

Sturm im Wasserglas

Helmuth Mayr

Teeblätter-Ringelspiel

Geben Sie einige Teeblätter in eine größere, mit Wasser gefüllte Tasse. Wenn sich die Teeblätter mit Wasser vollgesogen haben und zu Boden gesunken sind, können Sie zwei interessante Beobachtungen machen:

1. Versetzen Sie die Tasse in Rotation und beobachten Sie das Verhalten der Teeblätter !

Oft genügt es, die Tasse am Henkel oder mit beiden Händen am Rand zu halten und wie einen Kreisel in Rotation zu versetzen. Wenn Sie für einen reibungsarmen Untergrund sorgen, etwa durch Bestreuen des Untergrundes mit kleinen Kugellager-Kugeln oder indem Sie die halbvolle Tasse in einem Wasserbad schwimmen lassen, können Sie den Vorgang besonders gut beobachten. Natürlich können Sie die Tasse auch auf dem Teller eines Plattenspielers rotieren lassen.

In jedem Fall können Sie feststellen, daß sich die Teeblätter während der Rotation der Flüssigkeit am Rand der Tasse sammeln.

2. Geben Sie abermals einige Teeblätter in die wassergefüllte Tasse und warten Sie wiederum, bis sich die Blätter mit Wasser vollgesogen haben und zu Boden gesunken sind. Nehmen Sie dann einen Löffel und rühren Sie kräftig um.

Nach dem Herausziehen des Löffels rotiert die Flüssigkeit einige Zeit weiter. Im Gegensatz zum vorigen Fall können Sie jetzt allerdings feststellen, daß sich die Teeblätter in der Mitte der Tasse sammeln.

Haben Sie eine Erklärung für diese beiden Vorgänge ?

Lösung

zu 1. Im ersten Fall erfahren die Teeblätter die Wirkung einer Zentrifuge. Die Geschwindigkeit der bodennahen Wasserschichten (wo das Wasser sofort in Bewegung gerät) ist größer als die Geschwindigkeit von Wasserschichten in größerer Höhe. Daher entsteht eine Zirkulation des Wassers, die bei der "unteren Mitte" beginnt, sich seitlich ausbreitet und in der Randzone nach oben gerichtet ist. Dadurch werden die Teeblätter zum Rand getrieben und lagern sich infolge ihrer Trägheit in Randnähe ab.

zu 2. Am 7. Jänner 1926 erklärte kein Geringerer als Albert Einstein in der Preußischen Akademie der Wissenschaften dieses Phänomen folgendermaßen:

Das rotierende Wasser unterliegt einer Zentripetalkraft. An den Wandungen wird das Wasser gebremst. Daher ist dort die Wassergeschwindigkeit kleiner als im Inneren der Tasse. Insbesondere ist die Wassergeschwindigkeit (und damit die Kraftwirkung auf die Teeblätter) am Boden geringer als in der Höhe. Daher ergibt sich folgende Zirkulation des Wassers: Es sinkt am Tassenrand ab, fließt zur Mitte hin und steigt dort auf. Die "mitgerissenen" Teeblätter bleiben auf Grund ihres Gewichtes in der Tassenmitte am Boden liegen.

Anregung zu diesem Kleinexperiment aus:

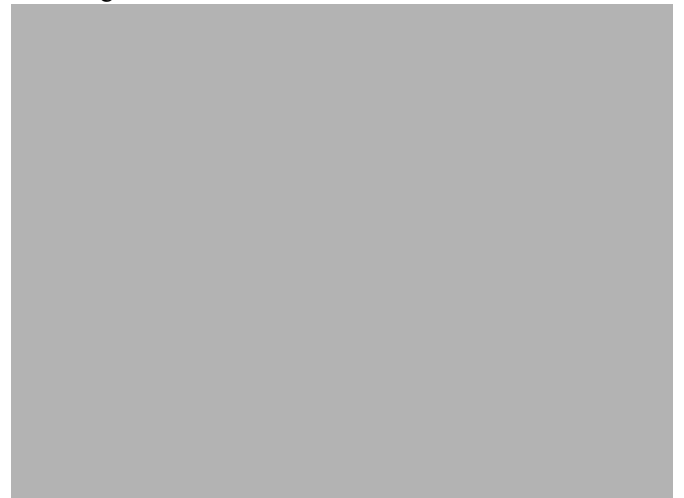
Ernst Zeier "Physikalische Freihandversuche - Kleine Experimente" (s. Buchbesprechung in diesem Heft)

Ing. Mag. Helmuth Mayr, BG/BRG 15, Auf der Schmelz, 1150 Wien und AG Physikdidaktik am Institut für Theor. Physik, Univ. Wien

Meeresbrandung im Blumenkistchen

Nehmen Sie ein möglichst langes Kunststoff-Blumenkistchen und füllen Sie es etwa bis zur halben Höhe mit Wasser.

Schneiden Sie dann aus einem steiferen Stück Plastik, z.B. einem Ringmappen-Einlageblatt, einen längeren Streifen ab, dessen Breite gerade in das Blumenkistchen "paßt". Knicken Sie dann den Streifen so, daß er von der Seite gesehen die Form eines "L" hat. Durch Auf- und Abbewegen dieses L-förmigen Wellenerregers (an der Schmalseite des Blumenkistchens) können Sie Transversalwellen auf der Wasseroberfläche anregen.



Können Sie mit dieser Anordnung die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wasserwellen bestimmen ?

Lösung

Durch rhythmisches Auf und Ab des Wellenerregers können Sie stehende Wasserwellen erzeugen. Üblicherweise gelingt die Anregung der Grundfrequenz und der nächsten beiden Oberfrequenzen mühelos. Je nach den vorliegenden Verhältnissen kann u.U. auch mit höheren Frequenzen angeregt werden.

Bei genauer Betrachtung der mit der Grundfrequenz angeregten stehenden Welle sieht man, daß sich (im Idealfall) eine halbe Wellenlänge über die Troglänge verteilt. Für die k-te angeregte stehende Welle gilt daher:

$$L = k \cdot \lambda_k / 2 \text{ und } c = \lambda_k \cdot f_k = \lambda_k / \tau_k, \text{ daher } c = 2 \cdot L / (k \cdot \tau_k)$$

L ... Troglänge

k ... Anregungs-Ordnung

λ_k ... Wellenlänge der k-ten Ordnung

f_k ... Wellenfrequenz der k-ten Ordnung

τ_k ... Periodendauer der k-ten Ordnung

Zur Genauigkeitssteigerung sollte man die Messungen mit verschiedenen Anregungsordnungen durchführen. Die Periodendauer τ_k kann mittels Stoppuhr gemessen werden. Günstig ist es, die Zeit für 10 Perioden zu stoppen und daraus f_k zu bestimmen. Die Troglänge L wird mit einem Maßband abgemessen.

Die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit c liegt in der Größenordnung von 0,1 m/s