

Magnesium und seine Verbindungen

Experimentalvortrag AC

11.02.2009

Teresa Maria Albrecht

Gliederung

I. Einleitung

II. Vorkommen

(1. Versuch)

III. Darstellung in der
Technik

IV. Eigenschaften

(2.,3. Versuch & 1. Demo)

V. Physiologische
Bedeutung

(4. Versuch)

VI. Verwendung in der
Technik

(2. Demo & 5. Versuch)

VII. Quellen

I. Einleitung

- der Name „Magnesium“ leitet sich von der kleinasiatischen Stadt **Magnesia** ab (heutige Türkei)

- 1809 gewann **Sir Humphry Davy** durch Elektrolyse („Amalgam-Verfahren“) erstmals unreines Magnesium

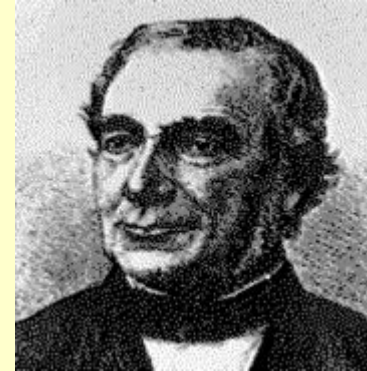


Sir Humphry Davy (1778-1829)

www.kjemi.uio.no

I. Einleitung

- 1828 gelang es **Antoine Bussy** eine kleine Menge reines Magnesium herzustellen



Antoine Alexandre Brutus Bussy
(1794 – 1882)

www.biographie.net

- 1886 begann in Deutschland die Produktion von Magnesium im größeren Maßstab (Schmelzflusselektrolyse von Carnallit KMgCl_3)

I. Einleitung



<http://www.periodictable.com/Items/012.15/index.html>

Elektronenkonfiguration:	[Ne]3s ²
Schmelzpunkt:	650 °C
Siedepunkt:	1105 °C
Elektronegativität	1,6
Dichte (bei 20 °C):	1,74 g/cm ³

II. Vorkommen von Magnesium

- in der Erdrinde mit einem Massenanteil von 1,94 %
(Magnesium gehört damit zu den zehn häufigsten Elementen)
- in der Natur kommt es nur in gebundener Form vor, z. Bsp.:
 - als Carbonate: Magnesit (MgCO_3)
Dolomit ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$)
 - in Kalisalzen: Bischofit ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
Kieserit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)



<http://www.chemikus.de/litholexikon/dolomit.htm>

II. Vorkommen von Magnesium

- als Silikate Olivin $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$ →
Talk $[\text{Mg}_3(\text{OH})_2][\text{Si}_4\text{O}_{10}]$
Enstatit $\text{Mg}[\text{SiO}_3]$
- als Spinell: MgAl_2O_4



<http://www.nhm.uio.no/geomus/utstillinger/norge/ba30059.html>

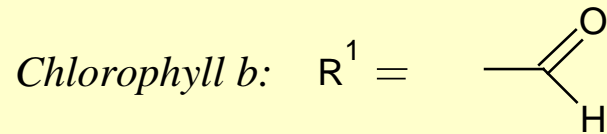
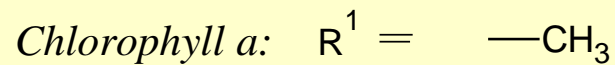
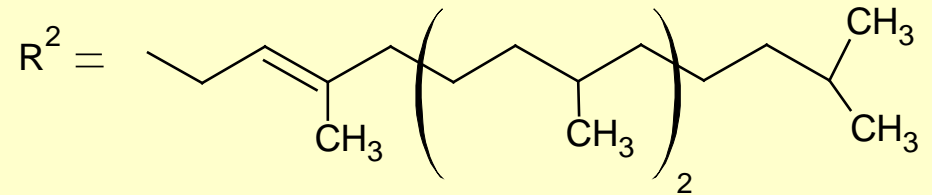
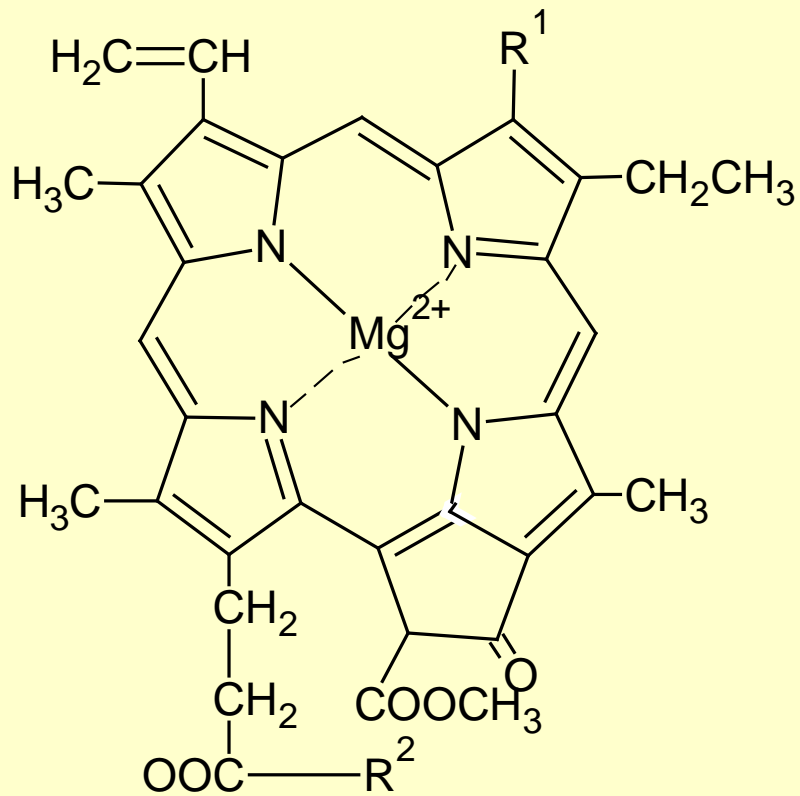
- das Meerwasser enthält 1,3 mg/L Magnesium
- „Bitterwässer“ (Mineralwässer) enthalten MgSO_4
(Bittersalz: $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- Bestandteil des Chlorophylls

Versuch 1

Magnesiumnachweis im Chlorophyll

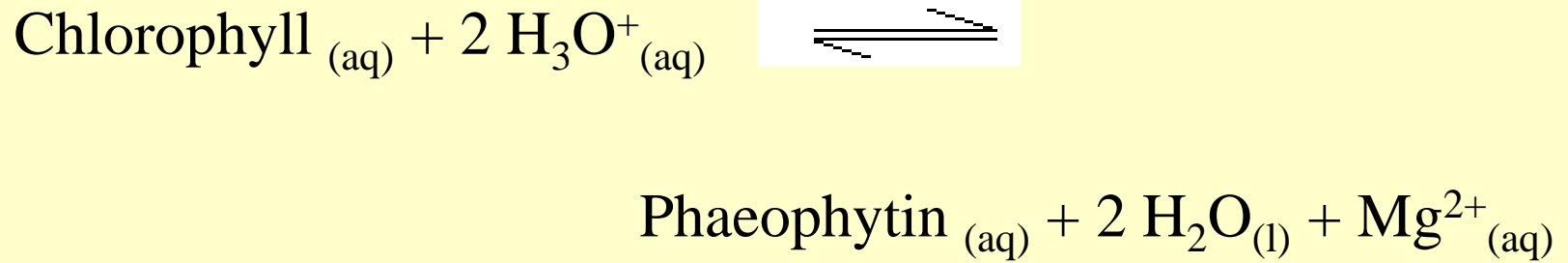
Versuch 1: Magnesiumnachweis im Chlorophyll

Auswertung:



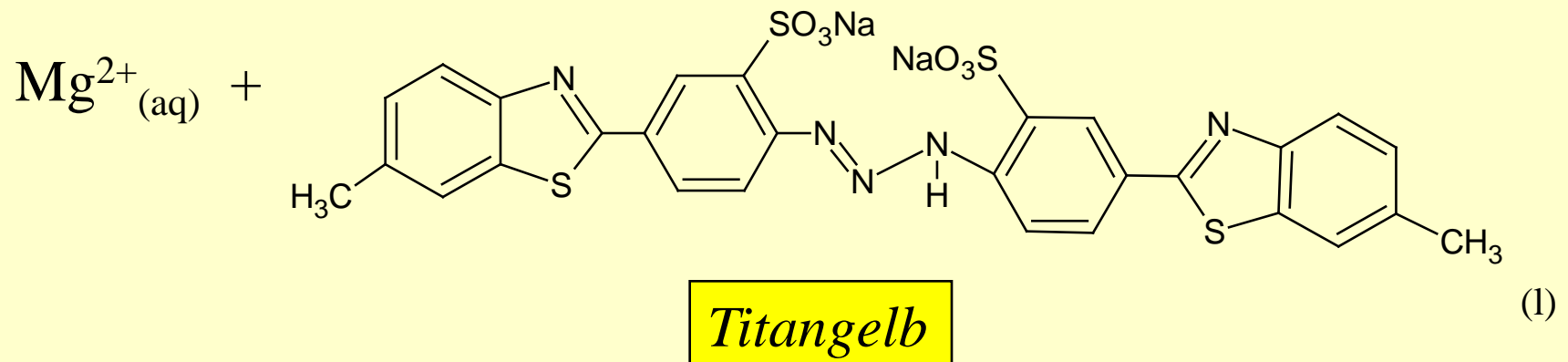
Versuch 1: Magnesiumnachweis im Chlorophyll

Auswertung:



Versuch 1: Magnesiumnachweis im Chlorophyll

Auswertung:



→ hellroter Niederschlag

Versuch 1: Magnesiumnachweis im Chlorophyll

Schulrelevanz:

- Erdalkalimetalle (fakultativ, 8G.2)
- natürliche Farbstoffe (fakultativ, LK 11G.2)
- Farbstoffe (Wahlthema Angewandte Chemie, 12G.2)
- Bedeutung von Komplexverbindungen (Wahlthema Komplexchemie, LK 12G.2)
- fächerübergreifend mit Biologie

- **Schülerversuch**

Natronlauge, $c = 2 \text{ mol/L}$: C

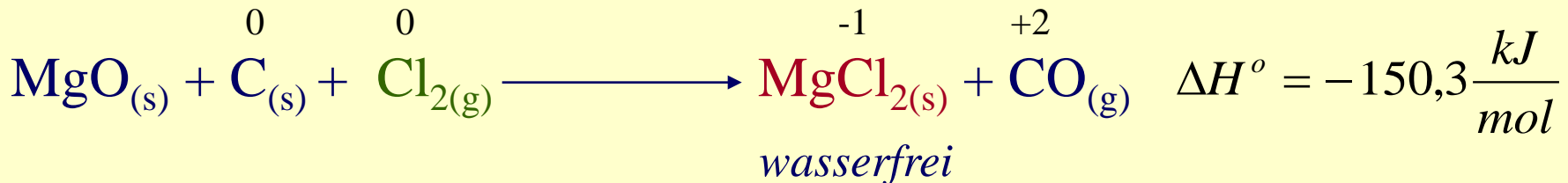
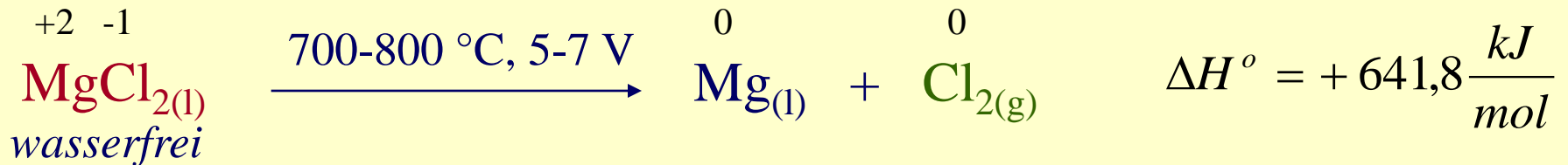
Ethanol: F



http://www.gefahrstoffdaten.de/f_schule.gif

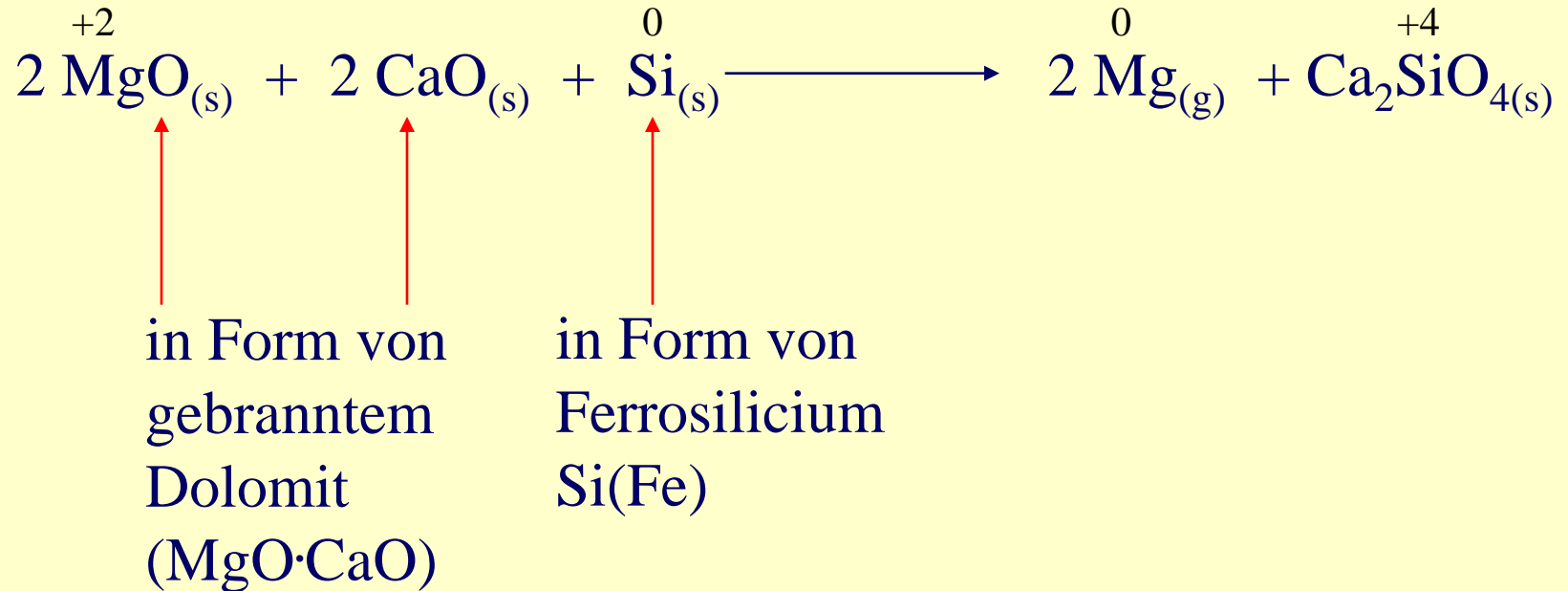
III. Darstellung in der Technik

- 80 % der Weltproduktion an Magnesium wird durch Schmelzelektrolyse von MgCl_2 und Alkali- bzw. Erdalkalichloriden hergestellt (ca. 25%iger MgCl_2 -Anteil)



III. Darstellung in der Technik

- weitere Möglichkeit:



IV. Eigenschaften (1)

- silberglänzend
- trotz hoher Affinität zu Sauerstoff ist Magnesium bei Raumtemperatur gut haltbar
=> Grund: „Oxidschutzhaut“

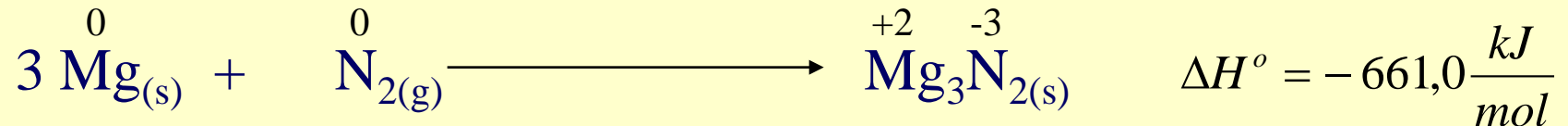
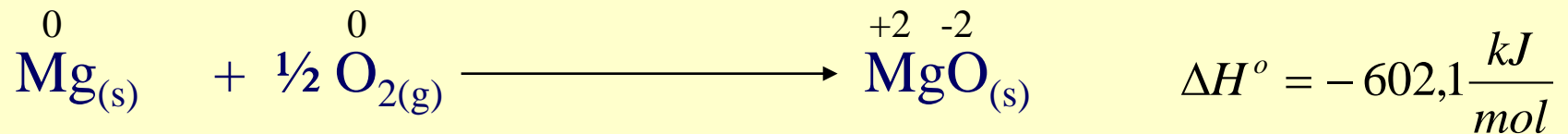
Versuch 2

Verbrennen von Magnesiumpulver

Versuch 2: Verbrennen von Magnesiumpulver

Auswertung:

- das Magnesiumpulver verbrennt mit blendend weißem Licht



- auf der Erde ist das Magnesiumlicht intensiver als das Sonnenlicht

Versuch 2: Verbrennen von Magnesiumpulver

Schulrelevanz:

- Verbrennungsvorgänge in Alltag und Umwelt (7G.2)
- Reaktionen von Metallen und Nichtmetallen mit Luft (Sauerstoff) (7G.2)
- chemische Formeln und Reaktionsgleichungen (8G.1)
- Erdalkalimetalle (fakultativ, 8G.2)
- Redoxbegriff (10G)
- Werkstoffe – Metalle (12G.2)

- **Schülerversuch**

Magnesiumpulver: F



http://www.gefahrstoffdaten.de/f_schule.gif

IV. Eigenschaften (2)

- brennt mit blendend weißem Licht
- Leichtmetall (35% leichter als Aluminium)
=> leichtestes Konstruktionsmetall
- mittlere Härte (hämmern, walzen, gießen)
- kristallisiert in hexagonal-dichtester Kugelpackung

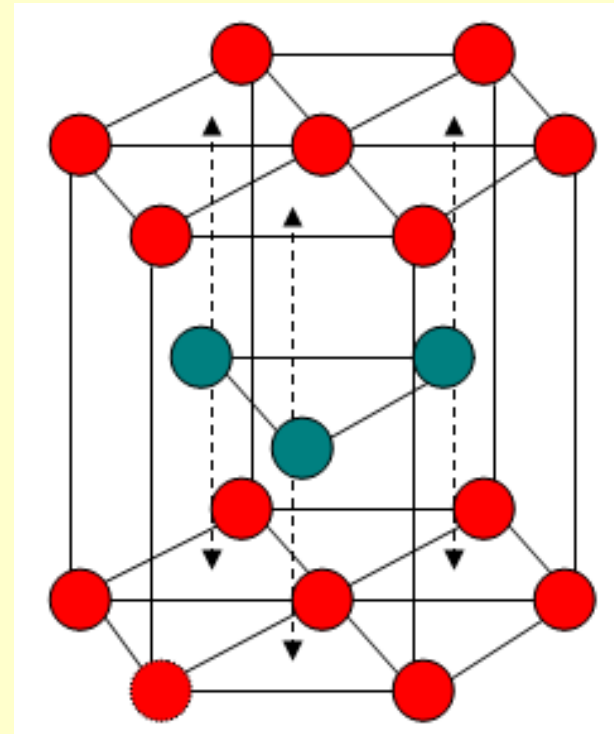
IV. Eigenschaften (2)

Kristallstruktur

- die hexagonal-dichteste Kugelpackung wird auch als „Magnesiumstruktur“ bezeichnet

Grund:

Magnesium ist ein repräsentativer Vertreter dieses Strukturtyps



A

B

A

Demonstration 1
Metallische Eigenschaften
von Magnesium

Demonstration 1: Metallische Eigenschaften von Magnesium

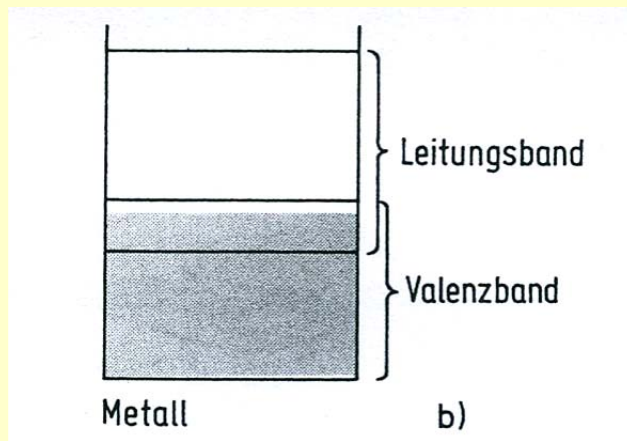
typische Eigenschaften von Metallen:

- hohe **elektrische Leitfähigkeit**
(nimmt mit steigender Temperatur ab)
- hohe **Wärmeleitfähigkeit**
- leichte Verformbarkeit
- metallischer Glanz

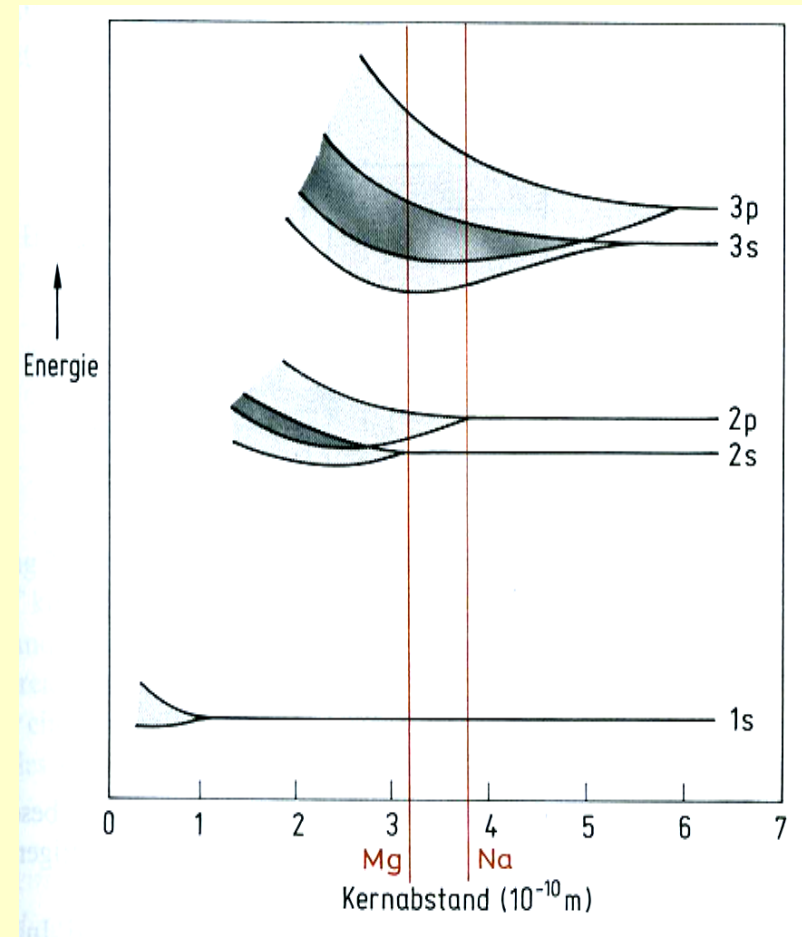
Demonstration 1: Metallische Eigenschaften von Magnesium

Auswertung:

- bei den Metallen überlappt das Valenzband immer mit dem nächst höheren Band



Erdalkalimetall



Riedel, 6. Auflage, S. 179/180

Demonstration 1: Metallische Eigenschaften von Magnesium

Auswertung:

Element	elektrische Leitfähigkeit in S/m (bei 20 °C)
Silber	62,5
Kupfer	58,1
Aluminium	37,0
Magnesium	22,7
Eisen	10,2

Demonstration 1: Metallische Eigenschaften von Magnesium

Auswertung:

- Wärmeleitfähigkeit ist ebenfalls elektronisch bedingt

Element	Wärmeleitfähigkeit in W/m·K (bei 20 °C)
Silber	427
Kupfer	399
Aluminium	220
Magnesium	156
Eisen	81

Demonstration 1: Metallische Eigenschaften von Magnesium

Schulrelevanz:

- fächerübergreifend mit Physik
- elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit (fakultativ, 7G.1)
- Werkstoffe (Wahlthema: „Angewandte Chemie“, 12G.2)

- **Schülerversuch**



http://www.gefahrstoffdaten.de/f_schule.gif

IV. Eigenschaften (3)

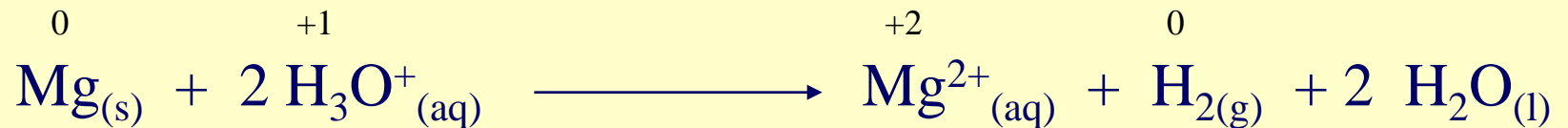
- mit Iod aktiviertes Magnesium reagiert bei Raumtemperatur mit Wasser sehr lebhaft
- mit Wasserdampf reagiert es unter Licht- und Wärmeentwicklung
- Alkalilaugen greifen Magnesium nicht an
- in Säuren hingegen löst es sich leicht

Versuch 3

Reaktion von Salzsäure mit Magnesium

Versuch 3: Reaktion von Salzsäure mit Magnesium

Auswertung:



Reaktionswärme: $\Delta Q_p = - (T_1 - T_o) \cdot (m_{\text{HCl}} \cdot c_{\text{HCl}})$

T_o : *Anfangstemperatur*

T_1 : *maximale Temperatur*

m : *Masse*

c : *spezifische Wärmekapazität* ($c_{\text{HCl}} = 3,14 \text{ J / g} \cdot \text{K}$)

Versuch 3: Reaktion von Salzsäure mit Magnesium

Auswertung:

weiterhin kann berechnet werden:

- geleistete Druck-Volumenarbeit: $\Delta W = - p \cdot \Delta V$
 p : *Druck*
 ΔV : *Volumenänderung*
- Innere Energie: $\Delta U = \Delta Q_p - p\Delta V$ für $p = const$
- Reaktionsenthalpie: $\Delta H = \Delta U + p\Delta V = Q_p$ für $p = const$

Versuch 3: Reaktion von Salzsäure mit Magnesium

Schulrelevanz:

- chemische Reaktionen und Energieumsatz (7G.2)
- Erdalkalimetalle (fakultativ, 8G.2)
- der Redoxbegriff (10G)
- Enthalpie, Entropie (LK 12G.1)
- Energetik (fakultativ, LK 12G.1)

- **Schülerversuch**

Salzsäure, $w = 0,1$: Xi



http://www.gefahrstoffdaten.de/f_schule.gif

V. Physiologische Bedeutung

- Mg^{2+} ist essentiell für Menschen
- als Cofaktor in 90 Enzymen vorhanden
- an allen Reaktionen von ATP beteiligt
- der Mensch besitzt ca. 470 mg pro kg Körpergewicht
(empfohlene Tagesdosis: 200-300 mg)

V. Physiologische Bedeutung

Lebensmittel	Magnesiumgehalt pro 100 g in mg
Cashewkerne	270
Mandel (Nuss)	250
Sojabohne (getrocknet)	250
Bohne (grün)	194
Hirse	170
Reis (unpoliert)	143
Knäckebrot, Vollkorn	110
Banane (getrocknet)	90

V. Physiologische Bedeutung

Beispiele für Arzneimittel mit Magnesium:

- Magnesiumpräparate für Sportler oft in Verbindung mit Vitaminen (Muskelkrämpfe, Magnesiummangel)
- Bittersalz (Verstopfungen)
- Antazidum (Sodbrennen)

Versuch 4

Antazidum Rennie®



Versuch 4: Antazidum Rennie®



Versuch 4: Antazidum Rennie®

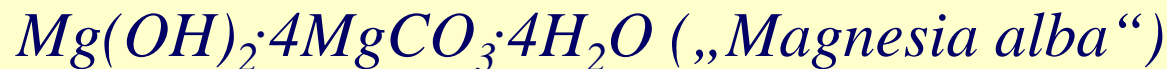
Auswertung:

- Wirkstoffe in einer Tablette:

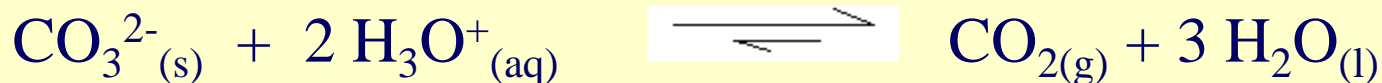
Calciumcarbonat: 680 mg



schwer basisches Magnesiumcarbonat: 80 mg



Reaktionsgleichung allgemein:



Versuch 4: Antazidum Rennie®

Auswertung:

- 30 – 40 % der Allgemeinbevölkerung leiden monatlich einmal an Sodbrennen, 3 – 4 % sogar täglich
- doch viele Wirkstoffe besitzen Nebenwirkungen

Wirkstoff	Reaktionsgeschwindigkeit	Max. erreichter pH-Wert	Wirkdauer	Nebenwirkungen
Calciumcarbonat	rasch	8–9	mittel-lang	Hypercalcämien
Natriumhydrogencarbonat	rasch	6	kurz	Hypernatriämie Aufstoßen Gasbildung
Magnesiumhydroxid	rasch	8–9	lang	laxierend Hypermagnesämie
Aluminiumhydroxid	langsam	4	mittel-lang	obstipierend (verstopfend)
Hydrotalcit	rasch	4	lang	–
Magaldrat	rasch	4	lang	–

Versuch 4: Antazidum Rennie®

Schulrelevanz:

- Salze (8G.3)
- Eigenschaften von Säuren und Laugen (9G.2)
- Salze in der Medizin (fakultativ, GK 12G.1)

- Schülerversuch

Salzsäure, $w = 0,1$: Xi



http://www.gefahrstoffdaten.de/f_schule.gif

VI. Verwendung in der Technik

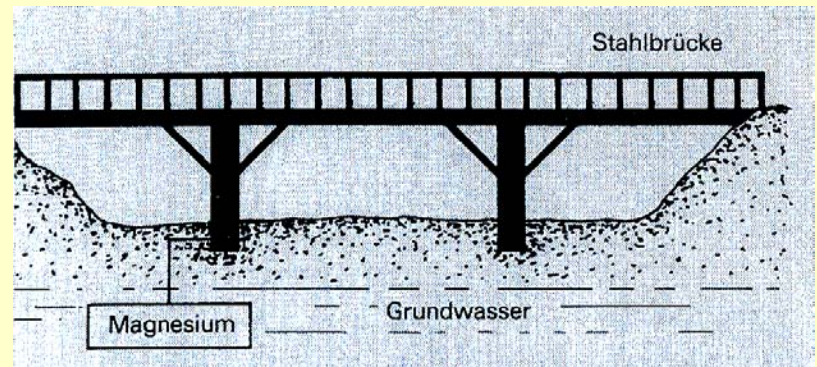
- Reduktionsmittel zur Herstellung von Metallen (Be, Ti)
- feuerfeste Steine (Magnesiumoxid)
- organische Synthese
(zur Gewinnung von Grignard-Reagenzien)
- Legierungen im Flugzeug- und Automobilbau
 - „Elektronmetalle“, Legierungen mit 90 % und mehr Mg

Zusätze: Al, Zn, Mn, Cu, Si

Einsatz: Motorenblöcke, Flugzeugrümpfe und -
fahrgestelle

VI. Verwendung in der Technik

- Temporärimplantate in der Medizin (für Gefäßstützen, als Osteosynthesematerial)
- Opferanoden-Legierungen mit Aluminium und Zink (Batterien in Schwimmwesten)
- kathodischer Korrosionsschutz (Stahlbrücken, Schiffe)



PdN-Ch. 7/39. Jg. 1990

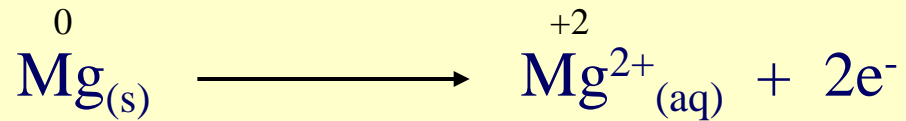
Demonstration 2

Magnesium als Opferanode

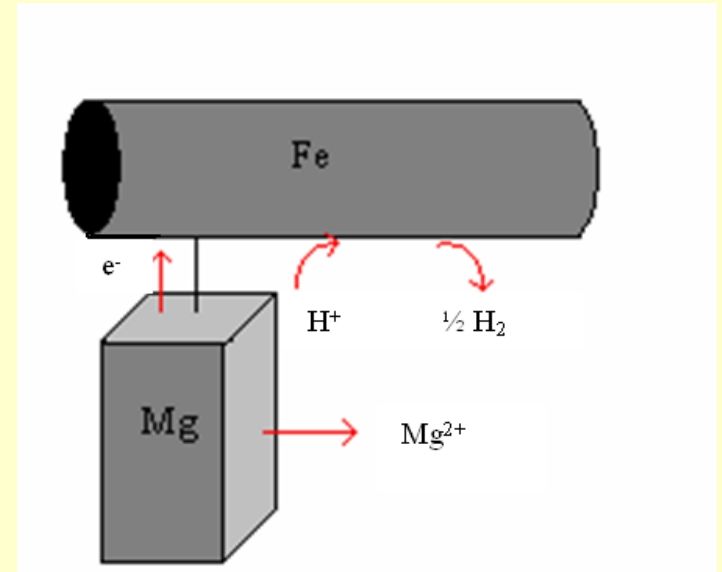
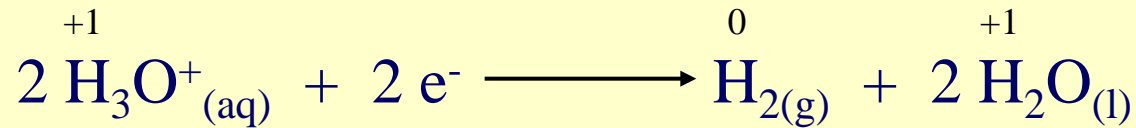
Demonstration 2: Magnesium als Opferanode

Auswertung:

Anode (Magnesiumspitzer):



Kathode (Eisennagel, Stahlklinge):



Demonstration 2: Magnesium als Opferanode

Schulrelevanz:

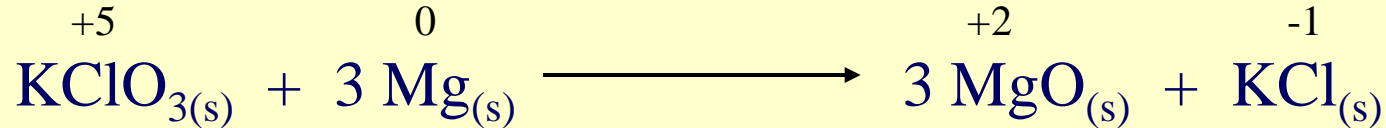
- Erdalkalimetalle (fakultativ, 8G.2)
- Metalle als Werkstoffe (fakultativ, 10G)
- Werkstoffe, Korrosion, Korrosionsschutz (Wahlthema Angewandte Chemie, 12G.2)
- Lokalelemente (Wahlthema Elektrochemie, LK 12G.2)
- **Schülerversuch**



Versuch 5
Blitzlichtpulver

Versuch 5: Blitzlichtpulver

Auswertung:



- ab 1883 verwendete G.A. Kenyon ein Gemisch aus Kaliumchlorat und Magnesium als Lichtquelle für Porträtaufnahmen (nicht hell genug damals)
- 1887 verbessertes Verfahren von Adolf Miethe und Johannes Gaedicke (Zusatz: Schwefelantimon)

Versuch 5: Blitzlichtpulver

Schulrelevanz:

- chemische Reaktionen und Energieumsatz (7G.2)
- Erdalkalimetalle (fakultativ, 8G.2)
- der Redoxbegriff (10G)

- **Lehrerversuch**

Kaliumchlorat: X_n, O

Magnesiumpulver: F



http://h105.ath.cx/fwe.de/gefahrstoffdaten.de/f_lv.gif

VII. Quellen

- P. W. Atkins: Physikalische Chemie, 3. korrigierte Auflage, Weinheim, Wiley-VCH, 2001
- Charles E. Mortimer/ Ullrich Müller: Das Basiswissen der Chemie, 8. komplett überarbeitete und erweiterte Auflage, Thieme Verlag 2003
- Riedel: Anorganische Chemie, 5. Auflage, Berlin- New York, Verlag de Gruyter, 2002
- Wiberg, N.: Lehrbuch der anorganischen Chemie, 102. Auflage, Verlag de Gruyter, 2007
- Glöckner, W.: Alkali- und Erdalkalimetalle, Halogene, Aulis-Verlag Deubner, 1996
- Mende D., Simon G.: Physik, Gleichungen und Tabellen, 14. Auflage, München Wien, Carl Hanser Verlag, 2005

- Praxis der Naturwissenschaften-Chemie in der Schule, Heft 6/53, Halbergmoos, Aulis, Jahrgang 2004
- Praxis der Naturwissenschaften-Chemie in der Schule, Heft 7/39, Halbergmoos, Aulis Jahrgang 1990
- Praxis der Naturwissenschaften-Chemie in der Schule, Heft 4/51, Halbergmoos, Aulis Jahrgang 2002
- RAAbits Chemie, I/C, M6, Seite 10
- Naturwissenschaften im Unterricht, Heft 11 Nr. 55, Stuttgart, Klett, Jahrgang 2000
- Elisabeth Rickelt, Lehrerfortbildung, Reaktionsenthalpie, Reaktion von Salzsäure mit Magnesium
- Axel Schunk: Experiment des Monats November 2003, Antazida
www.chemie.uni-ulm.de/experiment/edm0311.html

- Prof. Dr. F. Tuzek: Vorlesungsfolien zur Vorlesung: „Chemie der Metalle“, Uni-Kiel, Sommersemester 2005
www.chemievorlesung.uni-kiel.de/metalle/erdalkali_1.pdf
- W.Helmert, Dr.A.Salinger: Versuche zum Unterrichtsmodul „Kohlenstoffoxide“, Berlin, 1999
home.snafu.de/helmert/Kerze/versuche/v_koxide.htm
- Lehrplan Gymnasium Chemie (G8)
www.kultusministerium.hessen.de

***Vielen Dank
für ihre
Aufmerksamkeit!***