

## Die Puffergleichung

Für den Fall, dass beide Komponenten einer Pufferlösung die gleiche Konzentration haben, also für  $c(\text{Ac}^-) = c(\text{HAc})$ , gilt:

$$\text{pH} = \text{p}K_s$$

(siehe Arbeitsblatt 2.10-B).

Falls die beiden Komponenten der Pufferlösung jedoch eine unterschiedliche Konzentration haben, muss man den pH-Wert der Pufferlösung berechnen. Dazu geht man wieder von der Gleichung

$$K_s = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \times c(\text{Ac}^-)}{c(\text{HAc})}$$

aus. Um den pH-Wert zu berechnen, stellt man diese Gleichung zunächst einmal um:

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = K_s \times \frac{c(\text{HAc})}{c(\text{Ac}^-)}$$

Sind beide Konzentrationen gleich, so hat der Quotient den Wert 1, und es gilt

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = K_s \text{ bzw. } \text{pH} = \text{p}K_s$$

### Die HENDERSON-HASSELBALCH-Gleichung

Mit ein wenig Mathematik (Logarithmieren) erhält man aus der obigen Gleichung die folgende Gleichung, die auch als HENDERSON-HASSELBALCH-Gleichung berühmt geworden ist.

$$\text{pH} = \text{p}K_s - \lg \frac{c(\text{HAc})}{c(\text{Ac}^-)}$$

oder auch:

$$\text{pH} = \text{p}K_s + \lg \frac{c(\text{Ac}^-)}{c(\text{HAc})}$$

Weil ja nun sowohl die Säure HAc wie auch die korrespondierende Base Ac<sup>-</sup> in dem gleichen Volumen vorkommen, kann man statt der Konzentrationen auch die Stoffmengen in die Gleichung einsetzen und erhält dann:

$$\text{pH} = \text{p}K_s + \lg \frac{n(\text{Ac}^-)}{n(\text{HAc})}$$

Mit dieser Form der HENDERSON-HASSELBALCH-Gleichung kann man nun den pH-Wert einer beliebigen Pufferlösung leicht berechnen.

### Beispielrechnung:

Wir erstellen eine Pufferlösung, indem wir in 200 ml Wasser 0,25 mol Essigsäure und 0,1 mol Natriumacetat lösen. Welchen pH-Wert hat diese Lösung?

Die Konzentrationen der beiden Stoffe müssen wir gar nicht ausrechnen. Wir setzen einfach ein:

$$\text{pH} = \text{p}K_s + \lg \frac{0,1}{0,25}$$

$$\text{pH} = 4,65 + \lg(0,4) = 4,25$$

Solche Berechnungen sollte man kurz auf Plausibilität überprüfen. Wir haben wesentlich mehr Säure in dem Puffer als vorher, daher sollte der pH-Wert deutlich sinken. Genau das ist hier der Fall; der pH-Wert ist von 4,65 bei der 1:1-Lösung auf 4,25 gefallen.