

Organisch-chemisches Praktikum für Studierende des Lehramts

WS 08/09

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent: Beate Abé

Name: Sarah Henkel

Datum: 28.11.2008

Gruppe 6: Alkohole

Versuch: Mischungsexperimente für die Overheadprojektion

Zeitbedarf

Vorbereitung: 10 Minuten

Durchführung: 15 Minuten

Nachbereitung: 10 Minuten

Strukturformeln

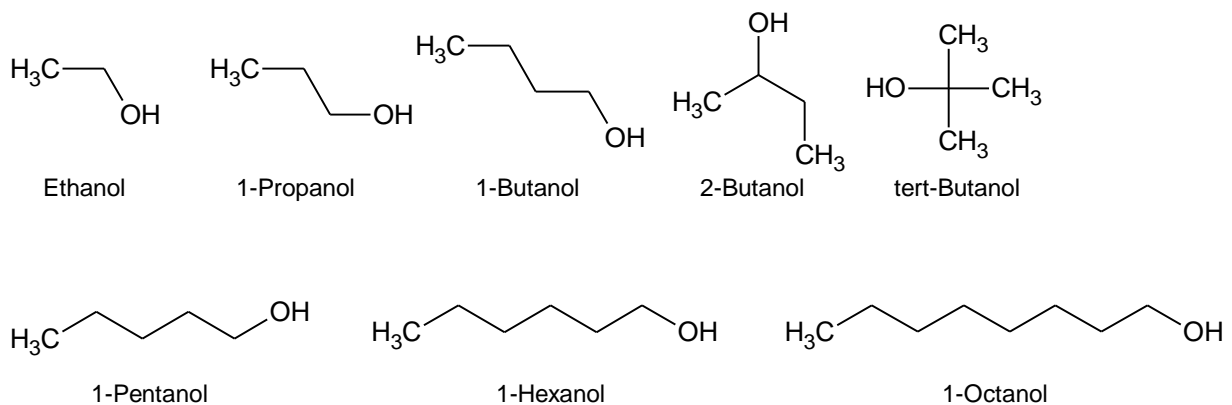


Abb. 1: Strukturformeln der verwendeten Alkohole.

Chemikalien

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schuleinsatz
Ethanol	20 Tropfen	2-7-16	11	F	S I
1-Propanol	20 Tropfen	11-41-67	2-7-16-24-26-39	F, Xi	S I

1-Butanol	30 Tropfen + 1 mL	10-22-37/38- 41-67	2-7/9-13-26- 37/39-46	Xn	S I
2-Butanol	10 Tropfen + 1 mL	10-36/37-67	2-7/9-13- 24/25-26-46	Xi	S I
tert-Butanol	10 Tropfen + 1 mL	11-20	2-9-16	Xn, F	S I
1-Pentanol	20 Tropfen	10-20	2-24/25	Xn	S I
1-Hexanol	20 Tropfen	22	2-24/25	Xn	S I
1-Octanol	20 Tropfen	36/38	2-23	Xi	S I
Dest. Wasser	128 mL	-	-	-	S I
Natriumchlorid (Kochsalz)	Ein paar Gramm	-	-	-	S I

Geräte

- 6 Petrischalen mit Innendurchmesser 9 cm
- 4 Petrischalen mit Innendurchmesser 5 cm
- 4 Reagenzgläser mit Stopfen
- Pipetten

Durchführung

Versuchsteil 1)

Die 6 Petrischalen mit dem Innendurchmesser von 9 cm werden jeweils mit 14 mL Wasser gefüllt. Anschließend werden auf dem Overheadprojektor jeweils 20 Tropfen Alkohol (Ethanol, 1-Propanol, 1-Butanol, 1-Pentanol, 1-Hexanol und 1-Octanol) in die Mitte eine Petrischale getropft.

Versuchsteil 2)

Die 4 Petrischalen mit dem Innendurchmesser von 5 cm werden jeweils mit 7 mL Kochsalz-Lösung gefüllt. Auf dem Overheadprojektor werden 10 Tropfen des jeweiligen Alkohols (1-Butanol, 2-Butanol, tert-Butanol und iso-Butanol) in die Mitte der Petrischalen getropft.

Von den gleichen Alkoholen wird jeweils 1 mL in ein Reagenzglas gegeben. Anschließend wird in 1 mL-Schritten destilliertes Wasser hinzu gefüllt, bis sich der Alkohol im Wasser löst und keine zwei Phasen mehr zu erkennen sind.

Beobachtung

Beim Eintropfen von Ethanol in Wasser trat sofort eine klare Lösung ein. Bei 1-Propanol sind deutlich Schlieren zu erkennen die wenige Sekunden bleiben. 1-Butanol, 1-Pentanol, 1-Hexanol und 1-Octanol führen schon zu „pulsierenden Amöben“, die sich mäßig bis wild in der Petrischale bewegen. Je länger der unpolare Kohlenstoffrest, desto länger hält das Pulsieren an. Bei 1-Octanol ist am Ende nur noch eine Phase auf einer anderen zu erkennen.



Abb. 1: Ethanol in Wasser.



Abb. 2: 1-Propanol in Wasser.



Abb. 3: 1-Butanol in Wasser.



Abb. 4: 1-Pentanol in Wasser.



Abb. 5: 1-Hexanol in Wasser.



Abb. 6: 1-Octanol in Wasser.

Bei der Untersuchung der isomeren Butanole fällt auf, dass alle Butanole in der Salzlösung Tröpfchen bilden, die sich pulsierend bewegen. Bei tert-Butanol sind diese aber schon nach einiger Zeit im Wasser gelöst. Bei 2-Butanol halten die „pulsierenden Amöben“ wesentlich länger an und bei 1-Butanol bleiben die Tröpfchen bestehen. Die Salzlösung dient der Erhöhung der Polarität der Lösung, die in der Petrischale enthalten ist. Durch die Ionen, die in der Kochsalz-Lösung enthalten sind wird diese Polarität geschaffen. Für die isomeren Butanole ergibt sich daraus eine schwere Löslichkeit, da sie sowohl einen polaren als auch einen unpo-

laren Teil besitzen. Je nach der Größe des polaren Teils im Verhältnis zum unpolaren Teil, kommt es zu einer Lösung oder nicht.



Abb. 7: 1-Butanol in NaCl-Lösung. Abb. 8: 2-Butanol in NaCl-Lösung. Abb. 9: tert-Butanol in NaCl-Lösung.

Im Reagenzglasversuch ist zu sehen, dass alle Butanole sich in Wasser lösen, dafür eine unterschiedliche Menge an Wasser benötigen. 1 mL tert-Butanol kann schon in 1 mL Wasser gelöst werden. Um 1 mL 2-Butanol zu lösen braucht man schon 4 mL Wasser. Für 1-Butanol reichen 11 mL Wasser zum Lösen.

Entsorgung

Die Alkohol-Lösungen werden in den Behälter für organische Lösungsmittel entsorgt.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse

Die Alkohole leiten sich von den Kohlenwasserstoffen ab, sie sind Derivate von ihnen. Es ist jedoch mindestens ein Wasserstoffatom gegen eine Hydroxylgruppe ausgetauscht. Die Hydroxylgruppe ist die wichtigste funktionelle Gruppe bei den Alkoholen, da sie ihnen ihre charakteristischen Eigenschaften verleiht. Allerdings können Alkohole auch als Derivate des Wassers aufgefasst werden, bei denen ein Wasserstoffatom gegen eine Alkylgruppe ersetzt wird. Die Benennung der Alkohole richtet sich nach der längsten unverzweigten Kohlenwasserstoffkette, an die die OH-Gruppe gebunden ist. An den Namen des Kohlenwasserstoffs wird die Endung -ol gehängt. Durch die Zahlen, die dem Namen voraus gehen, wird angegeben, an welcher Stelle die Hydroxylgruppe im Molekül steht. Dabei muss darauf geachtet werden, dass das Kohlenstoffatom mit der Hydroxylgruppe die niedrigste Zahl erhält. Je nachdem, wie viele Kohlenstoffatome an das Kohlenstoffatom mit der Hydroxylgruppe gebunden sind, wird zwischen primären, sekundären und tertiären Alkoholen unterschieden. Als Beispiel können hier die Butanol-Isomere genannt werden:

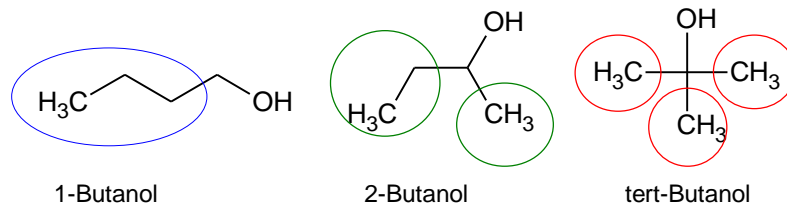


Abb. 10: Primärer, sekundärer und tertiärer Alkohol am Beispiel der Butanol-Isomere.

Bei mehrwertigen Alkoholen sind mehrere Hydroxylgruppen in einem Molekül enthalten. Im Namen wird dies durch das griechische Zahlwort di-, tri-, tetra-, usw. kenntlich gemacht. Das Zahlwort geht der Endung -ol voraus. Ein zweiwertiger Alkohol ist demnach ein Diol. Weiterhin ist es nur möglich, dass eine einzige Hydroxylgruppe an einem Kohlenstoffatom gebunden ist, da es bei einer Verbindung mit zwei Hydroxylgruppen an einem Kohlenstoffatom zur Bildung einer Carbonylverbindung unter Abspaltung von Wasser käme.

Eine Ähnlichkeit zum Wasser ist bei Alkoholen die Fähigkeit, Wasserstoffbrückenbindungen auszubilden. Über diese können die Moleküle mit Wasser in Wechselwirkungen treten. Diese Eigenschaft ist für das Lösungsverhalten von Alkoholen in Wasser sehr wichtig. Alkohole können prinzipiell in zwei Moleküleinheiten unterteilt werden. Der Teil, der die Hydroxylgruppe enthält und folglich Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden kann ist hydrophil (wasserliebend) und der andere Teil, der Alkylrest, der aus einfachen Kohlenwasserstoffen besteht, ist hydrophob (wasserabweisend). Die Hydrophilie wird durch Polarität bedingt. Das Wassermolekül ist ein Dipol, da Wasserstoff und Sauerstoff sehr unterschiedliche Elektronegativitätswerte haben. Der Bindungspartner mit der höheren Elektronegativität bekommt die Bindungselektronen zugesprochen. Bei zwei Bindungspartnern, die ähnliche oder gleiche Elektronegativitätswerte haben, liegt eine unpolare Bindung vor. Die Bindungselektronen werden beiden Bindungspartnern zu gleichen Teilen zugesprochen. In polaren Bindungen sind demnach partiell positiv und partiell negativ geladene Atome in den Molekülen enthalten. Dies führt zu Wechselwirkungen, bei denen sich partiell negativ geladene Atome an partiell positiv geladene anlagern. Durch diese Wechselwirkungen kommen auch die Wasserstoffbrückenbindungen zustande.

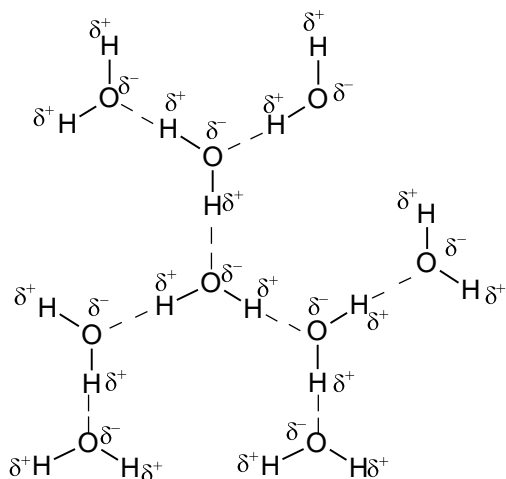


Abb. 11: Wasserstoffbrückenbindung.

Durch die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen können Alkoholmoleküle mit Wassermolekülen korrelieren. Je größer dieser hydrophile Rest ist, der mit Wasser in Wechselwirkungen treten kann, desto leichter und besser lässt sich ein Alkohol mit Wasser mischen. Überwiegt jedoch der hydrophobe Rest, so ist das Ausbilden von Wasserstoffbrückenbindungen erschwert und ab einer gewissen Größe des hydrophoben Restes gar nicht mehr möglich. Der tertiäre Alkohol tert-Butanol ist leicht mit Wasser mischbar, der primäre und sekundäre hingegen nur bis zu einer gewissen Alkoholkonzentration. Dies liegt an der Oberfläche, die durch die hydrophile und die hydrophobe Gruppe jeweils eingenommen wird.

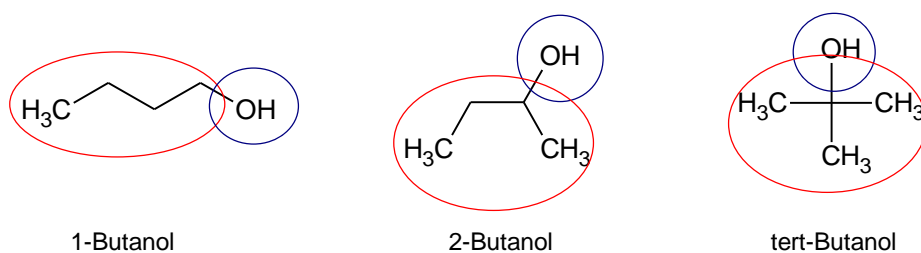


Abb. 12: Vergleichende Oberflächen.

Die Oberfläche, die vom hydrophoben Rest des tert-Butanols eingenommen wird, lässt sich als kugelförmig beschreiben. Die Oberfläche des hydrophoben Restes von 1-Butanol ist dagegen eher länglich und somit einem Schlauch ähnlicher als einer Kugel. Die Kugel ist jedoch die kompakteste Form und hat somit im Verhältnis zum Volumen die kleinste Oberfläche. Eine kleine Oberfläche kann sich bei solchen Mischungsexperimenten weniger sterisch störend auswirken, als der Schlauch mit der größeren Oberfläche bei gleichem Volumen.

Fazit: Die Mischbarkeit von Alkoholen mit Wasser nimmt mit der Zunahme der Kettenlänge ab, da der hydrophobe Charakter zunimmt und die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen stört.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 Einordnung

Der Versuch wird zum Thema Alkohole durchgeführt. Das Thema Alkohole wird in der Jahrgangsstufe 10 im zweiten Halbjahr besprochen. Dieser Versuch steht ziemlich am Anfang der Unterrichtsreihe, da durch ihn eine Vorstellung von den Eigenschaften der Alkohole gewonnen wird. Genauer geht es um die Mischbarkeit von Alkoholen mit Wasser. Bei diesem Thema kann und sollte auch auf die Eigenschaften von Alkanen zurückverwiesen werden. Die Ähnlichkeit besteht in dem unpolaren Rest, den beide Stoffgruppen enthalten. Alkohole lassen sich im Vergleich mit Alkanen mit Wasser teilweise mischen, was auf die Polarität durch die Hydroxylgruppe zurückzuführen ist.

2 Aufwand

Der Aufwand dieses Versuches ist sowohl zeitlich als auch finanziell gesehen relativ gering. Es werden für die Durchführung einfache Petrischalen verwendet, die mit Wasser gefüllt sind. In diese werden dann nur einige Tropfen des entsprechenden Alkohols gebracht. Pro Alkohol sind etwa 2 Minuten einzurechnen. Neben einem Overheadprojektor und den Petrischalen wird nur eine Tropfpipette gebraucht. Folglich muss keine aufwändige Apparatur aufgebaut werden. Für den zweiten Teil des Versuchs benötigt man weiterhin nur Reagenzgläser und einen Reagenzglasständer. Auch hier sind pro Alkohol nur wenige Minuten einzurechnen.

3 Durchführung

Der Versuch ist von der Durchführung mit dem Overheadprojektor nicht als Schülerversuch im eigentlichen Sinn geeignet. Der Versuch wird vor der ganzen Klasse vorgeführt, wobei nicht unbedingt der Lehrer die vorführende Person sein muss. Auch ein oder mehrere Schüler können den Versuch am Overheadprojektor durchführen. Da er sehr schnell geht, lässt er sich sogar in einer Einzelstunde gut durchführen. Aus Zeitgründen kann auch auf einen der beiden Teile verzichtet werden, da eigentlich an beiden Versuchsteilen gut sichtbar ist, dass Alkohole sich nur bis zu einem gewissen Grad mit Wasser mischen lassen.

Literatur

- [1] PdN Chemie 1/49 Seite 32-33.
- [2] Soester Liste. Version 2.7.
- [3] Hessischer Lehrplan: Chemie. 2008.
- [4] Vollhardt, K. P. C. und Neil E Schore: Organische Chemie. Übersetzungs-Hrsg: Holger Butenschön. Vierte Auflage. WILEY-VCH. Weinheim **2005**.
- [5] Mortimer, Charles, E. und Ulrich Müller: Das Basiswissen der Chemie. 8., komplett überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Verlag. Stuttgart **2003**.