

# Es schwingt und klingt – Interaktive Web-Anwendung zur Akustik

Daniel Laumann und Philipp Wichtrup

Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Didaktik der Physik

## Überblick

Schwierigkeitsgrad	leicht
Vorbereitungsaufwand	gering
Fächer	Physik
Durchführungsdauer/Zeitaufwand	1 Unterrichtsstunde, 1 Doppelstunde, Projektarbeit, Projektwoche, unterrichtsbegleitend
Zielgruppe	Klassenstufen 5–6 und Oberstufe
Themengebiet	Akustik (5–6); Schwingungen und Wellen (Oberstufe)
Ziele	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Schülerinnen und Schüler vergleichen die Entstehung von Schall bei unterschiedlicher Tonhöhe und Lautstärke.</li><li>◆ Schülerinnen und Schüler beschreiben die Entstehung und Ausbreitung von Schall mithilfe des Wellenbildes.</li><li>◆ Schülerinnen und Schüler erklären den Dopplereffekt mithilfe der hier vorgestellten interaktiven Web-Anwendung.</li></ul>
Kompetenzbereiche	Suchen und Verarbeiten: 1.2.1 Problemlösen und Handeln: 5.4.1

### ► Warum ist das nützlich?

Die Nutzung einer interaktiven Web-Anwendung im Kontext der Akustik, in Ergänzung zu realen Experimenten, ermöglicht den Schülerinnen und Schülern eine aktive Auseinandersetzung mit dem Thema auf unterschiedliche Art und Weise. Reale Experimente zur Schallentstehung, zur Schallausbreitung, zum Schallempfang oder auch zum Dopplereffekt besitzen ein hohes Maß an Glaubwürdigkeit, und die Phänomene können von Lernenden direkt akustisch erfahren werden. Da jedoch die zugrundeliegenden Erklärungen im Bereich der Entstehung und Ausbreitung von Schallwellen durch Dichteschwankungen der Luft in realen Experimenten nicht veranschaulicht werden können, ist eine weiterführende Auseinandersetzung unumgänglich. Die interaktive Web-Anwendung ermöglicht in diesem Fall, weiterhin analog zum Realexperiment, die Beeinflussung wichtiger Parameter und fördert die Eigeninitiative der Schülerinnen und Schüler. Gleichsam beinhaltet die Web-Anwendung jedoch durch die Berücksichtigung von Visualisierungen und physikalischen Modellen weitere Elemente, die für das Verständnis der Phänomene notwendig sind.

## Vorwissen

- ▶ **Technisches Vorwissen** Intuitive Bedienung der interaktiven Web-Anwendung – kein spezifisches technisches Vorwissen notwendig
- ▶ **Fachliches Vorwissen** Einführung in die Akustik durch die Themen Schallentstehung, Schallausbreitung und Schallempfang sowie Vertiefung durch das Thema Dopplereffekt – kein spezifisches fachliches Vorwissen notwendig

## Ausstattung

### ▶ Geräte und Materialien

Geräteanzahl	Betriebssystem	Gerätetyp
<ul style="list-style-type: none"> <li>⊘ nur Lehrkraft</li> <li>✓ 1 Gerät pro Gruppe (2er Gruppe)</li> <li>✓ 1:1-Ausstattung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ iOS</li> <li>✓ Android</li> <li>✓ Windows</li> <li>✓ macOS</li> <li>✓ Linux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Smartphone mit Gyroskop</li> <li>✓ Tablet</li> <li>✓ Notebook</li> <li>✓ Desktop-PC</li> </ul>

**Benötigt werden** Tablet, Notebook oder Desktop-PC mit Internetzugang.

### ▶ Software

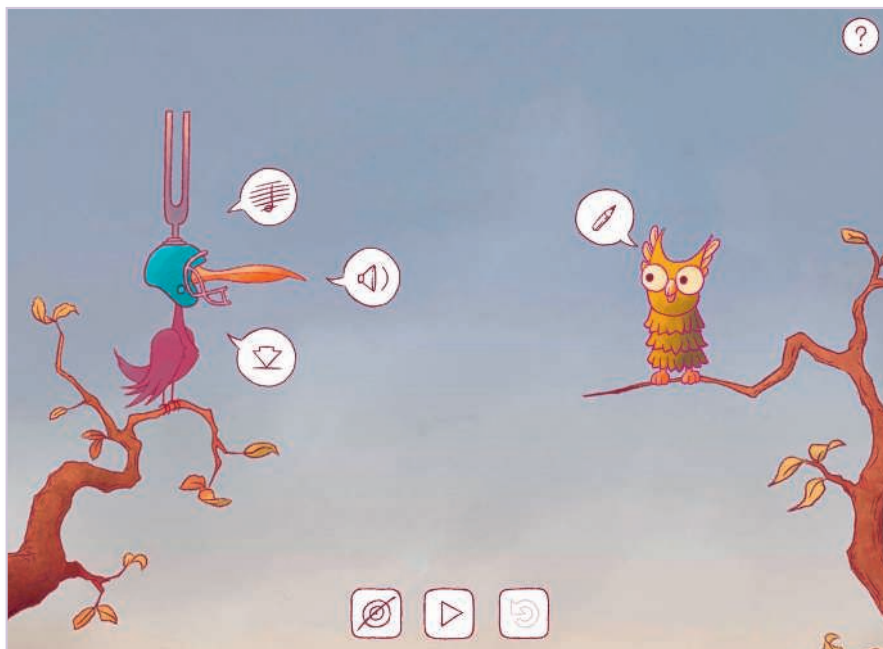
App bzw. Programm	Kosten	Kompatibilität	Funktion	Internet benötigt?
Interaktive Web-Anwendung zur Akustik	kostenlos	iOS, Android, Windows, macOS, Linux		dauerhaft

## Einsatz im Unterricht

### ► Wie geht das?

Starten Sie als Lehrkraft die interaktive Web-Anwendung (Screenshot siehe Abb. 1) in einem beliebigen Browser auf einem ebenfalls beliebigen Gerät über den unten aufgeführten Link. Zunächst zeigt der Startbildschirm jedem Lernenden über das Hilfemenü die Funktionalität sowie die Bedienelemente. Durch einen Klick auf eine beliebige Stelle der Benutzeroberfläche startet die eigentliche Anwendung. Bei Bedarf kann das erklärende Hilfemenü über den Button „?“ zu einem beliebigen Zeitpunkt wieder aufgerufen werden. Die interaktive Web-Anwendung beinhaltet folgende Funktionen:

- ◆ **Schallsender – Button „Tonhöhe“:** Wie klingt die Stimmgabel? Die Schülerinnen und Schüler wählen zwischen einem tiefen und einem hohen Ton.
- ◆ **Schallsender – Button „Lautstärke“:** Wie stark wird die Stimmgabel angeschlagen? Je nach Wahl ergibt sich ein leiser oder lauter Ton.
- ◆ **Schallsender – Button „Senderbewegung“:** Für die Phänomene der Schallentstehung und Schallausbreitung wählen die Schülerinnen und Schüler den Schallsender als unbewegt. Für ein Verständnis des Dopplereffekts bei Senderbewegung und ruhendem Empfänger können für den Schallsender zusätzlich zwei unterschiedliche Bewegungsgeschwindigkeiten ausgewählt werden.
- ◆ **Schallempfänger – Button „Graph“:** Der Schallempfänger visualisiert die empfangenen Töne auf unterschiedliche Art und Weise. Im Grundzustand wird der Schallempfänger von den empfangenen Tönen, ähnlich wie das Trommelfell im Ohr, zu Schwingungen angeregt. Zur Darstellung des Amplitudenverlaufs als erweiterter Visualisierung der empfangenen Schallwellen können die Lernenden jedoch alternativ auch den Bleistift wählen.
- ◆ **Menü – Button „Wellenbild“:** Wie lässt sich Schall visualisieren? Durch Auswahl des Buttons werden die ausgesendeten Wellenfronten zusätzlich zum akustischen Signal dargestellt (Maxima: durchgezogene Linie, Minima: gestrichelte Linie).
- ◆ **Menü – Button „Start/Pause“:** Die Schülerinnen und Schüler starten nun die Anwendung, optional auch erst nach Auswahl der Parameter, und haben die Möglichkeit, die Animation zu jedem beliebigen Zeitpunkt zu stoppen, um die visualisierten Vorgänge genauer zu betrachten.
- ◆ **Menü – Button „Zurück“:** Der Button ermöglicht zu jedem Zeitpunkt den Neustart der Anwendung und eine neue Auswahl der Parameter.



▲ Abb.1 Screenshot der interaktiven Web-Anwendung zur Akustik

- ▶ **Wie kann ich das in meinen Unterricht übertragen?**

Der Unterricht beginnt jeweils mit Schülerexperimenten zur Schallentstehung, zur Schallausbreitung oder zum Schallempfang bzw. in höheren Jahrgangsstufen zum Dopplereffekt. Auch eine Betrachtung der Funktionsweise des Ohres ist möglich. Dabei setzen die Schülerinnen und Schüler sich mit den Phänomenen auseinander und analysieren bereits den Einfluss unterschiedlicher Parameter. Wie beeinflusst die Form einer Stimmgabel den Ton? Wie verändert sich der Ton bei unterschiedlich starkem Anschlag? Wie wirkt sich eine Veränderung der Geschwindigkeit auf die beim Dopplereffekt wahrgenommene Tonveränderung aus? Diese Fragestellungen lassen sich zunächst experimentell untersuchen. Nachfolgend ermöglichen die Grundfunktionen der interaktiven Web-Anwendung einen Transfer in die digitale Welt. Hierbei untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Phänomene weiter selbsttätig und nutzen dabei die zusätzlichen Visualisierungen der Web-Anwendung. Zudem können spielerisch erfahrbare Aspekte der Web-Anwendung auch rückwirkend durch reale Experimente überprüft werden.
- ▶ **Was muss ich beachten?**

Die Web-Anwendung beinhaltet auditive Informationen. Bei zu großer Lautstärkeentwicklung im Klassenraum empfiehlt es sich, dass die Schülerinnen und Schüler bei der Arbeit mit der Web-Anwendung Kopfhörer tragen. Im Falle des Dopplereffekts, den die meisten aus ihrem Alltag von der Sirene eines Krankenwagens kennen, entspricht der Schallsender dem Martinshorn und der Schallempfänger dem menschlichen Ohr. In der Web-Anwendung nehmen zwei Vögel mit Stimmgabel bzw. Hörrohr die Rollen von Schallsender und -empfänger ein, sodass der Bezug zwischen diesen Stellvertretern und der Realsituation im Vorfeld klar dargestellt werden sollte.

## Material für den Unterricht

- ▶ **Interaktive Web-Anwendung zur Akustik**

Die interaktive Web-Anwendung zu Schallentstehung, Schallausbreitung, Schallempfang und zum Dopplereffekt findet sich unter [www.physikkommunizieren.de/digital/doppler](http://www.physikkommunizieren.de/digital/doppler).
- ▶ **Arbeitsblätter**

Um den Einsatz der interaktiven Web-Anwendung zur Akustik im Unterricht zu vereinfachen, finden sich begleitende Arbeitsblätter unter [www.physikkommunizieren.de/realdigital](http://www.physikkommunizieren.de/realdigital).

**Anmerkung:** Das Konzept der interaktiven Web-Anwendung zum Dopplereffekt wurde im Rahmen des Seminars „Reale und digitale Repräsentationen im Physikunterricht“ im Wintersemester 2017/18 an der Universität Münster von den Studierenden Andra Baumgart, Johanna Fasselt, Julia Schröer, Knut Laumen und Hendrik Schlaak unter Leitung von Philipp Wichtrup und Daniel Laumann entwickelt. Die Realisierung erfolgte durch Matthias Ries (grafisches Konzept, Animation, Illustration) und Stefan Denecke (Programmierung).

Weitere Informationen und Materialien finden Sie unter: [www.mint-digital.de/unterrichtsidee](http://www.mint-digital.de/unterrichtsidee)