



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Korrosion ist nicht nur Rost allein!

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Korrosion ist nicht nur Rost allein

Was passiert beim Rosten, welche Bedingungen wirken förderlich und wie kann Rostbildung verhindert werden?

Renate Ruhwinkel, Marl

Niveau: Sek. II

Dauer: 9–10 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 4 Unterrichtsstunden)

Kompetenzen: Die Schülerinnen und Schüler* können ...

- Gesetzmäßigkeiten vermuten, Hypothesen bilden
- Versuche planen, durchführen und auswerten
- Experimente, Erkenntnisse und Fakten in angemessener Fachsprache präsentieren

Der Beitrag enthält Materialien für:

- ✓ offene Unterrichtsformen
- ✓ Schülerversuche
- ✓ kooperative Methoden



Thinkstock/iStock

I/E

Hintergrundinformationen

Der Begriff **Korrosion** ist den Schülern in der Regel nicht bekannt, obwohl Schäden durch Korrosion an Gebäuden und Werkstoffen jährlich in die Milliarden gehen. Lediglich das Phänomen **„Rosten“** kennt jeder, da dies ein eindeutiger Vorgang ist, der an Gegenständen aus Eisen für jeden offensichtlich geschieht.

Der Name Korrosion stammt vom lateinischen Begriff „corrodere“ = zerfressen, zernagen ab, was zum Ausdruck bringt, dass alle Korrosionsprozesse mit der Zerstörung von Material einhergehen.

Früher waren es vor allem Autos, bei denen man die Rostbildung beobachten konnte, heute kann man dies durch die verzinkten Karosserien und die Verwendung von Kunststoffen an Autos kaum mehr finden. Allerdings gibt es im Haushalt und im Garten noch genügend Gegenstände, an denen Rost entsteht.

Rost ist zwar die bekannteste Art der Korrosion, stellt aber nur einen kleinen Teil der Vorgänge dar, die man unter Korrosion zusammenfasst.

Allgemein versteht man unter Korrosion alle Vorgänge, bei denen ein Material mit seiner Umgebung reagiert.

Enger gefasst spricht man von Korrosion, wenn ein metallischer Werkstoff mit seiner Umgebung reagiert, wobei dies zu einer messbaren Veränderung des Werkstoffs führt und es damit zu einer Beeinträchtigung der Funktion des betroffenen Bauteils oder des ganzen Systems kommt.

Im chemischen Sinne ist Korrosion eine elektrochemische Reaktion eines Materials, zum Beispiel mit Sauerstoff, Säure, Wasser, Mikroorganismen etc. Neben künstlichen Zersetzungserscheinungen durch die Einwirkung korrosiv wirkender Stoffe treiben vor allem natürliche Verwitterungsprozesse die Korrosion verschiedenster Materialien voran.

Bei der Korrosion von Metallen unterscheidet man die Korrosion in oxidierenden Gasen (die man auch als chemische Korrosion bezeichnet) und die elektrochemische Korrosion. In beiden Fällen handelt es sich um einen elektrochemischen Vorgang, d. h. einer Redoxreaktion.

* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet. Schülerinnen sind genauso gemeint.

Bei der **chemischen Korrosion** bildet die Metalloberfläche die Anode, die Kathode wird von der Grenzfläche zwischen Deckschicht und Gasphase gebildet.

Beispiele für chemische Korrosion sind die Bildung von Oxidschichten verschiedener Metalle an der Luft, z. B.

Passivierung von Aluminium: $4 \text{ Al} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Al}_2\text{O}_3$

Zundern von Stahl: $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{FeO} / \text{Fe}_3\text{O}_4 / \text{Fe}_2\text{O}_3$

Von **elektrochemischer Korrosion** spricht man bei der Metallkorrosion in wässrigen Elektrolyten. Dabei laufen an der Metalloberfläche mindestens zwei Elektrodenreaktionen gleichzeitig ab, wobei das Metall oxidiert und das korrosive Agens reduziert wird. Die elektrochemische Korrosion kann noch einmal in die a) **Sauerstoff-** und die b) **Säurekorrosion** unterteilt werden.

Bei der **Sauerstoffkorrosion** reagieren die in der Elektrolytlösung gelösten Sauerstoffmoleküle mit Wasser zu Hydroxid-Ionen, die dann mit dem Metall Oxide und Hydroxide bilden können. Das Rosten von Eisen ist beispielsweise eine Sauerstoff-Korrosion.

$\text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^- \rightarrow 4 \text{ OH}^-$ Reduktion von Sauerstoff

$4 \text{ Me} + \text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{ Me}^+ + 4 \text{ OH}^-$ Oxidation des Metalls

Die **Wasserstoff- oder Säurekorrosion** ist eine Form der Korrosion bei Metallen, die in Anwesenheit von Wasser, jedoch unter Sauerstoffmangel, zur Bildung von elementarem Wasserstoff führt. Neben der Sauerstoffkorrosion ist sie ebenfalls an der Bildung von Rost beteiligt.

$\text{Me} \rightarrow \text{Me}^{2+} + 2 \text{ e}^-$ Oxidation des Metalls

$2 \text{ H}_3\text{O}^+ + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ Reduktion von Oxonium-Ionen

Für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe sind vor allem die elektrochemische Korrosion und exemplarisch dabei Korrosionsvorgänge an Eisen von Bedeutung. Dieses Thema dient als Ergänzung und Erweiterung des Wissens über Elektrochemie und elektrochemische Vorgänge.

Hinzu kommen noch die Betrachtungen von Maßnahmen zum Korrosionsschutz. Diese Betrachtungen dienen zum einen als Transfer des Gelernten, indem die Schüler ihr Wissen über Bedingungen zur Korrosion anwenden können, um Maßnahmen zum Schutz vor Korrosion zu planen und zu beurteilen. Zum anderen können die Schüler ihre Bewertungskompetenz schulen, indem sie Kosten und Nutzen verschiedener Maßnahmen vergleichend beurteilen.

Beim Schutz vor Korrosion unterscheidet man **aktive** und **passive** Verfahren.

1. Aktiver Korrosionsschutz

Von aktivem Korrosionsschutz spricht man, wenn die Maßnahmen direkt in den Korrosionsprozess eingreifen. Dies sind:

- **Kathodischer Korrosionsschutz**, bei dem das zu schützende Metall mit einem unedleren leitend verbunden wird (Opferanode) bzw. bei dem das Metall mit einer anderen metallischen Struktur verbunden wird, die über eine Fremdstromversorgung zur Anode geschaltet wird.
- **Entfernung bzw. Reduzierung der Wirkung der angreifenden Stoffe**. Hierbei werden dem Metall Reduktionsmittel oder Inhibitoren zugesetzt, die die Wirkung der angreifenden Stoffe reduzieren oder hemmen.

2. Passiver Korrosionsschutz

Von einem passiven Korrosionsschutz spricht man, wenn die das Metall angreifenden Stoffe vom zu schützenden Metall ferngehalten werden. In der Regel sind dies spezielle Überzüge, die das Metall schützen.

– Anorganische und organische Überzüge:

Hierzu zählt man Oxide, Phosphate, Silikate, Emaille, Zement, Gummi, Kunststoffe, Lackierungen und Anstriche.

– Metallische Überzüge:

Das zu schützende Metall kann mit einer Schicht edleren oder unedleren Metalls überzogen werden. Beispiele sind das Verkupfern oder Verzinken von Eisen.

– **Passivierung**, bei dem das zu schützende Metall mit einem anderen Metall überzogen wird, das eine passivierende Oxidschicht bildet

Hinweise zur Didaktik und Methodik

Die beschriebene Unterrichtsreihe vereint Aspekte der Schüleraktivierung mit kooperativen Arbeitsformen. Zunächst erforschen die Schüler arbeitsteilig experimentell das Phänomen „Rosten“. In der nachfolgenden Phase des Austausches und Peer-Teachings erschließt sich für alle die Gesamtheit des Themas.

Zum **Einstieg** werden die Schüler mit dem Phänomen „Korrosion“ in einer ihnen bekannten Weise konfrontiert, indem sie die Fotos auf Folie **M 1** betrachten. Über diese Bilder ergeben sich Assoziationen zum Phänomen Rost, wie sie ihn aus ihrem Alltag kennen. Es bleibt zu ergänzen, dass a) Korrosion mehr ist als nur Rosten bzw. Rosten nur ein Phänomen des Themas Korrosion ist und b) dass Korrosion ein ernstzunehmendes wirtschaftliches Problem darstellt (z. B. geht man davon aus, dass mehr als 4 % des Bruttosozialproduktes eines Landes durch Korrosion verloren gehen).

Diese Reihe ist in die **Phase 1: Korrosionsvorgänge** und **Phase 2: Schutz vor Korrosion** gegliedert.

In der **1. Phase (M 2–M 4)** sind die Beschreibungen der **Experimente** vorgegeben. Durch diese Experimente sollen die Schüler experimentell erforschen, welche elektrochemischen Vorgänge bei der Korrosion von Eisen stattfinden und welche Bedingungen den Korrosionsvorgang unterstützen. Zur Erklärung ihrer Beobachtungen müssen sie dabei ihr Wissen über Redoxvorgänge und ihre Kenntnisse über Formulierung elektrochemischer Gleichungen anwenden. Die Arbeitsweise ist dem Gruppenpuzzle, wie es im kooperativen Lernen angewendet wird, vergleichbar, nur führen die Schüler vor der Einzelarbeitsphase die Experimente in Gruppen (Gruppe A: M 2, Gruppe B: M 3, Gruppe C: M 4) durch. Die Auswertung des durchgeführten Experiments erfolgt dann in Einzelarbeit, bevor sich die „Experten“ (die gemeinsam ein Experiment durchgeführt haben) zum Austausch treffen und ihre Ergebnisse vergleichen. Erst nach dieser Absicherung der Ergebnisse in der Expertengruppe wird von je einem Experten das Experiment und die dem Experiment zugrunde liegende Erklärung in der Stammgruppe vorgestellt.

Nach dieser Vorstellungsrunde haben die Schüler die elektrochemische Sauerstoffkorrosion und die Bedingungen für diese Art der Korrosion kennengelernt. Mithilfe eines Informationstextes werden die Schüler mit anderen Formen der Korrosion konfrontiert und sie können ihr Wissen um Korrosion an anderen Metallen erweitern.

In der **2. Phase** sollen die Schüler nun **selbst Ideen entwickeln**, wie Eisen vor Korrosion geschützt werden könnte. Nach einer Sammlung von Vorschlägen erhalten die Schüler eine Art Interaktionsbox (**M 6**), in der sich Dinge wie Kupferdraht, Lack usw. befinden, also sinnvolle und weniger sinnvolle Dinge, die sich zur experimentellen Überprüfung der Vorschläge zum Korrosionsschutz verwenden lassen. Vor allem finden die Schüler in den Kästen die aus der 1. Phase bekannten Nachweischemikalien wieder, mit denen sich eine Korrosion bzw. eine Oxidation des Metalls zeigen lassen.

Nun können die Schüler experimentell überprüfen, ob ihr Vorschlag zum Korrosionsschutz „funktioniert“. Dabei können die Schüler in Gruppen zusammengefasst werden, die den gleichen oder einen ähnlichen Vorschlag gemacht haben.

Nach dieser Phase des Experimentierens stellen die Gruppen ihre Ergebnisse vor. Im Plenum werden die Möglichkeiten zum Korrosionsschutz zusammengetragen und mit den tatsächlich verwendeten Korrosionsschutzmaßnahmen verglichen.

Durchführung

Ein gewisses Problem liegt darin, dass die zu beobachtenden Korrosionsvorgänge mehrere Tage benötigen. Daher muss der 1. Teil der Unterrichtsreihe so geplant werden, dass zwischen den Stunden ausreichend Zeit liegt. Wenn das nicht möglich ist, muss die Durchführung durch den Lehrer geschehen und die Schüler können die Beobachtungen machen. Evtl. lässt sich parallel arbeiten, d. h., die Schüler machen den Versuchsansatz und bekommen dann vom Lehrer die Ergebnisse aus vorbereiteten Ansätzen.

Literatur

Praxis der Naturwissenschaften, Heft 5/45, 15. Juli 1996: Korrosion

- Beschrieben werden Korrosionsphänomene beim maschinellen Spülen von Tafelsilber. Ausgehend von elektrochemischen und anwendungstechnischen Untersuchungen werden die Phänomene erläutert und Lösungsansätze vorgestellt. Darüber hinaus werden Korrosionsschutzmaßnahmen vorgestellt und spezielle Experimente zur Korrosion für die Sekundarstufe II vorgestellt.

Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, Heft 12/2001: Rost frisst sie alle

- In diesem Heft werden drei Korrosionsversuche mit Eisen(III)-Ionen als Korrosionsmittel vorgestellt. Es wird mit „edlem Rost“ und Kupfer, Silber und schließlich einigen Münzmetallen experimentiert.

Internet

Korrosion und Korrosionsschutz, Schulversuchspraktikum, Uni-Göttingen,
<http://unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/k111-12.php>

Der Schwerpunkt liegt auf dem Thema Korrosionsschutz und beinhaltet Lehrer- und Schülerversuche.

www.chemieunterricht.de/dc2/auto/korrosio.htm

Auf Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie finden Sie Experimente und gute Erklärungen zum Thema „Warum Autos und Brücken rosten: Korrosion“.

chids.online.uni-marburg.de/dachs/expvotr/740Korrosion_Adam.pdf

Auf dieser Site finden Sie das Skript zum Experimentalvortrag „Korrosion“ inklusive Experimenten zur Korrosion und zum Korrosionsschutz. Kathrin Adam, **Korrosion: Experimentalvortrag vom 18.01.2009**, Chemie in der Schule, Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Chemie.

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
 ⌚ D = Durchführungszeit Fo = Farbfolie

GBU = Gefährdungsbeurteilung # Die Gefährdungsbeurteilungen finden Sie auf  **CD 54.**

M 1	Fo	Rost – dekorative Kunst versus wirtschaftliche Schäden
M 2	SV, Ab, GBU#	Korrosion an einem galvanischen Element
	⌚ V: 30 min ⌚ D: 2–3 Tage	<input type="checkbox"/> Eisen- bzw. Stahlnägel (unverzinkt) <input type="checkbox"/> Aceton   <input type="checkbox"/> rotes Blutlaugensalz $K_3[Fe(CN)_6]$ <input type="checkbox"/> Phenolphthalein (w = 0,1 %)  <input type="checkbox"/> Wasser, dest. <input type="checkbox"/> ggf. verdünnte Salzsäure   oder verdünnte Natronlauge  zur Korrektur des pH-Wertes <input type="checkbox"/> Gelatine <input type="checkbox"/> NaCl <input type="checkbox"/> Kupferdraht d = ca. 0,5 mm <input type="checkbox"/> Zinkdraht d = ca. 0,5 mm <input type="checkbox"/> Petrischalen d = 100 mm (Kunststoff oder Glas) <input type="checkbox"/> Spatel <input type="checkbox"/> Becherglas 200 ml <input type="checkbox"/> Heizplatte <input type="checkbox"/> pH-Papier <input type="checkbox"/> Waage
M 3	SV, Ab, GBU#	Unter welchen Bedingungen rostet Eisen?
	⌚ V: 15 min ⌚ D: 5–6 Tage	<input type="checkbox"/> Natriumchlorid für Kochsalzlösung <input type="checkbox"/> Aceton   <input type="checkbox"/> Wasser, dest. <input type="checkbox"/> rotes Blutlaugensalz $K_3[Fe(CN)_6]$ <input type="checkbox"/> Phenolphthalein (w = 0,1 %)  <input type="checkbox"/> 5 Stahlbleche oder Eisen- bzw. Stahlnägel (unverzinkt) <input type="checkbox"/> 5 Reagenzgläser <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasständer <input type="checkbox"/> 2 Gummistopfen <input type="checkbox"/> Spatel <input type="checkbox"/> Erlenmeyerkolben <input type="checkbox"/> Brenner <input type="checkbox"/> Dreifuß
M 4	SV, Ab, GBU#	Rosten von Eisen – elektrochemische Vorgänge
	⌚ V: 30 min ⌚ D: 3–4 Tage	<input type="checkbox"/> Eisen- bzw. Stahlnägel (unverzinkt) <input type="checkbox"/> Aceton   <input type="checkbox"/> rotes Blutlaugensalz $K_3[Fe(CN)_6]$ <input type="checkbox"/> Gelatine <input type="checkbox"/> NaCl <input type="checkbox"/> Phenolphthalein (w = 0,1 %)  <input type="checkbox"/> Wasser, dest. <input type="checkbox"/> Petrischalen d = 100 mm (Kunststoff oder Glas) <input type="checkbox"/> ggf. verdünnte Salzsäure   oder verdünnte Natronlauge  zur Korrektur des pH-Wertes <input type="checkbox"/> Spatel <input type="checkbox"/> Heizplatte <input type="checkbox"/> pH-Papier <input type="checkbox"/> Becherglas 200 ml <input type="checkbox"/> Waage

M 5 Ab Korrosionsvorgänge – eine Übersicht**M 6 SV, Ab, GBU# Interaktionsbox: Maßnahmen zum Korrosionsschutz**

⌚ V: 30 min

⌚ D: 90 min

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Kupferdraht | <input type="checkbox"/> Dinatriumhydrogenphosphat (oder Calgon) |
| <input type="checkbox"/> Magnesiumband | <input type="checkbox"/> Verdünnung   |
| <input type="checkbox"/> Kupfersulfat-Lösung (w = 5 %)   | <input type="checkbox"/> Phenolphthalein  |
| <input type="checkbox"/> Zinkchlorid-Lösung (w = 5 %)    | <input type="checkbox"/> Petrischale d = 100 mm |
| <input type="checkbox"/> Aceton   | <input type="checkbox"/> Akopad (Edelstahlschwamm) |
| <input type="checkbox"/> Spülmittel | <input type="checkbox"/> Becherglas |
| <input type="checkbox"/> Rostschutzfarbe | <input type="checkbox"/> Tiegelzange |
| <input type="checkbox"/> Zinkfarbe | <input type="checkbox"/> Pinsel |
| <input type="checkbox"/> Korrosionsindikator-Reagenz (siehe M 2–M 4) | |
| <input type="checkbox"/> Eisen- bzw. Stahlnägel (unverzinkt) | |

M 7 Ab Korrosionsschutz – eine Übersicht**Minimalplan**

Als Minimalprogramm bei großem Zeitmangel bietet sich an, nur die 1. Phase praktisch durchzuführen. Die Maßnahmen zum Schutz vor Korrosion lassen sich exemplarisch im Lehrerversuch oder sogar auch nur im Lehrervortrag vorstellen.

Alternativ lässt sich die Unterrichtseinheit auf **vier Stunden** kürzen. Die Planung sieht dann wie folgt aus:

1. Stunde (M 1–M 4)	Steigen Sie mit Farbfolie M 1 ein, geben Sie dann die Definition Gegenstand – Stoff vor und gehen Sie direkt zu den Versuchen M 2–M 4 und lassen Sie die Schüler die Versuchsansätze machen.
2. Stunde (M 5)	Die Schüler machen die Beobachtungen an vorbereiteten Ansätzen und formulieren die Erkenntnisse und die Redoxgleichungen. Das Zusammentragen der Ergebnisse erfolgt im Unterrichtsgespräch. Input und Kontrolle: M 5
3. Stunde (M 6)	Lassen Sie die Schüler die Versuche zum Korrosionsschutz nach den Versuchsvorschriften aus der Lösung zu M 6 durchführen.
4. Stunde (M 7)	Zusammentragen der Ergebnisse zum Korrosionsschutz und Abschlussbesprechung und M 7 als Hausaufgabe.

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 17.



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Korrosion ist nicht nur Rost allein!

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



© Thinkstock