

Praktikum zur Organischen Chemie für Studierende des Lehramts

WS 2010/11

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent(in): Beate Abé

Name: Johannes Hergt

Datum: 30.11.2010

Gruppe 6: Alkohole

Versuch (Mischbarkeit): Mischbarkeit von Alkoholen mit Wasser u. Cyclohexan

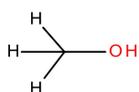
Zeitbedarf

Vorbereitung: 5 Minuten

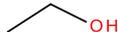
Durchführung: 15 Minuten

Nachbereitung: 10 Minuten

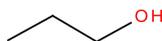
Eingesetzte Alkohole



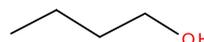
Methanol



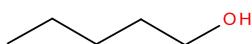
Ethanol



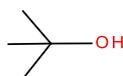
1-Propanol



1-Butanol



1-Pentanol



tert-Butanol

Abb. 1: Eingesetzte Alkohole.

Chemikalien ^[1,2]

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz
Methanol	CH ₃ OH _(l)	2 Pipetten	11-23/24/25-39/23/24/25	(1/2)-7-16-36/37-45	T, F	LV
Ethanol	C ₂ H ₅ OH _(l)	2 Pipetten	11	(2)-7-16	F	S1
1-Propanol	C ₃ H ₇ OH _(l)	2 Pipetten	11-41-67	(2)-7-16-24-26-39	F, Xi	S1
1-Butanol	C ₄ H ₉ OH _(l)	2 Pipetten	10-22-37/38-41-67	(2)-7/9-13-26-37/39-46	Xn	S1
1-Pentanol	C ₅ H ₁₁ OH _(l)	2 Pipetten	10-20-37-66	(2)-46	Xn	S1
t-Butanol	C ₄ H ₉ OH _(l)	2 Pipetten	11-20-36/37	(2)-9-16-46	F, Xn	S1
Wasser	H ₂ O	2 Pipetten				S1
Cyclohexan	C ₆ H ₁₂ O _{6(l)}	2 Pipetten	11-38-65-67-50/53	(2)-9-16-25-33-51-60-61-62	F, Xn, N	S1
Iod	I _(s)	Spatelspitze	20/21-50	(2)-23-25-61	Xn, N	S1

Geräte

- 12 Reagenzgläser
- Reagenzglasständer
- Spatel
- Pipetten

Aufbau



Abb. 2: Versuchsaufbau.

Durchführung

Die auf Mischbarkeit zu prüfenden Alkohole sind Methanol, Ethanol, 1-Propanol, 1-Butanol, 1-Pentanol und tert-Butanol. Je zwei Reagenzgläser werden mit demselben Alkohol zu einem Viertel gefüllt. Anschließend wird zu jedem Alkohol einmal Wasser und einmal Cyclohexan gegeben, sodass insgesamt zwölf verschiedene Kombinationen an Alkohol und Lösungsmittel vorliegen.

Anschließend wird in jedes Reagenzglas ein Iodkristall gegeben und geschüttelt.

Beobachtung

Die verschiedenen Alkohole lösen sich unterschiedlich gut in Wasser bzw. Cyclohexan. Durch die Zugabe von Iod werden zwei unterschiedliche Phasen (sofern sie vorliegen) deutlich sichtbar.

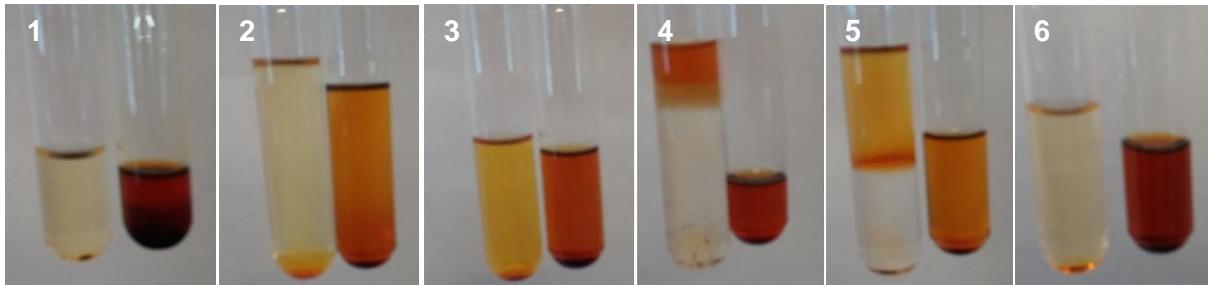


Abb. 3: Methanol, Ethanol, 1-Propanol, 1-Butanol, 1-Pentanol und t-Butanol (v.l.n.r.) mit Wasser (jeweils links) und Cyclohexan (jeweils rechts).

- 1 Methanol mischt sich gut mit Wasser, nicht aber mit Cyclohexan (2 Phasen erkennbar).
- 2 Ethanol löst sich sowohl in Wasser als auch in Cyclohexan.
- 3 1-Propanol löst sich wie Ethanol gut in Wasser und Cyclohexan.
- 4 1-Butanol löst sich nicht in Wasser (2 Phasen), gut aber in Cyclohexan.
- 5 1-Pentanol löst sich wie 1-Butanol nicht in Wasser, aber gut in Cyclohexan.
- 6 t-Butanol ist sowohl mit Wasser als auch mit Cyclohexan mischbar.

Entsorgung

Die Abfälle werden im Sammelbehälter für organische Lösungsmittelabfälle entsorgt.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse ^[3]

Ähnlich wie Wasser enthalten alle Alkohole eine Sauerstoff-Wasserstoff-Bindung. Auf Grund der sehr viel größeren Elektronegativität des Sauerstoffatoms im Vergleich zum Wasserstoffatom ist diese Bindung stark polar. Die Elektronendichte am Sauerstoffatom ist größer als die am Wasserstoffatom, wie im Fall des Wassermoleküls auch. Da sich gleichartige Moleküle/Stoffe gut miteinander mischen lassen, könnte man annehmen, dass alle Alkohole sich deshalb gut in Wasser lösen müssten. Dies ist allerdings nicht der Fall, da neben der polaren Hydroxylgruppe auch ein unpolarer, aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehender Teil, in Alkoholmolekülen vorliegt. Unpolare Moleküle lösen sich im Allgemeinen nicht gut in Wasser. Man kann also sagen, dass Alkohole aus einem wasserliebenden (gr.: hydrophil) Teil und einem wasserabweisenden Teil (gr.: hydrophob) bestehen.

Auf Abb. 4 ist deutlich zu erkennen, dass die Größe des hydrophilen Teils zwar immer gleich ist, die des hydrophoben Teils jedoch von Methanol zu Pentanol wächst. Tert-Butanol besitzt dabei zwar genauso viele Kohlenstoffatome wie 1-Butanol, ist jedoch mit seinen zwei Methylgruppen (deshalb auch 2-Methyl-2-propanol) verzweigter und hat deshalb räumlich gesehen einen relativ kleinen unpolaren Teil.

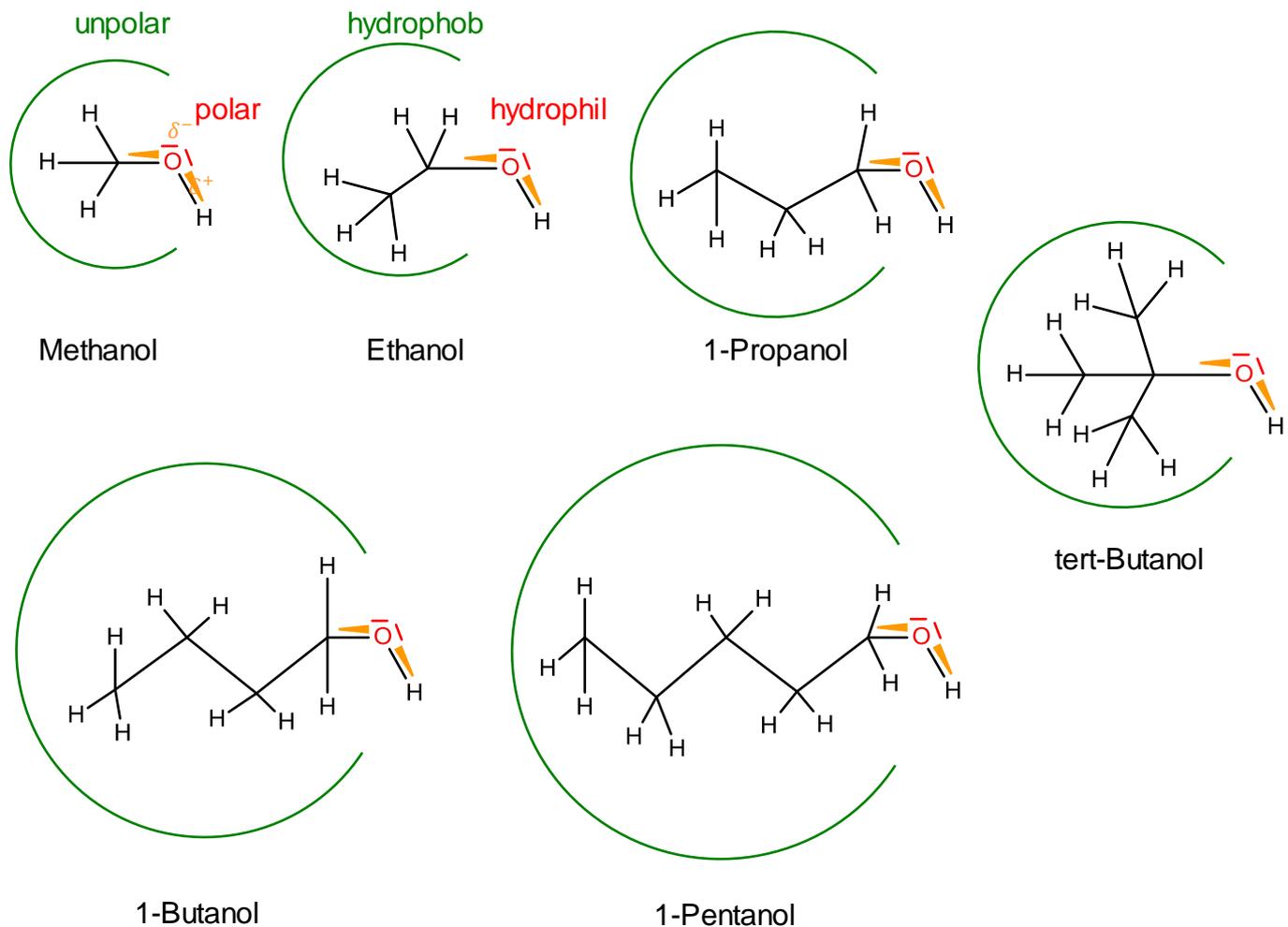


Abb. 4: Unpolarer, hydrophober Teil und polarer, hydrophiler Teil der Alkohole.

Ab einer gewissen Größe des unpolaren Teils lässt sich ein Alkohol nicht mehr mit Wasser mischen. Für 1-Butanol und 1-Pentanol überwiegt so z.B. der unpolare, hydrophobe Charakter der Alkoholmoleküle: Das Mischen mit Wasser gelingt nicht, es bilden sich zwei Phasen (siehe 4 u. 5 in Abb. 3).

Was für das Mischverhalten mit Wasser gilt, gilt ebenfalls für das Mischverhalten mit organischen, unpolaren Lösungsmitteln: Gleiches löst sich in Gleichem. 1-Butanol und 1-Pentanol lösen sich zwar schlecht in Wasser, auf Grund ihres relativ großen unpolaren Kohlenstoff-Wasserstoff-Teils lösen sie sich jedoch sehr gut in Cyclohexan (siehe 4 u. 5 in Abb. 3). Sie werden deshalb auch als fettliebend (gr.: lipophil) bezeichnet.

Bei der Betrachtung von Methanol fällt auf, dass es sich kaum von Wasser unterscheidet (siehe Abb. 5). Der kleine Methylrest ändert nichts an dem stark dipolartigen Charakter. Auf Grund dessen ist Methanol sehr gut in Wasser, nicht aber in Cyclohexan löslich.



Abb. 5: Methanol (l.) und Wasser (r.)

Ethanol, 1-Propanol und tert-Butanol gehören zu den sog. amphiphilen Stoffen. D.h. sie mischen sich sowohl mit polaren als auch unpolaren Substanzen. **2,3** und **6** in Abb. 3 zeigen, dass sie sich sowohl mit Wasser als auch mit Cyclohexan mischen.

Dies liegt daran, dass der unpolare Teil der Moleküle ausreichend klein für die Löslichkeit in Wasser, aber auch ausreichend groß für die Löslichkeit in Cyclohexan ist. Stellvertretend für alle drei Alkoholmoleküle wird das Mischverhalten von Ethanol zu den Lösungsmitteln in Abb. 6 gezeigt.

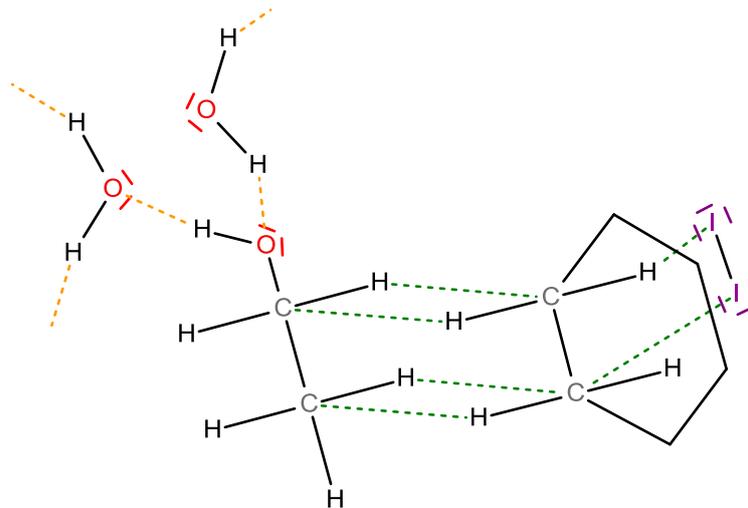


Abb. 6: Mischverhalten von Ethanol mit Wasser und unpolarer Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindung (Cyclohexan); Mischverhalten von Iod mit unpolarer Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindung.

Ethanol kann sowohl Wasserstoffbrückenbindungen mit Wassermolekülen als auch durch Van-der-Waals-Kräfte mit unpolaren Lösungsmitteln, wie Cyclohexan, wechselwirken.

Iod geht als unpolares Molekül besser in unpolaren Lösungsmitteln in Lösung. Liegen zwei Phasen vor (wie z.B. im Fall von 1-Butanol und 1-Pentanol mit Wasser) löst es sich deshalb besser in der organischen, wodurch die zwei Phasen optisch besser zu unterscheiden sind.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 Einordnung^[4]

Laut hessischem Lehrplan werden im zweiten Halbjahr der zehnten Klasse die Eigenschaften der Alkohole behandelt. Dazu gehören auch die Eigenschaft als Lösungsmittel und das Mischverhalten mit Wasser und organischen Lösungsmitteln (insb. Alkanen). Im Rahmen dessen ist der Versuch eine gute Einführung in Mischbarkeit und die homologe Reihe der Alkohole. Sind bereits Vorkenntnisse zu Alkoholen vorhanden, so eignet sich der Versuch auch zur Festigung des Wissens (z.B. der homologen Reihe). Die Schüler sollten bereits ausreichend sicher mit Nomenklatur umgehen können, um die unterschiedlichen Alkoholbezeichnungen zu verstehen.

2 Aufwand

Die Vorbereitung des Versuchs ist minimal, da nur Reagenzgläser und Reagenzglasständer benötigt werden. Die verwendeten Chemikalien sind zudem nicht teuer, was für die Durchführung als Schülerversuch von Vorteil ist. Das Mischen der Alkohole mit Wasser bzw. Cyclohexan und die anschließende Zugabe von Iod nimmt etwas Zeit in Anspruch. Eine Unterrichtsstunde von 45 Minuten sollte aber insgesamt ausreichen, zumal zur Entsorgung lediglich die Chemikalien in den entsprechenden Sammelbehälter gegeben werden muss.

3 Durchführung

Da Methanol und Iod für Schülerversuche nicht zugelassen sind, kann der Versuch nur ohne deren Verwendung als Schülerversuch durchgeführt werden. Als Ersatzstoff bietet sich für Iod jedoch beispielsweise Fluoreszin an, welches in organischen und anorganischen Lösungsmitteln ähnliche Eigenschaften wie Iod aufweist. Auf Grund seines Leuchtens ist der Versuch für Schüler sogar noch eindrucksvoller.

Der Lehrer könnte die Schüler bitten, die beteiligten Moleküle aufzuzeichnen, um Nomenklaturkenntnisse zu festigen und gleichzeitig den Schülern einen Anstoß zum Überlegen zu geben, woran es liegen könnte, dass sich ein bestimmter Alkohol anders verhält als ein anderer. Um Schüler an IUPAC zu gewöhnen, sollte tert-Butanol evtl. nicht nach seinem Trivialnamen sondern als 2-Methyl-2-propanol benannt werden.

Der Versuch enthält neben visuellen Eindrücken auch überraschende Effekte, wie z.B. dass Ethanol und Wasser mischbar sind. Dieses dürfte vielen Schülern neu sein, da der Laie bei Ethanol an eine Art Benzin denkt und daraus meist schlussfolgert, dass Ethanol und Wasser deshalb eigentlich nicht mischbar sein dürften.

4 Wissensvermittlung und Fazit

Der Versuch eignet sich sehr gut als Schülerversuch, da er nicht mit viel Aufwand verbunden ist, im Rahmen des Lehrplans das Mischungsverhalten der Alkohole aufzeigt und Schüler zum Nachdenken anregt.

Quellenverzeichnis

- [1] Versuchsquelle: http://www.chids.de/dachs/experimente/001mischbarkeit_von_alkoholen.xml
(Zugriff am 4. Dezember 2010; Urheber unbekannt)
- [2] HessGISS - GUV-Regel Umgang mit Gefahrenstoffen im Unterricht
Ausgabe Januar 1998 (Aktualisierte Fassung Juni 2004)
- [3] Vollhardt, K. Peter C. und Neil E. Schore: Organische Chemie. Vierte Auflage. Wiley-VCH Verlag. Weinheim **2005**. S. 328 f.
- [4] Hessischer Lehrplan: Chemie. **2010**
http://www.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2
(Zugriff am 4. Dezember)