

Das Massenwirkungsgesetz und die Gleichgewichtskonstante

Ob eine umkehrbare chemische Reaktion bereits im Zustand des dynamischen Gleichgewichts vorliegt, erkennt man daran, dass sich die Konzentrationen der Edukte und Produkte nicht mehr verändern, d.h. dass die Konzentrationen konstant bleiben. Dabei müssen die Konzentrationen der Edukte und Produkte nicht unbedingt gleich gross sein. Das Gleichgewicht kann zugunsten der Produkte oder der Edukte ausfallen.



Mit den Konzentrationen der Stoffe lässt sich also die Lage des Gleichgewichts beschreiben und bestimmen, ob die Reaktion bereits das Gleichgewicht erreicht hat oder nicht.

Massenwirkungsgesetz und Reaktionsquotient Q

Aus den Stoffkonzentrationen kann nach dem Massenwirkungsgesetz der Reaktionsquotient Q berechnet werden. Dabei multipliziert man die Konzentrationen der Produkte und bildet das Verhältnis zu den miteinander multiplizierten Eduktkonzentrationen. Koeffizienten werden zu Exponenten. Für eine **allgemeine Reaktionsgleichung** $aA + bB \rightleftharpoons xX + zZ$ erhält man somit z.B.:

$$Q = \frac{c^x(X) \cdot c^z(Z)}{c^a(A) \cdot c^b(B)} = \frac{[X]^x \cdot [Z]^z}{[A]^a \cdot [B]^b} = \frac{\text{„Produkte“}}{\text{„Edukte“}}$$

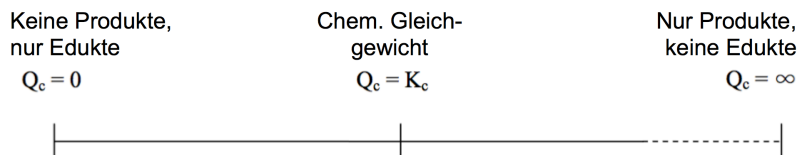
X: Stoff X (hier Produkt), x: Koeffizient von Stoff X,
c(X): Konzentration von Stoff X, [X]: Konzentration von Stoff X

Gleichgewichtskonstante K

Da sich die Konzentrationen im Zustand des chemischen Gleichgewichts nicht mehr verändern, bleibt der Reaktionsquotient Q konstant. Im Gleichgewicht wird der Reaktionsquotient als Gleichgewichtskonstante K bezeichnet und entsprechend dem Massenwirkungsgesetz berechnet:

$$K = \frac{c^x(X) \cdot c^z(Z)}{c^a(A) \cdot c^b(B)} = \frac{[X]^x \cdot [Z]^z}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Der Reaktionsquotient kann nun also folgende Werte einnehmen:



Die Gleichgewichtskonstante K ist eine charakteristische Grösse für eine chemische Reaktion und „nur“ von der Temperatur abhängig.

Die Konzentrationen der Edukte und Produkte werden sich immer so einstellen, dass der Wert von K erreicht wird. Gleichgewichtskonstanten können daher für bestimmte Reaktionen und Temperaturen in Tabellenwerken nachgeschlagen werden. Somit kann die Lage einer Gleichgewichtsreaktion vorhergesagt werden.

Ist $K > 1$ liegt das Gleichgewicht rechts, auf der Seite der Produkte.

Ist $K < 1$ liegt das Gleichgewicht links, auf der Seite der Edukte.

Aufgabe: Stellen Sie das Massenwirkungsgesetz zur Bestimmung der Gleichgewichtskonstanten K für folgende Reaktionen auf:

