

G8 Abituraufgaben Chemie elektrochemische Spannungsreihe,

2011/A1

- 3 Neben einer Steigerung der Ernteerträge wird in der Landwirtschaft eine bessere Futtermittelverwertung durch die Tiere angestrebt, die durch die Verwendung von desinfiziertem Tränkewasser erreicht werden kann. Zur Desinfektion von Wasser kann ein Desinfektionsmittel eingesetzt werden, das durch Elektrolyse einer wässrigen Kochsalzlösung mit z. B. Graphitelektroden gewonnen wird.

Tab. 2: Redoxpotentiale

Redoxsystem	Potential
Na/Na ⁺	E° = - 2,71 V
H ₂ /H ₃ O ⁺ bei pH=7	E = -0,410 V
H ₂ /H ₃ O ⁺	E° = 0V
OH ⁻ /O ₂ bei pH=7	E = + 0,820 V
Cl ⁻ /Cl ₂	E° = +1,36 V

Tab. 3: Überpotentiale an Graphitelektroden bei einer Stromdichte von 10⁻¹ A/cm²

Gas	Überpotential
Wasserstoff	- 0,970 V
Sauerstoff	+ 1,09 V
Chlor	+ 0,25 V

Bei der oben genannten Elektrolyse können an den beiden Elektroden prinzipiell je zwei verschiedene Reaktionen ablaufen. Geben Sie die Reaktionsgleichungen für diese elektrochemischen Vorgänge an! Leiten Sie mithilfe der angegebenen Potentiale und Überpotentiale die Produkte ab, die bei der Elektrolyse einer wässrigen Kochsalzlösung (c(NaCl) = 1 mol/l) gebildet werden! [6 BE]

2011/A2

- 1.3 Sauerkraut kommt häufig in Konservendosen in den Handel. Zur Herstellung dieser Dosen wurde früher Weißblech, ein mit Zinn (Sn) überzogenes Eisenblech, verwendet. Die Zinnschicht sollte die Dosen vor Korrosion schützen. Nehmen Sie zu dieser Schutzmaßnahme Stellung und berücksichtigen Sie dabei, dass die aufgetragene Zinnschicht beim Transport der Dosen verletzt werden kann! [6 BE]

2011/C1

- Ibuprofen ist ein weit verbreitetes Arzneimittel, das schmerzlindernd und entzündungshemmend wirkt.
- 1 Ibuprofen-Tabletten sind in Blisterpackungen („Durchdrückpackungen“) erhältlich

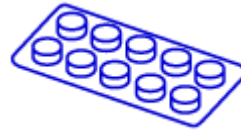


Abb. 1: Blisterpackung eines Medikaments (Aufsicht, Seitenansicht)

Die Tabletten werden in einzelne Vertiefungen eingelegt und die Packung in der Regel durch Aluminiumfolie versiegelt.

- 1.2 Mithilfe der Aluminiumversiegelung der Blisterpackung lässt sich im Labor eine Halbzelle einer galvanischen Zelle konstruieren, deren Leerlaufspannung unter Standardbedingungen mit 1,52 V der Leerlaufspannung einer Alkali-Mangan-Batterie sehr nahe kommt.

Ermitteln Sie die Materialien, die benötigt werden, um die beschriebene galvanische Zelle aufbauen zu können! Formulieren Sie die Redoxvorgänge, die bei der Entladung dieser Zelle ablaufen! [7 BE]

2013/A1

- 2 Dosen aus Aluminium oder Weißblech sind neben Flaschen die wichtigsten Handelsverpackungen für kohlensäurehaltige Erfrischungsgetränke. Bei Weißblech handelt es sich um Eisenblech, dessen Oberfläche als Korrosionsschutz mit einer Zinnschicht überzogen ist.
- 2.1 Beurteilen Sie diese Schutzmaßnahme und berücksichtigen Sie dabei, dass die aufgebrachte Zinnschicht beim Transport der Dosen verletzt werden kann! [6 BE]
- 2.2 Mithilfe einer Aluminiumdose, einem Graphit-Stab und konzentrierter Kochsalzlösung lässt sich eine galvanische Zelle konstruieren. An einem der Prozesse, die in dieser Zelle ablaufen, ist Luftsauerstoff beteiligt. Um den Reaktionsverlauf zu untersuchen, wird die Kochsalzlösung mit Phenolphthalein versetzt. Bei der Stromentnahme verfärbt sich dieser Indikator ausgehend vom Graphit-Stab pink.
- 2.2.1 Fertigen Sie eine beschriftete Skizze der galvanischen Zelle an und formulieren Sie Reaktionsgleichungen für die bei der Entladung an den Elektroden ablaufenden Prozesse! [7 BE]
- 2.2.2 Berechnen Sie die Spannung der galvanischen Zelle bei einer Sauerstoff-Konzentration von $c(\text{O}_2) = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$, einem pH-Wert von 7,0 und einer Aluminiumionen-Konzentration von $c(\text{Al}^{3+}) = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ ($E^\circ(\text{Al}/\text{Al}^{3+}) = -1,66 \text{ V}$; $E^\circ(\text{OH}^-/\text{O}_2) = +0,40 \text{ V}$) [6 BE]

2014 B1

- 2 Historische Batterien, die bis Anfang des 20. Jahrhunderts beispielsweise die Stromversorgung in der Telegrafie sicherten, entsprachen in ihrem Aufbau weitgehend einem Daniell-Element. Als Elektrodenmaterial wurden die Metalle Kupfer und Zink verwendet. Die Kupfer(II)-sulfat-Lösung wurde mit der Zink(II)-sulfat-Lösung vorsichtig überschichtet. Aufgrund der deutlich höheren Dichte der Kupfer(II)-sulfat-Lösung durchmischen sich die Lösungen nicht, deshalb werden solche Elemente als „Gravity-Daniell-Elemente“ (gravity: Schwerkraft) bezeichnet. Bei Inbetriebnahme der Elemente lag die Konzentration der Zink(II)-sulfat-Lösung bei $c(\text{ZnSO}_4) = 0,05 \text{ mol/l}$ und die der Kupfer(II)-sulfat-Lösung bei $c(\text{CuSO}_4) = 1,7 \text{ mol/l}$.

Skizzieren Sie den Aufbau des oben beschriebenen Elements, formulieren Sie für die an der Anode und Kathode ablaufenden Vorgänge die Reaktionsteilgleichungen, und berechnen Sie, welche Leerlaufspannung dieses Element bei Inbetriebnahme liefert! [12 BE]

2015/B2

- 1 Silberlöffel werden heutzutage nur noch selten verwendet, da sie im Lauf der Zeit dunkel anlaufen. Bei diesem dunklen Belag handelt es sich um Silber(I)-sulfid (Ag_2S). Eine sehr einfache Methode der Reinigung basiert auf elektrochemischen Prozessen, die in einem Laborversuch näher untersucht werden.

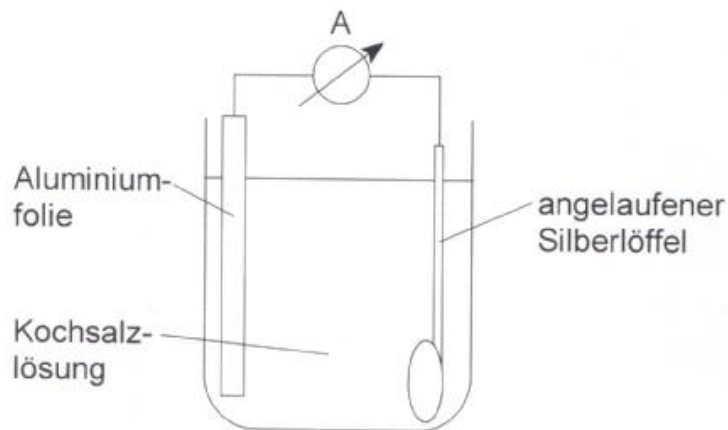


Abb. 1: Versuchsskizze zur Untersuchung der elektrochemischen Reinigung eines angelaufenen Silberlöffels

- 1.1 Beschreiben Sie die Versuchsbeobachtungen und geben Sie die Teilreaktionen für die ablaufenden Vorgänge an! [6 BE]
- 1.2 Zur Herstellung von versilberten Löffeln wird ein Rohling aus Edelstahl elektrolytisch mit einer fest haftenden Silberschicht überzogen. Zeichnen Sie eine beschriftete Versuchsskizze für diesen Vorgang! [5 BE]

2016 A2

- 3 Zum Backen von Kuchen können Backformen verwendet werden, die aus Weißblech oder aus emailliertem Blech hergestellt sind. In beiden Fällen handelt es sich um Eisenbleche. Bei Weißblech ist die Oberfläche mit einer Zinnschicht überzogen, bei emaillierten Blechen liegt ein glasartiger Überzug vor.
- 3.1 Aufgrund ihrer Säureempfindlichkeit sind Weißblechbackformen nicht für Obstkuchen geeignet, da die Fruchtsäuren den Zinnüberzug unter Bildung von Zinn(II)-Ionen auflösen können. Leiten Sie für das Auflösen von Zinn im Säuren aus den Teilgleichungen die Redoxreaktion ab! Berechnen Sie, ab welchem pH-Wert der Lösung Zinn unter Bildung von Zinn(II)-Ionen aufgelöst wird! Eventuell auftretende Überpotentiale können vernachlässigt werden. [7 BE]
- 3.2 Die Beschichtung von Weißblechformen wird leicht durch scharfe Gegenstände verkratzt, jene von emaillierten Blechen kann bei Stößen abplatzen. Dadurch kann es beim Reinigen der beschädigten Bleche zur

Korrosion kommen.

Vergleichen Sie die jeweilige Korrosionsbeständigkeit der beschädigten Bleche und begründen Sie Ihre Aussage! [6 BE]

C 2 2019

Meerwasser und Technik

- 1 Korrosionsvorgänge an Metallteilen können immense Schäden verursachen. Da Bauteile aus Stahl mit hohem Eisengehalt bei Kontakt mit Meerwasser und Sauerstoff innerhalb kurzer Zeit unter Bildung von Hydroxid-Ionen korrodieren, werden die Stahlstützen von Bohrinseln mit verschiedenartigen Beschichtungen ummantelt.
 - 1.1 Für die Beschichtung von Stahlträgern werden häufig Kupfer-Nickel Legierungen verwendet. Im Gegensatz zu Schichten aus reinem Kupfer neigen diese kaum zur Bildung von Mikrorissen wie in Abbildung 1 dargestellt.

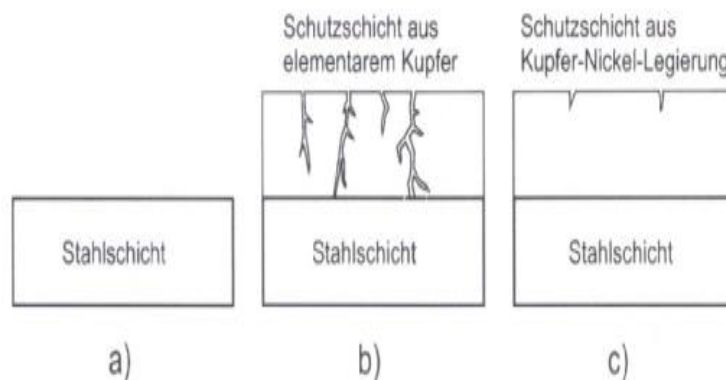


Abb. 1: Stahlbauteile ohne und mit Schutzschicht

- 1.1.1 Formulieren Sie für die Reaktion von Eisen zu Eisen(II)-Ionen unter Einfluss von Sauerstoff die entsprechenden Teilgleichungen sowie die Gesamtgleichung. [5 BE]
- 1.1.2 Vergleichen Sie die unterschiedlichen Korrosionsgeschwindigkeiten der in Abbildung 1 dargestellten Stahlbauteile und begründen Sie Ihre Aussagen. [7 BE]
- 1.2 Kupfer-Nickel-Legierungen sind im Vergleich zu reinen Kupferbeschichtungen weniger anfällig für den Bewuchs mit Meeresorganismen. Es wird vermutet, dass die Bewuchsdichte vom Verhältnis zwischen Kupfer und Nickel abhängig ist. Planen Sie eine Versuchsreihe, um diese Hypothese zu überprüfen. [5 BE]
- 1.3 Ein zukunftsweisender Weg des Korrosionsschutzes ist der Einsatz eines Kunststoffüberzuges, in den Nanopartikel eingebettet sind. Bildet sich ein Riss in der Kunststoffschicht, der zum Kontakt von Meerwasser mit dem darunter liegenden Stahl führt, löst dies eine Selbstreparatur der Beschichtung aus. Die Nanopartikel enthalten entweder einen Katalysator, eine Komponente 1 oder eine Komponente 2.

Die folgende Abbildung zeigt schematisch ein Stahlelement mit einer derartigen Kunststoffschicht:

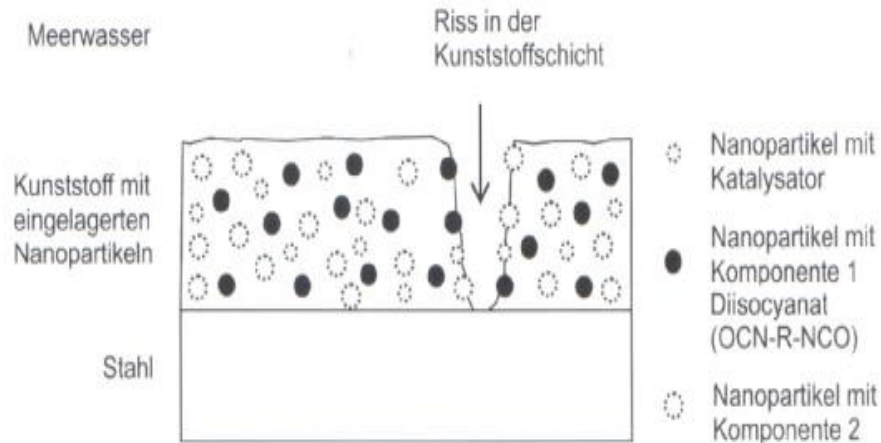


Abb. 2: Stahlbauteil mit beschädigter Kunststoffschicht¹

- 1.3.1 Der Kunststoff, der den Riss schließt, besteht aus dreidimensional vernetzten Molekülen. Geben Sie die Strukturformel einer möglichen Verbindung an, die als Komponente 2 in Frage kommt und formulieren Sie die Strukturformelgleichung für die Reaktion der Komponente 2 mit der Komponente 1. [6 BE]
- 1.3.2 Die Nanopartikel besitzen eine Hülle, die bei einem Anstieg des pH-Werts durchlässig wird. Begründen Sie, weshalb die Selbstreparatur erst einsetzt, wenn der Riss bis zur Stahloberfläche reicht. [3 BE]
- 2 Zum Schutz vor Säurekorrosion können Schiffsrümpfe aus Stahl leitend mit Magnesiumblöcken verbunden werden. Erklären Sie unter Verwendung geeigneter Reaktionsgleichungen die Funktion der Magnesiumblöcke. [5 BE]
- 3 Der Korrosionsprozess wird auch durch die Benetzung der Oberfläche mit Wasser beeinflusst. Ein Maß für das Benetzungsverhalten von Flüssigkeiten auf Festkörperoberflächen ist der Kontaktwinkel (Abb.3):

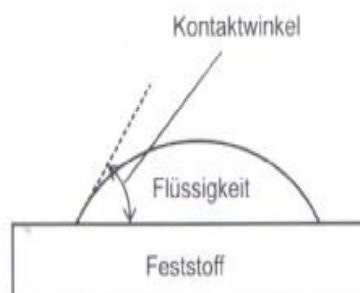


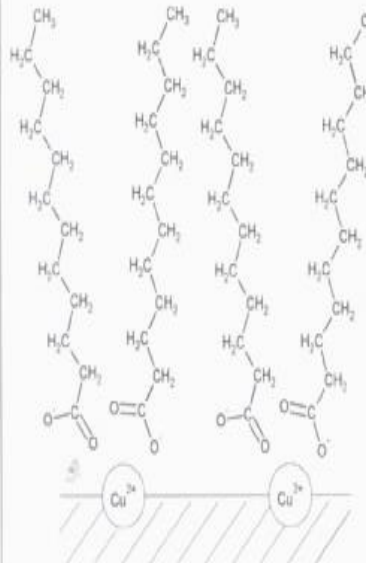


Abb. 3: Kontaktwinkel eines Flüssigkeitstropfens auf einer Festkörperoberfläche²

In einer Versuchsreihe wurde der Kontaktwinkel unterschiedlich behandelter Kupfer-Oberflächen bei der Benetzung mit destilliertem Wasser bestimmt.

Tab: Kontaktwinkel eines Flüssigkeitstropfens auf einer Festkörperoberfläche³

Versuchs- ansatz	Kupfer- Oberfläche	modellhafte Darstellung der Oberfläche	Kontaktw inkel
a)	unbehandelt		60°
b)	oxidiert		4°
c)	oxidiert mit aufgebracht en Fettsäure- Anionen		160°

Skizzieren Sie entsprechend Abbildung 3 die Form eines Wassertropfens auf den drei untersuchten Oberflächen und erklären Sie den Zusammenhang zwischen der Benetzbarkeit mit destilliertem Wasser und der Oberflächenstruktur für die Versuche b) und c). [9 BE]

Abbildungen und Tabelle: 1 verändert nach: P. Hergersberg: Haut mit hohem Rostschutzfaktor; https://www.mpie.de/2810878/news_publication_8236076, zuletzt aufgerufen am 24.10.2018 2 verändert nach: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7b/Kontaktwinkel_Grundschem.svg/1200px-Kontaktwinkel_-_Grundschem.svg.png, zuletzt aufgerufen am 24.10.2018 3 verändert nach: S. Schwarzer: Struktur-Eigenschafts-Beziehungen an aktuellen Beispielen aus der Forschung weitergedacht: „Mikro“ und „nano“-Schichten sowie Oberflächen für Schule und Schülerlabor. In: CHEMKON, 24, Nr. 4 (2017), S. 192-208