenzglases und verbindet den Schlauch mit dem Einweghahn der Spritze (siehe Abb.).
3. Öffnet den Einweghahn. Haltet das Reagenzglas mit dem unteren Bereich in die rauchende Brennerflamme und haltet dabei die Konstruktion an der **Spritze** fest. Beobachtet, was mit dem Kolben der Spritze passiert.
4. Entfernt den Adapter vom Einweghahn. Drückt den Inhalt der Spritze vorsichtig in das Kalkwasser. Beobachtet.



Versuchsaufbau zum Kalkbrennen