

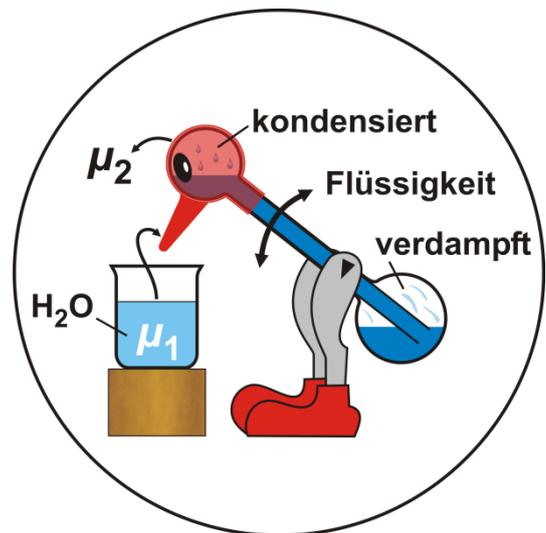
# Trinkende Ente

## Geräte:

Ente  
Becherglas  
u. U. Unterlage  
Vakuummantel [alternativ (relativ) steife  
durchsichtige Plastiktüte]  
u. U. Hebevorrichtung

## Chemikalien:

Wasser



## Versuchsdurchführung und -beobachtung:

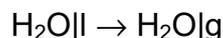
Das Becherglas sollte zweckmäßigerweise eine solche Höhe besitzen, dass die Ente bei annähernd waagerechter Haltung mit ihrer Schnabelspitze in das Wasser eintaucht. Eingeleitet wird der Versuch durch ein ausgiebiges Befeuchten des Kopffilzes. Danach beginnt die Ente in periodischen Abständen zu „trinken“, d. h. sie neigt sich schwankend, taucht den Schnabel ins Wasser, pendelt zurück und beginnt das Spiel von vorn.

Nach mehrmaligem Hin- und Hernicken wird über Ente und Becherglas die Vakuummantel gestülpt: Die Ente bleibt nach einiger Zeit stehen. Beschleunigt wird dieser Vorgang durch ein leichtes Anfeuchten der Glockeninnenwand. Wird die Glocke entfernt, fängt die Ente wieder an zu „trinken“.

Setzt man die Ente in eine entsprechende Vorrichtung ein, so kann ihre Bewegung genutzt werden, um ein Gewicht anzuheben.

## Erklärung:

Die Ente ist eine Stoffkraftmaschine, die die chemische Potenzialdifferenz zwischen dem flüssigen Wasser im Becherglas ( $\mu_1$ ) und dem Wasserdampf in der Umgebungsluft ( $\mu_2$ ) ausnutzt. Auf Grund des Phänomens der Massenwirkung liegt das Potenzial des in der Luft verdünnten Wasserdampfes unterhalb desjenigen von flüssigem Wasser, der Verdunstungsvorgang



läuft also freiwillig ab.

Der dem Gefälle des chemischen Potentials,  $\mu_1 \rightarrow \mu_2$ , folgende Dampfstrom vom Filz in die Umgebungsluft ist mit einem Entropiestrom gekoppelt. Der Dampf schleppt etwa dreimal so viel Entropie mit, wie in dem flüssigen Wasser vorher enthalten war. Dadurch kühlt der nasse Filz aus, und es beginnt Entropie aus dem Innern des Kopfes nachzuströmen, so dass sich der Kopf relativ zum Hinterteil abkühlt und ein Teil des Dampfes der sehr niedrig siedenden Füllflüssigkeit darin kondensiert. Zum Ausgleich des entstehenden Unterdruckes steigt Flüssigkeit aus dem unteren Behälter durch das Steigrohr in den Kopf. Dadurch verlagert sich der Schwerpunkt der Ente schließlich so weit nach oben, dass sie nach vorn kippt. Beim dadurch hervorgerufenen „Trinken“ gelangt das untere Ende des Steigrohres über die Flüssigkeitsoberfläche, so dass nun Dampf nach oben und zugleich Flüssigkeit abwärts strömen kann, der Dampfdruck also wieder

ausgeglichen wird. Der Schwerpunkt kehrt in die Ausgangslage zurück, die Ente richtet sich auf und das Spiel beginnt von vorn. Solange der Kopf der Ente feucht bleibt, wiederholt sich der Vorgang des „Trinkens“ periodisch.

Wenn die Vakuumglocke über Ente und Wasser gestülpt wird, reichert sich die Luft darunter immer mehr mit Wasserdampf an. Die chemischen Potentiale von Wasser und (gesättigtem) Wasserdampf werden gleich, so dass die Potenzialdifferenz und damit der Antrieb Null wird: Die Ente kommt zum Stehen. Statt der Vakuumglocke kann auch eine (relativ) steife durchsichtige Plastiktüte eingesetzt werden.



Der Einsatz der Ente in der Hebevorrichtung belegt, dass es sich tatsächlich um eine Stoffkraftmaschine handelt. So kann mit ihrer Hilfe die beim Übergang vom höheren Potenzial  $\mu_1$  des flüssigen Wassers im Becherglas zum niedrigeren Potenzial  $\mu_2$  des in der Umgebungsluft verdünnten Wasserdampfes gelieferte Energie ( $W < 0$ ) genutzt werden:

$$W = n(\mu_2 - \mu_1).$$

$n$  stellt die Stoffmenge des Wassers dar.