

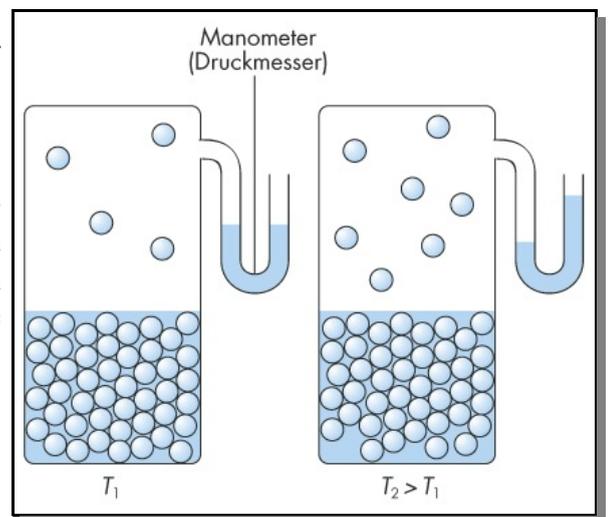
## Dampfdruck und Siedetemperatur

### Warum kann man mit einer Wasserdampfdestillation überhaupt in Wasser unlösliche Aromastoffe gewinnen und wie viel kann man von ihnen gewinnen?

Die Antwort auf diese Frage gibt uns folgendes **Phänomen**: Viele Flüssigkeiten wie Wasser, Alkohol oder Ether verdunsten bereits bei Zimmertemperatur, also weit unterhalb ihres Siedepunktes. Offensichtlich ist bereits ein Teil der Moleküle bei Raumtemperatur in der Lage, den Verband der Teilchen in der Flüssigkeit zu verlassen und in den Gasraum überzugehen. Dieser Vorgang geschieht auch in einem geschlossenen Gefäß: Über der Phasengrenze Flüssigkeit/Gas befinden sich immer Teilchen im Gaszustand.

Bleibt die **Temperatur** in einem Gefäß **konstant**, bleibt auch der Anteil der Teilchen in der **flüssigen Phase** und in der **Gasphase** im zeitlichen Mittelwert konstant. Gleich viele Teilchen pro Zeiteinheit verlassen also jeweils die eine Phase und kehren in die andere zurück. Natürlich bleibt der größte Teil der Teilchen in der flüssigen Phase. Wird die Flüssigkeit nun **erwärmt**, verdampfen mehr Teilchen, verlassen also die flüssige Phase und der **Druck** in der Gasphase nimmt zu. Mit einem angeschlossenen Druckmesser (Manometer) lässt sich das feststellen.

Wird die Flüssigkeit nun weiter erwärmt, steigt der **Dampfdruck** im Inneren der Flüssigkeit so lange an, bis er dem äußeren **Atmosphärendruck** gleich ist. Dann bilden sich regelmäßig Blasen im Inneren der flüssigen Phase und die Flüssigkeit siedet. Wird dagegen der äußere Druck vermindert, so sinkt konsequenterweise auch die Siedetemperatur, was ja bei der **Vakuumdestillation** ausgenutzt wird. Bei einer Druckverminderung von 1013 hPa (hekto-Pascal, Normaldruck) auf 23,3 hPa siedet Wasser schon bei 20 °C.



Bei der **Wasserdampfdestillation** liegen nun **zwei nicht miteinander mischbare Flüssigkeiten** vor: Wasser und der Aromastoff. Der Dampfdruck im Destillierkolben setzt sich aus den **Teilchenanteilen** beider Stoffe in der Dampfphase zusammen, also aus den **Dampfdrücken** der Einzelkomponenten. Ein Gemisch aus **Wasser** und **Linalylacetat**, dem Hauptbestandteil des Lavendelöls, siedet, wenn der **Gesamtdruck p** als der Summe der Einzeldampfdrücke **p(Wasser)** und **p(Linalylacetat)** gleich dem Atmosphärendampfdruck ist:

$$p(\text{gesamt}) = p(\text{Wasser}) + p(\text{Linalylacetat}) = 1013 \text{ hPa} = 760 \text{ Torr (alte Einheit)}$$

Diesem Normdruck von 1013 hPa entspricht nun eine **Siedetemperatur von 99,6 °C**, also nicht 100 °C, was der Siedepunkt reinen Wassers ist. Das Gemisch siedet also unter dem Siedepunkt des reinen Wassers. Bei einer Temperatur von 99,6 °C beträgt aber der Dampfdruck des Wassers nur **998 hPa**, somit also der von Linalylacetat **15 hPa**, die Summe ergibt ja wieder 1013 hPa.

Da der Dampfdruck proportional zur **Teilchenanzahl N** im Dampfraum ist, gilt also das **Verhältnis**:

$$\frac{p(\text{Linalylacetat})}{p(\text{Wasser})} = \frac{N(\text{Linalylacetat})}{N(\text{Wasser})}$$

Weiterhin gilt, dass die **Teilchenanzahl N** bzw.  $n = m/M$  ist. Durch Substitution von N mit n bzw. mit m/M kann man also bei gegebener **Molaren Masse M** eines Stoffes die **Stoffportion m** ausrechnen, die zusammen mit einer gegebenen Stoffportion m(Wasser) bei der Wasserdampfdestillation übertritt. Zur Ermittlung der verschiedenen Dampfdrücke und Siedetemperaturen der Komponenten benötigt man lediglich ein **Siedetemperatur-Druck-Diagramm** von Wasser und der gesuchten Komponente.

### Arbeitsauftrag:

Berechne die **Stoffmenge m(Linalylacetat)**, die bei einer Wasserdampfdestillation zusammen mit **10 mL Wasser** übertritt. Die Molare Masse M(Linalylacetat) beträgt 196 g/mol.