

## Basics in Science WS 2022/23

Dr. Lars Birlenbach  
 Physikalische Chemie 1 (PC1)  
 Raum AR-F0102  
 Tel.: 0271 740 2817  
 eMail: birlenbach@chemie.uni-siegen.de

- Webseite zur Vorlesung (Folien, Übungsblätter):
- <http://www.chemie.uni-siegen.de/pc/lehre/bis/>

**Zugangsdaten:**

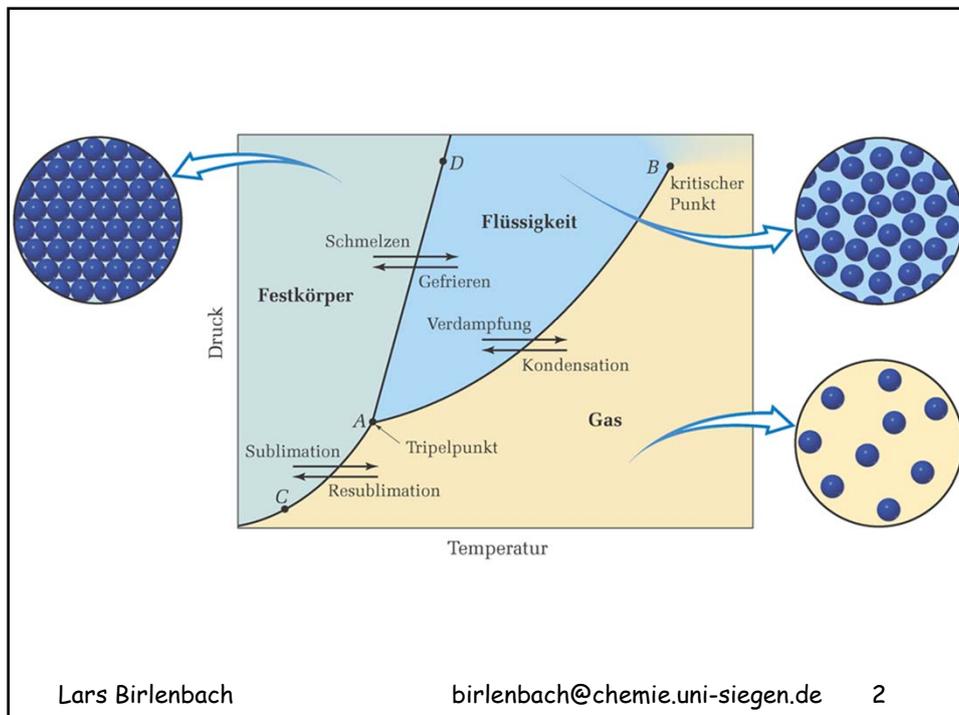
**User:** Ludwig

**Passwort:** Boltzmann

Lars Birlenbach

birlenbach@chemie.uni-siegen.de

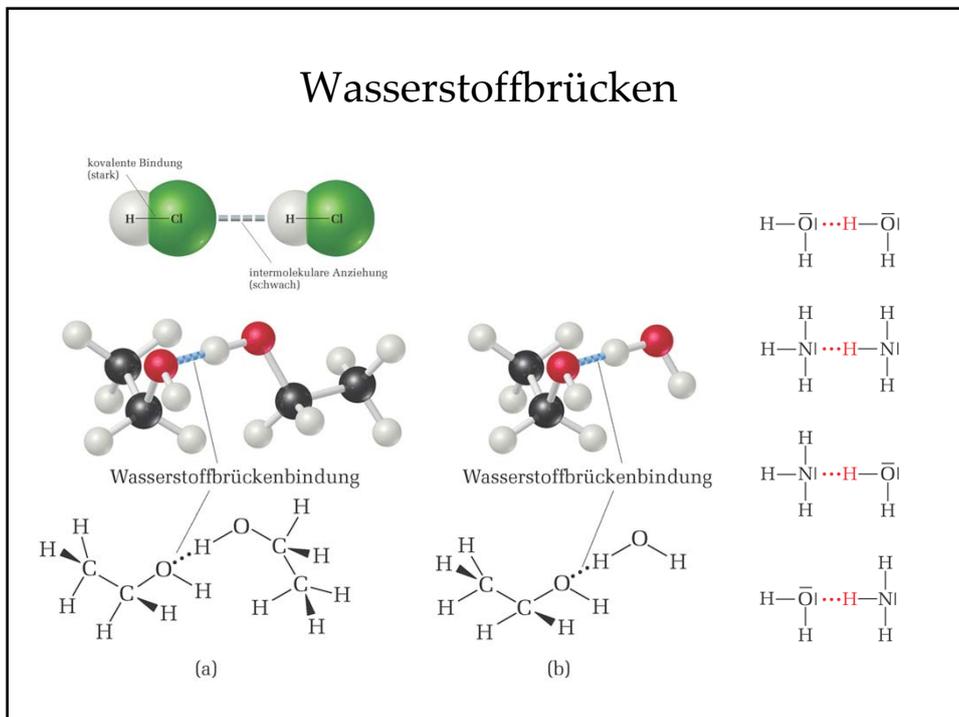
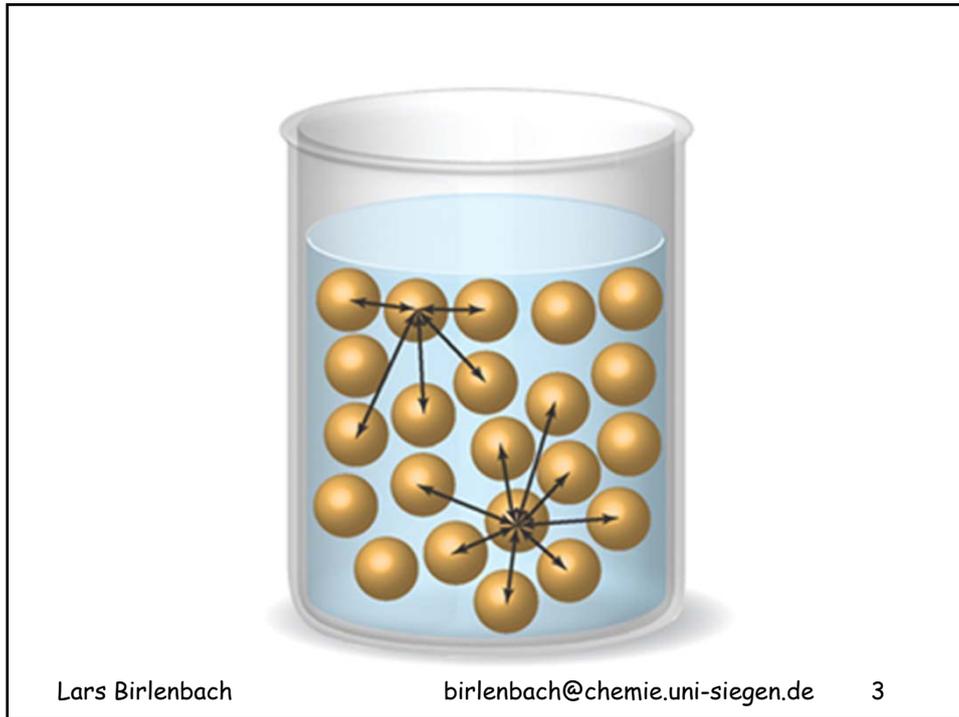
1

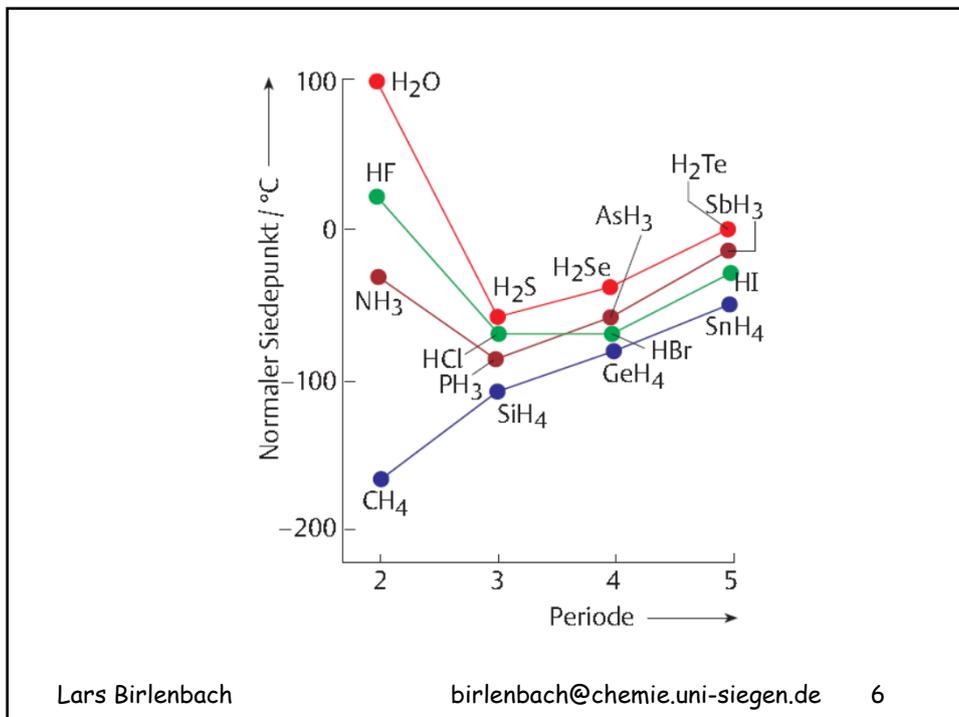
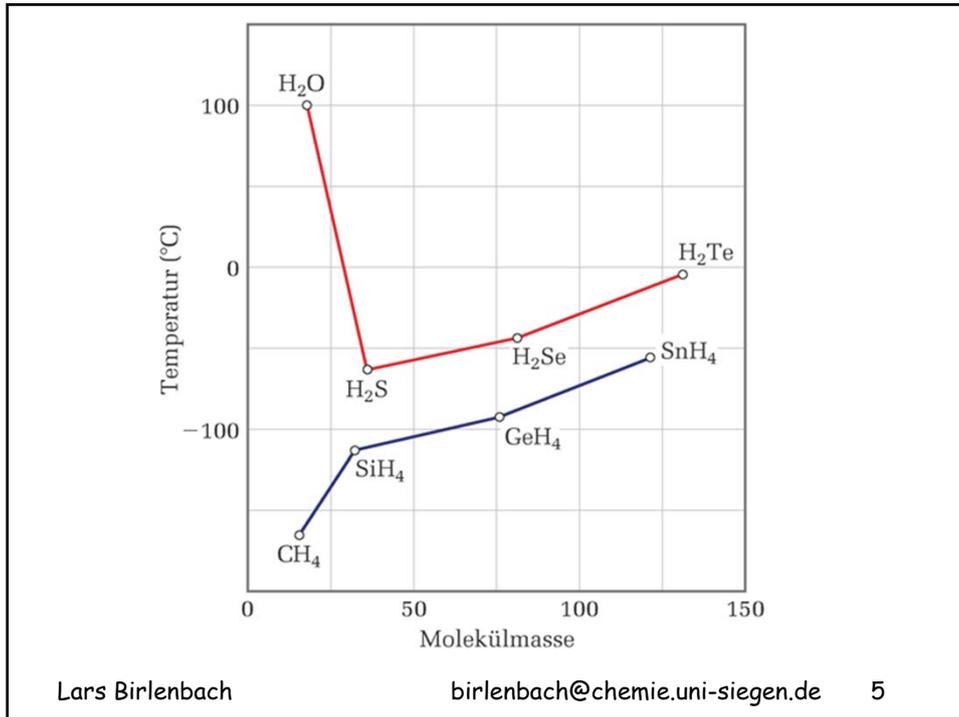


Lars Birlenbach

birlenbach@chemie.uni-siegen.de

2





## Siedepunkt

(Dampfdruck = Umgebungsdruck)

Substanz	Siedepunkt	
He	4K	Große Unterschiede! Grund: Kräfte zwischen Teilchen vdWaals, Dipol-Dipol, Coulomb, Wasserstoffbrücken, <b>metallische Bindung!</b>
H <sub>2</sub> O	373K	
W	≈6000K	

Weitere Unterschiede: Molare Masse

Edelgas	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
T <sub>s</sub> / K	4	27	87	120	166	208

Alkan	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
T <sub>s</sub> / K	112	184	231	273	309	342

Warum?

Lars Birlenbach

birlenbach@chemie.uni-siegen.de

7

## Schmelz- oder Erstarrungspunkt

Auch hier: Starke WW → hoher Schmelzpunkt

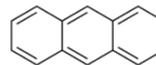
- Art des Gitters
 

• Molekülgitter	Smp. niedrig
• Ionengitter	mittel
• 3-dim Molekulkristall	hoch

- Molekülbau der Teilchen
  - starr - flexibel
  - symmetrisch - unsymmetrisch

Benzol  
5 °C

Toluol  
-95 °C



Anthracen  
Smp: 217 °C  
vgl. Diesel, Heizöl:  
auch C<sub>14</sub>- Moleküle  
beginnt bei ca. 0 °C

Lars Birlenbach

birlenbach@chemie.uni-siegen.de

8

## Lösungen

- Lösemittel  $\text{H}_2\text{O}$  , darin lösen sich:
  - Festkörper:  $\text{NaCl}$
  - Flüssigkeit: Ethanol
  - Gas:  $\text{CO}_2$
 } Bier ;-)

auch mehrere *Gelöste* gleichzeitig möglich

extreme Unterschiede der Löslichkeit in Wasser

Lars Birlenbach

birlenbach@chemie.uni-siegen.de

9

## Beispiele: Löslichkeit in Wasser

- **anorganische Festkörper**
  - $\text{BaSO}_4$  0,002 g auf 1 kg, 25 °C
  - $\text{NH}_4\text{NO}_3$  2100 g auf 1 kg, 25 °C
- **organische Festkörper**
  - Harnstoff 790 g pro l, 5 °C  
1200 g pro l, 25 °C
  - Paraffin --- (nix)
- **organische Flüssigkeiten**
  - Methanol, Ethanol, Aceton: mischbar
  - Octanol 0,3g pro l, 20 °C
- **Gase**
  - Ammoniak 702 l pro l, 20 °C
  - Stickstoff 0,0162 l pro l, bei 20 °C und 1,013 bar

Lars Birlenbach

birlenbach@chemie.uni-siegen.de

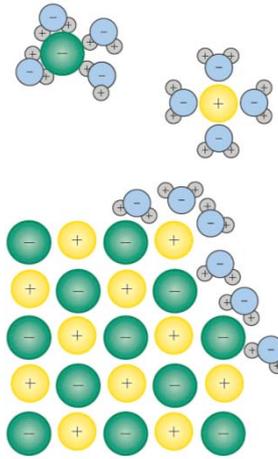
10

## Gründe für unterschiedliche Löslichkeit?

WW zwischen den Teilchen:  
Gelöstes, Lösungsmittel, ...

Für Wasser: polare Substanzen und  
Substanzen mit H-brückenbindungen  
lösen sich gut. Hydratation!

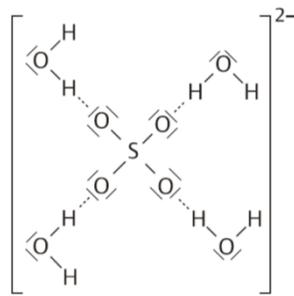
Ähnliche Verbindungen lösen sich  
ineinander, wenig ähnliche nicht.



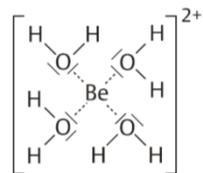
Lars Birlenbach

birlenbach@chemie.uni-siegen.de

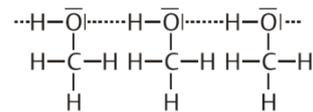
11



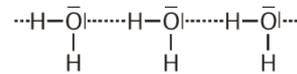
hydratisiertes Sulfat-Ion



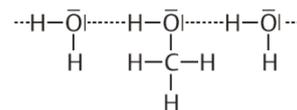
hydratisiertes Be<sup>2+</sup>-Ion



Methanol



Wasser

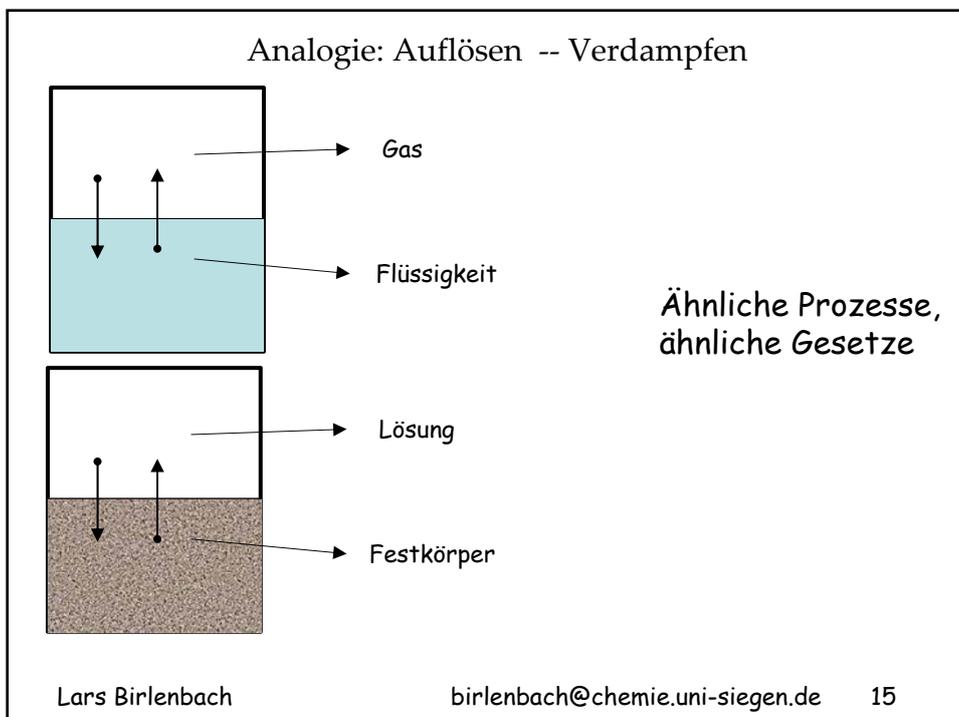
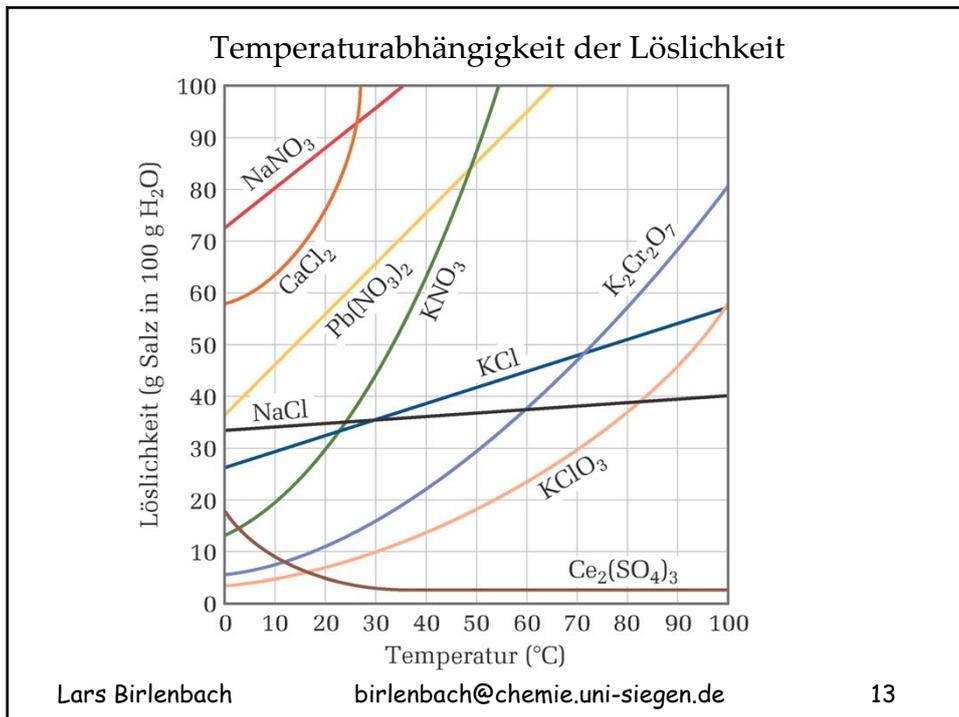


Lösung von Methanol in Wasser

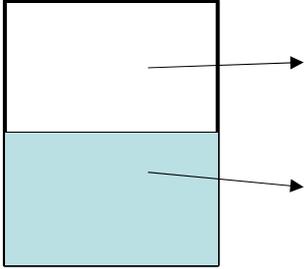
Lars Birlenbach

birlenbach@chemie.uni-siegen.de

12



### Löslichkeit von Gasen



Gas oder Gasmischung

Lösungsmittel mit gelöstem Gas

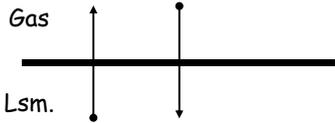
Starke WW zwischen Lösungsmittel und Gas: gute Löslichkeit  
 hier: 702 l NH<sub>3</sub> in 1 l H<sub>2</sub>O bei 20 °C  
 (andere Mengenangabe: 29 mol in 55 mol)  
 „Wasser absorbiert Ammoniak“

hier aber jetzt: Theorie zur Beschreibung geringer Löslichkeit

Lars Birlenbach birlenbach@chemie.uni-siegen.de 16

### Mikroskopisches Bild: Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten

Gas



Lsm.

$\dot{n}_\downarrow \propto p$

$\dot{n}_\uparrow \propto x$

Im Gleichgewicht:

$\dot{n}_\uparrow = \dot{n}_\downarrow$

Im Gleichgewicht:  $p \propto x$

$p = kx$       Henrysches Gesetz

$p_i = k_i x_i$       Henry-Dalton'sches Gesetz für Gasmischungen

Die Indizes  $i$  sind die einzelnen Gasarten. Jede Gasart befolgt das Henrysche Gesetz, als ob die anderen Gase nicht da wären (gilt für nichtreaktive Gase!)

Lars Birlenbach birlenbach@chemie.uni-siegen.de 17

### Beispiel: Löslichkeit von O<sub>2</sub> und N<sub>2</sub> in Wasser

bei 20 °C und 1,013 bar

$$\text{O}_2 : x_{\text{O}_2} = 2,5 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{N}_2 : x_{\text{N}_2} = 1,3 \cdot 10^{-5}$$

$$k_{\text{O}_2} : \frac{p_{\text{O}_2}}{x_{\text{O}_2}} = \frac{1,013 \text{ bar}}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 4,1 \cdot 10^4 \text{ bar}$$

Technologische Bedeutung: Gaswäsche, zB bei Kokereigasentschwefelung  
 medizinische Bedeutung: Löslichkeit von Stickstoff im Blut beim tauchen

Herstellung von Koks aus Steinkohle:

es entstehen CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S

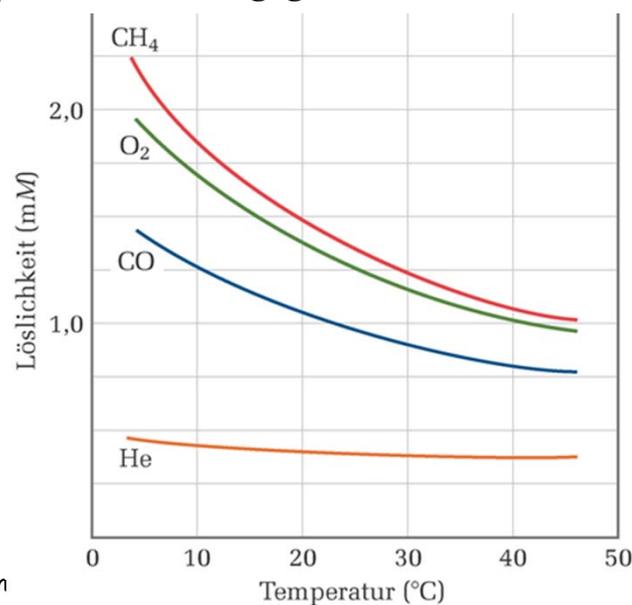
Entfernen von H<sub>2</sub>S durch schwache wässrige Base

Lars Birlenbach

birlenbach@chemie.uni-siegen.de

18

### Temperaturabhängigkeit der Gaslöslichkeit



Lars Birlen

e 19

### Dampfdruck von Lösungen

Benzol<sub>(g)</sub>

Benzol<sub>(l)</sub> und Anthracen

Gasphase (nur Benzol)

Lösung von Anthracen in Benzol

Unterschied zum vorherigen Fall?

vorher: Gas über Lösungsmittel mit gelöstem Gas

jetzt: Lösungsmittel auch in der Gasphase

Lars Birlenbach
birlenbach@chemie.uni-siegen.de
20

### Mikroskopisches Bild: Dampfdruck von Lösungen

$\dot{n}_\downarrow \propto p$   
 $\dot{n}_\uparrow \propto x_1$

Im Gleichgewicht:

 $\dot{n}_\uparrow = \dot{n}_\downarrow$   
 Index 1: Benzol

Im Gleichgewicht:  $p \propto x_1$

$$p = ax_1$$

Damit ist  $a = p_0$   
( $p_0$ : Dampfdruck des reinen Benzols)

$p_1 = p_0 x_1$  **Raoult'sches Gesetz**

Lars Birlenbach
birlenbach@chemie.uni-siegen.de
21

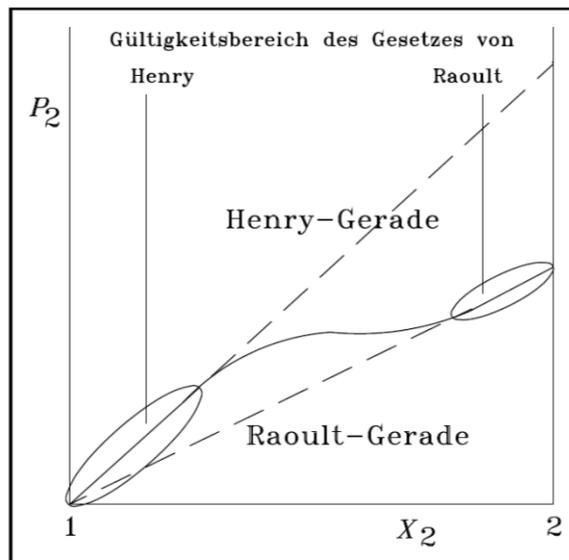


Abb. 67 Henrysches und Raoult'sches Gesetz

Lars Birlenbach

birlenbach@chemie.uni-siegen.de

22