

## Die Erdalkalimetalle

### 1. Allgemeines

Die sechs Elemente **Beryllium** (Be), **Magnesium** (Mg), **Calcium** (Ca), **Strontium** (Sr), **Barium** (Ba) und **Radium** (Ra) gehören zur zweiten Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente, den **Erdalkalimetallen**.

Sie kommen nicht frei in der Natur vor, sondern sie werden überwiegend durch Schmelzflusselektrolyse aus den Chloriden hergestellt.

Der Name Erdalkalimetalle kommt daher, dass viele dieser Elemente in der Erdkruste enthalten sind (z. B. Calcium zu 3,63 %). Zum anderen deutet der Name darauf hin, dass die Erdalkalimetalle den Alkalimetallen in ihren Eigenschaften ähnlich sind. Des Weiteren sind die Erdalkalimetalle nach den Alkalimetallen die reaktivsten Metalle. [2], [4]

### 2. Vorstellung der einzelnen Erdalkalimetalle

Tab. 1 Eigenschaften der Erdalkalimetalle (ohne Radium) [1]

	Beryllium	Magnesium	Calcium	Strontium	Barium
Kernladungszahl	4	12	20	38	56
Atommasse (u)	9,01	24,3	40,08	87,62	137,33
Atomradius (pm)	111	160	197	215	222
Dichte (g/cm <sup>3</sup> )	1,85	1,74	1,54	2,63	3,62
Schmelzpunkt (°C)	1285	650	838	771	726
Siedepunkt (°C)	2970	1107	1487	1384	1640
Farbe	stahlgrau	matt weiß silberglänzend	silberweiß	goldgelb	silberweiß
Härte	sehr hart	mittlere Härte	weich	weich	weich

## **2.1 Beryllium**

Die Bezeichnung des Elementes leitet sich vom Edelstein Beryll ( $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ ) ab. Die wichtigsten Mineralien sind Bertrandit ( $\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7[\text{OH}]_2$ ) (Vorkommen in den USA) und Beryll (Hauptfundstätten: China und Brasilien). Beryllium ist ein sehr seltenes Element. Es wird meist als Legierungszusatz verwendet. [5]

## **2.2 Magnesium**

Der Name geht auf Magnesia, den Namen einer Stadt in Kleinasien auf dem Gebiet der heutigen Türkei, zurück. Magnesium kommt nicht in elementarer Form vor, sondern in Verbindungen wie Carbonaten, Silicaten, Chloriden und Sulfaten. "Es ist ein sehr häufig vorkommendes Element. So bestehen ganze Gebirgszüge, wie die Dolomiten, aus einem magnesiumhaltigen Mineral, dem Dolomit ( $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ )." [6] Außerdem verursacht es zusammen mit dem Calcium die Härte des Wassers. [2], [6]

## **2.3 Calcium**

"Die Elementbezeichnung leitet sich vom Lateinischen „calx“ (zu Deutsch: Kalk) ab. [7] Aufgrund seiner chemischen Reaktivität kommt es nur chemisch gebunden vor, unter anderem als Carbonate (z. B. Kalkstein, Marmor und Kreide) oder auch als Sulfate (z. B. Gips  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ). "Als essentieller Bestandteil der belebten Materie ist es am Aufbau von Blättern, Knochen, Zähnen und Muscheln beteiligt". [7] ([1], [7])

## **2.4 Strontium**

Strontium ist benannt nach der schottischen Stadt Strontian. Es kommt in der Natur häufig gebunden im Sulfat (Coelestin  $\text{SrSO}_4$ ) und im Carbonat (Strontianit  $\text{SrCO}_3$ ) vor. Verwendung findet Strontium in Feuerwerkskörpern, um rote Farbwirkungen zu erzielen [8].

## **2.5 Barium**

Der Name leitet sich wegen der großen Dichte des Bariumsulfats vom griechischen „βαρυς“ (zu Deutsch: schwer) ab. Barium findet man vor allem in den Mineralen Baryt (oder Schwerspat  $\text{BaSO}_4$ ) und Witherit ( $\text{BaCO}_3$ ) vor. Die Gewinnung erfolgt meist aus Baryt. Barium und alle dessen lösliche Verbindungen sind giftig [9].

## **2.6 Radium**

Die Bezeichnung kommt vom Lateinischen „radius“ (Strahl). Radium wurde 1898 in Frankreich von Marie und Pierre Curie entdeckt. Es ist ein sehr seltenes Element, das nur als Zerfallsprodukt radioaktiver Elemente auftritt und von dem alle Isotope selbst radioaktiv sind [3], [10].

### 3. Eigenschaften

#### Versuch 1: Flammenfärbung [2], [12]

##### Material:

Erdalkalimetallsalze ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{SrCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ), Bunsenbrenner, Magnesiastäbchen, konzentrierte Salzsäure

##### Durchführung:

Zunächst wird das Magnesiastäbchen in der nichtleuchtenden Bunsenbrennerflamme ausgeglüht. Dann taucht man das Stäbchen kurz in konzentrierte Salzsäure ein und glüht es anschließend aus. Dann befeuchtet man es erneut mit konzentrierter Salzsäure, nimmt nun etwas von dem Erdalkalimetallsalz auf und betrachtet die Flammenfärbung.

##### Beobachtung:

- a) Calcium zeigt eine ziegelrote Flammenfärbung.



Abb. 1 Flammenfärbung Calcium [13]

- b) Strontium zeigt eine intensiv rote Flammenfärbung.



Abb. 2 Flammenfärbung Strontium [12]

- c) Barium zeigt eine fahlgrüne Flammenfärbung.

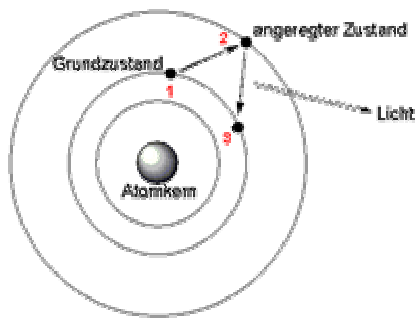


Abb. 3 Flammenfärbung Barium [14]

##### Erklärung:

Die Magnesiastäbchen werden zunächst ausgeglüht, damit mögliche Spuren von Natriumverbindungen die Flammenfärbung nicht verfälschen. Man verwendet Erdalkalimetallsalze in Form von Chloriden, da Chloride leichtflüchtig sind.

Die verschiedenen Flammenfärbungen beruhen auf Vorgängen in der Elektronenhülle der Atome. Durch Energiezufuhr (Wärme) wird das Außenelektron angeregt und springt auf ein höheres Energieniveau (Bahn). Bei seiner Rückkehr auf das Niveau des Grundzustandes wird die dabei wieder freigesetzte Energie in Form von Licht abgestrahlt (Photon).



- Schritt 1:** Elektronen nehmen Energie auf
- Schritt 2:** Anhebung auf ein höheres Besetzungsniveau
- Schritt 3:** Rückkehr zum Grundzustand unter Aussendung von Licht (Photon)

Abb. 4 Erklärung der Flammenfärbung [12]

Die frei werdende Lichtenergie ist abhängig von der Differenz der Energieniveaus ( $\Delta E$ ). Für jedes Element ist die Differenz genau festgelegt: Nach folgender Formel bestimmt die Energie der Photonen die Wellenlänge und somit die Farbe der Flamme [13]:

$$\Delta E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

- Es gilt:  $\Delta E$  = Energieniveaudifferenz
- $h$  = Planck'sches Wirkungsquantum
- $c$  = Lichtgeschwindigkeit
- $\lambda$  = Wellenlänge

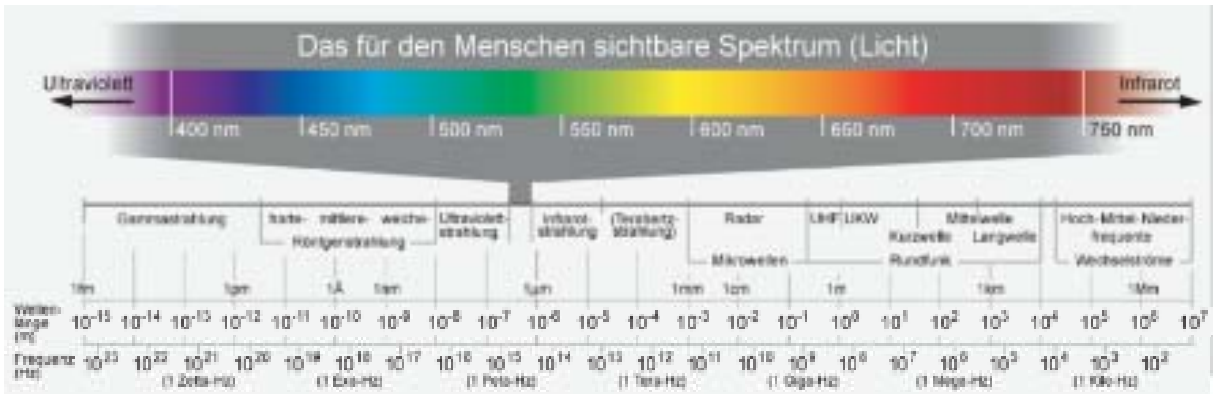


Abb. 5 Lichtspektrum [15]

Bei Beryllium und Magnesium treten keine Flammenfärbungen auf, da die Wellenlängen der emittierten Photonen im für den Menschen nicht sichtbaren Bereich liegen.

Fazit:

Die Erdalkalimetalle in Verbindungen kann man also relativ schnell anhand der Flammenfärbung voneinander unterscheiden.

## Versuch 2: Verbrennung von Magnesium [1], [11]

### Material:

Magnesiumband, Bunsenbrenner, Tiegelzange, Becherglas mit Wasser gefüllt, Rührfisch, Schutzbrille, Schere, Heizplatte

### Durchführung:

Mit der Tiegelzange hält man nacheinander zwei Magnesiumbänder. Sie werden an der Brennerflamme entzündet.

- Einen Streifen lässt man an der Luft weiterreagieren.
- Den anderen hält man in den Wasserdampf über das siedende Wasserbad.

### Beobachtung:

a) Bei erreichter Zündtemperatur verbrennt Magnesium mit greller heller Flamme (Schutzbrille!!!) zu einem weißen Pulver:

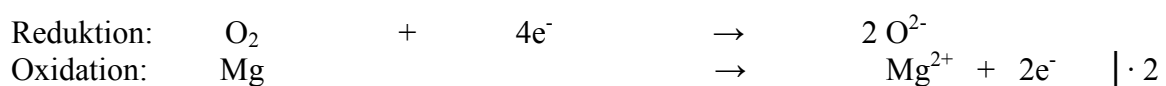


Abb. 6 Verbrennung von Magnesium [11]

b) Sogar im Wasserdampf verbrennt Magnesium weiter.

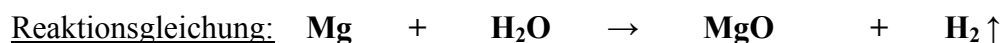
### Erklärung:

a) Diese stark exotherme Reaktion erfolgt nach folgender Redoxreaktionsgleichung:



In geringem Ausmaß entsteht auch Magnesiumnitrid ( $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ):  $3 \text{ Mg} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$

b) Im Gegensatz zu einem glühenden Holzspan verbrennt das Magnesiumband auch im Wasserdampf weiter. Bei dieser Reaktion entsteht brennbarer Wasserstoff.



Beryllium und Magnesium oxidieren sich oberflächlich an der Luft. Die festhaftende Schicht des schwerlöslichen Oxids schützt das Metall (Passivierung). Kaltes Wasser greift Magnesium wegen der Bildung einer  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  – Schicht nur langsam an. Auch Beryllium bildet in Wasser eine schützende  $\text{Be}(\text{OH})_2$  – Schicht (Passivierung) [3].

**Versuch 3:** Reaktion von Erdalkalimetallen mit Wasser [1]

Material:

Magnesiumpulver, Calcium (gekörnt), Phenolphthalein, Reagenzgläser, Bunsenbrenner

Durchführung:

- a) In ein zu etwa  $\frac{1}{4}$  mit destilliertem Wasser gefülltes Reagenzglas gibt man eine Spatelspitze voll Magnesium und ein paar Tropfen Phenolphthalein.
- b) Das Reagenzglas von a) wird nun erhitzt.
- b) In ein anderes Reagenzglas, das auch etwa  $\frac{1}{4}$  mit Wasser gefüllt ist, gibt man dieselbe Menge Calcium.  
Anschließend gibt man Phenolphthalein zur Lösung.

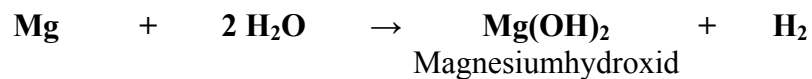
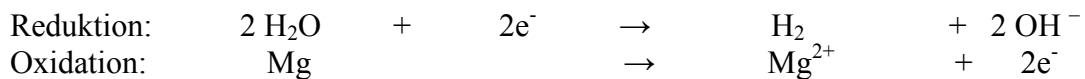
Beobachtung:

- a) keine Reaktion
- b) Der Lösung färbt sich pink.
- c) Der Versuch konnte leider nicht durchgeführt werden, weil gekörntes Calcium im Labor nicht zur Verfügung stand.

Erklärung:

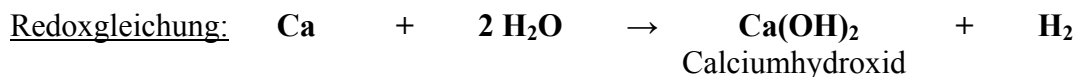
a) Magnesium reagiert nicht mit kaltem Wasser, da es von einer  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ –Schutzschicht (siehe oben) umgeben ist

b) Magnesium reagiert aber mit heißem Wasser, wobei folgende Redoxreaktion abläuft:



Die Lösung verfärbt sich aufgrund der basischen Reaktion in Gegenwart des Indikators Phenolphthalein pink.

c) Calcium ist reaktionsfähiger und reagiert bereits mit kaltem Wasser langsam unter Bildung von Calciumhydroxid und Freisetzung von Wasserstoff.



Aufgrund der entstandenen Hydroxidionen verfärbt sich die Lösung pink.

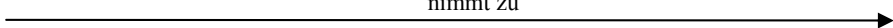
Die Reaktionsfähigkeit der Erdalkalimetalle zeigt sich z. B. in den Reaktionen der Elemente mit Wasser:

Beryllium reagiert selbst bei Rotglut nicht mit Wasser (Hydroxidhaut), Magnesium nur mit heißem Wasser. Calcium, Strontium und Barium reagieren bereits mit kaltem Wasser.

Fazit:

Insgesamt kann man also bereits daran erkennen, dass die Reaktionsfähigkeit innerhalb der Hauptgruppe von oben nach unten mit steigender Ordnungszahl zunimmt.

**Zusammenfassung**

	Beryllium	Magnesium	Calcium	Strontium	Barium
Flammenfarbe	keine	keine	ziegelrot	intensiv rot	fahlgrün
Allgemeine Reaktionsfähigkeit	nimmt zu 				

**Literatur:**

Bücher:

- [1] K. Häusler, W. Pavenzinger: Unterricht Chemie, Band 3: Metalle, 1. Auflage, Aulis Verlag, Deubner & Co KG, Köln, 1993, S. 59ff
- [2] G. Jander, E. Blasius: Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum, 13. Auflage, S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1990, S. 10ff
- [3] Ch. E. Mortimer: Das Basiswissen der Chemie, 7. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart, 2001, S. 488ff

Internetadressen:

- [4] <http://de.wikipedia.org/wiki/Erdalkalimetall> (06.11.05)
- [5] <http://de.wikipedia.org/wiki/Beryllium> (06.11.05)
- [6] <http://de.wikipedia.org/wiki/Magnesium> (06.11.05)
- [7] <http://de.wikipedia.org/wiki/Calcium> (06.11.05)
- [8] <http://de.wikipedia.org/wiki/Strontium> (06.11.05)
- [9] <http://de.wikipedia.org/wiki/Barium> (06.11.05)
- [10] <http://de.wikipedia.org/wiki/Radium> (06.11.05)
- [11] <http://www.experimentalchemie.de/versuch-045.htm> (06.11.05)
- [12] <http://www.experimentalchemie.de/versuch-048.htm> (06.11.05)
- [13] <http://de.wikipedia.org/wiki/Flammenf%C3%A4rbung> (06.11.05)
- [14] <http://www.uncp.edu/home/mcclurem/ptable/ba.htm> (21.11.05)
- [15] <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Spektrum.png> (08.11.05)