

# Konzentrationszellen

---

Zwei Halbzellen, die sich nur durch ihre Konzentration unterscheiden, werden als Konzentrationszellen bezeichnet. Diese liefern nur eine geringe Spannung, die vom Konzentrationsverhältnis. Bei Änderung der Konzentration um eine Zehnerpotenz ändert sich das Zellpotential um 0.059V.

## Hintergrund

Durch Konzentrationszellen lässt sich der Einfluss der Konzentration auf das Zellpotential einer Halbzelle demonstrieren. Außerdem leitet sich der Proportionalitätsfaktor 0.059V, der in der vereinfachten Form der Nernstschen Gleichung enthalten ist, daraus ab.

## Gefahren



## Signalwort: Gefahr

Schutzbrille tragen. Salzsäure kann in konzentrierter Form Haut- Augenschäden verursachen. Nitrats sind brandfördernd.

## Chemikalien

Salzsäure, 1molar, H290, H314, H335

Kaliumnitratlösung, H272

Kaliumchloridlösung, nach GHS keine Einstufung

## Materialien

2 Bechergläser, 100 ml

Stromschlüssel mit Stopfen

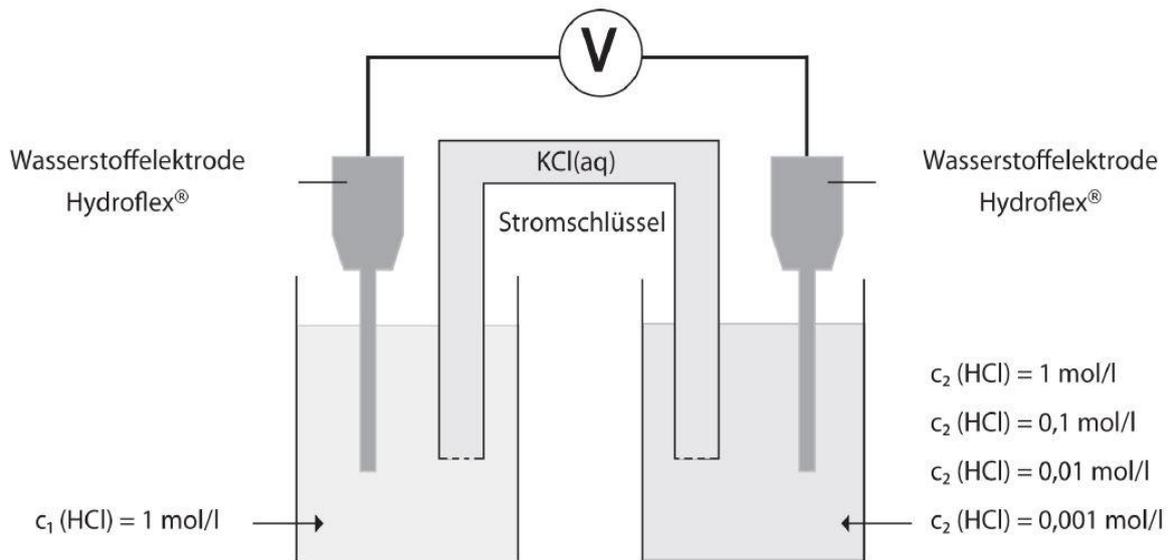
2 HydroFlex-Elektroden (müssen aktiviert werden, Bedienungsanleitung beachten)

Messleitungen

Messgerät für Spannung z.B. Demo-Voltmeter, alternativ Messwerterfassungssystem

## Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau folgt entsprechend dem zur Messung von Standardpotentialen. Allerdings werden nun zwei Wasserstoff-Halbzellen aufgebaut. Zunächst wird das Zellpotential bei gleicher Konzentration der Elektrolytlösungen gemessen. Anschließend wird jeweils eine um ein Zehntel ihrer Konzentration verdünnt.



### Versuchsergebnis

Liegen unterschiedliche Wasserstoffionenkonzentrationen in den Halbzellen vor, ist das System bestrebt, die Konzentrationen auszugleichen. Die Halbzelle mit der höheren Konzentration ist die Kathode (Pluspol), die Halbzelle mit der verdünnteren Lösung die Anode (Minuspole). Dadurch fließt ein Strom von der verdünnteren zur konzentrierteren Halbzelle, solange, bis sich die Konzentrationen angeglichen haben.

Akzeptor-Halbzelle		Donator-Halbzelle		$\Delta E$
$c_1$ in mol/l	$\text{pH}_1$	$c_2$ in mol/l	$\text{pH}_2$	in Volt
1	0	1	0	0
1	0	0.1	1	0.059
1	0	0.01	2	0.118
1	0	0.001	3	0.177

### Entsorgung

Die Lösungen können in entsprechend beschriftete Behälter zurück gegossen und für diesen Versuch öfters wiederverwendet werden. Soll keine Wiederverwendung erfolgen, so werden die Lösungen zu den anorganischen Abfällen gegeben.

### Erklärung

Offensichtlich ist die gemessene Spannung und das Konzentrationsverhältnis der Halbzellen zueinander proportional. Dies kann anhand der Nernstschen Gleichung mathematisch gezeigt werden:

$$\Delta E = E(\text{Akzeptor}) - E(\text{Donator})$$

$$\Delta E = E^\circ + \frac{0.059V}{z} \cdot \lg c_1 - E^\circ + \frac{0.059V}{z} \cdot \lg c_2$$

Feststoffe werden in ihrer Konzentration als konstant angesehen. Außerdem wird bei der Verwendung von Salzsäure ein Elektron ausgetauscht, daher vereinfacht sich die Gleichung zu:

$$\Delta E = 0.059V \cdot [\lg c_1 - \lg c_2]$$

Da  $c_1=1\text{ mol/l}$  konstant gehalten wird und somit  $\lg c_1=0$  gilt erhält man:

$$\Delta E = 0.059V \cdot [-\lg c_2]$$

$$\Delta E = 0.059V \cdot pH_2$$

Dies zeigt den Zusammenhang zwischen Zellpotential und pH-Wert, wobei die Elektrolytkonzentration der Akzeptor-Halbzelle konstant bei  $c_1=1\text{ mol/l}$  liegt.

Allgemein ist eine Konzentrationszelle somit nur vom Konzentrationsverhältnis und der Zahl der Elektronen, die auf- oder abgegeben werden abhängig.

### Praxis

Die in der Praxis gemessenen Zellpotentiale weichen deutlich von den theoretischen Werten ab. Ein Hauptgrund liegt in den Diffusionspotentialen, die bei der theoretischen Berechnung nicht berücksichtigt werden. Je nach Stromschlüssel oder Elektrolyt erhält man andere Diffusionspotentiale, welche die erwarteten Werte verfälschen. Daneben spielen Ungenauigkeiten bei der Herstellung der Salzsäurelösungen bzw. die Temperatur eine untergeordnete Rolle.

### Ausblick

Der Versuch zeigt ein mögliches Ziel, wie in Zukunft pH-Werte ohne eine empfindliche, alternde und dadurch träge Glaselektrode gemessen werden können.

Bereits zur Marktreife entwickelt ist eine pH-Elektrode der Firma Gaskatel, Kassel bei der neben einer Silber- Silberchloridelektrode eine Wasserstoffelektrode eingesetzt wird. Sie ist unter dem Namen **pHydrunio** erhältlich.

### Literatur

M. Schwab, Fachreferent Chemie in Unterfranken, [www.fachreferent-chemie.de](http://www.fachreferent-chemie.de)  
 Gaskatel GmbH, Kassel, [http://gaskatel.org/de/downloads/20120211\\_Manual\\_Hydroflex\\_de.pdf](http://gaskatel.org/de/downloads/20120211_Manual_Hydroflex_de.pdf)