

## Bedingungen der Eisenkorrosion

### Versuchsziele

- Rost untersuchen.
- Bedingungen untersuchen, unter denen Eisen rostet.
- Chemisch das Rosten von Eisen beschreiben.

### Grundlagen

Das Wort Korrosion stammt vom lateinischen Wort "corrodere" ab und bedeutet soviel wie zerfressen oder zernagen. Die Definition des Begriffs „Korrosion“ ist genormt. Nach DIN 50900 Teil 1 heißt es: „Korrosion ist die Reaktion eines metallischen Werkstoffes mit seiner Umgebung, die eine messbare Veränderung des Werkstoffes bewirkt und zu einer Beeinträchtigung der Funktion eines metallischen Bauteils oder eines ganzen Systems führen kann.“

Als „Rost“ bezeichnet man für gewöhnlich die Korrosion von Eisen an der Luft oder in wässrigen Lösungen. Erste schriftliche Aufzeichnungen über Rost stammen von Platon (427 – 347 v. Chr.). Er bezeichnete Rost als das Erdige, das sich aus dem Metall ausscheidet.

Eiserne Geräte, die schutzlos im Freien stehen, überziehen sich bald mit einer rotbraunen Rostschicht. Da diese letztlich

die Geräte zerstören kann, werden jährlich große Mengen von Eisen und Stahl vernichtet. Dadurch entsteht ein beträchtlicher wirtschaftlicher Schaden.

In diesem Versuch soll geklärt werden unter welchen Bedingungen die Korrosion von Eisen auftritt.

Aus dem Alltag ist bekannt, dass Gegenstände, die aus Eisen bestehen (z. B. Auto, Fahrrad, Brückengeländer etc.) die Wind und Wetter ausgesetzt sind, anfangen zu rosten.



Es wird untersucht inwieweit Wasser oder Luft bzw. Wasser und Luft die Korrosion von Eisen beeinflussen. Die Versuche werden mit Eisenwolle durchgeführt.



Abb. 1: Versuchsaufbau

## Gefährdungsbeurteilung

Benzin ist ein Gemisch aus verschiedenen flüssigen Kohlenwasserstoffen. Es ist eine entzündbare Flüssigkeit, daher müssen Feuer und ähnliche Zündquellen entfernt werden. Es besteht Aspirationsgefahr, darum sollte mit Benzin nur im Abzug gearbeitet werden. Ein Kontakt mit der Haut sollte vermieden werden, deshalb sollten Schutzhandschuhe aus Gummi getragen werden. Auch weitere persönliche Schutzkleidung (Brille, Kittel) sollten getragen werden.

Benzin, 90 °C – 100 °C	
   	<p><b>Gefahrenhinweise</b></p> <p>H225 Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.</p> <p>H304 Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.</p> <p>H315 Verursacht Hautreizungen.</p> <p>H336 Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.</p> <p>H411 Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.</p> <p><b>Sicherheitshinweise</b></p> <p>P101 Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnungsetikett bereithalten.</p> <p>P102 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.</p> <p>P103 Vor Gebrauch Kennzeichnungsetikett lesen.</p> <p>P210 Von Hitze fernhalten. Nicht rauchen.</p> <p>P260 Dampf/Aerosol nicht einatmen.</p> <p>P262 Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen.</p> <p>P243 Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen.</p> <p>P301+P330+P331 BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen.</p> <p>P301+P330+P331 BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen.</p> <p>P403+P233 Behälter dicht verschlossen an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.</p>
	<p><b>Signalwort:</b></p> <p><b>GEFAHR</b></p>

## Geräte und Chemikalien

1 Tauchrohrmanometer nach Schiele .....	665 936
1 Reagenzglasgestell, 10 Gläser .....	667 054
4 Reagenzglas, Ø 30 mm, aus Satz 10.....	664 045
1 Winkelrohr 90°, 50/50 mm, 8 mm Ø .....	665 232
1 Gummistopfen 1 Loch 8 mm Ø.....	667 261
1 PVC-Schlauch .....	667 180
2 Stativfuß, V-förmig.....	300 02
1 Stativstange 45 cm, 10 mm Ø, Satz 2 .....	301 28ET2
2 Doppelmuffe S.....	301 09
2 Universalklemme 0...80 mm .....	666 555
1 Petrischale aus Glas Ø 100 mm.....	664 183
1 Pinzette, stumpf, 145 mm.....	667 0344
1 Becherglas, Boro 3.3, 250 ml, nF .....	664 130
1 Heizplatte .....	666 767
1 Doppelspatel Edelstahl, 150 mm.....	666 962
1 Eisen, Wolle, 50 g .....	671 8400
1 Benzin, 90°C - 110°C, 250 ml .....	670 8200
1 Färbemittel .....	309 42
1 Glycerin, 99%, 100 ml .....	672 1200
Leitungswasser, Mineralwasser mit Kohlensäure	

## Versuchsaufbau und -vorbereitung

### Vorbereitung

Mit einer Pinzette 4 Stränge Eisenwolle jeweils in Größe einer Haselnuss entnehmen. Dann kleine Bällchen formen. Unter dem Abzug in eine Petrischale etwas Benzin geben. Die Eisenwolle-Bällchen darin eintauchen und mehrmals wenden, um die Eisenwolle zu entfetten, weil Fett an einer Metall-Oberfläche wie ein Rostschutz funktioniert. Wenn sie gut in Benzin getränkt sind, mit der Pinzette herausnehmen und unter dem Abzug trocknen lassen.

4 Reagenzgläser mit den Ziffern 1, 2, 3 und 4 beschriften.

Winkelrohr in den Stopfen gemäß Abbildung 1 einführen. Das Winkelrohr vorher mit Glycerin schmieren, damit es leichter in den Stopfen gleitet.

Dabei darauf achten, dass das Glasrohr vorsichtig in den Stopfen eingeführt wird, Verletzungsgefahr!

Eine Spatelspitze Färbemittel in einem Becherglas mit destilliertem Wasser auflösen.

100 ml Wasser in einem Becherglas auf der Heizplatte erhitzen und ca. 3 Minuten sprudelnd kochen lassen. Dann abkühlen lassen.

### Versuchsaufbau

Aus dem Stativmaterial gemäß Abbildung 1 zwei Stativaufbauten aufbauen. Das Tauchrohrmanometer zur Hälfte mit der Färbelösung befüllen. Das Tauchrohrmanometer in die Universalklemme einspannen.

### Versuchsdurchführung

Die in Benzin entfetteten und getrockneten Eisenwolle-Bällchen in die 4 Reagenzgläser folgendermaßen verteilen.

In Glas 1 wird die Eisenwolle mit abgekochtem Wasser überschichtet und in den Reagenzglasständer gestellt. In Glas 2 wird ein Eisenwolle-Bällchen gelegt und mit Mineralwasser überschichtet. Glas 3 enthält nur die trockene Eisenwolle und wird ebenfalls in den Reagenzglasständer gestellt. In Glas 4 wird mit Leitungswasser gespült, so dass noch einige Tropfen im Glas bleiben. Dann wird das Eisenwolle-Bällchen in das Reagenzglas gegeben und mit einem Stopfen mit Winkelrohr verschlossen. Das Reagenzglas in dem zweiten Stativaufbau befestigen. Das Winkelrohr über ein Stück Schlauch mit dem

Tauchrohrmanometer verbinden. Die vier Reagenzgläser nach ca. 30 Minuten auf Veränderungen prüfen.

### Beobachtung

Die Eisenwolle in Glas 1 zeigt keine Veränderung.

In Glas 2 wird das Wasser nach kurzer Zeit trübe und nach einigen Stunden zeigt die Eisenwolle deutliche rotbraune Stellen.

In Glas 3 zeigt die Eisenwolle keine Veränderung.

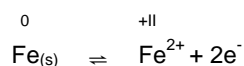
In Glas 4 kann nach 30 Minuten eine leichte Rosterscheinung beobachtet werden. Übernacht ist ein deutliches Rosten zuerkennen und zudem steigt die Wassersäule im Innenrohr des Manometers sichtbar an.

### Auswertung und Ergebnis

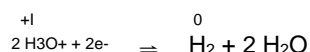
In Glas 1 trat keine Reaktion auf. In abgekochtem Wasser tritt keine Rostbildung ein. Durch Abkochen wurde das Wasser entgast. Damit wurde verhindert, dass das Eisen zu Eisenhydrogencarbonat reagiert. In kohlesäurefreiem Wasser rostet Eisen nicht.

Im Glas 2 mit Mineralwasser tritt Rostbildung auf. Im sauren Milieu (Mineralwasser enthält Kohlensäure) kann Säurekorrosion eintreten: Dabei handelt es sich um eine Redox-Reaktion.

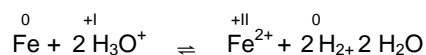
Oxidation:



Reduktion:



Gesamtreaktion:

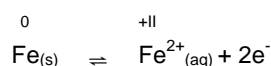


Im Glas 3 trat keine Reaktion auf. Luft alleine ist nicht für die Rostbildung verantwortlich.

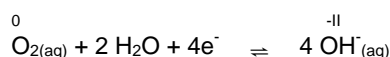
In Glas 4 wirkten Luft und Wasser gleichzeitig auf das Eisen ein und es kam zur Rostbildung. Bei der Rostbildung wird Luftsauerstoff verbraucht, erkenntlich am Unterdruck in der Apparatur. Es handelt sich um Sauerstoff-Korrosion.

Auch bei der Sauerstoff-Korrosion läuft eine Redox-Reaktion ab. Das Eisen wird oxidiert und der Sauerstoff reduziert. Der Rostvorgang lässt sich in folgende Teilreaktionen zerlegen:

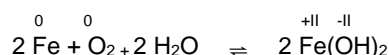
Oxidation:



Reduktion:

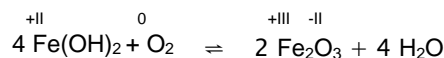


Gesamtreaktion:



Das gebildete  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  (Eisenhydroxid) fällt aus.

Das feuchte Eisen(II)-hydroxid ist in Anwesenheit von Sauerstoff instabil. Es reagiert in Anwesenheit von Wasser mit Sauerstoff weiter zu Eisen(III)-oxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ ). Diese Verbindung wird als Rost bezeichnet.



Korrosion kann in unterschiedlicher Form in Erscheinung treten. Es gibt eine ebenmäßige Korrosion, hier findet die Korrosion parallel zu Oberfläche des Metalls statt. Tritt sie nur lokalisiert auf, so spricht man Lochfraß. Weiterhin ist die interkristalline Korrosion zu erwähnen. Hier findet die Korrosion entlang der Korngrenzen statt. Sie tritt vor allem bei Legierungen auf.

### Reinigung und Entsorgung

Das Benzin in einen Entsorgungsbehälter für organische Lösungsmittel geben. Die Eisenwolle-Bällchen können über den Hausmüll entsorgt werden. Die Färbelösung kann in den Ausguss gekippt werden, es sollte dabei kräftig nachgespült werden.