

Matthias Sauer

Mysterys

Physikunterricht

5–10

Schüleraktivierende Materialien zur Förderung des vernetzten Denkens und der Problemlösekompetenz



Mit Diagnose- und Bewertungsbögen

GRATIS-DOWNLOADS für das Fach Physik

Sichern Sie sich 2 originelle, komplett ausgearbeitete Unterrichtsstunden, die aus dem Stegreif in maximal 5 Minuten vorbereitet sind – ideal für Vertretungsstunden.



Download der Gratis-Materialien unter
www.auer-verlag.de/07638DK1



Wir haben uns für die Schreibweise mit dem Sternchen entschieden, damit sich Frauen, Männer und alle Menschen, die sich anders bezeichnen, gleichermaßen angesprochen fühlen. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit für die Schüler*innen verwenden wir in den Kopiervorlagen das generische Maskulinum.

1. Auflage 2020
© 2020 Auer Verlag, Augsburg
AAP Lehrerfachverlage GmbH
Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk als Ganzes sowie in seinen Teilen unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Der Erwerber des Werks ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den eigenen Gebrauch und den Einsatz im Unterricht zu nutzen. Die Nutzung ist nur für den genannten Zweck gestattet, nicht jedoch für einen weiteren kommerziellen Gebrauch, für die Weiterleitung an Dritte oder für die Veröffentlichung im Internet oder in Intranets. Eine über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung bedarf in jedem Fall der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlags.

Sind Internetadressen in diesem Werk angegeben, wurden diese vom Verlag sorgfältig geprüft. Da wir auf die externen Seiten weder inhaltliche noch gestalterische Einflussmöglichkeiten haben, können wir nicht garantieren, dass die Inhalte zu einem späteren Zeitpunkt noch dieselben sind wie zum Zeitpunkt der Drucklegung. Der Auer Verlag übernimmt deshalb keine Gewähr für die Aktualität und den Inhalt dieser Internetseiten oder solcher, die mit ihnen verlinkt sind, und schließt jegliche Haftung aus.

Covergestaltung: annette forsch konzeption und design, Berlin
Illustrationen: Steffen Jaehde, Satzpunkt Ursula Ewert GmbH
Satz: Satzpunkt Ursula Ewert GmbH, Bayreuth
ISBN 978-3-403-38293-5
www.auer-verlag.de

Vorwort	4
1. Mysterys für die Jahrgangsstufen 5–7	
1.1 Ich verhalte mich nicht „normal“ – Anomalie des Wassers	7
1.2 „Heureka“ ruft Archimedes – die Stoffeigenschaft Dichte	14
1.3 Tom traut seinen Ohren nicht mehr – der Dopplereffekt	21
1.4 Eine unerwartete Entdeckung – der Ørstedversuch.	28
1.5 Immer da, aber nicht immer voll dabei – die Mondphasen	35
2. Mysterys für die Jahrgangsstufen 8–10	
2.1 Münze und Feder fallen gleich schnell – der „Freie Fall“	42
2.2 Ein tiefer Brunnen – Berechnen von Fallstrecke und Fallzeit	49
2.3 Alessandro zuckt – Volta baut die erste Batterie	56
2.4 Hier strahlt etwas – Entdeckung der Radioaktivität	63
2.5 Ganz schön unter Druck – die Magdeburger Halbkugeln	70
2.6 Brennend heiß – der Hohlspiegel	77
3. Möglichkeiten der Diagnose und Förderung	84
4. Möglichkeiten der Leistungsbewertung	88
Quellenverzeichnis	91

„Mysterys im Physikunterricht – eine neue Methode, muss das wirklich sein?“, werden sich vielleicht manche fragen. Auch wenn Sie schon viele Unterrichtsreihen zu den gängigen Themenbereichen des Physikunterrichts der Sekundarstufe I durchgeführt haben, bleibt es schwierig, die Kinder und Jugendlichen hinsichtlich der prozessorientierten Kompetenzen zu fördern. Neben der nötigen Ausrichtung auf die Fachkompetenzen ist es oft erstaunlich, wie viel allein schon auf dem Weg zu einem Lernergebnis vermittelt und erfahren werden kann. Die prozessbezogenen Lernziele sollten daher nicht vernachlässigt werden, sind sie doch in den Bildungsstandards und den Kernlehrplänen der Länder als obligatorische Ziele verankert. Es geht nicht darum, Problemlöse- oder Sozialkompetenzen losgelöst von fachlichen Inhalten zu vermitteln, sondern im Physikunterricht den Lernweg zum Erreichen der fachlichen Kompetenzen zusätzlich für eine Förderung der prozessorientierten Kompetenzen auszunutzen.

Die Mystery-Methode wurde ursprünglich von David Leat (*Mysterys Make You Think*, 1999) für den Erdkundeunterricht entwickelt. Im offenen und problemorientierten Unterricht ermöglicht diese Methode, Vermutungen zu Problemsituationen aufzustellen und mithilfe von ungeordneten Informationskarten Lösungsansätze zu entwickeln, die in einem Strukturdiagramm aufgezeigt werden.

Das Wort „Mystery“ ist vom lateinischen Nomen „mysterium“ abgeleitet. „Geheimnisvolles im Physikunterricht“ lässt sich beim vorliegenden Titel zurecht erwarten. Die offene Unterrichtsmethode des Mysterys stellt die fachliche Orientierung voran, verbindet diese aber mit einem motivierenden, geheimnisvollen Kontext. Während des Lernprozesses wird Raum geschaffen für den Erwerb prozessbezogener Kompetenzen, wie Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Offene Unterrichtsformen kommen im Physikunterricht häufig zu kurz, da der Planungsaufwand sehr groß erscheint. Oftmals scheint sich die Befürchtung zu bewahrheiten, dass keine ausreichende Ergebnissicherung gelingt. Im ungünstigsten Fall erscheint die eingesetzte Zeit sogar „nutzlos verstrichen“. Gerade im naturwissenschaftlichen Unterricht – mit zwei oder sogar nur einer Unterrichtsstunde pro Woche – ist Effizienz gefragt. Was soll und kann ein Mystery im Physikunterricht konkret erreichen?

Ein Mystery kann ...

- ... *konkreten fachlichen Inhalt* in einen *interessanten Kontext* bringen,
- ... durch eine *spannende Einstiegsgeschichte* motivieren,
- ... mit einer *Leitfrage zum Problemlösen* anregen,
- ... durch vorbereitete Karten mit Texten oder Bildern für eine *fachlich korrekte Lösung* sorgen,
- ... den *Erwerb prozessbezogener Kompetenzen* durch Kommunizieren, Ordnen und Strukturieren unterstützen.
- *Mysterys sind ergebnisoffen* hinsichtlich der Struktur, *aber ergebnissicher* durch vorbereitete Textkarten.
- Erweiterungs- und Vertiefungskarten *ermöglichen eine Differenzierung*.

Das Mystery ist daher als Methode für den Einstieg in einen für die Kinder und Jugendlichen noch unbekanntem und daher „mysteriösen“ Themenbereich sehr gut geeignet. Dazu muss allerdings das nötige Vorwissen vorhanden sein, um mithilfe der Karten auf die Lösung der Leitfrage zu gelangen. Ist der Themenbereich in Ihrer Klasse noch völlig fremd, kann es zu Schwierigkeiten bei den Lösungsschritten kommen. Andererseits macht ein zu umfangreiches Vorwissen die Lösung zu offensichtlich.

Mysterys eignen sich aber auch zur Vertiefung, um beispielsweise den historischen Kontext zu beleuchten (Becquerel, Ørsted, Volta). Da weitgehend alle notwendigen Informationen für einen Themenbereich berücksichtigt wurden, eignen sich die Mysterys auch als Material für einen effizienten Vertretungsunterricht von fachfremden Lehrkräften. Besonders durch die Erweiterungs- und Vertiefungskarten werden auch leistungsstarke Kinder und Jugendliche individuell gefordert.

In diesem Heft finden Sie elf Mysterys zu gängigen Themen des Physikunterrichts der Sekundarstufe I. Jedes Mystery eignet sich als Material für eine gesamte Unterrichtsstunde. In einer kurz gehaltenen Sachanalyse wird der fachliche Hintergrund des jeweiligen Mysterys kurz erläutert. In der Einbettung in die Unterrichtsreihe finden Sie didaktische und methodische Hinweise, insbesondere zum benötigten Vorwissen und einer möglichen Positionierung des jeweiligen Mysterys in Ihre Unterrichtsreihe. Die 20 Basiskarten bilden das Kernstück des Mysterys. Der Inhalt des Unterrichtsgegenstands wird darauf in möglichst einfachen Sätzen, unterstützt durch Bilder, Grafiken und Tabellen, präsentiert. Die sechs Erweiterungskarten können für leistungsstärkere oder schnellere Gruppen eingesetzt werden – entweder zusammen mit den Basiskarten oder als nachträgliche Zusatzaufgabe. In den sechs Vertiefungskarten für besonders interessierte Kinder und Jugendliche wird auf verwandte Inhalte des jeweiligen Mysterys eingegangen. Diese zwölf zusätzlichen Karten werden nicht zur Lösung der Leitfrage benötigt.

Möglicher Ablauf einer Unterrichtsstunde

Die 20 Basiskarten eines Mysterys stellen einen Unterrichtsgegenstand in einfacher Weise und dabei möglichst umfangreich dar. Die Basiskarten sind – wie auch die Erweiterungs- und Vertiefungskarten – ungeordnet vorgegeben. Jede Gruppe sollte zu Beginn der Gruppenarbeit die Karten ausschneiden. So ist gewährleistet, dass die Schüler*innen die Karten unstrukturiert erhalten. Gerade durch das Ordnen und Strukturieren in eine sinnvolle Karten-Reihenfolge entsteht ein Lernprozess, bei dem die Kommunikation in der Gruppe unabdingbar für die Lösung der als Leitfrage formulierten Problemstellung ist.

Einstieg:

- Die Einstiegsgeschichte wird vorgelesen.
- Die Leitfrage zur Problemstellung wird angeschrieben. Es sollten aber keine Vermutungen ausgetauscht werden.

Erarbeitung:

- Die Gruppen erhalten jeweils 20 **ungeordnete** Basiskarten und Material zur Plakat-Gestaltung (DIN-A3- bzw. A2-Blatt, noch besser wäre Plakatkarton).
- Als Arbeitsanweisung eignet sich folgende Anleitung:
 1. Lest euch gegenseitig die (ausgeschnittenen) Karten vor.
 2. Versucht, die Frage zu lösen. Ordnet dazu die Karten in einer sinnvollen Struktur an.
Tipp: Ihr müsst nicht unbedingt alle Karten verwenden.
 3. Klebt anschließend die Karten auf das Plakat und verbindet sie miteinander, damit ein Zusammenhang erkennbar wird. Dazu könnt ihr Oberbegriffe ergänzen.
 4. Schreibt eure Lösung der Frage in einem Satz auf das Plakat.

Ergebnissicherung:

Die Gruppenergebnisse können sehr gut in einem Galerie- bzw. Museumsgang präsentiert werden. Dazu hängt jede Gruppe ihr Plakat im Raum verteilt auf. Jede Gruppe sieht sich das Plakat einer anderen Gruppe an und geht dann (evtl. nach einem akustischen Signal) im Uhrzeigersinn zum nächsten Plakat weiter. Auch kann aus jeder Gruppe eine Person bei dem jeweiligen Gruppenplakat bleiben. Hinsichtlich einer Beobachtungsaufgabe können verschiedene Schwerpunkte gesetzt werden.

Steht weniger Zeit zur Verfügung, ist es sinnvoll, wenn die Plakate für später aufgehängt oder nur die Lösungssätze der einzelnen Gruppen vorgetragen werden.

Ebenso ist es möglich, dass einzelne Gruppen ihr Plakat im Plenum vorstellen.

Um die Mysterys häufiger und ohne neue Kopien einzusetzen, empfiehlt es sich, laminierte Karten herzustellen. Diese Variante ist außerdem zeitsparender, da hierbei das Aufkleben entfällt. Strukturelle Verbindungslinien und ein Lernplakat können dann allerdings nicht erstellt werden.

Die Ergebnissicherung ist als Museumsgang oder als Fotosicherung möglich. Ist ein elektronisches Tafelsystem vorhanden, können die Gruppenergebnisse im Plenum gezeigt werden.

Eine Differenzierung erfolgt, wie oben erwähnt, über die optionalen je sechs Erweiterungs- und Vertiefungskarten. Diese können im Voraus oder im Nachhinein dazugegeben werden. Damit wird auch eine zeitliche Flexibilität gewährleistet, etwa bei 45- oder 60-Minuten-Stunden bzw. für den Einsatz des Mysterys in einer Doppelstunde. Indem man die Erweiterungs- und Vertiefungskarten gesondert oder aber alle 32 Karten zusammen in die Gruppen gibt, kann ebenfalls hinsichtlich des Schwierigkeitsgrades differenziert werden.

Als Hilfestellung kann der Lösungsvorschlag – mit oder ohne Beantwortung der Leitfrage – ausgelegt werden. Natürlich lassen sich auch einzelne von Ihnen ausgewählte Textkarten für andere Zwecke nutzen.

Viel Freude und Erfolg bei Ihrer Arbeit mit den vorliegenden Mysterys!

Matthias Sauer
Burbach, Mai 2019



Sachanalyse

An einem heißen Sommertag ist nichts wichtiger als ein kühles Getränk. Doch was soll man tun, wenn nichts Kühles zu finden ist? Eine Flasche in den Kühlschrank stellen? Schneller geht es doch im Gefrierschrank! Wer dann die Zeit aus den Augen verliert, findet seine Flasche zerbrochen vor: Das Wasser hat sich beim Gefrieren ausgedehnt, die Flasche ist geplatzt. Was selbstverständlich erscheint, ist bei genauerem Hinsehen eine große Ausnahme. Daher spricht man von der *Anomalie des Wassers*. Für viele Kinder und Jugendliche ist dieses anormale Verhalten des Wassers erst einmal nicht einzuordnen. Bekannt ist, dass Stoffe sich beim Erwärmen ausdehnen und beim Abkühlen zusammenziehen. Wird eine leere Plastikflasche bei Zimmertemperatur geschlossen und in einen Gefrierschrank gestellt, sieht man deutlich die Volumenabnahme der Luft an der zusammengezogenen Flasche. Ganz anders verhält es sich, wenn eine randvoll mit Wasser gefüllte Plastikflasche in einen Gefrierschrank gestellt wird. Bei einer Abkühlung unter 0 °C platzt die Flasche zwar nicht, dehnt sich jedoch merklich aus. So kann das „anormale“ Verhalten des Wassers gefahrlos beobachtet werden. Wasser hat bei ungefähr 4 °C die höchste Dichte, es dehnt sich also bei niedrigeren und bei höheren Temperaturen aus. Wäre Wasser nicht „anormal“, würden keine Fische den Winter überleben. Doch wegen der Anomalie des Wassers sammelt sich das 4 °C warme Wasser am Seegrund an. Dadurch steht immer flüssiges Wasser zur Verfügung. Beim Gefrieren fällt die Dichte des Wassers sprunghaft von $0,999 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ auf $0,914 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ab. Wassereis (Eiswürfel, Eisberge) hat daher ein um ca. 10 % größeres Volumen als flüssiges Wasser und schwimmt. Umgekehrt nimmt beim Schmelzen von schwimmendem Eis der Wasserspiegel keineswegs zu. Das Volumen verringert sich nämlich wieder um ca. 10 %.

Einbettung in die Unterrichtsreihe

Die Anomalie des Wassers ist Gegenstand des Physikunterrichts in den Jahrgangsstufen 5 und 6 im Themenbereich Wärmelehre. Begonnen wird oft mit den drei Aggregatzuständen am Beispiel des Wassers. Wassereis, flüssiges Wasser und Wasserdampf sind aus dem Alltag bekannt. Darauf folgen die Temperaturskalen, wo insbesondere bei der Celsiuskala wieder der Stoff Wasser im Vordergrund steht. Die Ausdehnung von Metallen und Flüssigkeiten beim Erwärmen kann mit vielen bekannten Experimenten dargestellt werden. Das Mystery zum Gegenstand „Anomalie des Wassers“ ermöglicht darauffolgend die Erweiterung, dass sich Wasser auch beim Abkühlen unter 4 °C ausdehnt. Durch das Alltagsbeispiel einer durch gefrierendes Wasser ausgebeulten Plastikflasche wird an die Erfahrungswelt der Schüler angeknüpft. Am Ende der Unterrichtsstunde sollten auch tatsächlich zwei 0,5-l-Plastikflaschen in einen Gefrierschrank gestellt werden – eine leere und eine randvoll mit Wasser gefüllte. In der folgenden Physikstunde lässt sich der Unterschied zwischen dem Zusammenziehen der Luft und dem Ausdehnen von Wasser beim Gefrieren deutlich demonstrieren. In einem fiktiven Alltagsbeispiel der Einstiegsgeschichte soll besonderes Interesse durch einen Rätselsatz geweckt werden. Als Ergänzung wird die Sprengwirkung des gefrierenden Wassers angesprochen, wie sie bei Straßenschäden, Rohrbrüchen oder bei der Bodenlockerung auftritt. Vertiefend kommen andere Stoffe zur Sprache, die ebenfalls eine Dichte-Anomalie besitzen. Auf die Bedeutung von Wasserstoffbrückenbindungen als Erklärung für die Dichte-Anomalie des Wassers wird in dem Mystery nicht eingegangen.



Einstiegsgeschichte

Besser könnte der Sommer nicht sein! Anna und ihre Freundin Sylvie genießen die Ferien in vollen Zügen. Jeden Tag im Freibad sein, bei bestem Wetter: Da braucht man nichts weiter – außer ein kühles Getränk und natürlich ein gutes Eis.

„Alles könnte so entspannt sein, wenn da nicht dieser Kevin immer wieder nerven würde! So ein richtiger Klugscheißer“, denkt Anna, als Kevin gerade vom Kiosk direkt auf sie zukommt: „Habt ihr 'nen kühlen Kopf, Mädels? Dann könnt ihr bestimmt mein Rätsel lösen!“ Eigentlich ist Kevin ein Missgeschick passiert. Er will nun herausfinden, ob das den Mädels nicht passiert wäre.

Die beiden Freundinnen haben gar keine Lust auf Kevins Rätsel – aber sollen sie etwa zugeben, dass sie Kevin nicht das Wasser reichen können? Das kommt gar nicht infrage!

**Leer zieh ich mich zusammen und voll werde ich richtig dick!
Wer bin ich?**

Lösung: _____

1. Lest euch gegenseitig die (ausgeschnittenen) Karten vor.
2. Versucht, die Frage zu lösen.
Ordnet dazu die Karten in einer sinnvollen Struktur an.
Tipp: Ihr müsst nicht unbedingt alle Karten verwenden.
3. Klebt anschließend die Karten auf das Plakat und verbindet sie miteinander, damit ein Zusammenhang erkennbar wird. Dazu könnt ihr Oberbegriffe ergänzen.
4. Schreibt eure Lösung der Frage in einem Satz auf das Plakat.

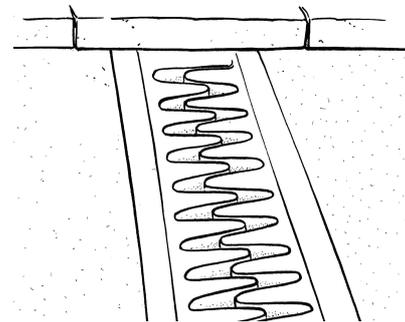


Beim Erhitzen dehnen sich alle Stoffe aus, z. B. auch der Stahlbeton einer Brücke im Sommer.

Die meisten Stoffe ziehen sich beim Abkühlen immer weiter zusammen.

Stellt man eine volle Plastik-Wasserflasche in einen Gefrierschrank, findet man die Plastikflasche nach einiger Zeit stark ausgebeult wieder.

Eine leere (nur mit Luft gefüllte) Plastikflasche zieht sich beim Abkühlen zusammen.



An einem heißen Sommertag ist nichts nötiger als ein leckeres Eis und ein kühles Getränk.

Im Winter kühlt die kalte Luft das Wasser an der Oberfläche ab. Es sinkt nach unten.

Das geht so lange, bis der ganze See eine Temperatur von $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ hat.

Erst dann kann das Wasser an der Oberfläche weiter abkühlen, bleibt aber oben und gefriert.

Doch Wasser verhält sich anders. Das nennt man die **Dichteanomalie des Wassers**.

Beim Abkühlen bis $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ zieht sich Wasser, wie alle anderen Flüssigkeiten, zusammen.

1 Liter Wasser gefriert zu ungefähr 1,1 Liter Wassereis, wiegt aber immer noch 1 kg.

Da die Dichte besagt, wie viel 1 cm^3 eines Stoffes wiegt, hat Wassereis eine geringere Dichte als Wasser und schwimmt!

Bei einer weiteren Abkühlung unter $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ dehnt sich Wasser jedoch wieder aus.

Beim Gefrieren ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) nimmt das Volumen sogar um fast 10 % zu.

Dadurch entsteht ein so hoher Druck, dass eine Plastikflasche stark ausgebeult wird.

Eisberg und Eiswürfel schwimmen im Wasser:

