

Destillation - Alkoholbestimmung von Wein



Chemie

Organische Chemie

Destillation & Renigung



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

20 Minuten



Durchführungszeit

30 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f7e034e2c24d60003b46267>



Allgemeine Informationen

Anwendung



Kompletter Aufbau des Versuchs

Wein ist ein weitverbreitetes alkoholhaltiges Getränk. Die Bestimmung des Alkoholgehalts von Wein basiert auf der Dichtemessung der Flüssigkeit. Aufgrund von verschiedenen Inhaltsstoffen im Wein, ist diese Methode allerdings sehr ungenau.

Mithilfe der Destillation des Alkohols und dem Auffüllen auf die Ausgangsmenge kann der Alkoholgehalt mithilfe der Dichte sehr genau bestimmt werden.

Sonstige Informationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollen über die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Alkoholen und im besonderen von Ethanol Bescheid wissen. Außerdem sollten physikalische Größen, wie Dichte und Volumen geläufig sein.

Prinzip



Die Siedetemperatur von Alkohol ist geringer als die von Wasser, weshalb der Alkohol zuerst verdampft und erst später wieder ausfällt. Die Dichte einer Flüssigkeit hängt von allen darin enthaltenen Bestandteilen ab.

Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Dieses Experiment bringt sowohl den Ablauf einer Destillation, als auch die Alkoholgehaltsbestimmung einer Flüssigkeit über Dichtemessung näher.

Aufgaben



1. Destillieren des Weins und Abtrennung des Alkohols.
2. Messung der Dichte des Destillats und Alkoholbestimmung daraus.

Im hinteren Teil der Versuchsanleitung werden zwei Varianten dieses Versuchs angeführt:

- a) Bei erwünschter gesteigerter Trennleistung
- b) Destillation mit mehr als zwei zu trennenden Bestandteilen

Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE

Hinweise

Im Rahmen dieses Schulversuches wurde auf die Genauigkeit zu Gunsten des geringeren Aufwandes und der Übersichtlichkeit verzichtet. Dabei werden folgende systematische Fehler begangen:

- Destillation bis zu einem Siedepunkt von 100°C. Dabei wird nicht nur der Alkohol vollständig überführt, es werden auch andere flüchtige Bestandteile mit in die Vorlage überführt. Je nach Bestandteilen kann dies sowohl zu einer Erhöhung, als auch zu einer Erniedrigung des Alkoholgehalts führen.
- Je nach Raumtemperatur kann aus der Vorlage Alkohol verdampfen. Eine Kühlung der Vorlage wäre obligatorisch. Der Effekt wirkt sich jedoch kaum aus. Er würde zu einer erhöhten Dichte und somit zu einem zu kleinen Alkoholgehalt führen.

Sicherheitshinweise

PHYWE



- Ethanol ist eine leichtenzündliche farblose Flüssigkeit mit charakteristisch angenehmen Geruch, die sich mit Wasser und nahezu allen organischen Lösungsmitteln beliebig mischen lässt. Die Dämpfe können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden.
- Von Zündquellen fern halten.
- Berührungen mit den Augen und der Haut vermeiden.
- Bei der Versuchsdurchführung sollen geeignete Schutzkleidung und Schutzbrille getragen werden.
- Für H- und P-Sätze bitte das Sicherheitsdatenblatt der jeweiligen Chemikalie hinzuziehen!

Theorie

PHYWE



Wein ist ein beliebtes alkoholisches Getränk

Beim Erhitzen von alkoholhaltigen Getränken verdampft der Alkohol aufgrund seiner geringen Siedetemperatur vor anderen Inhaltstoffen. Im Liebig-Kühler kondensiert der Alkohol und der Alkoholgehalt des Weins kann nach dem Auffüllen des Destillats genauer ermittelt werden.

Das derzeitig offizielle Verfahren beruht ebenfalls auf dem destillativen Abtrennen von Alkohol und der anschließenden Dichtebestimmung.

Material

| Position | Material | Art.-Nr. | Menge |
|----------|--|--------------|-------|
| 1 | Rahmen für Komplettversuche | 45500-00 | 1 |
| 2 | Rückwand für Komplettversuche | 45501-00 | 1 |
| 3 | Platte für Komplettversuche | 45510-00 | 1 |
| 4 | Klemmhalter, d = 18...25 mm | 45520-00 | 2 |
| 5 | Klemmhalter, d = 18...25 mm, drehbar | 45521-00 | 1 |
| 6 | Cobra SMARTsense - Thermocouple, -200 ... +1200 °C (Bluetooth + USB) | 12938-01 | 2 |
| 7 | Muffe auf Träger für Demo-Tafel | 02164-00 | 1 |
| 8 | Befestigungsband, universal, 100 Stück | 45535-00 | 1 |
| 9 | Federstecker, 50 Stück | 45530-00 | 1 |
| 10 | Schraubzwinge | 02014-00 | 2 |
| 11 | Mantel-Thermoelement, NiCr-Ni, Typ K, -40°C bis 1000°C | 13615-06 | 2 |
| 12 | Schutzhülse für Temperaturfühler, l = 250 mm, 2 Stück | 11762-05 | 1 |
| 13 | Rundkolben, Duran®, 100 ml, GL 25/12 | 35841-15 | 1 |
| 14 | Rundkolben, Duran®, 250 ml, 2-Hals, GL 25/12, GL 18/8 | 35843-15 | 1 |
| 15 | Liebigkühler, mit Aufsatz, GL 18/8 | MAU-27223000 | 1 |
| 16 | Gummischlauch, Innen-d = 6 mm, lfd. m | 39282-00 | 4 |
| 17 | Schlauchkupplung, d = 8 mm, 1 Stück | 47521-00 | 2 |
| 18 | Schlauchschelle für d = 8-16 mm, 1 Stück | 40996-02 | 6 |
| 19 | Schlauchschelle für d = 12-20 mm, 1 Stück | 40995-00 | 1 |
| 20 | Gehäuseheizhaube für 250-ml-Rundkolben mit Personenschutz- schalter, 230 V | 49542-93 | 1 |
| 21 | Stativklemme für Gehäuseheizhauben | 49557-01 | 1 |
| 22 | Leistungssteller, 1000 W, 230 Volt, mit Phasenanschnittsteuerung | 32286-93 | 1 |
| 23 | Trichter, Laborglas, Oben-d = 80 mm | 34459-00 | 1 |
| 24 | Siedesteinchen, 200 g | 36937-20 | 1 |
| 25 | Messzylinder, Boro, hohe Form, 100 ml | 36629-00 | 1 |
| 26 | Aräometer 0,80...1,00 g/ccm | 38254-52 | 1 |
| 27 | Spritzflasche, 500 ml, Kunststoff | 33931-00 | 1 |
| 28 | Wasser, destilliert, 5 l | 31246-81 | 1 |
| 29 | Temperaturmessgerät 4 - 2 DEMO mit Magnetklebeband und Universalnetzgerät | 13618-88 | 1 |
| 30 | Aräometer 1,00...1,20 g/ccm | 38254-53 | 1 |
| 31 | Halter für Cobra SMARTsense, magnetisch | 12960-10 | 2 |
| 32 | measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte | 14581-61 | 1 |

Zusätzliches Material

PHYWE

Rotwein | 100 ml

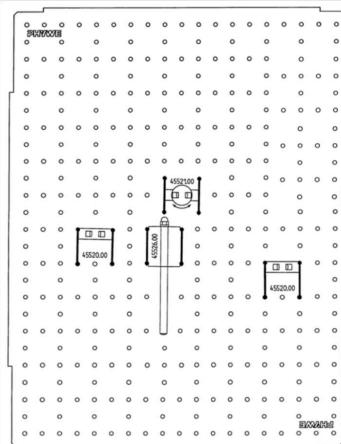
PHYWE



Aufbau und Durchführung

Aufbau (1/2)

PHYWE



Anbringung der Halter an die Platte

Die Halter werden auf der Platte für Komplettversuche gemäß der Abbildung befestigt und mit den Federsteckern auf der Rückseite der Platte gesichert. Danach wird die Apparatur, wie in der Abbildung auf der nachfolgenden Seite zu sehen, aufgebaut und an der Halterung befestigt.

Die Sensoren werden per Kabel mit den Cobra SMARTsense Thermocouple verbunden und mit der magnetischen Halterung an der Platte befestigt. Wenn möglich sollen die Kabel hinter der Wand entlang geführt werden.

Aufbau (2/2)

PHYWE

An den Kühlmantel werden die Schläuche für das Kühlwasser angeschlossen. Um die Verbindung zwischen Wasserhahn und Wasserablauf schnell trennen zu können, montiert man zwei Schlauchschnellkupplungen in die Schlauchverbindungen. Alle Schlauchverbindungen werden mit Schlauchschellen gegen Abrutschen gesichert und mit Befestigungsbändern an der Platte fixiert.

Bevor der Versuch gestartet wird, müssen die Cobra SMARTsense Thermocouple mit einem Gerät zur Auswertung verbunden werden. Dafür startet man das measureLAB-Programm und wartet auf ein Pop-Up-Menü. In diesem Menü lassen sich Geräte und der durchzuführenden Versuch auswählen.



Kompletter Aufbau des Experiments

Durchführung (1/2)

PHYWE

In dem Messzylinder werden 100 mL Wein abgemessen und mit Aräometer dessen Dichte ungefähr bestimmt (es kann eventuell erforderlich sein, ein Aräometer mit einem Messbereich größer 1 g/cm³ zu verwenden). Nach dem Einfüllen des Weins in den 250-mL-Kolben gibt man ca. 5 Siedesteine hinzu.

Sind die Cobra SMARTsense Thermocouple-Sensoren mit measureLAB verbunden, kann die Messung mit  gestartet werden. Die Heizhaube wird auf maximale Leistung gestellt und der Leistungssteller auf höchste Stufe geregelt, bis erste Blasen das Sieden des Weins anzeigen. Anschließend regelt man den Steller auf Stufe 8. Es wird solange destilliert, bis an dem Aufsatz des Liebig-Kühlers eine Temperatur von etwa 98°C bis 100°C erreicht ist (Dauer ungefähr 35 Minuten).

Durchführung (2/2)

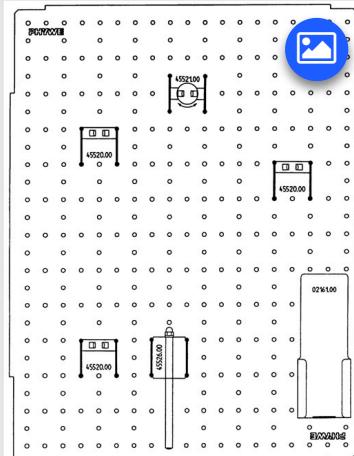
Tabelle zur Alkoholbestimmung aus der Dichte

| Dichte / g · cm ³ | Gew% Ethanol | Vol% Ethanol | Dichte / g · cm ³ | Gew% Ethanol | Vol% Ethanol |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|
| 1,00000 | 0 | 0 | 0,98653 | 8 | 10,0 |
| 0,99813 | 1 | 1,3 | 0,98505 | 9 | 11,2 |
| 0,99629 | 2 | 2,5 | 0,98361 | 10 | 12,4 |
| 0,99451 | 3 | 3,8 | 0,98221 | 11 | 13,6 |
| 0,99279 | 4 | 5,0 | 0,98084 | 12 | 14,8 |
| 0,99113 | 5 | 6,2 | 0,97948 | 13 | 16,1 |
| 0,98955 | 6 | 7,5 | 0,97816 | 14 | 17,3 |
| 0,98802 | 7 | 8,7 | 0,97687 | 15 | 18,5 |

Das Destillat wird in den (gespülten) 100 mL Messzylinder umgefüllt, Reste des Destillats werden mit destilliertem Wasser ebenfalls in den Zylinder überführt. Danach wird der Messzylinder auf 100 mL mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Zur Geruchsprobe wird der Messzylinder in der Klasse herumgereicht.

Mit dem Aräometer wird die Dichte bestimmt und aus der Tabelle auf der nächsten Seite der Alkoholgehalt abgelesen.

Variante: Gesteigerte Trennleistung



Aufbau der Halterungen

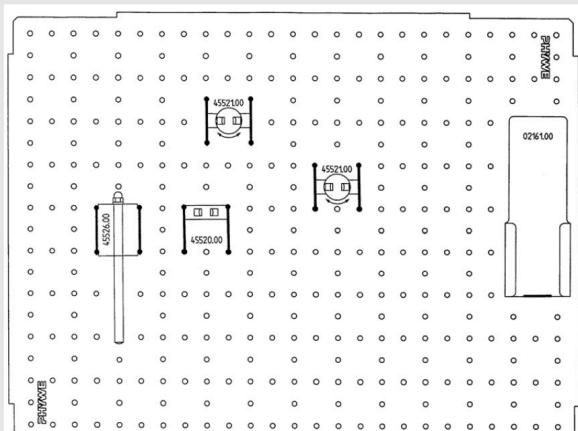
Um die Trennleistung der Destillationsapparatur zu erhöhen verwendet man bei der Destillation eine Kolonne. Hierzu wird zum Aufbau zusätzlich benötigt:

| | | |
|-----------------------------|----------|---|
| Klemmhalter, d = 18...25 mm | 45520-00 | 2 |
| Vigreux-Kolonne, GL 25/12 | 35792-15 | 1 |

Der Aufbau entspricht weitestgehend dem Standardversuch. Allerdings wird zwischen dem 250 ml Kolben und dem Liebig-Kühler die Vigreux-Kolonne geschaltet.

Neben dem veränderten Versuchsaufbau ergibt sich eine verlängerte Destillierzeit mit der Vigreux-Kolonne von insgesamt etwa 45 min. Dies wird bedingt durch die notwendige Einstellung des Gleichgewichts in der Kolonne. Ansonsten bleiben Durchführung und Auswertung des Versuchs identisch.

Variante: mehr als zwei zu trennende Bestandteile (1/2)



Aufbau der Halterungen

Zur Trennung von Gemischen mit mehr als zwei Komponenten sollte man eine fraktionierte Destillation mit einer Möglichkeit zum Auffangen mehrerer Destillatfraktionen durchführen. Hierzu wird zusätzlich benötigt:

| | | |
|--|--------------|---|
| Klemmhalter, d= 18...25 mm, drehbar | 45521-00 | 1 |
| Kurzwegkühler, mit Aufsatz, GL 18/8 | MAU-27224500 | 1 |
| Destilliervorlage, für 4 Kolben GL 25/ | MAU-27227500 | 1 |
| Kolben, 50 mL, GL 25/12 | 35840-15 | 4 |

Variante: mehr als zwei zu trennende Bestandteile (2/2)

Dafür entfallen:

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| Klemmhalter, d= 18...25 mm | 45520-00 | 2 |
| Kolben, 100 mL, GL 25/12 | 35841-15 | 1 |
| Liebig-Kühler, mit Aufsatz GL 18/8 | 35795-15 | 1 |

Der Aufbau entspricht weitestgehend dem Standardversuch. Allerdings wird anstatt des Liebig-Kühlers die Destilliervorlage mit vier Kolben verwendet.