

# Die Destillation<sup>1</sup>

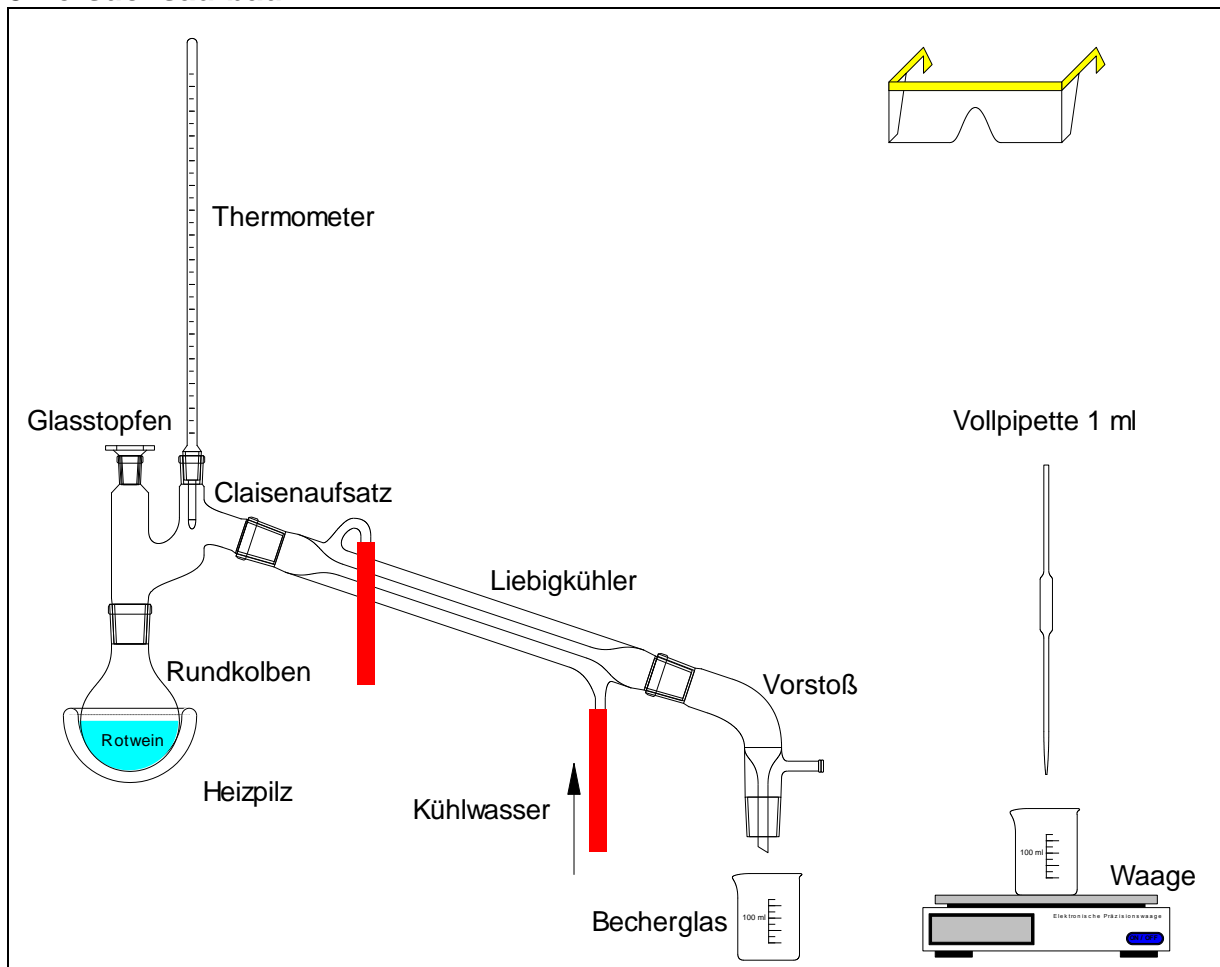
## 1 Allgemeines

Bei der Destillation werden Stoffe mit unterschiedlichen Siedetemperaturen durch Erhitzen voneinander getrennt. Aus Rotwein kann auf diese Weise der Alkohol (Ethanol, Sdp.  $\vartheta = 78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Wasser Sdp.  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) gewonnen werden.

## 2 Geräte und Chemikalien

Rotwein, Siedesteinchen, 1 ml-Pipette, Analysenwaage.

## 3 Versuchsaufbau



## 4 Versuchsdurchführung

In den Zweihalskolben werden drei Siedesteinchen und etwa 80 ml Rotwein gegeben. Danach wird erhitzt. Die Temperatur wird alle drei Minuten abgelesen, bei starken Temperaturänderungen häufiger. Die Werte werden in eine Tabelle aufgenommen. Aus dem Destillat wird von Zeit zu Zeit 1,00 ml des Destillats entnommen und auf der Analysenwaage gewogen. Aus der Dichte wird der Alkoholgehalt des Destillats bestimmt und die Werte in einer Tabelle aufgenommen.

<sup>1</sup> Nach: Vollmer, Adam: Chemieversuche für die Sekundarstufe I und II. Hedinger, Lehrmittel. Stuttgart 2010

**Vorschlag für die Einbindung der Schülerinnen und Schüler in den Demonstrationsversuch.**

**Die Lehrkraft baut die Apparatur auf und entnimmt die Proben des Destillates und gibt die Probe in ein Becherglas auf der Waage.**

1. Schülerin oder Schüler gibt die Uhrzeit für die Temperaturmessung an.
2. Schülerin oder Schüler liest die Temperatur ab.
3. Schülerin oder Schüler erfasst die Messwerte in einer Tabelle an der Tafel.
- 4.+5. Zwei Personen zeichnen das Schaubild und die Temperaturkurve.
5. Schülerin oder Schüler protokolliert die Zeit der Probenentnahme von 1 ml des Destillates, das Gewicht von einem Milliliter an der Tafel.
6. Schülerin oder Schüler liest auf der Waage das Gewicht von 1 ml Destillat ab. Danach können alle Schülerinnen und Schüler der Klasse am Destillat eine Geruchsprobe machen.
7. Schülerin oder Schüler entnimmt mit Hilfe der Dichte-Konzentrations-Kurve aus der Dichte die Konzentration des Destillates.
8. Schülerin oder Schüler protokolliert Zeit, Dichte der Probe und %-Gehalt des Destillats.

Nach 15 Minuten werden die 8 Schülerinnen und Schüler durch andere 8 ersetzt. Die ersten 8 lernen die zweite Gruppe ein, begeben sich anschließend auf ihre Plätze und schreiben das Tafelbild ab.

Tabelle des Temperaturverlaufes

t in min	0	3	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
θ in °C	23,7	23,8	24,2	76,3	76,6	76,8	83,5	89,9	92,8	94,6	95,8	96,5	97,3	98,2	98,3

Daraus ergibt sich die folgende Grafik

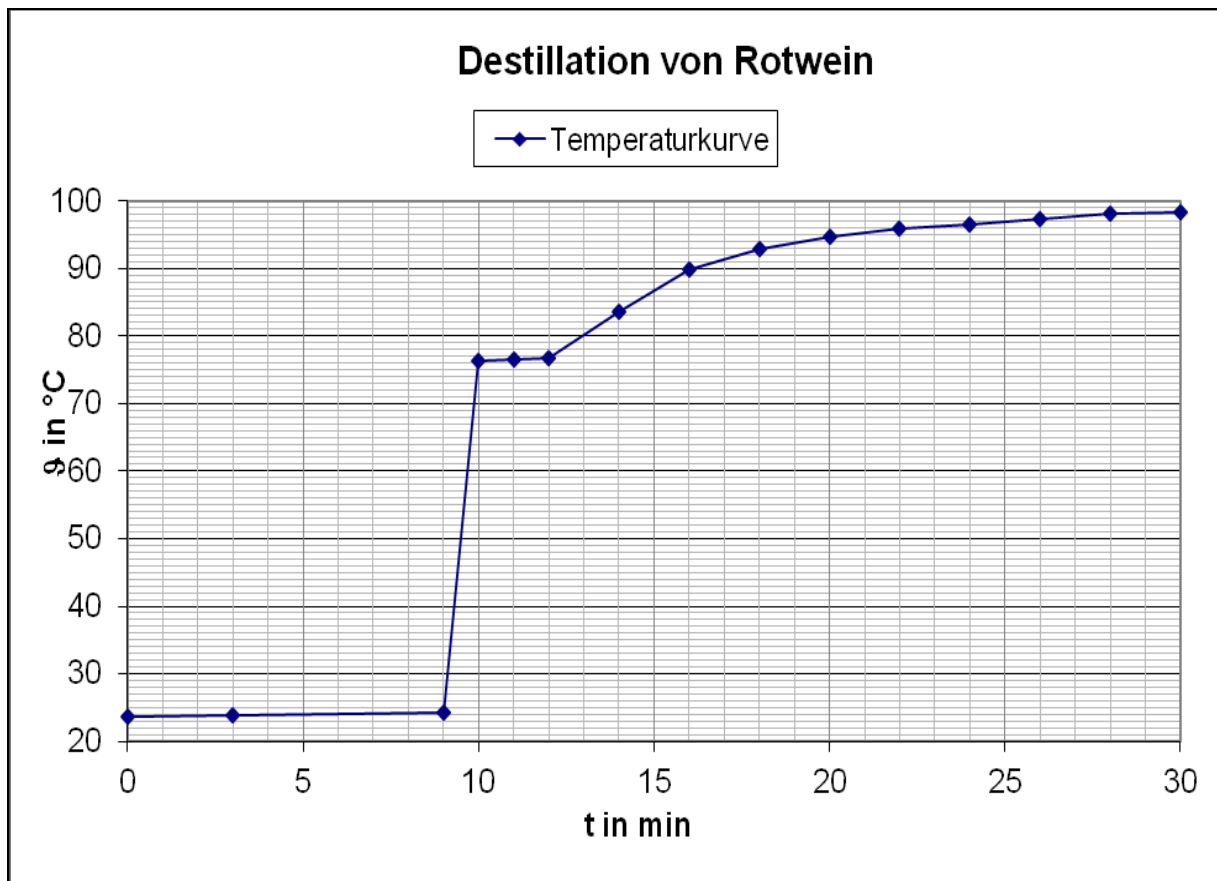


Abb.1: Temperaturkurve der Destillation von Rotwein

## Lernziele

Die Schülerinnen und Schüler lernen die Destillation als Trennverfahren eines Gemisches kennen, dessen Eigenschaft Temperatur uneinheitlich ist. Sie protokollieren die Temperaturmesswerte, zeichnen eine Zeit-Temperaturkurve, erkennen, dass die Normsiedepunkte nur bei Normdruck gemessen werden, wenden den Begriff Dichte an und leiten mit Hilfe einer Tabelle die Zusammensetzung des Destillates ab.

## Kurvendiskussion

Zwischen  $t = 10$  min und  $12$  min destilliert der größte Teil des Ethanols. Das Destillat enthält im Versuch ca. 92 Vol-% Ethanol. Reines Ethanol kann bei dieser Destillation nicht gewonnen werden. Da der Dampfdruck  $p$  des Wasser bei  $78\text{ °C}$   $p = 436\text{ mbar}$  (hPa) beträgt, verdunsten bereits beim Siedepunkt des Ethanols merkliche Mengen an Wasser. Nach  $t = 12$  nimmt mit steigender Temperatur in der Gasphase der Ethanolgehalt im Destillat kontinuierlich ab. Gegen Ende des Versuchs enthält das Destillat praktisch kein Ethanol mehr.

Die Norm-Siedepunkte von Ethanol ( $78,5\text{ °C}$ ) und Wasser ( $100\text{ °C}$ ) wurden im Versuch nicht erreicht, da bei der Versuchsdurchführung kein Normdruck herrschte. Der Luftdruck kann mit einem Barometer gemessen und in das Protokoll aufgenommen werden. Eine einfache Abschätzung ist auch ohne Barometer möglich: Der Luftdruck nimmt mit der Höhe um  $1\text{ mbar}$  je  $8\text{ m}$  ab. Die Höhe kann bei handelsüblichen Navigationsgeräten abgelesen werden. Zusätzlich ist der Luftdruck natürlich vom Wetter abhängig.

## Bestimmung der Dichte und des Alkoholgehaltes des Destillats

Mit einer 1-ml-Pipette wird ein Milliliter Destillat entnommen, in ein Becherglas auf der Analysenwaage gegeben und gewogen. Mit Hilfe der nachfolgenden Tabelle kann die Ethanol-Konzentration des Destillates mit ausreichender Genauigkeit ermittelt werden.

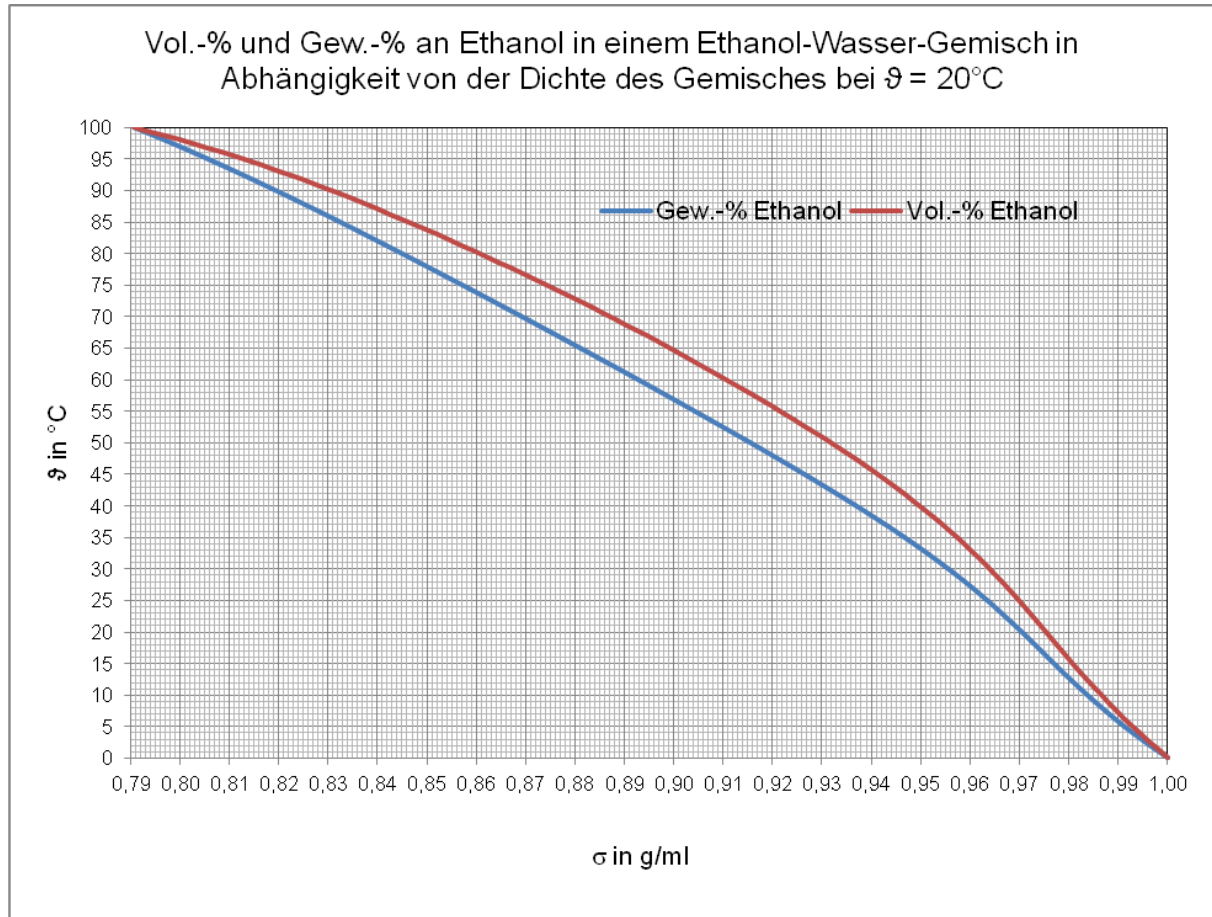


Abb. 2: Ethanolkonzentration in Ethanol-Wasser-Gemischen in Abhängigkeit von der Dichte des Gemisches<sup>2</sup>.

## Hintergrundinformation zum Siedepunkt des Ethanols

Bei  $\theta = 78,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .<sup>3</sup> siedet das azeotrope Gemisch aus 95,6 Gew.-% Ethanol und 4,4 Gew.-% Wasser. Dieses Gemisch kann mittels Destillation nicht weiter getrennt werden

Der Siedepunkt des azeotropen Gemisches weicht gegenüber dem Siedepunkt des reinen Ethanol nur geringfügig ab und kann daher im Schulversuch vernachlässigt werden.

## Der Methanolgehalt im Wein („Vorlauf“)

Die Zellwände der höheren Pflanzen bestehen aus Cellulose und Pektinen<sup>4</sup>. Die Pektine sind Polymere der D-Galacturonsäure, die an manchen Stellen im Polymer

<sup>2</sup> Nach: Hilfstabellen für das chemische Laboratorium, E. Merck AG Darmstadt. 21/600/20/468. S. 7

<sup>3</sup> Weast, Robert (Editor-in-Chief): Handbook of Chemistry and Physics. Cleveland Ohio, 1973. D-21

<sup>4</sup> Strasburger Eduard (Begründer) et al.: Lehrbuch der Botanik. Stuttgart 1983. S. 85.

mit Methanol verestert sind. Pektinesterasen setzen durch Hydrolyse das Methanol frei, weshalb Obstsäfte toxikologisch unbedenkliche 0,005 - 0,02 % Methanol<sup>5</sup> enthalten. Zu Beginn der Destillation verdampft besonders viel des gesundheitsschädlichen Methanols (Sdp. 65 °C) und andere leicht flüchtige Stoffe (z. B. Ethansäureethylester Sdp. 77 °C). Dieser „Vorlauf“ genannte Teil der Destillation ist für den Verzehr nicht geeignet ist. Im oben gezeigten Versuch ist die Methanolmenge zu gering (ca. 0,1 ml), um als „Vorlauf“ in der Destillationskurve erfasst werden zu können.

---

<sup>5</sup> Singer, Manfred et al.: Alkohol und Alkoholfolgekrankheiten. Heidelberg 2005. S. 59