Marc Müller

Wie kommt das Meer ins Schneckenhaus?

Aus dem Gehäuse der Weinberschnecke eine Tröte bauen

Akustik, das steht zu befürchten, ist laut. Wer wollte schon leichtfertig im Grundschulunterricht den Lärmpegel höher drehen? Deshalb folgt diese Unterrichtsskizze einer Dramaturgie, bei der die aktiven Phasen aus ruhigen und auf das Hören fokussierten Phasen hervorgehen. Wirklich laut wird es dabei erst zum Schluss, wenn jedes Kind lernt, auf seinem eigenen Schneckenhaus zu spielen.

Der hier skizzierte Unterrichtsgang soll Kindern einen Zugang in die Akustik ermöglichen. Er führt vom aufmerksamen Lauschen und Beschreiben des Gehörten über aktives Eingreifen, Variieren und Ordnen von Hohlkörpern gemäß ihrer Rausch- beziehungsweise Blastöne bis zum Selbstbau eines eigenen Blasinstruments „für die Hosentasche". Bezüge ergeben sich dabei zu Musikunterricht und Instrumentenkunde, Werk- und Technikunterricht und vor allem zum naturwissenschaftlichen Unterricht. In physikalisch-akustischer Hinsicht lernen die Kinder, dass erstens das Rauschen in Hohlkörpern von einem Widerhall der Umgebungsgeräusche herrührt, dessen Klang von den Abmessungen des jeweiligen Hohlkörpers abhängt, und wie sich dies zweitens für die Konstruktion von Blasinstrumenten, also für eine bewusste Erzeugung von Blastönen, nutzen lässt.

Abb. 1: Vier unterschiedlich große Schneckenhäuser, wie sie vielleicht am Strand gesammelt werden

Motivation

An einem Schneckengehäuse zu lauschen ist ein altes Motiv. In der Schale ist ein Rauschen zu hören, das dem Meeresrauschen ähnelt und deshalb zum Träumen einlädt (s. **Abb. 1**). Die sachliche Frage, woher das Rauschen rührt, führt direkt in die Akustik. Verknappt lautet die Antwort, dass die Hintergrundgeräusche der Umgebung in dem Hohlraum des Schneckenhauses charakteristisch verrauscht werden. In Abhängigkeit der Abmessungen des jeweiligen Gehäuses werden bestimmte Anteile der Umgebungsgeräusche stets verstärkt und andere stets abgeschwächt. Dadurch entsteht ein für das jeweilige Schneckenhaus charakteristisches Klangbild, das „in die Tasche gesteckt" und vom Meeresstrand bis hinauf ins Gebirge getragen werden kann. Jedenfalls solange es im Gebirge nicht mucksmäuschenstill ist. Eine das Rauschen unterbindende Stille ist in der Grundschule kaum zu erwarten. Ließe sich ein Akustikunterricht für Kinder dann nicht von Schneckenhäusern her motivieren? Schließlich scheinen sie geradezu

WORTSPEICHER
- rauschen
- tönen
- der Hohlkörper
- der Widerhall
- die Akustik
- weißes Rauschen

Foto: © Marc Müller

AUF EINEN BLICK

Rauschen in Hohlkörpern

KLASSENSTUFE

1–4

INHALTLICHE SCHWERPUNKTE

- Rauschen in Hohlkörpern
- Tonerzeugung mit Hohlkörpern
- Bau einfacher Blasinstrumente

LERNCHANCEN

- akustische Phänomene erfahren

UMGANGSWEISEN

- experimentieren
- konstruieren

ZUSÄTZLICHES MATERIAL

- Auswahl unterschiedlich großer Schneckenhäuser
- Weinbergschneckenhäuser (pro Kind eins)
- Flaschen und weitere Gefäße
- Sandpapier, Scheren, Schlauchstücke, Luftballons, Klebeband

MATERIALPAKET

M

Kopiervorlagen im Extraheft

1 Rauschen im Schneckenhaus
2 Bauanleitung Schneckenhauströte
3 Lesetext Musikinstrumente

Tonbeispiele zum Download unter www.friedrich-verlag.de mit Dowload-Code d17791bm

Abb. 2: Drei Glasflaschen mit unterschiedlichen Füllständen, „auf denen" durch Anblasen drei unterschiedlich hohe Blastöne (nebst ihrer Obertöne) erzeugt werden können

einem Kinderbuch entsprungen zu sein: Sie sind ästhetisch und emotional anziehend, sie sind zum Sammeln und Besitzen ausreichend leicht und klein und die Wahrnehmung ihres Rauschens erfordert ein eigenes Zurücknehmen und Versinken in Konzentration. Zudem führt das Rauschen eine Art Eigenleben, denn es schwillt tagsüber an und „legt sich nachts schlafen".

Was ließe sich nicht alles entdecken? Schließlich rauschen nicht nur größere Schneckenhäuser aus Übersee, sondern im Grunde alle Hohlkörper wie Tassen, Gläser und Rohre und ebenso die kleineren Gehäuse der heimischen Weinbergschnecken. Überhaupt ist das, was wir gemeinhin als „Akustik eines Raumes" ansprechen, im Grunde sein „Rauschverhalten". Hier liegt also ein allgemeines Phänomen vor. Auch besteht eine einfache Abhängigkeit: Kleine Hohlkörper rauschen „heller", also musikalisch betrachtet „höher" als große, und umgekehrt. Weil im Prinzip alles, was rauscht, auch zum Tönen gebracht werden kann, drängen sich Fragen zum Instrumentenbau auf. Weinbergschneckenhäuser lassen sich zudem leicht in Tröten „verwandeln", was eine praktische Anwendung aller akustischen Aspekte erlaubt und bei Erfolg ein gehöriges Stück Selbstermächtigung bedeutet.

Für einen entsprechenden sachbezogenen Unterrichtsgang ist zu wünschen, dass auf verfrühte Erklärungen (wie beispielsweise am Anfang des Beitrags geschehen) verzichtet wird. Dafür müsste für Ausflüge in die Akustik gerade das Wahrgenommene selbst fragwürdig werden und so die Beschäftigung mit Geräusch-, Klang- und Tonerzeugung begründen. Zudem ist eine Dramaturgie nötig, die es erlaubt, das fragliche Phänomen schrittweise zu entfalten und allmählich mit ihm umgehen zu lernen. Eine Möglichkeit dafür bietet der folgende Vorschlag. Für alle seine Elemente gilt: Probieren Sie sie selbst aus!

Vorbereitung: Drei angeblasene Flaschen

Diese in sich abgeschlossene Demonstration geht dem Unterrichtsgang voraus, etwa als zehnminütiger Abschluss der vorangehenden Stunde. Mit ihr wird unausgesprochen das Thema vorbereitet (Akustik) und nebenher eine Redeweise zur Beschreibung und Unterscheidung unterschiedlicher Geräusche eingeführt beziehungsweise trainiert.

Benötigt werden mindestens drei gleiche Glasflaschen mit unterschiedlichen Füllständen von Wasser (s. **Abb. 2**). Die erste Flasche (irgendeine) wird angeblasen. Es wird darüber gesprochen, wie es überhaupt gelingt, der Flasche einen Ton zu entlocken, und wer das selbst bereits beherrscht. (Das Flaschenspiel kann auch geübt werden, z. B. in der nächsten Pause.) Danach wird gemeinsam versucht, den Ton zu beschreiben. Nach einigen Vorschlägen kommt die zweite Flasche ins Spiel. Jetzt, im abwechselnden Vergleich zweier unterschiedlicher Töne, werden Redeweisen wie „hell" vs. „dunkel" oder „hoch" vs. „tief" fruchtbar. Denn solche Redeweisen sind relational, sie setzen also Vergleichsmöglichkeiten voraus. Mit den beiden Flaschen wird sich auf eine Beschreibungsweise geeinigt und sich gegenseitig versichert, dass sich alle verstehen. Durch Hinzunehmen der dritten Flasche, mit der nun zwei weitere Tonvergleiche möglich werden, kann die Tauglichkeit der Redeweise geprüft werden. Schließlich werden die Flaschen in eine passende, akustische Reihe gebracht: Flaschen mit wenig Wasser klingen beim Anblasen tiefer als solche mit mehr Wasser. Mit dieser Kenntnis lassen sich die Flaschen auf eine Tonleiter stimmen und fürs Melodiespiel präparieren. Ein Blasinstrument entsteht.

Anmerkung: Unterschiedliche Tonhöhen können auch durch die Benutzung unterschiedlich großer, leerer

Foto: © Marc Müller

© Friedrich Verlag | Grundschule Sachunterricht 91 | 2021

Abb. 3 Auswahl unterschiedlicher Schneckenhäuser verschiedener Größen; im Hintergrund (größtes Gehäuse) ein „klassisches" Schneckenhorn (Tritonschnecke). Bezugsmöglichkeit: https://weidner-maritim.de

Abb. 4: Gehäuse der Weinbergschnecke – links mit abgeschliffener Spitze, sodass ein Faden hindurchgeführt werden könnte; rechts mit aufgebrochener Schale, sodass der innere Aufbau sichtbar wird

Flaschen erreicht werden. Davon ist hier jedoch abzuraten. Es würde die Kinder um ihre spätere Entdeckung bringen, dass die Höhe oder Tiefe des Geräusches von der Hohlraumgröße abhängt. Vielmehr ist hier der explizite Bezug auf die Füllstände hilfreich. Er erlaubt praktisches Handeln und legt die Grundlage für das spätere Aha-Erlebnis, dass eine Tonerhöhung von einem Weniger der durchs Wasser verdrängten Luft herrührt.

Start: Große Schneckenhäuser und ihr exotischer Reiz als Einstieg

Einige mittelgroße Schneckenhäuser (s. **Abb. 3**) bilden den Start der nächsten Stunde. Drapiert auf einem kostbaren Tuch liegen sie schon vor Unterrichtsbeginn bereit. Zwangsläufig ziehen sie nach Betreten des Raumes Blicke und Schritte auf sich. Denn wer könnte widerstehen, sie zu betrachten, zu befühlen, sie in der Hand zu wiegen …? Zum Unterrichtsbeginn folgt Kontext: Woher stammen diese Schneckenhäuser? Wer hat selbst welche? Wie leben Schnecken? Wie ist so ein Schneckenhaus aufgebaut, können wir das an einem Querschnitt verstehen (s. **Abb. 4**)? Vielleicht folgt hier auch ein Absatz aus der griechischen Mythologie: Daidalos, der einen Faden an das Hinterteil einer Ameise klebt und mit ihr die als unlösbar erachtete Aufgabe meistert, den (Ariadne-)Faden durch ein (labyrinthartiges) Schneckenhaus zu führen.[1]

Inzwischen nimmt die Neugier überhand. Genug der Geschichten, die Schneckenhäuser wollen in Besitz genommen werden! Die Gehäuse wandern also von Hand zu Hand, dazu noch zwei Dutzend Weinbergschneckenhäuser – so ist für alle zu tun. Jetzt ist Geduld gefragt. Irgendwann wird schon irgendwer an einem der Gehäuse lauschen. Darauf kann dann aufmerksam gemacht werden, damit es zur Nachahmung anstiftet. Dann wieder Geduld.

Wie wird das Meeresrauschen fragwürdig, wie wird sein Ursprung zur Sogfrage, falls sich das nicht bereits von selbst ergibt? Lenkende Impulse können sein: Woran erinnert uns das Rauschen? Kennen wir das auch von woanders her? Rauschen eigentlich alle verteilten Schneckenhäuser? Und falls ja, wie kann es ein Meeresrauschen sein, wo es doch auch im Gehäuse der Schnecken aus dem Landesinneren ertönt? Klingt das Rauschen immer gleich? Können wir es lauter oder leiser machen?

Hier werden sicher auch Erklärungsvorschläge gemacht. Dass es sich um das Rauschen des Meeres handelt, ist ja bereits einer. Noch muss nichts überprüft oder gar zurückgewiesen werden. Vielmehr werden Vorschläge gesammelt und Eindrücke geteilt, um dadurch das Phänomen selbst immer stärker in den Vordergrund zu rücken und damit Thema werden zu lassen.

Erster Akt: Wie rauscht es? Können wir das beschreiben?

Das Rauschen hört jede und jeder nur für sich. Der erste Schritt, um es zu einem geteilten Phänomen zu machen, ist, es zu beschreiben. Mit der bereits an den drei angeblasenen Flaschen eingeführten Redeweise gelingt das leicht. Dadurch ist im zweiten Schritt auch ein Vergleich des Rauschverhaltens unterschiedlicher Schneckenhäuser möglich. Dazu kann in Gruppen gearbeitet werden. Nötig sind ein paar deutlich unterschiedlich große Gehäuse für jede der Gruppen und eine Vorlage zum Eintragen des „erlauschten" Rauschverhaltens (**AB 1**). Falls es dabei im Raum zu leise werden sollte, hilft abgespielte Hintergrundmusik oder ein geöffnetes Fenster.

Grundsätzlich lässt sich feststellen: *Kleine Schneckenhäuser rauschen heller (bzw. höher) als große, große rauschen dunkler (bzw. tiefer) als kleine.*

Zweiter Akt: Was rauscht hier eigentlich? Können wir das Rauschen „fangen"?

Was rauscht in den Gehäusen? Etwas, das sich heimlich eingenistet hat? Etwas, das in kleineren Gehäusen klein bleibt und deshalb „hoch" klingt, in den größeren jedoch Platz zum Wachsen hat und deshalb „tiefer" klingt?

Fotos (2): © Marc Müller

Abb. 5: Kabelgebundes Mikrofon zum Anklemmen an Kleidung (Klemme entfernt) für Kopfhöreranschluss des Smartphones (inkl. oft nötigem Adapter TRS auf TRRS), das sich gut in Hohlkörper einführen lässt

Geisterhaft scheint es zu sein. Ob es nur in Schneckenhäusern wohnt? Ob es sich wohl fassen lässt? Ob es wohl für alle hörbar wird, also für alle zugleich anstatt für jede und jeden einzeln? Vielleicht unter Zuhilfenahme eines Mikrofons?

Es folgt eine Demonstration. Gruppenarbeit wäre dafür unsinnig, weil die Demonstration am ersten Höhepunkt der Spannung „scheitert": Ein Mikrofon (s. **Abb. 5**) wird an einen in den Raum hinein gerichteten Lautsprecher angeschlossen, zum Beispiel über ein Smartphone und einen Bluetooth-Speaker. Nach einem für alle hörbaren Test des Mikrofons wird um absolute Ruhe gebeten. Wir lauschen darauf, was zu hören ist, wenn das Mikrofon an eines der Gehäuse geführt wird oder gar hinein. *Nichts ist zu hören*. Nachdem sich die Enttäuschung ausgebreitet hat, folgt der zweite Teil: Über einen zweiten, auf die Gehäuse gerichteten Lautsprecher wird „weißes Rauschen" abgespielt (s. **Wissen kompakt**). Der Mikrofontest wird wiederholt, die Lautstärken und Platzierungen der Lautsprecher werden dabei so gewählt, dass keine störenden Rückkopplungen entstehen; anschließend wird der erste Teil der Demonstration wiederholt. Nun verändern sich die vom ersten Lautsprecher wiedergegebenen Hintergrundgeräusche beim Einführen des Mikrofons in die Gehäuse (s. die **Tonbeispiele zum Download** und Informationen dazu im **Kasten** auf S. 14).

Hier drängen sich unterschiedlichste Variationen auf, die gemeinsam, in Gruppen oder auch als Demonstration von einzelnen Kindern vor- und durchgespielt werden können:

- Wir testen alle Schneckenhäuser durch.
- Blindtest: Können wir mit geschlossenen Augen beurteilen, in welches Gehäuse das Mikrofon gerade eingeführt wird?
- Wie hört es sich an, wenn wir die Hintergrundgeräusche wechseln, etwa durch Abspielen von Musik, das Öffnen des Fensters, wenn wir sinnlos durcheinander plappern oder gemeinsam singen?
- Kann ich diese Hintergrundgeräusche auch erkennen und unterscheiden, wenn ich wie zuvor selbst an den Gehäusen lausche?
- Wie hört es sich an, wenn ich das Mikrofon in eine Tasse halte, in ein Rohr, in eine Flasche etc.? Und wie hört es sich an, wenn ich daran lausche?

Alle diese Variationen zeigen gemeinsam: *Das fragliche Rauschen ist eine zum jeweiligen Hohlraum passende und immer wieder gleichartige Veränderung der Umgebungsgeräusche – ohne Umgebungsgeräusche kein Rauschen.*

Abb. 6: Auswahl von Flaschen und Gefäßen zur weiteren Untersuchung des Rauschverhaltens

Dritter Akt: Was rauscht, das kann auch tönen – und umgekehrt

Die drei unterschiedlich hoch gefüllten Flaschen aus der „Vorbereitung" werden wieder aufgestellt. Alles, was bisher über das Rauschen herausgefunden wurde, wird im Folgenden genutzt, um an ihnen Schritt für Schritt eine Installation – eine Art greifbares Denkbild – zu errichten, an dem alles Wesentliche zusammenkommt.

Mit dem kleinen, drei Töne umfassenden Instrument drängen sich im Kontext der vorangehenden Versuche mehrere Explorationen auf. Welche in welcher Reihenfolge durch wen vorgenommen werden, obliegt ganz Ihrer Regie:

- Das Mikrofon kann nacheinander in alle Flaschen (oder direkt auf ihre Öffnungen) gehalten und der Rauschton abgespielt und aufgezeichnet werden. Es lässt sich sogar eine Rauschtonmelodie spielen.
- Eine der Flaschen kann angeblasen und der Blaston mit dem zugehörigen Rauschton verglichen werden.
- Eine Auswahl der Tonbeispiele (s. **Material**) kann vorgespielt und diskutiert werden.

Es zeigt sich, dass *die jeweiligen Blastöne den Rauschtönen entsprechen*. Was damit gemeint ist, lässt sich zum Beispiel anhand des Tonbeispiels im Material demonstrieren: Dort werden drei unterschiedlich gestimmte Flaschen zuerst rasch nacheinander angeblasen, wodurch eine einfache (Blaston-)Melodie hörbar wird. Danach wird lautes Hintergrundrauschen „aufgedreht" und das Mikrofon in derselben raschen Folge wie eben über die Flaschen geführt. Es wird nicht nur genau dieselbe (Rauschton-)Melodie wie eben hörbar, sondern „es hört sich auch genauso an" wie eben, das heißt, die dominierenden Töne der Rauschtonmelodie sind dieselben wie die der Blastonmelodie (s. auch **Wissen kompakt**).

Das heißt aber doch, dass zu *allen* bisher gesammelten Objekten, die rauschen, Flaschen mit geeigneter Füllhöhe gefunden werden können,

Fotos (2): © Marc Müller

WISSEN KOMPAKT

Akustik: Schall, Schwingung und Ton

Akustik ist die Lehre vom Schall und seiner Ausbreitung. Physikalisch betrachtet ist der Schall eine Druckschwankung, die sich in einem Medium (Luft, Wasser, Holz etc.) mit endlicher, medienspezifischer Geschwindigkeit ausbreitet. In Luft beträgt die Schallgeschwindigkeit etwa 340 m/s (in Wasser über 1400 m/s).

Die sich im Medium fortpflanzende Druckschwankung selbst lässt sich als wiederholte Schwingungen seiner Teilchen um ihre Ruhelagen beschreiben. Sie schwingen dabei von der Schallquelle weg (und wieder zurück), also in Ausbreitungsrichtung des Schalls („longitudinal"), und regen dabei ihre Nachbarn zum Mitschwingen an. Eine Schallwelle breitet sich aus. Je dichter ein Medium, desto rascher die Ausbreitung der Welle; je weiter die Auslenkung der Teilchen, desto lauter klingt der Schall.

Als *Ton* hören wir besonders regelmäßige, einheitliche Schwingungen. Töne klingen zwar klar, aber auch „kalt", ja „eintönig". Als *Klang* hören wir regelmäßige Gemische solcher Töne. Diese klingen „voller" und „wärmer" und „runder". Als *Geräusche* wiederum hören wir unregelmäßige Ton- bzw. Klanggemische (s. **Abb. 7**). Einzelnen Tönen lässt sich eine einzelne Frequenz f zuordnen. Diese beschreibt, wie oft je Zeiteinheit das fragliche Teilchen schwingt. Die physikalische Einheit heißt „Hertz" (nach dem Physiker Heinrich Hertz): $f = 100\ Hz$ bedeutet „100 Schwingungen je Sekunde". So lassen sich die Charakteristiken von Tönen, Klängen und Geräuschen durch einzelne Zahlen beziehungsweise als „Spektren von Frequenzen" beschreiben (ähnlich wie bei den „Lichtspektren" in der Optik). Sieben solcher Spektren zeigt **Abb. 8** (vgl. dazu den nächsten Abschnitt).

Resonanz: Rauschen und Filtern

Hohlkörper in einer geräuschvollen Umgebung „klingen mit", und zwar in einer Weise, die von ihren Abmessungen abhängt. Denn der Schall wird an den Innenwänden reflektiert und läuft zwischen ihnen hin und her. Manche Frequenzen „passen" zu den Abmessungen und laufen nur langsam aus, was als „Verstärkung" der entsprechenden Töne wahrgenommen wird, manche „passen nicht" und verebben rasch. Das Luftvolumen eines Hohlkörpers, der in akustische Resonanz gerät, wirkt also wie ein Klangfilter, so auch das Innere von Schneckenhäusern (**s. Abb 8**). In großen Gehäusen ist ein tiefer Grundton mit einer Vielzahl hoher Obertöne zu hören, in kleineren ein höherer Grundton mit nur wenigen Obertönen.

Die reinsten Klangfilter stellen Hohlkugeln dar (sogen. „Helmholtz-Resonatoren"). Hier ist ein einzelner Grundton dominant. Um dies zu demonstrieren, wird häufig mit besonders gleichmäßigem Rauschen beschallt (z. B. mit „weißem Rauschen", das idealerweise über den gesamten Frequenzbereich des akustischen Spektrums gleich laut ist – mögliche Apps: „Weißer Rauschgenerator", „Weisses Rauschen"). Flaschen und Rohre sind ebenfalls sehr reine Klangfilter. Solche Resonatoren beeinflussen sogar den Raumklang ihrer Umgebung, weshalb sie gezielt in Konzerthäusern eingebaut werden (z. B. im Konzertsaal der Berliner Philharmonie).

Klangerzeugung und Blasinstrumente

In Blasinstrumenten („Aerophonen" bzw. „Luftklingern") wird das Resonanzverhalten von Hohlkörpern ausgenutzt. Sie geraten in Resonanz durch Anspielen mit einem künstlichen, lokalen Geräusch und, so könnte man sagen, *tönen* dann. Grundsätzlich gelingt das Zum-Tönen-Bringen auf drei verschiedene Weisen, denen drei Mundstücktypen zum Anblasen entsprechen: i) durch Blasen auf eine scharfe Kante, die den Luftstrom teilt und ihn selbst gewissermaßen „flattern" lässt (Flöte, Pfeife, Flasche etc.), ii) durch im Mundstück frei „flatternde" Lippen (Trompete, Horn etc.) und iii) durch Blasen über ein ins „Flattern geratende" Blatt (Grashalm, Klarinette, Oboe etc.).[2]

Die Schneckentröte am Ende des Beitrags ist von der dritten Art. Das universell verwendbare Mundstück ist abgeschaut von den Bausätzen für *Selbstgebaute Musik* des *Produktionskollektivs Kollegen 2,3* und der Künstler*innengruppe *Antje Öklesund*, die sich hervorragend zum Nachbau, Ausbau und Musikinstrumente-Erfinden eignen (siehe http://www.selbstgebautemusik.de).

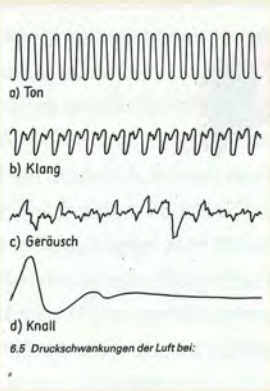

Abb. 7: Stilisierte grafische Darstellung der Druckschwankungen für einen Ton, einen Klang, ein Geräusch und einen Knall. In vertikaler Richtung (y-Achse) ist die Auslenkung eines schwingenden Luftteilchens aufgetragen, in horizontaler Richtung (x-Achse) der zeitliche Verlauf dieser Auslenkung

Abb. 8: Frequenzspektren von vier Schneckenhäusern, grafisch nachbearbeitet. Die Frequenz ist gegen die Messzeit aufgetragen. Links: a – d mit abnehmender Größe. Rechts: drei Papprohren in den Varianten beidseitig offen (e), einseitig offen (f) und kegelförmig (g). Beschallt wurde mit braunem Rauschen

Abb. Quellen: Backe, H., Backe, R. & Giegengack, H. (1990): Erlebte Physik. Das Physik-Experimentierbuch. Leipzig, Jena, Berlin, Urania-Verl., S. 245 (links); Grebe-Ellis, J. & Müller, M. (2019): Dialog mit Phänomenen: Explorieren im Sachunterrichtsstudium. GDSU-Journal(9), 31–43, S. 39.)

Aufnahmen zu „Wie kommt das Meer ins Schneckenhaus?“

Die Tonbeispiele wurden mit einem kabelgebundenen Mikrofon mit kleinem Mikrofonkopf, wie es zum Anstecken an Kleidung erhältlich ist, aufgenommen. Zusätzlich war ein Adapter für die Klinke von TRS auf TRRS (von drei Kontaktringen „weiblich“ auf vier Kontaktringe „männlich“) nötig. Es ließ sich so der Kopfhöreranschluss des Smartphones nutzen. Zum Aufzeichnen wurde die App „AudioRec“ genutzt, für das Hintergrundrauschen die Apps „Weißer Rauschgenerator“ und „Weisses Rauschen“. Zur akustischen Analyse eigener Geräusche lässt sich die App „phyphox“ der RWTH Aachen nutzen.

„Drei Flaschen Blasmelodie-Rauschmelodie“ (zwei Aufnahmen)

Drei Limonadenflaschen (0,3 l) mit unterschiedlichen Füllständen Wasser. Zuerst werden sie nacheinander angeblasen („Blasmelodie“ ertönt), danach wird Hintergrundrauschen „aufgedreht“ und das Mikrofon nacheinander über die Flaschenöffnungen geführt („Rauschmelodie“ ertönt).

„Rauschmelodie Gläser“

Vier Gläser unterschiedlicher Größe, in die das Mikrofon nacheinander eingeführt wird. Höhe x Breite:

a) ca. 7 x 4,5 cm (quadratisch)
b) ca. 11 x 6 cm (quadratisch – konisch zulaufend)
c) ca. 14,5 x 6 cm (rund)
d) ca. 14 x 9,5 cm (quadratisch, Einweckglas)

„Wasser eingießen“ (zwei Aufnahmen)

Wasser wird in ein leeres Gefäß eingefüllt, bis es voll ist. Das Geräusch wird dabei immer höher. Es lässt sich heraushören, wann das Gefäß überzulaufen droht.

„Wasserkocher“

Aufnahme eines elektrischen Wasserkochers beim Wasserkochen (ca. 5 min.), als Hintergrundrauschen verwendbar.

„Weinbergschneckenhaustöte“

Genau das, der „Pfiff“ der Weinbergschneckenhaustöte bzw. Weinbergschneckenhausklarinette wie in der Bauanleitung des Beitrags beschrieben. Kann ziemlich laut tröten.

Rauschbeispiele „Rauschen“

Im Hintergrund wird ein Gemisch aus Rauschen abgespielt. Am Anfang der Aufnahmen ist nur dieses zu hören. Nach ein paar Sekunden wird das Mikrofon in die Schneckengehäuse eingeführt; danach ist das veränderte Rauschen innerhalb dieser zu hören, ganz ähnlich wie es auch beim Lauschen an deren Öffnungen wahrnehmbar ist. (Es lohnt sich, die Tonbeispiele nach Schneckenhausgröße geordnet nacheinander abzuspielen. Für die Gehäuse siehe bspw. https://weidner-maritim.de.)

- Fasciolaria Trapezium – groß ca. 18 cm
- Fasciolaria Trapezium – klein ca. 13 cm
- Murex Haustellum – ca. 11 cm lang, Klangkörper ca. 5,5 cm
- Ovula Ovum – ca. 8 x 5 cm
- Rapana Rapiformis – ca. 8 cm
- Schneckenhorn (Tritonschnecke) – ca. 22 cm
- Tonna Sulcosa – ca. 12 cm
- Weinbergschnecke – ca. 4 cm

© Friedrich Verlag | Grundschule Sachunterricht 91 | 2021

deren Blastöne den Rauschtönen entsprechen. Deshalb wird die Flaschenreihe nun nach links und rechts erweitert. Ziel ist es, die genannte Forderung zu testen. Benötigt wird alles bisher benutzte Material und möglichst noch mehr: die Gehäuse, Gefäße wie Gläser und Tassen, Rohre und Schläuche unterschiedlicher Länge und Dicke, Flaschen unterschiedlicher Größe etc. (s. **Abb. 6**). Entsprechend der jeweiligen Rauschtonhöhen der Gehäuse und Gefäße müssen die Füllhöhen ausgewählter Flaschen so angepasst werden, dass ihre Blastöne den fraglichen Rauschtönen entsprechen. Das gelingt nur gemeinsam, am besten in kleinen Teams. Es entsteht eine mehr oder minder lückenlose, lange Flaschenreihe, vor der die jeweils passenden Objekte zu liegen kommen.

Im Vergleich der geschickt aufgefüllten Flaschen mit den „zu ihnen gehörigen" Objekten und deren Dimensionierungen wird klar, dass die Tonhöhen (auch die der Flaschen) von den Größen der Hohlräume abhängen. *Ähnliche Hohlraumgrößen führen zu ähnlichen Tönen – kleine Hohlräume zu hohen Tönen und große Hohlräume zu tiefen.*

Aus der kurzen Flaschenreihe ist ein großes Instrument geworden, für dessen Spiel Hintergrundgeräusche unnötig geworden sind. Wie auch für folgenden Versuch: In ein hohes Gefäß, zum Beispiel einen hohen Messbecher, wird langsam und in absoluter Stille aus einem zweiten Gefäß Wasser gegossen. Wieder muss aufmerksam gelauscht werden, am besten mit geschlossenen Augen. Das Geräusch ist wohlbekannt: Immer, wenn in ein Gefäß Wasser gefüllt wird, ertönt ein Geräusch, dessen dominante Tonhöhe mit dem Füllstand zunimmt (s. das **Tonbeispiel zum Download**), wie bei den aufgereihten Flaschen. Es lässt sich sogar vorhersagen, wann der Messbecher überzulaufen droht!

Lassen sich dann nicht auch den übrigen, vor den Flaschen liegenden Objekten Töne entlocken? Ja! Zum Beispiel durch Anblasen eines großen Schneckenhorns oder durch Anblasen einer weinbergschneckenhausgroßen Triller- oder Wasserpfeife (s. **Abb. 9**). Oder auch durch das Anblasen eines über ein Rohr gestülpten Mundstücks (s. **AB 2** im Materialpaket). Bei leichtem Anblasen entsteht der dumpfe Rauschton, bei stärkerem Blasen dominiert ein klarer Ton. *Anscheinend kann alles, was rauscht, auch tönen. Aber müsste es dann nicht auch möglich sein, auf den Weinbergschneckenhäusern zu spielen?*

Abschluss: Bau einer Weinbergschneckentröte

Das Materialpaket enthält eine Anleitung zu solch einer Tröte (s. **Abb. 10, AB 2**), außerdem einen Lesetext zur zur Systematik von Instrumenten (**AB 3**). Nötig sind nur ein Schneckenhaus, ein Stück Sandpapier, ein abgeschnittener Luftballon, ein kurzes Schlauchstück und Klebeband. Die Tröte funktioniert wie eine Klarinette beziehungsweise wie ein zwischen die Daumen geklemmter Grashalm: Der vibrierende Ballongummi über dem Gehäuseloch regt die Luft im Hohlraum zum Schwingen an. Es entsteht ein (durchaus sehr lauter) quietschender Pfeifton. Die passenden Mundstücke vorausgesetzt lässt sich das Schneckenhaus zudem wie eine Trompete oder wie eine Pfeife spielen (vgl. die Bauanleitungen unter http://www.selbstgebautemusik.de).

Woher rührt also das Meeresrauschen im Schneckenhaus? Da wir uns noch nicht im Physikunterricht befinden, muss die Antwort nicht von „Resonanzfiltern" handeln. Ja nicht einmal zwingend von quantitativ Bestimmtem. Es könnte auch eine Art gemeinsame Klassenantwort geben. Allerdings unter der Bedingung, dass sie alle oben erreichten qualitativen Einsichten aufgreift. Vielleicht so: „Das Rauschen ist eine Art Echo der Hintergrundgeräusche im Hohlraum der Gehäuse – ein Widerhall der Umgebung, dessen Klang von Größe und Gestalt des Hohlraums abhängt." Oder: „Es ist die uns umgebende Klangwelt, die auf den Hohlräumen wie auf Instrumenten spielt."

Anmerkungen

[1] Ranke-Graves, R. von (2003): Griechische Mythologie. Quellen und Deutung. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt. 284 / 92i.

[2] vgl. Stauder, W. (1973): Taschenbuch der Musikinstrumente. München, Humboldt-Taschenbuchverlag und den Beitrag in GSSU 76 (2017), Mammut-Melodien.

Abb. 9: Vogelwasserpfeife, Gehäuse der Weinbergschnecke und Trillerpfeife sind etwa gleich groß; sie sollten ähnlich klingen, jedenfalls ähnlich hoch. Ganz anders, viel tiefer klingt das große Schneckenhorn

Abb. 10: Selbst gebaute Schneckenhausströten können ganz schön laut sein!

Fotos (2): © Marc Müller

Arbeitsblatt

Name: _____ Datum: _____

Es rauscht im Schneckenhaus – wie hört sich das an? Und immer gleich?

1. Lauscht abwechselnd an euren Schneckenhäusern.
Wie klingt das Rauschen? Könnt ihr es euch gegenseitig beschreiben?
Und wie? Mit welchen Worten?
Worte, die dabei helfen, das Rauschen zu beschreiben:

_____

_____

_____

2. Die Schneckenhäuser rauschen unterschiedlich.
Das Rauschen verändert sich von einem Gehäuse zum nächsten.
Ordnet die Gehäuse in einer Reihe an, aber so, dass sich das Rauschen von einem zum andern nur ganz wenig verändert.
(Welches Schneckenhaus gehört an den Anfang der Reihe? Welches gehört ans Ende? Welches eher in die Mitte?)

Hier in das Feld könnt ihr eure Schneckenhausreihe zeichnen.

Merksatz:

_____

_____

_____

© Friedrich Verlag GmbH | Grundschule Sachunterricht 91 | 2021 | Zum Beitrag S. 09–15:
Foto: Marc Müller

Name: _____ Datum: _____

Bauanleitung: Schneckenhausströte

Aus dem Gehäuse einer Weinbergschnecke lässt sich eine Tröte bauen. Sie klingt wie eine quietschende Trillerpfeife und ist ziemlich laut.

Ihr braucht dazu:

- das Gehäuse einer Weinbergschnecke
- ein Stück Sandpapier (mittlere Körnung)
- eine Schere
- ein kurzes Schlauchstück (z. B. Schlauch fürs Aquarium, Durchmesser ca. 1 cm)
- einen Luftballon
- ein Klebeband (z. B. aus dem Bastelbedarf)

So geht ihr vor:

1. für den Klangkörper:

- Erst das Sandpapier auf den Tisch legen (gekörnte Seite nach oben) und die Spitze des Schneckenhauses durch Rubbeln darauf abschleifen (dauert etwa 5 Minuten, gute Lochgröße: zwischen 0,5 und 1 cm),
- dann vorsichtig mit der Spitze der Schere die kleine innere Spindel im Loch herausbrechen.

2. für das Mundstück:

- Erst das Schlauchstück in den Luftballon stecken, mit Klebeband umwickeln und so den Ballon am Schlauchstück befestigen,
- dann mit der Schere den hinteren Teil des Ballons abschneiden.

3. für den Zusammenbau der Tröte:

- Das Ballongummi vom Mundstück über das Loch an der Spitze des Schneckengehäuses stülpen, mit Klebeband umwickeln und so beides aneinander befestigen. Fertig!

Wie ihr die Tröte spielt:

- Die Tröte am Schlauchstück hochheben (sie baumelt jetzt an dem Ballon),
- mit den Fingern der freien Hand das Schneckenhaus greifen und so drehen, dass der Ballongummi über dem Loch spannt (der Gummi liegt jetzt über dem Loch wie das Fell einer kleinen Trommel),
- das Schneckenhaus noch etwas von euch wegziehen, damit der Ballongummi noch ein wenig fester über dem Loch spannt,
- schließlich durch das Schlauchstück blasen und ein bisschen herumprobieren.

Zusätzlich: Nicht verzagen!
Denn Erfolg braucht Geschick, und Geschick braucht Zeit.

© Friedrich Verlag GmbH | Grundschule Sachunterricht91 | 2021 | Zum Beitrag S. 09–15
Fotos: Marc Müller

Name: _____ Datum: _____

Alle Musikinstrumente, die es jemals gab und geben wird

Stellt euch vor, ihr sollt euer gesamtes Spielzeug sortieren. Dafür gibt es viele Möglichkeiten. Ihr könntet zum Beispiel nach der Farbe sortieren. Oder nach der Größe. Oder danach, woraus es gefertigt ist, also zum Beispiel nach Holz, Plüsch oder Plastik. Und natürlich gibt es noch viele weitere Varianten. Später bekommt ihr vielleicht ein ganz neuartiges Spielzeug. Eines, an das ihr noch nie gedacht habt. Eines, das nicht zu eurer Ordnung passt. Kein Problem, dann sortiert ihr eben um.

Doch jetzt wird es komplizierter. Stellt euch vor, ihr sollt euer Spielzeug so sortieren, dass es für immer klappt. Also auch für alle Spielzeuge, die ihr jemals irgendwo und irgendwann bekommen könnt. Das ist schwieriger. Denn ihr könnt ja nicht wissen, welche Arten von Spielzeug alle noch auf euch zukommen. Oder welche ihr selbst erfindet. Nicht wahr?

So ein Problem hatten vor etwa hundert Jahren zwei junge Männer in Berlin.

Beide arbeiteten dort am „Musikinstrumenten-Museum". In diesem Museum waren damals schon über tausend Musikinstrumente versammelt. Ein echter Schatz! Allerdings kamen ständig neue dazu. Und zwar aus der ganzen Welt.

Die große Frage war, wie die Instrumente in der Ausstellung und auch im Lager sortiert werden sollten. Denn inzwischen verloren manche Leute den Überblick.

Es brauchte eine logische Ordnung, die für immer gelten könnte. Also auch dann noch, wenn völlig neuartige und völlig unerwartete Instrumente eintreffen würden.

Die Idee der beiden war folgende: Wir sortieren die Instrumente danach, wie ihre Töne erzeugt werden. Also nicht nach Größe oder Material, sondern danach, wie sie gespielt werden. Und das funktionierte tatsächlich.

Die erste Gruppe waren alle „Selbstklinger". Also alle Instrumente, die selbst als Ganzes klingen. Wie zum Beispiel eine Kirchenglocke oder ein Triangel.

Die zweite Gruppe waren alle „Fellklinger". Das sind alle Instrumente, bei denen eine gespannte Fläche aus Fell oder Pergament den Klang erzeugt. Wie bei Pauke oder Trommel.

Die dritte Gruppe waren alle „Saitenklinger". Also alle Saiteninstrumente wie Gitarre, Geige oder Harfe.

Die verrückteste Gruppe aber war die vierte. Das waren alle „Luftklinger". Also Instrumente, bei denen die Luft selbst klingt. Wie bei Flöte, Trompete und Klarinette. Luft, die selbst klingt – eigenartig, nicht wahr?

Die Sortierung funktioniert übrigens noch heute. Sie ist berühmt geworden und heißt nach den Namen der beiden „Hornbostel-Sachs-Systematik". Nur ein einziges Mal musste sie erweitert werden. Und zwar nach der Erfindung elektronischer Instrumente wie der E-Gitarre oder dem Synthesizer. Denn an Instrumente, die einen Lautsprecher brauchen, um zu erklingen, hatte vor hundert Jahren noch niemand gedacht.

© Friedrich Verlag GmbH | Grundschule Sachunterricht91 | 2021 | Zum Beitrag S. 09–15
Text: Marc Müller