

Versuch Nr. 001

Mischbarkeit von Alkoholen

Chemikalien

Name	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole
Methanol	CH ₃ OH	2 mL	11-23/24/25-39/23/24/25	7-16-36/37-45	T , F
Ethanol	C ₂ H ₅ OH	2 mL	11	7-16	F
Propanol	C ₃ H ₇ OH	2 mL	11-41-67	7-16-24-26-39	F , Xi
<i>tert</i> -Butanol (2-Methyl-2-propanol)	C ₄ H ₉ OH	2 mL	11-20	9-16	F, Xn
<i>n</i> -Butanol	C ₄ H ₉ OH	2 mL	10-22-37/38-41-67	7/9-13-26-37/39-46	Xn
Pentanol	C ₅ H ₁₁ OH	2 mL	10-20	24/25	Xn
Wasser	H ₂ O	6 mL	-	-	-
Cyclohexan	C ₆ H ₁₂	6 mL	11-38-50/53-65-67	9-16-33-60-61-63	F, Xn, N
Jod	I ₂	einige mg	20/21-50	23-25-61	Xn , N

Materialien

Reagenzgläser (12 Stück), Reagenzglasständer, Spatel, Messpipette

Versuchsdurchführung

Man gibt in jeweils ein Reagenzglas 1 mL der oben aufgeführten Alkohole und beschriftet die Reagenzgläser mit dem Namen der Alkohole. Diesen Vorgang wiederholt man mit nochmals sechs weiteren Reagenzgläsern. In die ersten sechs Reagenzgläser gibt man nun zu den betreffenden Alkoholen 1 mL Wasser hinzu und beobachtet was passiert. Bei Unklarheiten kann man in die Reagenzgläser noch eine Spatelspitze Jod geben. In die zweiten sechs Reagenzgläser gibt man zu den Alkoholen jeweils 1 mL Cyclohexan und beobachtet auch dort genau was zu sehen ist.

Beobachtung:

Bei den ersten zwei Reagenzgläsern, die mit Methanol und Ethanol befüllt waren, sieht man nach der Zugabe von Wasser keine Phasentrennung. Bei dem dritten Reagenzglas mit

Propanol sieht man den Ansatz einer Phasentrennung, da hier deutliche Schlierenbildung zu beobachten ist; dies beweist auch die Zugabe von Jod, denn nun kann man genau beobachten, dass sich das Jod nur in einer Phase deutlich löst und eine Braunfärbung hervorruft; gleiches gilt auch für das Reagenzglas mit *tert*-Butanol. In dem fünften und sechsten Reagenzglas, die mit Butanol und Pentanol befüllt wurden, ist eine deutliche Phasentrennung zu beobachten, auch ohne die Zugabe von Jod als Anfärbemittel.

In den zweiten sechs Reagenzgläsern, in die nach der Alkoholzugabe Cyclohexan gegeben wurde, lösen sich alle Alkohole gleich gut; hier ist keine Phasentrennung zu beobachten ist.

Entsorgung

Die Reaktionsgemische können neutral in die Lösungsmittelabfälle gegeben werden.

Fachliche Analyse

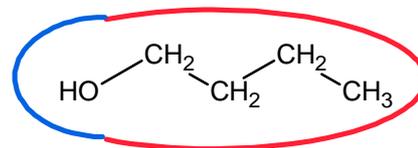
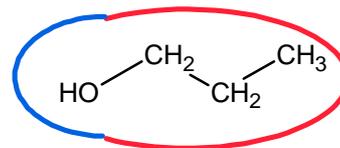
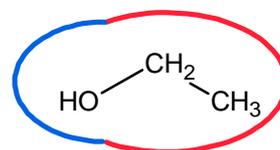
Die Mischbarkeit der Alkohole mit Wasser hängt von der Länge der Kohlenwasserstoffkette ab. Prinzipiell bestehen alle Alkanole aus einem hydrophilen („wasserliebenden“) Teil, der OH-Gruppe, und einem hydrophoben („wasserfeindlichen“) Teil.

Die Hydrophobie beruht nicht, wie häufig beschrieben, auf der Ausbildung von van-der-Waals-Wechselwirkungen zwischen den unpolaren Resten. Diese existieren zwar und beeinflussen die Eigenschaften unpolarer Moleküle auch (Viskosität, Siedepunkt, ...), doch die Ursache für die Hydrophobie ist eine andere.

Wassermoleküle, die den unpolaren Molekülteilen direkt benachbart sind, können in diese Richtung hin keine Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden. Bei kurzkettigen Alkoholen ist dieser Effekt gering und wird durch die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen zur Alkohol-OH-Gruppe und durch entropische Effekte (Verteilung der Alkoholmoleküle in der Lösung) mehr als ausgeglichen. Bei langkettigen Alkoholen, die eine

Kohlenwasserstoffkette mit größerer Oberfläche besitzen und somit die Ausbildung vieler Wasserstoffbrückenbindungen verhindern würden, lagern sich die Alkoholmoleküle zusammen. Dadurch wird die Grenzfläche zum Wasser kleiner, so dass mehr Wassermoleküle untereinander Wasserstoffbrückenbindungen eingehen können. Die Konsequenz dieses Verhaltens ist schließlich die Entmischung.

Durch diese Überlegungen lässt sich auch der zunächst erstaunliche Unterschied zwischen *n*-Butanol und *tert*-Butanol erklären: die Butylreste haben zwar die gleiche Summenformel und ungefähr das gleiche Volumen, sie unterscheiden sich jedoch in ihrer Oberfläche: der *tert*-Butylrest ist annähernd kugelförmig und besitzt eine relativ kleine Oberfläche, der *n*-Butylrest hat eine langgestreckte Form und somit eine größere Oberfläche.



Didaktisch-methodische Analyse

Dieser Versuch kann zu zwei Zeitpunkten des Chemieunterrichts eingesetzt werden.

Zum einen kann er statt der klassischen Petrochemie als Einführungsversuch in die Organische Chemie genutzt werden, um über das Basiskonzept Polar-Unpolar zu den Eigenschaften der Kohlenwasserstoffe zu kommen.

Zum anderen – und das ist der übliche Weg – wird er erst bei der Einführung der Alkohole genutzt. Man sollte bereits behandelte Inhalte (Wasserstoffbrückenbindungen, Nicht-Mischbarkeit der Alkane mit Wasser usw.) nochmals kurz ansprechen; anschließend sollten die Schüler ohne Probleme in der Lage sein, die beobachteten Phänomene zu erklären. Kommen die Schüler nicht selbst auf die Erklärung des unterschiedlichen Verhaltens der Butanole, so kann man sie an die im Mathematikunterricht behandelten Extremwertaufgaben erinnern, wo häufig das maximale Volumen für einen Körper mit gegebener Oberfläche gesucht wird.

Sofern auf Methanol verzichtet wird, ist der Versuch problemlos als Schülerversuch durchführbar und auch für eine Einzelstunde geeignet. Die Materialien sind einfach und günstig; der Verbrauch kann zudem reduziert werden, wenn nicht jede Gruppe alle Mischbarkeiten testet.

Literatur

Diverse Quellen, z.B. Tausch von Wachtendonk; Alkohole, Seite 45