

## Rost und Rostschutz

### A) Rost-Definition und Eigenschaften des Rostes

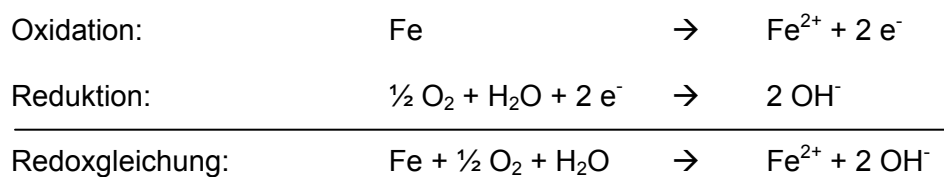
Rost ist das Korrosionsprodukt, das aus Eisen oder Stahl durch Oxidation mit Sauerstoff in Gegenwart von Wasser entsteht. Dabei kann sich Rost im Gegensatz zur Oxidschicht vieler anderer Metalle nicht vor weiterer Zersetzung schützen, da er porös ist. „Die Verwitterung von Eisenwerkstoffen an Luft und Wasser zu Rost verursacht weltweit jährlich Schäden in Milliardenhöhe.“ [1]

### B) Der Rostvorgang

Bei der Korrosion wird das Metall in seine Ionen überführt. Der Rostvorgang am Eisen beginnt durch den Angriff von Sauerstoff und Wasser (Sauerstoffkorrosion) oder Protonen (Säurekorrosion) auf die Metalloberfläche [1].

#### a) Sauerstoffkorrosion

Bei der Sauerstoffkorrosion handelt es sich um eine Verwitterung des Eisens zu Rost. Sauerstoff ist dabei Oxidationsmittel und nimmt Elektronen auf, d. h. er wird reduziert [1]. Das unedle Eisen wirkt als Reduktionsmittel und wird oxidiert, gibt also Elektronen ab. Es handelt sich hierbei um eine Redoxreaktion [2].



Eisen(II)-hydroxid reagiert anschließend mit Sauerstoff zu Eisen(III)-oxid-hydroxid (= Rost):  
 $4 \text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{FeO(OH)} + 2 \text{H}_2\text{O}$

### Versuch zum Rostvorgang: [2, 3]

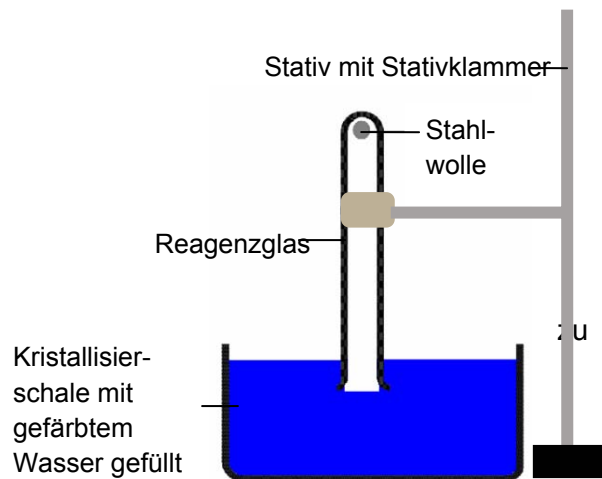
#### Chemikalien und Geräte

kleines Reagenzglas  
Becherglas /Kristallisierschale  
Tintenpatrone

H<sub>2</sub>O, Wasser  
 Stahlwolle (mit Wasser angefeuchtet)  
 Stativklemme und Stativ

### Durchführung

Der Versuch wird, wie es in Abbildung 1 sehen ist, aufgebaut.



**Abbildung 1: Versuchsaufbau:  
Rosten von Stahlwolle**

### Beobachtung

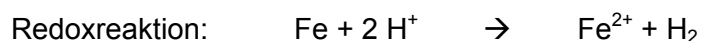
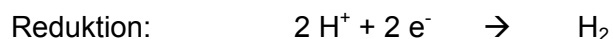
Nach einigen Minuten steigt das Wasser im Reagenzglas nach oben.

### Erklärung

Die Stahlwolle rostet und bindet den im Reagenzglas befindlichen Sauerstoff. Es entsteht ein Unterdruck, der das Wasser nach oben saugt. Wird die Stahlwolle nicht befeuchtet, steigt das Wasser nicht hoch. Damit wird gezeigt, dass beim Rostvorgang Wasser und Sauerstoff benötigt werden.

## **b) Säurekorrosion**

Im Fall einer Säure- oder Wasserstoffkorrosion entziehen die Protonen der Säure dem Metall Elektronen: Eisen reagiert mit den Wasserstoff-Ionen der Säure im Wasser zu Eisen-(II)-Kationen. Die Wasserstoff-Ionen reagieren zu Wasserstoff (gasförmig), da sie die Elektronen des Eisens aufnehmen [1]. Es gilt festzustellen, dass eine Säure, im Gegensatz zu Wasser, keine unerlässliche Voraussetzung für die Bildung von Rost ist. [4]



## **C) Beschleunigung und Verhinderung des Rostvorgangs**

### **a) Versuch zu förderlichen/ nicht fördernden Bedingungen des Rostens [2, 4]**

#### Chemikalien und Geräte

6 Reagenzgläser

6 Eisennägel

H<sub>2</sub>O, Wasser (aus der Leitung und destilliert)

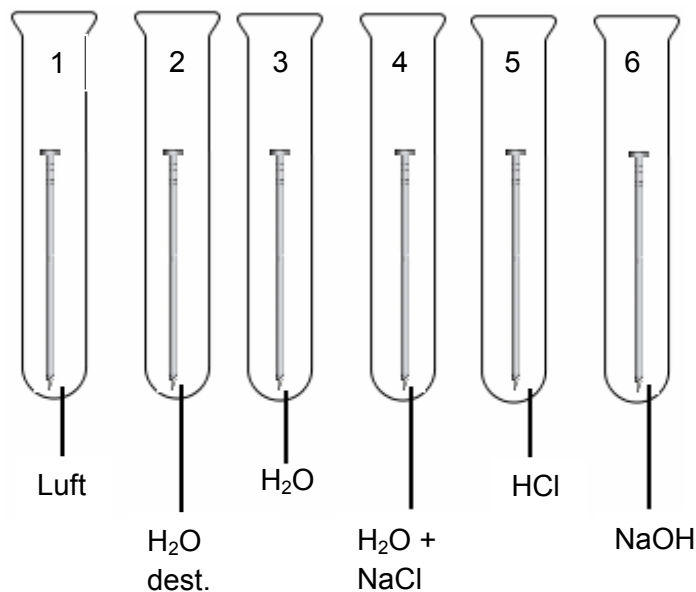
NaCl, Kochsalz

HCl (2N), verdünnte Salzsäure

NaOH (2N), verdünnte Natronlauge

### Durchführung

In jedes Reagenzglas wird ein Eisennagel gegeben. Anschließend werden sie gemäß Abbildung 2 befüllt:



**Abbildung 2: Versuchsaufbau zu förderlichen/ nicht fördernden Bedingungen des Rostens**

Die Reagenzgläser werden eine Woche lang stehen gelassen.

### Beobachtung und Erklärung

**Reagenzglas 1:** keine Veränderung des Nagels

(würde aber der Ansatz lange genug stehen bleiben, würde auch dieser Nagel rosten, da in der Luft auch kleinste Wassertropfen vorhanden sind)

**Reagenzglas 2:** Rostbildung

Sauerstoff und Wasser sind vorhanden, aber nur wenige Ionen.

**Reagenzglas 3:** etwas stärkere Rostbildung als beim destillierten Wasser

Im Leitungswasser sind Ionen enthalten, die das Rosten beschleunigen (Leitfähigkeit des Wassers wird erhöht).

**Reagenzglas 4:** stärkere Rostbildung als im Reagenzglas 3

Auch hier sind Ionen enthalten (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>), die das Rosten beschleunigen.

**Reagenzglas 5:** Der Nagel beginnt sich unter Gasbildung aufzulösen.

Säurekorrosion am Eisennagel, (s. S. 2)

**Reagenzglas 6:** keine Veränderung

Passivierung durch NaOH (Bildung einer schützenden Oxid-Hydroxid-Schicht).

## b) Versuch zum Rostschutz [1, 5]

### Chemikalien und Geräte

5 Petrischalen  
5 Eisennägel (einer davon verzinkt)  
H<sub>2</sub>O, Wasser  
Cu (Draht), Kupferdraht  
Mg (Band), Magnesiumband

### Durchführung

In jede Petrischale wird etwas Wasser gegeben. Anschließend gibt man die Nägel nach folgendem Schema hinzu:

- Ansatz 1:** normaler Eisennagel
- Ansatz 2:** feuerverzinkter Eisennagel
- Ansatz 3:** teilweise lackierter Eisennagel
- Ansatz 4:** Eisennagel mit Cu-Draht umwickelt
- Ansatz 5:** Eisennagel mit Mg-Band umwickelt

Die Petrischalen werden abgedeckt und wiederum 1 Woche lang stehen gelassen.

### Beobachtung und Erklärung

- Ansatz 1:** rostiger Eisennagel (Sauerstoffkorrosion)
- Ansatz 2:** kein Rost, da Eisen durch Zinkschicht geschützt wird
- Ansatz 3:** kein Rost an lackierten Stellen, da Eisen durch Lackierung geschützt wird
- Ansatz 4:** starke Rostbildung an Stellen, die mit Cu-Draht in Kontakt sind, da das unedlere Eisen als Opferanode für den Cu-Draht dient
- Ansatz 5:** kein Rost an Stellen, die mit Mg-Band in Kontakt sind, da das unedlere Magnesiumband als Opferanode wirkt und anstelle des Eisens oxidiert wird

Eine Opferanode wird zum Schutz von Eisengegenständen verwendet und besteht aus einem unedleren Metall als Eisen, wie zum Beispiel Magnesium oder Zink, die beide ein stark negatives Potential aufweisen. Das zu schützende Metall, in diesem Fall Eisen, wird mit der Opferanode leitend verbunden. Es entsteht ein Lokalelement, bei dem das zu schützende Metall als Kathode und das unedlere Metall als Anode fungiert. Gemäß der Spannungsreihe wird das unedlere Metall oxidiert. Als Elektrolyt dient dabei Wasser. Opferanoden werden vor allem bei Eisengegenständen im Erdreich bzw. bei solchen, die mit Meerwasser in Berührung kommen, eingesetzt [4, 5].

## D) Rostentfernung [6, 7]

### Chemikalien und Geräte

Petrischale  
C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>, Citronensäure  
H<sub>2</sub>O, Wasser

### Durchführung

Man gibt etwas Wasser und ungefähr einen Teelöffel voll Citronensäure in die Petrischale und erwärmt die Lösung, bis sich die Citronensäure komplett aufgelöst hat. Dann gibt man in die warme Lösung einen rostigen Eisennagel.

### Beobachtung und Erklärung

Der Rost löst sich vom Nagel. Das Eisenoxid-hydroxid wird von der Citronensäure als Eisenkomplex gelöst.

Wenig Rost lässt sich mit einer schwachen Säure abwaschen. Damit die Säure das Metall nicht angreift, spült man sie anschließend mit reichlich Wasser ab. Der gerostete Teil des Metalls geht dabei aber verloren [1].

## **E) Bezug zum Unterricht [8]**

Das Thema „Rost und Rostschutz“ wird nicht explizit im Lehrplan erwähnt. Für die 9. Jahrgangsstufe am naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasium (NTG 2) wird aber unter anderem vorgeschlagen, die Thematik „Korrosion“ unter dem Aspekt „Redoxvorgänge in Alltag und Technik“ (s. C<sub>NTG</sub> 9.6: „Redoxvorgänge in Natur und Technik“) zu unterrichten.

## **Literaturverzeichnis**

[1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Rost> (Stand: 20.06.2010)

[2] C. E. Mortimer, U. Müller: Das Basiswissen der Chemie, 9. Auflage, George Thieme-Verlag, Stuttgart, 2007, S. 371.

[3] H. Boeck, H. Keune: Chemische Schulexperimente, Band 3, Anorganische Chemie, zweiter Teil, 1. Auflage, Verlag Harry Deutsch, Thun, Frankfurt/M. 1978, S. 231.

K. Häusler, H. Rampf, R. Reichelt: Experimente für den Chemieunterricht, 2. Auflage, Oldenbourg-Schulbuchverlag GmbH, München, Düsseldorf, Stuttgart, 1991, S. 82.

[4] H. R. Christen, G. Meyer: Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie, Otto Salle-Verlag GmbH & Co, Frankfurt am Main, 1997, S. 396-398.

J. Falbe, M. Regitz: Römpp-Lexikon Chemie, Band 5, PI – S, 9. Auflage, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, 1992, S. 3921-3923.

[5] <http://de.wikipedia.org/wiki/Korrosionsschutz> (Stand: 20.06.2010)

[6] <http://de.wikipedia.org/wiki/Citronens%C3%A4ure> (Stand: 10.08.2010)

[7] J. Falbe, M. Regitz: Römpp-Lexikon Chemie, Band 1, A – Cl, 10., völlig überarbeitete Auflage, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, 1996, S. 759-760.

[8] <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26447> (Stand: 20.06.2010)