

Arbeitsblatt zum chemischen Praktikum

Destillation eines
Mehrkomponenten-Gemisches**Aufgabe**

Es soll die Mischung einer Flüssigkeit (Wein) in deren Hauptkomponenten (Wasser und Ethanol) mittels einfacher Destillation (1-stufige Destillation) getrennt werden. Durch einfache Bestimmung des spezifischen Gewichts des Produktes soll das Konzentrationsverhältnis Alkohol-Wasser, nach der Destillation, bestimmt werden.

Theoretische Grundlagen

Unter Destillation (lat. "destillare" = herabtröpfeln) versteht man ein Trennverfahren von Flüssigkeiten bei dem zumindest eine flüssige Komponente eines Gemisches verdampft und der gebildete Dampf anschließend wieder kondensiert wird (Destillat, Kondensat). Die Destillation kann sowohl zur Trennung von flüssig-flüssig Gemischen als auch von fest-flüssig Gemischen herangezogen werden.

Das Verfahren beruht darauf, dass der Dampfdruck von zwei zu trennenden Komponenten (hier Ethanol + H₂O) bei gleicher Temperatur unterschiedlich hoch ist. Oder einfacher ausgedrückt, dass die beiden Komponenten bei unterschiedlichen Temperaturen Sieden [$K_p(\text{Ethanol}) = 78,5^\circ\text{C}$, $K_p(\text{H}_2\text{O}) = 100,0^\circ\text{C}$]. Soll ein Sumpfprodukt (hier Wein, mit ~10% Ethanol in ~90% H₂O) getrennt werden, so ist die Gemisch-Zusammensetzung in der Gasphase, am Beginn des Siedens (also Siedekurve), über der Flüssigkeit diejenige welche die Taupunktkurve bei gleicher Temperatur anzeigt.

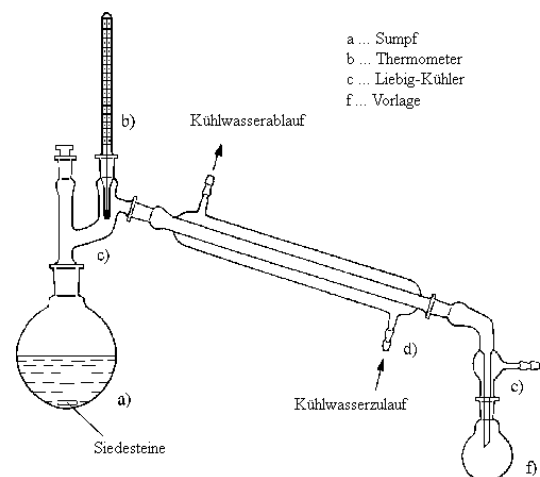


Abb. 1: 1-stufige Destillationsapparatur

Da die Konzentration an Ethanol im Sumpf während der Destillation sinkt, so sinkt natürlich auch die Konzentration an Ethanol in der Vorlage. Somit wird, abhängig von der Destillationsdauer, ein entsprechender Anreicherungsgrad an Ethanol erzielt. Die theoretisch Konzentration an Ethanol in der Vorlage (abzulesen aus dem Siedediagramm) kann nur dann erreicht werden, wenn bis zur Siedetemperatur des Wassers destilliert wird.

System Wasser – Ethanol

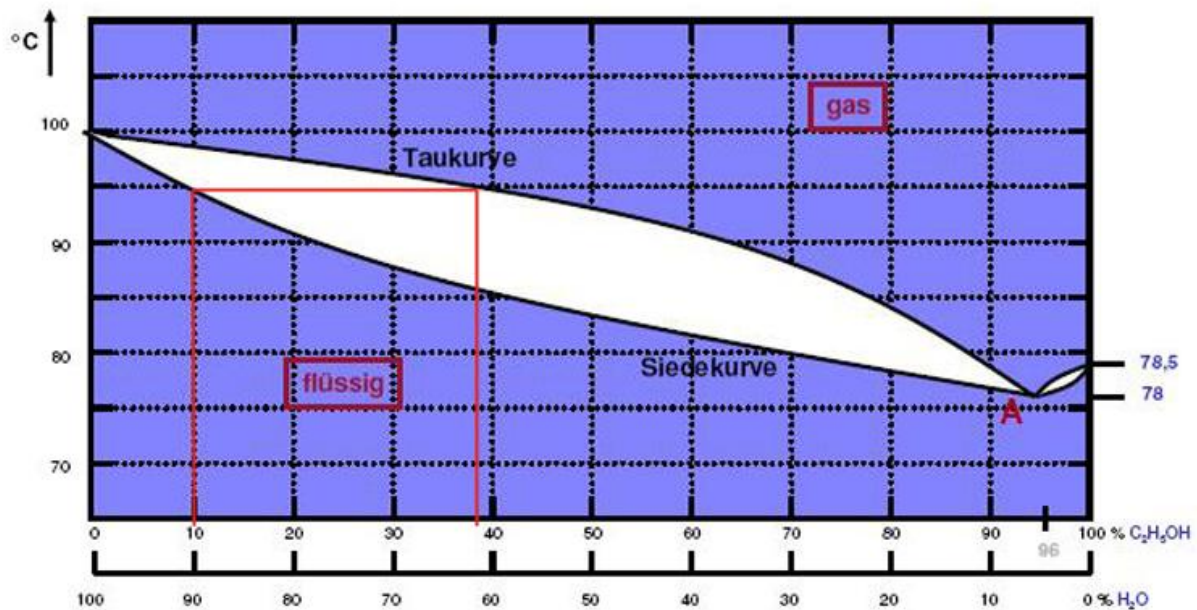


Abb. 2: Siedediagramm Ethanol-Wasser

Grundlagen zur Berechnung:

Bei unserem Destillations-Produkt kann davon ausgegangen werden, dass es sich ausschließlich um ein Gemisch aus Ethanol und Wasser handelt. In diesem Fall kann die Konzentration an Ethanol einfach über das spezifische Gewicht ermittelt werden. Hierbei werden 10 mL der Vorlage auf einer Oberschaligen-Waage abgewogen. Aufgrund der Kenntnis des Volumens (= 10 mL) und des abgelesenen Gewichtes kann das spezifische Gewicht folgendermaßen ermittelt werden:

$$\rho = \frac{m \text{ [g]}}{V \text{ [mL]}}$$

ρ ... spezifisches Gewicht [g/ml]

m ... Masse [g]

V ... Volumen [mL]

Mittels einer Verhältnis-Tabelle, aus einer geeigneten Literatur, kann nun die Konzentration an Ethanol in der Vorlage bestimmt werden (Tabelle siehe Anhang). Es wird das ermittelte spezifische Gewicht mit der zugehörigen Massen-%-Angabe verglichen und als Konzentration angegeben.

Experimentelles

Arbeitsmaterialien:

250 mL Einhals-Rundkolben, Heizhaube, Stativ-Material, Kühlwasser-Schläuche, Siedesteine, Thermometer, Schliff-Fitting für Thermometer, Vorlagegefäß, Oberschalige Waage, 10 mL Pipette, Pipettierhilfe, 50 mL Becherglas, Schliff fett, Schliffklammern

Durchführung:

Die Destillationsapparatur wird Anhand von Abb. 1 spannungsfrei auf einem Stativ aufgebaut. Als Sumpfprodukt werden 150 mL Wein (nicht für den Konsum zu verwenden!) in den 250 mL Rundkolben vorgelegt. Der Rundkolben wird an die Destillationsbrücke angebracht und mit einer Schliffklammer gesichert. Am Ende der Destillationsbrücke wird das Vorlagegefäß untergestellt. Es werden die Kühlwasser-Schläuche an die Destillationsbrücke befestigt (**Achtung: Fließrichtung beachten, wo ist Zulauf und Ablauf!!!**) und der Kühlwasserfluss in Betrieb gesetzt (es ist auf eine **nicht zu große Fließgeschwindigkeit** zu achten!).

Ist die Apparatur betriebsbereit so ist diese dem Betreuer vor Inbetriebnahme der Heizung zur Freigabe zu zeigen!

Die Destillation wird abgebrochen, wenn eine Temperatur von 100°C erreicht ist.

Auswertung

Zu bestimmen ist:

- die Gesamtmasse der Vorlage
- das spezifische Gewicht der Vorlage
- die Konzentration an Ethanol in der Vorlage
- der Anreicherungsgrad des Produktes

Anhang

Tabelle zur Bestimmung der Gewichts-% Ethanol in der Vorlage:

ETHANOL-WASSER-GEMISCHE					
Dichte D 20° 20°	Gew. % Ethanol	Vol. % Ethanol	Dichte D 20° 20°	Gew. % Ethanol	Vol. % Ethanol
1,00000	0	0	0,91097	52	59,8
0,99813	1	1,3	0,90872	53	60,8
0,99629	2	2,5	0,90645	54	61,8
0,99451	3	3,8	0,90418	55	62,8
0,99279	4	5,0	0,90191	56	63,8
0,99113	5	6,2	0,89962	57	64,8
0,98955	6	7,5	0,89733	58	65,8
0,98802	7	8,7	0,89502	59	66,8
0,98653	8	10,0	0,89271	60	67,7
0,98505	9	11,2	0,89040	61	68,6
0,98361	10	12,4	0,88807	62	69,6
0,98221	11	13,6	0,88574	63	70,5
0,98084	12	14,8	0,88339	64	71,5
0,97948	13	16,1	0,88104	65	72,4
0,97816	14	17,3	0,87869	66	73,3
0,97687	15	18,5	0,87632	67	74,2
0,97560	16	19,7	0,87396	68	75,1
0,97431	17	20,9	0,87158	69	76,0
0,97301	18	22,1	0,86920	70	76,9
0,97169	19	23,3	0,86680	71	77,8
0,97036	20	24,5	0,86440	72	78,6
0,96901	21	25,7	0,86200	73	79,5
0,96763	22	26,9	0,85958	74	80,4
0,96624	23	28,1	0,85716	75	81,2
0,96483	24	29,2	0,85473	76	82,1
0,96339	25	30,4	0,85230	77	83,0
0,96190	26	31,6	0,84985	78	83,8
0,96037	27	32,7	0,84740	79	84,6
0,95880	28	33,9	0,84494	80	85,4
0,95717	29	35,1	0,84245	81	86,2
0,95551	30	36,2	0,83997	82	87,1
0,95381	31	37,4	0,83747	83	87,9
0,95207	32	38,5	0,83496	84	88,7
0,95028	33	39,6	0,83242	85	89,5
0,94847	34	40,7	0,82987	86	90,2
0,94662	35	41,9	0,82729	87	91,0
0,94473	36	43,0	0,82469	88	91,8
0,94281	37	44,1	0,82207	89	92,5
0,94086	38	45,2	0,81942	90	93,2
0,93886	39	46,3	0,81674	91	94,0
0,93684	40	47,4	0,81401	92	94,7
0,93479	41	48,43	0,81127	93	95,4
0,93272	42	49,51	0,80848	94	96,1
0,93062	43	50,6	0,80567	95	96,7
0,92849	44	51,6	0,80280	96	97,4
0,92636	45	52,6	0,79988	97	98,1
0,92421	46	53,7	0,79688	98	98,7
0,92204	47	54,7	0,79383	99	99,3
0,91986	48	55,8	0,79074	100	100,0
0,91766	49	56,8			
0,91546	50	57,8			
0,91322	51	58,8			

72 Merck Tabellen

Literatur

- Fa. Merck Darmstadt, Tabellen für das Labor, In eigener Auflage, Darmstadt 1998
- Kurt Klepp, Praktikumsanleitung Allgemeine Chemie, JKU Linz, Linz 2004
- Küster-Thiel, Rechentafeln für die chemische Analytik, Walter deGruyter&Co., Berlin 1985