

Black Box

Vermutungen über ein hydromechanisches Rätsel

Viele Dinge in unserer Umgebung geben uns Rätsel auf, weil man nicht sofort erkennen kann, wie sie funktionieren. Diese „Black-Boxes“ regen zum Knobeln, ausprobieren und nachbauen an.

SINUS Naturwissenschaften
Hessen

Schülerinnen und Schülern wie auch Erwachsenen tritt im Alltag so manches als „Black-Box“ gegenüber. Vieles, was früher noch durch Form und erkennbaren Aufbau seine Funktion erahnen ließ, verbirgt sich heute in geschlossenen Behältern oder hinter verkaufsfördernd-bunter Verpackung. Weil man zur Nutzung meist gar nicht wissen muss, was sich hinter undurchsichtigen Wänden verbirgt, gibt es nur selten Anlass, sich mit dem „wahren“ Inneren zu beschäftigen – vom Unterricht einmal abgesehen. Eines dieser Beispiele ist der Zerstäuber, früher als Aufsatz für Parfüm-Flakons mit kleinem Pumpball und Düse; heute umweltfreundliche Alternative zu Treibgas-spraydosen in vielen Bereichen.

Der Bau der Black Box

Als Black Box für den Unterricht sieht der Zerstäuber wie folgt aus [1]: Aus einer Pappschachtel mit den Maßen ca. 20 x 20 x 30 cm ragt auf der einen Seite ein Plastikschlauch mit (auswechselbarem) Glas-Mundstück zum Hineinblasen heraus, auf der gegenüberliegenden Seite kommt wiederum ein Schlauchstück

heraus, diesmal mit Glasrohr-Spitze zum Zerstäuben. Pustet man auf der einen Seite hinein, spritzt auf der anderen Seite Wasser heraus. Saugt man dagegen an, hört man ein Blubbern.

Innen steckt eine Waschflasche, wie man sie in der Chemie- oder Biologiesammlung findet. Ersatzweise kann man z. B. eine Karottensaftflasche aus dem Babynahrungsangebot (oder ein anderes Gefäß mit 2–3 cm weiter Öffnung) benutzen. Diese verschließt man mit einem zweifach durchbohrten Korken, durch den ein langes und ein kurzes Glasrohr gesteckt sind. Das Gefäß wird so hoch mit Wasser gefüllt, dass das lange Glasrohr 1–2 cm eintaucht.

Der Unterricht mit der Black Box

Der Unterricht mit der Black Box ist denkbar einfach. Nach einer kurzen Einführung (Bezüge lassen sich zu zahlreichen Themen herstellen) lässt man einen Schüler/eine Schülerin ins Röhrchen pusten: Es spritzt drüben heraus. Weil das sehr viel Spaß macht, möchte fast jeder gern mal drankommen. Während des Ausprobierens werden die Schülerinnen und Schüler gebeten, sich nicht

gleich mündlich zu äußern, sondern ihre Gedanken und Vermutungen erst in der anschließenden Partnerarbeit zu formulieren. Außerdem sollen sie dabei eine Skizze vom vermuteten Innenleben der Black-Box anfertigen, was die Beschreibung der möglichen Funktionsweise erfahrungsgemäß erleichtert.

Nach 10 bis 20 Minuten – je nach Lerngruppe und Leistungsfähigkeit – haben die Kleingruppen ihre Arbeit beendet. Die entstandenen Skizzen lässt man an die Tafel heften. Sie lassen sich meist in drei oder vier Lösungsvarianten gruppieren. Stellvertretend für je einen Lösungsansatz erläutert dann ein Schüler die spezifischen Vermutungen (Abb. 1: drei Schülerzeichnungen).

Statt lehrergestützter Funktionsübermittlung also Aktivierung der Denkarbeit. Besonders die nicht auf Anhieb erfolgreichen Schüler sind jetzt an einer Aufklärung ihrer „Fehler“ interessiert.

Blackbox und naturwissenschaftliches Arbeiten

Analysiert man, welcher Art Tätigkeit Schülerinnen und Schüler nachgehen, wenn sie für sich versuchen,

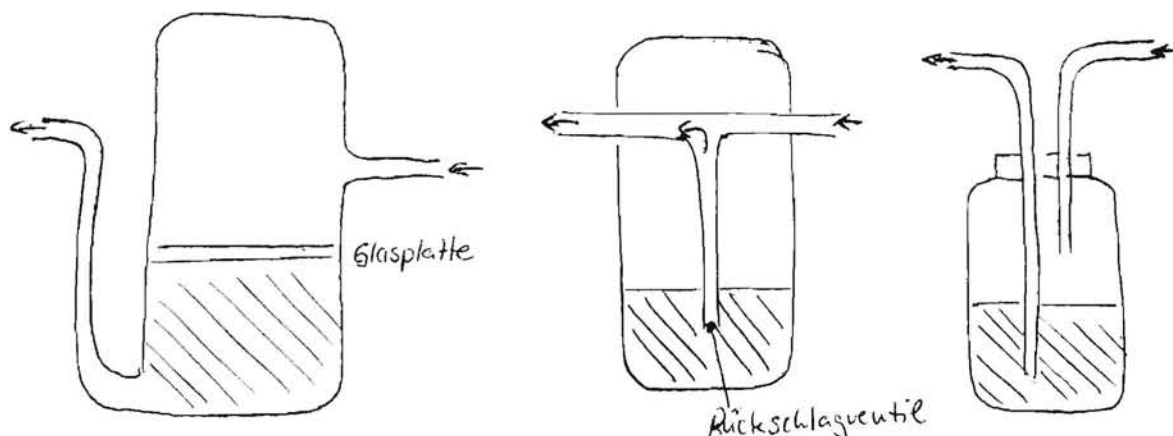


Abbildung 1: Erklärungsversuche von Schülerinnen und Schülern

NAVIGATOR

- Idee** Die Blackbox als Rätsel motiviert
- Material** Material 1: Einfache Backbox mit Aufbauanleitung und Lösungsschritten, S. 50

das Geheimnis des spritzenden Kastens zu lösen, dann stößt man auf zwei eng miteinander verknüpfte Aspekte: sie stellen Vermutungen an und formulieren Hypothesen. Besonders das Vermuten setzt kreative Fantasie in Gang, es entstehen noch unfertige mentale Bilder, eine wichtige Rolle spielt die Aktivierung von Erinnerungen an Ähnliches, im konkreten Fall z. B. an eine Wasserpistole, in der durch eine Fingerbewegung Druck erzeugt wird, der dann das Wasser durch die Düse spritzen lässt; oder die Scheibenwaschanlage beim Auto, wo ein Motor Druck erzeugt; oder eine defekte Wärmflasche, auf die man sich einmal versehentlich gesetzt hat.

Bei der geforderten Formulierung einer konkreten Hypothese geht es dann eher um eine kognitive Durchdringung des vermuteten Sachverhalts. Kausalverknüpfungen werden überprüft: Wenn es da drinnen so aussieht, wie ich es mir vorstelle, was passiert dann, wenn ich hier hineinblase? Was könnte ich hinzufügen oder weglassen, damit die gewünschte Wirkung als Folge meiner Aktion eintritt? Reagiert das angenommene Innenleben auch im Nebeneffekt – Blubbern beim Ansaugen – wie die reale Blackbox es tut?

Die Anfertigung von Skizzen ist bei diesem Schritt meist sehr hilfreich, da sie unmittelbar eine Plausibilitätsprüfung darstellt und auf mögliche Brüche der logischen Verknüpfung aufmerksam macht.

Black Boxes gibt es für viele Themen des naturwissenschaftlichen Unterrichts, in der Elektrizitätslehre [2] ebenso wie in der Mechanik [3]. Bei genauer Betrachtung stellen aber auch viele reale Systeme Black

Boxes dar, und wir müssen uns Hypothesen über ihre innere Mechanik machen: dazu gehört der Treibhaus-effekt ebenso wie die Bildung von Kohleflözen oder die Entwicklung eines Biotops. In allen Fällen schafft sich der menschliche Geist ein mentales Bild mit bestimmten Annahmen über mögliche Verknüpfungen und Reaktionen und überprüft anschließend, ob er mit diesem Modell eine passende Beschreibung des Gegenstands gefunden hat, besser noch: ob man Vorhersagen damit machen kann, wie sich das betrachtete System unter noch unbekanntem Randbedingungen verhalten wird. Darüber mit den Schülerinnen und Schülern zu sprechen, ist mindestens ebenso wichtig wie die Aufklärung des konkreten in Frage stehenden Sachverhalts.

Einfache elektrische Black-Boxen

Oft erscheinen Black-Boxen – wenn man weiß, was sich in ihnen befindet – zu einfach, fast schon trivial, doch die Lösung ist nicht einfach zu erreichen. Die Kunst der Wahl des angemessenen Black-Box-Experimentes besteht darin, die Schüler weder zu unter- noch zu überfordern. Für eine Sekundarstufen-I-taugliche elektrische Black-Box als Low-Cost-Version braucht man Experimentierkabel, Multimeter, manchmal eine Gleichspannungsquelle und natürlich die eigentliche Black-Box (Abbildung 2 und 3).

Bei den einfachsten Black-Box-Experimenten untersuchen Schüler Boxen mit lediglich zwei Buchsen. Neben der eigentlichen Black-Box,

Kabeln und Messgeräten wird hierzu eine Gleichspannungsquelle (z. B. eine Batterie) benötigt. Die Aufgabe kann lauten (nach Fischer 1971):

Welche Art – Isolator, ohmscher Widerstand oder Gleichrichter – ist das elektrische System in der Black-Box?

(Aufbau und Lösungsschritte vgl. Mat. 1, S. 50).

Je nach Baustein sind auf der Basis des ersten Messergebnisses (Stromstärke beim Anlegen der Gleichspannung an die beiden Buchsen) zwei Möglichkeiten vorhanden: Wird beispielsweise keine Stromstärke beobachtet, so verhält sich die Black-Box wie ein Isolator oder wie ein Gleichrichter. Die Hypothese Gleichrichter wird bestätigt oder widerlegt, durch Umpolung der Gleichspannungsquelle und erneutes Messen der Stromstärke.

Literatur

- [1] L. Stäudel: Black Box - Wie Geheimnisse der Mechanik gelöst werden können. In: *päd.extra* H. 7/8, 1983, S. 43
- [2] G. Friege, K. Mie: Elektrische Black-Boxen. In: H. Gropengießer u. a. (Hrsg.): *Naturwissenschaftliches Arbeiten*. Seelze 2004, S. 82-87
- [3] H. Fischer: Die Black-Box-Methode im Unterricht. In: *Physik in der Schule* 9, 1971, S. 119-125



Abbildung 2: Einfache elektrische Black-Box als Low-cost-Version

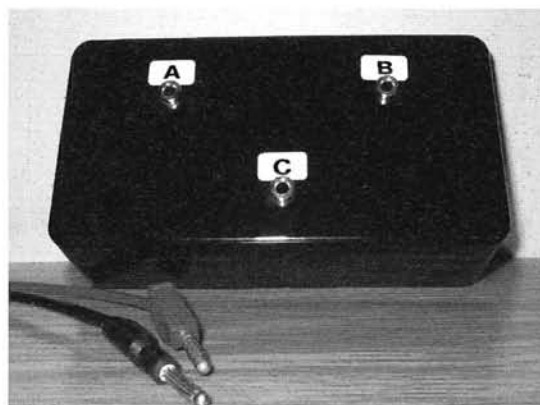
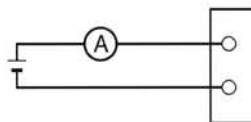


Abbildung 3: Elektrische Black-Box in Luxus-Ausführung

Aufgabenstellung

Welcher Art – Isolator, ohmscher Widerstand, oder Gleichrichter – ist das elektrische System in der Black-Box?

Messaufbau



Lösungsschritte

