

Elektrochemie

Alle chemischen Reaktionen sind im Prinzip elektrischer Natur, da Elektronen an allen Arten von chemischen Bindungen beteiligt sind. Unter Elektrochemie versteht man jedoch in erster Linie die Lehre von Oxidations-Reduktions-Vorgängen.

Mit Hilfe von chemischen Reaktionen kann in **galvanischen Zellen** elektrische Energie gewonnen werden. Umgekehrt kann bei der **Elektrolyse** elektrische Energie dazu dienen, chemische Umwandlungen hervorzurufen.

Elektrischer Strom

Ein elektrischer Strom ist ein Fluß von elektrischer Ladung. In Metallen sind Elektronen die Träger des elektrischen Stromes; man spricht von **metallischen Leitern**. In Metallen hält sich eine bewegliche Wolke von Elektronen, das Elektronengas, zwischen den weitgehend fixierten Positionen von positiven Metallionen auf. Werden an einem Ende eines Metalldrahtes Elektronen hineingedrückt, so schieben diese die Elektronen im Draht vor sich her und am anderen Ende des Drahtes treten Elektronen aus. Elektrische Neutralität bleibt gewährt, denn die Zahl der pro Zeiteinheit eintretenden und austretenden Elektronen ist gleich. Der Elektronenfluß hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Strömung einer Flüssigkeit.

Der „Druck“ mit dem die Elektronen in den Draht gezwungen werden, wird **elektrische Spannung** oder elektrisches Potential genannt; es wird in **Volt** gemessen. Auch hier kann der Gedanke behilflich sein, es handele sich um eine Flüssigkeit die mit einem gewissen Druck durch eine Leitung strömt oder die einen bestimmten Druck auf einen Behälter ausübt.

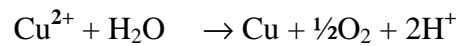
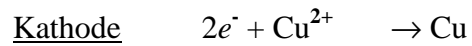
Die Einheit für die **elektrische Ladung** (Ladungsmenge, Elektrizitätsmenge) ist das **Coulomb**. (\approx Schlauchstärke \rightarrow Menge der Flüssigkeit)

Die **Stromstärke** wird in **Ampere** gemessen; ein Ampere entspricht dem Fluß von 1 Coulomb pro Sekunde.

Nach unserem Vergleichsbild, die Menge Flüssigkeit die pro Zeiteinheit durch einen Schlauch bestimmter Stärke fließt.

Metalle setzen dem Stromfluß einen Widerstand entgegen, der wahrscheinlich mit den Schwingungen der Metallionen um ihre Gitterpunkte zusammenhängt; die schwingenden Ionen behindern die Elektronen in ihrer Bewegung. Bei steigender Temperatur nimmt die Schwingung zu und mit ihr der elektrische Widerstand. Der Widerstand wird in Ohm (Ω) gemessen.

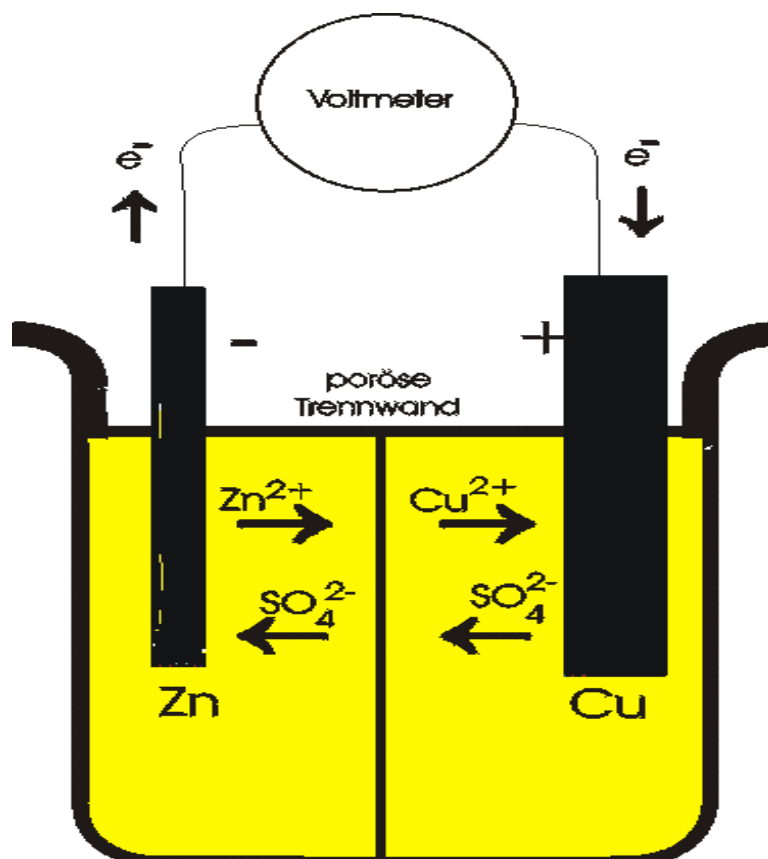
Elektrolyse einer CuSO₄-Lösung:



Galvanische Zellen

Eine Zelle, die als elektrische Stromquelle dient, wird galvanische Zelle oder voltaische Zelle oder galvanisches Element genannt. Luigi Galvani (1780) und Alessandro Volta (1800) waren die ersten, die mit der Umwandlung von chemische in elektrische Energie experimentiert haben.

Die Reaktion von Zinkmetall mit Kupfer(II)-Ionen in wässriger Lösung ist ein Beispiel für eine spontane Reaktion, bei der Elektronen übertragen werden. Man kann sich die Reaktion nicht nur in zwei Halbreaktionen zerlegt denken, sondern man kann die Halbreaktionen räumlich getrennt an den Elektroden einer galvanischen Zelle ablaufen lassen.





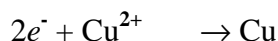
Bei der gezeigten Versuchsanordnung wird diese Reaktion ausgenutzt, um einen elektrischen Strom zu erzeugen. Die Halbzelle auf der linken Seite besteht aus einer Zinkelektrode, die in eine ZnSO_4 -Lösung taucht. Die rechte Halbzelle besteht aus einer Kupferelektrode in einer CuSO_4 -Lösung. Die beiden Halbzellen sind durch eine poröse Wand getrennt, die eine Vermischung der Lösungen verhindert, aber den Durchtritt von Ionen gestattet. Diese spezielle galvanische Zelle wird auch Daniell-Zelle oder Daniell-Element genannt.

Wenn die beiden Elektroden über einen Draht elektrisch leitend miteinander verbunden werden, fließen Elektronen von der Zinkelektrode zur Kupferelektrode. An der Zinkelektrode wird Zinkmetall zu Zink-Ionen oxidiert. Die dabei entstehenden Elektronen verlassen die Galvanische Zelle durch diese Elektrode, die deshalb auch Minuspol oder **Anode** genannt wird (an der Anode findet immer die Oxidation statt). Die Elektronen fließen durch den Draht zur Kupferelektrode, wo sie die Reduktion von Kupfer(II)-Ionen zu Kupfermetall bewirken. Kupfer scheidet sich auf dieser Elektrode ab, die Elektronen fließen durch sie in die galvanische Zelle ein, sie wird Pluspol oder **Kathode** genannt.

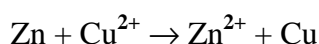
Außerhalb der Zelle fließen die Elektronen vom Minus- zum Plus-Pol. Innerhalb der Zelle erfolgt der Stromfluß durch Ionenbewegungen, und zwar müssen die Anionen (SO_4^{2-}) von der Kathode zur Anode und die Kationen in umgekehrter Richtung wandern. Von der Anode werden Zn^{2+} -Ionen an die Lösung abgegeben. Elektronen bleiben im Metall zurück. Zum Ausgleich der zusätzlichen positiven Ladungen im Bereich um die Anode müssen SO_4^{2-} -Ionen in Richtung Anode wandern, gleichzeitig wandern die Zn^{2+} -Ionen in Richtung Kathode. An der Kathode werden Cu^{2+} -Ionen aus der Lösung entfernt, indem sie Elektronen aus der Elektrode aufnehmen und sich so als Kupfer an der Kathode abscheiden. Cu^{2+} -Ionen aus der Lösung bewegen sich in Richtung Kathode und ersetzen die verbrauchten Cu^{2+} -Ionen.

Daniell-Element:

Halbreaktionen



Gesamtreaktion



Die poröse Trennwand verhindert die mechanische Vermischung der Lösungen. Wenn die Cu^{2+} -Ionen in Kontakt mit der Zn-Elektrode kämen, würde es zur direkten Übertragung von Elektronen kommen und kein Strom würde durch den äußeren Draht fließen.