

Allgemeine Zusammenhänge zu Protolyse-Gleichgewichten

Ein Stoff reagiert chemisch mit Wasser, d.h. er wird nicht nur einfach gelöst, sondern entzieht den Wassermolekülen Protonen (**Protonenakzeptor = Base**) oder gibt an die Wassermoleküle Protonen ab, d.h. bringt sie in die Funktion des Protonenakzeptors und wirkt gleichzeitig als Säure (**Protonendonator**). Grundprinzip dabei ist immer, dass das **Autoprotolyse-Gleichgewicht des Wasser** $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ **verschoben** wird. Konstante Größe in diesem Spiel ist der **pK_w-Wert** dieses Gleichgewichts = 14.

Es gibt also **drei Größen**: s. Abbildung.

Zur Bestimmung einer Größe müssen **zwei der drei Faktoren bekannt** sein. Zur Ermittlung einer der drei Faktoren muss weiter unterschieden werden zwischen **1. reinen Säuren bzw. Basen** und **2. Säuren bzw. Basen, die aus der Dissoziation eines Salzes entstehen**.

Bei der **Dissoziation eines Salzes** kann immer davon ausgegangen werden, dass die Dissoziation **vollständig** erfolgt. Demnach scheinen dann beide Komponenten des Salzes mit Wasser zu reagieren. In drei von vier Fällen sieht das aber so aus, dass **eine** Komponente gar keine Reaktion zeigt, weil sie das **Anion einer starken Säure** (z.B. Cl^-) oder das **Kation einer starken Base** (z.B. Na^+) ist. D.h. durch diese Anionen bzw. Kationen wird das Gleichgewicht des Wassers nicht verschoben. Die andere Komponente, z.B. NH_4^+ oder OH^- verschiebt jedoch das Gleichgewicht des Wassers in der behandelten Weise. Mit anderen Worten: es gibt eigentlich nur den Fall 1, Fall 2 ist lediglich eine Variante von Fall 1.

Was die Einschätzung der **Stärke einer Säure bzw. Base** betrifft und die darauf anzuwendende Rechenmethode, gibt es **drei Fälle** (siehe Tabelle im AB „**Stärke einer Säure bzw. Base III**“):

1. Starke Säuren bzw. Basen: der pH- bzw. pOH-Wert entspricht der Ausgangskonzentration der Säure bzw. Base;
2. Schwache Säuren bzw. Basen: $c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_s \cdot c(\text{HAc})}$
3. Mittelstarke Säuren bzw. Basen: Anwendung der pq-Formel (quadratische Gleichung)

Zur **generellen Voraussage über den sauren oder basischen Charakter** von Salzlösungen dienen folgende **Regeln**:

1. Salze von **starken Säuren mit starken Basen** beeinflussen den pH-Wert nicht, da die konjugierten Basen bzw. Säuren schwach sind. Der pH-Wert bleibt bei 7.
2. Salze von **starken Säuren mit schwachen Basen** ergeben saure Lösungen, da die konjugierten schwachen Basen und starken Säuren den pH-Wert unter 7 verschieben.
3. Salze von **schwachen Säuren mit starken Basen** ergeben basische Lösungen, da die konjugierten starken Basen und schwachen Säuren den pH-Wert über 7 verschieben.
4. Salze von **schwachen Säuren mit schwachen Basen** können sauer oder alkalisch reagieren. Der pH-Wert hängt davon ab, ob der saure Charakter des Kations oder der basische des Anions überwiegt. Ist der pK_s-Wert der Säure gleich dem pK_b-Wert der Base, reagiert die Lösung neutral. Ist der pK_s-Wert der Säure größer als der pK_b-Wert der Base, reagiert die Lösung basisch.
5. In jedem Fall muss man sich darüber klar sein, was die Aussage „der pK_s-Wert der Säure ist größer als der pK_b-Wert der Base“ bedeutet.

Übungsaufgaben: *Zu jeder Aufgabe sind alle Reaktionsgleichungen zu formulieren!*

1. Welchen pH-Wert hat eine Buttersäure-Lösung der Konzentration **c₀(BS) = 0,05 mol/l**?
2. Bestimme den pK_s-Wert einer Natriumhypobromit-Lösung mit der Konzentration **c₀(NaBrO) = 0,1 mol/l** und einem **pH-Wert von 10,85**!
3. Welchen Wert hat eine Ammoniumchlorid-Lösung der Konzentration **c(NH₄Cl) = 1 mol/l**?
4. Welchen pH-Wert hat eine Natriumsulfid-Lösung der Konzentration **c₀(Na₂S) = 0,1 mol/l**?
5. Das Phenolat-Ion $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ ist das Anion der schwachen Säure Phenol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$. Das Anion unterliegt der Protolyse gemäß dem Schema $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{OH}^-$. Bestimme die Konzentration einer Phenolat-Lösung mit einem **pH-Wert von 11,0** !

Die pK_s-Werte sind den einschlägigen Tabellen, z.B. „Säurekonstanten in Wasser bei 298 K“ zu entnehmen!

