

Seminar zum Lehramtsgrundpraktikum

Dr. Magdalena Rusan

Anorganische Chemie – Teil 2

13.03.2025

Anorganische Chemie



Redoxreaktionen

Aufstellen von Redoxgleichungen

1. Redoxpartner ermitteln
2. Oxidationszahlen ermitteln
3. Teilgleichungen mit e^- aufstellen
4. Ladungsausgleich mit H^+ (H_3O^+), OH^- (je nach pH-Wert) oder CO_3^{2-} in Carbonatschmelzen
5. Stoffausgleich mit Wasser oder CO_2 in Carbonatschmelzen
6. Elektronenbilanz ausgleichen und Teilgleichungen multiplizieren
7. Redoxgleichung aufstellen
8. Chemisches kürzen und durch den größten gemeinsamen Teiler teilen



Anorganische Chemie



2. Aufstellen der Teilgleichungen

a. Ermitteln der korrespondierenden Redoxpaare

Reduktion:

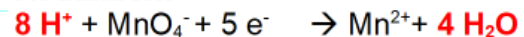


Oxidation:

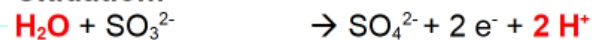


b. Ausgleichen der Elemente in beiden Teilgleichungen

Reduktion:



Oxidation:



3. Aufstellen der Redoxgleichung

a. Suchen geeigneter Faktoren

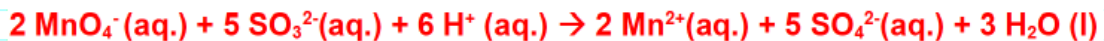
Reduktion:



Oxidation:



b. Addition beider Teilgleichungen

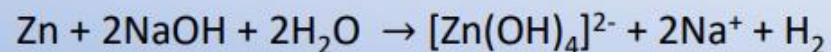


https://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/20_03.htm

Anorganische Chemie

Herstellung von Messing

- Eine Kupfermünze wird zusammen mit Zinkpulver in konzentrierter NaOH erhitzt
- Zink scheidet sich beim Erhitzen in konz. NaOH auf Kupfermünze ab:



- Bildung von silberfarbenem γ -Messing ist die treibende Kraft der Reaktion
- Beim Erhitzen im Bunsenbrenner findet eine Umwandlung in gelbes α -Messing statt



https://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/11_98.htm

Anorganische Chemie



Was ist Messing?

Messing ist eine Legierung aus den Metallen Kupfer und Zink. Die gebräuchlichen Verbindungen enthalten einen Zinkanteil von 5 bis 45 Prozent. Jenseits dessen entstehen keine brauchbaren Legierungen mehr. Das Farbspektrum reicht von goldrot bei hohem Kupferanteil bis hellgelb bei hohem Zinkanteil.

Im Bereich von Massenanteilen zwischen 32,5 % und 36,8 % Zink entsteht neben der α -Phase auch eine β -Phase, die im kubisch-raumzentrierten Gitter erstarrt. Bis etwa 37 % Zink wandelt sich die β -Phase bei tieferen Temperaturen allerdings wieder in die α -Phase um.

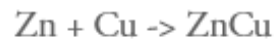
Oberhalb von Massenanteilen 50 % Zink treten weitere Phasen auf, die γ -, δ - und ϵ -Phasen. Ab einem Zinkgehalt von 97,25 % ist die hexagonale Struktur des Zinks möglich. Da die γ -Phase allerdings durch extreme Sprödigkeit ausgezeichnet ist, sind solche Legierungen technisch unbrauchbar.



Anorganische Chemie



Das Zinkpulver ist an der Oberfläche mit einer festen Zinkoxid- (ZnO) Schicht überzogen und somit passiviert. Dieses ZnO geht im basischen Milieu als Tetrahydroxozinkat in Lösung und scheidet sich an der Kupfermünze ab. Das steht im Widerspruch mit den Standardpotentialen, weil sich ein unedleres Metall (Zink) am edleren Metall (Kupfer) abscheidet. Tetrahydroxozinkat als Komplex hat aber ein anderes Standardpotential als Zink, weshalb Kupfer „unedler“ als der Komplex ist und die Reaktion abläuft.



Durch das Erhitzen der Münzen im Bunsenbrenner wird die Bildung einer Legierung zwischen den zwei Metallen – Messing - beschleunigt. Es kommt zu einem typischen Metallgitter aus verschiedenen Metallionen (Zn und Cu) und freibeweglichen Elektronen.

➡ Diese Oxidschicht verhindert die Adsorption des Zinks an das Kupfer und die Verschmelzung der Kristallgitter der beiden Metalle. Die Kalilauge zersetzt diesen Belag unter Bildung von Zinkat-Ionen und löst ihn so ab.

➡ Durch das Erhitzen werden die Metall-Atome aus den Metallgittern noch rascher miteinander vermischt; die Messingbildung wird beschleunigt.

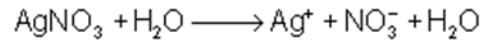
Anorganische Chemie



Versilbern eines Reagenzglases

Erklärung / Hintergrund:

Silbernitrat zerfällt in wässriger Lösung vollständig in seine Ionen.



Ammoniak-Lösung wirkt alkalisch, sodass die Silberionen mit den Hydroxidionen Silberoxid bilden, was schwer löslich ist und als Niederschlag ausfällt.



Dieser Niederschlag kann dann mit weiterer Ammoniak-Lösung in einem Silberdiamin-Komplex gebunden werden, der wiederum in Lösung geht.



Die zugegebene Glucose (der Traubenzucker) reduziert anschließend die Ionen zu metallischem Silber, das sich an der Innenwand des Glasgefäßes absetzen kann. Die Glucose selbst wird zur Gluconsäure oxidiert.

Diese hergestellte Mischung aus Ammoniak-Lösung, Natriumhydroxid und Silbernitrat wird auch als **Tollens Reagenz** bezeichnet. Es dient allgemein dazu reduzierende Aldehyde zur entsprechenden Carbonsäure zu oxidieren und damit indirekt mit dem Silberspiegel nachzuweisen.

Allgemeine Gesamtreaktion:

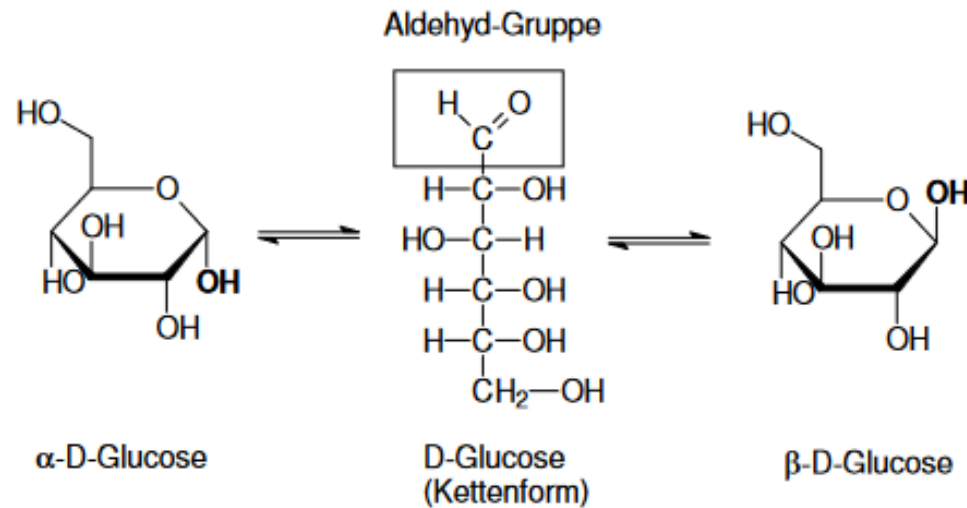


<https://www.experimentalchemie.de/versuch-049.htm>

Anorganische Chemie



Die Glucoselösung ist dabei für die Abscheidung von elementarem Silber aus einer Silbernitratlösung verantwortlich.



In kristalliner Glucose liegt entweder nur die α -D-Glucose oder β -D-Glucose vor; beim Auflösen in Wasser stellt sich über die Zwischenstufe der offenkettige Form (Aldehyd-Form) ein Gleichgewicht zwischen allen dreien ein, wobei der Anteil der Aldehyd-Form sehr gering ist. Die offenkettige Form sorgt mit ihrer Aldehyd-Gruppe bei der Verspiegelung für die Umwandlung von Ag^+ -Ionen zu metallischem Silber.

Ammoniakalische Silbernitrat-Lösungen oder Reste aus der Probe dürfen auf gar keinen Fall aufbewahrt werden, da sich hierbei explosive Silbersalze bilden können. Ansäuern und entsorgen.

Anorganische Chemie

Herstellung Wunderkerze

THE CHEMISTRY OF SPARKLERS

METALLIC FUEL EJECTION OF BURNING METAL PRODUCES SPARKS

Aluminium & Magnesium Iron Titanium Ferrotitanium

THE POWDERED METALS REACT WITH O_2 , AND PRODUCE METAL OXIDES

OXIDISERS PRODUCE OXYGEN TO BURN THE MIXTURE

NO_3^- Nitrate ClO_3^- Chlorate ClO_4^- Perchlorate

BINDERS HOLD MIXTURE TOGETHER

CH_2OH CH_2OH CH_2OH
 OH OH OH
 OH OH OH
 OH OH OH
 Dextrin (common binder)

COLOURANTS METAL SALTS

Sr Ba Cu Ca Na

OPTIONAL: CHLORIDE AND NITRATE SALTS ARE COMMONLY USED

© COMPOUND INTEREST 2014 - WWW.COMPOUNDINTEREST.COM
 Photo: Creative Commons BY license, Nina Hale (<https://www.flickr.com/photos/94693506@N00/>)

Hauptkomponenten von Wunderkerzen:

- Oxidationsmittel
- Reduktionsmittel: z.B. Metalle
- Eisen oder Titan: Funkenerzeugung
- Bindemittel
- Draht: Eisen, Kupfer oder Stahl: Träger der Mischung, Transport der Verbrennungswärme
- Additive: (z.B. Borax)

Anorganische Chemie



Herstellung Wunderkerze

Reduktionsmittel

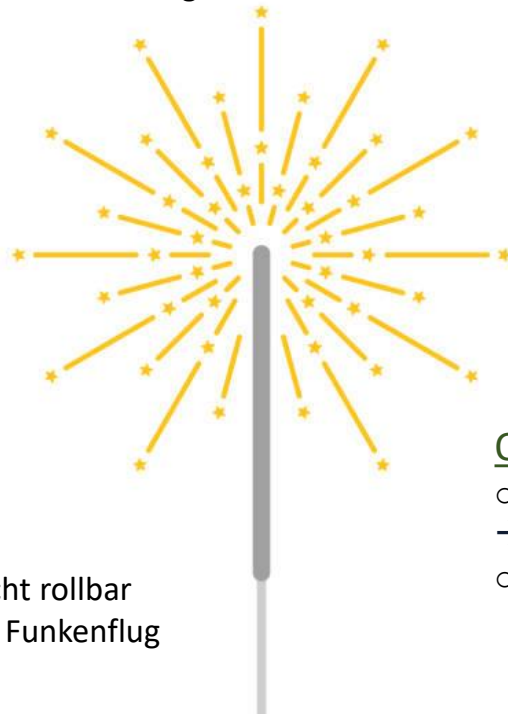
- **Aluminium/Eisen/Stärke**
- **Reaktionsbeschleunigung**
- Bei der Oxidation von Al werden große Mengen an Energie und Gasen frei
- Gasentwicklung → Funkenflug
- Je größer Zerteilungsgrad (Al), desto homogener ist der Abbrand

Träger

- **Stahldraht (0,8 mm)**
- **Wärmeleitung**

Bindemittel

- **Stärke, Dextrin**
- Fixierung der Reaktionsmasse
- Dextrin in der Industrie → nicht rollbar
- Hemmt die Reaktion und den Funkenflug



Zusätze

- **Eisen/Stahlgriß**
- **Funkenerzeugung**
- Mit dem Sauerstoff der Luft wird Eisen zu Magnetit (Fe_3O_4) oxidiert
- Partikelgröße und Kohlenstoffgehalt sind entscheidend für Verbrennungserscheinung

Oxidationsmittel

- **Metallnitrate (Strontiumnitrat, Bariumnitrat)**
- Sauerstofflieferant für die Oxidation der Metalle
- Bariumnitrat in Wunderkerzen aus dem Handel (preiswert, stark oxidierend), Toxizität

Theoretischer Hintergrund

Anorganische Chemie



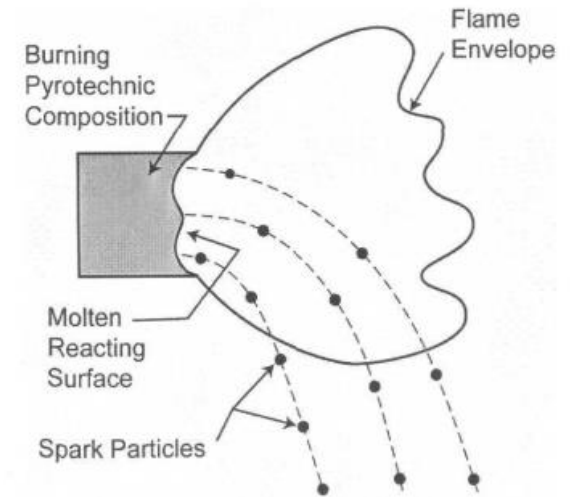
Funken entstehen, wenn:

- flüssige oder feste Partikel werden während des Abbrandes aus der brennenden Mischung ausgeworfen
- Partikel können Bestandteile aus der Ursprungsmischung sein oder während der Reaktion an der Abbrandoberfläche entstehen
- Ursache des Auswurfes der Partikel ist der Gasdruck, der verursacht wird durch Gase, die während der Abbrandreaktion entstehen:

geeignet:

- Kohlenstoff, organische Verbindungen $\rightarrow \text{CO}_2$
- Nitrate $\rightarrow \text{N}_2$
- Borcarbide $\rightarrow \text{CO}_2$

- Partikel werden auf Glühtemperatur erhitzt und verlassen die Flammenzone:
 - glühen (= strahlen Licht aus) weiter bis sie abkühlen
 - oder glühen bis sie mit dem Sauerstoff aus Luft reagieren



Anorganische Chemie



Funkeneigenschaften

- Partikelgröße und Partikelform entscheiden über Menge und Größe der Funken
- In der Regel gilt: je größer die Partikel, desto größer die Funken
- Geeignete Partikelgröße muss für jede Mischung experimentell herausgefunden werden

Auswahl des Oxidationsmittels

- Oxidationsmittel darf nicht zu effektiv sein, da sonst eine vollständige Reaktion zwischen Eisen und dem Oxidationsmittel in der Flammenzone stattfindet

→ Keine Funken, da nicht genug glühendes Eisen mehr vorliegt

Anorganische Chemie

Herstellungsmethode



Industriell: by Weco Pyrotechnische Fabrik in Eitorf/Sieg

Schülerversuch

