

**SCHRITTFOLGE FÜR BERECHNUNGEN MIT DEM MASSENWIRKUNGSGESETZ**

Tätigkeiten	Beispiel 1 (Berechnung von $K_C$ )	Beispiel 2 (Berechnung einer Stoffmenge im GG)
	Bei der Reaktion von 5 mol Ethansäure mit 3 mol Ethanol bei 25 °C sind bis zur Einstellung des chemischen Gleichgewichtes 2,43 mol Ethansäureethylester entstanden. Wie groß ist die Gleichgewichtskonstante $K_C$ ?	Die Gleichgewichtskonstante für die Bildung von Ethansäureethylester aus Ethansäure und Ethanol beträgt bei 25 °C $K_C = 4$ . Wie groß ist die Stoffmenge an Ester im GG, wenn man von 5 mol Ethansäure und 3 mol Ethanol ausgeht?
1	Aufstellen der chemischen Gleichung	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
2	Angabe der Ausgangskonzentrationen zu Reaktionsbeginn	5 mol      3 mol      0 mol      0 mol
3	Ermitteln des Stoffumsatzes bis zur Einstellung des chem. GG für die reagierenden Stoffe	x mol      x mol      x mol      x mol
4	Ermitteln der Konzentrationen im chem. Gleichgewicht	(5 - x) mol      (3 - x) mol      x mol      x mol
5	Aufstellen des MWG	$K_C = \frac{n_{\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5} \cdot n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}}$
6	Einsetzen der Konzentrationen im chem. GG (siehe Schritt 4) ins MWG	$4 = \frac{x \text{ mol} \cdot x \text{ mol}}{(5 - x) \text{ mol} \cdot (3 - x) \text{ mol}}$
7	Berechnung der unbekanntenen Größe	$4 = \frac{x^2}{x^2 - 8x + 15} \quad   \cdot \text{Nenner; Ausmultiplizieren}$ $4x^2 - 32x + 60 = x^2 \quad   -x^2 \quad   :3$ $x^2 - \frac{32}{3}x + 20 = 0 \quad (\text{Normalform der quadrat. Gleich.})$
8	Antwortsatz	$\underline{\text{Lös.}}: \quad x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q} = -\frac{32}{6} \pm \sqrt{\left(\frac{32}{6}\right)^2 - 20}$ $x_1 = 8,23 \text{ mol (unsinnig!)} \quad x_2 = 2,43 \text{ mol}$
	Bei 25 °C beträgt die Gleichgewichtskonstante für die Bildung von Ethansäureethylester $K_C = 4,03$ .	Das Gleichgewicht enthält 2,43 mol Ethansäureethylester.

**Hinweis:**

Bei chemischen Gleichgewichten ohne Änderung der Stöchiometriezahlen in der chemischen Gleichung (siehe Berechnungsbeispiele!) sind die Berechnungen besonders einfach, da sich in der Gleichung des Massenwirkungsgesetzes die Einheiten kürzen.

Deshalb können in diese Gleichungen an Stelle der Konzentrationen auch die den Konzentrationen proportionalen Stoffmengen eingesetzt werden:

$$K_C = \frac{c_C \cdot c_D}{c_A \cdot c_B}$$

$$\text{da: } c = \frac{n}{V}$$

$$K_C = \frac{\frac{n_C}{V} \cdot \frac{n_D}{V}}{\frac{n_A}{V} \cdot \frac{n_B}{V}}$$

$$\Rightarrow K_C = \frac{n_C \cdot n_D}{n_A \cdot n_B}$$

- Aufgaben:**
1. Wird Luft auf 2400 °C erhitzt, so vereinigen sich Stickstoff und Sauerstoff zu Stickstoffmonoxid. Aus 100 mol (oder 100 l) Luft bilden sich maximal 2,2 mol (oder 2,2 l) Stickstoffmonoxid.
    - a) Berechne  $K_C$  unter der Annahme, die Luft enthalte nur Stickstoff und Sauerstoff!
    - b) Warum kann  $K_C$  auch aus den angegebenen Volumina berechnet werden?
  2. Wieviel Methanol muß eingesetzt werden, um 10 mol Ethansäure zu 90 % zu verestern? Die Gleichgewichtskonstante beträgt unter den gegebenen Bedingungen  $K_C = 9$ .