

Freihandversuche

Entartete Zwillingseier

Material: Becherglas 800 ml, 3 Bechergläser 600 ml, Kristallisierschale, großer Kunststofflöffel, Glasstab, 2 gleich große Hühnereier, Permanentschreiber, Salzsäure conc., Natriumchlorid, dest. Wasser.

Durchführung

Vorbereitung: Das große Becherglas wird in die Kristallisierschale gestellt. Daneben stellt man ein zweites Becherglas. In das Becherglas in der Schale legt man die zwei Hühnereier und übergießt sie mit Salzsäure. Die Eier sollen mit der Säure gerade bedeckt sein. Man dreht und wendet die Eier mit dem Löffel immer wieder, schöpft den entstehenden Schaum dauernd ab und gibt ihn in das bereitgestellte Becherglas. Man läßt die Eier so lange in der Säure, bis beide Eischalen vollständig aufgelöst sind - gegebenenfalls etwas Säure nachgießen. Die übriggebliebene Säure wird abgegossen und der Entsorgung bzw. Weiterverwendung zugeführt. Nun werden die Eier vorsichtig mit viel Wasser abgespült - nur zart anfassen!

Die Schale löst sich unter sehr starkem Schäumen auf. Die entkalkten Eier greifen sich sehr weich an. Die Dotter scheinen durch.

Kalk löst sich in Salzsäure. Die äußerste Eiweißschicht wird durch die Salzsäure fest (denaturiert) - es hat fast den Anschein, als würde es sich um ein weichgekochtes Ei handeln.

Die Osmose:

Man stellt die beiden Bechergläser mit 600 ml nebeneinander auf. In das erste Glas füllt man dest. Wasser und beschriftet mit "H₂O". In das zweite Becherglas füllt man gesättigte Natriumchloridlösung und beschriftet mit "NaCl". Man legt in beide Flüssigkeiten je ein Ei und läßt die beiden Gläser einen Tag (über Nacht) stehen.

Nimmt man am nächsten Tag (oder auch nach mehreren Tagen) die Eier aus den Flüssigkeiten, kann man beobachten, daß das Ei im Wasser größer und das im Salzwasser kleiner geworden ist.

Die dünne Eihaut wirkt als Membran. Durch die Osmose dringt im ersten Becherglas Wasser in das Ei. Im zweiten Glas dringt Wasser vom Inneren des Eis durch die Membran. Die treibende Kraft ist das Bestreben nach der Verringerung der Salzkonzentration (osmotischer Druck). Die Makromoleküle des Hühnereiweiß können nicht durch die Membran gelangen.

Hinweise:

- Während des Auflösendes der Eierschalen entstehen Salzsäuredämpfe. Die Dämpfe dürfen nicht eingeatmet werden. Wenn möglich, im Abzug arbeiten oder gut lüften.
- Man kann das Gefäß mit der Salzsäure und den Eiern direkt in die Laborspüle stellen, dort den Schaum entfernen und mit viel Wasser immer wieder wegspülen.
- Übriggebliebene und leicht verunreinigte Salzsäure kann in einer alten Salzsäureflasche aufgehoben (beschriften!) und

als sogenannte Waschsäure zum Reinigen von Glasgefäßen verwendet werden.

- Beim Ablösen der Kalkschale kann man beobachten, daß sich das Ei um 180 Grad dreht, wenn unten der Kalk gelöst ist (Schwerpunkt). Man muß dann das Ei mit dem Kunststofflöffel unter die Flüssigkeitsoberfläche drücken.
- Nimmt man das Ei vorzeitig aus der Säure, spürt man auf der weichen Oberfläche noch vorhandene Kalkreste.
- Auf Grund der größeren Dichte der Salzlösung schwimmt in dieser das Ei.
- Möchte man den Versuch außerhalb eines Labor durchzuführen, löst man die Schale mit Essig (über Nacht die Eier im Essig liegen lassen) und verwendet normales Leitungswasser und Kochsalz. Mit Geräten aus der Küche und einfachen Gläsern läßt sich auch so der Versuch durchführen.

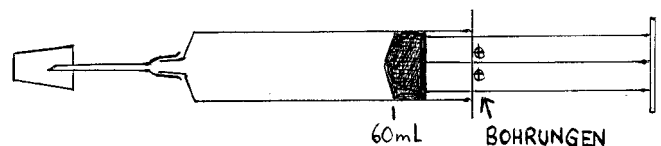
Werner Rentzsch

Luftdichtebestimmung

Material: 1 Einmalspritze 60 ml mit Gummikolben (Luer- oder Luer-Lock-Anschluß), 1 Einmalkanüle (z.B. 1,20 x 40), 1 kl. Gummistopfen, 2 hölzerne Schaschlikspießchen, (Handbohrer), Waage (Meßgenauigkeit 0,01g)

Durchführung:

1. Spritzenkolben bis 60 ml-Markierung herausziehen.
2. Auf Kolbenschaft (mit Overhead-Stift) 2 Markierungen (++) s. Skizze!) anbringen.
3. An den 2 markierten Stellen Bohrungen anbringen, sodaß 2 auf handliche Länge abgebrochene Schaschlikspießchen "streng" durchgesteckt werden können.
4. Gummistopfen auf Kanülenspitze aufsetzen.
5. Kanüle samt Stopfen auf Spritze aufsetzen.
6. Kolben bis 60 ml-Markierung herausziehen und festhalten.
7. Ein Helfer steckt die beiden Schaschlikspießchen durch die Bohrungen und fixiert somit den Kolben.
8. Spritze auf Waage legen, Ergebnis notieren.
9. Gummistopfen kurz entfernen (Luft "hineinlassen") und wieder aufsetzen.
10. Zweite Wägung, Ergebnis notieren.
11. Meßergebnis von 60 ml auf 1000 ml umrechnen. Das Ergebnis wird (soll) etwas unter dem Wert von 1,29 g/l liegen. (Lufttemperatur, Meereshöhe, aktuelle Wetterlage, ...)



Hubert Klinglmair, HS I, Bad Ischl

Dieses Experiment ist eine Hommage an Viktor Obendraufs Einwegspritzenversuche, aus denen nicht nur H. Klinglmair Anregungen für den Unterricht erhielt.

Kaffee bei tiefstehender Sonne

Konvektionszellen - Bénardzellen - Wärmetransport - Verdunstung - Nebel

Da über dem Übergangsbereich zwischen zwei angrenzenden Konvektionszellen einer mit Kaffee gefüllten Tasse kein Wasserdampf kondensiert, kann man anhand des vorhandenen bzw. nicht vorhandenen Wasserdampfes Konvektionszellen erkennen.

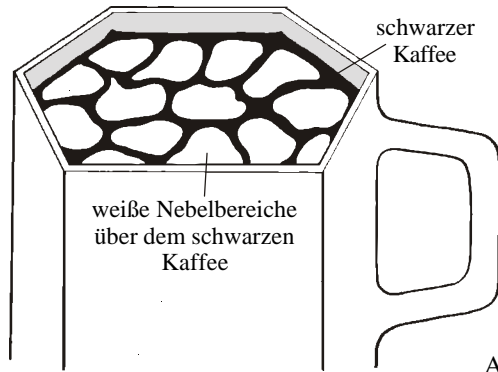


Abb. 1

Material: Kaffeetasse, starker, heißer schwarzer Kaffee oder heißer schwarzer Tee, Taschenlampe oder eine tiefstehende Morgen- oder Abendsonne

Aufbau und Durchführung: Eine Kaffeetasse wird bis zum Rand hin mit heißem, starkem schwarzem Kaffee gefüllt und von schräg oben mit einer Taschenlampe beleuchtet (am besten beleuchtet man im Freien mit einer tiefstehenden Morgensonne). Man erkennt unregelmäßige, weißliche Flecken, die von dunklen Linien abgegrenzt sind (siehe Abb. 1). Das Muster könnte man als wabenförmig bezeichnen. Die Flecken, die einen Durchmesser nicht größer als 2,5 cm besitzen, sind ständig in Bewegung und können ihre Form ändern, verschwinden aber nicht.

Erklärung

Da über die Grenzschicht Kaffee/Luft mehr Wärme abgeführt werden kann (der Kühleffekt ist hauptsächlich auf die Verdunstung zurückzuführen) als über die Grenzschicht Kaffee/Tasse (hier wird Wärme nur über den Mechanismus der Wärmeleitung abgeführt), kühlt der heiße Kaffee an der Oberfläche schneller ab als der restliche Kaffee in der Tasse. Da heißer Kaffee eine kleinere Dichte besitzt als kühlerer Kaffee, kann sich ein Wärmestrom über eine Konvektion einstellen. Es bilden sich Konvektions- oder sog. Bénardzellen (siehe Abb. 2).

In der Tasse markieren die weißlichen Flecken heißen Kaffee und die schwarzen Ränder den kühleren Kaffee. Die weißlichen Flecken sind in Luft suspendierte Wassertröpfchen. Steigt heißer Kaffee an die Oberfläche, verdunstet Wassermoleküle (nach der Boltzmann-Verteilung haben einige Wassermoleküle genug kinetische Energie, um die Flüssigkeitsoberfläche zu verlassen). In der Luft geben die Wassermoleküle ihre kinetische Energie zum Teil an Luftmoleküle (durch Stöße) ab und es bilden sich schließlich kleine Wassertröpfchen. Da die verdunsteten Wassermoleküle über der gesamten Konvektionszelle ihre Energie zum Teil an Luftmoleküle abgeben, entsteht eine Tröpfchenschicht über der Zelle. Durch

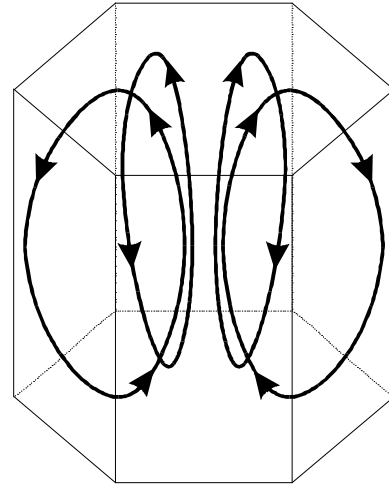


Abb. 2: In der Mitte der Zelle steigt warmer Kaffee auf und kühlerer Kaffee sinkt am Zellenrand nach unten.

ständig verdunstende energiereiche Wassermoleküle entsteht eine Strömung des Gases über der Kaffeeoberfläche nach oben.

Die Wassertröpfchen über einer Konvektionszelle besitzen einen gewissen Strömungswiderstand in der gerade angesprochenen Strömung. Dieser Strömungswiderstand setzt sich wie folgt zusammen:

- Einige verdunstete Wassermoleküle (oder Luftmoleküle) treffen auf einen Tropfen, dringen in den Tropfen ein und geben ihre vertikale Impulskomponente an den Tropfen ab.
- Zwischen dem am Tropfen nach oben vorbeiströmenden Gas und dem Tropfen entsteht eine Reibungskraft, die seitlich am Tropfen angreift und nach oben weist.
- Bildet die Strömung oberhalb des Tropfens Wirbel, ist die Luftgeschwindigkeit über dem Tropfen größer als unter dem Tropfen (siehe Experiment "Zwei Fallkegel"). Die daraus resultierende Differenz des statischen Drucks oberhalb und unterhalb des Tropfens hat eine nach oben weisende Kraft auf den Tropfen zur Folge.

Der Strömungswiderstand ist der Gewichtskraft des Tropfens entgegengerichtet. Der Tropfen verweilt auf der ausgezeichneten Höhe, bei der sich Strömungswiderstandskraft und Gewichtskraft kompensieren. Deshalb bleibt die Tröpfchenschicht über dem heißen Kaffee bestehen. Der Abstand zwischen diesem "Nebel" aus kondensiertem Wasser und der Kaffeeoberfläche beträgt etwas weniger als 1 mm.

Da aus kühlerem Kaffee durchschnittlich weniger Moleküle aus der Oberfläche austreten als aus der Oberfläche von heißerem Kaffee, stellt sich über dem kühleren Kaffee eine geringere durchschnittliche Geschwindigkeit des strömenden Gases ein als über dem heißeren Kaffee. (Moleküle mit einer großen Geschwindigkeit nach oben treten in einen Gasraum mit Molekülen ein, deren Geschwindigkeiten statistisch verteilt sind. Je mehr Moleküle mit großer Geschwindigkeit nach oben in den Gasraum eintreten, desto größer ist die durchschnittliche Geschwindigkeit der Moleküle im Gasraum nach oben.) Der Strömungswiderstand der Tröpfchen hängt quadratisch von der Geschwindigkeit der Strömung ab. Deshalb ist der Strömungswiderstand der Tröpfchen über dem kühleren Kaffee

kleiner als der Strömungswiderstand der Tröpfchen über dem heißeren Kaffee. Der Abstand der Tröpfchen zur Flüssigkeitsoberfläche, der aus dem Gleichgewicht zwischen Strömungswiderstandskraft und Gewichtskraft der Tröpfchen folgt, wird so klein, daß die Tröpfchen wieder in die Flüssigkeitsoberfläche eintreten. Über dem kühleren Kaffee ist keine Tröpfchenschicht zu beobachten.

Die Tröpfchen erscheinen weiß, da das schräg einfallende Licht durch Brechung und Reflexion an den Tröpfchen gestreut wird und die durch Dispersion dabei auftretenden Farben sich zu weiß mischen. Der darunterliegende Kaffee ist schwarz (wie man an den Rändern der Konvektionszellen erkennt). Nur an den von dem Nebel bedeckten Stellen erscheint er weißlich. Bläst man über die Kaffeetasse, so verschwindet dieser Nebel für kurze Zeit. Der Nebel ist also nur ein Indikator für die Konvektionszellen.

Bemerkungen

Zitat von J. Ingram, von dem dieses Experiment stammt: "Mein Freund Jearl Walker, Physiker und Erzähler in bester te-

xanischer Tradition, liebt es, sich mit dem Flair des harten Lebens zu umgeben: jede Menge Bier nach Sonnenuntergang und Unmengen Kaffee bei Sonnenaufgang. Ihm verdanke ich die Idee, einen Blick in eine dieser endlosen Tassen Kaffee zu werfen, um alle möglichen interessanten wissenschaftlichen Phänomene zu entdecken."

Literatur

- Ingram, J.: *Wie man trocken durch den Regen läuft und andere Phänomene des täglichen Lebens*, Knauer, München 1992
Walker, J.: *Der fliegende Zirkus der Physik*, R. Oldenbourg Verlag GmbH, München Wien 1994

Dieses Experiment für Mußstunden ist der CD-ROM *Physikalische Freihandexperimente* entnommen. Der Abdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Helmut Hilscher (Universität Augsburg, Didaktik der Physik). Die CD-ROM enthält über 400 Freihandexperimente. Sie ist erhältlich um DM 69,- bei Multimedia Verlag Physik, Alte Salzstraße 1, D-88175 Scheidegg (Tel.: 0049 8381 940937; www.multimedia-physik.com). Besprechung erfolgt im nächsten Heft.

Die Kerze im Becherglas

Helga Stadler und Helmut Kühnelt

Eine zweite Klasse im Physikunterricht. Entsprechend einer Anregung von H. Craigher (1998) folgt ein Großteil des Unterrichts folgendem Schema: Die Schülerinnen werden am Beginn des Schuljahrs dazu angeregt, zu Hause Experimente vorzubereiten und sie in der Schule vorzuzeigen. Eine Unterrichtsstunde beginnt damit, daß zwei bis drei Schüler/innen ein Experiment vorführen. Jede/r Schüler/in dokumentiert den Ablauf des Experiments in einem "Experimentierheft", erste Erklärungen werden diskutiert und daran anschließend weitere Phänomene untersucht, die auf ähnliche Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen sind.

Die Schüler benutzen die Literatur, die sie zu Hause vorfinden oder suchen nach geeigneten Büchern z.B. in der Schulbibliothek. Sie zeigen Experimente wie "Die singende Schallplatte", "Der Luftballon in der Flasche" oder "Blumen-Färben". Unter den Experimenten fand sich auch das bekannte Experiment "Die Kerze im Becherglas": Eine Kerze wird auf eine Untertasse gestellt, Wasser dazugefüllt, die Kerze angezündet und ein Becherglas darübergestülpt. Die Kerze geht nach einiger Zeit aus, Wasser wird ins Becherglas "hineingesaugt". Die Erklärung der beiden Schülerinnen folgt den Erklärungen in ihrer Experimentiervorlage:

"Die Kerzenflamme verbraucht den Sauerstoff der in der Flasche enthaltenen Luft und geht schließlich aus. Durch das Aufzehren des Sauerstoffs erniedrigt sich der Luftdruck in der Flasche und der (größere) äußere Luftdruck drückt einen Teil des Wassers in der Untertasse in die Flasche hoch." (Goldstein-Jackson 1978)

Verwirrend ist nur folgende Beobachtung: Das Wasser steigt im Becherglas erst einige Zeit nach dem Erlöschen der Flamme hoch. Und: Wohin verschwindet der Sauerstoff? Die

Schüler wissen, daß beim Verbrennen neue Gase entstehen und im Biologieunterricht haben sie auch vom Kohlendioxid gehört. Wo bleibt das Kohlendioxid? Diese Frage wird von den Schülern in Gruppen diskutiert. Folgende Ergebnisse werden schließlich präsentiert:

- Das Gas löst sich im Wasser auf.
- Das Gas braucht weniger Raum als der Sauerstoff bzw. übt einen geringeren Druck auf das Wasser aus.
- Die im Becherglas verbleibenden Gase kühlen langsam aus, ziehen sich zusammen und das Wasser wird hochgesaugt.

Zwei Schülergruppen wiederholten die Erklärung aus dem Experimentierbuch. Sie wurden von den anderen auf die Widersprüche hingewiesen. Einer der Schüler las aus einem Buch, das er mitgebracht hatte, daraufhin nochmals vor, was im Buch stand. Die vorgelesene Erklärung war identisch mit der obigen Erklärung. "Aber dann ist ja das, was im Buch steht, falsch!" meinte er schließlich. Und eine andere Schülerin: "Dann kann man ja nichts glauben, was in den Büchern steht. Das kann ja immer falsch sein."

Zwölfjährige sind nicht nur diskussionsfreudig und können dabei den eigenen Standpunkt verteidigen, sie setzen sich auch mit Argumenten auseinander, um gemeinsam Lösungen zu finden. Dies kann den Physikunterricht in dieser Altersstufe nicht nur für alle Beteiligten sehr spannend gestalten, sondern auch zum Entstehen einer kritisch abwägenden Haltung den Naturwissenschaften gegenüber beitragen, also dazu beitragen, daß nachgefragt wird, daß Erklärungen nicht einfach gedankenlos übernommen werden. Physikunterricht kann damit auch außerhalb gesellschaftsrelevanter Themen ein Stück zur politisch-sozialen Erziehung beitragen.

Literatur

- Craigher, H.: *Anfängerunterricht einmal anders*, NiU-Physik 46 (1998), 7 - 10
Goldstein-Jackson, K.: *Experimente spielend leicht*. Herder: Freiburg im Breisgau 1978

Wir laden Sie ein in unseren neuen Ausstellungsraum zur Ausstellung
mit ausgewählten interaktiven Installationen aus den Bereichen

Energie Wasser Schwingungen Elektrizität Schall

Experimentieren - Selbst entdecken - Zusammenhänge erfahren und
selbst herstellen - Reflektieren - Vorstellungen und Phantasien entwickeln -
Erfahrungen austauschen - Spielerisch - beGREIFbar - mit allen Sinnen

FÜR MENSCHEN VON 8 - 100 JAHREN
VOM 9. NOVEMBER 1998 - 28. FEBRUAR 1999
ERÖFFNUNG AM 5. NOVEMBER 1998 UM 18 UHR

Eintritt für Einzelbesucher: 60,- ATS, Jahreskarte: 500,- ATS
Jeden ersten Sonntag im Monat von 14 - 18 Uhr und nach
telefonischer Vereinbarung 01/403 30 05

Angebote für Gruppen:

1 1/2 Stunden „Aktionsführung“ pro Gruppe 1.200,- ATS
3 x 45 Minuten „Aktionsführung mit Workshop“ (Selbstbau)
1.800,- ATS pro Gruppe

Auf Wunsch bieten wir auch eine Vor- bzw. Nachbereitung
oder Workshops zu speziellen Themen an (Z.B. bei Projekten)
Wir sind auch gerne bereit den Eintrittspreis über Tauschkreise
(„Talente“, „Lets“) zu verrechnen.

EXPERIMENTIER
WERKSTATT

AUSEINANDERSETZUNG MIT NATURPHÄNOMENEN

1060 Wien, Hofmühlgasse 17 (2. Hof links), Telefonische Anmeldung 01/403 30 05
Erreichbar mit U4 Pilgramgasse, U3 Neubaugasse (Ausgang Otto Bauer Gasse),
13A, 14A und 57A Gumpendorferstraße/Esterhazygasse
e-mail: j.greiner@experimentier.com, internet: www.experimentier.com