

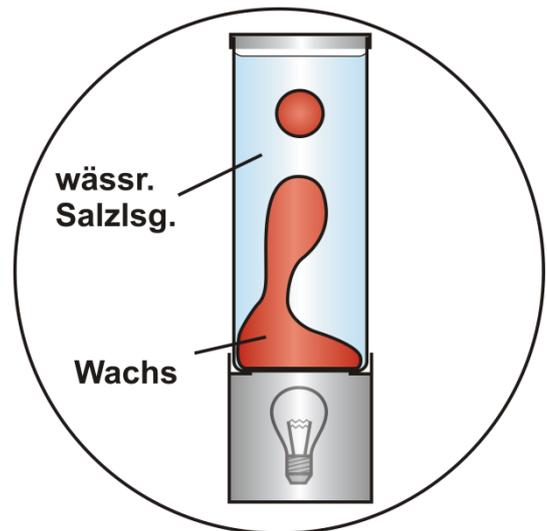
Lavalampe

Geräte:

Lavalampe (Leuchte bestehend aus einem Glaskörper mit einer Wachs-Wasser-Füllung und einem Unterteil mit einer Glühlampe)

Sicherheitshinweise:

Die Lampe erreicht beim Betrieb sehr hohe Temperaturen. Daher sollte sie während des Betriebes und bis zu einer Stunde nach dem Abschalten nicht berührt werden. Wenn der Glaskörper Risse hat oder sonstige Schäden aufweist bzw. Netzkabel oder –stecker beschädigt sind, darf die Lampe nicht mehr verwendet werden.



Versuchsdurchführung:

Die Lampe wird auf eine saubere, glatte Oberfläche gestellt und 1 bis 2 Stunden vor der Vorführung in Betrieb genommen. Dabei erwärmt sie sich und bringt das Wachs zum Schmelzen.

Beobachtung:

Das erwärmte Wachs steigt langsam auf und sinkt beim Abkühlen in den oberen Teilen wieder zu Boden, was zu einer fortwährenden Bewegung der beiden Phasen führt.

Erklärung:

Die Lavalampe zeigt in ästhetischer Weise, dass sich heterogene Systeme aus mehreren Phasen – hier zwei – zusammensetzen, an deren Grenzflächen sich die physikalisch-chemischen Eigenschaften sprunghaft ändern. Das Grundprinzip der Funktionsweise ist recht einfach zu verstehen: Man verwendet zwei miteinander nicht mischbare Phasen mit sehr ähnlichen Dichten. Die etwas schwerere wächserne Phase wird durch die Glühlampe aufgeheizt und dehnt sich dabei aus. Dadurch nimmt ihre Dichte ab. Da die Flüssigkeiten, wie erwähnt, sehr ähnliche Dichten besitzen, ist die vorher schwerere Phase nun plötzlich leichter als die andere, sodass sie aufsteigt. Beim Aufsteigen kühlt sie ab, dabei nimmt ihre Dichte wieder zu und sie sinkt zum Boden zurück.

In Wirklichkeit liegt ein sehr komplexes Gleichgewicht vor, das durch die Temperatur, die Aufheizrate, die Viskosität und den thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Flüssigkeiten, ihre Oberflächenspannung, ja, sogar ihre Farbe bestimmt wird. Die wächserne Phase besteht beispielsweise aus einer Mischung von kurzkettigen chlorierten Paraffinen (wie z. B. Tetrachlorkohlenstoff), alkyliertem Benzol und Paraffinwachs, aber auch Mineralöl, Benzylalkohol etc. können als Komponenten eingesetzt werden. Die Dichte der zweiten, wässrigen Phase muss an die der „Lavaflüssigkeit“ so angepasst werden, dass sie etwas darunter liegt. Zu diesem Zweck wird das destillierte Wasser mit Kochsalz (Erhöhung der Dichte von 1 kg m^{-3}) oder Isopropanol (Erniedrigung der Dichte) versetzt.

Ergänzung:

Die Lavalampe kann mit dem folgenden Experiment nachempfunden werden.

Geräte: leere durchsichtige Getränkeflasche aus Plastik, Trichter, optional: Lichtquelle (z. B. eine Taschenlampe)

„Chemikalien“: Pflanzenöl, Wasser, Lebensmittelfarbe, Brausetablette (z. B. Alka Seltzer)

Durchführung: Die Flasche wird zu circa einem Fünftel mit Wasser gefüllt. Anschließend werden einige Tropfen Lebensmittelfarbe hinzugefügt, um das Wasser anzufärben. Mit Hilfe eines Trichters wird das Pflanzenöl langsam in die Flasche gegossen. Danach kann es erforderlich sein, einige Minuten zu warten, bis sich die beiden Phasen vollständig voneinander getrennt haben. Schließlich wird eine Brausetablette in kleinere Stücke gebrochen und eines oder zwei dieser Stücke werden in die Flasche geworfen.



Beobachtung: Die Tablettenstücke sinken zu Boden und fangen an, sich aufzulösen, sobald sie die wässrige Phase erreichen. Danach beginnen farbige Blasen im Öl aufzusteigen, bis sie dessen Oberfläche erreichen. Anschließend sinken sie wieder hinab. Sobald sich die Blasenbildung verlangsamt, kann man weitere Tablettenstücke hinzufügen ... und das Spiel beginnt von neuem. Um die Lavalampe noch besser zu imitieren, kann man beispielsweise mit einer Taschenlampe durch den Boden der Flasche leuchten.

Erklärung: Öl und Wasser sind nicht mischbar; da die wässrige Phase die höhere Dichte aufweist, befindet sie sich unten.

Eine Brausetablette enthält eine kohlendioxidliefernde Komponente wie z. B. Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) und eine feste Säure wie z. B. Zitronensäure ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$). Sobald die Tablette mit Wasser in Berührung kommt, reagieren die beiden Komponenten miteinander unter Entwicklung von Kohlendioxidgas:



Gasblasen beginnen im Öl aufzusteigen, wobei sie Tröpfchen von angefärbtem Wasser mitreißen. An der Oberfläche des Öls platzen die Blasen und das Gas entweicht in die Luft, während die Wassertröpfchen wieder zum Boden hinabsinken.