

Hoch-Strömen, Herunter-Strömen?: Atmosphäre und Ozean in einem Becken

Heiße, kalte und teilchengefüllte Dichteströmungen - wie sie in Atmosphäre und Ozean vorkommen



Abb. 1: Wolkenfoto ohne Copyright. Gefunden auf: <http://yotophoto.com/search?page=10&kw=clouds>

Der Aufbau:

Befüllen Sie ein durchsichtiges Becken zur Hälfte mit Wasser (Größe des Beckens ist egal – jedoch: je größer, desto besser – ein Aquarium aus Plastik wäre ideal). Stellen Sie ein Stück Rohr o.ä. an einem Ende ins Wasser (s. Abb.2).

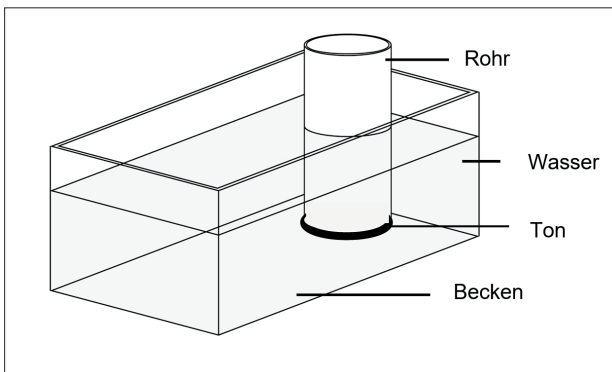


Abb. 2: Versuchsaufbau

Die Vorführung ist noch effektiver, wenn etwas Ton ringförmig am unteren Ende des Rohr als Abdichtung zum Behälterboden angebracht wird – was jedoch nicht unbedingt notwendig ist.

Heiße Strömung:

Bringen Sie Wasser zum Kochen und geben Sie davon etwas (z.B. ca. 50 bis 60 ml) in einen Becher o.ä.. Geben Sie dann noch etwas Farbstoff hinzu, damit dieses Wasser von dem im Becken unterschieden werden kann, wenn es zum Wasser im Becken gegeben wird. Roter Farbstoff ist am besten geeignet (kennzeichnet heißes Wasser); andere Farben (Kaffee, Tee, Lebensmittelfarbe, Tinte, etc.) eignen sich natürlich ebenso gut. Gießen Sie nun das gefärbte Wasser in das Rohr, rühren Sie um, beruhigen Sie dann das Wasser (entgegengesetzt rühren). Nehmen Sie nun langsam und vorsichtig das Rohr weg und lassen Sie beobachten, was passiert.

Das heiße Wasser steigt auf und verteilt sich an der Oberfläche, trifft auf die Außenwände des Beckens und wird zurückgewirbelt. Diese heiße Schicht bleibt an der Oberfläche (etwa eine Stunde).

Kalte Strömung:

Versuchen Sie, die heiße Schicht möglichst ungestört zu lassen und wiederholen Sie den Vorgang mit kaltem Wasser. Geben Sie kaltes Wasser (Mischung aus Eis und Wasser) in einen anderen Becher und fügen Sie Farbstoff hinzu (z.B. blau für kalt).

Nachdem das Rohr entfernt wurde, sinkt das Wasser nach unten und verteilt sich über dem Beckenboden, trifft auf die Außenwände, wird zurückgewirbelt und bildet dann eine stabile Schicht auf dem Grund.

Milch-Strömung:

Und noch einmal: Ohne die anderen Schichten zu stören, wiederholen Sie den Vorgang mit Milch.

Die Milch verteilt sich unterhalb der kalten Schicht in Form einer wabernden Wolke auf dem Beckenboden, prallt ab und bildet dann eine weitere stabile Schicht auf dem Grund des Beckens.

Zu den tatsächlichen Gegebenheiten:

Wenn das Becken stellvertretend für den Ozean steht:

- Das heiße Wasser ist ein warmer Meeresstrom, der sich über der Ozeanoberfläche verteilt, ähnlich wie der Nordatlantische Strom (auch „Golfstrom“ genannt) oder das warme Oberflächenwasser im Pazifik während eines El Niño-Ereignisses.
- Das kalte Wasser stellt einen kalten Meeresstrom dar, wie er nahe den Polen erzeugt wird, der absinkt und sich über dem tief gelegenen Meeresboden verteilt.
- Der Milchstrom zeigt einen Suspensionsstrom, so wie die Wasserströmungen, die Sand und Schlick

enthalten und durch Erdbeben ausgelöst werden. Diese fließen an Kontinentalabhängigen hinunter und verteilen sich über Tausende von km² über dem Meeresboden.

Wenn das Becken stellvertretend für die Atmosphäre steht:

- Die aufsteigende heiße (warme) „Luft“ stellt eine Zone niedrigen Drucks dar, in der sich die heiße „Luft“ in der oberen Atmosphäre verteilt.
- Die absinkende kalte „Luft“ steht für eine Zone hohen Luftdrucks, in der sich die kalte „Luft“ über der Landoberfläche (Beckenboden) als „Wind“ verteilt. Dort wo sich die kalte „Luft“ über dem Beckenboden verteilt, verschiebt sich auch die warme „Luft“, vergleichbar mit einer Kaltfront.
- Der Milchstrom verdeutlicht eine Dichteströmung mit festen Bestandteilen in der Luft, so wie sie etwa von Lawinen (Eiskristalle in der Luft), vulkanischen Glutwolken (heiße weiße Asche in der Luft) oder

einstürzenden Gebäuden (Zwillingstürme des World Trade Centers) (mit Staub in der Luft) erzeugt werden.

Ein interaktiver Ansatz:

Die SuS zeigen sich interessierter am Ergebnis, wenn Sie sie vor jeder Durchführung fragen, was wohl passiert. Außerdem lernen sie so noch eher, dass jedes Ergebnis von der jeweiligen Dichte abhängig ist und dass die Dichte“rangliste“ am Ende folgende ist: Milch auf dem Beckenboden, größte Dichte; kaltes gefärbtes Wasser, geringere Dichte; klares Wasser mit Raumtemperatur, noch geringere Dichte; heißes gefärbtes Wasser, geringste Dichte.

MATERIALLISTE:

- Ein durchsichtiges Becken – ein Aquarium/ Terrarium aus Plastik oder Glass ist am besten geeignet; auch andere Behälter aus Plastik sind geeignet; rechteckige Behälter sind am besten.
- Ein Stück Rohr oder ein Plastikbecher ohne Boden
- Ton oder Modelliermasse zum Abdichten (optional)
- 3 Behälter (z.B. Becher, Tassen)
- Farbstoff (z.B. Lebensmittelfarbe, Tinte, Kaffee, Tee)
- Kochendes Wasser
- Wasser
- Eis
- Rührlöffel

Der Hintergrund:

Inhalt:

Eine Demonstration wie Dichteströme sich in einem Becken mit Wasser verteilen in Analogie zu den tatsächlichen Gegebenheiten in Ozean und Atmosphäre.

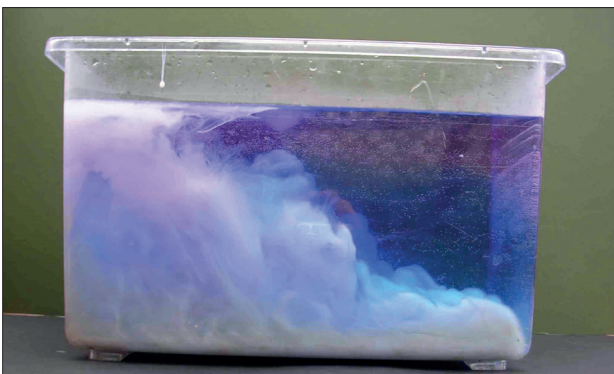


Abb. 3: Das Becken in „Aktion“ (Foto: P. Kennett)

Lernziele: SuS können:

- beschreiben und erklären, was passiert mit: -heißen Stoffen in kalter Umgebung; kalten Stoffen in warmer Umgebung; einem dichteren Stoff mit festen Bestandteilen in einer Umgebung mit weniger oder keinen festen Bestandteilen;
- beschreiben, wie Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte voneinander abgegrenzte Körper bilden;
- anhand der Vorführung erklären, wie die tatsächlichen Prozesse im Ozean ablaufen: warme Strömungen; kalte Strömungen; Suspensionsströme;

- Anhand der Vorführung erklären, wie die tatsächlichen Prozesse in der Atmosphäre ablaufen: aufsteigende warme Luft – Zonen geringen Luftdrucks; absinkende kalte Luft – Zonen hohen Luftdrucks; Wind; Kaltfronten; Lawinen, Glutwolken und staubgefüllte Dichteströmungen.

Kontext:

Dieser Versuch kann verwendet werden, um atmosphärische/ozeanische Abläufe einzuführen oder das Verständnis für diese zu festigen. Wenn interaktiv verwendet, unterstützt das Modellexperiment die Entwicklung von „Denken Lernen“, wie unten näher beschrieben.

Mögliche Anschlussaktivitäten:

Fragen Sie, was wohl mit gefärbtem Salzwasser passiert, wenn es in den Versuchsaufbau gegeben wird. Das Salzwasser wird wahrscheinlich eine höhere Dichte haben als die Milch und verteilt sich über dem Beckenboden. Aus diesem Grund ist in Ästuaren i.d.R. eine Schicht Süßwasser über einem Salzwasserkeil zu finden.

Fragen Sie, was wohl in einem

GEEIGNETES ALTER DER SCHÜLER:

10 - 18 Jahre

ZEITBEDARF:

ca. 20 Minuten

Teich mit heißem und kaltem Wasser zu den unterschiedlichen Jahreszeiten passiert oder mit Schlickwasser, das während eines Sturmes von einem Fluss eingeleitet wird.

Fragen Sie, warum „Hitze“ aufsteigt. Welcher Satz beschreibt am besten, was mit „Kälte“ passiert?

Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Weniger dichte Fluide (flüssige oder gasförmige Substanzen) steigen auf und „gleiten“ auf dichteren Fluiden.
- Fluidkörper können – im Kontext von Atmosphäre oder Ozeanen - über Tage oder Wochen stabil bleiben.
- Ein großer Teil der vertikalen atmosphärischen und ozeanischen Zirkulation wird über die unterschiedlichen Dichtezustände der beteiligten Fluide geregelt, wobei ein großer Teil hiervon speziell über deren relative Temperaturzustände geregelt wird.

Denken lernen:

Ein „Erklärungsmuster“ zu Wasserdichte und deren Auswirkungen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Temperaturen, wird konstruiert; wird Milch eingeleitet

(unbekannte Zusammensetzung, also unbekannte Auswirkung), erzeugt das einen kognitiven Konflikt und die meisten glauben, dass Milch sich in der Mitte absetzt oder an der Oberfläche des Beckens schwimmt. Eine offene Diskussion kann „Metakognition“ beinhalten, und im Anschluss findet ein Transfer statt vom Becken auf die wahren Gegebenheiten in Atmosphäre und Ozean.

Hilfreiche Links:

Für die Atmosphäre, siehe:

http://www.ucar.edu/learn/1_1_1.htm

und für den Ozean, siehe:

http://seawifs.gsfc.nasa.gov/OCEAN_PLANET/HTML/oceanography_currents_1.html

Quelle:

King, C. & York P. (1995) 'Atmosphere and ocean in motion' in Investigating the Science of the Earth, SoE1: Changes to the atmosphere. Sheffield: Earth Science Teachers' Association, GeoSupplies.

Übersetzung:

Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

©Earthlearningidea-Team. Das Earthlearningidea-Team produziert in regelmäßigen Abständen Unterrichtsideen zu geowissenschaftlichen Themen, die in den Schulfächern Geographie oder Naturwissenschaften mit wenig Kosten und Ressourcen umgesetzt werden können. Eine Online-Diskussion rund um die Idee soll zur Entwicklung eines globalen Unterstützer-Netzwerkes beitragen. „Earthlearningidea“ bekommt nur wenig finanzielle Unterstützung und wird hauptsächlich auf Freiwilligenbasis entwickelt. Auf Copyright-Rechte für das jeweilige Originalmaterial wird verzichtet, so lange die Idee innerhalb von Klassenräumen und Laboren umgesetzt wird. Copyright-Rechte Dritter innerhalb des verwendeten Materials bleiben bestehen. Möchten irgendwelche Organisationen dieses Material verwenden, mögen diese das Earthlearning-Team kontaktieren.

Zwecks Copyright-Rechten Dritter bemühte man sich, die Copyright-Inhaber zu kontaktieren und ihre Genehmigung einzuholen. Bitte nehmen Sie mit uns Kontakt auf, sollten Sie der Meinung sein, dass Ihre Copyright-Rechte verletzt worden sind. Wir sind dankbar für alle Informationen, die uns helfen, unsere Angaben auf dem aktuellen Stand zu halten.

Wenn Sie irgendwelche Schwierigkeiten mit der Lesbarkeit der Dokumente haben, kontaktieren Sie bitte das Earthlearning-Team zwecks weiterer Hilfe.

Kontakt zum Earth-Learning-Team: info@earthlearningidea.com

Zu **Fragen** bezüglich der **deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: felzmann@uni-landau.de**