

## Modell zur Veranschaulichung der Meeresströmungen

### 1. Beschreibung



#### 1.1 Pädagogische Zielsetzungen

Mit diesem einfachen und sehr anschaulichen Modell lässt sich der Einfluss der Temperatur und des Salzgehalts bei der Entstehung von Meerestiefenströmungen veranschaulichen.

## 1.2 Zeichnung

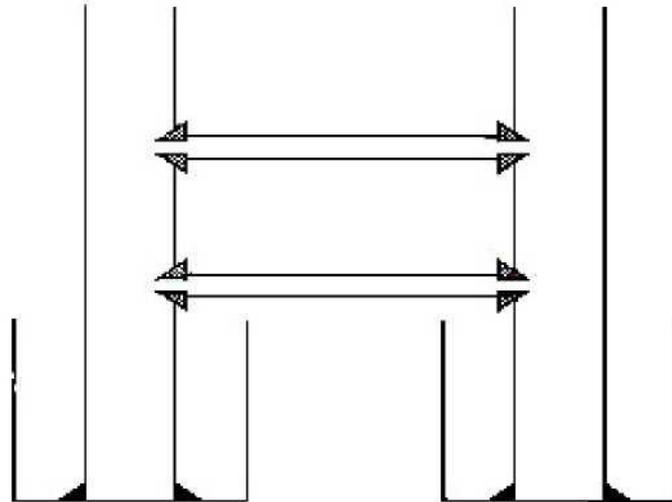


Abb 1

## 1.3 Zusammensetzung

- 2 Kunststoffröhren (300 x 20 mm  $\varnothing$ ), an beiden Öffnungen aufgebohrt; mit Gummidichtungen;
- 2 Kunststoffröhren (218 x 8 mm  $\varnothing$ );
- 2 würfelförmige kunststoffüberzogene Behälter mit einem Volumen von 1 dm<sup>3</sup>

## 2. Versuchsaufbau

### 2.1 Montage

Die Röhren werden gemäß Abb. 1 zusammengesteckt.

### 2.2 Vorsichtsmaßnahmen beim Versuchsaufbau

Damit sich die Querverbindungsrohre bei der Montage leichter anbringen lassen und eine vollkommene Dichtheit der Vorrichtung sichergestellt werden kann, kann man dann die Ansatzstücke aus Gummi mit Vaseline einreiben.

### 2.3 Reinigung

Spülen Sie alle Röhren sorgfältig mit klarem Wasser aus, um zu verhindern, dass der Kunststoff durch Farbstoffe blau oder rot eingefärbt bleibt; lassen Sie das Wasser ablaufen.

## 3. Verwenden des Versuchsaufbaues

### 3.1 Hinweis

Meeresströmungen entstehen im Wesentlichen durch zwei Triebkräfte: den unterschiedlichen Salzgehalt und die Windeinwirkung.

Zwei Parameter, nämlich die Temperatur und der Salzgehalt, bestimmen die Dichte des Meerwassers: diese steigt auch, wenn die Temperatur sinkt. Große Wassermassen unterschiedlicher Dichte vermischen sich untereinander nicht; wenn sie aufeinandertreffen, neigt das Wasser mit der größeren Dichte dazu, unter dem mit der geringeren Dichte hindurchzuströmen.

Am Äquator erwärmen sich die Wassermassen, dehnen sich aus, verlieren an Dichte und fließen tendenziell zu den Polen hin ab, angetrieben durch die Windeinwirkung. Die so erzeugten Meeresströmungen werden infolge der durch die Erddrehung hervorgerufene Corioliskraft auf der Nordhalbkugel nach rechts abgelenkt und auf der Südhalbkugel nach links.

Mit zunehmender Nähe zu den Polen geben die Oberflächenströmungen einen Großteil der in den Tropen aufgenommenen Wärme wieder an die Atmosphäre ab.

In den Polargebieten sinken diese einerseits aufgrund ihrer niedrigeren Temperaturen, andererseits aber auch wegen ihres durch die Eisbildung eher zunehmenden Salzgehalts schwereren Wassermassen mehrere Hundert Meter unter die Meeresoberfläche ab, um die Pole zu umkreisen und dann wieder in Richtung Äquator zu strömen. Diese tieferen Strömungen bewegen sich viel ungeordneter und vor allem auch langsamer als die Strömungen an der Oberfläche, wobei sich allerdings global gesehen die in der Tiefe von Nord nach Süd beförderten Wassermassen mit den an der Oberfläche vom Äquator zu den Polen hin bewegten Wassermassen die Waage halten.

### **3.2 Grundprinzip des Versuchsaufbaus**

Überprüfung des Einflusses der unterschiedlichen physikalischen Faktoren (Temperatur, Salzgehalt) auf die Wasserströmungen.

### **3.3 Vorsichtsmaßnahmen bei der Anwendung**

Vermeiden Sie es, zu heißes Wasser (mit einer Temperatur von über 80°C) in die würfelförmigen Behälter einzufüllen, damit sich die Beschaffenheit des Kunststoffes nicht verändert (Experiment 1).

Verschließen Sie die Kolben mit den Farbstoffen unmittelbar nach deren Benutzung wieder und vermeiden Sie Spritzer (Kittel unbedingt erforderlich!).

## **4. Pädagogischer Nutzen**

Die Erde verglichen mit anderen Planeten des Sonnensystems: Herausarbeiten einiger Besonderheiten: mit dem Versuchsaufbau lässt sich einfach und anschaulich darstellen, dass die äußeren Hüllen der Planeten Bewegungen unterworfen sind. Die energetische Erklärung dieser Bewegungen gehört jedoch zum Lehrstoff der Klasse vor dem Abitur.

Die Sonneneinstrahlung und die Bewegungen der äußeren Hüllen der Planeten: die ungleiche Verteilung der Sonneneinstrahlung auf der Erde ist der Auslöser für die Bewegungen in der Atmosphäre und die Meeresströmungen (große Meeresströme).

#### 4.2 Experiment 1: Veranschaulichung der Rolle der Temperatur bei der Entstehung der Meerestiefenströmungen

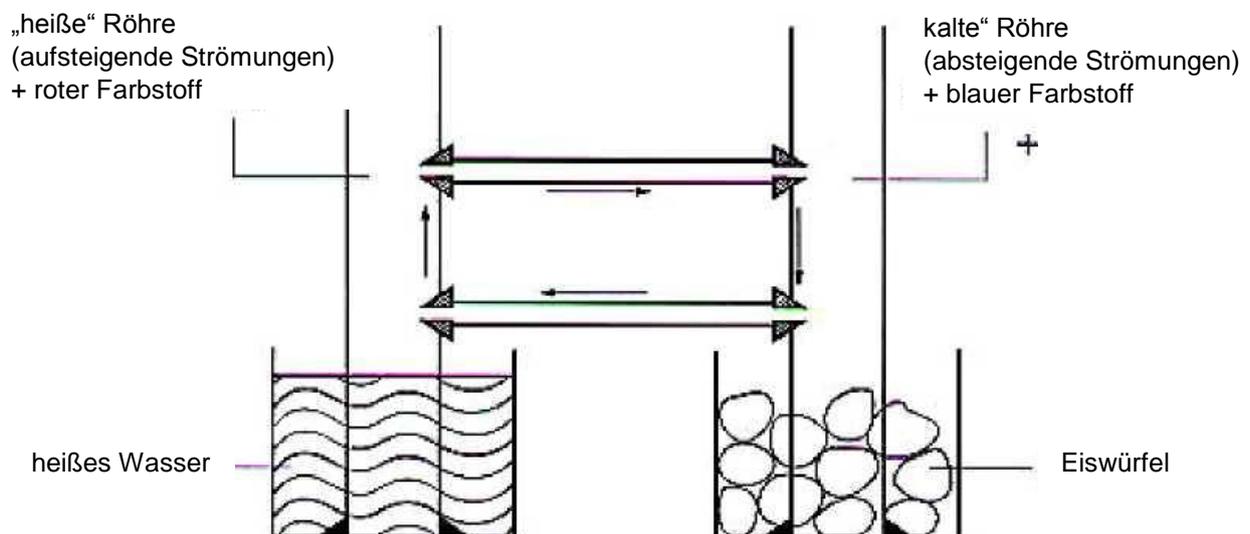
##### Notwendige Hilfsmittel

- roter Farbstoff (z. B. Eosin) und blauer Farbstoff (Methylenblau)
- Eiswürfel
- sehr heißes Wasser ( $t^\circ \leq 80^\circ\text{C}$ )

##### Aufbau der Versuchsanordnung

Befüllen Sie die waagerechten und senkrechten Röhren mit Wasser einer der Umgebungsluft entsprechenden Temperatur, vergewissern Sie sich dabei, dass der Wasserstand gleich hoch ist. Geben Sie die Eiswürfel in einen der würfelförmigen Behälter und gießen Sie möglichst heißes Wasser in den anderen. Warten Sie einige Augenblicke und geben Sie dann einen Kaffeelöffel Methylenblau auf der Seite mit den Eiswürfeln zu und die gleiche Menge Eosin auf der anderen Seite; homogenisieren Sie die beiden Lösungen schnell mit einem Rührstab.

##### Skizze des Versuchsaufbaus



Modell zur Veranschaulichung der Meeresströmungen - Best.- Nr. 2015483

**Beobachtungen und Ergebnisse**

Das rot gefärbte Wasser (= Oberflächenströmungen) bewegt sich schnell über die obere Röhre von der heißen Seite (= dem Äquator) zur kalten Seite (= dem Pol), und umgekehrt strömt das blau eingefärbte Wasser (= Meerestiefenströmungen) von der kalten Seite zur heißen Seite.

- Das heiße Wasser (rot) verdrängt beim Einströmen auf der kalten Seite das kalte Wasser (blau) nach unten.
- Wenn das kalte Wasser erst einmal auf der heißen Seite angekommen ist, sinkt es zunächst unter das heiße Wasser ab und steigt dann aufgewärmt langsam in feinen bläulichen Spiralen an die Oberfläche.

**Vorzusehender vergleichender Versuchsaufbau**

Rot gefärbtes kaltes Wasser / blau gefärbtes heißes Wasser (es reicht hierzu aus, den Inhalt der würfelförmigen Behälter umgekehrt einzufüllen).

**4.3 Experiment 2: Veranschaulichung der Wirkung des Salzgehalts auf die Dichte des Wassers****Notwendige Hilfsmittel**

- Süßwasser und Salzwasser (gesättigte Lösung) mit einer der Umgebungsluft entsprechenden Temperatur
- Methylenblau

**Aufbau der Versuchsanordnung**

Anmerkung: Die würfelförmigen Behälter sorgen in leerem Zustand für die Stabilität des Versuchsaufbaus. Befüllen Sie die Konstruktion zu drei Vierteln mit reinem Süßwasser. Setzen Sie die Befüllung mit Salzwasser fort, das mit Methylenblau gefärbt wurde, indem Sie das Wasser in eine der beiden senkrechten Röhren, z. B. die linke, gießen.

**Beobachtungen und Ergebnisse**

Das gefärbte Salzwasser breitet sich schnell von rechts über die untere Röhre aus; gleichzeitig breitet sich das Süßwasser der rechten Röhre von links über die obere Röhre aus.

Nach einigen Augenblicken stellt man in den beiden Röhren fest, dass sich das klare Süßwasser an der Oberfläche befindet, während das dichtere Salzwasser unten verharrt.

**Vorzusehender vergleichender Versuchsaufbau**

Mit Methylenblau gefärbtes Süßwasser / Salzwasser.