

3.1 Redoxreaktionen und Redoxreihe

Auf dem Arbeitsblatt 3.1-A haben Sie erfahren, wie wertvoll Kupfer ist. Daher ist die Wiedergewinnung von Kupfer ein lukratives Geschäft. Wie aber kann man Kupfer wieder gewinnen? Dazu führen wir mal ein paar kleine Versuche durch.

Versuch 1A - Der Eisennagelversuch

Durchführung:

Füllen Sie ein kleines Becherglas mit der bereitgestellten Kupfersulfat-Lösung und stellen Sie dann einen sauberen Eisennagel in die Lösung. Beobachten Sie den Eisennagel über einen Zeitraum von ca. 5 Minuten.

Beobachtungen:

Erklärungen:

Man könnte zunächst annehmen, dass es sich bei dem rotbraunen Belag um Rost handelt. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr findet folgende chemische Reaktion statt:

In der Kupfersulfatlösung liegt das Kupfer in Form von zweiwertig positiven Kupfer-Ionen vor. Kupfer ist edler als Eisen, daher nehmen die Kupfer-Ionen Elektronen von den Eisen-Atomen auf und werden zu Kupfer-Atomen:

Bei dieser Reaktion handelt es sich um eine Aufnahme von Elektronen, und eine solche Elektronenaufnahme wird allgemein als **Reduktion** bezeichnet. Diese beiden Elektronen kommen allerdings nicht aus dem Nirgendwo, sondern werden von den Eisen-Atomen abgegeben:

Eine solche Abgabe von Elektronen wird als **Oxidation** bezeichnet.

Redoxreaktionen

Fassen wir die beiden Reaktionen zusammen; zunächst die Oxidation von Eisen-Atomen, darunter die Reduktion der Kupfer-Ionen, und ganz unten die Gesamtreaktion als Summe der beiden Reaktionen:



Das ist die in der Elektrochemie übliche Darstellung einer **Redoxreaktion**. Jede Redoxreaktion besteht aus zwei Teilschritten: Einer **Oxidation**, bei der Elektronen abgegeben werden, und einer **Reduktion**, bei der Elektronen aufgenommen werden.

Beide Reaktionen werden als Einheit angesehen und als **Redoxreaktion** bezeichnet. Die Komponente, welche die Elektronen abgibt (hier also das Eisen) wird allgemein als **Elektronendonator** bezeichnet, und die Komponente, welche die Elektronen aufnimmt (hier also die Kupfer-Ionen), wird als **Elektronenakzeptor** bezeichnet. Daher kann man eine Redoxreaktion folgendermaßen definieren:



Versuch 1B - Wiedergewinnung von Kupfer

Durchführung:

Statt der tiefblauen Kupfersulfat-Lösung verwenden wir eine deutlich "dünnere" CuSO₄-Lösung. Die blaue Farbe muss allerdings noch gut zu erkennen sein. Statt dem Eisen-nagel nehmen wir Eisenwolle; hier hat das Eisen eine wesentlich größere Oberfläche. Wir füllen ein größeres Becherglas mit der verdünnten Kupfersulfat-Lösung und tauchen dann Eisenwolle in die Lösung ein.

Beobachtungen / Erklärungen:

Im Idealfall ist die Kupfersulfat-Lösung anschließend völlig entfärbt bzw. sogar leicht gelb gefärbt, während die Eisenwolle rötlich schimmert. In der Lösung sind die Cu²⁺-Ionen durch Fe²⁺-Ionen ersetzt worden, daher die Entfärbung / der Farbwechsel, und das rötliche Schimmern ist auf das abgeschiedene metallische Kupfer zurückzuführen.

Ein ähnliches Verfahren wird in größerem Maßstab tatsächlich bei der Wiedergewinnung von Kupfer aus kupferhaltigen Lösungen oder bei der Entsorgung von Kupferlösungen eingesetzt.