

Didaktischer Kommentar und Sachanalyse**Ziele:**

In dieser Stunde sollen die Schülerinnen und Schüler (SuS) Fragen aus der Natur bzw. dem Alltag experimentell untersuchen, Spaß am Experimentieren entwickeln und einen Ausblick auf das folgende Schuljahr erhalten, in dem sich Mkid auch mit der Physik befassen wird.

Konkret sollen die SuS bei Eiern herausfinden, ob diese roh oder gekocht sind, ohne die Eier zu öffnen. Dazu werden Modell-Experimente durchgeführt.

Zur Unterscheidung werden die Eier in Rotation versetzt. Für eine physikalische Erklärung der Beobachtungen, die man dabei macht, wären abstrakte Begriffe (Drehimpuls, Drehimpulserhaltung, Rotationsenergie) nötig, die hier nicht zur Verfügung stehen. Daher soll auch keine Erklärung der Beobachtungen vorgenommen werden.

Ziel der Stunde ist es stattdessen, ein einfaches Modellexperiment zu entwerfen und zu verwenden, bei dem wir die wichtigen Eigenschaften (flüssige oder feste Füllung) sehen und kontrollieren können. Die Beobachtungen am Modell werden dann auf die ursprüngliche Frage übertragen (z.B.: „Ein Ei mit flüssiger Füllung hört schneller auf zu rotieren als eines mit fester Füllung.“).

Genaues Beobachten:

Erfahrungsgemäß fällt es SuS nicht immer leicht, zwischen einer Beschreibung und einer Erklärung zu unterscheiden. Beim Experimentieren sollte daher betont werden, dass es wichtig ist, zunächst genau zu beobachten und „einfach nur“ zu beschreiben, was man gesehen hat. Falls SuS Beobachtungen mit Erklärungen vermischen, empfiehlt es sich nachzufragen, was genau die Beobachtung war.

Modellexperimente nutzen:

Man kann zur Motivation des Entwerfens eines Modellexperiments einen Vergleich zur Mondlandung ziehen: Die Wissenschaftler konnten den Flug zum Mond natürlich nicht so oft ausprobieren, bis eine Landung endlich funktionierte. Stattdessen haben sie viele Experimente mit Modellen auf der Erde durchgeführt (Versuche mit Modellraketen und Modelltriebwerken, Tests von Landemodulen, ...) und die Erkenntnisse dann auf den Flug zum Mond übertragen. Ergebnis: Der erste Versuch, Menschen auf dem Mond landen zu lassen, hat sofort funktioniert. Das ist auch heute das Ziel: Der erste Versuch, das hart gekochte Ei zu erkennen und zu öffnen sollte funktionieren, da wir sonst einiges aufwischen müssen.

Übertragen des Vorgehens auf eine weitere Frage:

Die Methode, passende Modellexperimente zu finden und daraus Schlüsse zu ziehen, kann nach der Eierfrage auf eine weitere Frage angewendet werden: Bei zwei Konservendosen fehlen die Etiketten. In einer befindet sich eine Frühlingssuppe und in der anderen Hundefutter. Wie kann man herausfinden, in welcher die Suppe ist, und sofort die richtige Dose öffnen?

Versuche und Beobachtungen festhalten (je nach Zeit):

Nach der erfolgreichen Bearbeitung der Fragestellungen sollen die SuS ihre Versuche und Beobachtungen schriftlich festhalten, evtl. in einem separaten „Laborbuch“. Davor sollten der Zweck von Versuchsdokumentationen und wichtige Kriterien besprochen werden.

Zweck: Andere Forscher müssen anhand der Versuchsbeschreibung den Versuch wiederholen und das Ergebnis überprüfen können.

Kriterien für gute Versuchsdokumentationen:

- Den Versuch so beschreiben, dass andere ihn ohne weitere Hinweise wiederholen können.
- Oft sind Skizzen oder Zeichnungen zum Versuch hilfreich.
- Alle Beobachtungen genau festhalten.

Die Motivation, eine Dokumentation aufzuschreiben, kann durch das Mitbringen von Fotos von Laborbucheinträgen berühmter Forscherinnen und Forscher zu ihren berühmten Entdeckungen erhöht werden.

Ergebnis als Zaubertrick vorführen:

Am Stundenende kann je nach Zeit die Frage „Roh oder gekocht“ auch zu einem Zaubertrick ausgebaut werden, den die SuS zu Hause vorführen können. Weil zu jedem guten Zaubertrick die Ablenkung vom Wichtigen gehört, können die Eier gestenreich vor und zurück und im Kreis gerollt werden und irgendwann zwischendurch auch einmal in Rotation versetzt werden.

Hinweise zum Unterrichtsverlauf, Experimente, Ergebnisse

Abkürzungen im Unterrichtsverlauf:

SuS ... Schülerinnen und Schüler L ... Lehrerin bzw. Lehrer EA ... Einzelarbeit
 PA ... Partnerinnen- bzw. Partnerarbeit GA ... Gruppenarbeit UG ... Unterrichtsgespräch
 V ... Versuch SuS-V ... Versuch der SuS Demo-V ... Demonstrationsversuch durch L

Bemerkungen zu den Inhalten der Stunde:

Die Inhalte der Stunde können an einen Zeitrahmen von 45, 60 oder 90 Minuten angepasst werden. Das Dokumentieren der Experimente und der Beobachtungen wird hier nur für den Fall einer 90-min-Stunde vorgeschlagen und ansonsten erst im nächsten Schuljahr in Mkid aufgegriffen. Besonders bei 45-min-Stunden sollte genügend Zeit zum Auf- und Wegräumen der Materialien eingeplant werden.

Bemerkungen zu den Experimenten:

Führen Sie alle Experimente bei der Vorbereitung rechtzeitig vor der Stunde selbst durch. Probieren Sie auch unterschiedliche Varianten aus. Diese Vorerfahrungen sind für die Stunde sehr wichtig, um das Funktionieren der Experimente sicherzustellen, und damit Sie beim Experimentieren passend reagieren bzw. helfen können.

V 1 (gekochte und rohe Eier rotieren lassen):

Material: Je Gruppe ein rohes und ein hart gekochtes Ei (äußerlich identisch); Papier zum Aufwischen (für den Notfall).

Hinweise: An sichere Verwahrung der nicht benutzten Eier auf den Arbeitstischen denken. Die SuS darauf hinweisen, dass die Eier nicht vom Tisch fallen dürfen.

V 2 (Modellexperimente „roh oder gekocht“):

Material für V 2 (und V 4):

Plastikeier (z.B. aus Überraschungseiern oder dem Bastelbedarf); Filmdosen (heute meist als Geocachingdosen im Handel); Wasser; Knetmasse; Reis oder Sand; Waagen; Papiertücher, ...

Mögliches Vorgehen:

Plastikei mit Wasser bzw. mit Knetmasse füllen, aber auch andere Lösungen sind denkbar. Dass man, wenn man die Modell-Eier in Rotation versetzt, einen Unterschied beobachten kann, wird von der Lehrkraft nach Beginn der Experimentierphase zu einem geeigneten Zeitpunkt beigesteuert.

Bemerkungen:

Mehr Material anbieten, als benötigt wird, um das Nachdenken über die (geeigneten) Experimente zu fördern.

Für den Fall, dass SuS die Idee entwickeln, für das gekochte Ei ein Ei mit Eis zu nutzen, kann man, im Vorfeld ein paar wassergefüllte Plastikeier ins Gefrierfach legen.

Mögliche Lösungen:

- Die SuS beobachten, dass das rotierende Ei mit flüssiger Füllung früher stehen bleibt.
- Wenn man das rotierende Ei mit dem Finger von oben kurz stoppt, setzt sich das mit der Flüssigkeit danach wieder in Bewegung, das mit der festen Füllung nicht. (Dieses Experiment werden die SuS eher nicht von selbst machen; es kann aber als weiterer Trick von der Lehrkraft angeregt werden.)

Für Interessierte Physiker - nicht für die Mkid-Stunde:

Beim rotierenden rohen Ei bleibt ein Teil der Flüssigkeit im Inneren anfangs in Ruhe, während beim hartgekochten Ei zusammen mit der Schale das gesamte feste Innere in Rotation versetzt wird. Daher sind Trägheitsmoment und Drehimpuls der rotierenden Masse beim hartgekochten Ei deutlich größer als beim rohen Ei. Der Drehimpuls der sichtbaren Schale des rohen Eies ist nicht nur kleiner, er wird auch zum Teil durch Reibung auf die Flüssigkeit im Inneren des Eies übertragen. Das erkennt man, wenn man das Ei mit dem Finger kurz anhält und danach wieder loslässt: Ein Ei mit flüssiger Füllung setzt sich danach wieder in Bewegung, da die weiter rotierenden Flüssigkeit wieder einen Drehimpuls auf die Hülle überträgt. Insgesamt hat beim rohen Ei die Schale ihren Drehimpuls also recht schnell verloren und die Schale rotiert nicht mehr, während das hartgekochte Ei noch rotiert.

Tafel:

Experimente und Modelle

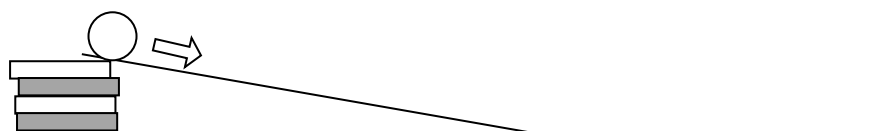
Manche Fragen können wir mit Modellen beantworten, an denen wir Experimente durchführen.

Das Modell (hier z.B. Plastikeier mit Wasser oder Knetmasse) muss in den wichtigen Eigenschaften (hier z.B. flüssige Füllung oder feste Füllung, Ei-ähnliche Form, ...) zum Original passen. Das Modell sollte im Experiment einfach untersucht werden können.

V 3 (Demo-V: Suppendose und Hundefutterdose):

Material:

breites Brett (z.B. 60 cm x 1 m), das eine schiefe Ebene bildet, auf der beide Dosen nebeneinander hinab rollen können, alternativ: schräggestellter Tisch (vgl. V 4); Dosen gleicher Größe und möglichst gleicher Masse, die nach Entfernen des Etiketts möglichst gleich aussehen, gefüllt mit Frühlingssuppe (oder anderer dünnflüssiger Suppe) und mit Hundefutter (oder mit Ravioli, festem Linseneintopf oder anderer fester Füllung); Dosenöffner



Durchführung:

Beide Dosen gleichzeitig am oberen Ende der schiefen Ebene starten lassen. Je nach Konsistenz der Füllung kommt eine Dose unten mit größerer Geschwindigkeit und früher an. Jemand fängt die Dosen am unteren Ende auf, bevor sie vom Tisch rollen.

Bemerkungen:

Die SuS experimentieren diesmal nur mit ihren Modellen. Erst zum Schluss wird das Ergebnis an den Dosen des Demo-V durch Öffnen überprüft. Die SuS dürfen die Dosen diesmal auch nicht in die Hand nehmen, sondern nur mit eigenen Modellexperimenten arbeiten. (Durch Schütteln kann man in der Regel den Unterschied hören und die Dosen identifizieren.)

V 4 (SuS-V):

Material:

siehe V 2, verschließbare Plastikdosen, deren Decken nicht übersteht und die gut geradeaus rollen (oder Schnappdeckelgläser aus der Chemie oder Marmeladengläser, deren Deckel nicht überstehen, Bretter als Rampe für die Konservendosen (ca. 1 m x 50 cm oder ähnliche Bretter aus der Physiksammlung der Schule) – alternativ kann man einen Arbeitstisch auf der einen Seite auf einen Bücherstapel stellen (mit Papier als Schutz gegen Verschmutzung der Bücher) und direkt daran einen zweiten Tisch stellen.

Sicherheitshinweis:

Falls Sie Rollbehälter aus Glas verwenden (z.B. Schnappdeckelgläser oder Marmeladengläser) SuS vor Glasbruch warnen und je Team jemanden zur Sicherung des rollenden Glases benennen.

Lösungsidee:

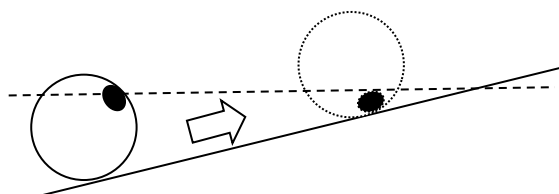
Einen „Rollbehälter“ mit nassen Tüchern dicht bepackt füllen, in einen zweiten Wasser gießen, bis beide die gleiche Masse haben. Beide Dosen hangabwärts rollen lassen und unten die Geschwindigkeit vergleichen. Die Dose mit der flüssigen Füllung sollte schneller sein als die andere.

Für Interessierte - nicht für die Mkid-Stunde:

Während bei der rollenden Dose mit flüssiger Füllung nur die Dose, aber nicht die Flüssigkeit rotiert, rotiert bei der Dose mit fester Füllung auch die Füllung selbst. Daher wird ein größerer Teil der anfänglichen Lageenergie in Rotationsenergie umgewandelt und für die Bewegungsenergie der Vorwärtsbewegung bleibt weniger Energie übrig. Also wird die Dose mit fester Füllung unten eine geringere Geschwindigkeit haben.

V 5 (Puffer für schnelle Gruppen, SuS-V):Material:

siehe V 2; leere Konservendosen; stabiles breites Klebeband; schiefe Ebene aus V 4; geeignete Masse (wie z.B. Massestücke oder viel Knetmasse), die einfach „oben“ im Doseninneren befestigt werden kann.

Lösungsidee:Alternativ auch als Ergänzung für alle Gruppen geeignet (z.B. bei 90-min-Stunden):

Alle Gruppen sollen nun am Stundenende eine möglichst gute „Bergaufdose“ bauen. Ziel: In einem kleinen Wettbewerb gewinnt die Dose, die am höchsten rollt oder die schnellste.

Dokumentation (je nach Zeit und Wunsch):

Das präzise Dokumentieren von Experimenten ist ein wichtiger Bestandteil der experimentellen Naturwissenschaft. In dieser Mkid-Stunde steht das Dokumentieren von Versuchen aber nicht im Vordergrund und kann wegfallen.

Falls Sie das Dokumentieren in der Stunde vornehmen wollen, kann ein kleines und ansprechend gestaltetes Laborbuch manche SuS motivieren, die „Mühen“ des Aufschreibens auf sich zu nehmen. Dazu z.B. 2 Bögen kariertes A4-Papier ohne Rand zu einem A5-Heftchen falten und mit einer Titelseite (evtl. auf farbigem Papier) versehen.

Mögliche Beschriftung in drei Zeilen: Laborbuch; Experimente in Mkid Klasse 6; Name: ... Schuljahr: ...

Laborbuch

Mkid Klasse 6 - Experimente

Name: _____

Klasse: _____ Schuljahr: _____

Verlaufsplan

SuS ... Schülerinnen und Schüler L ... Lehrerin bzw. Lehrer

EA ... Einzelarbeit PA ... Partnerinnen- bzw. Partnerarbeit GA ... Gruppenarbeit

UG ... Unterrichtsgespräch FEU ... fragendentwickelnder Unterricht V ... Versuch

Die Zeitangaben dienen nur zur groben Orientierung!

Phase / Zeit	L / SuS	Medien
1. Motivation und Problemstellung ca. 10 min UG SuS-V in GA (2er-Gruppen) UG	L: Was machen Naturwissenschaftler eigentlich? ... L lenkt, falls nötig, den Fokus auf das Experimentieren. ... L informiert, dass vor dem Experiment meistens eine Frage steht, die die Forscher beantworten wollen. Roh oder gekocht? L stellt eine solche Frage: Im Kühlschrank sind rohe und gekochte Eier durcheinandergeraten. Wie kann man herausfinden, ob ein Ei roh oder gekocht ist, ohne es zu öffnen? Nach Sammlung und Besprechung der SuS-Ideen liefert der L ggf. einen Trick: Eier rotieren lassen. V 1: SuS erhalten zwei Eier und sollen diese bei der Rotation genau beobachten und beschreiben. SuS beschreiben ihre Beobachtungen.	Material: rohe und hartgekochte Eier
2. Erarbeitung ca. 15 Min. UG SuS-V in GA	L: Wie könnten wir mit Experimenten herausfinden, welches Ei das gekochte und welches das rohe ist? (u.a. kann auch folgende gute Antwort vorkommen: Ein weiteres Ei kochen und damit vergleichen.) L: Könnte man das auch herausfinden, wenn man keine Eier mehr hat, dafür aber andere Materialien? Ideen sammeln - L: lobt, fragt nach, präzisiert, ... → gefüllte Plastikeier als Modell für die echten Eier V 2: SuS klären „roh oder gekocht“ experimentell. L liefert (ggf. frühzeitig) den Tipp, die beiden Modell-Eier in Rotation zu versetzen.	Verweis auf ausliegendes Material: vgl. V 2 nicht nur das Benötigte auslegen, sondern auch weiteres Material.
3. Reflexion und Sicherung ca. 10 Min. UG (45'-Stunde: ggf. Sicherung weglassen)	Ergebnisse besprechen und überprüfen (hartgekochte Eier öffnen); Methode Modellexperiment besprechen. L: Welche Eigenschaften der Modelleier müssen zu den echten Eiern passen? Was muss nicht genau wie bei den echten Eiern sein? Tafel: Mit (Modell-)Experimenten Fragen klären	Material: Wischtücher (zur Vorsorge) Tafel / Heft

4. Transfer ca. 15 Min. UG, Demo-V SuS-V in GA UG, Demo-V ca. 5 Min.	Frühlingssuppe oder Hundefutter? L zeigt zwei gleiche Dosen ohne Etikett und behauptet mit geneigtem Brett die Suppendose erkennen zu können. L zeigt Demo-V (V 3) dazu. V 4: SuS-Experimente zur Suppenfrage <i>Puffer (V 5): Eine Dose bauen, die bergauf rollt.</i> Ergebnisse und SuS-Experimente vorstellen und besprechen. Demo-V: L öffnet die „Suppendose“. Materialien von den SuS aufräumen lassen.	Material: vgl. V 3 Material: vgl. V 4 (sowie V 5 für schnelle Gruppen)
5. Ergänzung I ca. 5 Min.	Experiment mit den Eiern als Zaubertrick für zu Hause aufbereiten.	
6. Ergänzung II 10 ... 30 Min. EA UG SuS-V, UG	L: Forscher halten Versuche im Laborbuch fest. Warum macht man das? Was ist wichtig? SuS: Versuch 1 (und 3) dokumentieren, danach gelungene Beispiele vorstellen und besprechen. V 5 nun für alle, Wettbewerb schnellste „Bergaufdose“	Laborbuch, Fotos Nobelpreisträger SuS-Laborbücher Dokumenten- kamera Material: vgl. V 5