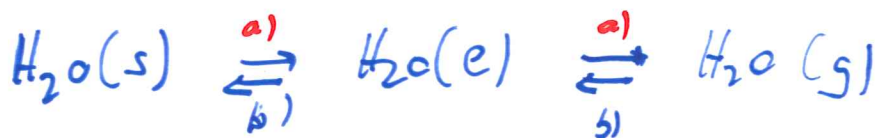
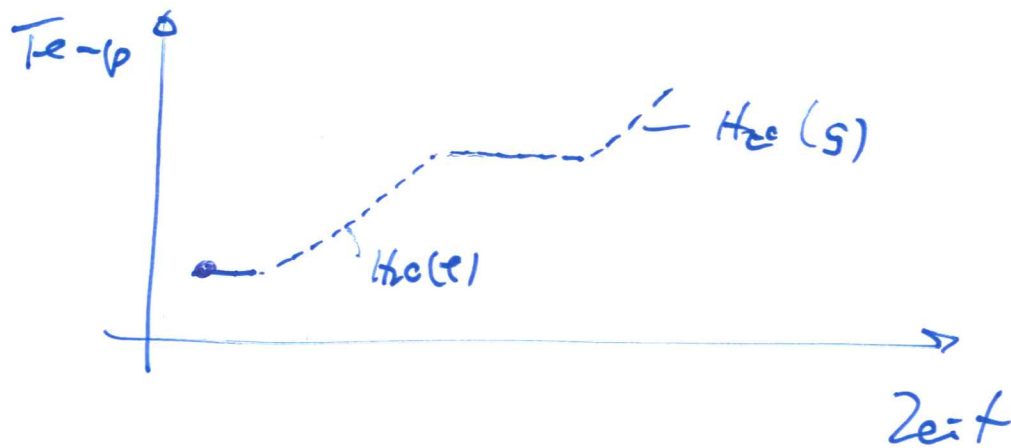


"ZMK" : Zwischen - Molekulare - Kräfte

Exp. H_2O erhitzen

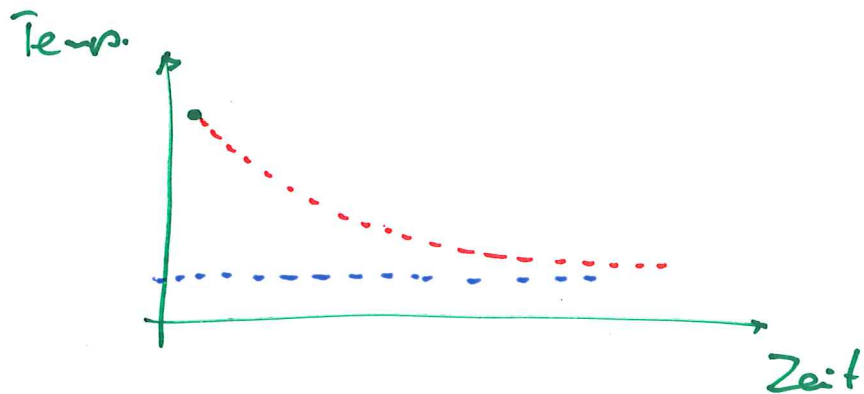


a) Energieaufnahme

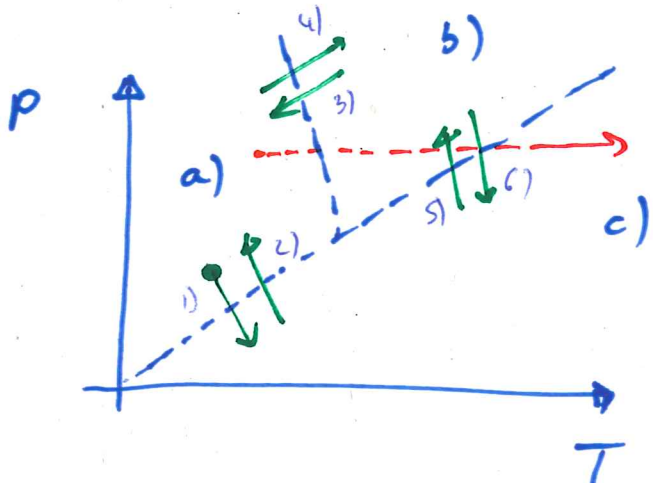
b) Energieabgabe

Exp. H_2O + Kochsalz : Siedetem. steigt

Exp. Abkühlen



Aggregatzustände : fest (s), flüssig (l), gasförmig (g)



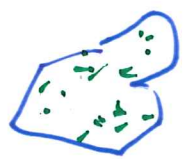
a: fest
 b: flüssig
 c: gasförmig

- 1) sublimieren
- 2) resublimieren
- 3) erstarren (~~erfrieren~~)
- 4) schmelzen
- 5) kondensieren
- 6) verdampfen (~~sieden~~)

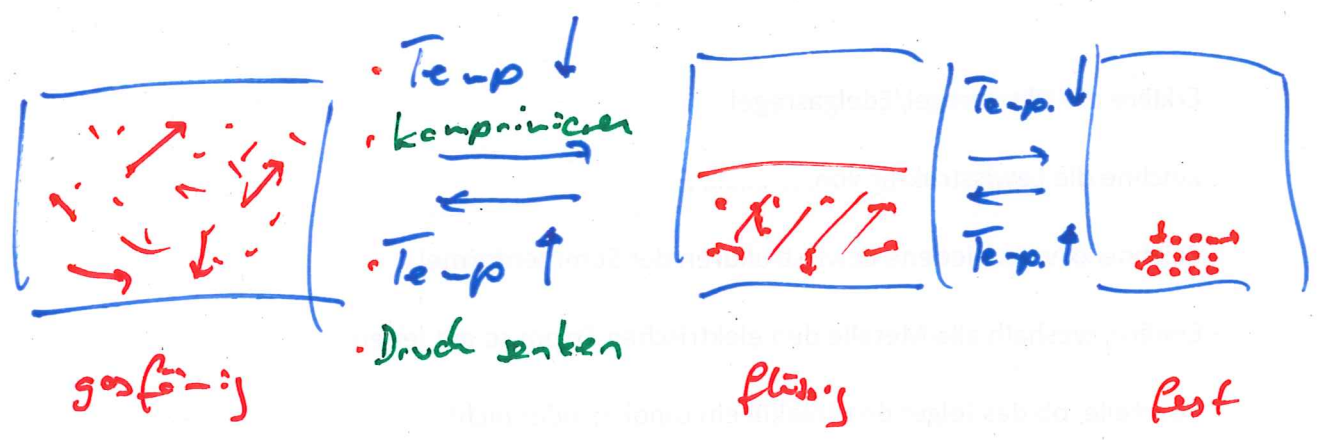
Exp. Eis (0°C) + Wasser (100°C)
 gleiche Menge, Mischtemperatur?

fest - flüssig - gasförmig

- Gase ... kleine Dichte
- Flüssigkeit passt sich der Form an!
- Teilchenbeweglichkeit = f(Temp.)
- Gase nicht greifbar
- nur Gase lassen sich komprimieren



überführen in einen anderen Aggregatzustand



Energetische Betrachtung

z.B. C-H ~ 300-500 $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
 C-C

• ~~Kinetik~~ Energie eines einzelnen Moleküls aufgrund seiner Bewegung + als Funktion der Temp.:

$$E = \frac{3}{2} \cdot \frac{R}{N_A} \cdot T$$

R: Gaskonstante = 8.314 $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
 N_A : 6.022 · 10²³
 T: Temp. (in K)

• Energie eines Mols bei 300K ?

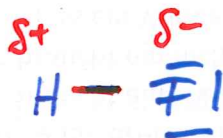
$$E = \frac{3}{2} \cdot \frac{8.314}{6.022 \cdot 10^{23}} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} \cdot 300 = 3741 = \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

~ 3.7 $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

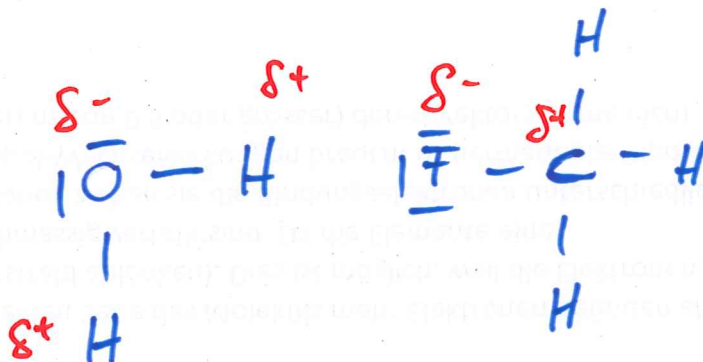
ZTK → Dipol - Dipol - Wechselwirkungen

"2 Pole" ↔ Dipol

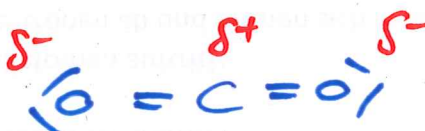
Elektronen negativität



δ = Partialladung (Teil-Ladung)

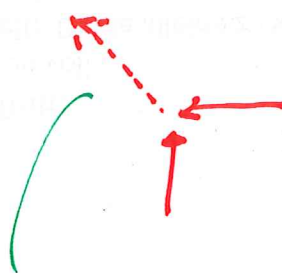
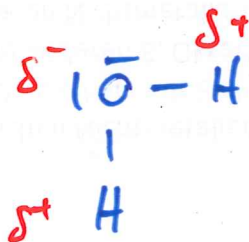


• ist ein Molekül polar / nicht polar ("apolar")



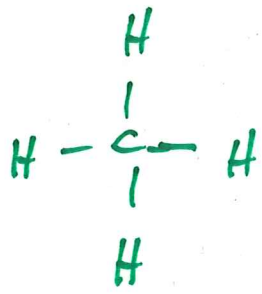
Kräfte heben sich auf,
keine Resultierende:

Molekül ist apolar

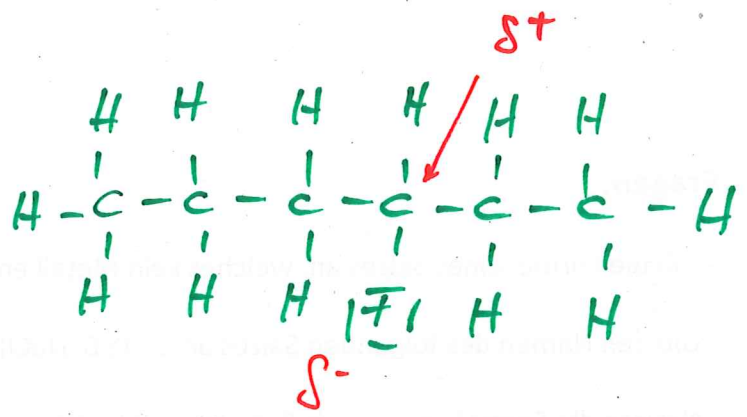


Resultierende ...

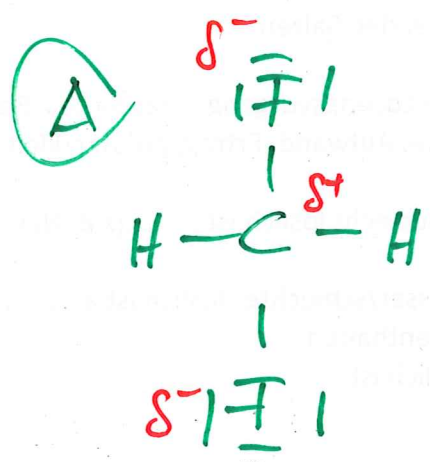
→ Molekül ist polar!



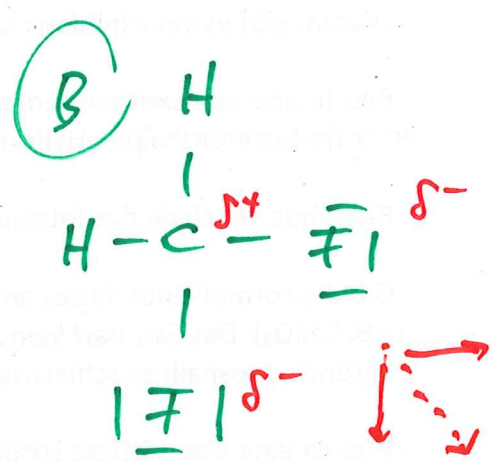
nicht polar
 (C-H vernachlässigen)



Molekül polar



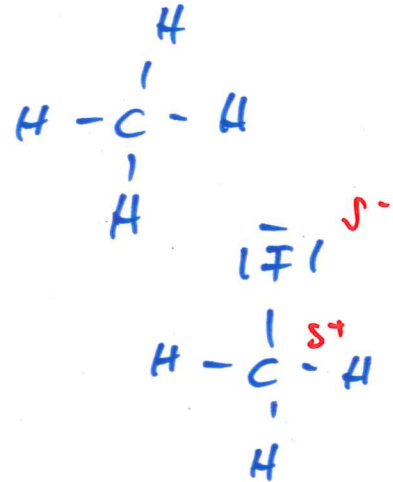
polar / ~~apolar~~



polar / ~~apolar~~

" kann eine Resultierende (Kraft) konstruiert werden, so ist das Molekül polar resp. hat einen permanenten Dipol "

höheres Siedepunkt / Schmelzpunkt
(Sdp) (Smp)



ZMK

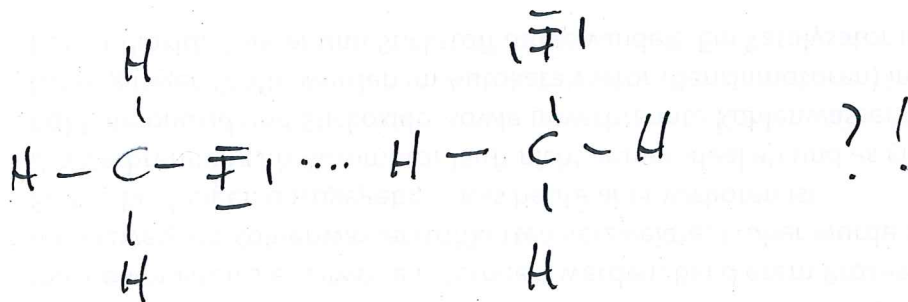
	A	B
Dipol-Dipol- Wu	nein	ja

H-Brücke

nein

ja! ? f!! nein!!

→ Molekül B hat den höheren Smp,
weil mehr ZMK's vorhanden sind



zPK:

Wasserstoff-Brücken-Bindung

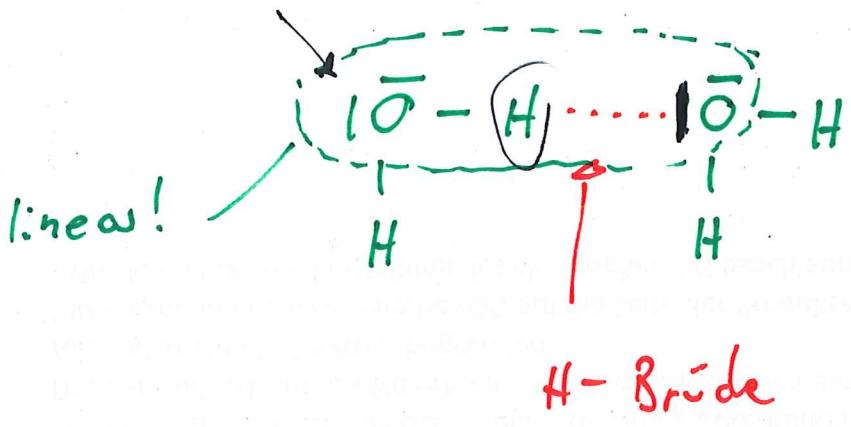
(H-Brücke)

z.B.

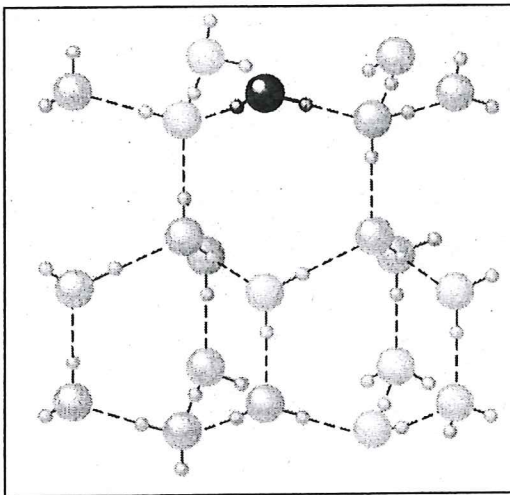
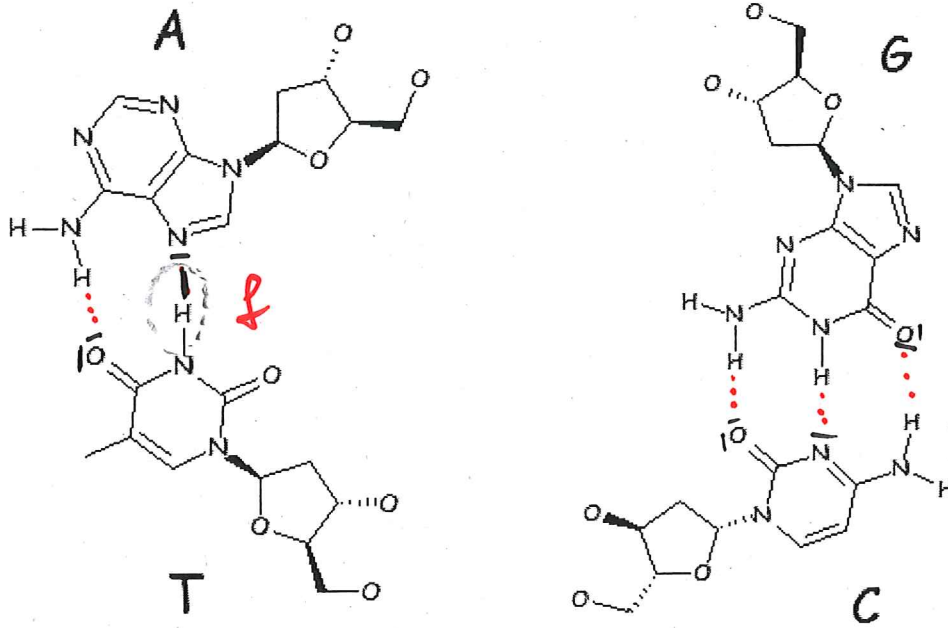
AT / GC mit H-Brücken
"verknüpft"

Wie kann eine H-Brücke waden? :
(FÖHN)

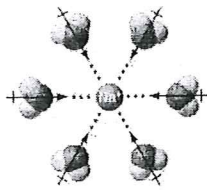
- Element H wird benötigt
- mindestens eines der folgenden Elemente muss vorhanden sein: F, O, N (mit H gebunden)
- wenn F/O/N → freies e⁻-Paar



Zus verteilt



Zwischenmolekulare Kräfte



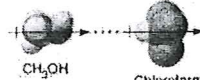
Ion-Dipol



Methanol
(CH_3OH)

H_2O

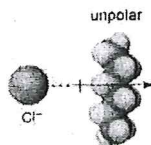
Dipol - Dipol
Wasserstoffbrücken



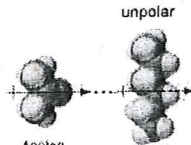
CH_3OH

Chloroform
(CHCl_3)

Dipol - Dipol



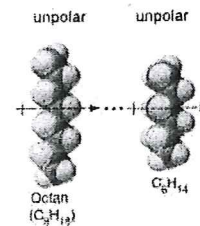
Ion-Induzierter Dipol
Van-der-Waals-Kräfte



Aceton
($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)

C_6H_{14}

Dipol - Induzierter Dipol
Van-der-Waals-Kräfte



Octan
(C_8H_{18})

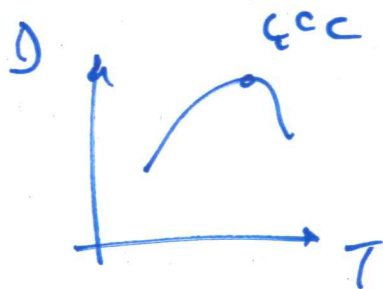
C_8H_{18}

Induzierter Dipol - Induzierter Dipol
Van-der-Waals-Kräfte

warum sinkt Eis?

Exp. ✓

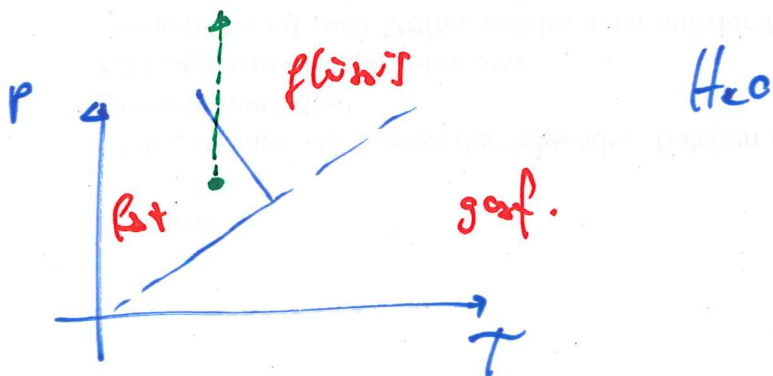
Dichte -
Anomalie



Why?

Skizze!

Schl: Hschwebefahren



ZTK: van-der-Waals-Kraft ("VDW") 9

→ induzierte Dipole

z.B. Edelgase

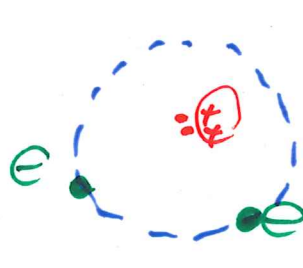
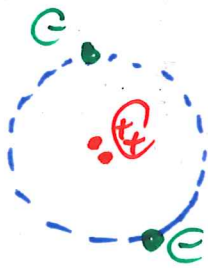


→

2 Protonen (unter Linien)

4 = p + n → 2 Neutronen

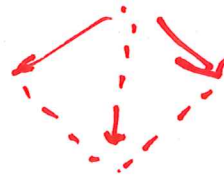
2 Elektronen



• e⁻
• Protonen



selten



häufig

kurzfristig (!!): nicht permanenten Dipol



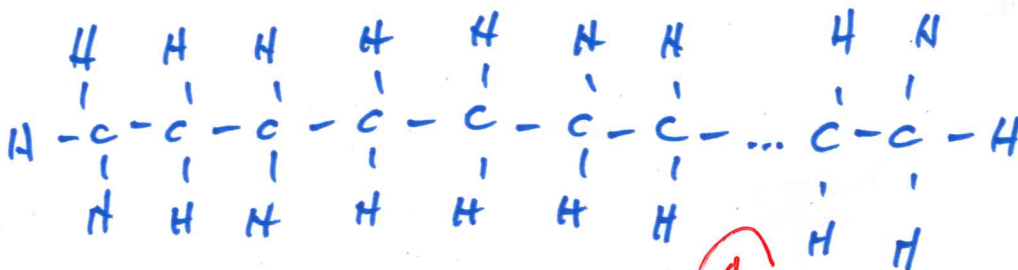
können andere Atome (Moleküle) beeinflussen

→ induzierte Dipole

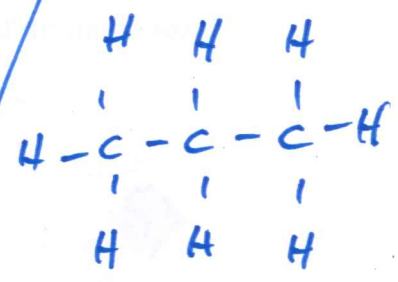
$$VdW = f(\text{Anzahl Elektronen, Grösse})$$

→ alle Moleküle / Atome machen VdW

z.B. Kerze / Paraffin



(A)



(B)

~ 20 C-Atome

	A	B
Dipol-Dipol	+	x
H-Brücken	x	x
VdW	✓	✓

$$VdW(A) > VdW(B)$$

→ A moll fest sein

B flüssig / gasförmig

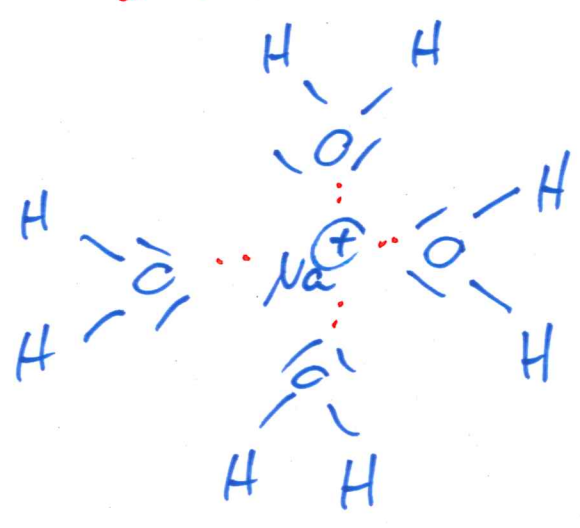
	H ₂	He
VdW	2	2
Anzahl e ⁻		

Sdp¹ : -252 °C
 Sdp² : -269 °C

Größe: H₂ > He

→ VdW(H₂) > VdW(He)
 (~ -252 °C) (~ -269 °C)

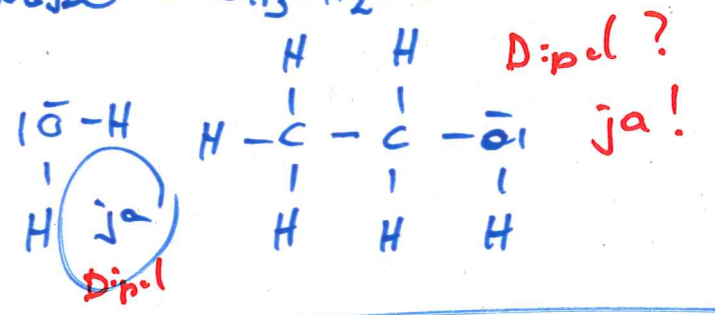
ZFK: Dipol - Ion - Wechselwirkung (z.B. H₂O, NaCl)
 Na⁺ / Cl⁻



- ZFK: Rangliste (üblicherweise)
- stark ① Ion - Dipol - Wechselwirkung
 - ② H - Brücken
 - ③ Dipol - Dipol - Ww.
 - schwach ④ VdW

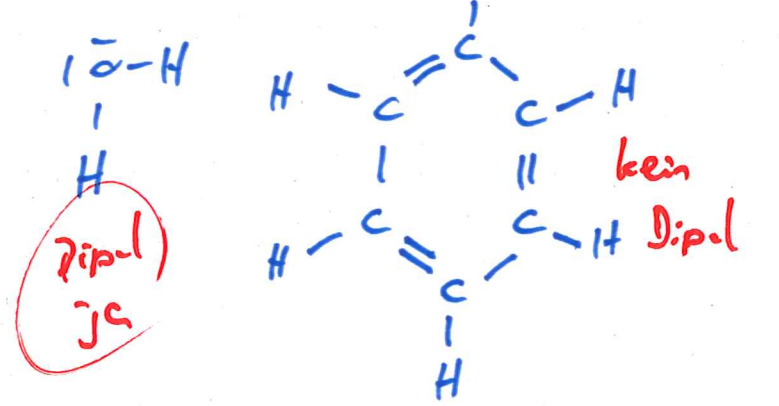
Mischbarkeit zweier Flüssigkeiten

• Wasser + CH₃CH₂OH



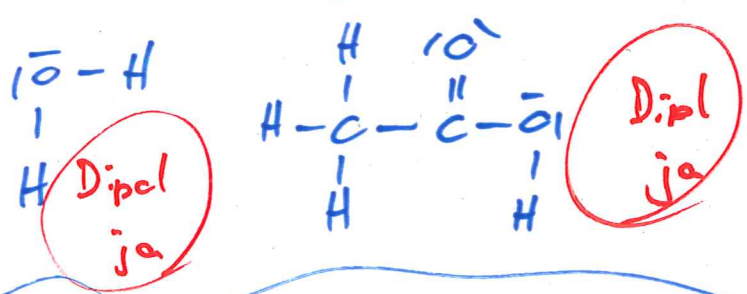
wirden sich

• Wasser + Benzin (Mischung vieler Substanzen)



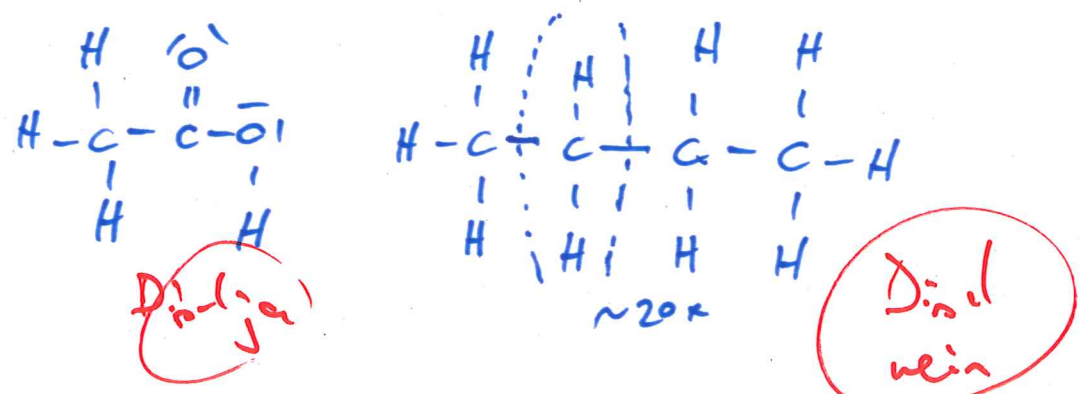
wirden sich nicht

• Wasser + CH₃COOH (Essigsäure)



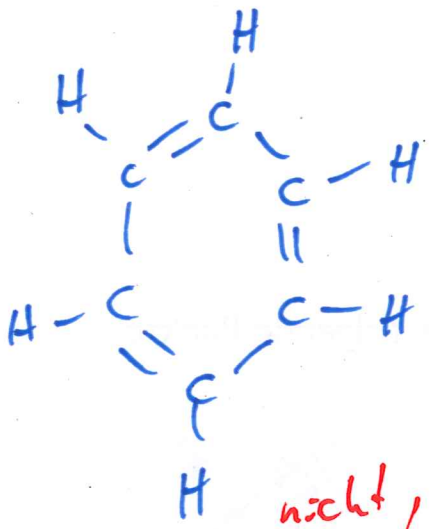
wirden sich

• CH₃COOH + öl (~!)



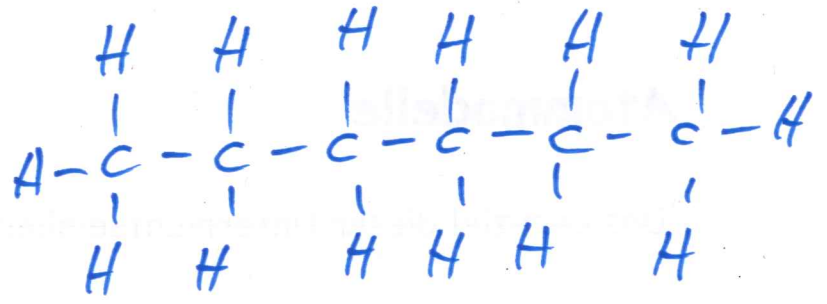
wirden sich nicht

Benzin (u.a.)



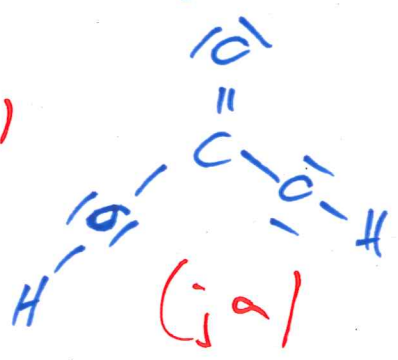
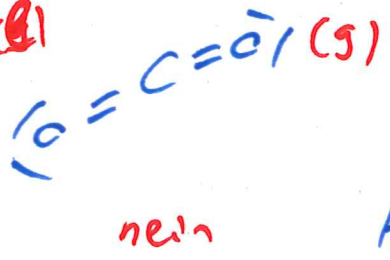
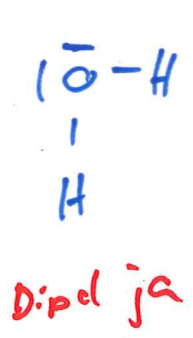
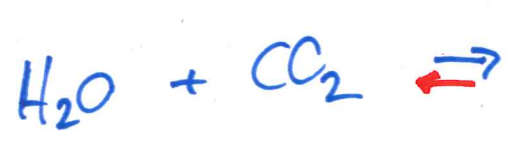
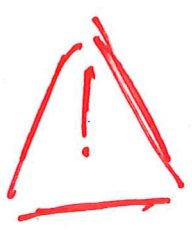
nicht polar
kein Dipol

kein Dipol



mischen sich

Gleiches zu gleichem



Alltag: Chillischote

→ Tschuif

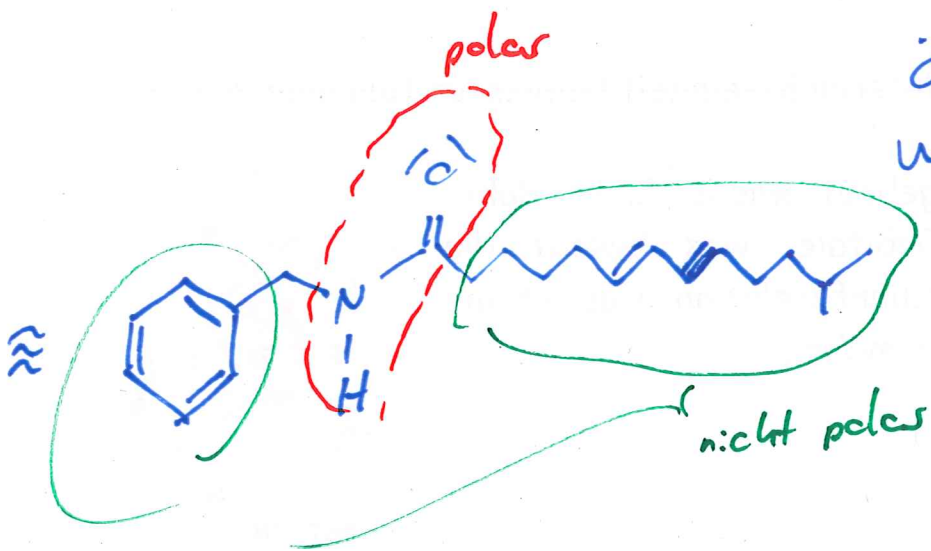
... wenn etwas (zu) scharfes ...

Milch trinken

Butterbrot

öl

Wasser... ↓



	Br ₂	Cl ₂	H ₂	I ₂	N ₂	Ne
Ion-Dipol	x	x	x	x	x	x
H-Brücken	x	x	x	x	x	x
Dipol-Dipol	x	x	x	x	x	x
VdW (Anzahl e ⁻)	70e ⁻	34e ⁻	2	106	14	10

$$sdp(H_2) < sdp(Ne) < sdp(N_2) \dots$$

2) H₂ (He)

VdW 2e⁻ 2e⁻

VdW = f(Anzahl e⁻, Grösse)

$$r(H_2) > r(He)$$

$$VdW(H_2) > VdW(He)$$

$$\rightarrow sdp(H_2) > sdp(He)$$

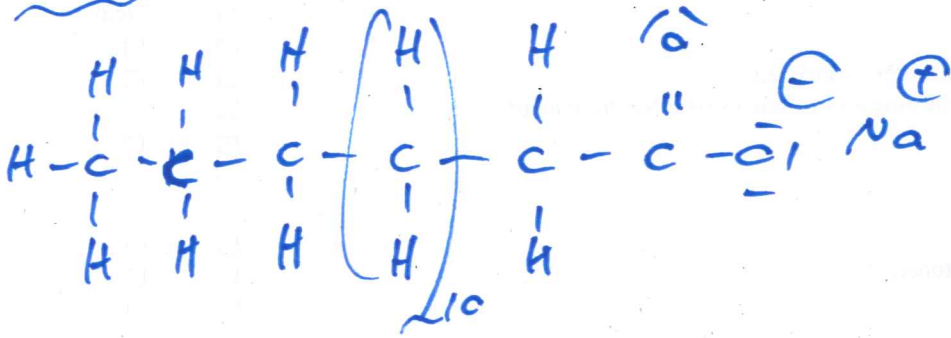
Exp.: -252°C

~ 21K

- 269°C

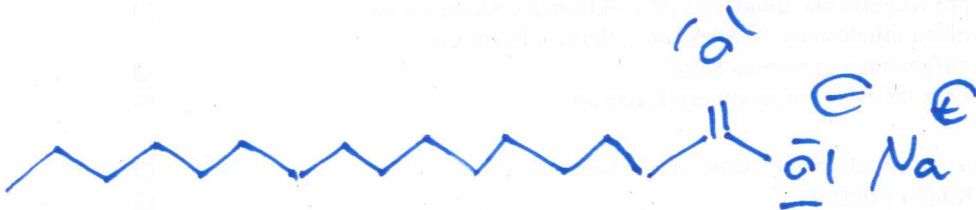
~ 4K

Seife



fett-löslich

wasser-löslich



nicht polar

lipophil (→ fettlöslich)

(= hydrophob)

polar

hydrophil (→ wasser-löslich)

(lipophob)

