

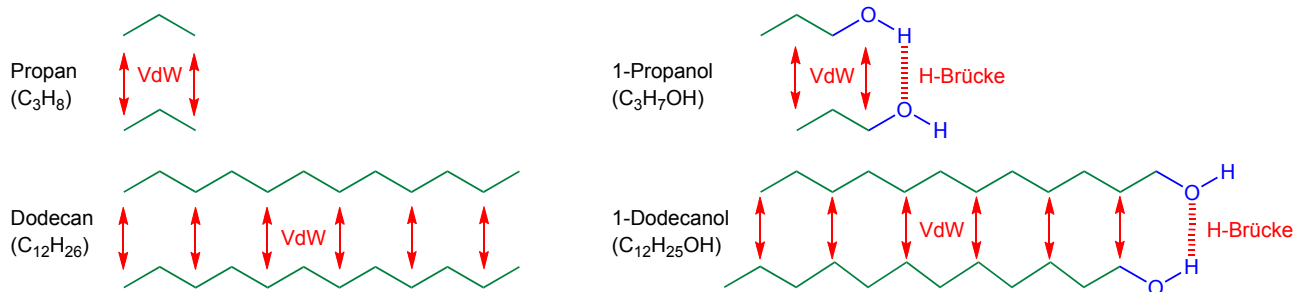
Musterlösung zu den Versuchen auf der Seite 2

Versuch 1 (Siedepunkt, Schmelzpunkt)

Stoff	Aggregatzustand (20 °C)	Schmelzpunkt (°C)	Siedepunkt (°C)
Propan	g	-190	-42
1-Propanol	l	-126	97
Dodecan	l	-12	215
1-Dodecanol	s	24	259

Vergleich innerhalb der Stoffklasse: Propan vs. Dodecan (Alkane) sowie Propanol vs. Dodecanol (Alkohole)

Kürzere C-Ketten (sonst homologer Bau) sind sowohl bei den zwei Alkanen wie auch bei den zwei Alkoholen verantwortlich für geringere VdW-Kräfte zwischen den Molekülen (weniger Wechselwirkungspfeile, vgl. Abb. unten). Stoffe sind dann eher gasförmig respektive flüssig, wenn zwischen deren Molekülen geringe zwischenmolekulare Kräfte (ZMK) herrschen. Propan ist also eher gasförmig als Dodecan (mit grösserer Kettenlänge und entsprechend mehr VdW-Wechselwirkungspfeilen), Propanol ist also eher flüssig als Dodecanol (mit längeren Molekülen).

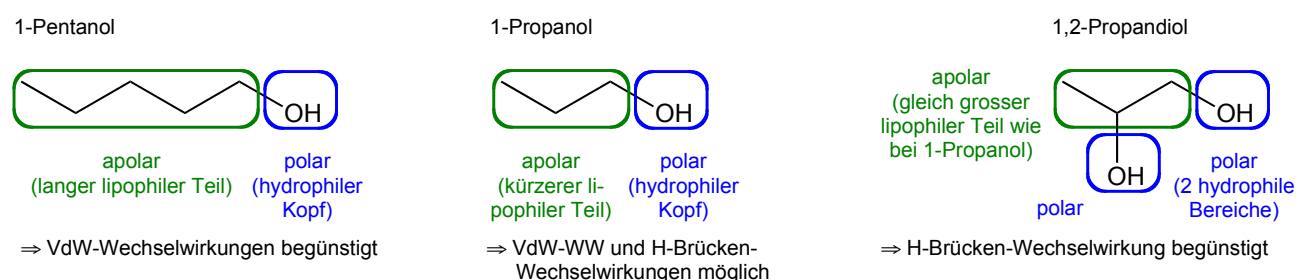
Vergleich der Moleküle gleicher Kettenlänge: Propan vs. Propanol (C₃) sowie Dodecan vs. Dodecanol (C₁₂)

Sind polare Gruppen (in diesem Fall ~OH) vorhanden, führen diese zu höheren ZMK bei den entsprechenden Molekülen (neben den vergleichbar starken VdW-Kräften zwischen den unpolaren Kohlenwasserstoffresten werden zusätzlich H-Brücken zwischen den polaren Hydroxylgruppen ausgebildet). Propan ist also eher gasförmig als Propanol (mit zusätzlicher OH-Gruppe), Dodecan ist also eher flüssig als Dodecanol (mit zusätzlicher OH-Gruppe).

Versuch 2 (Löslichkeit)

Heptan ist ein apolares Lösungsmittel, Wasser ein polares Lösungsmittel. Wenn ein polarer Stoff vorhanden ist, mischt er sich mit dem polaren Lösungsmittel Wasser. Ist er apolar, wird er sich mit dem apolaren Lösungsmittel Heptan mischen lassen.

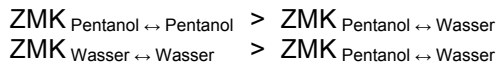
Weist ein Molekül (wie die folgenden 3 Alkohole) sowohl polare (hydrophile) wie auch apolare (lipophile) Komponenten auf, so ist die Länge respektive die Anzahl solcher Komponenten entscheidend. Eine lange Kohlenstoffkette in einem Alkoholmolekül wirkt also als Gegenspieler zur funktionellen Gruppe der Alkohole und hebt die Wirkung der polaren OH-Gruppe auf die Hydrophilie des ganzen Moleküls wieder auf. Je länger die Kette, desto schlechter sind die Alkohole wasserlöslich und desto besser benzin- und fettlöslich (lipophil).



Die Existenz und Anzahl der polaren OH-Gruppe und die Länge der apolaren Kohlenwasserstoffkette dienen der groben Einschätzung der Löslichkeit der Alkohole gegenüber einem Lösungsmittel (Wasser bzw. Heptan). Ein Alkohol mischt sich nur in wesentlichen Mengen mit dem Lösungsmittel, wenn die ZMK zwischen den verschiedenen Molekülen (Alkohol \leftrightarrow Lösungsmittel) etwa gleich stark sind wie die Kräfte zwischen gleichen Molekülen (Alkohol \leftrightarrow Alkohol). Dieser Sachverhalt wird nun an drei ausgewählten Alkoholen erklärt:

1-Pentanol und Wasser

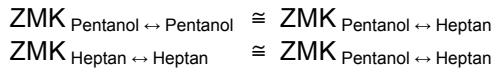
Die nicht zu beobachtende Mischbarkeit von 1-Pentanol mit Wasser bedeutet, dass die ZMK zwischen den jeweils gleichen Molekülen (Pentanol \leftrightarrow Pentanol und Wasser \leftrightarrow Wasser) grösser sind als jene zwischen verschiedenen Molekülen (Pentanol \leftrightarrow Wasser):



Die Pentanol-Moleküle bleiben unter ihresgleichen zusammen, da sie im Unterschied zu den H₂O-Molekülen über ihren langen lipophilen Molekülteil noch zusätzliche und relevante VdW-Kräfte ausbilden können, was den Zugang der H₂O-Moleküle zu den OH-Gruppen der eher langen Alkoholmoleküle und damit die H-Brückenbildung erschwert.

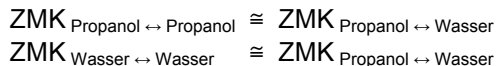
1-Pentanol und Heptan

1-Pentanol (C₅-Alkohol) mischt sich mit dem apolaren Heptan, da Heptan-Moleküle zu den 1-Pentanol-Molekülen ähnlich starke ZMK ausbilden können wie Heptan-Moleküle unter sich:



1-Propanol und Wasser

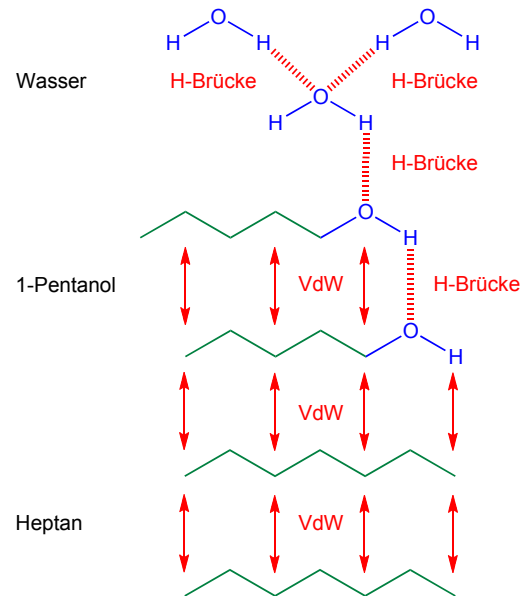
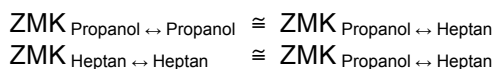
Bei 1-Propanol (C₃-Alkohol) ist der Effekt des lipophilen Molekülteils offenbar zu gering, um ein Mischen über H-Brückenbildung mit dem polaren Lösungsmittel Wasser zu verhindern:



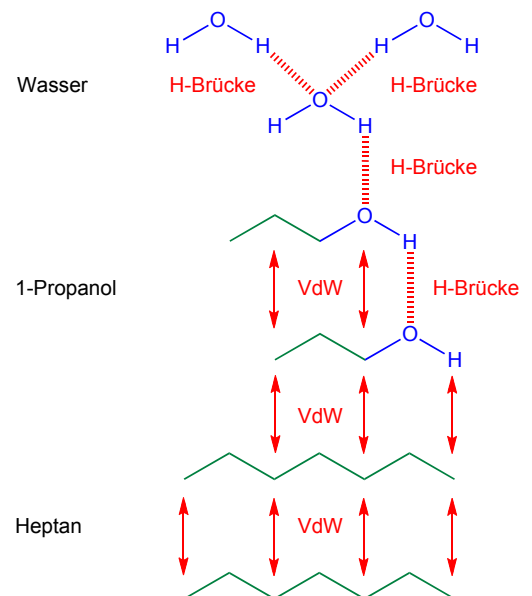
Genau genommen sind die Kräfte zwischen den Molekülen des gleichen Stoffes leicht grösser als zwischen den verschiedenen Molekülen (vgl. Abb. rechts). Die zusätzlichen VdW-Kräfte zwischen den Propanol-Molekülen sind jedoch zu schwach, was den Zugang der H₂O-Moleküle zu den OH-Gruppen der eher kurzen Alkoholmoleküle und damit die H-Brückenbildung erleichtert.

1-Propanol und Heptan

Die C₃-Kette von Propanol ist genug lang, damit sich der Stoff über VdW-Wechselwirkung auch mit dem apolaren Lösungsmittel Heptan – in begrenzten Mengen – mischt:



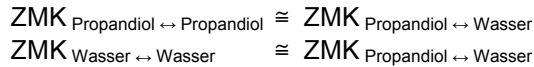
1-Pentanol mischt sich – im Unterschied zu kürzeren Alkoholen wie 1-Propanol – nicht mehr mit Wasser, sondern nur noch mit Heptan. Das heisst: Die lange lipophile C₅-Kohlenwasserstoffkette ist dominant gegenüber der hydrophilen OH-Gruppe.



1-Propanol mischt sich – im Unterschied zu längeren Alkoholen wie 1-Pentanol – auch mit Wasser, aber auch mit Heptan, wie das bei kürzeren Alkoholen wie Methanol beobachtet werden kann. Das heisst: 1-Propanol ist etwa gleich stark lipophil (durch die C₃-KW-Kette) wie hydrophil (durch die OH-Gruppe).

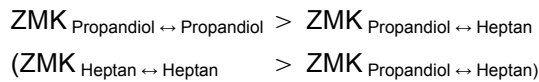
1,2-Propandiol und Wasser

Die zwei OH-Gruppen von 1,2-Propandiol ergeben für H₂O-Moleküle zwei Möglichkeiten H-Brücken auszubilden (vgl. Abb. rechts), was die Wasserlöslichkeit stark erhöht:

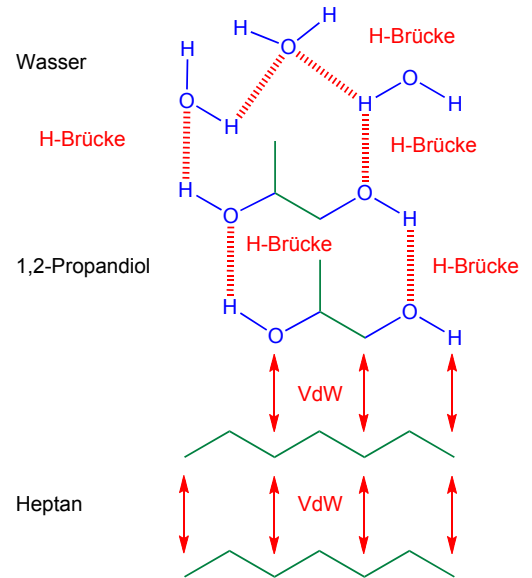


1,2-Propandiol und Heptan

Die C₃-Kette von 1,2-Propandiol ist zu kurz, um über VdW-Wechselwirkung zum Heptan-Molekül die viel stärkeren Kräfte zwischen den 1,2-Propandiol-Molekülen selbst zu kompensieren:



Beim letzten Vergleich ist der Unterschied nicht so gross, jedoch auch nicht entscheidend, da Propandiol-Moleküle, welche via VdW-Kräfte mit Heptan-Molekülen in Wechselwirkung getreten sind, schnell wieder von anderen Propandiol-Molekülen weggezogen werden, da letztere unter sich sehr viel stärkere Kräfte ausbilden.



1,2-Propandiol mischt sich – im Unterschied zu 1-Propanol – nur noch mit Wasser, nicht mehr mit Heptan. Verantwortlich dafür ist die zusätzliche OH-Gruppe bzw. die Tatsache, dass nur 1 C-Atom keine polare Gruppe trägt. Die zwei hydrophilen Gruppen dominieren über den kurzen lipophilen Molekülteil.