

---

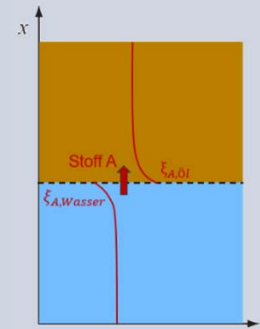
# Wärme- und Stoffübertragung I

## Phasengleichgewicht

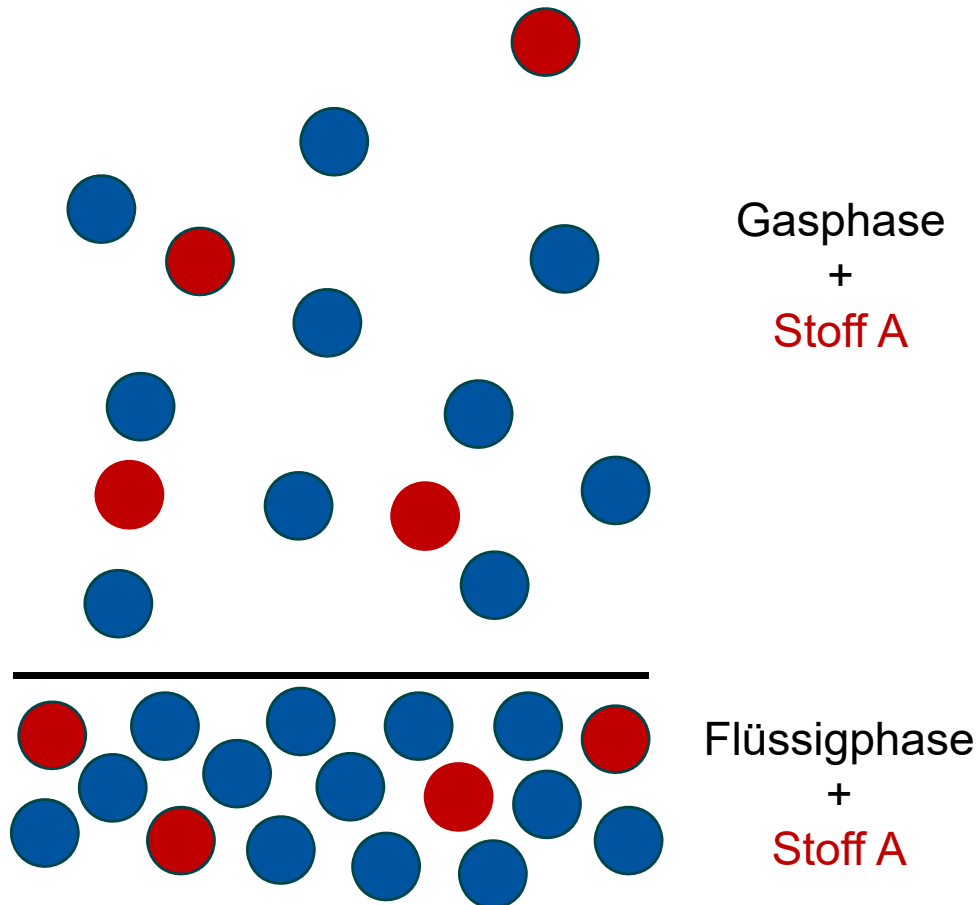
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Kneer  
Dr.-Ing. Dr. rer. pol. Wilko Rohlfs

## Phasengleichgewicht

- Wie wird das Gleichgewicht zwischen zwei Phasen, flüssig/gasförmig oder flüssig/flüssig, beschrieben?
- Konsequenzen für den Konzentrationsverlauf



# Phasengleichgewicht



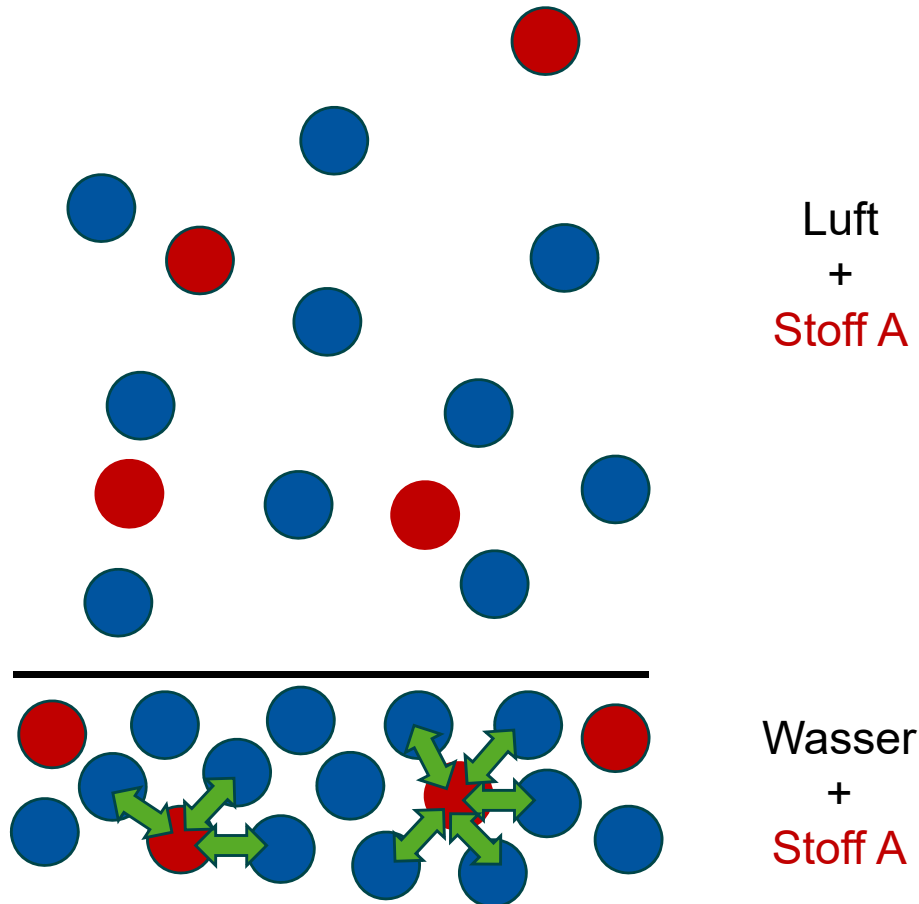
## Problemstellung

- **Komponente A** befindet sich in der Gasphase und gelöst in einer angrenzenden flüssigen Phase.
- Das System befindet sich im Gleichgewicht.

## Fragestellung

- Wie groß ist die Konzentration von **A** in der Flüssig- bzw. Gasphase?

# Phasengleichgewicht

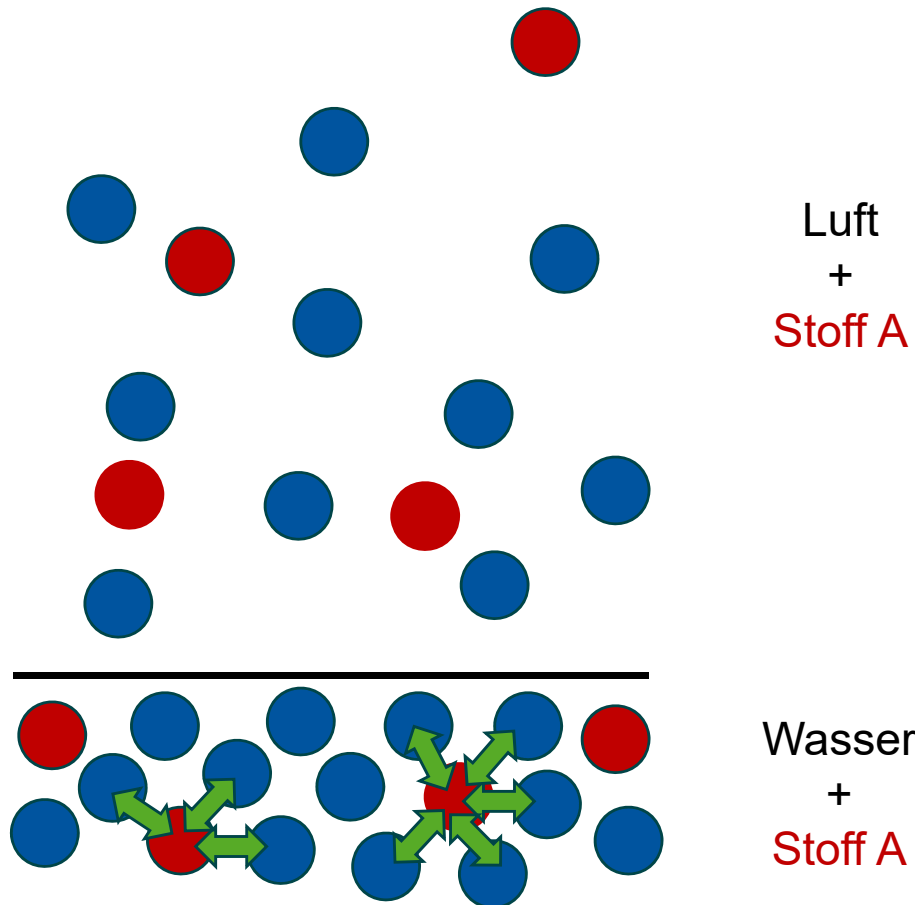


## Was passiert in dieser Situation?

- Die Löslichkeit von **A** in Wasser hängt stark von intermolekularen Wechselwirkungen in der Flüssigkeit ab.
- Manche Stoffe sind gut in Wasser löslich, andere nicht.
- Die Verteilung von **A** in Flüssig- und Gasphase wird durch den stoff- und temperaturabhängigen **Henry-Koeffizienten** beschrieben:

$$H_i^{cc} = \frac{c_{i,fl}}{c_{i,g}} \quad \text{mit} \quad c_i = \frac{n_i}{V}$$

# Phasengleichgewicht



## Zusammenhang für Massenkonzentrationen $\xi_i$ :

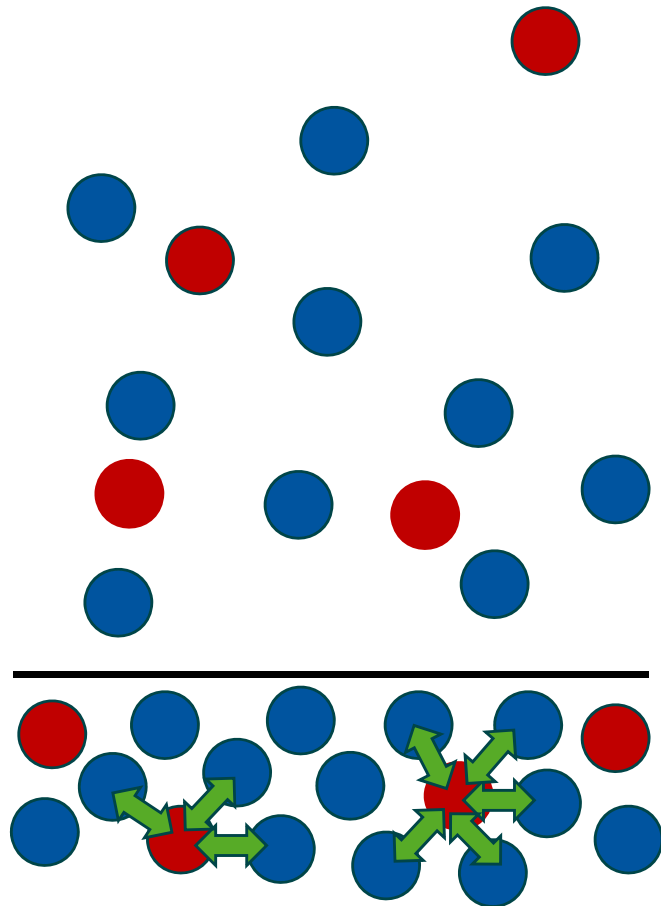
$$C_i = \frac{n_i}{V} = \frac{\frac{m_i}{M_i}}{\frac{m_{ges}}{\rho_{ges}}} = \xi_i \frac{\rho_{ges}}{M_i}$$

$$\Rightarrow H_i^{cc} = \frac{C_{i,fl}}{C_{i,g}} = \frac{\xi_{i,fl} \rho_{ges,fl}}{\xi_{i,g} M_i \rho_{ges,g}} \frac{M_i}{\rho_{ges,g}} = \frac{\xi_{i,fl} \rho_{ges,fl}}{\xi_{i,g} \rho_{ges,g}}$$

Damit gilt für die Massenkonzentrationen in den Phasen im Gleichgewicht:

$$\xi_{i,fl} = \xi_{i,g} \underbrace{H_i^{cc} \frac{\rho_{ges,g}}{\rho_{ges,fl}}}_{H^*}$$

# Phasengleichgewicht



Luft  
+  
Stoff A

Wasser  
+  
Stoff A

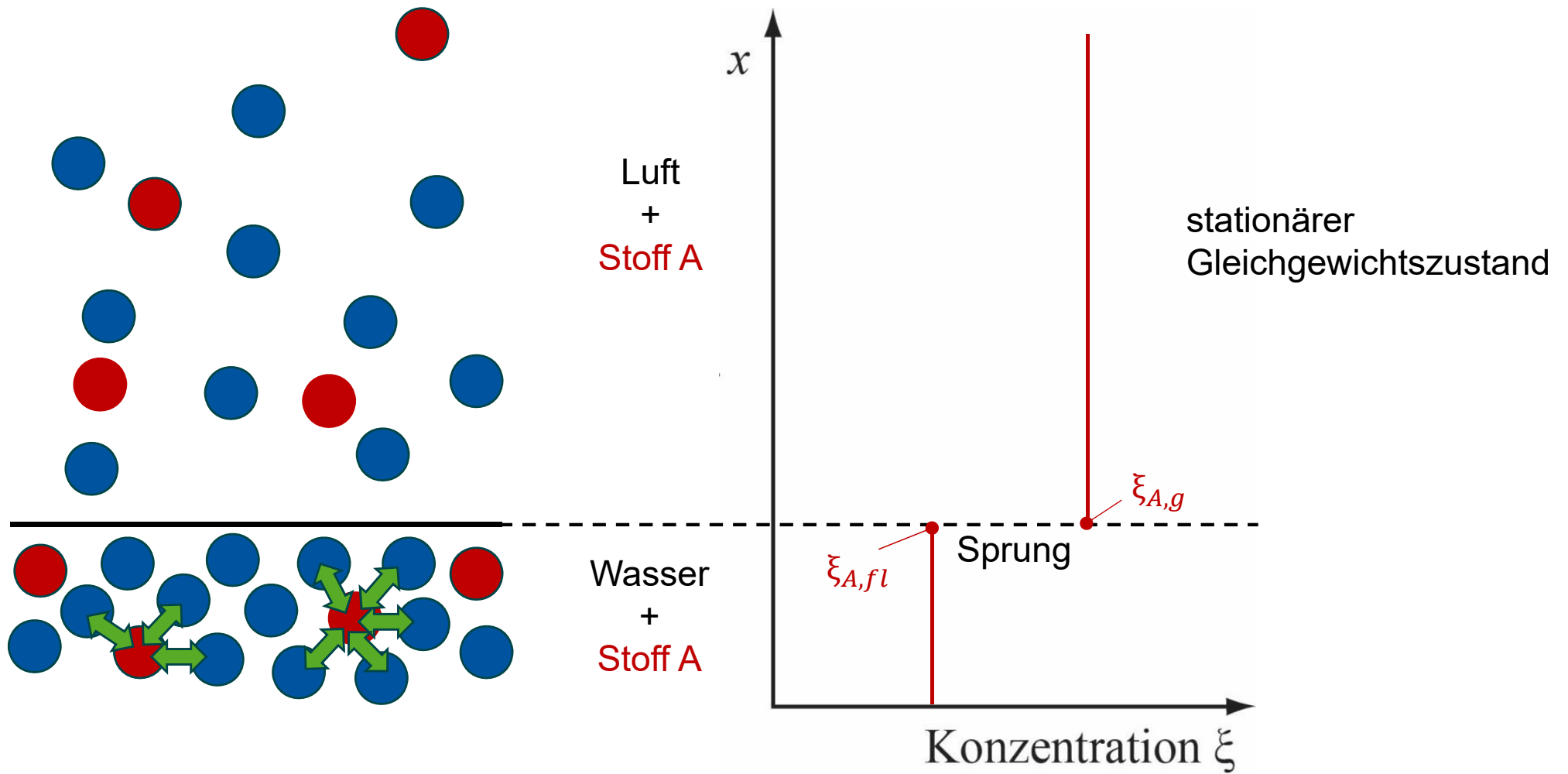
## Zusammenhang für Massenkonzentrationen $\xi_i$ :

$$\xi_{i,fl} = \xi_{i,g} \underbrace{H_i^{cc} \frac{\rho_{ges,g}}{\rho_{ges,fl}}}_{H^*}$$

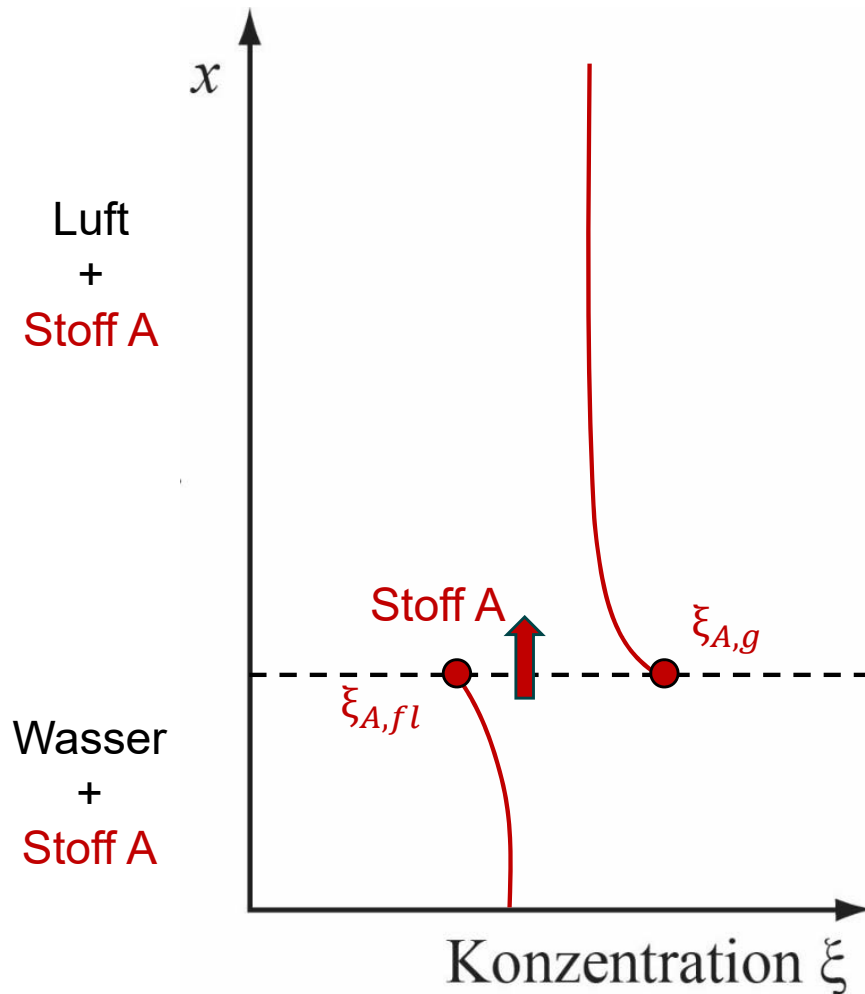
Die Massenkonzentrationen im Gleichgewicht hängen ab vom

- Dichteunterschied der Flüssig- und Gasphase
- und vom Henry-Koeffizienten (intermolekulare Wechselwirkungen).

# Phasengleichgewicht



# Phasengleichgewicht

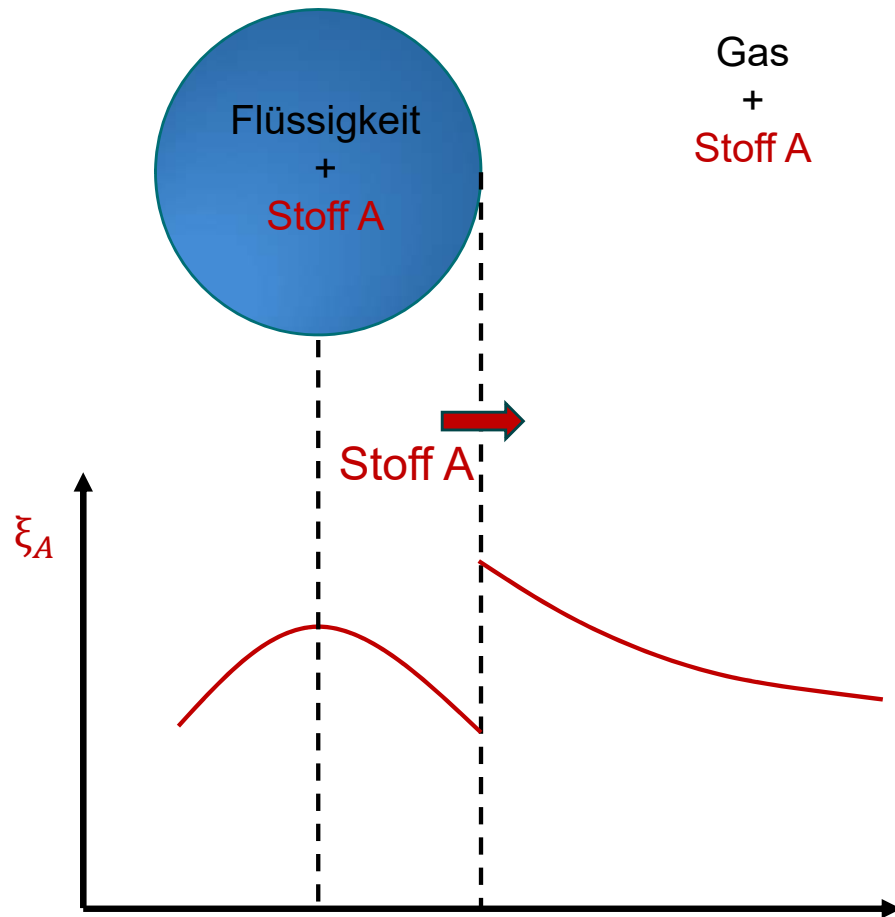


## Instationärer Fall:

- Der Phasenwechsel läuft sehr viel schneller ab als übrige Transportprozesse.
- An der Phasengrenze befindet sich das System im durch den Henry-Koeffizienten gegebenen Gleichgewicht.
- Im dargestellten Fall ist die Konzentration von A im Wasser höher als die Gleichgewichtskonzentration.
- Stofftransport von A findet von Wasser in Richtung Luft statt.

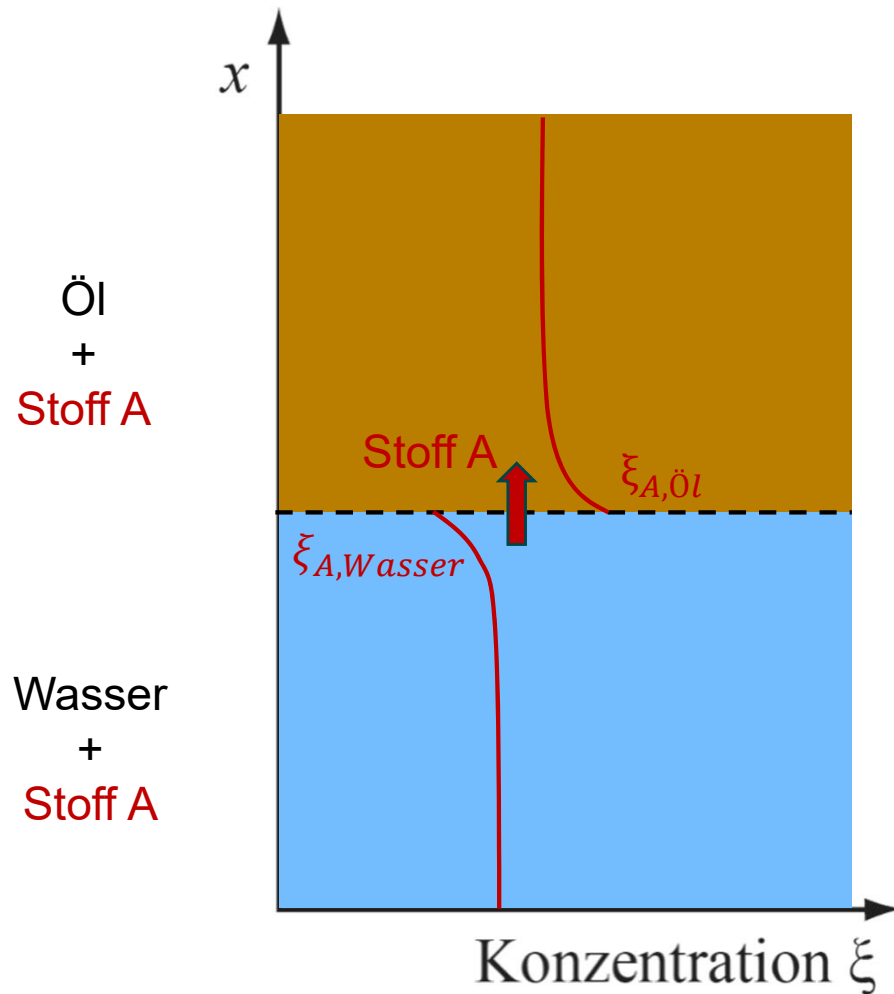


# Phasengleichgewicht



**Beispiel: Instationärer Stofftransport von einem Tropfen in die umgebende Gasatmosphäre**

# Phasengleichgewicht



## Gleichgewicht bei einer Phasengrenze zwischen zwei Flüssigkeiten:

- Ansatz ähnlich zur flüssig/gasförmig Phasengrenze:

$$\underbrace{K_N}_{\text{Nernst'scher Verteilungskoeffizient}} = \frac{\xi_{i,1}}{\xi_{i,2}}$$

- Im dargestellten Fall ist die Konzentration von A im Wasser höher als die Gleichgewichtskonzentration
- Stofftransport von A findet von Wasser in Richtung Öl statt

# Verständnisfragen

---

Welche Größen bestimmen das Verhältnis der Massenkonzentration an einer Phasengrenze zwischen Flüssig- und Gasphase?

Warum entsprechen die Massenkonzentrationen an der Phasengrenze auch im instationären Fall dem Gleichgewichtszustand?

Verweis **HeatQuiz:**  
Konzentrationsprofile

