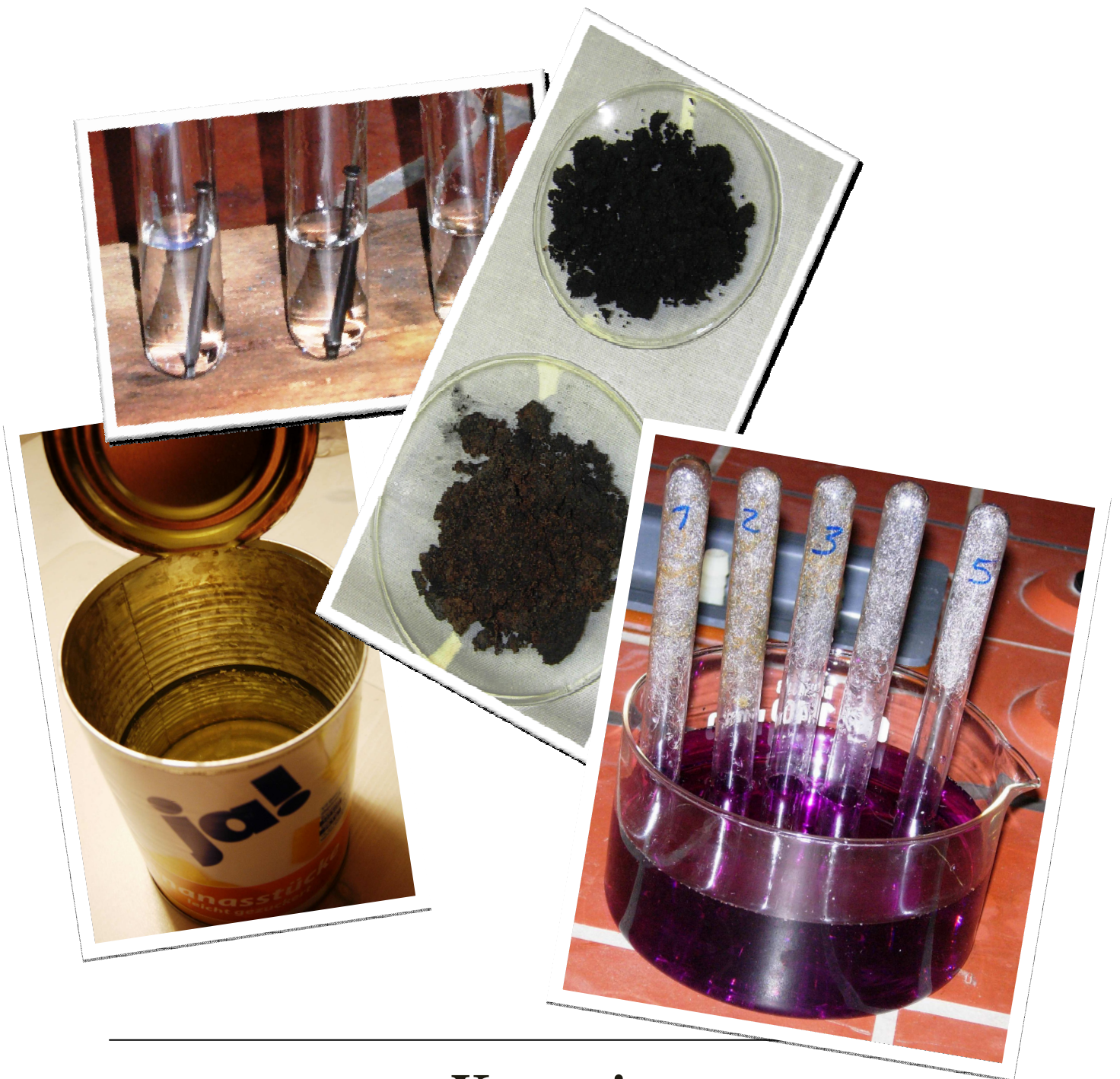


# Schulversuchspraktikum

Miriam Jarrar

Sommersemester 2012

Klassenstufen 7 & 8



---

## Korrosion

---

**Auf einen Blick:**

Dieses Protokoll beinhaltet **2 Lehrerversuche** und **4 Schülerversuche** für die Klassen 7 & 8 zum Thema **Korrosion**.

Die Lehrerversuche thematisieren den **Energieumsatz bei der Korrosion von Eisen** und die Oxidation von Eisen(II)-hydroxid als Beispiel für die **Notwendigkeit von Sauerstoff für einen Oxidationsvorgang**. In den Schülerversuchen werden verschiedene Bedingungen getestet unter welchen Eisen rostet und wie **Rostvorgänge beschleunigt** werden können. Darüber hinaus wird eine **verzinnete Dose zur Korrosion gebracht**.

Das Arbeitsblatt „**Protokoll: Wärmekissen auf Eisenbasis**“ kann unterstützend zu Lehrerversuch 1 eingesetzt werden.

**Inhalt**

1	Kontext und Ziele .....	2
2	Lehrerversuche .....	3
2.1	LV 1 – Wärmekissen auf Eisenbasis.....	3
2.2	LV 2 – Oxidation von Eisen(II)-hydroxid .....	5
3	Schülerversuche.....	6
3.1	SV 1 –Rostet Eisen mit Metallüberzügen? .....	6
3.2	SV 2 – Rosten von Eisenwolle.....	7
3.3	SV 3 – Was das Rosten fördert .....	9
3.4	SV 4 – Unter welchen Bedingungen korrodiert eine verzinnete Dose.....	11
	Protokoll: Wärmekissen auf Eisenbasis.....	12
4	Reflexion des Arbeitsblattes .....	13
4.1	Erwartungshorizont (Kerncurriculum).....	13
4.2	Erwartungshorizont (Inhaltlich).....	13
5	Literaturverzeichnis.....	15

## 1 Kontext und Ziele

Korrosion stammt von dem lateinischen Begriff „Corrodere“, was zernagen oder zerfressen bedeutet. Es bezeichnet die Beschädigung oder Zerstörung von Metallen durch chemische Reaktionen mit der Umgebung, insbesondere durch Oxidationen mit Sauerstoff oder durch einen Säureangriff.

Der Alltagsbezug für SuS ist dadurch gegeben, dass Korrosion zum Beispiel in Form von Rost in unserer Umgebung häufig auftaucht. An alten Gebäuden, Gartenzäunen, Autos, Fahrrädern und vielen anderen Gegenständen aus Eisen oder Stahl ist Rost häufig vorhanden. Darüber hinaus sind den SuS die Veränderungen von Metallen durch Witterungseinflüsse bekannt. Diese können unter anderem an Kupferdächern oder metallischen Denkmälern beobachtet werden. Selbst die Patinabildung an Silberbesteck aufgrund von Oxidation mit Luftsauerstoff zählt zu den Korrosionen der Metalle.

Im Kerncurriculum Niedersachsen 2007 ist die Korrosion als Fachbegriff nicht vertreten. Man kann sie aber unter anderem zu den Nachweisreaktionen von Sauerstoff zählen und in das Basiskonzept „Chemische Reaktion“ einordnen: Die SuS beschreiben, dass nach einer chemischen Reaktion die Ausgangsstoffe nicht mehr vorliegen und gleichzeitig immer neue Stoffe entstehen (S.59).

In dem ersten Lehrerversuch (**LV1**) wird ein Wärmekissen, dessen Funktion auf einer Oxidation von Sauerstoff basiert, hergestellt. Die freigesetzte Wärme entspricht der Oxidationsenergie. Der zweite Lehrerversuch (**LV2**) zeigt die Notwendigkeit von Luftsauerstoff für eine Oxidation auf. Eisen(II)-hydroxid wird hier zu Eisen(III)-hydroxid oxidiert.

In dem ersten Schülerversuch (**SV1**) wird in Leitungswasser geprüft, ob Eisennägel mit einem Überzug genauso schnell rosten wie blanke Eisennägel. Weiter wird in Schülerversuch 2 (**SV2**) das Rosten von Eisenwolle unter verschiedenen Bedingungen getestet. Die Eisenwolle wird dafür in verschiedene Lösungen getaucht und anschließend auf den Sauerstoffverbrauch hin überprüft. Ähnliches wird in Schülerversuch 3 (**SV3**) behandelt. Hier werden Eisennägel in verschiedene Lösungen gestellt um zu überprüfen, welche Bedingungen das Rosten am meisten fördert. In dem letzten Schülerversuch (**SV4**) wird ein typisches Alltagsbeispiel aufgegriffen: Die Korrosion von verzinnnten Dosen durch Luftsauerstoff.

## 2 Lehrerversuche

### 2.1 LV 1 – Wärmekissen auf Eisenbasis

In diesem Versuch wird ein Wärmekissen aus einer Mischung von Eisen, Salz, Wasser und Aktivkohle hergestellt. Der hohe Temperaturanstieg ist auf eine Oxidation mit Sauerstoff zurückzuführen. Es entsteht Rost.

Gefahrenstoffe
-

Materialien: Uhrglas, Spatel, Becherglas, elektronisches Thermometer

Chemikalien: Eisenpulver, Aktivkohle, Kochsalz, Wasser

Durchführung: Es werden 16 g Eisenpulver, 3 g feine Aktivkohle und 3 g Kochsalz in einem Becherglas vermischt. Nun werden 5 mL Wasser hinzugegeben und gut verrührt.

a) Die Masse wird auf einem Uhrglas locker aufgehäuft (nicht zusammendrücken!).

b) Die Masse wird auf einem Uhrglas locker aufgehäuft und in einen luftdichten Gefrierbeutel gegeben. Nach einiger Zeit wird der Gefrierbeutel geöffnet.

Es wird jeweils die Temperatur gemessen (am einfachsten mit einem elektronischen Thermometer).

Beobachtung: a) Im oberen Teil der Masse wurde eine Temperatur von 70 °C gemessen. Die Wärme hielt sich etwas mehr als eine Stunde.

Nach einiger Zeit zeigte die vorher schwarze Masse eine bräunliche Oberfläche auf.

b) Die Temperatur stieg auf circa 30 °C. Nach Öffnen des Gefrierbeutels stieg die Temperatur schnell auf 70 °C an. Die Oberfläche färbte sich allmählich braun.



Abbildung 1 Temperaturmessung

links: Masse nach 20 min, rechts: Masse zu Beginn des Experiments

Deutung: Es findet eine Oxidation mit Sauerstoff statt, denn die Mischung aus Eisen, Natriumchlorid und Wasser führt zur Entstehung von Rost:



Folglich handelt es sich bei dieser Reaktion um eine Sauerstoffkorrosion. Da Eisen ziemlich unedel ist und der Rostprozess hier besonders rasch abläuft wird viel Oxidationsenergie frei, was zu der Wärmefreisetzung führt.

Entsorgung: Die Entsorgung erfolgt im Feststoffbehälter.

Literatur: [1] R. Blume, [http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/03\\_05.htm](http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/03_05.htm)

Folgeversuch: Um die Sauerstoffabhängigkeit des Korrosionsprozesses noch deutlicher zu zeigen, kann der Gefrierbeutel mit reinem Sauerstoff aus der Druckflasche gefüllt und anschließend verschlossen werden. Der Beutel müsste aufgrund des Sauerstoffverbrauchs schnell zusammenfallen. Außerdem müssten noch deutlich höhere Temperaturen entstehen.

Der Versuch „Wärmekissen auf Eisenbasis“ kann ebenfalls als Schülerexperiment eingesetzt werden. Der Materialverbrauch ist aber relativ hoch.

## 2.2 LV 2 – Oxidation von Eisen(II)-hydroxid

Dieser Versuch zeigt die Notwendigkeit von Luftsauerstoff für eine Oxidation. Das blau-grüne Eisen(II)-hydroxid oxidiert hier zu dem braun-gelben Eisen(III)-hydroxid.

### Gefahrenstoffe

<b>Eisen(II)-sulfat</b>	H: 302-319-315	P: 305+351+338-302+352
<b>Natriumhydroxid</b>	H: 314	P: 280-301+330+331-309-310-305+351+338



Materialien: 2 Reagenzgläser, Gummistopfen

Chemikalien: Dem. Wasser, Natronlauge, Eisen(II)-sulfat

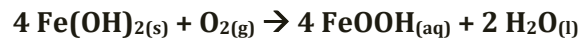
Durchführung: Das grüne Eisensulfat wird in dem. Wasser gelöst und auf 2 Reagenzgläser aufgeteilt. Nun wird tropfenweise Natronlauge hinzugegeben, bis sich ein blaugrüner Niederschlag bildet. Die Reagenzgläser werden mit einem Gummistopfen verschlossen und die Lösungen durch einmaliges Kippen vermischt. Das eine Reagenzglas bleibt verschlossen, während das andere geöffnet und geschüttelt wird, sodass möglichst viel Luft in die Lösung gelangt.

Beobachtung: In dem verschlossenen Reagenzglas ist keine Veränderung zu erkennen. In dem geöffneten Reagenzglas wandelt sich der zunächst blaugrüne Niederschlag in einen braun-gelben Niederschlag um.



Abbildung 2 links: Eisen(II)-hydroxid,  
rechts: Eisen(III)-hydroxid

Deutung: In den Reagenzgläsern entsteht zunächst aus der Eisensulfat-Lösung und Natronlauge Eisen(II)-hydroxid. In dem verschlossenen Reagenzglas findet keine weitere Reaktion statt. In dem geöffneten Reagenzglas entsteht durch die Zufuhr von Luft Eisen(III)-hydroxid. Diese Reaktion beruht auf einer Oxidation mit Sauerstoff. Die zugrundeliegende Redoxreaktion ist:



Entsorgung: Die Lösungen werden mit viel Wasser in den Abfluss geben.

Literatur: [2] R. Blume, <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-ko04.htm>

### 3 Schülerversuche

#### 3.1 SV 1 –Rostet Eisen mit Metallüberzügen?

In diesem Versuch wird die Rostentstehung bei einem Eisennagel und einem verzinkten Eisennagel in Leitungswasser direkt verglichen.

#### Gefahrenstoffe

-

Materialien: 2 Reagenzgläser

Chemikalien: Eisennagel, Eisennagel mit Zinküberzug, Leitungswasser

Durchführung: Es werden ein Eisennagel und ein verzinkter Eisennagel jeweils in ein Reagenzglas gestellt. Fülle diese mit Leitungswasser, sodass die Nägel zu 2/3 bedeckt sind.

Beobachtung: Der ungeschützte Eisennagel rostet sehr schnell. Der Nagel mit Überzug widersteht der Korrosion sehr gut.

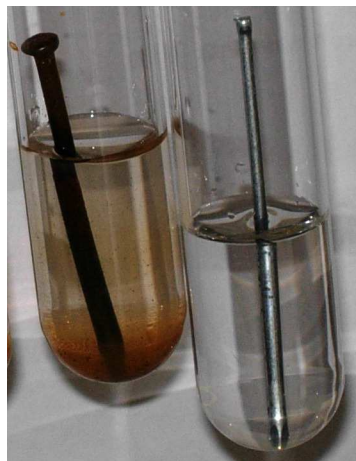


Abbildung 3 links: Eisennagel in Leitungswasser, rechts: verzinkter Nagel in Leitungswasser

Deutung: In dem Reagenzglas mit dem ungeschützten Eisennagel findet eine Oxidation mit Sauerstoff statt. Es entsteht Rost:



Der überzogene Eisennagel korrodiert nicht, da das Eisen aufgrund des Überzugs nicht in direkte Berührung mit dem Wasser und dem Luftsauerstoff kommt. Eine Korrosion wird dadurch verhindert.

Entsorgung: Die Lösungen werden im Abfluss entsorgt.

Literatur: [3] R. Blume, <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-ks04.htm>

Es können alternativ oder zusätzlich auch Eisennägel mit Kupfer- oder Zinnüberzug verwendet werden (sie können durch Galvanisieren auch selbst hergestellt werden). Darüber hinaus kann ein Eisennagel mit Lack bearbeitet werden, um eine Korrosion zu vermeiden. In diesem Fall kann der Lack an einem Nagel stark beschädigt werden, um zu testen, ob er trotzdem noch vor Korrosion geschützt ist.

### 3.2 SV 2 – Rosten von Eisenwolle

In diesem Versuch wird das Rosten von Eisenwolle unter verschiedenen Bedingungen getestet. Die Eisenwolle wird dafür in verschiedene Lösungen getaucht und anschließend auf den Sauerstoffverbrauch hin überprüft.

#### Gefahrenstoffe

Essigsäure	R: 10-35	S: (1/2)-23-26-45
------------	----------	-------------------



Materialien: 5 Reagenzgläser, pneumatische Wanne

Chemikalien: Eisenwolle, dem. Wasser, Natriumchlorid, Essigwasser, Paraffinöl

Durchführung: 5 Reagenzgläser werden zu zwei Drittel locker mit Eisenwolle gefüllt. Die erste Probe wird mit dem. Wasser angefeuchtet, die zweite mit Salzwasser und die dritte mit Essigwasser. Bei der vierten Probe wird die Eisenwolle erst mit Paraffinöl eingefettet und dann angefeuchtet. In der fünften Probe bleibt die Stahlwolle unbehandelt.

Nun werden die Reagenzgläser mit der Mündung nach unten in eine pneumatische Wanne mit Wasser gestellt (Wird der Versuch als Demonstrationsversuch verwendet, kann das Wasser mit  $\text{KMnO}_4$  angefärbt werden).

Beobachtung: In Reagenzglas 1 steigt das Wasser etwas an. In Reagenzglas 2 und 3 steigt es sogar stark an. In den Reagenzgläsern 4 und 5 ist kein Wasseranstieg zu



beobachten. Darüber hinaus kann in den Reagenzgläsern 1-3 Rostentstehung beobachtet werden.



Abbildung 4 Rosten von Eisenwolle

**Deutung:** Die Voraussetzungen zum Rosten sind Feuchtigkeit (Wasser) und Luft, bzw. Sauerstoff. Salz und schwache Säuren unterstützen den Vorgang. Aufgrund dessen konnte der größte Sauerstoffverbrauch in Reagenzglas 2 (Salzwasser) und 3 (Essigwasser) beobachtet werden. Das Paraffinöl schützt die Eisenwolle vor der Feuchtigkeit, sodass kein Rost entsteht. Die unbehandelte Eisenwolle kommt in diesem Versuch ebenfalls nicht in Berührung mit Wasser, sodass keine Korrosion zu beobachten ist.

Die zugrunde liegende Reaktionsgleichung der Rostentstehen lautet:



**Entsorgung:** Die Eisenwolle wird zu den Feststoffbehältern gegeben. Kaliumpermanganatlösung wird in dem Schwermetallbehälter entsorgt.

**Literatur:** [4] M. Jäckel (1993): Chemie Heute, Schroedel Schulbuchverlag, S. 78

Zu diesem Versuch gibt es jede Menge alternative Versuchsaufbauten, wie zum Beispiel in Abbildung 5 mit Hilfe eines gebogenen Glasröhrchens. Die Intention des Versuchs ist dabei die gleiche.

Der oben beschriebene Aufbau ist nicht der idealste, denn je dünner das Aufstiegsgefäß oder –rohr ist, desto einfacher kann der Wasseranstieg beobachtet werden. Am besten ist es dünne Kapillaren dafür zu benutzen.



Abbildung 5 Rosten von Eisenwolle

### 3.3 SV 3 – Was das Rosten fördert

In diesem Versuch werden Eisennägel in verschiedene Lösungen gestellt um zu überprüfen, welche Bedingungen das Rosten am meisten fördert.

#### Gefahrenstoffe

<b>Salzsäure</b>	H: 314-335	P: 260-301+330+331-303+361+353 305+351+338-405-501	
<b>Natriumhydroxid</b>	H: 314	P: 280-301+330+331-309-310-305+351+338	

Materialien: 5 Reagenzgläser, Schmirgelpapier

Chemikalien: Eisennägel, dem. Wasser, Leitungswasser, Natriumchlorid, Salzsäure ( $c=0,01 \text{ mol/L}$ ), Natronlauge ( $w=2\%$ )

Durchführung: In 5 Reagenzgläser werden Eisennägel gestellt, welche zuvor abgeschmirgelt wurden. Nun wird jeweils so viel Lösung hinzugegeben bis die Eisennägel zu zwei Drittel bedeckt sind:

In Reagenzglas 1 wird dem. Wasser gefüllt. Reagenzglas 2 wird mit Leitungswasser gefüllt, während Reagenzglas 3 mit Kochsalzwasser gefüllt wird. In Reagenzglas 4 und 5 werden schließlich einmal Salzsäure und einmal Natronlauge gefüllt.

**Beobachtung:** Der Eisennagel in Reagenzglas 1 (dem. Wasser) rostet langsam, während die Rostbildung in Reagenzglas 2 und 3 viel schneller zu erkennen ist. In Reagenzglas 4 sind kleine Bläschen an dem Eisennagel zu erkennen, während sich in Reagenzglas 5 eine schwarze Schicht um den Eisennagel bildet.



Abbildung 6 von links nach rechts: dem. Wasser, Leitungswasser, Salzwasser, Salzsäure, Natronlauge

**Deutung:** Die Voraussetzungen zum Rosten sind Wasser und Sauerstoff:



Salze und Mineralien unterstützen den Vorgang, wodurch die Rostbildung in Reagenzglas 2 und 3 (Leitungswasser und Salzwasser) zu erklären ist. Die kleinen Bläschen in Reagenzglas 4 deuten auf eine Wasserstoffbildung und Zersetzung des Eisennagels hin. In der alkalischen Natronlauge bildet sich eine schützende Hydroxid-Schicht, die den Nagel vor dem Rosten schützt. In saurer Lösung wird der Aufbau dieser Schicht verhindert.

**Entsorgung:** Die Lösungen werden in den Abfluss gegeben.

**Literatur:** [6 ] R. Blume, <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-ko05.htm>

Schon nach einigen Stunden ist die erste Rostbildung zu erkennen. Allerdings sind die Ergebnisse nach frühestens 24 Stunden viel deutlicher.

### 3.4 SV 4 – Unter welchen Bedingungen korrodiert eine verzinnte Dose?

Dieser Versuch zeigt ein typisches Alltagsbeispiel von Korrosion. Eine verzinnte Dose gefüllt mit Obstsaft oder Citronensäure korrodiert unter Zufuhr von Luftsauerstoff.

#### Gefahrenstoffe

Citronensäure	H: 318	P: 305+351+338-311
---------------	--------	--------------------



Materialien: Verzinnte Dose (z.B. Ananasdose)

Chemikalien: Citronensäure oder Obstsaft

Durchführung: Eine verzinnte Dose wird zur Hälfte mit Citronensäurelösung (w=3 %) oder Obstsaft gefüllt und einige Tage stehen gelassen.

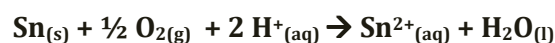
Beobachtung: Die verzinnte Dose hat auf der Innenseite große, eisblumenartige Metallkristalle. Schon nach einigen Stunden ist eine Dunkelfärbung an der Schnittstelle zwischen Säure und Umgebung zu erkennen.

Nach 24 Stunden kann an dieser Schnittstelle ein deutlich schwarzer Rand beobachtet werden.



Abbildung 7 verzinnte Dose mit korrodiertem Rand nach 24 Stunden

Deutung: Die dunkle Färbung nach einigen Stunden ist eine Korrosion der Zinnoberfläche durch Oxidation mit Sauerstoff.



Entsorgung: Die Lösung wird in den Abfluss gegeben. Die Dose wird im Hausmüll entsorgt.

Literatur: [7] R. Blume, <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-ks02.htm>

## Protokoll: Wärmekissen auf Eisenbasis

Materialien: Uhrglas, Spatel, Becherglas, elektronisches Thermometer

Chemikalien: Eisenpulver, Aktivkohle, Kochsalz, Wasser

Durchführung:

Es werden 16 g Eisenpulver, 3 g feine Aktivkohle und 3 g Kochsalz in einem Becherglas vermischt. Nun werden 5 mL Wasser hinzugegeben und gut verrührt.

a) Die Masse wird auf einem Uhrglas locker aufgehäuft.

b) Die Masse wird auf einem Uhrglas locker aufgehäuft und in einen luftdichten Gefrierbeutel gegeben. Nach einiger Zeit wird der Gefrierbeutel geöffnet.

Es wird jeweils die Temperatur gemessen.

Zeichne den Versuchsaufbau:



Beobachtung:

Raumtemperatur: \_\_\_\_\_

Versuch - Höchsttemperatur: a) \_\_\_\_\_ b) \_\_\_\_\_

Deutung:

1) Erkläre, was in Versuchsteil a) geschieht. Nutze dafür entsprechende Fachbegriffe.

2) Was wird in Versuchsteil b) überprüft? Erkläre auch hier, was geschieht.

3) Stelle eine Reaktionsgleichung auf.

## 4 Reflexion des Arbeitsblattes

Das Arbeitsblatt kann zu dem Lehrerversuch „Wärmekissen auf Eisenbasis“ eingesetzt werden. Es dient als Ersatz für ein selbst geschriebenes Schülerprotokoll. Die Versuchsskizze, die Beobachtung, sowie dessen Deutung müssen von den SuS eigenständig eingetragen und erarbeitet werden. Die Lernvoraussetzungen für diesen Versuch ist die Sauerstoffkorrosion, bzw. die Oxidation mit Sauerstoff. Darüber hinaus muss den SuS geläufig sein unter welchen Bedingungen Eisen korrodiert.

### 4.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Fachwissen:	Die SuS beschreiben, dass nach einer chemischen Reaktion die Ausgangsstoffe nicht mehr vorliegen und gleichzeitig immer neue Stoffe entstehen. (Aufgabe 1, 2)
	Die SuS beschreiben, dass chemische Reaktionen immer mit einem Energieumsatz verbunden sind. (Aufgabe 1, 2, Beobachtung)
	Die SuS erstellen Reaktionsgleichungen durch Anwendung der Kenntnisse über die Erhaltung der Atome und die Bildung konstanter Atomanzahlverhältnisse in Verbindungen. (Aufgabe 3)
Erkenntnisgewinnung:	Die SuS erkennen die Bedeutung der Protokollführung für den Erkenntnisprozess. (gesamtes Protokoll)
Kommunikation:	Die SuS erklären chemische Sachverhalte unter Anwendung der Fachsprache. (Aufgabe 1, 2)
	Die SuS protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen in angemessener Form (Text, Tabelle; gesamtes Protokoll).

### 4.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Versuchsaufbau und Beobachtung siehe Versuchsbeschreibung LV1.

Aufgabe 1) Es findet eine Oxidation mit Sauerstoff statt, denn die Mischung aus Eisen, Natriumchlorid und Wasser führt zur Entstehung von Rost. Folglich handelt es sich bei dieser Reaktion um eine Sauerstoffkorrosion. Da Eisen ziemlich unedel ist und der Rostprozess hier besonders rasch abläuft wird viel Oxidationsenergie frei, was zu der Wärmefreisetzung führt.

Reaktionsgleichung:

**Eisen + Sauerstoff + Wasser → Rost** oder



Aufgabe 2) In Versuchsteil b) wird überprüft, ob es sich tatsächlich um eine Oxidation mit Sauerstoff handelt. Mit Hilfe des Gefrierbeutels wird die Luft als einflussreicher Parameter der Reaktion ausgeschlossen. Da die Temperatur erst nach dem Öffnen des Gefrierbeutels wieder stark ansteigt, ist bewiesen, dass der Luftsauerstoff für die Reaktion notwendig ist.

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] R. Blume, [http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/03\\_05.htm](http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/03_05.htm) (Zuletzt abgerufen am 04.10.2012 um 19:58Uhr)
- [2] R. Blume, <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-ko04.htm> (Zuletzt abgerufen am 04.10.2012 um 19:58Uhr)
- [3] R. Blume, <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-ks04.htm> (Zuletzt abgerufen am 04.10.2012 um 19:58Uhr)
- [4] M. Jäckel (1993): Chemie Heute, Schroedel Schulbuchverlag, S. 78 (Zuletzt abgerufen am 04.10.2012 um 19:58Uhr)
- [5] K. Häusler, H. Rampf, R. Reichelt (1995): Experimente für den Chemieunterricht, Oldenbourg Verlag, S. 82 (Zuletzt abgerufen am 04.10.2012 um 19:58Uhr)
- [6] R. Blume, <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-ko05.htm> (Zuletzt abgerufen am 04.10.2012 um 19:58Uhr)
- [7] R. Blume, <http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-ks02.htm> (Zuletzt abgerufen am 04.10.2012 um 19:58Uhr)