

**Thema: Redox-Messgeräte**

Im täglichen Leben findet man immer häufiger Messgeräte, die auf chemischen Reaktionen beruhen. So werden schon länger bei der Polizei **Alkoholmessgeräte** eingesetzt, um relativ schnell den Blutalkoholgehalt testen zu können. Zunächst wurden Teströhrchen verwendet, die orangefarbenes Kaliumdichromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) enthalten. Der Autofahrer musste eine definierte Luftmenge in das Röhrchen pusten. Das Kaliumdichromat reagiert mit dem Alkohol in der Ausatemluft zu grünen Chrom-(+III)-Ionen. Über den Anteil der Grünfärbung konnte man den Blutalkoholanteil bestimmen. Neuere Messgeräte wie der



Abb.1



Abb.2

Alcotest 7410 (Abb.1 und 2, Messdaten siehe Anhang)

arbeiten mit galvanischen Zellen. Diese trennen Oxidation und Reduktion räumlich voneinander und über den Elektronenfluss wird die Alkoholmenge berechnet. In der einen Halbzelle wird das Ethanol zu Kohlenstoffdioxid oxidiert, in der anderen Halbzelle Sauerstoff zu Wasser umgesetzt.

Auch in der Medizin gibt es Messgeräte, die Oxidation und Reduktion räumlich trennen und über den Elektronenfluss die Konzentration bestimmen. Sehr weit verbreitet sind beispielsweise **Blutzuckermessgeräte** für Diabetiker (Abb.3). Diese messen die Konzentration Glucose im Blutplasma, die in mg/dl Blut angegeben wird. Werte bis 100 mg/dl sind physiologisch normal. Das Gerät arbeitet mit einem galvanischen Element, dessen Elektroden aus Platin sind. Zunächst wird Glucose mit Luftsauerstoff zu einer Säure und Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) oxidiert. Das Wasserstoffperoxid diffundiert dann in eine elektrochemische Halbzelle, wo es zu Wasser und Sauerstoff reagiert. Als zweite Halbzelle dient eine wässrige Lösung eines Oxidationsmittels X ( $c = 0,1 [mol/l]$ ) dessen molares Standardelektrodenpotential  $U_{H^0} = +1,2 [V]$  beträgt. Zwei Platinelektroden messen die Spannungsdifferenz  $\Delta U$ . Der eingebaute Computer berechnet über die gemessene Spannungsdifferenz  $\Delta U$  den Zuckergehalt, der dann angezeigt wird (Abb.3).



Abb.3

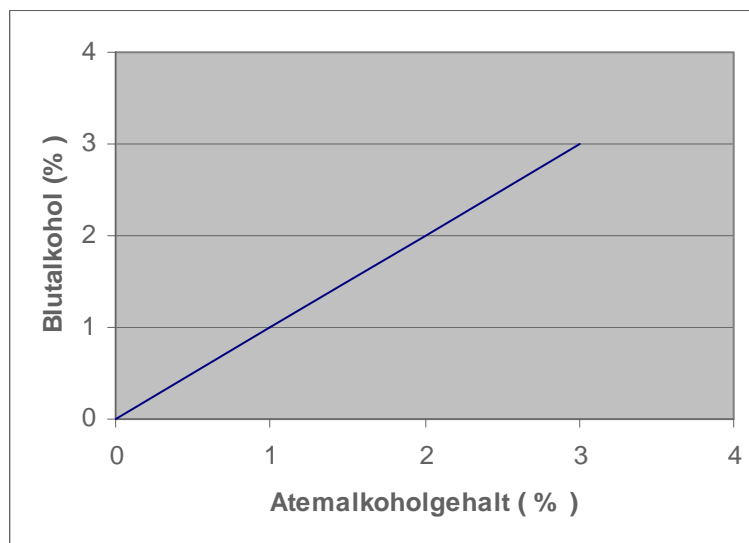
- 
- 1a. Geben Sie die Gleichung (mit Teilgleichungen) für die Reaktion des Alkohols in den Dichromattestströhrchen an!
  - b. Bei einer Messung mit 1l Ausatemluft wurden 1,7 g Dichromat zu  $\text{Cr}^{3+}$ -Ionen umgesetzt. Berechnen Sie den Promillegehalt [Vol‰] des Blutes! (Dichte von Ethanol:  $0,79 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ )
  - b. Formulieren Sie die Gleichung (mit Teilgleichungen für die einzelnen Halbzellen) im elektronischen Alkoholmessgerät!
- 2a. PH-Messelektroden basieren auch auf Redoxpotentialen. Bei der Messung des pH-Wertes einer Alkohollösung A sind niedrigere pH-Werte als bei einer Carbonsäurelösung B gleicher Konzentration ermittelt worden. Erklären Sie die unterschiedliche Säurestärke mit Hilfe von Strukturformeln!
  - b. Das pH-Messgerät zeigt bei der Carbonsäurelösung einen pH-Wert von 2,9 an. Ermitteln Sie, um welche Carbonsäure es sich handeln könnte!
- 3a. Zeichnen und beschriften Sie die galvanische Zelle in dem Blutzuckermessgerät (mit Elektronenfluss)! Formulieren Sie die Teilgleichungen für die Wasserstoffperoxidhalbzelle!<sup>1</sup>
  - b. Berechnen Sie die Spannungsdifferenz  $\Delta U$  der galvanischen Zelle, die das Gerät bei dem in Abb.3 angegebenen Blutzuckerspiegel messen müsste!
4. Diabetiker dürfen Glucose essen, Saccharose hingegen sollten sie meiden. Stellen Sie experimentell fest, ob der vor Ihnen stehende Zucker von einem Diabetiker gegessen werden darf! Erklären Sie den positiven/negativen Ausgang des Versuches!

---

<sup>1</sup> Im Wasserstoffperoxid besitzt der Sauerstoff ausnahmsweise die Oxidationszahl -I

○ Leistungsdaten zu Alcotest 7410 der Fa. Dräger

- Messbereich: 0,3 ‰ AAK (Atemalkoholkonzentration)
- Reproduzierbarkeit:  $\pm 5\%$  vom Messwert
- Einsatzbereich:  $-5 \dots +40\text{ °C}$
- Kalibrierintervall: 8 Monate
- Anzahl der Tests mit einer Batterieladung: ca 300
- minimales Blasvolumen: 1,2 l
- minimale Blaszeit: 4 s



- Tabelle pK<sub>s</sub>-Werte: siehe Extrablatt
- Periodensystem: siehe Extrablatt

