



# Lärmbelastung



Maria Dobkowska · Dionysis Konstantinou · Marco Nicolini  
Anna Maria Pavlou · Volker Smit



## 1 | Zusammenfassung

Es geht um die Erstellung einer Lärmkarte des Schulumfeldes, basierend auf den Messungen der Schüler und dem Austausch der Ergebnisse zwischen Schülern aus verschiedenen Ländern.<sup>1</sup>

- ▶ **Stichwörter:** Lärmbelastung, Akustik, Dezibel, Klang, Kraft, Druck, Energie und Druck von Klängen, Amplitude, Oszillation, Resonanz, Wellen, Gleichungskurven, Dezibelskala, Logarithmen, Dateimanagement, Tabelle, Kurven, Gesundheit, Ohr und Gehör, Stressphysiologie, Resonanz am menschlichen Körper, Karten im kleinen Maßstab, GPS-Punkte zur Kartenerstellung
- ▶ **Fächer:** Umweltwissenschaft, Physik, Mathematik, Informations- und Kommunikationstechnologien, Biologie, Geografie
- ▶ **Altersgruppe der Schüler:** 12–19 Jahre
- ▶ **Altersgruppe 12–14:** Umfrage, Messung von Geräuschpegeln, qualitative Analyse, Erstellung von Kurven im Hinblick auf das Gesundheitsproblem
- ▶ **Altersgruppe 15–19:** Umfrage, Messung von Geräuschpegeln, qualitative und quantitative Analyse, Erstellung von Kurven, Besprechung von Lärm im Zusammenhang mit physiologischem Stress und Wohlbefinden (Gesundheitsproblematik)
- ▶ **Android-Apps:** Decibel Meter, Sound Meter
- ▶ **iOS-Apps:** Decibel Ultra

## 2 | Vorstellung des Konzepts

Dieses Projekt gehört zum Bereich der Umweltwissenschaften, denn Lärmpegel und Lärmbelastung sind Eigenschaften der Umwelt. Das Ziel ist es, Schüler für die Qualität der Umgebung ihrer Schule im Hinblick auf den Lärmpegel zu sensibilisieren. Das Projekt soll experimenteller Natur sein, so dass die Schüler verschiedene Ansätze testen können und ihnen u. a. die Gelegenheit zu forschend-entdeckendem Lernen geben.<sup>2</sup> Die Schüler müssen planen, wie sie bei ihrer Forschung vorgehen möchten und die Methode formulieren, nach der sie eine geografische Karte der Lärmpegel in der Umgebung ihrer Schule erstellen wollen. Sie müssen verstehen, wie man Lärm misst und wie einfach Lärm mit einem Mikrofon und einer App gemessen werden kann. Während des Arbeitsprozesses kommen den Schülern automatisch Konzepte aus den Bereichen Physik, Biologie, Mathematik, Geografie und Informations- und Kommunikationstechnik in den Sinn, die sie dann je nach Vorgehensweise, Aufgabe und Fragestellung besprechen. Wenn Ergebnisse verschiedener Schulen verglichen werden sollen, müssen die Messmethoden identisch oder zumindest sehr ähnlich sein.

### 2 | 1 Die Wissenschaft dahinter: Lärmbelastung und ihre Auswirkungen

Lärmbelastung ist ein großes Problem in der modernen Gesellschaft. Sie wirkt sich stark auf die Gesundheit fast jedes Menschen aus. Heutzutage können wir keine perfekte Ruhe

ABB.1-3 Screenshots: Decibel Meter, Decibel Ultra, Sound Meter



mehr erfahren, es sei denn, wir begeben uns in einen schallichten Raum oder (bei Windstille) in die Wüste. Wenn man in der Stadt lebt, hat man sich an den Hintergrundlärm rund um die Uhr gewöhnt. Unsere Ohren sind daran gewöhnt. Unsere Ohren sind aber empfindlich und wir sollten sie nicht überstrapazieren. Junge Menschen ignorieren oft die Gefahren für ihre Ohren. Konzerte, Freizeitparks und Partys sind Orte und Veranstaltungen, wo Lärm gefährliche Ausmaße annehmen kann. In diesen Situationen gibt es auch keine Lärmspitzen – die Lärmbelastung ist konstant hoch.

Darüber hinaus bringen unsere Schulen als Arbeits- und Lebensumfeld viele weitere akustische Belastungen mit sich, die kurz- und langfristige chronische Gesundheitsschäden bei Lehrern und Schülern verschärfen können.

Unser Ziel bei diesem Projekt ist es, endlich die gesamte Schulgemeinschaft auf das Lärmproblem aufmerksam zu machen. Da die Schüler der Hauptfaktor bei der Lärmbelastung sind, könnten sie auch zur Lösung des Problems beitragen.

Schüler gehen mindestens fünf Tage die Woche in die Schule und verbringen dort viel Zeit in Klassenzimmern und Pausenbereichen. Deshalb sollte der Lärmpegel in den verschiedenen Schulbereichen besonders unter die Lupe genommen werden. Die hier beschriebene Lehreinheit ermutigt Schüler dazu, Lärm- bzw. Schallpegel zu messen und zeigt ihnen einfache und kostenlose Hilfsmittel zur Überprüfung der akustischen Umwelt. In den letzten 20 Jahren ist das Thema Gesundheit an Schulen immer wichtiger geworden. Die EU hat zum Thema Lärmbelastung gemeinsame europäische Gesetze vorgelegt (<http://ec.europa.eu/environment/noise/home.htm>, letzte Aktualisierung: 22.08.2014). Lärm gehört zu den Parametern, die ein gesundes Schulumfeld gewährleisten. Um eine Untersuchung der Lärmbelastung durchzuführen, sollten die jeweiligen Verantwortlichen für Gesundheit und Sicherheit in den Schulen um Unterstützung für die Durchführung gebeten werden.

## 2 | 2 Bezug zum Lehrplan

Dieses Projekt kann auf viele verschiedene Arten in die unterschiedlichen Themen im Lehrplan jedes Landes integriert werden. Die Lehrer werden schnell Verbindungen zum eigenen Fach und zu anderen Fächern erkennen und möglicherweise fächerübergreifende Aktivitäten erkennen. Im Folgenden finden Sie einige Ideen, wie unsere internationale Gruppe an diese Aufgabe herangehen und sie mit ihrem Lehrplan verbinden würde.

## 3 | Aufgabe der Schüler

Zu Beginn sollte das Thema Lärm kurz eingeführt werden (z. B. mit dem Bild eines Arbeiters mit Gehörschutz), damit die Schüler eine Verbindung zwischen Lärmbelastung und Gesundheit herstellen. Der Grad der Anleitung der Schüler sollte von der Gruppe und dem Alter der Schüler abhängen und genug Raum für entdeckendes Lernen lassen. Die Schüleraktivitäten könnten durch folgende Fragen unterstützt werden:

- ▶ Was siehst du während der Aufnahmezeit auf dem Smartphone?
- ▶ Gibt es einen Unterschied zwischen den Sequenzen, die am selben Ort zu unterschiedlichen Zeiten aufgenommen wurden?
- ▶ Kannst du eine Abhängigkeit oder einen Zusammenhang zwischen dem Geräuschpegel und den Geschehnissen um dich herum feststellen?
- ▶ Kannst du die Abhängigkeit erklären?
- ▶ Kannst du den Durchschnitt der aufgezeichneten Werte berechnen?
- ▶ Wie erklärst du den Durchschnittswert? Liegt er nahe am Spitzenwert? Liegt er nahe am niedrigsten Wert? Warum?
- ▶ Wie könntest du eine webbasierte Karte erstellen, die deine Daten enthält?
- ▶ Würdest du negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen erwarten, die diesem Lärmpegel ausgesetzt sind? Was findest du in anderen Untersuchungen [Literatur]?
- ▶ Was könnten die kurz- und langfristigen Folgen für den menschlichen Körper sein? Könnte man solche Folgen messen?
- ▶ Wie könntest du deine Ergebnisse auf der Schulversammlung vortragen?

Natürlich gibt es noch viel mehr Fragen. Welche haben Sie?

ABB. 4 Schüler, die ihre Smartphones kalibrieren





**ABB.5 Beispiel für eine Schulkarte**

Quelle: Hellenic Cadastre & Mapping Agency S.A., <http://www.ktimatologio.gr/sites/en/Pages/Default.aspx>


**Schritte im praktischen Vorgehen:**

- ▶ Lade die erforderliche App herunter und installiere sie.
- ▶ Kalibriere die App auf allen verwendeten Smartphones.

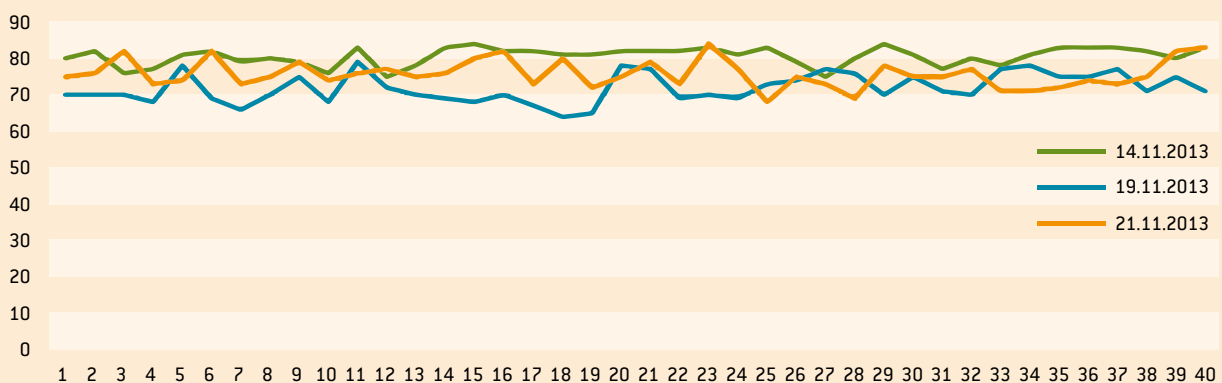
Um die Messungen innerhalb Ihrer Gruppe und zwischen verschiedenen Gruppen und verschiedenen Ländern vergleichen zu können, muss die App (iOS oder Android) auf allen Smartphones auf denselben Standard kalibriert werden. Diese Kalibrierung ist unerlässlich. Sie sollten das Problem der Kalibrierung in einer kurzen Einheit anschnitten, um die Probleme und die Bedeutung dieser Maßnahme zu erklären – wiederum je nach Altersgruppe. Die webbasierte Kalibrierung, die wir hier vorschlagen, hat den großen Vorteil, dass sie ortsunabhängig ist. Sie wurde vorgeschlagen von den Experten vom Institute of Environmental Protection des National Research Institute in Warschau, Polen. Für die Kalibrierung sind folgende Schritte durchzuführen:

- ▶ Finde einen ruhigen und friedlichen Ort (dies könnte der schwierigste Teil sein).

**ABB.6 Schüler, die außerhalb des Schulbereichs Messungen vornehmen**

**ABB.7 Schüler, die im Klassenzimmer Messungen vornehmen**


- ▶ Rufe das YouTube-Video „pink noise“ auf und nutze es als Referenz zum Kalibrieren aller Smartphones: <https://www.youtube.com/watch?v=fguGuABgm-Q>.
- ▶ Drehe die externen Lautsprecher am Computer maximal auf (Lautsprecherleistung 2–3 W).

**ABB.8 Geräuschpegeldiagramm (X-Achse: Messpunkt, Y-Achse, dB)**


- ▶ Finde heraus, wo sich das Mikrofon an deinem Smartphone befindet.
- ▶ Beginne mit der Messung dieses Geräuschs mit der App. Halte dabei 1 m Abstand zwischen Smartphone und Lautsprecher. Das Mikrofon ist zum Lautsprecher gerichtet.
- ▶ Dann sollte auf dem Smartphone-Display ein Wert von etwa 86 dB erscheinen (wenn mehr oder weniger, mit der „+/- Funktion“ der App das Mikrofon des Geräts kalibrieren).
- ▶ Wähle die Messpunkte innerhalb der Schule und/oder in der Umgebung aus.<sup>3</sup>
- ▶ Entwirf ein Protokoll und nutze es zum Notieren der Messungen.
- ▶ Einigt euch auf ein Aufnahmeverfahren innerhalb der Klasse oder des Projekts, z. B. Aufnahmeintervalle, kontinuierliche Aufnahme mit Durchschnittswerten etc.
- ▶ Veranschauliche die Daten zur Präsentation in Kurven und/oder statistischen Analysen.
- ▶ Prüfe und vergleiche deine Ergebnisse mit der Literatur.
- ▶ Ziehe Schlussfolgerungen und mach Vorschläge für Veränderungen in eurem Schulumfeld.

#### 4 | Option zur Kooperation

Ein internationaler Flashmob könnte zur selben Zeit am selben Tag organisiert werden, um die Aufmerksamkeit der Menschen auf das Problem der Lärmbelastung zu lenken und für eine gesündere Arbeitsatmosphäre in der Schule zu sorgen. Die Schüler könnten die Lärmerkennungs-App zusammen starten, ihr Smartphone hochhalten und den Geräuschpegel aufnehmen, um auf den starken Hintergrundlärm und dessen Auswirkungen auf die Gesundheit aufmerksam zu machen. Mit einiger Vorbereitung ist auch die Anwesenheit von Medien denkbar.

Ein Vergleich der in den verschiedenen Ländern erzielten Ergebnisse wäre möglich, wenn die Teilnehmer sich in vergleichbaren Lernstoffsituationen befinden.

Es wäre möglich, die Geräuschpegel im Zusammenhang mit den verschiedenen Gesetzen in den jeweiligen Ländern zu vergleichen. Welchem durchschnittlichen Lärmpegel kann man dem Gesetz nach ausgesetzt sein?

Schüler aus unterschiedlichen Schulen könnten Projektideen besprechen und Daten über Moodle, eTwinning oder andere soziale Medien teilen. Es gibt auch Apps, die Geräuschpegel mit Online-Karten wie NoiseWatch oder Geovibes verlinken.

Zuletzt könnten die Teilnehmer noch die Konsequenzen ihres Projekts diskutieren und künftige Aktivitäten vorschlagen. Es wäre besonders interessant, zu besprechen, wie die Lärmbelastung der Schüler im Schulumfeld verringert werden könnte.

#### 5 | Fazit

##### 5|1 Was sollten die Schüler aus dem Projekt lernen?

- ▶ Teilnahme an einer Schulumfrage
- ▶ Gruppenarbeit
- ▶ Sensibilisierung der Schulgemeinschaft zum Thema Lärmbelastung
- ▶ Anwendung und Gebrauch einer Smartphone-App in einem echten Schulprojekt (nicht nur zum Spaß, sondern mit Alltagsbezug)
- ▶ Verständnis für den Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und unserer Gesundheit
- ▶ Möglicherweise sogar eine Idee zur Anregung politischer Veränderungen in einer Gemeinde

##### 5|2 Persönliche Erfahrung

Der Lehrer sollte eine Art Einleitung geben, je nach Fach und Altersgruppe. Beispielsweise könnte man eine Einführung in die Grundlagen der akustischen Physik und der Klangverarbeitung im menschlichen Ohr geben. Das Beispielbild von einem Straßenarbeiter mit Presslufthammer und Gehörschutz könnte eine kontroverse Diskussion in Gang bringen. Einige glauben vielleicht, dass kein Gehörschutz nötig ist, da manche Arbeiter auch ganz ohne auskommen. Sobald die Schüler aber von der Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs erfahren, könnten sie doch zu dem Schluss kommen, dass ein Gehörschutz sinnvoll ist. Die folgenden Fragen helfen, das o. g. Bild mit der Schulsituation als Arbeitsumfeld für Schüler und Lehrer zu verknüpfen:

- ▶ Was sagt uns das Bild des Arbeiters über unser Leben im Schulumfeld?
- ▶ Hattest du schon einmal Kopfschmerzen? Wann hattest du sie?
- ▶ Was hältst du für die Ursache der Kopfschmerzen?
- ▶ Könntest du dir vorstellen, dass Lärm Kopfschmerzen verursachen kann?

Vor Beginn der Messungen war die Kalibrierung ein wichtiges Thema. Es gibt verschiedene Kalibrierungsmethoden. Zusätzlich zum o.g. Kalibrierungsverfahren kann man auch einen digitalen Schallpegelmesser verwenden, um alle Smartphones der Schüler zu kalibrieren. Wir gehen davon aus, dass unsere Ergebnisse eine recht gute Qualität haben.

Ein weiterer Aspekt, der zu erwähnen ist, ist die Geräuschverarbeitung. Jedes Gerät hat einen gewissen Schwellenwert in der Reaktionszeit. Außerdem ist diese Verarbeitungszeit zwischen verschiedenen Smartphones unterschiedlich (wahrscheinlich prozessorabhängig). Wir empfehlen, diesen Schwellenwert zu senken, indem man alle unnötigen Apps vor Beginn der Messung beendet.



Außerdem empfehlen wir, dass eine Projektgruppe dasselbe Aufnahme- und Messprotokoll verwenden sollte (z. B. alle 15 Sekunden ein Screenshot, Messung genau am gleichen Punkt, alle Smartphones gleich ausrichten). Mit manchen Apps kann man die gesamte Messung als Datei verschicken, z. B. per E-Mail oder soziale Medien. Normalerweise bleibt eine CSV-Datei für die weitere Verarbeitung auf dem Smartphone.

Für vergleichbare Studien zwischen unseren Schulen haben wir die Schüler angeleitet, um vergleichbare Ansätze zu haben.

Das Projekt wurde von den Schülern gut angenommen. Während der Arbeitsphase waren alle sehr eifrig bei der Sache, um alle möglichen Messungen durchzuführen. Sie fühlten sich besonders wichtig, da sie vom Lehrer unterschriebene Sondergenehmigungen bekommen hatten, um ihr Smartphone für die Messungen in der Schule und im Klassenzimmer zu benutzen.

Wenn man beginnt, Lärm in den höheren Klassen einer weiterführenden Schule zu messen, dann sollten vorher Logarithmen bekannt sein, damit die Schüler die Dezibelskala und die Abhängigkeit des wahrgenommenen Lärms vom erzeugten Lärm verstehen. Es ist auch hilfreich, den Schülern das Konzept *Zero Noise* vorzustellen und aufzuzeigen, wie wir ständig – rund um die Uhr – Hintergrundgeräuschen ausgesetzt sind.

Eine Einleitung zum menschlichen Hörspektrum und zur menschlichen Geräuschwahrnehmung, und wie diese durch Hintergrundgeräusche beeinträchtigt werden, ist ein guter Anfang für die Diskussion. Die Verknüpfung mit anderen Disziplinen wie Medizin und Recht wäre möglich. Eine Einführung zum logarithmischen Weber-Fechner-Gesetz zur menschlichen Wahrnehmung ist auch ein guter Einstieg.

## Fußnoten

- 1 Da die Lärmquelle stärkeren Lärm verursacht, konzentrieren wir uns hier auf die Person, die den Lärm wahrnimmt, und nutzen die SI-Einheit dB bei der Aufnahme.
- 2 Forschend-entdeckendes Lernen betont konstruktivistische Lernvorstellungen, nach denen Wissen, insbesondere sozialbasiertes Wissen, aus Erfahrung und einem Prozess heraus entsteht. Basierend auf dieser Vorstellung lernt man am besten in Teamarbeit oder in Gruppen. Der Fortschritt und die Lernergebnisse werden allgemein danach beurteilt, wie gut die Schüler experimentelle und analytische Fähigkeiten entwickeln und oft auch danach, wie gut sie in Gruppen arbeiten [[http://de.wikipedia.org/wiki/Entdeckendes\\_Lernen](http://de.wikipedia.org/wiki/Entdeckendes_Lernen)].
- 3 Einige Beispielorte, die man untersuchen könnte:
  - ▶ die Schulaula während der Pause
  - ▶ Korridor und Treppenhaus während der Pause
  - ▶ ein Klassenzimmer während des Unterrichts/in der Pause
  - ▶ Turnhalle
  - ▶ Schulkantine
  - ▶ Bibliothek
  - ▶ Schulhof während sportlicher Betätigung/bei Spielen
  - ▶ Straßen in der Nachbarschaft der Schule
  - ▶ Schwimmhalle.



# Impressum

## Entnommen aus

iStage 2 - Smartphones im naturwissenschaftlichen Unterricht erhältlich in Deutsch und Englisch [www.science-on-stage.de/istage2](http://www.science-on-stage.de/istage2)

## Herausgeber

Science on Stage Deutschland e.V.  
Poststraße 4/5  
10178 Berlin

## Revision und Übersetzung

TransForm Gesellschaft für Sprachen- und Mediendienste mbH  
[www.transformcologne.de](http://www.transformcologne.de)

## Text- und Bildnachweise

Die Autoren haben die Bildrechte für die Verwendung in dieser Publikation nach bestem Wissen geprüft und sind für den Inhalt ihrer Texte verantwortlich.

## Gestaltung

WEBERSUPIRAN.berlin

## Illustration

tacke -atelier für kommunikation  
[www.ruperttacke.de](http://www.ruperttacke.de)

## Bestellungen

[www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de)  
[info@science-on-stage.de](mailto:info@science-on-stage.de)

Zur besseren Lesbarkeit wurde auf die Verwendung der weiblichen Form verzichtet. Mit der männlichen Form ist auch stets die weibliche Form gemeint.

Creative-Commons-Lizenz: Attribution  
Non-Commercial Share Alike



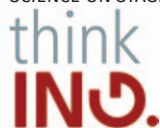
1. Auflage 2014

© Science on Stage Deutschland e.V.



THE EUROPEAN NETWORK FOR SCIENCE TEACHERS

HAUPTFÖRDERER VON  
SCIENCE ON STAGE DEUTSCHLAND



Die Initiative für  
Ingenieurnachwuchs

Ermöglicht durch



## Science on Stage – The European Network for Science Teachers

... ist ein Netzwerk von Lehrkräften für Lehrkräfte aller Schularten, die Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) unterrichten.  
... bietet eine Plattform für den europaweiten Austausch anregender Ideen und Konzepte für den Unterricht.  
... sorgt dafür, dass MINT im schulischen und öffentlichen Rampenlicht steht.

Science on Stage Deutschland e.V. wird maßgeblich gefördert von think ING., der Initiative für den Ingenieurnachwuchs des Arbeitgeberverbandes GESAMTMETALL.

## Machen Sie mit!

### [WWW.SCIENCE-ON-STAGE.DE](http://WWW.SCIENCE-ON-STAGE.DE)

Newsletter: [www.science-on-stage.de/newsletter](http://www.science-on-stage.de/newsletter)

[www.facebook.com/scienceonstagedeutschland](http://www.facebook.com/scienceonstagedeutschland)

[www.twitter.com/SonS\\_D](http://www.twitter.com/SonS_D)

Science on Stage Deutschland ist Mitglied in Science on Stage Europe e.V.

### [WWW.SCIENCE-ON-STAGE.EU](http://WWW.SCIENCE-ON-STAGE.EU)

[www.facebook.com/scienceonstageeurope](http://www.facebook.com/scienceonstageeurope)

[www.twitter.com/ScienceOnStage](http://www.twitter.com/ScienceOnStage)

