

## Destillation von Rotwein

### Einleitung

Erwärmt man ein Gemisch, welches aus mehreren Flüssigkeiten besteht, so verdampft am Anfang vorwiegend diejenige Flüssigkeit mit dem tiefsten Siedepunkt. Nach und nach verändern sich die Zusammensetzung und die Temperatur des entweichenden Dampfes. Der Dampf wird laufend mithilfe eines Kühlers abgekühlt und das Kondensat portionenweise gesammelt. So kann man meistens Portionen abtrennen, die praktisch nur einen Stoff enthalten. Diese Trennmethode nennt man fraktionierte Destillation, die Portionen bezeichnet man als Fraktionen. Diese Methode ist zum Beispiel bei der Aufarbeitung von Erdöl (Raffinerie) zu Schmieröl, Heizöl und Benzin von grosser Bedeutung.

Man kann heute mittels Destillation mit relativ geringem Aufwand und entsprechend geeigneten Apparaturen Gemische trennen, deren Komponenten sich in ihrem Siedepunkt nur um wenige Grad Celsius unterscheiden. Mit einfachen Destillationsanlagen wird in der Regel keine vollständige Trennung erreicht, selbst wenn die Siedepunktunterschiede beträchtlich sind.

Auch Gemische aus Wasser und Alkohol (Ethanol), welche bei der Vergärung von zuckerhaltigen Lösungen (z. B. Traubensaft) entstehen, können auf diese Weise fraktioniert werden. In diesem Praktikum wirst du selbst Rotwein destillieren.

- |                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Lernziele:</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Du kannst das Prinzip der Destillation mit einer Skizze der Versuchsanordnung und unter Verwendung der entsprechenden Begriffe auf Teilchenebene erklären.</li><li>• Du bist in der Lage, den Zusammenhang zwischen Dichte, Siedetemperatur, Brennbarkeit und Alkoholgehalt zu beschreiben und zu erklären.</li></ul> |
|-------------------|---|

- |                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Sicherheit:</b> | Beim Verbinden der Glaswaren muss mit 'Feinmotorik' gearbeitet werden. Glas splitter in den Händen sind unangenehm bis schmerzhaft, und der Ersatz von Bauteilen einer Destillationsapparatur ist teuer. |
|--------------------|--|

### Versuch

#### Geräte / Material

- *Destillations-Kit* bestehend aus:
  - Destillationsbrücke mit Gegenstromkühler inkl. 2 Wasser-schläuchen und 1 Glasschliff-Stopfen
  - Thermometer (Glasschliff) für Aufsatz
  - Zweihals-Rundkolben inkl. 1 Glasschliff-Stopfen
- 2 Stative mit Klammer
- Dreifuss mit Keramikdrahtnetz
- Bunsenbrenner
- Reagenzglasgestell
- Reagenzgläser
- Messzylinder (10 ml)
- Filzstift
- Becherglas (250 ml)
- Trichter
- Siedesteinchen
- Porzellanschälchen
- Holzbrettchen
- Schutzbrille
- Waage
- Buch 'Rauscher et al.' (zentral), S. 199
- Römpp-Lexikon 'A–Cl' (zentral)

#### Chemikalien

- Rotwein

#### Durchführung

- (1) Baue die Destillationsapparatur gemäss Musterapparatur (sofern vorhanden) zusammen.
- (2) Nummeriere 5 gleich grosse Reagenzgläser ('0', '1', ..., '4') und zeichne mit einem Filzstift bei jedem RG (ausser RG '0') eine 10 ml-Marke ein:

Mit einem Messzylinder 10.0 ml dest. Wasser abmessen, in ein Reagenzglas füllen, Füllhöhe markieren und diese 'Marke' mit Filzstift auf die anderen Reagenzgläser übertragen.

- (3) Gib ca. 5 Siedesteinchen und mithilfe von Becherglas und Trichter ca. 150 ml Rotwein in den Destillationskolben. Kontrolliere nochmals die Apparatur (Dichtigkeit): Melde dich bei der Lehrperson, wenn du startklar bist. (Die Lehrperson wird die Versuchsapparatur überprüfen.)
- (4) Studiere die unten stehende Tabelle, damit du weisst, wann die Temperatur abzulesen ist.
- (5) ☞ Erwärme nun den Wein vorsichtig mit dem Bunsenbrenner, bis er siedet. Notiere die Temperatur, wenn der erste Tropfen ins RG '0' fällt. Nach 20 Tropfen wird erneut die Temperatur notiert und sofort vom RG '0' zum zweiten Reagenzglas '1' gewechselt. Der Inhalt des RGs '0' entspricht dem Vorlauf.  
Reduziere nun die Hitze des Bunsenbrenners (Gaszufuhr).
- (6) Nun werden 4 Fraktionen zu 10 ml gesammelt (RG 1 bis RG 4):  
Die Destillation könnte man fortsetzen, bis die Temperatur während mindestens einem RG konstant bleibt. Dies würde sehr lange dauern, weshalb wir aus zeitlichen Gründen darauf verzichten.  
Notiere für jede Fraktion den entsprechenden Siedebereich (vgl. Tabelle unten).  
Nach dem Wechsel auf das RG '2' kannst du die Aufgabe 1 lösen. Verpasse jeweils nicht den Wechsel auf das nächste RG.
- (7) Bestimme die Dichte der ersten Fraktion: Gib den Inhalt in einen leeren, auf der Waage tarierten 10 ml-Messzylinder. Bestimme nun Volumen und Masse des Inhaltes (vgl. Tabelle unten). Berechne daraus die Dichte. Leere den Inhalt des Messzylinders wieder in das RG zurück.
- (8) Untersuche den Vorlauf (RG '0') und die erste Fraktion auf ihre Brennbarkeit. Bedecke zu diesem Zweck den Boden eines Porzellanschälchens mit Flüssigkeit aus dem RG und versuche diese zu entzünden (verdunkelter Vorbereitungsraum). Notiere deine Beobachtung in der Tabelle.
- (9) Wiederhole die Schritte 7 und 8 für die restlichen Fraktionen. Nach jeder Fraktion ist der Messzylinder gut auszuschütteln, aussen abzutrocknen und auf der Waage erneut zu tarieren. Das Porzellanschiffchen kann man mit Papier jeweils wieder austrocknen.
- (10) Ermittle zum Abschluss mithilfe eines Tabellenwerks (aufliegendes Buch oder notfalls Tabelle auf der Seite 3) aus deiner unter Schritt 7 errechneten Dichte den Alkoholgehalt jeder Fraktion. Übertrage diesen Wert in deine Tabelle.

### Entsorgung / Aufräumen

- Reagenzgläser: Filzstiftmarken mit etwas Alkohol (Destillat aus Fraktion 0 oder 1) entfernen.
- Siedesteine werden abgegeben (Wiederverwendung für diesen Versuch); Rotweinreste und Fraktionen kommen in den Abguss.
- Destillationskolben: mit Wasser und Abwaschmittel reinigen, anschliessend mit dest. Wasser ausspülen und in weisse Box zurücklegen.
- Restl. Material aus Destillations-Kit ebenfalls in die graue Box zurücklegen.

### Auswertung

Fraktion	Temperatur [ $^{\circ}$ C] Anfang / Ende	Masse [g]	Volumen [ml]	Dichte [g/ml]	Alkoholgehalt [Vol-%]	Brennbarkeit (ja / nein)	Bemerkungen
0	..... - .....						Vorlauf: ..... ml
1	..... - .....						10 ml
2	..... - .....						10 ml
3	..... - .....						10 ml
4	..... - .....						10 ml
....							
....							

Volumenkonzentration Ethanol, Brechungsindex  $n_D$  und Dichte eines Ethanol-Wasser-Gemischs

Vol.-%	$n_D$	Dichte [g/ml]	Vol.-%	$n_D$	Dichte [g/ml]	Vol.-%	$n_D$	Dichte [g/ml]
0	1.3330	0.9982	20	1.3469	0.9687	64	1.3644	0.8818
2	1.3342	0.9945	24	1.3498	0.9632	68	1.3650	0.8724
4	1.3354	0.9910	28	1.3524	0.9571	72	1.3654	0.8629
6	1.3367	0.9878	32	1.3546	0.9504	76	1.3657	0.8533
8	1.3381	0.9847	36	1.3566	0.9431	80	1.3658	0.8436
9	1.3388	0.9833	40	1.3583	0.9352	84	1.3656	0.8335
10	1.3395	0.9819	44	1.3598	0.9269	88	1.3653	0.8232
11	1.3403	0.9805	48	1.3610	0.9183	92	1.3646	0.8125
12	1.3410	0.9792	52	1.3621	0.9095	96	1.3636	0.8013
13	1.3417	0.9778	56	1.3630	0.9004	98	1.3630	0.7954
16	1.3440	0.9739	60	1.3638	0.8911	100	1.3614	0.7893

## Aufgaben

- (1) Zeichne die Destillationsapparatur und beschrifte die folgenden Teile: Destillationskolben, Wein, Siedesteinchen, Destillationsbrücke, Gegenstromkühler (Liebig-Kühler), Thermometer. Zeichne zusätzlich die Fließrichtung des Kühlwassers ein.
- (2) (a) Beschreibe den Ablauf der Destillation in 4–5 Sätzen.  
(b) Beschreibe die Vorgänge bei der Destillation auf Teilchenebene.
- (3) (a) Wo genau beziehungsweise welche Temperatur wird gemessen?  
(b) Wozu werden die Siedesteinchen zugegeben?
- (4) Stelle in einer Graphik folgende Größen dar: x-Achse = Nr. der Fraktion, y-Achse = mittlere Siedetemperatur und Dichte.
- (5) Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Brennbarkeit der Fraktionen und deren Alkoholgehalt?
- (6) Eine Destillationsregel besagt, dass im Destillierkolben immer etwas Flüssigkeit zurückbleiben muss. Nenne einen möglichen Grund.
- (7) Bei der Alkoholgärung entsteht neben Ethanol ('Trinkalkohol') auch Methanol (ein anderer Alkohol). Methanol schädigt das Zentralnervensystem (Sehnerven) und kann zur bleibenden Erblindung führen. Wie kann Methanol bei der Destillation abgetrennt werden?
- (8) Entgegen unserer jetzigen Vermutung ist es nicht möglich, 100 %igen Ethanol durch Destillation herzustellen. Auch nach wiederholter Destillation des Destillats bleibt nämlich ein so genanntes azeotropes Gemisch zurück. Versuche aus beliebiger Quelle (Lexika, Internet ...) zu erfahren:
  - (a) welche Alkoholkonzentration durch Destillation maximal erreicht werden kann.
  - (b) was man unter einem azeotropen Gemisch versteht.

