

UNTERRICHTS MATERIALIEN

Chemie



Rosten – kein altes Eisen

Grundlagen und Anwendungsgebiete des Rostes betrachten

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Chemie

Ausgabe 5/2019

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60a UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Kleinanzahl und vielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmitteln (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in einem Netzwerk bereitgestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Internetseiten von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, die für Experimente nötigen Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein zusätzlicher Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst angehalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie alles ordnungsgemäß zu entsorgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörde.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der Raabe-Gruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon +49 711 62900-0
Fax +49 711 62900-60
mailto:me@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Bugra Bozan
Satz: Rösel-MEDIA GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Bildbearbeitung: Titel: Dr. Ruggero Noto La Diega
Korrektur: Josef Mayer

Rosten – kein altes Eisen

Autoren: Dennis Dietz und Dr. Ruggero Noto La Diega

Methodisch-didaktische Hinweise	
Material	3
M 1: Korrosion chemisch betrachtet	3
M 2: Korrosionsschutzmaßnahmen	6
M 3: Was tun gegen Rost?	9
M 4: Rosten gezielt nutzen: Wärmepflaster	12
M 5: Versuch: Nachweis der Inhaltsstoffe eines Wärmepflasters	15
M 6: Weitere Anwendungen für Rost	18
Lösungsvorschläge	20
M 1: Korrosion chemisch betrachtet	20
M 2: Korrosionsschutzmaßnahmen	24
M 3: Was tun gegen Rost?	28
M 4: Rosten gezielt nutzen: Wärmepflaster	31
M 5: Versuch: Nachweis der Inhaltsstoffe eines Wärmepflasters	35
M 6: Weitere Anwendungen für Rost	37
Literatur	39

Kompetenzprofil

- Niveau: vertiefend
- Fachlicher Bezug: Redoxreaktionen, Thermodynamik
- Methode: Einzelarbeit, Partnerarbeit, Klausuraufgabe
- Basiskonzepte: Konzept der chemischen Reaktion, Energiekonzept
- Erkenntnismethoden: Modellversuche planen, Versuche zum Nachweis der Inhaltsstoffe eines Wärmepflasters durchführen
- Kommunikation: Erstellen von Übersichten wie Fließdiagramme, Beantworten eines Forumsbeitrags
- Bewertung/Reflexion: Reflexion der Namensgebung bei Rostentfernungsmitteln, Beurteilen der Notwendigkeit von Verbraucherhinweisen auf Verpackungen für Wärmepflaster
- Inhalt in Stichworten: Rost, Redoxreaktion, Korrosion, Korrosionsschutz, Rostumwandler, Rostlöser, Rostentferner, Wärmepflaster, Trinkwasserbehandlung, Katalyse.

Rosten – kein altes Eisen

Methodisch-didaktische Hinweise

So wie Lebewesen altern, so unterliegen metallische Werkstoffe der Korrosion. Im Fall von Eisen spricht man von Rosten. Die Schülerinnen und Schüler kennen Rost aus dem Alltag. So verursacht das Rosten jährlich Schäden in Milliardenhöhe und ist beispielsweise an Autos, Schiffen, Fahrrädern und altem Werkzeug zu beobachten. Damit eignet sich das Thema Rost für eine materialgestützte Aufgabe in Sinne des Unterrichtsansatzes Chemie im Kontext.

Die vorliegende Lernaufgabe besitzt als fachsystematische Schwerpunkte die Redoxchemie sowie die Thermodynamik. Im Zuge der Bearbeitung der Aufgaben werden Kompetenzen aus allen vier Kompetenzbereichen geschult. Für den Kompetenzbereich Fachwissen spielen in dieser Lernaufgabe die Basiskonzepte der chemischen Reaktion und der Energie eine wichtige Rolle. Sowohl für die Entstehung von Rost als auch für das Verständnis von Korrosionsschutzmaßnahmen sind Redoxreaktionen und damit das Donator-Akzeptor-Konzept in Bezug auf Elektronen von Bedeutung (**M 1** und **M 2**). Im Kontext von Wärmepflastern werden energetische Betrachtungen zum Rostprozess angestellt (**M 4**). Dabei müssen die Schülerinnen und Schüler den Satz von Hess anwenden und den Umgang mit den Größen Enthalpie und Entropie üben. Der sechste Materialteil gibt außerdem einen Überblick über weitere Anwendungsgebiete von Rost, u. a. in der Katalyse (**M 6**).

Kompetenzen aus dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung werden dadurch gefördert, dass die Schülerinnen und Schüler Modellversuche planen sollen. Im Materialteil „warum gegen Rost?“ wird die Frage aufgeworfen, inwieweit käufliche Rostbeseitigungsprodukte durch günstige Haushaltsmittel ersetzt werden können (**M 3**). Im Zusammenhang mit den theoretischen Ausführungen zu Wärmepflastern soll in einem Modellversuch die Rolle des Sauerstoffs demonstriert werden (**M 4**). In beiden Fällen ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler das Prinzip der Variablenkontrolle beachten. Außerdem können sie die Inhaltsstoffe eines Wärmepflasters durch verschiedene Versuche nachweisen (**M 5**).

Hier müssen die gemachten Versuchsbeobachtungen unter Verwendung von Reaktionsgleichungen ausgewertet werden.

Der Kompetenzbereich Kommunikation wird dadurch berücksichtigt, dass von den Schülerinnen und Schülern an gegebener Stelle ein Wechsel der Darstellungsebene gefordert wird. So sollen Übersichten und Fließcharts erstellt werden. Im Materialteil **M 3** soll außerdem eine Antwort auf einen Forumseintrag formuliert werden. Auf diese Weise wird die adressatengerechte Kommunikation fachwissenschaftlicher Inhalte geübt.

Kompetenzen aus dem Kompetenzbereich Bewegung werden ebenfalls gefördert. So müssen die Sicherheitshinweise auf den Verpackungen von Wärmepflastern reflektiert werden (**M 4**). Außerdem sollen die verwendeten Begrifflichkeiten für Mittel der Rostbeseitigung (Rostentferner, Rostlöser und Rostumwandler) kritisch betrachtet werden (**M 3**).

Unterrichtsverlauf:

Es kann mit den Arbeitsaufträgen in Gruppen bearbeitet werden. So können einzelne Aufgaben herausgenommen und als Hausaufgabe erteilt werden. Einzelne Materialien inklusive derer Aufgaben eignen sich auch als Klausuraufgaben.

Zeitbedarf:

Als zeitlichen Rahmen für diese Aufgabe werden 180 min empfohlen.

M 1 Korrosion chemisch betrachtet

Eisen bzw. die zum größten Teil aus Eisen bestehende Legierung Stahl stellt weltweit aufgrund seiner Eigenschaften einen der allerwichtigsten Werkstoffe dar. Eisen wird im Hochofen durch Reduktion von Eisenerzen (überwiegend Fe_2O_3) durch Kohlenstoffmonoxid gewonnen. Um sich die enorme Bedeutsamkeit dieser Werkstoffe zu vergegenwärtigen, genügt ein Blick in die Umgebung: Brücken, Schienen, Töpfe, Maschinen aller Art und vieles mehr bestehen aus Eisen. Eisen ist somit allgegenwärtig und aus unserer Welt nicht wegzudenken. Seine weltweite Produktion belief sich im Jahr 2016 auf 1,8 Milliarden Tonnen. Diese Masse übertrifft die aller anderen metallischen Werkstoffe, zusammen betrachtet, um über das Zehnfache.

Eisen und viele seiner Legierungen sind jedoch anfällig gegenüber Korrosion. Das Rosten von Eisen verursacht finanzielle Einbußen von ca. drei Prozent der Wirtschaftsleistung. Allein in Deutschland verrostet damit jährlich 70 Milliarden Euro. An diesen Zahlen zeigt sich die Relevanz von Korrosionsschutzmaßnahmen, ein immer noch aktuelles Forschungs- und Kostenfeld. Rost ist kein altes Eisen.

Was ist aber Rost (elektro-)chemisch betrachtet? Rost ist Eisenoxidhydroxid $\text{FeO}(\text{OH})$ und bildet sich durch die Reaktion von Eisen (bzw. Stahl) mit Sauerstoff und Wasser. Rost hat eine lockere, poröse Beschaffenheit und blättert leicht ab, sodass der Korrosionsvorgang sich nach und nach bis in die tieferen Metallschichten ausbreiten kann. Deswegen kann umgangssprachlich auch gesagt werden, dass der Rost sich durchfrisst.

Je nach Bedingungen überwiegt die Sauerstoffkorrosion oder die Säurekorrosion. Besonders korrosionsgefährdet sind Werkstoffe aus Eisen, die entweder als Verunreinigung Fremdmetalleinschlüsse beinhalten oder in die Bestandteile wie Niete oder Schrauben aus anderen Metallen eingesetzt worden sind. Die räumliche Nähe bzw. der Kontakt zwischen zwei unterschiedlichen Metallen führt wegen der Bildung eines Lokalelementes zur Beschleunigung der Korrosion. Im Falle der Sauerstoffkorrosion wird Sauerstoff in der Reaktion mit Wasser durch die Aufnahme der Elektronen, die von der Oxidation von Eisen stammen, zu Hydroxid-Ionen reduziert. Bei der Säure-Korrosion werden bei der Oxidation

von Eisen zwei Elektronen dem Oxonium-Ion übertragen, dabei entstehen Wasserstoff und Wasser. Bei beiden Korrosionsarten reagieren die Eisen-(II)-Ionen im weiteren Reaktionsverlauf zu Eisenhydroxid, das wiederum mit Sauerstoff zu Eisenoxidhydroxid (Rost) und Wasser reagiert.

Wie die Erfahrung zeigt, rostet jedoch Eisen auch ohne die Wechselwirkung mit einem Fremdmetall. Was passiert dabei? Stellen wir uns einen Tropfen Wasser auf einer Oberfläche aus Eisen vor. Bei dieser Oberfläche wird die Korrosion etwas mittig unter dem Wassertropfen ansetzen, diese Eisenportion fungiert als Anode. Die nasse Eisenoberfläche am Rand des Wassertropfens bildet hingegen die Kathode, sodass es bei Eisenkorrosion auch in Abwesenheit anderer Metalle ebenfalls zur Bildung eines Lokalelementes kommt. Die Eisenportion nahe am Rand des Wassertropfens bildet die Kathode, weil dort die Sauerstoffkonzentration unmittelbar hinter der Phasengrenze Luft/Wasser höher als im Inneren des Tropfens ist. Soll die Sauerstoff-Korrosion durch Säure-Korrosion intensiviert werden, fände diese auch am Rand des Wassertropfens statt, da die Mitte der Eisenoberfläche als Anode dient.

Aufgaben

- 1 **Stellen** Sie die Reaktionsgleichung der Reduktion von Eisenoxid durch Kohlenstoffmonoxid **auf** und **begründen** Sie den Reaktionstyp. **Berechnen** Sie, wie viel Eisenoxid für die Eisenproduktion von 2016 benötigt worden ist und welchen Kohlenstoffdioxidausstoß die Eisenproduktion von 2016 mindestens verursacht hat.
- 2 Eines der wichtigsten Erzminerale ist Hämatit mit einem Eisenoxid-Gehalt von ca. 70%. Die Dichte von Hämatit beträgt $5,18 \text{ g/cm}^3$. **Berechnen** Sie die für die Produktion von einer Tonne Eisen notwendige Masse und Volumen an Hämatit.
- 3 Zwei Stahlplatten sind durch Kupfernieten miteinander verbunden. **Erklären** Sie unter Angabe von Teilreaktionsgleichungen die hierbei ablaufenden chemischen Reaktionen bis zur Bildung von Rost. **Begründen** Sie für jede Reaktionsgleichung bis hin zur Bildung von Rost anhand von Oxidationszahlen mithilfe des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts, ob es sich um eine Redoxreaktion handelt.

Sie wollen mehr für Ihr Fach? Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



- ✓ **Über 4.000 Unterrichtseinheiten** sofort zum Download verfügbar
- ✓ **Sichere Zahlung** per Rechnung, PayPal & Kreditkarte
- ✓ **Exklusive Vorteile für Grundwerks-Abonent*innen**
 - 20% Rabatt auf Unterrichtsmaterial für Ihr bereits abonniertes Fach
 - 10% Rabatt auf weitere Grundwerke

Jetzt entdecken:
www.raabe.de