



**Lärm**

## Werkstatt

**Anregungen zur Bildungsarbeit**

Schall – Hören – Lärm – Gesundheit – Lärminderung

## Impressum

### Herausgeber:

Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW (NUA)  
Postfach 101051, 45610 Recklinghausen  
Tel.: 02361 305-0, Fax: 02361 305-3340  
E-Mail: [poststelle@nua.nrw.de](mailto:poststelle@nua.nrw.de), Internet: [www.nua.nrw.de](http://www.nua.nrw.de)

Die NUA ist eingerichtet im Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes NRW (LANUV). Sie arbeitet in einem Kooperationsmodell mit den vier anerkannten Naturschutzverbänden zusammen (BUND, LNU, NABU, SDW).

### Entstanden im Rahmen des Projektes „NRW wird leiser“, [www.nrw-wird-leiser.de](http://www.nrw-wird-leiser.de).

Teile des Abschnitts „Theoretische Hintergründe“ sowie einzelne Stationen sind angelehnt an die Unterrichtsmappe „Lärm macht krank!“ des Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark, Brockmanngasse 53, A-8010 Graz, [www.ubz-stmk.at](http://www.ubz-stmk.at).

**Redaktion, Konzeption:** Tilman Abresch, Dietmar Schruck  
**Redaktionelle Mitarbeit:** Thomas Przybilla  
**Autoren (alphabetisch):** Tilman Abresch, Jaqueline Bersch, Dr. Andrea Kainz, Dr. Uwe Kozina, Christian Lammer, Elisabeth Martini, Johann Ofner, Dietmar Schruck, Rudolfine Wolfbauer  
**Layout:** Tilman Abresch

**Bilder:** Jacob Wackerhausen/iStock/Thinkstock (Titelbild), alexluengo/iStock/Thinkstock (Seiten 7, 75), Tilman Abresch/gemeinfrei (Seiten 8, 9 oben, 19, 20, 97/99: oben-mitte, unten-rechts, mitte, mitte-rechts, unten-links, unten-mitte), TEMA AG (Seiten 9 unten, 12, 14 unten, 95, 101), dominiquechappard/gemeinfrei (Seite 11), Hartmut Ising und Barbara Kruppa (Seiten 14 oben, 125, 127), forestgreen/gemeinfrei (Seite 15), Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (Seite 18), Rakowski/Stone/gemeinfrei (Seite 63), High Contrast (Wikimedia) CC BY 3.0 de (Seiten 97/99 oben-links), Conrad Nutschan (Wikimedia) CC BY-SA 3.0 (Seiten 97/99 oben-rechts), Dmitrijs Dmitrijevs/Hemera/Thinkstock (Seiten 97/99 mitte-links), Umweltbus LUMBRICUS (Seite 107), Landesarbeitsgemeinschaft AGENDA 21 NRW e.V. (Seite 113)

**Illustrationen:** Jutta Montenbruck (S. 25, 27, 29, 31, 35, 37, 39, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 69, 73, 79, 87)

1. Auflage 2016



# Vorwort

## Liebe Lehrerinnen und Lehrer, liebe Umweltbildnerinnen und Umweltbildner,

Lärm ist allgegenwärtig — ob auf der Straße, in der Schule, zu Hause oder in der Freizeit. Die Beeinträchtigungen durch Lärm sind dabei vielfältig und reichen von der Einschränkung der Konzentrationsfähigkeit und Schlafstörungen bis zu Hörschäden. Kinder und Jugendliche sind, wie wir alle, sowohl Verursacherinnen und Verursacher von Lärm, als auch „Lärmopfer“ — etwa wenn der Lärmpegel im Klassenraum konzentriertes Arbeiten erschwert oder sie nicht verstehen können, welche Antwort eine Mitschülerin oder ein Mitschüler gegeben hat. Betroffen sind sie ebenfalls, wenn durch zu lautes und zu langes Musikhören über Kopfhörer oder in Discotheken bereits bleibende Innenohrschäden entstehen.

Die Bekämpfung negativer Lärmfolgen beginnt mit der Bildung eines eigenen Bewusstseins für die Entstehung von Lärm: Erst wenn (zu) laute Schallpegel als Problem erkannt werden und ein Verständnis dafür geschaffen ist, warum ein leiseres Arbeitsumfeld in der Schule allen nützt, kann ein eigener Antrieb entstehen, zu einer Lärmreduzierung beizutragen.

Diese Sammlung an Arbeitsmaterialien soll dazu beitragen, den Weg dorthin zu gestalten.

Wir wünschen viel Erfolg!

Die Redaktion



# Inhalt

## Theoretische Hintergründe

Im Abschnitt „Theoretische Hintergründe“ sind die wichtigsten Hintergrundinformationen für Lehrkräfte zusammengefasst – zum Einlesen in das Thema oder auch zum Nachschlagen einzelner Aspekte.

<b>Das Ohr: Hör- und Gleichgewichtsorgan .....</b>	<b>6</b>
Anatomie — der Aufbau des menschlichen Ohres .....	6
Der Hörvorgang .....	6
<b>Schall.....</b>	<b>8</b>
Schalldruckpegel .....	9
Resonanz .....	9
Ausbreitung von Schall .....	9
Töne, Klänge und Geräusche .....	10
Ultraschall und Infraschall .....	10
<b>Lärm .....</b>	<b>11</b>
Auswirkungen von Lärm auf den Menschen.....	11
Lärm-O-Meter .....	12
Non-aurale Schäden .....	13
Hörschäden .....	13
Jugendliche: Hörschäden durch Kopfhörer? .....	15
Wann sollte man den Ohrenarzt aufsuchen? .....	15
Arten von Lärm .....	16
Lärminderung und Lärmvermeidung .....	18
<b>Messen von Schall und Lärm.....</b>	<b>19</b>

## Praktische Anregungen

Dieser Abschnitt widmet sich praxisnahen Programmideen zu den verschiedenen Themen. Auf Seite 21 bis 24 findet sich eine **Übersicht über alle Stationen/Experimente/Projekte**. Hieraus geht u.a. hervor, welcher Programmvorschlag für welche Altersgruppe geeignet ist, wie viel Zeit eingeplant werden muss und für welche Gruppenform/Gruppengröße der Vorschlag geeignet ist. Der „**Fragenpool**“ liefert Anregungen, die zum Erstellen von Quizfragen oder Testfragen genutzt werden können. Unter „**Gestaltungsvorschläge**“ stehen zwei Beispielkonzepte, wie sich unterschiedliche Programmvorschläge kombinieren lassen.

<b>Übersicht über Stationen / Experimente / Projekte .....</b>	<b>21</b>
Stationen, Experimente, Projekte im Detail.....	ab Seite 25

**Fragenpool** ..... 115

**Gestaltungsvorschläge** ..... 117

Gestaltungsvorschlag Primarstufe ..... 117

Gestaltungsvorschlag Sekundarstufe I ..... 119

## **Anhang**

**Anknüpfungspunkte an die Kernlehrpläne NRW** ..... 121

**Empfehlungen für Internetseiten mit weiteren Informationen, Materialien, Arbeitshilfen** ..... 123

**Anschauungsmaterial zu lärmbedingten Innenohrschäden** ..... 125

Bild von gesunden Haarsinneszellen ..... 125

Bild von stark geschädigten Haarsinneszellen ..... 127



# Das Ohr: Hör- und Gleichgewichtsorgan

## Anatomie - der Aufbau des menschlichen Ohres

Unser Ohr ist in drei Bereiche unterteilt:

<b>Äußeres Ohr:</b>	Ohrmuschel und Gehörgang
<b>Mittelohr:</b>	Paukenhöhle mit den Gehörknöchelchen
<b>Innenohr:</b>	Schnecke (eigentliches Sinnesorgan) Vorhof (Lagesinn) Bogengänge (Bewegungssinn)

### Äußeres Ohr

Die Ohrmuschel besteht, mit Ausnahme des Ohr läppchens, aus Knorpelmasse. Sie hat eine flache Trichterform und sammelt Schallwellen, die sie an den Gehörgang (2,5-3,5 cm – ungefähr so lang wie eine Stecknadel) weiterleitet. Die Haut des Gehörgangs besitzt Haare und Talgdrüsen; diese bilden zusammen mit Hautschuppen und Pigment das Ohrschmalz.

Das Trommelfell ist ein gespanntes trichterförmiges Häutchen mit ca. 9-10 mm Durchmesser an der längsten Stelle. Die Größe entspricht ca. einem Fingernagel des kleiner Fingers. Die Dicke beträgt 0,1 mm.

### Mittelohr

Das Mittelohr ist ein mit Luft gefülltes Hohlraumssystem. In der Paukenhöhle befinden sich die drei Gehörknöchelchen, die durch Gelenke miteinander verbunden sind: Hammer, Amboss und Steigbügel. Sie dienen der Übertragung und Verstärkung der Schallwellen, die vom Trommelfell kommen. Der Hammer, das erste Gehörknöchelchen am Weg der Schallwellen zum Innenohr, ist direkt am Trommelfell angewachsen und nimmt dadurch die Schwingungen von diesem direkt auf.

Der Steigbügel, das letzte Gehörknöchelchen, grenzt an das ovale Fenster (Beginn der Schnecke) und somit werden die Schwingungen auf das Innenohr übertragen.

Über die Eustachische Röhre (auch Ohrtrumpete oder Tuba genannt) ist das Mittelohr mit dem Nasen-Rachenraum verbunden; sie dient der Belüftung der Paukenhöhle und zum notwendigen Druckausgleich.

### Innenohr

Das Innenohr besteht aus der Schnecke, dem eigentlichen Hörorgan, und dem Vorhofbogengangsystem, dem Gleichgewichtsorgan. Das Innenohr ist nicht, wie das äußere Ohr und das Mittelohr, mit Luft gefüllt, sondern mit einer klaren Flüssigkeit.

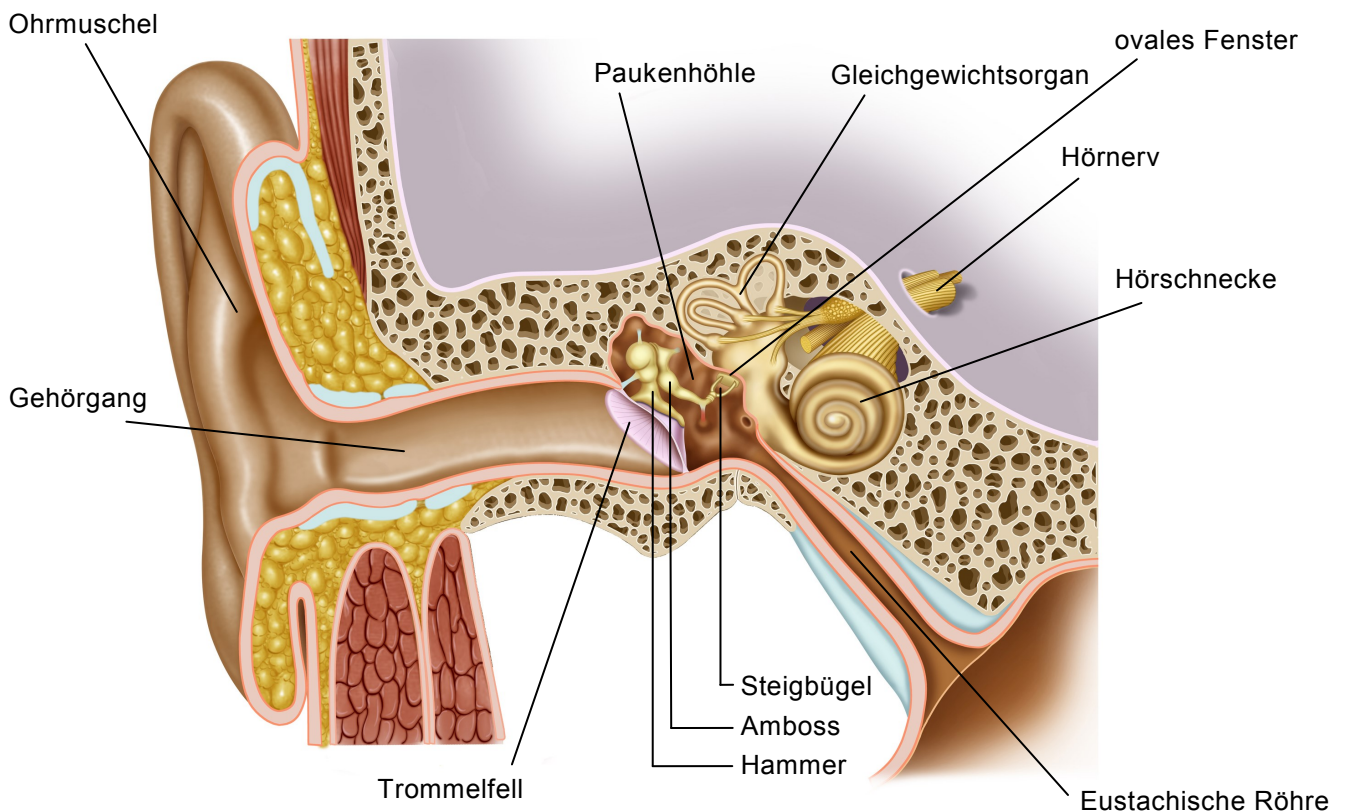
Das Gleichgewichtsorgan besteht aus:

- zwei Vorhofsäckchen - mit Sinneszellen für die Aufnahme gradliniger Beschleunigungsreize
- drei Bogengängen - Empfangsorgan für Rotationsbeschleunigung

Das eigentliche Hörorgan wird Hörschnecke genannt und ist etwa so groß wie eine Erbse. Diese besteht aus ca. 2,5 Windungen eines „Rohres“. In der Hörschnecke befindet sich die Basilarmembran. Hier sind die Sinneszellen eingebettet. Diese tragen an ihrem oberen Ende feinste Härchen und am unteren Ende setzen die Fasern der Hörnerven an. Über den Härchen liegt die Deckenmembran, die mit den Sinneshärchen in Verbindung steht und somit imstande ist, die Sinneszellen durch schwingende Bewegungen zu erregen.

## Der Hörvorgang

Die Ohrmuschel sammelt die Schallwellen, die zum Ohr gelangen und leitet sie an den Gehörgang und



das Trommelfell weiter, das nun in Schwingung versetzt wird. Die Schwingungen werden direkt vom Trommelfell auf die Gehörknöchelchen übertragen. Die miteinander verbundenen Gehörknöchelchen haben eine Hebelwirkung, wodurch eine Verstärkung der Schallwellen stattfindet. Vom Steigbügel werden die Schallwellen über das ovale Fenster ans Innenohr weitergeleitet und dabei wieder verstärkt. Dies geschieht auf Grund der im Vergleich zum Trommelfell viel kleineren Fläche des ovalen Fensters.

Verstärkungen der Schallwellen im Ohr:

- Gehörgang ca. doppelte Verstärkung
- Gehörknöchelchen 2-3fache Verstärkung
- ovales Fenster 20-25fache Verstärkung

Vom ovalen Fenster werden die Schwingungen auf die Flüssigkeit in der Hörschnecke übertragen. Die Basilarmembran wird an bestimmten Stellen (je nach Tonhöhe und Tonstärke) in Schwingung versetzt, wodurch die Härchen der Sinneszellen durch die darüber liegende Deckenmembran abgelenkt werden. Die Hörsinneszellen wandeln diese me-

chanischen Reize in bioelektrische Impulse um, welche über den Hörnerv ans Hörzentrum (Großhirnrinde) geleitet werden, wodurch wir dann schlussendlich hören. Wir verfügen über jeweils rund 15.000 Sinneszellen in den beiden Hörschnecken.

Nicht das Auge, sondern das Ohr ist das sensibelste Sinnesorgan des Menschen. Es ist das wichtigste Warnsystem und 100 mal empfindlicher als das Auge. Wäre das Ohr nur ein wenig empfindlicher, würden wir nicht nur die Luftdruckschwankungen von Schallwellen wahrnehmen, sondern auch die ungeordneten Wärmebewegungen der Luftmoleküle „im Ohr haben“. Würde nichts ihn stören oder überdecken, könnten wir einen Ton von 1 Watt Schallleistung noch aus über 500 km Entfernung hören.

Doch sensibel sind unsere Ohren nicht nur hinsichtlich der Stärke des Reizes. Außerordentlich fein ist vor allem ihr Unterscheidungsvermögen – die Differenzierung:

- von Schallstärken bis zu einem Viertel Dezibel
- von Tonhöhen bis zum Fünfzigstel eines Halbtons
- von Richtungen der Schallquelle bis zu drei Winkelgrad
- vom zeitlichen Eintreffen des Schallsignals (30 Millisekunden sind unterscheidbar)
- von Klangfarben d.h. dem Zusammenspiel von Grund- und Obertönen, u.a.m.

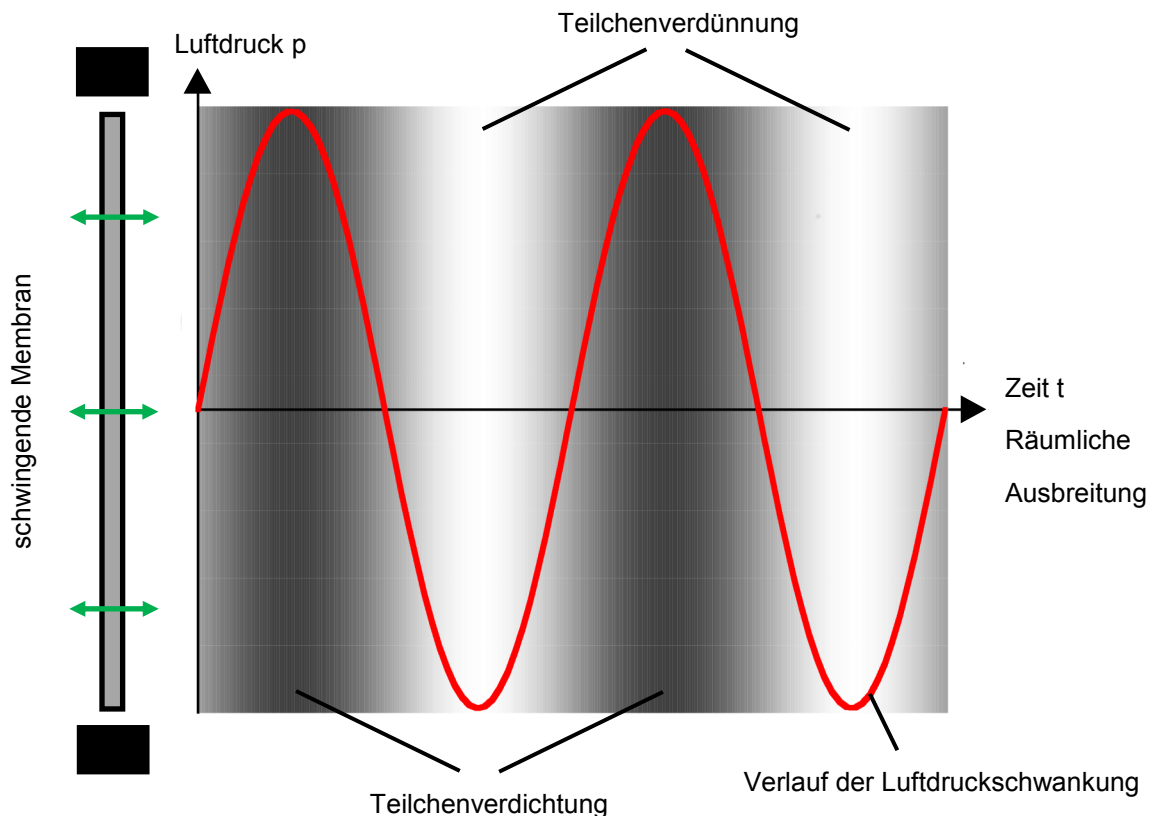
## Schall

Schall breitet sich in Form von Wellen im gasförmigen, flüssigen oder festen Medium (z.B.: Luft, Wasser, Eisen) aus. Die Energieübertragung erfolgt durch zwischenmolekulare Kräfte wie z. B. Druckdifferenzen in Luft oder Spannungsdifferenzen in flüssigen und festen Medien. Im Vakuum ist dies nicht möglich!

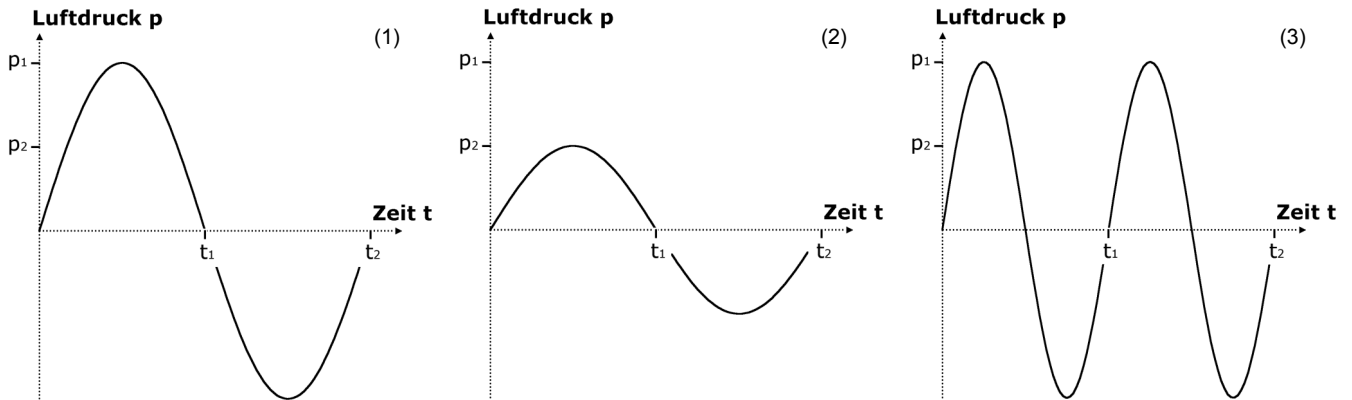
Die Ausbreitungsgeschwindigkeit steigt mit der Dichte und der Temperatur des Mediums (ungefähre Angaben):

- in Luft (bei 20 °C): 340 m/s (1224 km/h)
- in Meerwasser: 1500 m/s (5400 km/h)
- in Holz: 3000-5000 m/s (10800-18000 km/h)
- in Eisen: 5000 m/s (18000 km/h)

Die auftretenden Verdichtungen und Verdünnungen des Schallträgers entstehen durch regelmäßige oder unregelmäßige Schwingungen eines Schallerregers, z.B. Stimmgabel, Saite, Stimmbänder, Lautsprechermembran (siehe Abbildung), oder wie bei z.B. Blasinstrumenten und Hupen durch direkte periodische Anregung des Schallträgers.







Verschiedene Töne im Vergleich: Schallwelle 1 ist lauter als Schallwelle 2, da Schallwelle 1 eine höhere Amplitude (maximale Auslenkung) hat. Schallwelle 3 ist höher als Schallwelle 1, da Schallwelle 3 eine höhere Frequenz hat (mehr Schwingungen pro Sekunde).

## Töne, Klänge und Geräusche

Töne entstehen durch regelmäßige Schwingungen eines Schallerregers. Die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde bestimmt die Höhe des Tons und wird Frequenz genannt. Je höher der Ton desto höher auch die Frequenz. Sie wird mit Hilfe der Einheit „Hertz“ (Hz) gemessen:

- 1 Hz = 1 Schwingung pro Sekunde
- 1 kHz = 1.000 Schwingungen pro Sekunde

Ein Klang entsteht durch Überlagerung eines Grundtones durch seine Obertöne. Letztere sind Töne, deren Frequenzen ganzzahlige Vielfache der Grundtonfrequenz sind. Das Anstreichen einer Saite zum Beispiel erzeugt keinen reinen Ton, sondern einen Klang.

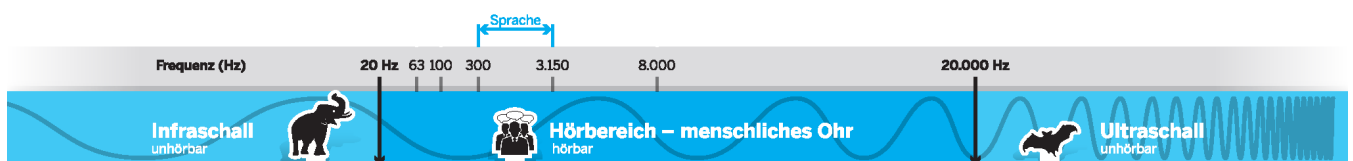
Allgemein entstehen Geräusche durch Überlagerung unregelmäßiger Schwingungen unterschiedlicher Frequenzen. Ein Knall z. B. wird durch sehr kurz andauernde, unregelmäßige Schwingungen sehr hoher Amplituden ausgelöst.

## Ultraschall und Infraschall

Der Hörbereich des jungen, gesunden Menschen reicht von ca. 20 Hz bis 20.000 Hz. Im Alter sinkt die Hörgrenze stark nach unten (ein 40-jähriger Mensch kann nur noch Frequenzen bis ca. 15.000 Hz hören).

Unter 20 Hz liegt der Bereich des Infraschalls. Elefanten, Bartwale, aber auch Tauben „unterhalten“ sich in diesem Frequenzbereich.

Über 20.000 Hz liegt der Ultraschall. Vor allem kleinere Tiere verwenden Ultraschall, etwa die Fledermaus orientiert sich mit Hilfe des Ultraschalls. Aber auch für uns Menschen ist der Ultraschall wichtig, er wird bei medizinischen Untersuchungen, zur Vernichtung von Krankheitserregern, von Schiffen zum Auffinden von Fischschwärmen oder einfach zum Brillenreinigen verwendet.



## Schalldruckpegel

Unser Gehör erstreckt sich über einen außerordentlich großen Schalldruckbereich – ein Verhältnis von mehr als einer Million zu eins. Die Schallmessung wird meist über eine Druckmessung durchgeführt, der Schalldruckpegel wird in der Einheit Dezibel (dB) ausgedrückt. Da die Angabe des Drucks wegen der hohen Zahlen unhandlich wäre, ist das Dezibel eine logarithmische Größe, die das Verhältnis zwischen dem gemessenen Druck und einem Referenzwert angibt. Der Schalldruckpegel berechnet sich nach folgender Formel:

$$L = 10 \cdot \log \left( \frac{p_1^2}{p_0^2} \right) \text{ dB} = 20 \cdot \log \left( \frac{p_1}{p_0} \right) \text{ dB}$$

Hierbei ist  $p_1^2$  der quadrierte Effektivwert (der quadratische Mittelwert einer zeitlich veränderlichen Messgröße) des zu messenden Schalldrucks und  $p_0^2$  das Quadrat des Bezugsschalldrucks von  $20 \mu\text{Pa}$  ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ).

Das menschliche Ohr nimmt sehr tiefe und sehr hohe Frequenzen leiser wahr als mittlere Frequenzen. Um eine an den menschlichen Hörvorgang angepasste Messgröße zu bekommen, werden Frequenzbewertungsfilter verwendet, meistens die A-Bewertung. Dies wird bei Angabe des Schalldruckpegels durch eine Zusatzkennzeichnung kenntlich gemacht: dB(A) oder dB<sub>A</sub>.

Ein Geräusch im mittleren Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 10 kHz wird als doppelt so laut empfunden, wenn dieses um 10 dB(A) erhöht wird. Als eine Veränderung des Geräusches wird meist ein Unterschied von 3 dB erkannt. Der Lautstärkeumfang des menschlichen Gehörs reicht von 0 dB (Hörschwelle) bis 130 dB (Schmerzgrenze). Da der Schalldruckpegel eine logarithmische Skala hat, erhöht sich der Gesamtpegel bei einer Addition von zwei gleichen Schallquellen nur um 3 dB:

$$80 \text{ dB} + 80 \text{ dB} = 83 \text{ dB}$$

$$65 \text{ dB} + 65 \text{ dB} = 68 \text{ dB}$$

$$0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} = 3 \text{ dB}$$

Zwei Geräusche, die gerade an der Hörschwelle liegen, sind zusammen schon hörbar: der Schalldruck ist ja nicht Null, wenn der Schalldruckpegel Null ist.

## Resonanz

Schwingungsfähige Systeme haben eine charakteristische Schwingungsfrequenz, die als Eigenfrequenz bezeichnet wird. Bei schwach gedämpften Systemen führt eine Anregung mit der Eigenfrequenz zu einer deutlich verstärkten Schwingung des angeregten Systems. Auch lassen sich schwingungsfähige Systeme im Bereich ihrer Eigenfrequenz besonders leicht zu Schwingungen anregen.

## Ausbreitung von Schall

Bei der Ausbreitung von Schall kommt es zu Brechung, Beugung und Reflexion. Brechung ist die Richtungsänderung durch eine Geschwindigkeitsänderung in einem anderen Medium. Bei Beugung entsteht die Richtungsänderung durch ein Hindernis (Spalt, Gitter, Linsenrand, etc.). Durch Reflexion werden Schallwellen von einer Oberfläche zurückgeworfen. Je nach Art der Oberfläche gilt entweder das Reflexionsgesetz oder es kommt zu einer Streuung ohne Vorzugsrichtung (bei rauen Oberflächen).

Zusätzlich wirken aber noch ganz andere Faktoren auf die Schallausbreitung:

- Schallquellentyp (Punkt oder Linie)
- Länge des Ausbreitungsweges
- Atmosphärische Absorption
- Wind
- Temperatur und Temperaturänderung
- Hindernisse wie Lärmschutzwände und Gebäude
- Bodenabsorption
- Feuchte
- Niederschlag

# Lärm

Lärm ist eine subjektive Einschätzung - für jeden Menschen führen unterschiedliche Geräusche zu anderen Lärmempfindungen. Lärm ist nicht messbar, nur Schall ist messbar! Schallereignisse werden dann als Lärm bezeichnet, wenn sie eine bestimmte Lautstärke erreichen und das Wohlbefinden stören. Dabei hat jeder Mensch auch seine eigene „Schallgrenze“.

Das „Lärm-O-Meter“ auf der nächsten Seite gibt genauer Auskunft über Schallquellen, deren unterschiedliche Schallpegel und die Gefährdung der Gesundheit.



## Auswirkungen von Lärm auf den Menschen

Die Auswirkungen von Lärm auf unseren Körper sind sehr weitreichend. Es wird zwischen Schäden am Hörorgan (auralen Schäden, z.B. Lärmschwerhörigkeit oder Tinnitus) und non-auralen Schäden, also Schäden am Gesamtorganismus unterschieden.

In der EU fühlen sich 25 % der Menschen durch Lärm belästigt, 5 bis 15 % leiden dabei unter erheblichen lärmbedingten Schlafstörungen. Dies hat auch Auswirkungen auf unsere Wirtschaft: Hauspreisverfall, Arztkosten, Flächennutzungsmöglichkeiten, Arbeitszeit, etc. In der EU liegt der jährliche volkswirtschaftliche Schaden bei 13-38 Milliarden Euro! Die Experten des Vereins Deutscher Ingenieure schätzen, dass akustische und visuelle Störungen die Leistungsfähigkeit von Mitarbeitern um 20 bis 30 Prozent senken.

Die subjektive Störung durch Lärm hängt ab sowohl von messbaren physikalischen Größen als auch von individuellen Faktoren.

Messbare Größen sind:

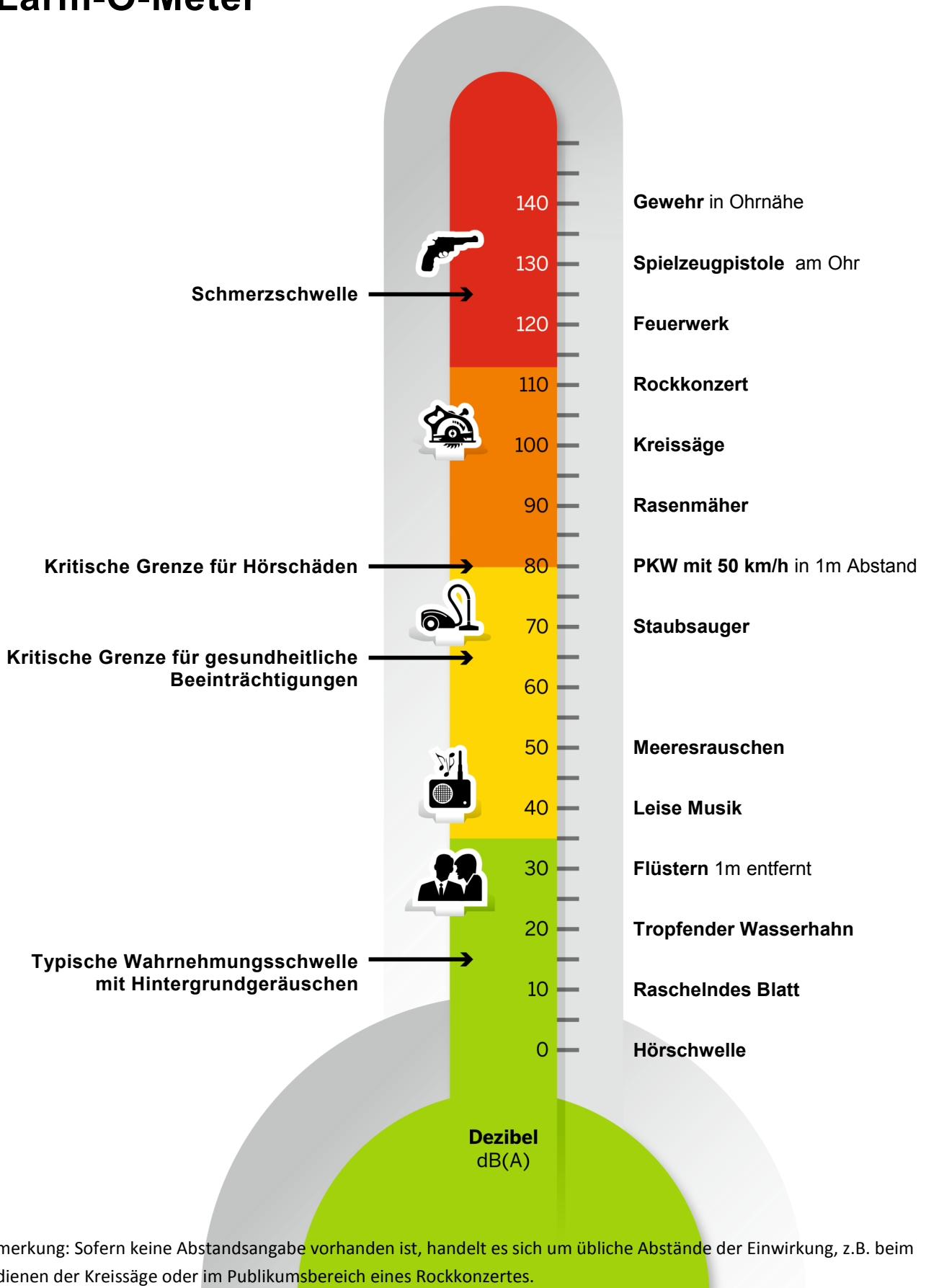
- Schalldruckpegel: die Stärke des Schalldrucks
- Tonhöhe: Hohe Töne werden häufig als unangenehmer empfunden.
- Tonhaltigkeit: Einzelne tonale Komponenten im Geräusch erhöhen die wahrgenommene Lautstärke.
- Impulshaltigkeit: Impulshaltige Geräusche (z.B. Hämmern) werden als unangenehmer empfunden, im Vergleich zu gleichmäßigen Geräuschen.

Die Informationshaltigkeit sorgt oft für eine erhöhte Störwirkung, da die Aufmerksamkeit auf das Geräusch gelenkt wird — z. B. bei Gesprächen oder Lautsprecherdurchsagen.

Weitere Faktoren sind:

- Dauer, Häufigkeit und Tageszeit des Auftretens
- Einstellung zum Geräusch (persönliche Bewertung)
- Tätigkeit während der Geräuscheinwirkung (z.B. konzentriertes Arbeiten, Schlafen)
- Gesundheitszustand (physisch, psychisch)
- Gewöhnung

# „Lärm-O-Meter“



Bemerkung: Sofern keine Abstandsangabe vorhanden ist, handelt es sich um übliche Abstände der Einwirkung, z.B. beim Bedienen der Kreissäge oder im Publikumsbereich eines Rockkonzertes.

## Non-aurale Schäden

Die Lärmauswirkungen, die nicht das Ohr betreffen, beziehen sich auf drei Bereiche des Menschen:

- das Zentralnervensystem (Schlafstörungen, Leistungs- und Konzentrationsschwäche)
- die Psyche (Reizbarkeit, Aggressivität, etc.)
- das Vegetativum (Blutdruck, Herzschlag, Verdauung, Atmung, etc.)

Unter Lärmeinfluss wird der Ausstoß von den Stresshormonen Adrenalin und Noradrenalin erhöht. Diese bewirken:

- Erhöhung der Herzfrequenz und des Blutdruckes
- Erhöhung des Blutzuckerspiegels
- Erhöhung des Gesamtcholesterins
- Schlafstörungen wie erschwertes Einschlafen, mehrmaliges Aufwachen oder schlechtere Schlafqualität
- Kommunikationsstörungen
- Konzentrationsschwierigkeiten
- Minderung des psychischen und sozialen Wohlbefindens
- Leistungsminderung
- Depressionen, Ängste, Magengeschwüre, Verdauungsstörungen, usw.

Vor allem wer länger und regelmäßig Lärm ausgesetzt ist, muss mit negativen Auswirkungen rechnen.

Eine Kommunikation ist bei einem Abstand zwischen Sprecher und Hörer von 1 m bei folgenden durchschnittlichen Schallpegeln noch möglich:

- bei ca. 35 dB: ungestörte Kommunikation
- bis zu 45 dB: noch ausreichende Verständlichkeit
- bis zu 65 dB: mit lauterer Stimme ausreichende Verständlichkeit

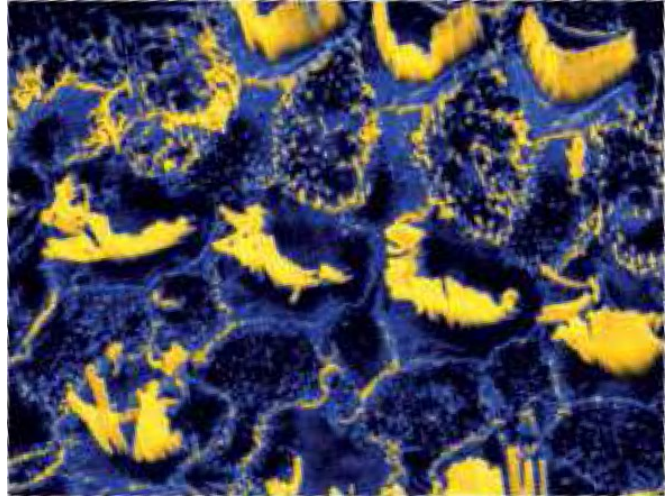
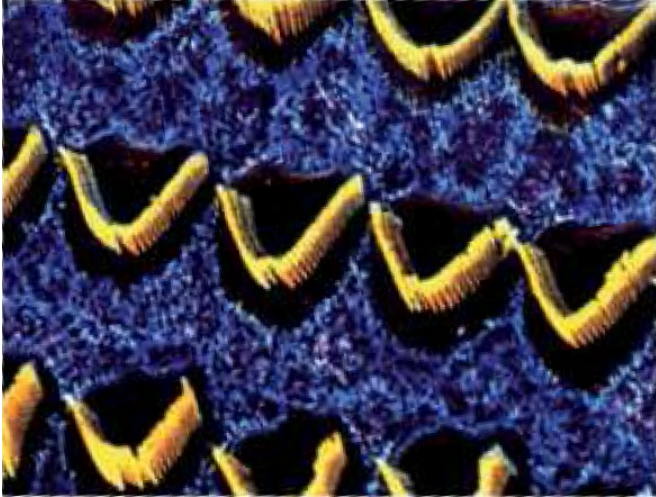
## Hörschäden

Werden die Hörsinneszellen durch hohe Schallpegel (ab 80 dB(A)) mechanisch überbeansprucht, nehmen sie Schaden. Die Sinneshärchen (Mikrovilli, auch „Stereozilien“ genannt) brechen ab, knicken um oder verkleben. Bei höheren Werten (110-120 dB) können sie auch schon nach kurzer Zeit absterben und stehen damit nicht mehr zur Verfügung. Dieser Vorgang ist medizinisch nicht heilbar und unumkehrbar!

Ein weiterer Grund für Hörschäden liegt in der Durchblutung: Wie alle Organe unseres Körpers ermüden auch die Sinneszellen bei starker Beanspruchung. Diese Erschöpfung kommt dadurch zustande, dass der Sauerstoffverbrauch der Hörsinneszellen größer ist als der Sauerstofftransport durch das Blut.

Die Ermüdung durch starken Lärm bewirkt, dass diese nicht mehr so empfindlich sind; sie senden erst bei stärkerem Reiz ein elektrisches Signal. Die Hörschwelle für einzelne Frequenzen wird angehoben und das Hörvermögen verschlechtert sich, das heißt, ein Ton muss entsprechend lauter sein, um gehört zu werden. Die Haarzellen können sich aber erholen, das Hörvermögen bildet sich in einer lärmfreien Zeit mehr oder weniger vollständig zurück. Die Hörschwellenverschiebung war also zunächst nur vorübergehend. Wir sprechen dann von einer „zeitweiligen Hörschwellenverschiebung“ (TTS - temporary threshold shift).

Tritt nun eine neue Lärmbelastung auf, ehe die alte TTS vollständig abgeklungen ist, so addieren sich die Einwirkungen. Es ergibt sich eine höhere TTS. Hörzellen, die häufig überbelastet werden (ab 85 dB), gehen zugrunde, das heißt, sie erholen sich immer weniger und viele sterben ab. Es entsteht schließlich eine „bleibende Hörschwellenverschiebung“ (PTS - permanent threshold shift). Diese kann sich sogar bis zu fünf Jahre nach der Lärmeinwirkung immer wieder verschlechtern (ohne zusätzliche Lärmeinwirkung).



Gesunde (links) und stark beschädigte (rechts) Haarsinneszellen

Bei 6% der Lärmschwerhörigen tritt ein Tinnitus-Ohrgeräusch auf. Dies ist meist ein Sausen, Piepsen oder Summen, das von der betroffenen Person ständig gehört wird. Ursachen dafür sind Lärmschäden, Hörstürze, Drehschwindel oder auch einfach „nur“ Stress. Im Akutfall ist sofort der Arzt aufzusuchen, da dieses Symptom nur frühzeitig behandelbar ist.

Ursachen für Hörschäden:

- zu starker und/oder zu langandauernder Lärm (häufigste Ursache): häufig durch zu lauten Musikgenuss oder durch die Benutzung von lauten Geräten und Maschinen ohne Gehörschutz
- Impulslärm: Explosionen, Schläge, etc. können in kürzester Zeit ein „akustisches Trauma“ verursachen
- Schläge gegen die Schläfen: harte Schläge gegen das Schläfenbein können das Innenohr erschüttern und ähnlich wie Lärm die Sinneshärchen zerstören; Brüchen oder Rissen im Innenohr kann lebenslange Taubheit folgen
- Vibrationen: ständige Vibrationen (Erschütterungen) können das Gehör mehr schädigen, als von der Lärmentwicklung her vermutet wird (z.B. bei Fischern: Motorlärm und ständiges Vibrieren am Schiff)

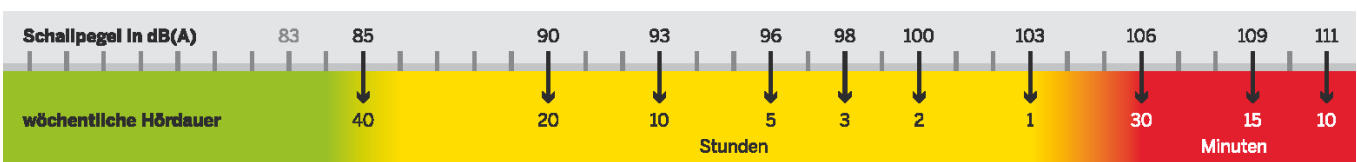
Der Grad einer Hörschädigung ist abhängig von:

- Dauer der Exposition („Zeit des Einwirkens“)
- Intensität des Lärms (und des Frequenzspektrums)
- Dauer der Lärmpausen

Lärmäquivalente zeigen sehr schön, dass es nicht nur wichtig ist, sich keinem allzu lauten Schall auszusetzen. Auch die Dauer der Exposition spielt eine wichtige Rolle. Die folgende Grafik zeigt, ab welcher Einwirkdauer bei welchem Schalldruckpegel mit Hörschäden gerechnet werden muss.

**Audiobeispiele für Hörschäden** finden Sie auf den Seiten der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV:

<http://www.dguv.de/ifa/fachinfos/laerm/ gehoerschaeden-und-ihre-folgen/index.jsp>



## Jugendliche: Hörschaden durch Kopfhörer?

Portable Audiogeräte wie MP3-Player, Smartphone und Co. sind aus dem Alltag fast nicht mehr wegzudenken. Kaum jemand möchte auf die mobile Musikbegleitung per Kopfhörer oder Ohrstöpsel verzichten. Besonders für Jugendliche ist die Dauerbeschallung auf Schritt und Tritt selbstverständlich.

Der mobile Musikgenuss ist heute nicht nur bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen normal. Auch unsere Kleinsten fangen immer früher an, über Kopfhörer Musik und Hörbücher zu hören oder Spiele zu spielen – schon 45 % der 6 – 13-jährigen besitzen einen MP3-Player, mit zunehmendem Alter wächst diese Zahl.

Gesundheitlich macht es keinen Unterschied, ob es Popmusik und Klassik oder Verkehrs- und Baustellenlärm „auf die Ohren gibt“. Für die Ohren ist jedes laute Geräusch schädlich.

Frei nach dem Motto „Laute Musik ist cool“ drehen viele Menschen, die über Kopfhörer Musik hören, die Geräte oft sogar bis zum Anschlag auf. Dabei gibt es viel Spielraum nach oben. Bei tragbaren Audiogeräten, die der DIN EN 60950-1 genügen, liegt die Obergrenze bei 85 dB(A). Diese Grenze kann vom Nutzer selbst auf 100 dB(A) verändert werden. Untersuchungen zeigen, dass dieser Grenzwert oft noch überschritten wird. Mit einem Schallpegel von 90 – 110 dB(A) sind mobile Audiogeräte damit für das Ohr ähnlich laut wie Kettensägen oder Motorräder.

Diese Dauerberieselung mit lauter Musik bleibt nicht ohne Folgen. Das menschliche Ohr kann Lärm dieser Größenordnung nur begrenzte Zeit verkraften. Die Folge sind ernste Gesundheitsschäden. Besonders betroffen sind junge Menschen. Nicht nur weil sie sehr häufig mobile Audiogeräte nutzen, sondern auch, weil das junge Gehör besonders empfindlich ist. Berichte von Ärzten und

verschiedene Untersuchungen zeigen, dass Jugendliche zunehmend an Hörschäden und Tinnitus-Symptomen leiden.

Dem Ohr ist es egal, ob laute Musik über Kopfhörer kommt oder aus Lautsprechern. Auch laute Musikbeschallung in der Disco, beim Konzert oder anderswo tut ihm nicht gut. Ein vierstündiger Discobesuch belastet das Gehör so stark wie eine Lärmbeschallung mit 90 dB(A) am Arbeitsplatz in einer 40-Stunden-Woche. Für einen Arbeitsplatz mit dieser Belastung ist ein Gehörschutz vorgeschrieben, aber in der Disco und beim Konzert sind die Ohren weitestgehend ungeschützt. Schützen kann man sich, indem man den Abstand zu den Lautsprechern vergrößert. Jede Verdoppelung



des Abstandes verringert die Lautstärke, die am Ohr ankommt um 6 dB(A). Weitere Mittel sind ein Hörschutz (z. B. Ohrstöpsel) und die zeitliche Begrenzung auf ein Maß, welches das Ohr vertragen kann.

## Wann sollte man den Ohrenarzt aufsuchen?

- Wenn man plötzlich auf einem oder beiden Ohren wesentlich schlechter als sonst oder gar nichts mehr hört. Eine Verbesserung ist am ehesten erreichbar, wenn man noch am selben Tag einen Ohrenarzt aufsucht.
- Wenn man Ohrgeräusche (Rauschen, Summen, Pfeifen, etc.) wahrnimmt.
- Wenn man schlechter bzw. undeutlich hört – z.B. wenn man beim Telefonieren Hörprobleme hat oder den Fernseher lauter stellt als es andere Personen tun.
- Wenn einem die Ohren wehtun.
- Wenn man andere öfter bitten muss, das Gesagte zu wiederholen.
- Wenn einem Gespräche mit vielen Menschen schwer fallen bzw. es schwierig ist mit lauterem

Hintergrundgeräuschen einem Gespräch zu folgen.

- Wenn ein Hörtest (Audiogramm) eine Hörverminderung zeigt.

## Arten von Lärm

Man kann Lärm in folgende Kategorien einteilen:

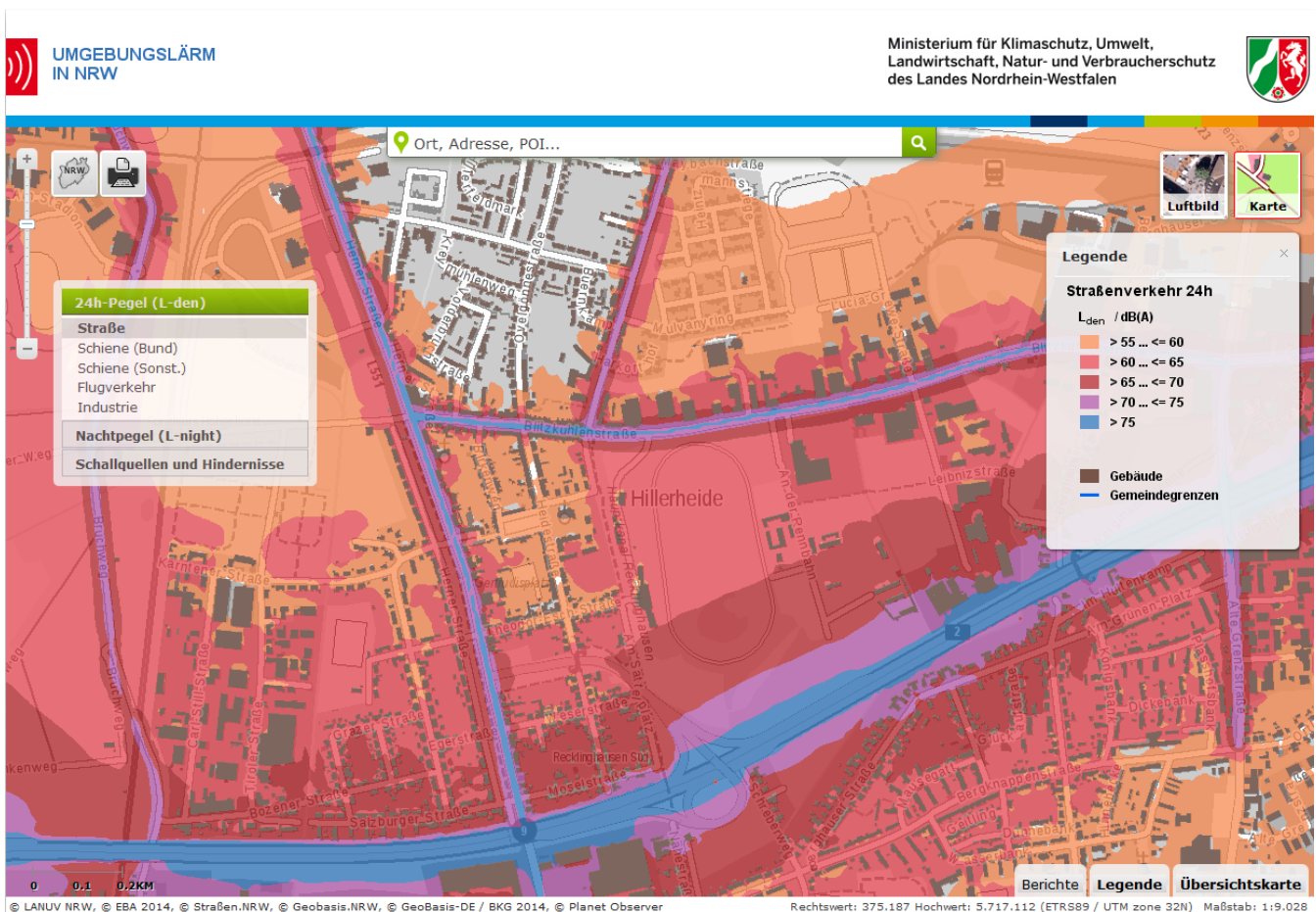
### Umgebungsärm

- Verkehrslärm: Lärm, der durch Verkehr aller Art anfällt (Straßenverkehr, Flugzeuge, Züge, etc.).
- Industrie- und Gewerbelärm: Lärm, der durch Industriebetriebe, Handwerksbetriebe oder Gaststätten entsteht, aber auch der Lärm, der durch Discos oder andere Veranstaltungen entsteht, die gewerblich betrieben werden, zählt dazu.
- Baulärm: Lärm, der durch gewerbliche Baustellen entsteht, auch wenn diese in privaten Anlagen (von einer Firma) durchgeführt werden.

### Freizeit-, Nachbarschaftslärm u. Ä.

- Sport- und Freizeitlärm: Lärm, der an Freizeitanlagen entsteht (Spielplätze, Hallenbäder, Sportplätze, etc.).
- Nachbarschaftslärm: Alle Geräusche, die von privaten Personen in der Nachbarwohnung oder im Garten verursacht werden (Parties, Musik hören, Fernsehen, Staubsaugen, Rasenmähen, etc.).

Lärm geht seinen Weg von der Schallquelle (Ort der Emission) über einen von der Umgebung bestimmten Übertragungsweg (Transmission) bis zum Ort der Einwirkung (Immission). Für die Lärmverminderung kann in allen drei Bereichen angesetzt werden, um eine Verbesserung zu erzielen. Wird die Emission oder Transmission vermindert, spricht man von **aktivem Lärmschutz** (z.B. Lärmschutzwände, Tempo-30-Zonen, Leiserstellen der Musikanlage). Eine Minderung der Immission nennt man **passiven Lärmschutz**. Hierzu zählen



Lärmkarte des NRW-Umweltministeriums — über [www.umgebungslaerm-kartierung.nrw.de](http://www.umgebungslaerm-kartierung.nrw.de) können Sie Lärmkarten abrufen.



z. B. Lärmschutzfenster oder die Verwendung von Gehörschutz.

Für unterschiedliche Arten von Lärm gelten unterschiedliche Regelwerke mit unterschiedlichen Grenzwerten.

### Umgebungsärm

Die Belastung durch Verkehrslärm wird über ein komplexes Verfahren berechnet. Hierzu werden Verkehrszählungen durchgeführt; auch die Topografie der Umgebung spielt eine große Rolle.

Ziel der Berechnung ist es, großflächige Lärmkarten erstellen zu können, die einen Überblick über die Lärmbelastung durch den Verkehr geben ohne dass andere Lärmquellen mitgemessen werden.

Die Lärmkartierung erfolgt im Rahmen der EU-Umgebungsärm-Richtlinie. Basierend auf den Ergebnissen der Kartierung erfolgt unter Mitwirkung der Öffentlichkeit eine Lärmaktionsplanung, die Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung der Lärmbelastung beschreibt.

Lärm von z. B. Gewerbe und Industrieanlagen wird in Genehmigungsverfahren prognostiziert. Messungen erfolgen zur Überprüfung der Prognose oder im Beschwerdefall.

### Freizeit-, Nachbarschaftslärm u. Ä.

Hier gelten verschiedene Regelwerke, die — abhängig von der Lärmquelle — konkrete Grenzwerte und Nutzungseinschränkungen für unterschiedliche Situationen und Tageszeiten festlegen (z. B. Begrenzung des Gebrauchs von lauten Geräten wie Rasenmähern, Laubbläsern u. Ä. auf bestimmte Zeiträume).

### Grenzwerte

Immissionsrichtwerte sind abhängig von dem geltenden Regelwerk. In der nachfolgenden Tabelle sind beispielhaft zulässige Gewerbe- und Industrieimmissionen (Regelwerk: TA Lärm) aufgeführt. Die in der Tabelle aufgeführten Werte beziehen sich auf einen Beurteilungspegel, in dessen Berechnung die tatsächlichen oder möglichen Einwirkzeiten eingehen. Diese Werte können nicht direkt mit einem Schallpegelmessgerät ermittelt, sondern müssen berechnet werden.

Immissionsgrenzwerte für den Straßenverkehr gibt es nur für neu zu bauende Verkehrswege oder wesentliche Änderungen von öffentlichen Straßen. Die zum Schutz der Nachbarschaft einzuhaltenden Immissionsgrenzwerte finden sich in der unteren Tabelle.

Gebiet	tags	nachts
Gewerbegebiet	65 dB(A)	50 dB(A)
Mischgebiet	60 dB(A)	45 dB(A)
Wohngebiet allgemein	55 dB(A)	40 dB(A)
Wohngebiet rein	50 dB(A)	35 dB(A)

Zulässige Gewerbe- und Industrieimmissionen nach TA Lärm

Gebiet	tags	nachts
Gewerbegebiet	69 dB(A)	59 dB(A)
Mischgebiet	64 dB(A)	54 dB(A)
Wohngebiet allgemein	59 dB(A)	49 dB(A)
Wohngebiet rein	59 dB(A)	49 dB(A)

Immissionsgrenzwerte Straßenverkehr (Neubau oder wesentliche Änderung öffentlicher Straßen)

## Lärminderung und Lärmvermeidung

Neben öffentlichen Maßnahmen wie planerischen Vorgaben, gesetzlichen Regelwerken, Bau von Lärmschutzwänden u. Ä. kann auch Jede und Jeder selbst maßgeblich zu einer Lärminderung beitragen. Hier geht es insbesondere um ein rücksichtsvolles und sensibles Verhalten — gegenüber Nachbarn und anderen potentiell Betroffenen, aber auch gegenüber dem eigenen Gehör. Möglichkeiten gibt es viele:

- Wege zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurück zu legen, mindert Lärm.
- Vorausschauendes, niedertouriges und rücksichtsvolles Autofahren ist nicht nur leiser, sondern auch benzinsparender. Neue Autoreifen haben im Rahmen des EU-Reifen-Labels eine Kennzeichnung, wie „lärmarm“ sie sind.
- Gartenpflege mit handbetriebenen Werkzeugen (z. B. Laub rechen statt Laubbläser); bei motorgetriebenen Geräten möglichst auf Elektroantrieb setzen.
- Nacht- und Ruhezeiten einhalten; im Zweifelsfall den Dialog mit den Nachbarn suchen.
- Radio, Fernsehen und Musik nur auf Zimmerlautstärke hören.
- Musik über MP3-Player / Smartphone nicht zu laut und zu lange hören. Pausen machen.
- Auf Konzerten oder in der Disco Abstand von den Lautsprechern halten und regelmäßig Pausen machen (nach draußen gehen). Am besten Ohrstöpsel tragen.
- Feuerwerkskörper nie in der Nähe von Menschen zünden.



Jährlich findet der „International Noise Awareness Day“, der internationale „Tag gegen Lärm“ statt. Jede und jeder kann mitmachen.

Infos finden Sie unter [www.tag-gegen-laerm.de](http://www.tag-gegen-laerm.de).



# Messen von Schallpegeln

Lärm kann nicht gemessen werden, da er subjektiv ist und ihn jeder Mensch anders bewertet. Was gemessen werden kann ist der Schalldruckpegel. Bei der Messung selbst sollten bestimmte Punkte beachtet werden, um brauchbare Ergebnisse zu bekommen:

- Messgerät hoch vom Körper weg halten (Jackenrascheln und andere ungewollte Störgeräusche werden dadurch minimiert)
- Während der Messung keine Geräusche machen (Husten, Nase putzen, kichern, sprechen, mit dem Anorak rascheln, ...)! Im Zweifelsfall noch mal neu messen!
- Umgebungseinflüsse (reflektierende Hauswände, Witterung / Regen / Wind, ...) haben einen Einfluss auf die Messung. Daher sollten bei Messungen alle erkennbaren Messbedingungen im Umfeld dokumentiert werden: Zeit, Beschreibung des Ortes, Art des Bodens, Beschreibung der Schallquelle / der Schallquellen, Anzahl der Messungen, Windstärke, Windrichtung, etc.

Folgende Schallpegel sind wichtige Ergebnisse von Messungen, die auch für Vergleiche und weitere Auswertungen von Bedeutung sind:

- **Aktueller Messwert:** Der im Moment des AbleSENS aktuelle Messwert, der nur den Schalldruck in diesem exakten Moment wiedergibt.
- **Energieäquivalenter Dauerschallpegel:** Ein gesamtes Schallereignis mit schwankendem Pegel wird durch den A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel beschrieben. Dieser ist

gleichbedeutend mit dem Schallpegel, der bei ununterbrochener Andauer den gleichen Energieinhalt aufweist wie das Ereignis mit schwankendem Schallpegel und gleicher Dauer.

- **Maximalpegel:** Der höchste, während der Messzeit auftretende, A-bewertete Schalldruckpegel
- **Minimalpegel:** Der niedrigste, während der Messzeit auftretende, A-bewertete Schalldruckpegel



Handelsübliches günstiges Schallpegelmessgerät

Der Energieäquivalente Dauerschallpegel kann mit vielen einfachen Messgeräten leider nicht gemessen werden. Als Alternative ist es sinnvoll, bei ungleichmäßigen Geräuschen (leichte Schwankungen der Messwerte auf den Geräten) folgendermaßen vorzugehen:

- Messgerät auf „fast“ stellen
- Messwerte beobachten: um welchen Messwert schwankt die Anzeige?

Dies liefert keine genauen Ergebnisse, aber gibt eine reale Situation besser wieder als ein einzelner Zufallsmesswert.

Einstellung Fast / Slow: Die Zeitbewertung erfolgt bei zeitlich schwankendem Schallpegel zur Mittelung des Messwerts. Die eingestellte Zeitbewertung beeinflusst die Trägheit des angezeigten oder gemessenen Pegelverlaufes. Im Bereich des Immissionsschutzes wird ausschließlich die Zeitkonstante „Fast“ (125 ms) verwendet.

## Nutzung von Smartphones als Schallpegelmessgerät

Auch diverse Smartphone-Apps bieten die Möglichkeit zur (etwas ungenaueren aber für unsere

Zwecke durchaus brauchbaren) Schallpegelmessung. Genannt sei hier die App „earaction“ des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit, aber es gibt auch zahlreiche weitere Apps (Suchwort: „sound meter“).

Steht ein „richtiges“ Schallpegelmessgerät zur Verfügung, ist es sinnvoll, die Pegelmessung über die Smartphone-App zu kalibrieren. Hierzu benötigt man einen gleichmäßigen Dauerton und möglichst keinerlei Hintergrundgeräusche. Die Messwerte von Smartphone und Schallpegelmessgerät werden verglichen und die Werte des Smartphones über die App angepasst, bis beide Geräte den gleichen Schallpegel anzeigen.



Professionelle und Semi-Professionelle Geräte. Mit dem rechten Gerät kann auch der energieäquivalente Schallpegel über einen Zeitraum bestimmt werden.

# Übersicht über Stationen / Experimente / Projekte

Station	Thema	Alter	Schwierigkeitsgrad	Teilnehmende	Dauer	Hinweise	Seite
Schall sichtbar und fühlbar machen	Schall	alle	anpassbar, ggf. anleiten und Hintergrund nur grob erläutern	5 - 30 (je nach Raumgröße)	ca. 10 Minuten	Aus Platzgründen evtl. besser außerhalb des Klassenraumes durchführen.	25
Lautstärke/ Amplitude und Tonhöhe erlebbar machen	Schall	ab 5. Klasse	anpassbar, ggf. anleiten	5 - 30 (je nach Raumgröße)	ca. 15 Minuten	Aus Platzgründen evtl. besser außerhalb des Klassenraumes durchführen.	27
Schallkanone	Schall	alle	leicht, ggf. fertig gebastelte "Kanone" mitbringen	1-5 Pers. oder Einzelne aus der Gruppe als Demonstration	ca. 5 Minuten	Achtung: abgeschnittene Flaschen sind oft Ursache für Schnittwunden! Kerze / Feuer nur unter Aufsicht verwenden! Vorsicht!	29
Stimmgabel im Wasser	Schall	alle	einfach	Einzelne aus der Gruppe	1 min pro Schüler/in	Am besten geht es mit einer möglichst großen Stimmgabel - falls in der Schule nicht vorhanden, lohnt es sich bei Händlern für Experimentierbedarf für Schulen oder auch bei Onlineauktionen zu schauen.	31
Körperschall	Schall	alle	leicht	Einzelne aus der Gruppe	1 min pro Schüler/in		33
Bechertelefon	Schall	alle	leicht	einzelne Paare aus der Gruppe	ca. 3 Minuten pro Paar		35
Kleiderbügelglocke	Schall	ab 3. Klasse	leicht	Einzelne aus der Gruppe	ca. 2 min pro Schüler/in		37
Schiffstelefon	Schall	alle (bei Erweiterung ab ca. 5. Klasse)	leicht	einzelne Paare aus der Gruppe	2-5 min pro Paar		39
Faustregeln zum Schalldruckpegel	Schall	ab 5. / 6. Klasse	mittel	1-2 Personen	10-15 Minuten		41

Station	Thema	Alter	Schwierigkeitsgrad	Teilnehmende	Dauer	Hinweise	Seite
Rechnen mit Schalldruckpegeln	Schall	abhängig von Schulform, Rechnen mit Logarithmus nötig	anspruchsvoll	1-2 Personen	ca. 15 Minuten, je nach Wissensstand		43
Schall-dämmung	Schall / Lärm	ab 3./4. Klasse	mittel	1-5 Personen	10-15 Minuten		47
Hohe und tiefe Töne	Schall / Musik	alle	leicht	1-5 Pers. oder Einzelne aus der Gruppe als Demonstration	ca. 1 min		49
Gummi-Gitarre	Schall / Musik	alle	leicht	1-5 Pers. oder Einzelne aus der Gruppe als Demonstration	3-5 min		51
Flaschen-orchester	Schall / Musik	alle	leicht	1-10 Personen	5-10 min	Vorsicht vor Glasbruch / Schnittverletzungen	53
Meeres-schnecke	Schall / Musik	alle	leicht (Hintergrund in der vollen Tiefe schwieriger)	Einzelne	ca. 1 min		55
Lauschen	Hören	alle	einfach	gesamte Gruppe	ca. 5 Minuten		57
Künstliches, vorübergehendes Taubsein	Hören	variabel	einfach	1 Person	30 Minuten bis 1,5 Stunden	Manchen Menschen wird dabei schlecht, da das Gleichgewichtsorgan (limbisches System) betroffen ist; daher vorher abfragen, ob Kandidat psychisch und kreislaufmäßig stabil ist	59
Finger-alphabet	Hören / Kommunikation	ca. ab 4. Klasse	mittel - schwer	Kleingruppe / Präsentation mit allen	Je nach Anzahl der Buchstaben 20-60 Minuten, dann 10 Minuten Präsentation	erfordert längeres Üben durch die Lehrperson oder Eingeständnis, dass man gemeinsam lernt .	61
Geräusch-memory	Hören	alle	einfach	2-5 Personen	abhängig von Anzahl der Döschchen		65

Station	Thema	Alter	Schwierigkeitsgrad	Teilnehmende	Dauer	Hinweise	Seite
<b>Flüstertüte</b>	Hören	alle	leicht	2 Personen oder Gruppe	ca. 10-20 Minuten		67
<b>Aus welcher Richtung kommt das Geräusch</b>	Hören	Grundschule, 5./6. Klasse	einfach	alle / Gruppe	ca. 5 Minuten		69
<b>Hafenlotse</b>	Hören	Grundschule, 5./6. Klasse	einfach	ganze Gruppe	ca. 10-15 Minuten		71
<b>Richtungshören</b>	Hören	alle	einfach	Einzelne Paare aus der Gruppe	ca. 5 Minuten pro Paar		73
<b>Aufbau des Ohres</b>	Hören	ca. ab 10 Jahren	mittel	Einzelne oder 2er Gruppen	abhängig von Alter und zur Verfügung stehenden Materialien	Beschriftung frei oder je nach Alter vor dem Kopieren Striche einzeichnen	75
<b>Gehörtst mit einer Stimmgabel</b>	Hören	alle	einfach	Einzelne aus der Gruppe	ca. 1 Minute pro Person		77
<b>Wer hört mehr (Gehörtst)</b>	Hören	ab 3. Klasse	einfach	Einzelne Paare aus der Gruppe oder Kleingruppen	ca. 5 Minuten		79
<b>Audiometrie</b>	Hören	alle, Jüngere brauchen Anleitung / Unterstützung	mittel	Einzelne	ca. 3-5 Minuten		81
<b>Hörtest-Fragebogen</b>	Hören	ca. ab 5. Klasse	leicht bis mittel	Einzelne	ca. 5 Minuten		83
<b>Frequenzverlustrichersimulation</b>	Hören	ca. ab 12 Jahren	einfach	1 Person liest, Rest hört zu	ca. 5 Minuten üben, dann vorlesen		85

Station	Thema	Alter	Schwierigkeitsgrad	Teilnehmende	Dauer	Hinweise	Seite
<b>Kannst du das Auto noch hören?</b>	Hören / Lärm	alle	einfach	kleine Gruppen	abhängig von der Personenzahl		87
<b>Hörtagebuch</b>	Hören / Lärm	ca. ab 3. Klasse	einfach	Einzelne	als Hausaufgabe		89
<b>Angenehm/ Unangenehm</b>	Lärm	alle	einfach	gesamte Gruppe	ca. 10 Minuten		91
<b>Konzentrations- test</b>	Lärm	ca. ab 3. Klasse	mittel	Einzelne	ca. 20-30 Minuten		93
<b>Gehörschaden durch Kopfhörer?</b>	Lärm	alle, ggf. mit Un- terstützung	einfach - mittel	einzelne Personen	ca. 10 Minuten		95
<b>Aktiver/Passiver Lärmschutz</b>	Lärm	ca. ab 3. Klasse oder 5.?	einfach	Teilgruppe oder Einzelne	ca. 10 Minuten		97
<b>Lärm-O-Meter</b>	Lärm	ab 10-12 Jahren	einfach	Kleingruppe	mind. eine Doppelstunde	Hinweise zum Messen beachten	101
<b>Fotosafari / Lärm-Reporter</b>	Lärm	ab 12-14 Jahren	einfach bis mittel	Kleingruppe	mind. Doppelstunde plus Zeit für Nachbereitung	Hinweise zum Messen beachten	103
<b>Lärmkartierung - Lärmmessung</b>	Lärm	ab 12-14 Jahren	einfach bis mittel	Kleingruppe	mind. Doppelstunde	Hinweise zum Messen beachten	107
<b>Lärmkartierung - Zählen und Be- rechnen</b>	Lärm	ab 12-14 Jahren	einfach bis mittel	Kleingruppe	ca. 30 bis 45 Minuten	Hinweise zum Messen beachten	111
<b>Flüsterstunde</b>	Lärm	alle	leicht	Jahrgang oder Schule	eine Schulstunde nebenbei		113
<b>Ohrendschungel</b>	Sonstiges	9-13 Jahre	mittel	Kleingruppen	Projekttag		113
<b>Exkursionen</b>	Sonstiges	je nach Ziel	je nach Ziel	Klasse	je nach Ziel		113



# Schall sichtbar und fühlbar machen

Fragestellung	Material
Wie kommt der Schall von der Schallquelle bis zum Ohr?	-

## Aufgabe

Ihr könnt den Weg des Schalls, z.B. von der Schallquelle zum Ohr nachspielen. Stellt euch dazu in einer Reihe Schulter an Schulter auf. Alle schauen in dieselbe Richtung. Am Anfang der Reihe ist die Schallquelle, am Ende das Ohr. Alle Personen dazwischen stellen die Luftmoleküle dar.

Nun schubst die Schallquelle das nächstgelegene Luftmolekül an, welches die Schwingung wieder an den/die Nachbar/in weitergibt. So bewegt sich der Stoß weiter fort, bis er das Ohr am Ende der Reihe erreicht.

Wiederholt das Experiment einmal mit mehr Abstand zwischen euren Schultern und einmal so dicht es geht Schulter an Schulter. Funktioniert es besser, wenn die „Moleküle“ dichter zusammen stehen oder weiter voneinander entfernt sind?

Wird der Schall in Luft, Wasser oder in einem Festkörper (z.B. Holz, Eisen) besser übertragen? In welchem Medium (Material) liegen die Moleküle näher beieinander (höhere Dichte)? Wie wirkt sich das auf die Schallgeschwindigkeit aus?

## Hintergrund

Schall ist die Ausbreitung von kleinsten Druck- und Dichteschwankungen. In der Luft kann man sich das z.B. so vorstellen, dass ein schwingendes Objekt (z.B. Stimmgabel) ein angrenzendes Luftmolekül in Schwingung versetzt. Dieses Luftmolekül setzt wiederum ein benachbartes Luftmolekül in Schwingung und so weiter. Dieses Prinzip gilt jeweils für alle angrenzenden Teilchen, daher breitet sich Schall in alle Richtungen aus. In unterschiedlichen Materialien breitet sich der Schall unterschiedlich gut aus. Dies hängt von der Struktur und der Dichte des Mediums ab. So beträgt die Schallgeschwindigkeit in der Luft (niedrige Dichte, die Luftteilchen können „schlechter aneinanderstoßen“) ca. 1200 km/h, im Wasser ca. 5400 km/h und in Eisen ca. 18000 km/h.





# Lautstärke/Amplitude und Tonhöhe/Frequenz erlebbar machen

Fragestellung	Material
Wie schwingt ein leiser Ton? Wie ein lauter? Wodurch unterscheidet sich ein hoher von einem tiefen Ton?	-

## Aufgabe

Ihr könnt den Weg des Schalls, z.B. von der Schallquelle zum Ohr nachspielen. Stellt euch dazu in einer Reihe Schulter an Schulter auf. Alle schauen in dieselbe Richtung. Am Anfang der Reihe ist die Schallquelle, am Ende das Ohr. Alle Personen dazwischen stellen die Luftmoleküle dar.

Die Schwingung stellt ihr nun dar, indem ihr abwechselnd hoch und runter schwingt, also etwas in die Knie geht und euch wieder aufstellt. Die Schallquelle fängt an zu schwingen. Alle Moleküle fangen dann an zu schwingen, wenn sie sehen, dass ihr/e Nachbar/in schwingt und hören auch dann erst wieder damit auf, wenn der/die Nachbar/in aufhört zu schwingen. Beginn und Ende gehen also von der Person aus, die „Schallquelle“ ist.

Überlegt euch, wie ihr laute und leise Töne sowie hohe und tiefe Töne nachstellen könnt (im Zweifel unter „Hintergrund“ nachlesen). Die Person, die Schallquelle ist, muss dann z.B. einen leisen und hohen Ton oder einen lauten und tiefen Ton erzeugen und weitergeben. Variante: Eine Schülerin oder ein Schüler summt oder singt einen Ton, die Reihe muss entsprechend laut/leise/hoch/tief schwingen.

## Hintergrund

Schall und Töne sind Wellen, also Schwingungen. Laute Töne schwingen „stärker“ (ihr geht tiefer in die Knie) als leise Töne (ihr schwingt nur ein bisschen hoch und runter). Hohe Töne schwingen schneller (ihr bewegt euch schneller hoch und runter) als tiefe Töne (ihr bewegt euch nur langsam). Der Mensch kann Töne zwischen 20 Schwingungen pro Sekunde (20 Hertz [Hz]) und 20.000 Schwingungen pro Sekunde (20.000 Hz) hören. Mit zunehmendem Alter sinkt die obere Hörgrenze.





# Schallkanone

Fragestellung	Material
Schall — was hat das mit Energie zu tun?	Kerze, Plastikflasche, Luftballon, Messer/Schere

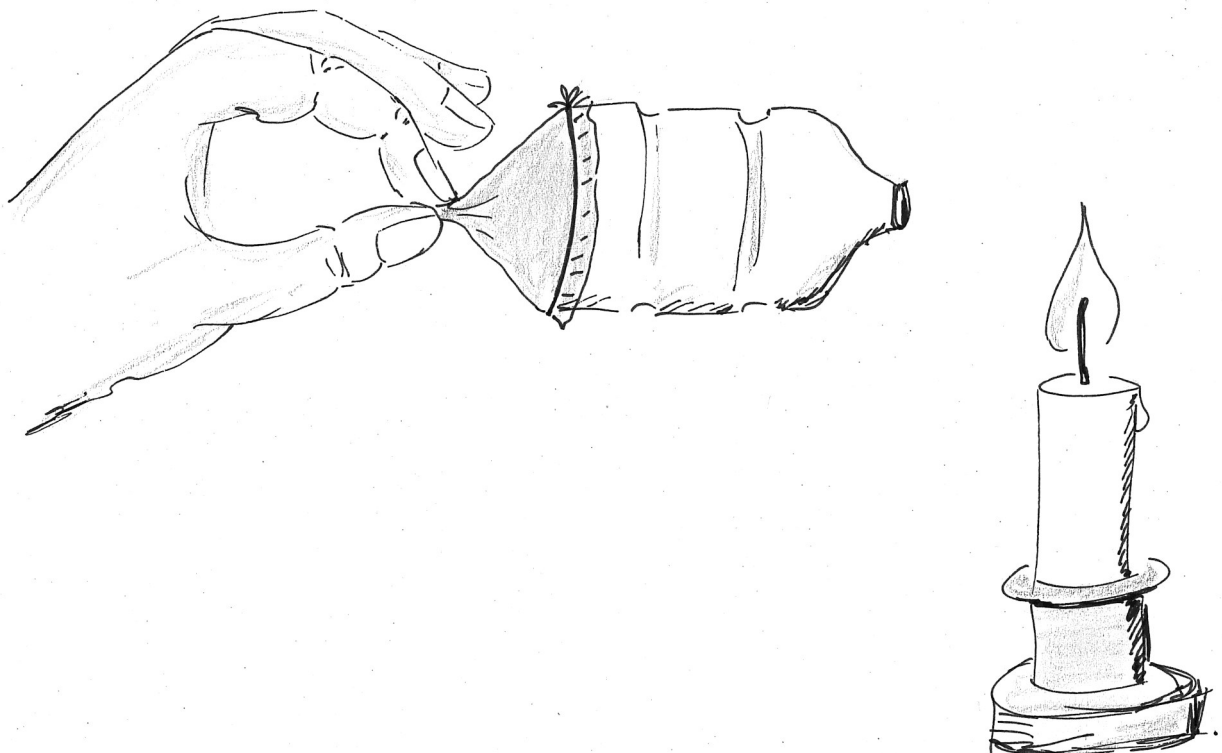
## Aufgabe

Schneidet die Flasche unten ab und spannt den zerschnittenen Luftballon als Membran (dünne Haut/Folie, die schwingen kann) über die abgeschnittene Seite der Flasche. Klopft auf die Membran und zupft diese an um zu sehen, welche Geräusche dabei entstehen.

Zündet nun die Kerze an und zielt mit der Schallkanone (also der Flaschenöffnung) auf die Flamme. Zupft die Membran an oder schnipst dagegen und versucht damit die Kerze zu löschen. Findet eine passende Entfernung zwischen Kerze und Schallkanone.

## Hintergrund

Schall ist die Ausbreitung von kleinsten Druck- und Dichteschwankungen. Die Druckwellen sind in diesem Fall so stark, dass damit die Kerze gelöscht werden kann.





# Stimmgabel im Wasser

Fragestellung	Material
Kann man Schall sichtbar machen?	Stimmgabel (mögl. groß), flaches Wasserbecken

## Aufgabe

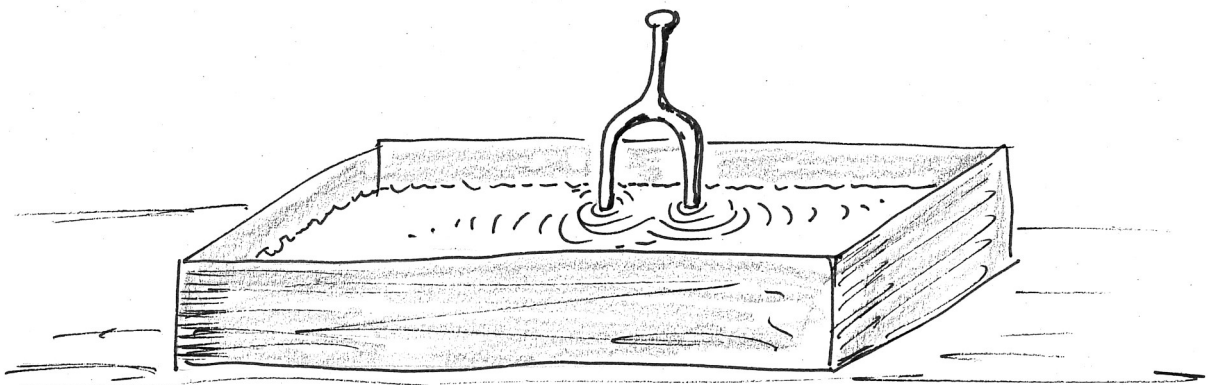
Schlage die Stimmgabel an einem harten Gegenstand an und tauche sie möglichst schnell in das Wasserbecken (am besten so, dass beide Enden gleichzeitig ins Wasser eintauchen).

Achtung: Tischkanten können schnell Schaden nehmen, wenn Du die Stimmgabel fest anschlägst. Besser an einem alten Brett oder am Fußboden anschlagen.

Beobachte, was passiert.

## Hintergrund

Die Schwingung der Stimmgabel überträgt sich auf das Wasser und macht kurzzeitig die Wellen sichtbar, die sich kreisförmig auf der Wasseroberfläche und um die beiden Gabelenden zeigen.







# Körperschall

Fragestellung	Material
Hast Du schon mal eine Aufnahme von deiner Stimme von einem Rekorder/ Smartphone gehört? Warum hört sich die eigene Stimme dann so fremd an?	Stimmgabel

## Aufgabe

Halte dir mit einer Hand ein Ohr zu. Nimm nun die Stimmgabel in die andere Hand und schlage sie an. Drücke sie nun mit der Unterseite gegen dein Ellenbogengelenk.

Alternative 1: Du kannst auch die Stimmgabel gegen deine Ferse drücken und dein Knie an dein Ohr halten.

Alternative 2: Halte das untere, einteilige Ende der Stimmgabel fest gegen deine Stirn oder hinter dem Ohr gegen den Schädelknochen.

## Hintergrund

Schallübertragung in Festkörpern (Holz, Metall, Beton, dein Arm, ...) nennt man Körperschall. Der Klang der Stimmgabel wird über die Knochen im Arm (bzw. Bein) gut zum Ohr weitergeleitet; die Schallgeschwindigkeit in den Knochen ist deutlich höher als in der Luft. Wenn Du sprichst, gelangt deine Stimme sowohl durch die Luft, als auch durch deinen Schädelknochen zum Ohr. Vom Lautsprecher des Rekorders wird aber nur der Luftschall zum Ohr/Trommelfell übertragen. Der gesamte Tonbereich, der durch die Knochen übertragen wird, fehlt. Daher hört sich die eigene Stimme völlig anders an.

Es gibt Menschen, die trotz beidseitig defektem Mittelohr über Knochenleitung telefonieren können.

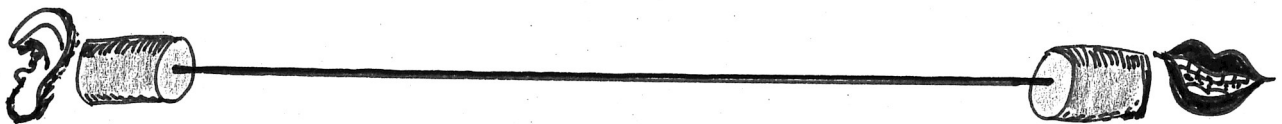


# Bechertelefon

Fragestellung	Material
Kann man ohne Strom telefonieren?	Zwei Dosen oder große Plastikbecher mit zentrischem Loch, ca. 10m lange Kordel, deren Enden mit einem Knoten in den Löchern befestigt wurden

## Aufgabe

Haltet die Dose am offenen Rand fest (nicht am Boden!) und stellt euch so auf, dass die Kordel straff (!) gespannt ist. In eine Dose wird gesprochen, die andere Dose wird ans Ohr gehalten. Die Kordel sollte möglichst keinen weiteren Knoten aufweisen.



## Hintergrund

Luft ist ein schlechtes Transportmedium für Schall. Wegen der größeren Dichte sind Feststoffe (und auch Wasser) besser geeignet. Die Kordel überträgt die Schallenergie über größere Strecken besser als Luft.



# Kleiderbügelglocke / Gabelglocke

Fragestellung	Material
Wie ändert sich der Klang, wenn der Schall nicht durch die Luft, sondern z. B. durch eine Kordel übertragen wird?	Kleiderbügel aus Draht (alternativ zwei Gabeln), Kordel (ca. 1,5m)

## Aufgabe

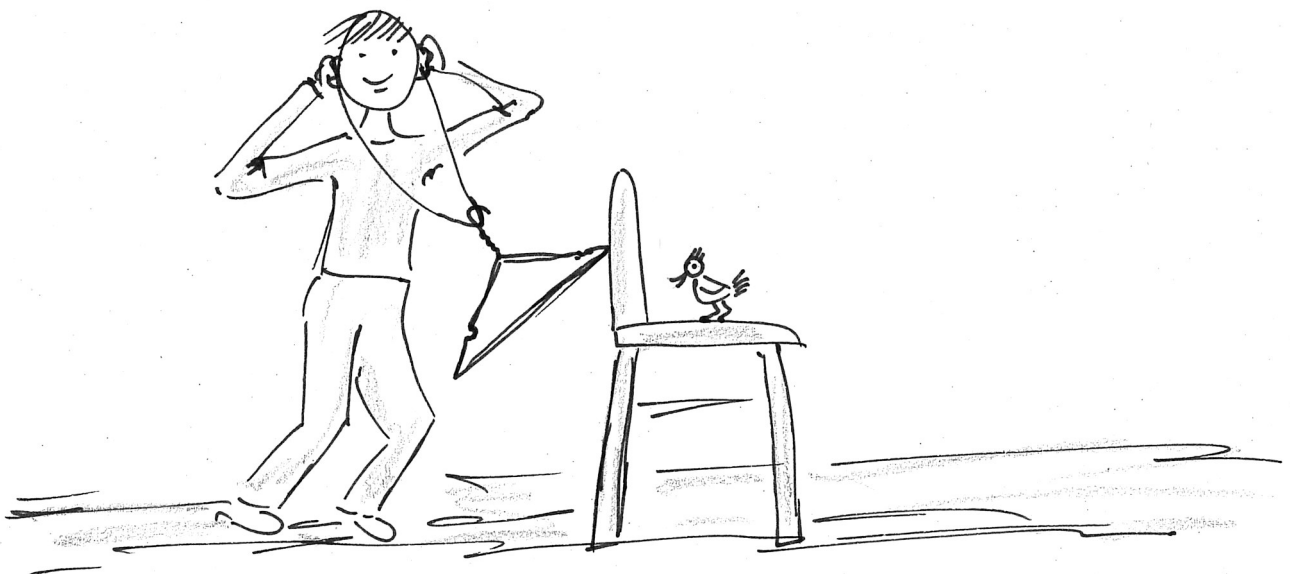
Hänge den Kleiderbügel an die Kordel und lasse ihn gegen die Wand oder einen Stuhl pendeln. Was hörst Du?

Drücke nun die Enden der Kordel an deine Gehörgänge (möglichst feste direkt an den Knochen). Beuge dich vor und lasse nun den Kleiderbügel wieder pendelnd gegen eine Wand oder einen Stuhl schlagen. Was hörst Du jetzt?

Alternativ zu dem Kleiderbügel kannst du auch zwei Gabeln in der Mitte der Schnur festknoten und diese aneinanderschlagen lassen.

## Hintergrund

Schallübertragung in Festkörpern (Holz, Metall, Beton, ...) nennt man Körperschall. Wegen der höheren Dichte wird der Schall über die Kordel besser zum Ohr geleitet als durch die Luft. Daher werden noch Frequenzen – hier: das Metallische des Bügels – gehört, die ohne die Kordel in der Luft bereits abgeklungen sind.





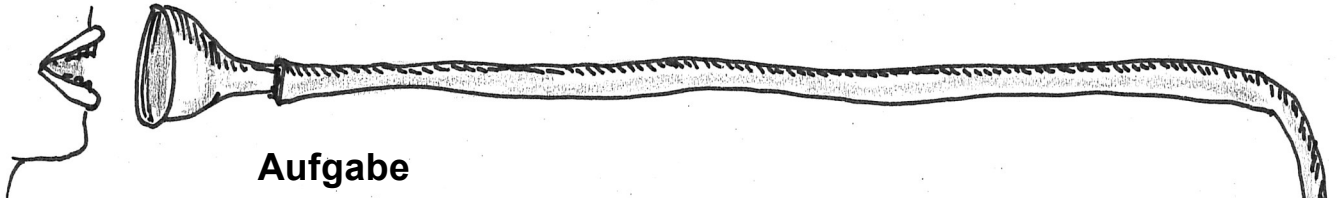
# Schiffstelefon

## Fragestellung

„Kapitänin an Maschinistin: Volle Kraft voraus!“ Wie hat früher der Kommandant eines Schiffes seine Anweisungen durchgegeben, ohne über Lautsprecher oder Telefon zu verfügen?

## Material

möglichst langer Plastikschlauch (Durchmesser ca. 1 cm) mit je einem Trichter am Ende, evtl. Wecker/Eieruhr



## Aufgabe

Stellt euch möglichst so auf, dass ihr euch nicht sehen könnt und nutzt die volle Länge des Schlauches aus. Ein Trichter wird an das Ohr gehalten, in den anderen wird eine leichte Rechenaufgabe oder eine Frage, die jede und jeder leicht beantworten kann, so leise geflüstert, dass die andere Person sie ohne Schlauch nicht verstehen könnte.

Variante: Stellt einen mechanischen Wecker oder eine Eieruhr auf den Tisch. Eine Person hält einen Trichter davor, eine zweite Person vergleicht wie laut sie am anderen Ende des Schlauches das Ticken des Weckers noch hört und vergleicht die Lautstärke mit der Wahrnehmung ohne Schlauch.

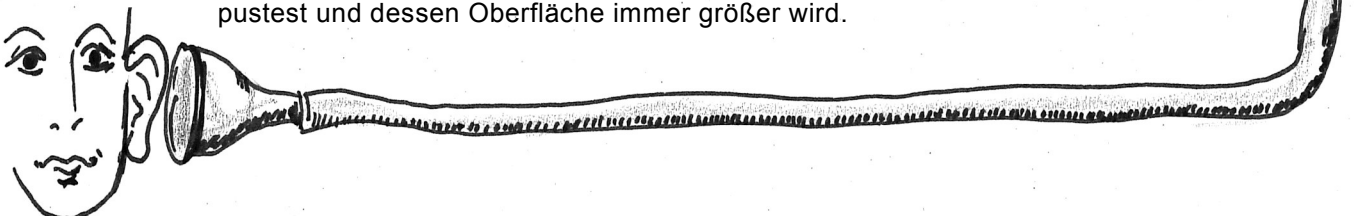
Wichtig: Nicht in den Schlauch brüllen!

Erweiterung: Erzeuge mit einem Tongenerator einen Ton — einmal in einem geschlossenen bzw. engen Raum oder in einem Behälter und danach im Freien oder in einem großen Raum. Miss jeweils mit einem Schallpegelmessgerät im gleichen Abstand (!) den Pegel. Welche ähnlichen Situationen gibt es in der Umwelt?

## Hintergrund

Schall breitet sich kugelförmig aus. Die Energie des Schalls verteilt sich dadurch mit zunehmender Entfernung zur Schallquelle auf einer immer größer werdenden Oberfläche\*. Daher ist der Schall umso leiser, je weiter du von der Schallquelle entfernt bist. Breitet sich der Schall im Schlauch aus, wird eine Ausbreitung der Schallwellen in alle Richtungen (=kugelförmig) verhindert und auf den Schlauch als Ausbreitungsweg beschränkt. Dann verteilt sich die Energie des Schalls nur noch auf der Querschnittsfläche des Schlauches. Da der Schlauch immer gleich dick ist, wird diese Oberfläche nicht größer. Der Schall wird kaum leiser (nur ein bisschen, weil die Schlauchwand etwas Schall absorbiert).

\*Für die größer werdende Oberfläche kannst du dir einen Luftballon vorstellen, den du aufpustest und dessen Oberfläche immer größer wird.







# Faustregeln zum Schalldruckpegel

Fragestellung	Material
Wie rechne ich mit Schalldruckpegeln?	Arbeitsblatt

## Aufgabe

Löse die Rechenaufgaben:

- 1)  $78 \text{ dB} + 78 \text{ dB} =$
- 2)  $2 \cdot 10 \text{ dB} =$
- 3)  $1 \text{ dB} + 20 \text{ dB} =$
- 4)  $5 \text{ dB} + 3 \text{ dB} =$
- 5)  $10 \cdot 10 \text{ dB} =$
- 6)  $0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} =$
- 7)  $5 \text{ dB} + 10 \text{ dB} =$

## Faustregeln

Differenz der beiden zu addierenden Schallpegel	Erhöhung des höheren der beiden Schallpegel
0 - 1 dB	3 dB
2 - 3 dB	2 dB
4 - 9 dB	1 dB

## Beispiel

Addiere folgende fünf Schallpegel: 60, 66, 74, 71 und 55 dB

1. Schritt:  $60 \text{ dB} + 66 \text{ dB} = 67 \text{ dB}$   
 $74 \text{ dB} + 71 \text{ dB} = 76 \text{ dB}$
2. Schritt:  $76 \text{ dB} + 55 \text{ dB} = 76 \text{ dB}$
3. Schritt:  $67 \text{ dB} + 76 \text{ dB} = \mathbf{77 \text{ dB}}$

(Mit dem Taschenrechner genau gerechnet käme man auf 76,34 dB)

1) 81 dB (zwei gleich laute Schallquellen); 2) 13 dB (zwei gleich laute Schallquellen); 3) 20 dB (1 dB ist in Bezug auf 20 dB so gering, dass man es vernachlässigen kann); 4) 7 dB (2 dB Differenz: Erhöhung des höheren Pegels um 2 dB); 5) 20 dB (Verzehnfachung der Schallquellen erhöht um 10 dB, vgl. 2 · 10 dB = 13 dB, 4 · 10 dB = 16 dB, 8 · 10 dB = 19 dB); 6) 3 dB (Verdopplung der Schallquelle erhöht um 3 dB); 7) 11 dB (5 dB Differenz: Erhöhung des höheren Pegels um 1 dB)

## Lösung



# Rechnen mit Schalldruckpegeln

Fragestellung	Material
Wie viel „lauter“ sind zwei Motorräder im Vergleich zu einem?	Taschenrechner

## Aufgabe

Weise durch Anwendung von Logarithmusgesetzen nach, dass zwei gleichlaute Schallquellen im Vergleich zu einer einzelnen den Gesamtschallpegel um ca. 3 dB anheben.

Änderung des Schallpegels bedeutet Änderung des Luftdrucks  $p_1$  in Bezug auf einen festen Luftdruck  $p_0$ :

$$L = 10 \cdot \log \left( \frac{p_1^2}{p_0^2} \right) \text{ dB}$$

Hierbei ist  $p_1^2$  der quadrierte Effektivwert des zu messenden Schalldrucks und  $p_0^2$  das Quadrat des Bezugsschalldrucks von  $20\mu\text{Pa}$ .

Bei einer Verdoppelung der Schallquelle kannst du von einer Verdoppelung des quadrierten Effektivwertes ausgehen:  $p_1^2 + p_1^2$ .





## Rechnen mit Schalldruckpegeln - Lösung

Änderung des Schallpegels bedeutet Änderung des Luftdrucks  $p_1$  in Bezug auf einen festen Luftdruck  $p_0$ :

$$L = 10 \cdot \log \left( \frac{p_1^2}{p_0^2} \right) \text{ dB}$$

Zwei gleichlaute Schallquellen  $p_1$  liefern:

$$\begin{aligned}
 10 \cdot \log \left( \frac{p_1^2 + p_1^2}{p_0^2} \right) &= 10 \cdot \log \left( \frac{2 \cdot p_1^2}{p_0^2} \right) && | \text{ Logarithmusgesetz 1: } \log(a \cdot b) = \log(a) + \log(b) \\
 &= 10 \cdot \left[ \log(2) + \log \left( \frac{p_1^2}{p_0^2} \right) \right] && | \text{ Distributivgesetz: } a(b + c) = ab + ac \\
 &= 10 \cdot \log(2) + 10 \cdot \log \left( \frac{p_1^2}{p_0^2} \right) && | \text{ Logarithmusgesetz 3: } \log(a^n) = n \cdot \log(a) \\
 &= \log(2^{10}) + 10 \cdot \log \left( \frac{p_1^2}{p_0^2} \right) \\
 &= \log(1024) + 10 \cdot \log \left( \frac{p_1^2}{p_0^2} \right) && | \text{ Taschenrechner} \\
 &\approx 3,0103 + 10 \cdot \log \left( \frac{p_1^2}{p_0^2} \right) \\
 &= 3,0103 + L
 \end{aligned}$$

Es erfolgt also eine Erhöhung des Ausgangsschallpegels  $L$  um ca. 3 dB.





# Schalldämmung

Fragestellung	Material
Wie lässt sich Schall „fernhalten“?	Eieruhr, Dämmmaterial, Topf, Pappschachtel, Schallpegelmessgerät

## Aufgabe

Vergleiche den Schalldruckpegel der klingelnden Eieruhr in unterschiedlichen Situationen. Wichtig ist dabei, dass der Abstand zwischen Eieruhr und Messgerät immer exakt der gleiche ist (nachmessen!).

Die Eieruhr kann z.B. auf den Tisch oder auf den Teppich gestellt werden, Du kannst einen Topf oder den Karton drüber stülpen, die Eieruhr in Dämmmaterial einwickeln und in den Karton packen und und und ...

Lege dir am besten eine Tabelle an, in der Du die Messwerte vergleichen kannst. Wann ist es am lautesten, wann am leisesten?

## Hintergrund

Unterschiedliche Materialien dämmen den Schall unterschiedlich gut. Besonders weiche oder poröse Materialien absorbieren gut den Schall.

Trifft Schall auf ein Hindernis, wird ein Teil des Schalls zurückgeworfen (man spricht von Reflexion). Der Rest wird entweder durchgelassen (das nennt man Transmission) oder von dem Hindernis aufgenommen (Absorption).







# Hohe und tiefe Töne

## Fragestellung

Hohe und tiefe Töne — bei welchen schwingt die Luft schneller?

## Material

Langes Lineal, am besten Holzlineal ca. 30 cm

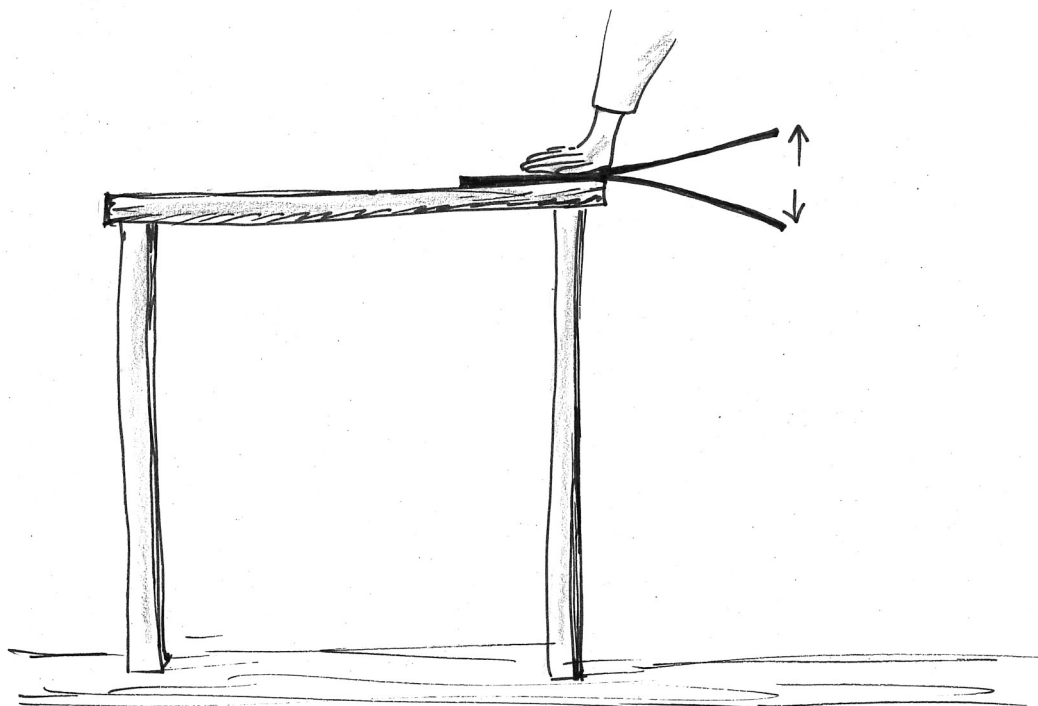
## Aufgabe

Lege das Lineal auf den Tisch, so dass ein Teil des Lineals über die Tischkante hinausragt. Halte es relativ nah an der Tischkante fest indem du es auf den Tisch drückst. Lasse das Ende des Lineals schwingen, indem du es anschlägst. Vergleiche nun die Klänge von verschiedenen Linealpositionen — mal mehr überstehend und mal mehr auf dem Tisch aufliegend.

Variante: Versucht, mit zwei oder drei Linealen unterschiedliche Töne zu erzeugen, die zusammen gut klingen („Akkorde“).

## Hintergrund

Durch das Anschlagen wird das Lineal in Schwingung versetzt und es ertönt ein Klang. Je kürzer das frei bewegliche Linealstück ist, desto schneller schwingt das Lineal und je schneller das Lineal hin und her schwingt, desto höher ist der Klang.





# Gummi-Gitarre

Fragestellung	Material
Wie funktioniert ein Saiteninstrument (Geige, Cello, Gitarre, E-Bass, ...)?	Kästchen (z.B. Zigarrenkiste, Plastikdose, Holzkästchen), mind. drei Gummis verschiedener Stärke aber gleicher Länge

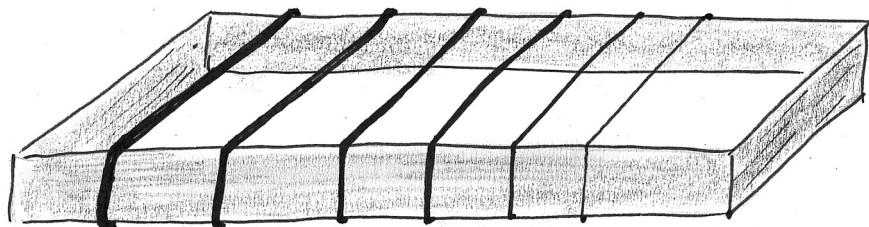
## Aufgabe

Nimm ein (oben offenes) Kästchen und spanne die Gummis darüber (die Gummis sollten gleich lang sein, damit die Spannung überall die gleiche ist). Nun hast du eine „Gummi-Gitarre“ und kannst die einzelnen Gummis wie Gitarrensaiten anzupfen.

Wie und von welchen Eigenschaften der Gummis hängt die Tonhöhe ab?

## Hintergrund

Das Gummiband wird durch das Anzupfen in Schwingung versetzt und ein Klang entsteht (der Ton ist die Reibung des Gummis „an der Luft“). Je dicker das Gummi ist, desto langsamer schwingt es und desto tiefer ist daher der Klang.





# Flaschenorchester

## Fragestellung

Wie funktioniert eine Kirchenorgel / Panflöte?

## Material

mehrere Flaschen mit gleicher Form, Wasser

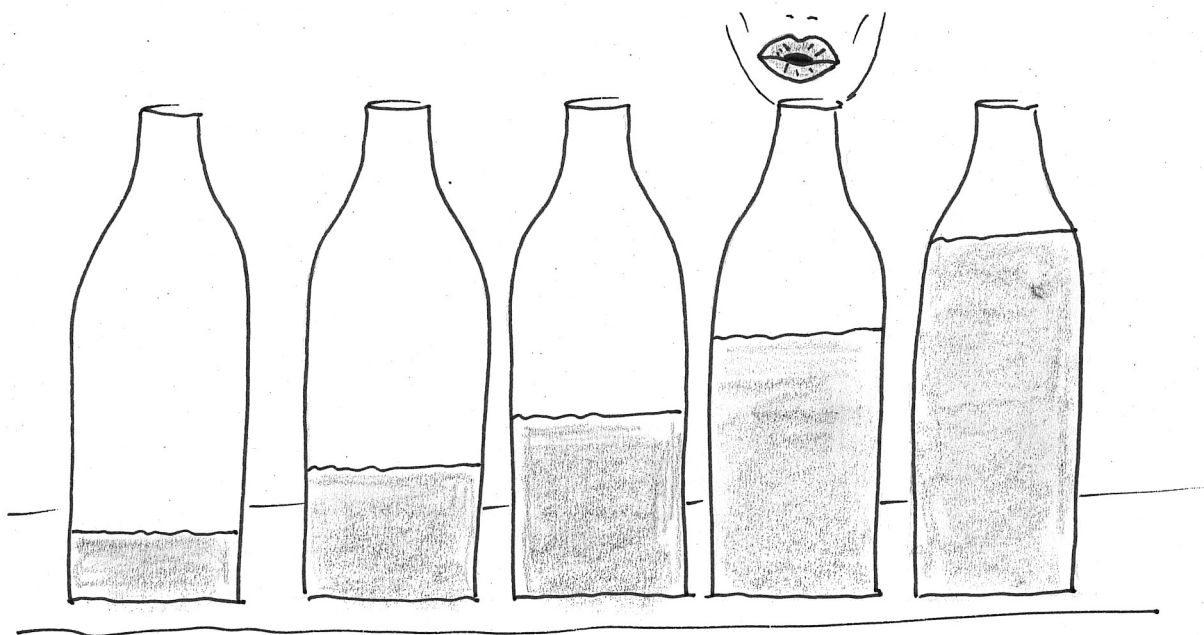
## Aufgabe

Fülle die Flaschen unterschiedlich hoch mit Wasser. Blase nun schräg über die Öffnung, so dass ein Ton entsteht. Wenn ihr zu mehreren seid, könnt ihr versuchen die Wassermenge so zu variieren, dass die Töne gut zusammen passen.

Wann ist der erzeugte Ton besonders hoch bzw. besonders tief? Was schwingt?

## Hintergrund

Die Luftsäule in der Flasche wird durch das Anblasen in Schwingung versetzt. Je mehr Wasser sich in der Flasche befindet, desto weniger Luft ist noch in der Flasche. Umso kürzer die Luftsäule ist, umso höher ist der erzeugte Ton.





# Meeresschnecke

Fragestellung	Material
Warum ist ein Kontrabass so laut? Warum hat eine Gitarre einen Hohlkörper hinter den Saiten?	großes Gehäuse einer Meeresschnecke oder Becher

## Aufgabe

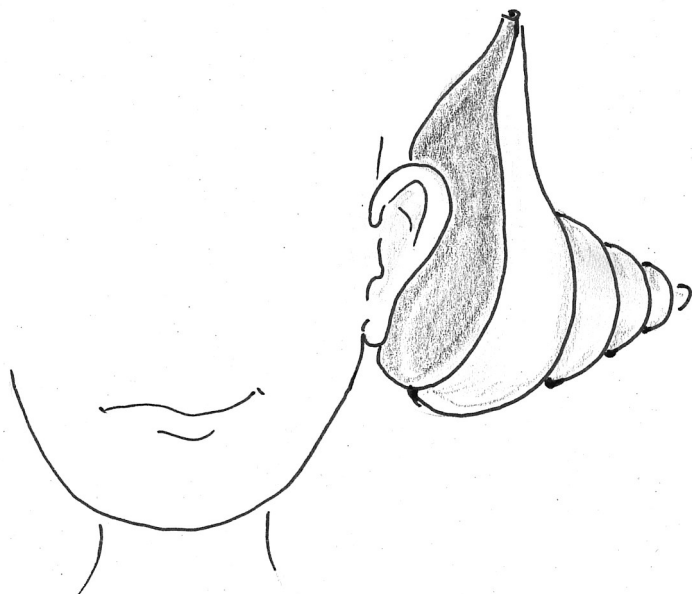
Halte die Muschel / den Becher vor dein Ohr. Was hörst du und wo könnte das herkommen?

## Hintergrund

Hält man die Muschel / den Becher vor das Ohr, hört man ein Rauschen. Das Rauschen ist weder das Rauschen des Meeres noch das Rauschen des Blutes im eigenen Ohr (man kann das Rauschen sogar mit einem Mikrophon aufnehmen wenn gar kein Ohr in der Nähe ist).

Um das Gehäuse oder den Becher herum gibt es viele Umweltgeräusche. Bestimmte Geräusche werden durch den Hohlraum des Schneckengehäuses/Bechers verstärkt und führen so zu dem hörbaren Rauschen. Ähnlich funktioniert das bei vielen Saiteninstrumenten (Gitarre, Kontrabass, ...): die Töne der Saiten werden durch den Hohlraum aus Holz (den sogenannten Resonanzkörper) verstärkt.

Für Profis: Der Effekt beruht auf Resonanz. Jene Anteile der Umgebungsgeräusche, die in der Nähe der Eigenfrequenz der Luftsäule in dem Gehäuse/Becher liegen, werden verstärkt. Es gibt sogar Resonanzkatastrophen, wenn ein System immer wieder in einer seiner Eigenfrequenzen angeregt wird und die zugeführte Energie größer ist als die Dämpfungseffekte. Ihr könnt im Internet mit den Stichworten „Resonanzkatastrophe“ und „Brücke“ nach Videos hierzu suchen. Was glaubt ihr, warum Soldaten nicht im Gleichschritt über Brücken marschieren sollten?







# Lauschen

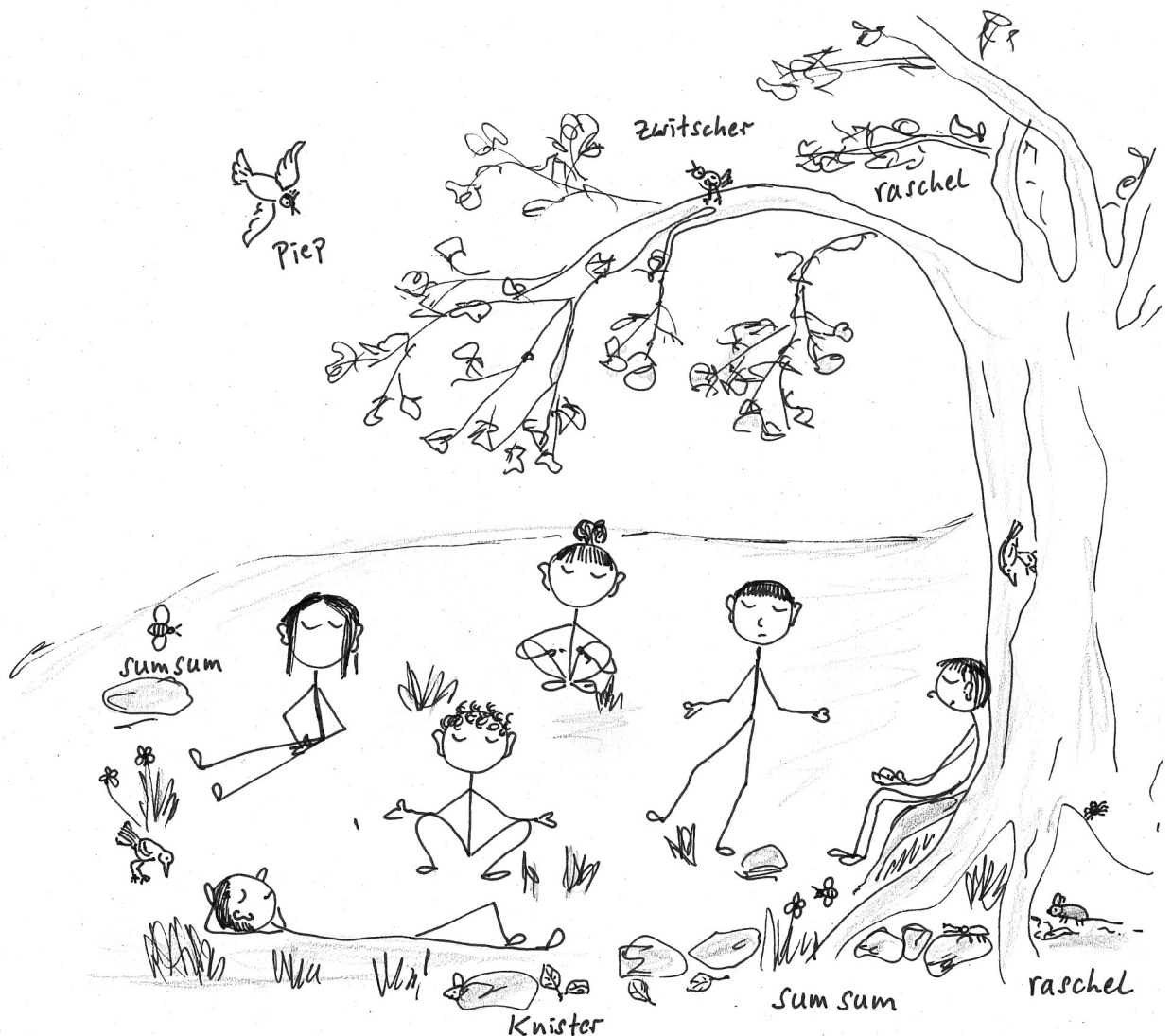
Fragestellung	Material
Welche Geräusche umgeben uns?	evtl. Glocke oder Klangschale zum Begrenzen der Zeit

## Aufgabe

Schließe für 30 Sekunden die Augen und achte auf alle Geräusche, die Du wahrnimmst! Berichte anschließend, was Du gehört hast.

## Hintergrund

Bewusst machen, wie viele Geräusche uns umgeben, ohne dass wir immer darauf achten (es ist eine beachtliche Gehirnleistung, zielgerichtet zu hören, z.B. auf ein Gespräch, und damit alles andere auszublenden). Bewusst machen, dass ständig Geräusche auf uns einwirken und uns auch beeinflussen - das Gehör lässt sich nicht abschalten!





# Künstliches, vorübergehendes Taubsein

Fragestellung	Material
Wie fühlt es sich an, nur sehr wenig hören zu können? Wie kann trotzdem kommuniziert werden?	Arbeitshörschutz und Ohrstöpsel

## Aufgabe

Stecke Ohrstöpsel in die Ohren: Drehe dazu die Ohrstöpsel zwischen den warmen Fingern („anspitzen“) und drücke sie vorsichtig in den Gehörgang. Den Finger ca. 1 Minute drauf gedrückt halten bis die Ohrstöpsel sich wieder ausgedehnt haben und fest sitzen. Setze nun noch einen Gehörschutz auf.

Verfolge den weiteren Verlauf eine Zeit lang (ca. 30 Minuten)! Die anderen Schülerinnen und Schüler beobachten dich — verhältst du dich so wie immer?

Ein wichtiger Moment ist das Abnehmen des Hörschutzes: Wie ist der erste Eindruck?

Tauscht euch nun aus — aus der Sicht der Testperson und aus der Sicht der Anderen: Wie verlief die Teilnahme an der Kommunikation in der Zeit des Tragens des Hörschutzes?

## Hintergrund

Bewusstmachen von Auswirkungen von Hörschäden; (Konzentration aufs Lippenablesen/Beobachten;) Spüren, wie das Hören nach Absetzen des Gehörschutzes intensiver wird.

Hintergrund des Gefühls von größerer Lautstärke kurz nach dem Abnehmen: Die Mittelohrmuskeln regulieren den Hörvorgang in Abhängigkeit von den Reizen. Bei intensivem Hörschutz erhöhen die Muskeln das Hörergebnis (Warnfunktion!). Umgekehrt schützen die Muskeln das Innenohr (Stapediusreflex). Bei älteren Menschen sind die Muskeln geschwächt. Daher hören sie schlechter und sind empfindlicher gegenüber hoher Lautstärke.





# Fingeralphabet

Fragestellung	Material
Wie kann ich mit Gehörlosen kommunizieren?	Plakat oder Datei / Folie (dann ist Beamer / OHP erforderlich) mit (ggf. ausgewählten) Buchstaben des Fingeralphabets

## Aufgabe

Vorbereitung:

Denkt euch mehrere Wörter aus, die ihr gerne präsentieren würdet. Übt die benötigten Buchstaben mit einer Hand (!) darzustellen. Übt die Wörter, bis sie flüssig dargestellt werden können.

Präsentation:

Die Zuschauer müssen die Beispielbuchstaben gut sehen können und während der Präsentation im Blick haben. Stellt die geübten Wörter nacheinander dar. Das Publikum muss heraus bekommen, welche Wörter ihr meint.

Am Ende erklärt ihr:

- warum das Fingeralphabet für die Kommunikation mit gehörlosen Menschen eine Hilfe darstellt (z.B. Fremdwörter, Eigennamen, ...)
- warum das Fingeralphabet mit einer Hand (!) wichtig ist (Kaffeetasse, Werkzeug, ...)
- dass das Fingeralphabet kein Ersatz für Gebärdensprache ist
- (dass es zwei verschiedene Gebärdensprachentypen gibt: Lautsprachbegleitende Gebärden und Deutsche Gebärdensprache – DGS)

## Hintergrund

Das einhändige Fingeralphabet stellt einen guten Einstieg in die Kommunikation mit Hörgeschädigten dar. Es wird auch von Gehörlosen selbst verwendet, wenn neue Wörter oder Eigennamen usw. vermittelt werden sollen. Auch kann es beim eigentlichen Gebärden unterstützen: 26 (und wenn man Umlaute und Diphthonge noch hinzunimmt mehr) Zeichen liefern mehr Informationen als die 11 unterscheidbaren Lippenstellungen beim Ablesen.

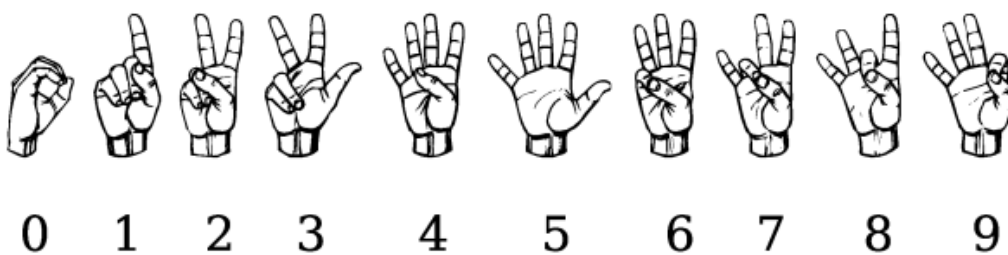
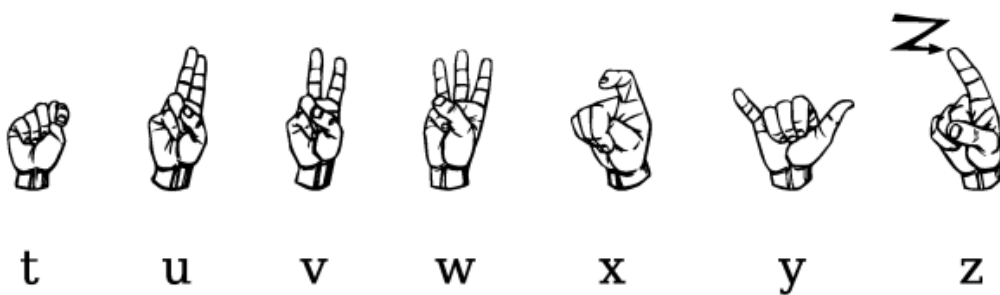
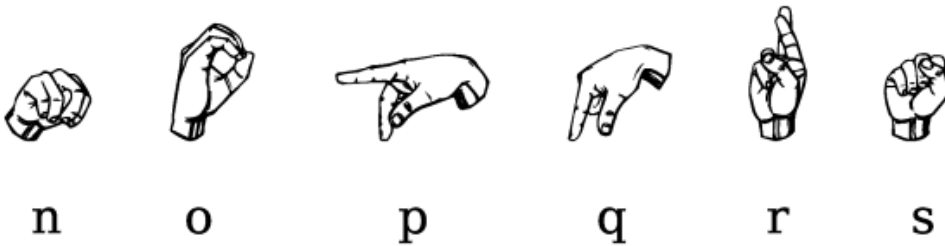
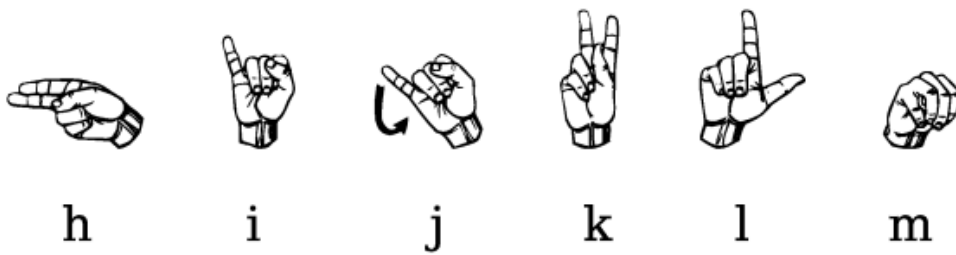
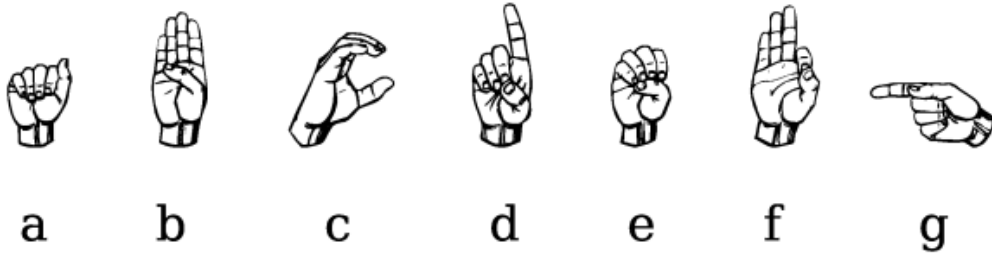
Für die schnelle Informationsübertragung ist das Fingeralphabet allerdings ungeeignet. Die eigentliche Kommunikationsform der Gehörlosen ist die Deutsche Gebärdensprache (DGS) – eine Sprache mit eigener Grammatik, die völlig anders aufgebaut ist als die Lautsprache.

Für Hörende ist die Lautsprachbegleitende Gebärdensprache (LBG), die akustisch ausgesprochene Sätze mit Gebärden unterlegt, der leichtere Einstieg, wird aber von vielen Gehörlosen abgelehnt, da sie diese nicht als ihre Muttersprache ansehen.

Gebärdensprache war lange Jahrzehnte verpönt bzw. verboten – eine immense Diskriminierung! Inzwischen ist die Deutsche Gebärdensprache auf Basis der UN-Behindertenrechtskonvention als eigenständige Sprache anerkannt.



# Fingeralphabet — Buchstaben







# Geräuschmemory

Fragestellung	Material
Wie viele Informationen über einen Gegenstand bekommen wir nur über das Geräusch?	Döschen mit verschiedenen Inhalten, z.B. Filmdöschen oder Döschen von Brotaufstrichen (Deckel optisch abdichten)

## Aufgabe

Besorge mehrere gleich aussehende und undurchsichtige Döschen (mind. 10). Fülle jeweils zwei mit exakt dem gleichen Inhalt, z.B. kleine Steinchen, eine Lego-Figur, Wasser, größere Steinchen, Konfetti, Tannennadeln, Erde, Sand, Schrauben, Reißzwecken, ...

Spiele dann eine Runde Memory nach den gewohnten Regeln. Zur Kontrolle können die Döschen geöffnet werden (wenn man glaubt, zwei zueinander passende gefunden zu haben).

Fortgeschrittene lassen den Nachbarn oder die Nachbarin das Döschen hochheben und schütteln, damit das Gewicht nicht verglichen werden kann.

## Hintergrund

Bemerkenswert, wie viele Informationen über den Inhalt wir über das Geräusch bekommen können.





# Flüstertüte

## Fragestellung

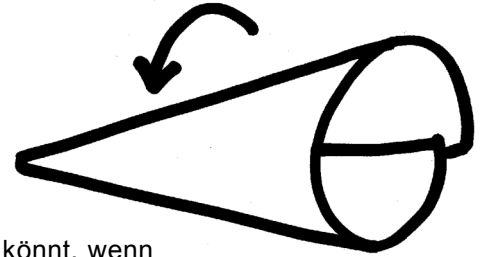
Kann ich Schallwellen gezielt in eine Richtung oder zu meinem Ohr lenken?

## Material

Tonpapier DIN A3, Klebestreifen, für die Variante eine Zeitung/Zeitschrift

## Aufgabe

Rolle das Tonpapier wie einen Trichter zusammen und klebe es fest. Die kleine Öffnung sollte etwa so groß sein wie ein 2-Euro-Stück. Suche dir nun einen Partner oder eine Partnerin und stellt euch in einem Abstand auf, bei dem ihr euch nicht mehr verstehen könnt, wenn ihr flüstert. Was passiert, wenn Du die Tüte mit dem dünnen Ende vor deinen Mund hältst und flüsterst? Was passiert, wenn die andere Person ihre Tüte mit dem dünneren Ende an ihr Ohr hält?



Variante: Spielt in der Klasse (oder in einer Gruppe) folgendes Spiel. Ihr setzt euch in einen Kreis, entweder mit verbundenen Augen oder mit dem Rücken zur Kreismitte. In der Mitte sitzt eine Person und blättert ganz leise und vorsichtig eine Zeitung/Zeitschrift um. Die Zuhörerinnen und Zuhörer müssen sich auf das Geräusch des Blätterns konzentrieren und mitzählen, wie oft umgeblättert wurde. Nun nimmt die Hälfte der zuhörenden Personen die Flüstertüte zur Hilfe und hält sie an ihr Ohr. Wer macht mehr Fehler beim Zählen?

## Hintergrund

Die Schallwellen werden gebündelt und es kommt mehr Schall am Ohr an. Dadurch kann man sich besser verstehen.



# Aus welcher Richtung kommt das Geräusch?

Fragestellung	Material
Wie gut kann ich bestimmen, aus welcher Richtung ein Geräusch kommt?	Augenbinde

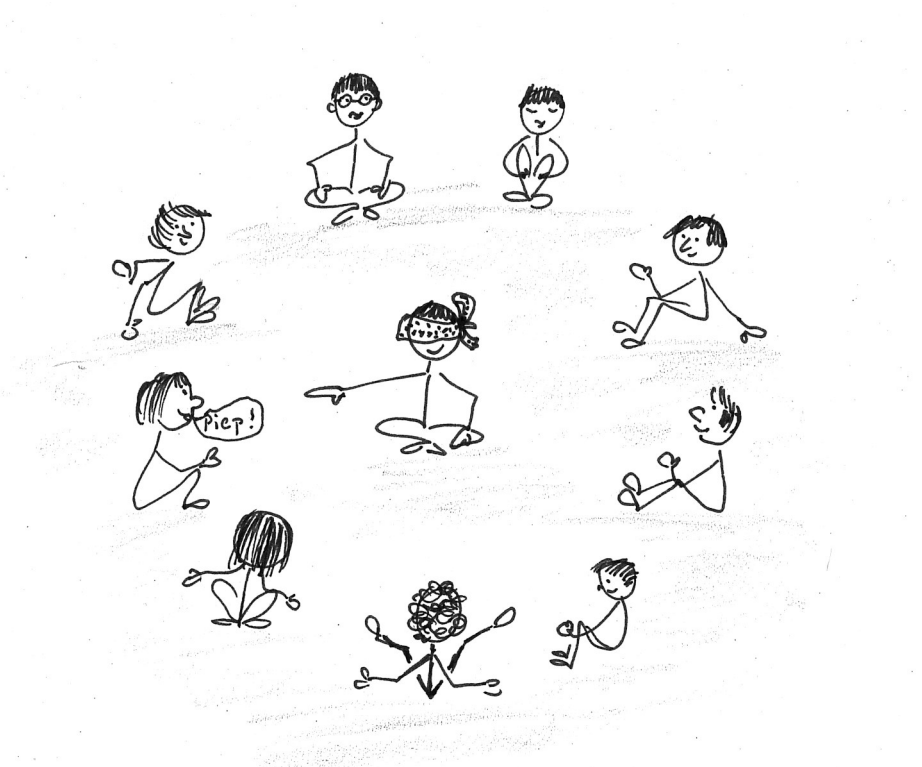
## Aufgabe

Stellt oder setzt euch in einen Kreis, ein Schüler oder eine Schülerin sitzt/steht in der Mitte und hat die Augen verbunden. Nun macht eine Person aus dem Außenkreis ein Geräusch (einigt euch mit Zeichen oder bestimmt vorher eine Person, die die „Geräuschemacher/innen“ drannimmt). Die Person in der Mitte muss zeigen, aus welcher Richtung das Geräusch kam. Die Person in der Mitte kann wechseln, je nach Wunsch/Bedarf. Versucht, ganz unterschiedliche Geräusche zu machen, vor allem in unterschiedlichen Tonhöhen!

Variante: Etwas schwieriger wird es, wenn man als Geräusch einen Dauerton nimmt.

## Hintergrund

Da wir zwei Ohren haben, können wir die Einfallsrichtung des Schalls bestimmen. Während eine frontal eintreffende Schallwelle beide Ohren gleichzeitig trifft, entsteht bei einer schräg einfallenden Schallwelle ein Zeitunterschied; die Welle trifft an einem Ohr früher ein. Bei hohen Tönen ist der Intensitätsunterschied des Geräusches zwischen beiden Ohren maßgeblich.





# Hafenlotse

Fragestellung	Material
Wie gut kann ich mich nur mit meinen Ohren orientieren? Finde ich mich in einer „Schall-Landschaft“ zurecht?	Augenbinde

## Aufgabe

Stellt euch vor, ihr seid in einem großen Hafen. An den Kais (Anlegestellen) liegen Containerschiffe, kleine Sportboote, Fischerboote und einige Fähren. Dichter Nebel liegt auf dem großen Hafen, man kann kaum seine Hand vor Augen sehen. Für die Lotsen (Berater des Kapitäns beim „Einparken“ im Hafen) ist es eine besondere Herausforderung, die neu ankommenden Schiffe zum richtigen Kai zu bringen.

Eine Person spielt den noch freien Kai, eine Person spielt das ankommende Containerschiff und eine Person spielt den Lotsen. Alle Anderen verteilen sich gleichmäßig im Raum/Spielfeld und sind bereits am Kai liegende Schiffe, die regelmäßig Warnsignale abgeben. Der noch freie Kai stellt sich an eine beliebige Position im Raum und erzeugt ein anderes Signal.

Der Lotse bekommt die Augen verbunden (Nebel), stellt sich hinter das neu ankommende Schiff und legt seine Hände auf dessen Schultern. Das Schiff fährt (läuft) immer geradeaus (langsam!) und kann vom Lotsen gelenkt werden, indem dieser auf die rechte Schulter klopft (nach rechts) oder auf die linke Schulter klopft (nach links). Das Schiff unternimmt keine eigenmächtigen Lenkbewegungen. Der Lotse muss die anderen Schiffe umfahren und „sein“ Schiff zum Kai bringen. Hierfür muss er sein Gehör nutzen: die anderen Schiffe machen regelmäßige Warnsignale (z.B. „tuuuu“), der Kai ein anderes Geräusch (z.B. „piep piep“). Kollisionen mit anderen Schiffen können vom neu ankommenden Schiff mit passenden Geräuschen untermalt werden. Ist das Schiff am Kai angekommen, ist die Runde vorbei.

Variante: es kann natürlich auch mehrere Lotsen, freie Kais und ankommende Schiffe geben. Das macht es natürlich nicht einfacher...

Anmerkung: Aus Platzgründen evtl. besser außerhalb des Klassenraumes spielen.

## Hintergrund

Da wir zwei Ohren haben, können wir die Einfallsrichtung des Schalls bestimmen. Während eine frontal eintreffende Schallwelle beide Ohren gleichzeitig trifft, entsteht bei einer schräg einfallenden Schallwelle ein Zeitunterschied; die Welle trifft an einem Ohr früher ein. Bei hohen Tönen ist der Intensitätsunterschied des Geräusches zwischen beiden Ohren maßgeblich.

Das menschliche Gehirn kann sehr gut zielgerichtet hören, z.B. auf ein bestimmtes Geräusch und damit alles andere ausblenden.





## Richtungshören

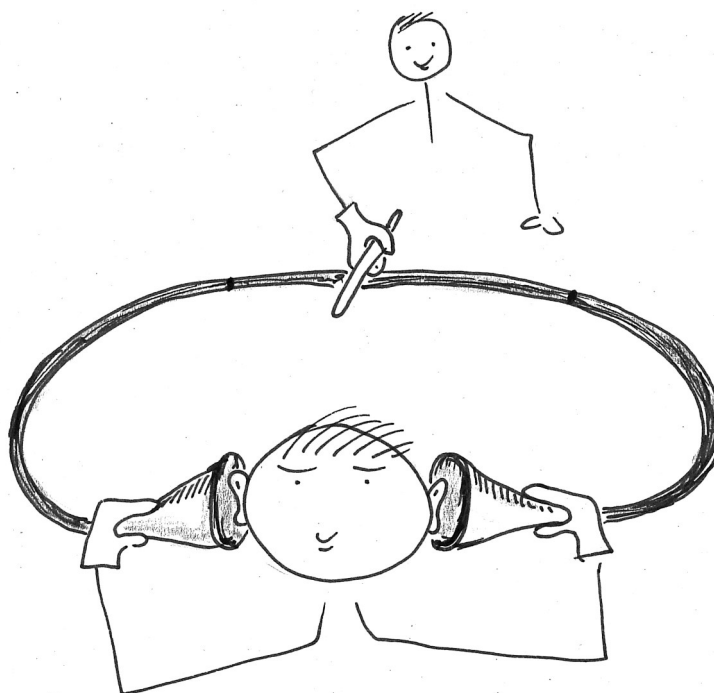
Fragestellung	Material
Wie genau kann ich unterscheiden, ob ein Geräusch von rechts oder von links kommt?	2-3 m langer Plastikschlauch von ca. 1cm Durchmesser mit je einem Trichter am Ende (Baumarkt). Der Schlauch ist genau in der Mitte markiert. Bleistift o.ä. zum Anschlagen

### Aufgabe

Halte den Schlauch mit den Trichtern an die Ohren, so dass der Schlauch selbst hinter deinem Kopf entlang läuft. Ein Partner schlägt in verschiedenen Abständen rechts und links von der Markierung auf den Schlauch (nur sehr leicht, damit die Bewegung des Schlauches die Stelle nicht verrät). Du musst überlegen (und sagen) ob er rechts, links oder sogar genau auf die Markierung schlägt. Die ersten Schläge sollten für den Einstieg deutlich entfernt von der Mitte gemacht werden.

### Hintergrund

Durch die unterschiedliche Länge, die der Schall zurücklegt, trifft er früher oder später am jeweiligen Ohr ein. Es wird deutlich, welche kleinen Abstände von der Mitte des Schlauches schon räumlich zugeordnet werden können.





# Aufbau des Ohres

## Aufgabe

Beschrifte die einzelnen Teile des Ohres! Recherchiere dazu in Fachbüchern, Schulbüchern oder im Internet. **Welche Funktion haben die einzelnen Teile?** Markiere und beschrifte die Bereiche, die als Außenohr, Mittelohr und Innenohr bezeichnet werden.

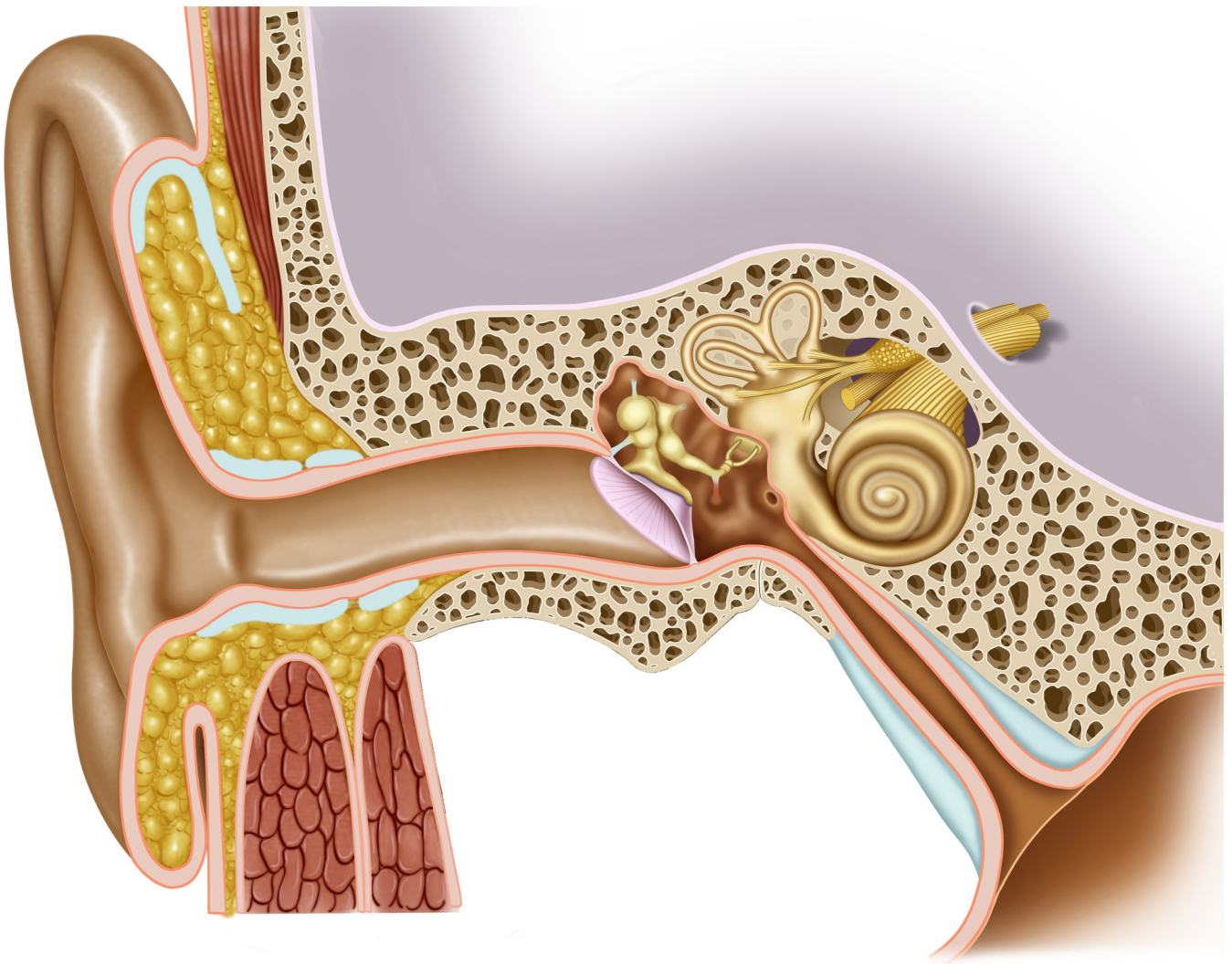


Bild: alexluengo/iStock/Thinkstock



# Gehörtest mit einer Stimmgabel

Fragestellung	Material
Habe ich einen einseitigen Hörschaden?	Stimmgabel

## Aufgabe

Schlage die Stimmgabel an (halte sie dabei nur unten am Griff fest). Setze nun den Griff der Stimmgabel auf die Mitte deines Kopfes. Lokalisierst du den Ton der Stimmgabel in der Mitte oder zu einer Seite hin?

## Hintergrund

Menschen mit einer einseitigen Luftleitungsschwerhörigkeit (z.B. durch eine einseitige Mittelohrerkrankung) lokalisieren die Stimmgabel zur kranken Seite hin. Als gesunder Mensch kann man dies simulieren, indem man sich während des Versuchs ein Ohr zuhält.

Menschen mit einer einseitigen Innenohrschwerhörigkeit lokalisieren den Ton zur gesunden Seite hin; das kranke Ohr hört den Ton leiser.





# Wer hört mehr? (Gehörtest)

Fragestellung
Wer von uns hört besser?

Material
Reiskorn, Lineal, Tisch

## Aufgabe

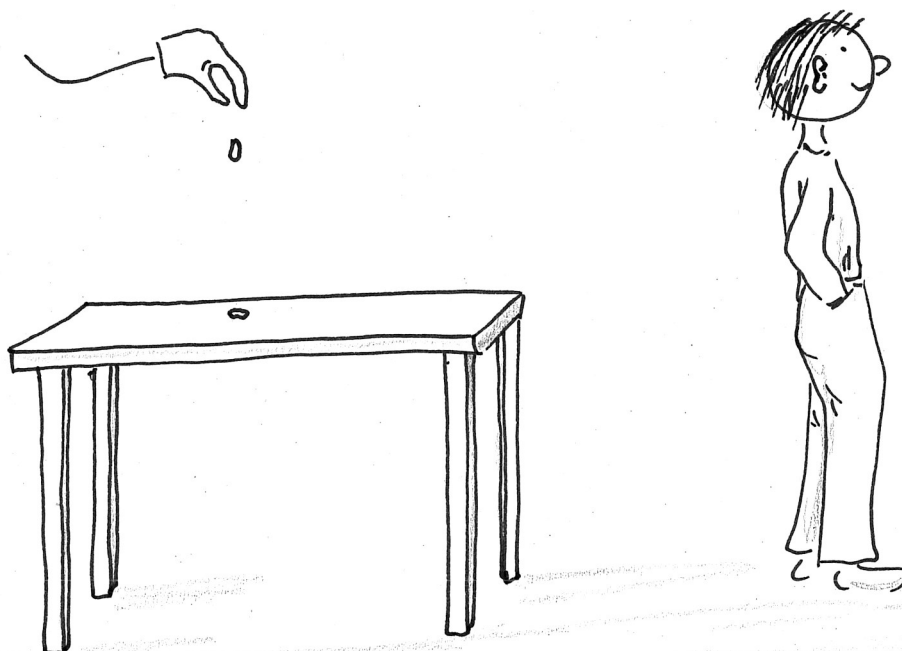
Eine Person stellt sich mit dem Rücken zum Tisch. Die andere Person lässt ein Reiskorn aus 10 cm Höhe fallen (Nachmessen!). Die erste Person sagt Bescheid, wenn sie das Reiskorn auf den Tisch fallen gehört hat. Nun entfernt sich die Person 2 m vom Tisch und das Reiskorn wird von der anderen Person wieder fallen gelassen. Dies wird so lange wiederholt, bis das Reiskorn nicht mehr gehört wird. Zum Vergleich von verschiedenen Durchgängen werden am besten am Boden Markierungen angebracht, damit die Entfernungen immer gleich sind.

Variante: Statt ein Reiskorn fallen zu lassen, flüstert eine Mitschülerin oder ein Mitschüler.

## Hintergrund

Bei einem punktförmigen Schallereignis wie dem Auftreffen des Reiskorns auf dem Tisch entsteht eine Kugelwelle. Bei dieser nimmt der Schalldruckpegel bei Verdopplung des Abstandes um 6 dB ab.

Daher ist bei der Angabe von dB-Werten die Abstandsangabe wichtig. Ein Schallpegelwert ohne Entfernung ist sinnlos!







# Audiometrie (Gehörtest)

Fragestellung	Material
Habe ich einen Hörschaden?	Smartphone oder Computer, Kopfhörer, am besten noch ein Schallpegelmessgerät

## Aufgabe

Ein Audiometer ist ein Gerät zur Bestimmung der Hörfähigkeit. Zur korrekten Bestimmung der Hörfähigkeit wird ein kalibriertes Gerät benötigt. Ohrenärzte und Hörgeräteakustiker bieten solche Tests an.

Ein einfaches Verfahren um grobe Auffälligkeiten im Hörvermögen festzustellen, wird vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit kostenlos angeboten. Der Test kann über die kostenlose Smartphone-App „earaction“ oder über einen Computer (<http://www.earaction.bayern.de/hoertest/>) durchgeführt werden. Stelle sicher, dass die Grundeinstellungen wie sie dort beschrieben werden stimmen! Falls du ein Schallpegelmessgerät hast, stelle den Referenzton wie angegeben auf 40 dB(A) ein — miss dazu direkt an dem Kopfhörer, den du auch für den Test verwenden willst!

## Hintergrund

Gerade durch den zu langen Genuss zu lauter Musik kann es zu Hörschäden kommen (ab etwa 85 dB(A)). Etwa ein Viertel aller 16- bis 24-Jährigen haben schon bleibende Hörschäden!

Stelle den MP3-Player / dein Smartphone nicht zu laut (Warnhinweis beachten!) und höre nicht zu lange am Stück Musik! Wenn Du in die Disco oder auf ein Konzert gehst, stelle dich nicht in die Nähe der Lautsprecher und gehe zwischendurch mal nach Draußen und gönne deinen Ohren „Lärmpausen“. Sinnvoll ist bei hohen Lautstärken auch das Tragen von Ohrstöpseln als Gehörschutz.

Audiobeispiele für Hörschäden findest Du auf den Seiten der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV: <http://www.dguv.de/ifa/fachinfos/laerm/gehoerschaeden-und-ihre-folgen/index.jsp>



# Hörtest – Fragebogen

Wie sicher bist du dir, dass dein Gehör noch gut ist? Mit diesem kleinen Fragebogen bekommst du einen ersten Eindruck. Der Test gibt aber nur eine grobe Orientierung und kann auf keinen Fall den Besuch bei einem Ohrenarzt ersetzen!

Notiere zu jeder Frage die Punktzahl und zähle am Ende alle Punkte zusammen!

Hörst Du bei einer mechanischen Uhr das leise Ticken?	Hörst Du das Singen der Vögel?
ja = 0    nein = 2	ja = 0    nein = 2    manchmal = 1
Hast Du das Gefühl, dass die meisten Leute undeutlich sprechen?	Hörst Du zuhause immer, wenn jemand an der Tür klingelt?
ja = 6    nein = 0    manchmal = 3	ja = 0    nein = 4    manchmal = 2
Sagt dir schon mal jemand, dass Du den Fernseher, das Radio oder die Musikbox zu laut stellst?	Wachst Du immer vom Wecker auf?
ja = 6    nein = 0    manchmal = 3	ja = 0    nein = 4
Hast Du manchmal den Eindruck, dass dein Gehör bei gutem Wetter besser ist, als bei schlechtem Wetter?	Ist es Dir schon mal passiert, dass Du ein herankommendes Auto erst im letzten Moment bemerkst hast?
ja = 4    nein = 0	ja = 4    nein = 0
Hast Du Schwierigkeiten, einer Unterhaltung zu folgen, wenn mehrere Personen beteiligt sind?	Verstehst Du im Unterricht gut die Lehrerin bzw. den Lehrer?
ja = 6    nein = 0    manchmal = 3	ja = 0    nein = 6    nur vorne = 3
Kannst Du verstehen, was jemand in zwei Metern Entfernung flüstert?	Meinst du des Öfteren, dass die Telefonverbindung schlecht ist, weil du die Person am anderen Ende der Leitung schlecht verstehst?
ja = 0    nein = 3	ja = 4    nein = 0    manchmal = 3

- 0 Punkte:** Respekt, dein Gehör scheint bestens in Ordnung zu sein!
- 1 – 6 Punkte:** Dein Gehör scheint in Ordnung zu sein.
- 7 – 16 Punkte:** Wahrscheinlich ist dein Gehör in Ordnung. Sicher kannst Du nur nach einem professionellen Gehörtest sein.
- 17 – 34 Punkte:** Wahrscheinlich ist dein Gehör etwas beeinträchtigt. Besser, Du machst einen professionellen Gehörtest.
- Über 34 Punkte:** Du solltest dein Gehör dringend überprüfen lassen!





# Frequenzbereichsverlust-Simulation

Fragestellung	Material
Wie klingt Schwerhörigkeit?	Text

## Aufgabe

Streiche aus dem Text alle hochfrequenten Konsonanten, also s, t, z, k, p, v, f, sch und übe, den verbleibenden Text flüssig vorzulesen!

Die feinen Sinneshärchen in der Hörschnecke im Innenohr, welche den Schall in Nervensignale umwandeln, reagieren sehr empfindlich auf Langzeitbelastungen. Die Härchen werden durch die Schallwellen in Bewegung gesetzt. Bei geringer Lautstärke bewegen sie sich leicht. Bei großer Lautstärke wird die Bewegung größer. Die Härchen können aneinanderkleben. Sie brauchen dann längere Ruhepausen, um sich zu regenerieren. Fehlen diese Pausen, können die Sinneshärchen unwiederbringlich zerstört werden. Bei extrem lauten Geräuschen können die Härchen auch brechen und ausfallen. Die Folge sind akute Schwerhörigkeit oder sogar Taubheit.

## Hintergrund

In der Regel fällt bei einer einsetzenden Schwerhörigkeit durch zu lauten Musikgenuss der Frequenzbereich von 3000-4000 Hz als erstes aus (die sogenannte mp3-Senke). Genau in diesem Frequenzbereich liegen die gestrichenen Konsonanten. Der vorgelesene Text soll dies veranschaulichen.

Audiobeispiele für Hörschäden findest Du auf den Seiten der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV: <http://www.dguv.de/ifa/fachinfos/laerm/gehhoerschaeden-und-ihre-folgen/index.jsp>





## Kannst du das Auto noch hören?

Fragestellung	Material
Kann Musik hören gefährlich werden?	mp3-Player/Smartphone, Kopfhörer

### Aufgabe

Eine Person beginnt und hört über Kopfhörer Musik in der Lautstärke, in der sie sonst auch Musik hört. Die anderen unterhalten sich in normaler Lautstärke. Kann die Person mit den Kopfhörern noch verstehen, was gesprochen wird? Wie leise muss sie die Musik stellen? Jede und jeder sollte mal dran kommen.

Variante: geht nach Draußen und stellt euch an den Straßenrand. Wie leise muss die Musik gedreht werden, um einzelne Autos noch zu hören? Wie leise für Fahrradklingeln?

### Hintergrund

Beim Musikgenuss über Kopfhörer kann das Ohr nicht mehr wie gewohnt als Warnorgan fungieren. Es kann schneller zu gefährlichen Situationen, z.B. im Straßenverkehr, kommen.







# Hörtagebuch

Fragestellung
Welchen Geräuschen bist Du ausgesetzt?

## Aufgabe

Notiere für dein „Hörtagebuch“ zehn verschiedene Geräusche, die Du während des heutigen Tages wahrnimmst. Notiere auch, ob Du das Geräusch laut, mittel oder leise fandst. Male anschließend einen Smiley hinter das Geräusch um festzuhalten, ob Du das Geräusch magst oder nicht, z. B. :- ) :-| :-(

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Variante: Du kannst auch für einen kürzeren Zeitraum ein „Hörprotokoll“ für eine bestimmte Geräuschumgebung anfertigen. Mögliche Umgebungen: Waldspaziergang, Sportveranstaltung, Fußgängerzone, große Pause, ...

## Hintergrund

Oft merken wir gar nicht, welchen Geräuschen wir im Laufe des Tages ausgesetzt sind. Durch das Hörtagebuch kann man gut sehen, wie viel Lärm man an einem Tag anhören musste und welche schönen Geräusche es gab.



# Angenehm / Unangenehm

Fragestellung	Material
Was ist Lärm?	evtl. rote und grüne Kärtchen und Stifte

## Aufgabe

Variante 1: Schreibe je ein angenehmes (grün) und unangenehmes (rot) Geräusch auf. Hängt eure Karten an die Wand oder an eine Pinnwand. Die Karten können gegebenenfalls noch sortiert werden, z.B. nach Umgebungslärm und Freizeitlärm.

Variante 2: Eine Person nennt nacheinander verschiedene Geräusche. Alle Anderen müssen sich zu jedem Geräusch positionieren. Eine Ecke des Raumes: ich mag das Geräusch; andere Ecke des Raumes: ich mag das Geräusch nicht. Die Strecke zwischen den Ecken kann als Abstufung genutzt werden. Geräusche, die genannt werden können: Straßenverkehrsgeräusche, Vogelgezwitscher, Baustellengeräusche, Rasenmäher, Heavy-Metal-Musik, Schlagermusik, ...

## Hintergrund

Die Bewertung von Geräuschen ist sehr subjektiv. Was eine Person als schön empfindet, kann für eine andere Person störender Lärm sein. Daher sind wir alle Betroffene aber auch Verursacherinnen und Verursacher von Lärm. Um Lärm zu bewerten ist es wichtig, objektive Kriterien aufzustellen und allgemeingültige Messverfahren anzuwenden.





# Konzentrationstest

Fragestellung	Material
Kann ich mich konzentrieren, wenn der Fernseher läuft?	Arbeitsblatt, Stift, Hörbuch/Musik oder Fernseher

## Aufgabe

Stelle den Fernseher sehr laut oder mache laut ein Hörspiel oder Musik in deiner Muttersprache an.

Nimm dir nun den ersten Block der Buchstaben vor. Streiche alle Buchstaben b durch und zeichne einen Kreis um alle Buchstaben q! Stoppe die Zeit bis Du fertig bist!



d p q a b q d o p a o d o d o q b p o d q b o d b q p b o d q d a o d o b o d o  
 p q p o p b a q d a d p o b d a d b o p p b p q a o b d q d q b d p b o q o a b  
 d o b q a p b d o b a b a o p a d b b a q d o p q p d a q b q d a q b d d a b p  
 d q o p b a d q d b o d q d a b b d b q p a o p b a q b q o p a b q p a o p b q  
 b a q p b a o q q p d o d b a q p d a b o q b a b d q d b a o d b p o p b d a q  
 a d o d p o q d p o b q a q b b a d a q q p a o p o b d b q p q d a d o d q o a  
 b a d a o q q b q p d q o a q d q p b d q a d a p o a p o p d o q b o p q d a o

Stelle nun die Musik aus und begeben dich in ein leises Arbeitsumfeld. Wiederhole das ganze mit dem zweiten Block und stoppe erneut die Zeit!

o b o p q d a o d q a b d o p a o d b a q p b a o q p d o d p b a q o b q d q d  
 q b d p q b o q o a b d o b q a p b d o b a o p b q a p d a q b q d a b d d a b  
 d q o p b a d q q a b a o p q d b b a q a o p d a q d a o p p b p q a p o b d b  
 q p q d p a o d q o a b a d a d o q q b q p d q o a d q p b d a d o d p o d p o  
 b q a q b b a d a q d p a o b o d q a b b d b q p a o p b a q b d p o p a b q p  
 o d o q d p o d q b o d b q p b o d q d a o d o b o d o p q p o p b a q d a d b  
 o q b q a d a b o q q p o b d p d a b o q b a b d q d q b a o d p p o p b d a q

### Auswertung: Vergleiche beide Durchgänge!

In jedem Block befindet sich 50 mal der Buchstabe q und 50 mal der Buchstabe b.

Mit Musik / Fernsehen		Ohne Musik / Fernsehen	
Richtig markierte Buchstaben		Richtig markierte Buchstaben	
Falsch markierte oder übersehene Buchstaben		Falsch markierte oder übersehene Buchstaben	
Zahl der richtigen minus Zahl der falschen oder übersehenen Buchstaben		Zahl der richtigen minus Zahl der falschen oder übersehenen Buchstaben	
Zeit		Zeit	

Variante: Statt Musik/Fernsehen können auch andere lärmintensive Umgebungen (Sporthalle, Straßenverkehr, Baustelle, ...) gewählt werden.



# Gehörschaden durch Kopfhörer?

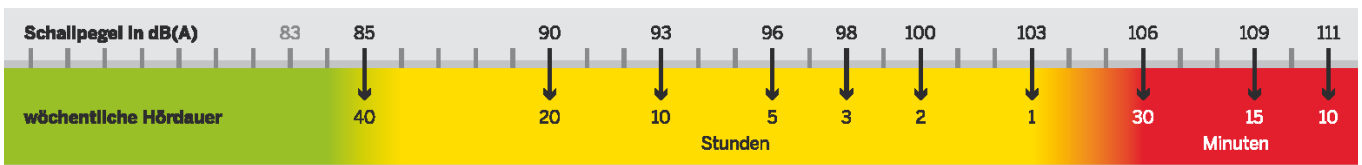
Fragestellung	Material
Muss ich bei meinen Hörgewohnheiten mit bleibenden Hörschäden rechnen?	mp3-Player/Smartphone, Kopfhörer, Schallpegelmessgerät

## Aufgabe

Setze deine Kopfhörer auf und stelle deinen mp3-Player bzw. dein Smartphone so laut ein, wie du für gewöhnlich Musik hörst. Miss jetzt den Schallpegel direkt am Kopfhörer, dort wo es am lautesten ist. Wie laut hörst du Musik? Nach welcher Zeit musst du bei dieser Lautstärke mit bleibenden Hörschäden rechnen? Wie lange hörst du Musik in dieser Lautstärke?

## Hintergrund

Aurale Schäden, also Schäden am (Innen-)Ohr sind abhängig von Schallpegel („Lautstärke“) und Einwirkdauer. Das „Messverfahren“ ist zwar ungenau und leicht unwissenschaftlich, schafft aber ein Bewusstsein für diesen Zusammenhang und gibt eine erste Rückmeldung über die eigenen Musikhörgewohnheiten.







# Aktiver oder passiver Schallschutz?

Fragestellung
Wie kann Lärm vermindert werden?

Material
Arbeitsblatt, Stift

## Aufgabe

Entscheide, bei welcher Form der Lärminderung es sich um aktiven oder passiven Lärmschutz handelt!

### Aktiver Lärmschutz:

- Lärm an der Quelle reduzieren (Emission reduzieren)
- Ausbreitung des Lärms einschränken (Transmission reduzieren)

### Passiver Lärmschutz:

- Lärm am Einwirkungsort vermindern (Immission reduzieren)



aktiv  passiv



aktiv  passiv



aktiv  passiv



aktiv  passiv



aktiv  passiv

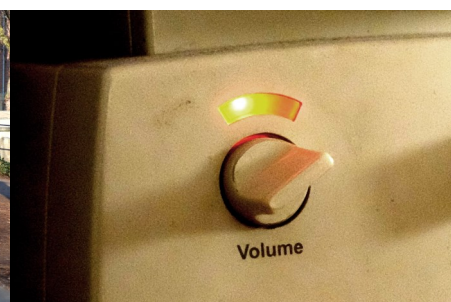


aktiv  passiv

### Zum Weiterdenken...



aktiv  passiv



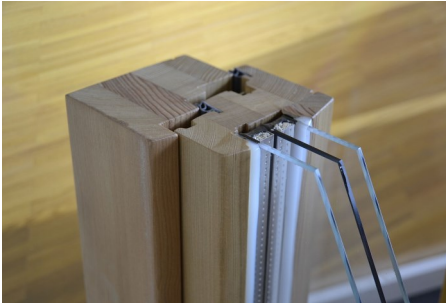
aktiv  passiv



aktiv  passiv



# Aktiver oder passiver Lärmschutz? - Lösung



Schallschutzfenster vermindern Lärm im Wohnraum (passiv)



30er Zonen vermindern den Straßenverkehrslärm (aktiv)



Schallschutzwände reduzieren die Ausbreitung des Lärms (aktiv)



Gehörschützer schützen das Gehör bei lauten Arbeiten (passiv)



Ohrstöpsel reduzieren die Lautstärke im Ohr (passiv)



Nachts ist diese Straße für laute Motorräder gesperrt (aktiv)



Fahrradfahren ist leiser als der motorisierte Verkehr (aktiv)



Die Lautstärke nicht so weit aufdrehen schont die Ohren (aktiv)



Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel reduziert Autolärm (aktiv)





# „Lärm-O-Meter“

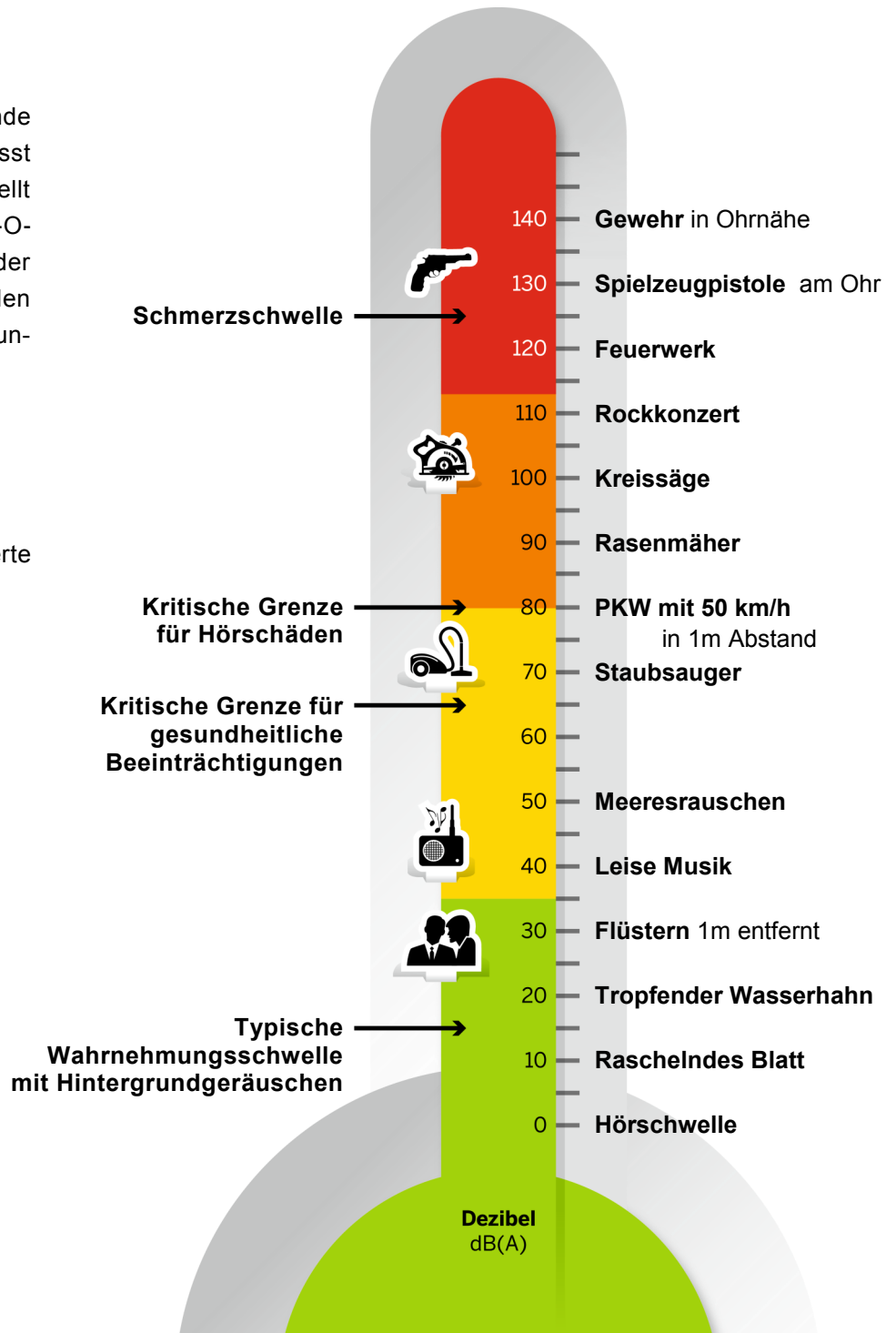
Fragestellung	Material
Wie kann man sich vor Lärm schützen?	Schallpegelmessgerät, Beispiel mit Grenzwerten und Vergleichswerten, Flipchart/Plakat, Lineal, Buntstifte

## Aufgabe

Sucht auf dem (Schul-)Gelände leise und laute Zonen, misst dort die Schallpegel und erstellt ein ortsbezogenes Lärm-O-Meter, auf dem die Stellen der Messungen und die mit den Pegeln verbundenen Wirkungen dargestellt sind.

## Hintergrund

Ein „Gefühl“ für Dezibel-Werte bekommen.





## Fotosafari / Lärm-Reporter

Fragestellung	Material
Welchen Lärm gibt es bei uns im Viertel?	Schallpegelmessgerät, entweder Foto- oder Videoequipment, ggf. Plakat/Stifte/Kleber, ggf. Möglichkeit Fotos zu drucken/entwickeln

### Aufgabe (Fotosafari)

Erkundet in eurer Kleingruppe das Schulgelände / die Stadt / das Stadtviertel (je nach Anweisung eurer Lehrer/innen) mit einem Blick auf Lärm und Geräusche. Findet Geräusch- und Lärmquellen, messt den Schallpegel und haltet die Geräuschquellen als Foto fest. Schreibt euch den Schallpegel und den ungefähren Abstand eurer Messung von der Schallquelle auf (Messprotokoll benutzen!). Achtet darauf, dass bei der Messung möglichst wenig andere Geräusche („Hintergrundgeräusche“) vorhanden sind.

Gestaltet ein Plakat für eine Ausstellung, auf dem ihr die Lärm- und Geräuschquellen und deren Lautstärke darstellt. Welche der gefundenen Lärmquellen können aufgrund ihrer Lautstärke zu Belästigungen, welche sogar zu Schäden am Gehör führen? Bei welchen Lärmquellen handelt es sich um Freizeitlärm, bei welchen um Umgebungslärm?

### Aufgabe (Lärm-Reporter)

Ihr geht ähnlich vor wie unter „Fotosafari“ beschrieben, nur dass ihr als Live-Reporter direkt die Messung der Lärmquellen filmt. Kommentare zu gesundheitlichen Risiken und zur Art des Lärms (Freizeit- oder Umgebungslärm) müsst ihr also auch live abgeben—euch also vorher entsprechend informieren! In der Nachbereitung müsst ihr dann noch die gelungenen Szenen zurecht schneiden.

### Hintergrund

Wir sind von zahlreichen Lärmquellen umgeben, die uns beeinträchtigen oder sogar gesundheitlich schädigen können.

Unter **Umgebungslärm** versteht man Lärmeinwirkungen der Schallquellen Straßenverkehr, Schienenverkehr, Flugverkehr sowie Industrie und Gewerbe.

Unter **Freizeitlärm** versteht man Lärmeinwirkungen durch Einrichtungen oder menschliche Verhaltensmuster in Ausübung von Aktivitäten in der Freizeit, also während der nicht erwerbsbezogenen Tätigkeit, unabhängig von der Tageszeit (Sportanlagen, Schwimmbäder, Musik, Motorradtreffs, „Nachbarschaftslärm“, ...)





# Fotosafari — Messprotokoll

Gruppe: \_\_\_\_\_ Protokollführer/in: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Nr.	Lärmquelle(n)	Messwert in dB(A)	Abstand Messgerät zur Lärmquelle	Besonderheiten, Umgebungseinflüsse
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

**Hinweise:**

- Messgerät hoch vom Körper weg halten (Jackenrascheln und andere ungewollte Störgeräusche werden dadurch minimiert)
- Während der Messung keine Geräusche machen (Husten, Nase putzen, kichern, sprechen, mit dem Anorak rascheln, ...)! Im Zweifelsfall noch mal neu messen!
- Umgebungseinflüsse (reflektierende Hauswände, Witterung/Regen/Wind, ...) haben einen Einfluss auf die Messung und sollten daher dokumentiert werden — auch Hintergrundgeräusche wie ein vorbeifahrender Krankenwagen oder eine Baustelle.
- Es ist sinnvoll bei ungleichmäßigen Geräuschen (leichte Schwankungen der Messwerte auf den Geräten) folgendermaßen vorzugehen:
  1. Messgerät auf „fast“ stellen
  2. Messwerte beobachten: Um welchen Messwert schwankt die Anzeige?  
Dies liefert keine genauen Ergebnisse, aber gibt eine reale Situation besser wieder als ein einzelner Zufallsmesswert.



# Lärmkartierung — Lärmmessung

Fragestellung	Material
Wie laut ist es in unserer Umgebung draußen?	Schallpegel-Messgerät, Kopie von Stadtplan, Buntstifte, Messprotokoll, Hinweise zum Messen von Lärm

## Aufgabe

Fertigt eine Lärmkarte (Isophonenkarte) an. Geht dazu in einer Kleingruppe durch die Straßen und führt Lärmmessungen durch. Beachtet die Hinweise zum Messen von Lärm und benutzt das Messprotokoll!

### Legende (auf der Karte vermerken!)

- Rot > 80 dB(A)
- Orange > 70 dB(A)
- Gelb > 60 dB(A)
- Grün > 50 dB(A)
- Blau < 50 dB(A)



## Hintergrund

Auf eine Lärmkarte (Isophonenkarte) kann man mit Hilfe verschiedener Farben den Schallpegel an den jeweiligen Orten erkennen. Die Übung ist ein erster Schritt zu einer georeferenzierten Darstellung (GIS).

Offizielle Lärmkarten werden nicht durch Messungen, sondern durch Zählungen bzw. Erfassen der Emissionen von Lärmquellen und anschließender Berechnung erstellt. Dabei unterscheidet die Europäische Umgebungslärmrichtlinie bei Verkehrslärm zwischen Straßenlärm, Schienenlärm, Fluglärm und außerdem Lärm, der von Industrie- und Gewerbeanlagen ausgeht. Auch spielt die Tageszeit eine Rolle: So ist z.B.  $L_{DEN}$  der über alle 24-Stunden und alle Tage des Jahres gemittelte Dauerschallpegel (DEN = Day Evening Night). Sogenannter Nachbarschaftslärm (private Feste, Musik, Singen etc.), der Lärm am Arbeitsplatz und in Verkehrsmitteln, von Sportanlagen sowie der Lärm auf Militärgeländen zählt nicht zum Umgebungslärm.

Eine Karte, die durch Messungen erstellt wird, kann also nur eine grobe Orientierung liefern. Daher sollte auch bewusst eine andere Farbeinteilung gewählt werden als bei den amtlichen Karten (<http://www.umgebungslaerm-kartierung.nrw.de/>)

Bei der Zeichnung wird auch das Interpolieren geübt: Übergänge/Zwischenwerte müssen – auch wenn sie nicht gemessen wurden - farblich dargestellt werden: Beispielsweise ist zwischen Orange (> 70dB) und Grün (> 50dB) zwangsläufig ein gelber Bereich (> 60dB) erforderlich.



# Lärmkartierung — Messprotokoll

Gruppe: \_\_\_\_\_ Protokollführer/in: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Nr.	Standort	Messwert in dB(A)	Zusatzinformationen (optional)			
			Stockwerke links / rechts	Straßen- breite / Spuren	KFZ pro Minute	Besonderheiten / Be- dingungen / besonde- re Lärmquellen
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

**Hinweise:**

- Messgerät hoch vom Körper weg halten (Jackenrascheln und andere ungewollte Störgeräusche werden dadurch minimiert)
- Während der Messung keine Geräusche machen (Husten, Nase putzen, kichern, sprechen, mit dem Anorak rascheln, ...)! Im Zweifelsfall noch mal neu messen!
- Umgebungseinflüsse (reflektierende Hauswände, Witterung/Regen/Wind, ...) haben einen Einfluss auf die Messung und sollten daher dokumentiert werden — auch Hintergrundgeräusche wie ein vorbeifahrender Krankenwagen oder eine Baustelle.
- Es ist sinnvoll bei ungleichmäßigen Geräuschen (leichte Schwankungen der Messwerte auf den Geräten) folgendermaßen vorzugehen:
  1. Messgerät auf „fast“ stellen
  2. Messwerte beobachten: um welchen Messwert schwankt die Anzeige?  
Dies liefert keine genauen Ergebnisse, aber gibt eine reale Situation besser wieder als ein einzelner Zufallsmesswert.
- Richtwerte: kein Verkehr: 40 - 50 dB; Pkw nicht zu dicht: ca. 60-70 dB; Lkw: ca. 85 dB; 100 dB ist ein Höllenlärm...!
- Nicht nur am Ziel sondern auch unterwegs und nicht nur in lauten Gebieten messen; auch leise Ecken suchen (Parks, hinter Häusern, vor und hinter Lärmschutzwänden, ...).



# Lärmkartierung — Zählen und Berechnen

Fragestellung	Material
Wie kommen die Ämter an die Daten für den Lärm?	Messrad oder langes Seil mit bekannter Länge, Stoppuhr, Strichliste, Warnwesten, internetfähiges Gerät

## Aufgabe

Kartiert die Lärmemissionen eines Straßenabschnittes (möglichst an einer stark befahrenen Straße) mit einem Verfahren, das auch zur offiziellen Ermittlung der Lärm-Werte verwendet wird.

### Vor Ort an der Straße:

- Fahrbahnbreite messen oder schätzen (notieren!)
- Belagstruktur erfassen (glatt, geriffelt, glattes Pflaster, unebenes Pflaster) - notieren!
- Teilgruppe 1: Messt auf dem Gehweg eine Strecke von 100m ab. Notiert euch den Abstand der Häuser vom Fahrbahnrand. Jeweils zwei von euch postieren sich am Anfang und am Ende der Strecke. Sobald ein KFZ den Streckenanfang passiert, wird von dort ein Zeichen gegeben. Am Streckenende wird die Stoppuhr gestartet und es wird gemessen, wie lange das KFZ für die Strecke von 100m benötigt. Die Zeit wird notiert. Es müssen (und können auch gar nicht) alle KFZ gemessen werden. Messt nacheinander möglichst viele KFZ. Zeit: mind. 10 Minuten.
- Teilgruppe 2: Alle Fahrzeuge werden in beide Richtungen gezählt (evtl. eine Strichliste für jede Richtung). Unterscheidet zwischen PKW, LKW und Krafträdern. Zeit: mind. 10 Minuten, besser länger. Die Zeit, in der gezählt wird, muss auch notiert werden!

### Im Klassenraum:

- Berechnet die durchschnittliche Geschwindigkeit der Fahrzeuge in km/h.
- Wie viele KFZ fahren auf der Straße in einer Stunde?
- Berechnet den prozentualen Anteil von LKW.
- Gebt die Daten in den Rechner unter [https://www.vcd.org/fileadmin/DALrechner/lang\\_m.htm](https://www.vcd.org/fileadmin/DALrechner/lang_m.htm) ein.
- Variiert die Eingabe, indem ihr mal die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit und mal die errechnete durchschnittliche Geschwindigkeit eingibt.
- Wie wählt ihr „Abstand zur Mitte des Fahrstreifens“ und „Höhe des Immissionsortes“ richtig - z.B. für eine Wohnung im 1. Stock oder für einen Fußgänger?

Aktuelle Lärmkarten des Landes NRW können unter <http://www.umgebungslaerm-kartierung.nrw.de> eingesehen werden. Wie laut ist es an der Straße bei euch vor der Haustür oder vor der Schule?

## Hintergrund

Die amtlichen Verkehrslärm-Karten werden nicht durch Messungen, sondern durch Zählen und Hochrechnen unter Berücksichtigung der Emission des jeweiligen Fahrzeugtyps ermittelt. So wird sicher gestellt, dass nur der Lärm der untersuchten Quelle erfasst und dargestellt wird. Das hier angewandte Verfahren gilt aber nur für gerade Straßen und berücksichtigt nicht die Bebauung.





## Weitere Programmideen



### Ohrendschungel

"Ohrendschungel - der Natursymphonie auf der Spur" ist ein modular aufgebautes Bildungskonzept für Kinder im Alter von 9-13 Jahren, das sich auf Basis seines akustischen Schwerpunktes insbesondere auch an Kinder des Förderschwerpunktes Sehen richtet. Während eines „Bioakustiktages“ erfahren Teilnehmende intensiv, welche Klangvielfalt die Natur bei ganz genauem Hören zu bieten hat. Aus den vormals „tauben Ohren“ werden so kleine Geräuschespezialisten, die ihre Umgebung und Natur ganz neu entdeckt haben und zukünftig angeregt sind, immer wieder genauer in den „Geräuschedschungel“ hineinzuhören.

Infos unter <http://www.lag21.de/themen-und-projekte/biodiversitaet/aktuelle-projekte.html>

### Exkursionen

Zu den Themenbereichen Schall, Hören, Lärm, Gesundheit, Lärminderung lassen sich gut Exkursionen zu verschiedenen Orten durchführen. Mögliche Ziele wären z.B.

- Reflexionsarmer Raum („Schalltoter“ Raum), findet sich z.B. in manchen Universitäten und Hochschulen, im Landesumweltamt LANUV, sowie bei manchen Firmen, die entsprechende Produkte (Lautsprecher, Mikrofone, ...) herstellen.
- Hörgeräteakustiker
- Ohrenarzt
- Tonstudio

### Flüsterstunde

Eine „Flüsterstunde“ unter dem Motto „Wie leise können wir heute sein?“ kann mit einem Jahrgang oder mit der ganzen Schule durchgeführt werden. Dabei wird eine Schulstunde benannt, in der die Schülerinnen und Schüler möglichst leise sein müssen. Je nach verfügbarer Technik kann man unterschiedlich vorgehen:

- durch die Klassen gehen und kurz den aktuellen Messwert aufnehmen
- in allen Klassen die ganze Schulstunde messen und die Klasse mit dem niedrigsten Maximalwert bestimmen (geht bereits mit einfachen Schallpegelmessgeräten)
- in allen Klassen die ganze Schulstunde messen und jeweils den Mittelwert der gesamten Messung in einer Klasse bestimmen (wenn dies technisch mit dem verwendeten Gerät möglich ist)

Die leiseste Klasse bekommt eine Urkunde.



# Fragenpool

Hier finden Sie Anregungen, die Sie zum Erstellen von Quizfragen oder Testfragen nutzen können. Zum Anpassen an das Alter der Schülerinnen und Schüler können Sie neben einer entsprechenden Auswahl der Fragen auch Antwortmöglichkeiten vorgeben, um die Beantwortung zu erleichtern.

## Schall

- Wie breitet sich Schall aus (geometrische Figur)? (Antwort: kugelförmig)
- Können sich Schallwellen auch in Flüssigkeiten oder in festen Körpern wie z.B. Wänden ausbreiten?
- Zwei Astronauten unterhalten sich außerhalb der Internationalen Raumstation ISS. Das Funkgerät fällt aus. Können sich die Astronauten auch etwas zurufen? Begründe deine Antwort!
- Ist die Schallgeschwindigkeit in Wasser höher oder geringer als in Luft?
- In welcher Einheit wird die Frequenz, also die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde, mit der die Tonhöhe bestimmt wird, angegeben?
- Was gibt die Stärke der Druckunterschiede in der Schallwelle an?
- Mit welchem Gerät misst man diese Druckunterschiede?
- In welcher Einheit wird der Schalldruckpegel gemessen?
- Ist es richtig, dass 0 dB bedeutet, dass es kein Geräusch gibt?
- Statt einer Kreissäge laufen zwei Kreissägen. Um wie viele dB steigt dadurch der Schalldruckpegel?
- Beschreibe, wie durch einen Lautsprecher eine Schallwelle erzeugt wird!
- Welchen Frequenzbereich können junge Menschen hören?

## Hören

- Wie heißt der Bereich des Ohres, den man sehen kann?
- Nenne je zwei Teile des Außen-, Mittel- und Innenohres!
- Wie heißen die Gehörknöchelchen im menschlichen Ohr?
- Beschreibe den Weg, den der Schall durch das menschliche Ohr nimmt.
- Warum hat der Mensch zwei Ohren?
- Können junge Menschen hohe Töne besser hören als alte Menschen?
- Welche Funktion haben die Mikrovilli („Stereozilien“) im Innenohr?
- Was passiert, wenn man zu lange zu laute Musik hört?
- Ab welchem Schalldruckpegel kann es zu Gehörschäden kommen?
- Bei welchem Schalldruckpegel liegt die Schmerzgrenze?
- Ab welchem Schallpegel muss eine Arbeitnehmerin oder ein Arbeitnehmer einen Gehörschutz tragen?
- Kann man Lärmschwerhörigkeit heilen?

# Lärm

- Was ist Lärm?
- Kann Lärm krank machen?
- Nenne mindestens fünf verschiedene Arten von Lärm!
- Nenne mindestens drei Lärmquellen aus dem Alltag, die Menschen als unangenehm empfinden können!
- Erläutere die Begriffe Emission, Transmission, Immission!
- Wie kann man sein Gehör vor hohen Schallpegeln schützen?
- Erläutere den Unterschied zwischen aktivem und passivem Lärmschutz. Nenne hierzu auch Beispiele.
- Ab welchem Schalldruckpegel kann es zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommen?
- Was für Auswirkungen kann Lärm haben, abgesehen von Gehörschäden?
- Im Nebenraum arbeiten Handwerker. In eurem Klassenraum herrscht ein durchschnittlicher Schallpegel von 70 dB. Warum ist es nicht sinnvoll, dann eine Klassenarbeit zu schreiben?
- Wie kann man sich selbst und andere vor Lärm schützen?
- Was meint man damit: „Lärm ist der akustische Müll unserer Zivilisation“?

# Gestaltungsvorschlag Primarstufe

Der Gestaltungsvorschlag ist für etwa 2 bis 3 Schulstunden gedacht (je nach Anzahl der Stationen auch länger) und soll nur eine Anregung sein. Es bietet sich an, am gleichen Tag eine „Flüsterstunde“ (Seite 113) durchzuführen.

## Ablauf für 1. / 2. Klasse

Zunächst werden einige Übungen/Spiele mit der ganzen Klasse gemacht:

<b>Lauschen (S. 57)</b>	<b>Ziel:</b> Siehe „Hintergrund“, sowie Einstimmung auf das Thema <b>Bemerkung:</b> Nach der Auswertung der Übung ist ein guter Zeitpunkt, Transparenz über den weiteren Ablauf zu schaffen.
<b>Künstliches, vorübergehendes Taubsein (S. 59)</b>	<b>Ziel:</b> Den SuS wird deutlich, wie stark die Einschränkung in der Kommunikation durch Hörschäden ist, wie versucht wird, fehlendes Hören durch visuellen Kontakt ansatzweise zu kompensieren und wie sich das eigene und das Verhalten der anderen ändert.
<b>Schall sichtbar und fühlbar machen (S. 25)</b>	<b>Ziel:</b> Die SuS haben eine Idee davon bekommen, wie Schall sich ausbreitet. <b>Bemerkung:</b> Hier kann man die Theorie wirklich ganz runterbrechen: ein Lautsprecher (oder eine andere den SuS bekannte Schallquelle) schwingt hin und her, stößt das nächste Luftteilchen an, das schwingt auch und stößt wieder das nächste an etc.
<b>Aus welcher Richtung kommt das Geräusch? (S. 69)</b>	<b>Ziel:</b> Die SuS wissen, warum wir zwei Ohren haben und haben eine grobe Vorstellung, wie räumliches Hören funktioniert.
<b>Angenehm /Unangenehm (S. 91)</b>	<b>Ziel:</b> Die SuS wissen, was Lärm ist und dass Lärm für jede und jeden etwas anderes sein kann; die Subjektivität der Lärmeinschätzung wird deutlich. <b>Bemerkung:</b> Günstig ist, wenn ein Geräusch mal positiv, mal negativ bewertet wird (z.B. verschiedene Musikstile). Sprüche wie „Der eigene Hund macht keinen Lärm - er bellt nur.“ (Kurt Tucholsky) können in der Nachbesprechung der Übung eingebracht werden.
<b>Auswertung Taubsein (S. 59)</b>	Siehe Beschreibung auf Stations-Zettel.

Nun folgt ein **Stationenlernen** in Kleingruppen (je nach Erfahrung mit der konkreten Lerngruppe 2-4 Personen pro Gruppe). Möglich wäre auch ein nicht-getaktetes, freies Besuchen der Stationen — in diesem Fall sollte jeder Schüler und jede Schülerin einen Laufzettel haben.

Viele Stationen sind zwar nicht schwierig, aber man muss wissen, wie es funktioniert. Es gibt mehrere Möglichkeiten wie der Betrieb realisiert werden kann:

- Außer der Lehrerin oder dem Lehrer gibt es noch weitere Betreuende, die erklären können.
- SuS einer höheren Klasse, die die Stationen schon früher am Tag oder am Vortag gemacht haben, helfen, indem sie an den Stationen stehen und erklären.
- Die Gruppen rotieren während des Stationenbetriebs: am Anfang wird jeder Gruppe ihre Station erklärt. Wenn weiter rotiert wird, bleibt eine Person als „Stationsleiter/in“ bei der Station und erklärt der Folgegruppe die Station. Beim nächsten Rotieren darf die Person mit weiter gehen und eine neue Person aus der hinzu gekommenen Gruppe bleibt bei der Station.

<b>Stationen in Kleingruppen</b>	<p><b>Ziel:</b> Die SuS haben verschiedene Aspekte der Themen Schall, Hören und Lärm näher kennengelernt.</p> <p><b>Bemerkung:</b> Mögliche Stationen z. B. : Schallkanone (S. 29), Stimmgabel im Wasser (S. 31), Körperschall (S. 33), Bechertelefon (S. 35), Schiffstelefon (S. 39), Hohe und tiefe Töne (S. 49), Gummi-Gitarre (S. 51), Flaschenorchester (S. 53), Meeresschnecke (S. 55), Richtungshören (S. 73), Kannst Du das Auto noch hören (S. 87)</p>
<b>Besprechung / Nachbereitung mit der ganzen Klasse</b>	<p><b>Ziel:</b> Die offenen Fragen der SuS sind geklärt und sie haben ein Bewusstsein für die Gefahr von Gehörschäden und anderen Lärmfolgen.</p> <p><b>Bemerkung:</b> Nach dem Klären von Fragen, die bei den Stationen aufgetaucht sind und noch nicht besprochen wurden, sollten noch Lärmfolgen (auf einem einfachen Niveau) besprochen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was geht im Ohr wann und warum kaputt? (ggf. Bilder der Sinneshärchen zeigen, S. 123) → wenn beim mp3-Player/Smartphone eine Warnung kommt, nicht höher drehen! Je nach Anzahl der SuS, die Musik über Kopfhörer hören, kann die Station „Gehörschaden durch Kopfhörer“ (S. 95) in das Stationenlernen eingebunden werden oder im Anschluss als Teil dieser Nachbesprechung erfolgen.</li> <li>• Weitere Lärmfolgen (Schlafstörung, Konzentrationsfähigkeit, ...) → gute Überleitung zur Frage: Wie verhalten wir uns in der Schule, damit alle gut lernen können?</li> </ul>
<b>Hafenlotse (S. 65)</b>	<p><b>Ziel:</b> Abschluss</p> <p><b>Bemerkung:</b> Je nach Zeit bietet es sich an, das Spiel zum Abschluss zu spielen.</p>

## Erweiterungen für 3. / 4. Klasse

Der grundlegende Ablauf kann für die 3./4. Klasse übernommen werden. Beim Stationenlernen kommen auch die Stationen „Kleiderbügelglocke“ (S.37) und „Aktiver/Passiver Schallschutz“ (S. 97) in Frage; die Station „Gehörschaden durch Kopfhörer“ (S. 95) sollte aufgrund der Verbreitung von mobilen Medien auch als Teil des Stationenlernens angeboten werden, so dass jede Schülerin und jeder Schüler sein/ihr Gerät messen kann. Steht ein separater ruhiger Raum zur Verfügung, kann dort auch die Station „Wer hört mehr?“ (S. 79) angeboten werden.

Mit etwas mehr Zeit kann mit der ganzen Klasse der Konzentrationstest (S. 93) durchgeführt werden. Weiterhin können mit mehr Zeit auch die Übungen „Schalldämmung“ (S. 47) und „Fingeralphabet“ (S. 61) durchgeführt werden. Hier könnten sich z.B. Kleingruppen bilden und sich jeweils aussuchen, welche der beiden Übungen sie lieber machen möchten. Anschließend erfolgt die Präsentation / Vorstellung der Ergebnisse mit allen. Die Übung „Fingeralphabet“ kann durch Einschränkung der zur Verfügung stehenden Buchstaben auch zeitlich angepasst werden.

Als kleine Hausaufgabe bietet sich ein „Hörtagebuch“ (S. 89) an.

# Gestaltungsvorschlag Sek. I

Der Gestaltungsvorschlag ist je nach Lerngruppe und je nach Anzahl der durchgeführten Stationen für einen Projekttag von 4 bis 6 Schulstunden geeignet (bei Auswahl einiger Elemente auch in 2 bis 3 Schulstunden durchführbar). Der Gestaltungsvorschlag soll nur eine Anregung sein. Es bietet sich an, am gleichen Tag eine „Flüsterstunde“ (Seite 113) durchzuführen.

## Ablauf

Zunächst werden einige Übungen mit der ganzen Klasse gemacht:

<b>Lauschen (S. 57)</b>	<b>Ziel:</b> Siehe „Hintergrund“, sowie Einstimmung auf das Thema <b>Bemerkung:</b> Nach der Auswertung der Übung ist ein guter Zeitpunkt, Transparenz über den weiteren Ablauf zu schaffen.
<b>Künstliches, vorübergehendes Taubsein (S. 59)</b>	<b>Ziel:</b> Den SuS wird deutlich, wie stark die Einschränkung in der Kommunikation durch Hörschäden ist, wie versucht wird, fehlendes Hören durch visuellen Kontakt ansatzweise zu kompensieren und wie sich das eigene und das Verhalten der anderen ändert.
<b>Schall sichtbar und fühlbar machen (S. 25)</b> und <b>Lautstärke / Amplitude und Tonhöhe erlebbar machen (S. 27)</b>	<b>Ziel:</b> Die SuS wissen, was Schall ist, wie er sich ausbreitet und was physikalisch Schallpegel und Tonhöhe bedeuten. <b>Bemerkung:</b> Lautstärke/Amplitude evtl. besser erst ab der 6. Klasse. Ältere Klassen finden die Übung i. d. R. albern, was aber nicht unbedingt dagegen spricht, diese Übung zu machen. In die Besprechung der beiden Übungen können als Demonstrationsexperimente zur weiteren Verdeutlichung auch Stationen wie „Schallkanone“ (S. 29), „Stimmgabel im Wasser“ (S. 31), „Hohe und tiefe Töne“ (S. 49), „Gummigitarre“ (S. 51) oder „Flaschenorchester“ (S. 53) eingebaut werden.
<b>Angenehm / Unangenehm (S. 91)</b>	<b>Ziel:</b> Die SuS wissen, was Lärm ist und dass Lärm für jede und jeden etwas anderes sein kann; die Subjektivität der Lärmeinschätzung und damit die Notwendigkeit der Objektivierung wird deutlich. <b>Bemerkung:</b> Günstig ist, wenn ein Geräusch mal positiv, mal negativ bewertet wird (z.B. verschiedene Musikstile). Sprüche wie „Der eigene Hund macht keinen Lärm - er bellt nur.“ (Kurt Tucholsky) können in der Nachbesprechung der Übung eingebracht werden.

## Stationen in Kleingruppen

Nun werden einige Stationen in Kleingruppen bearbeitet, je nach Interesse und Vorhandenen Materialien z. B.

- Schalldämmung (S. 47)
- Faustregeln zum Schalldruckpegel (S. 41)
- Rechnen mit Schalldruckpegeln (ältere Klassen und nur wenn Logarithmus bekannt; S. 43)
- Aufbau des Ohres (S. 75)
- Wer hört mehr? (S. 79)
- Audiometrie (eher ältere Klassen — oder mit Unterstützung; S. 81)

- Frequenzbereichsverlustsimulation (ab ca. 6./7. Klasse); hier wird der Text jeweils von der Gruppe geübt, z.B. jeder 1-2 Sätze (S. 85)
- Fingeralphabet (aus Zeitgründen besser reduzierte Anzahl an Buchstaben; S. 61)
- aktiver/passiver Lärmschutz (S. 97)
- Die Station „Gehörschaden durch Kopfhörer“ (S. 95) kann als eine Station angeboten werden oder die Lehrkraft bietet an, die Kopfhörer parallel zu den anderen Aktivitäten durchzumessen (je nach Alter der SuS)

Mit der ganzen Klasse:

#### Auswertung Taubsein (S. 59)

Siehe Beschreibung auf Stations-Zettel.

#### Besprechung der Ergebnisse

- Evtl. noch offene Fragen zu den Stationen werden geklärt
- Auf Grundlage der Station „Aufbau des Ohres“ sowie der Stationen die mit Hörschäden zu tun haben, werden Lärmfolgen besprochen (ggf. Lärm-O-Meter S.12 zur Verdeutlichung):
  - Wie funktioniert das Ohr, was geht im Ohr wann und warum kaputt? → Bilder der Sinneshärchen zeigen! Ist das reversibel? Wer hat bei der Station „Gehörschaden durch Kopfhörer“ einen zu hohen Schalldruck gemessen? → wenn beim mp3-Player/Smartphone eine Warnung kommt, nicht höher drehen! Worauf muss geachtet werden bei Konzerten/ Discobesuchen? Als Verdeutlichung der Folgen können die SuS die Ergebnisse der Station „Frequenzbereichsverlustsimulation“ präsentieren.  
Info: Tragen von Hörgeräten unangenehm; können nicht völlig ausgleichen; gutes Gerät ca. 2.500 EUR pro Ohr; Kassen zahlen kaum
  - Weitere Lärmfolgen (Schlafstörungen, Konzentrationsfähigkeit, ...) → gute Überleitung zur Frage: Wie verhalten wir uns in der Schule, damit alle gut lernen können? Bei ausreichend Zeit kann hier auch gut der Konzentrationstest (S. 93) mit der ganzen Klasse durchgeführt werden.  
**Ziel:** Die SuS sind für Schäden am Gehör und andere Lärmfolgen sensibilisiert.
- Diskussion Aktiver / Passiver Lärmschutz und ggf. Lärmtypen
- Präsentation der Ergebnisse der Station „Fingeralphabet“

#### Vertiefungsprojekte in Kleingruppen

Die Projekte „Lärm-O-Meter“ (S. 101), „Fotosafari“ (S. 103), „Lärmkartierung / -messung“ (S. 107) und „Lärmkartierung / Zählen und Berechnen“ (S. 111) können von Kleingruppen bearbeitet werden.

Während ein Lärm-O-Meter auch gut schon von jüngeren SuS erstellt werden kann, müssen die SuS für die beiden letztgenannten Projekte mit ihrer Kleingruppe eigenständig das Schulgelände verlassen dürfen. Die „Fotosafari“ geht in abgespeckter Form auch in der Schule / auf dem Schulgelände (hier wird allerdings noch zusätzlich Nachbereitungszeit benötigt: Entwickeln der Bilder bzw. Schneiden des Films).

Sind einige Gruppen früher fertig, können noch weitere, einfache Stationen wie z. B. Schallkanone (S. 29), Simmgabel im Wasser (S. 31), Bechertelefon (S. 35), Flaschenorchester (S. 53), etc. nebenher gemacht werden.

Die Ergebnisse der Projektarbeiten (Plakate) können die SuS auch gut lokalen Zeitungsredakteuren bei einem Presstetermin vorstellen. Auch eine Ausstellung im Schulgebäude könnte erfolgen.



# Anknüpfungspunkte an die Kernlehrpläne NRW

## Primarstufe

### Sachunterricht

- Bereich "Natur und Leben"  
Schwerpunkt "Wärme, Licht, Feuer, Wasser, Luft, Schall"
- Bereich "Natur und Leben"  
Schwerpunkt "Körper, Sinne, Ernährung und Gesundheit"
- Bereich "Mensch und Gemeinschaft"  
Schwerpunkt "Zusammenleben in der Klasse, in der Schule und in der Familie"
- Bereich "Zeit und Kultur"  
Schwerpunkt "Ich und andere"

### Musik

- Bereich "Musik machen – mit Instrumenten"  
Schwerpunkt "Mit Instrumenten improvisieren und experimentieren"

## Sekundarstufe I

### Hauptschule / Gesamtschule / Realschule

#### Physik

Erste Progressionsstufe

- Inhaltsfeld "Sinneswahrnehmungen mit Licht und Schall" bzw. "Licht und Schall"

#### Biologie

Erste Progressionsstufe

- Inhaltsfeld "Gesundheitsbewusstes Leben"
- Inhaltsfeld "Sinne und Wahrnehmung"

Zweite Progressionsstufe

- Inhaltsfeld "Biologische Forschung und Medizin"

## Gymnasium (G8)

### Physik

Basiskonzepte "System" und "Wechselwirkung"

Jahrgangsstufen 5/6

- Inhaltsfeld "Das Licht und der Schall"  
Fachlicher Kontext "Sehen und Hören"

### Biologie

Basiskonzepte "Struktur und Funktion" und "System"

Jahrgangsstufe 5/6

- Inhaltsfeld "Bau und Leistungen des menschlichen Körpers"  
Fachlicher Kontext "Gesundheitsbewusstes Leben"
- Inhaltsfeld "Überblick und Vergleich von Sinnesorganen des Menschen"  
Fachlicher Kontext "Die Umwelt erleben: die Sinnesorgane"

Jahrgangsstufe 7/9

- Inhaltsfeld "Kommunikation und Regulation"  
Fachlicher Kontext "Erkennen und reagieren"

## Weitere mögliche Anknüpfungspunkte

Darüber hinaus ergeben sich auch Anknüpfungspunkte in den Fächern **Arbeitslehre** (Sicherheit und Gesundheit), **Erdkunde/Geographie** (Stadtgeographie, nachhaltige Stadtentwicklung, Mensch und Raum) sowie **Politik und Wirtschaft** (Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren, Umweltmanagement).

# Empfehlungen für Internetseiten

## Portale und Themenseiten

- <http://www.nrw-wird-leiser.de>  
Internetportal des Aktionsbündnis „NRW wird leiser“, Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW
- <http://www.umgebungslaerm.nrw.de>  
Portal Umgebungslärm, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV)
- <https://www.dguv-lug.de>  
Lernen und Gesundheit – das Schulportal der DGUV, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
- <http://www.dguv.de/ifa/Fachinfos/L%C3%A4rm/Geh%C3%B6rsch%C3%A4den-und-ihre-Folgen/index.jsp>  
Audiobeispiele zu Gehörschäden, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV
- <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/schall>  
Portal Sachunterricht praktisch und konkret: Schall (Grundschule)
- <http://www.umwelt-im-unterricht.de/wochenthemen/laerm-lass-nach/>  
Themenseite „Lärm lass nach“, Portal „Umwelt im Unterricht“, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
- <http://www.earaction.bayern.de>  
Portal „earaction“, Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege
- <http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/medik/exp/schall/start.html>  
Landesbildungsserver Baden-Württemberg: Schall – eine experimentelle Betrachtung des Lärms
- [http://schulphysikwiki.de/index.php/Lärmbelastung\\_und\\_Raumakustik\\_in\\_Klassenzimmern\\_der\\_Schule](http://schulphysikwiki.de/index.php/Lärmbelastung_und_Raumakustik_in_Klassenzimmern_der_Schule)  
Themenseite „Lärmbelastung und Raumakustik in Klassenzimmern der Schule“, Schulphysikwiki

## Arbeitshilfen

- <http://www.bzga.de/infomaterialien/archiv/?idx=112>  
Arbeitshilfe „Lärm und Gesundheit“, Materialien für die Grundschule (1.-4. Klasse), Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung
- <http://www.bzga.de/infomaterialien/unterrichtsmaterialien/?idx=113>  
Arbeitshilfe „Lärm und Gesundheit“, Materialien für die Klassen 5 bis 10, Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung
- <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/akustik-laerm-eine-mitmachbroschuere-fuer-kinder-0>  
Arbeitshilfe „Akustik & Lärm: Eine Mitmachbroschüre für Kinder“ des Umweltbundesamtes
- <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/knall-schall-physikalische-biologische-phaenomene>  
Arbeitshilfe „Knall und Schall“ des Umweltbundesamtes
- [http://www.ubz-stmk.at/fileadmin/ubz/upload/Materialien/publikationen/Unterrichtsmappe\\_Laerm.pdf](http://www.ubz-stmk.at/fileadmin/ubz/upload/Materialien/publikationen/Unterrichtsmappe_Laerm.pdf)  
Unterrichtsmappe „Lärm macht krank!“, Umweltbildungszentrum Steiermark
- <http://www.tatort-ohr.de/>  
„Tatort Ohr“: Film, Arbeitshilfe, u.a. (Zielgruppe ca. 4.-8. Klasse)

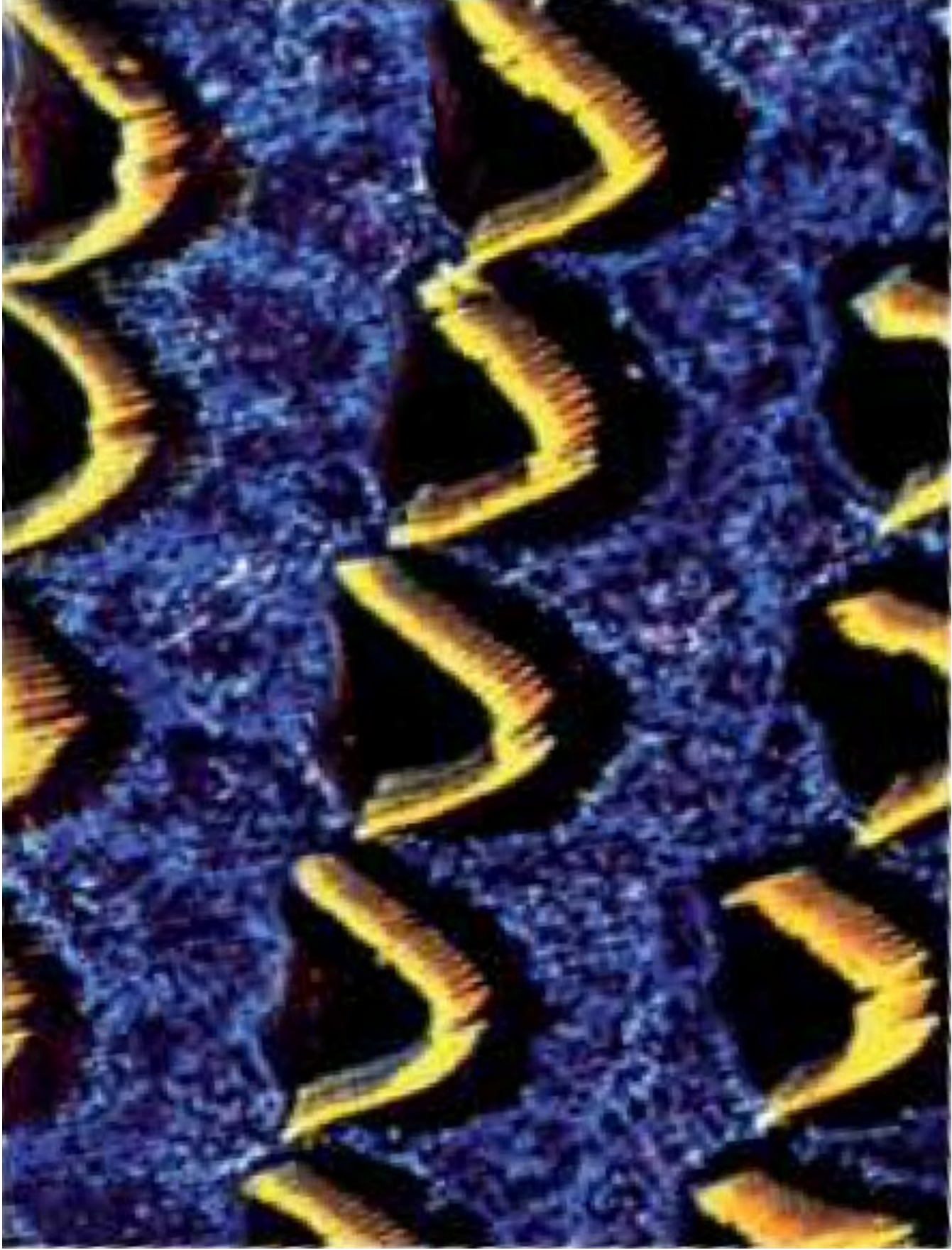
- <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/35569/>  
Themenheft „Lärm“ für den Unterricht, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- [http://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1\\_Forschen/Themen-Broschueren/Broschuere-Akustik\\_2012.pdf](http://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1_Forschen/Themen-Broschueren/Broschuere-Akustik_2012.pdf)  
Arbeitshilfe „Klänge und Geräusche“, Akustische Phänomene mit Kita- und Grundschulkindern entdecken, Stiftung Haus der kleinen Forscher

## Lärmkoffer – Materialien zum Ausleihen

- <http://www.tag-gegen-laerm.de/laermkoffer/>  
Lärmkoffer des ALD - Arbeitsring Lärm in der Deutschen Gesellschaft für Akustik e.V.
- <http://www.ufu.de/de/fachgebiete/ufu-werkstatt/laermschutz/Der-Laermkoffer.html>  
Lärmkoffer des UFU - Unabhängiges Institut für Umweltfragen

Die NUA NRW macht sich den Inhalt der innerhalb ihres Angebots per Hyperlinks zugänglich gemachten fremden Websites ausdrücklich nicht zu eigen und kann deshalb für deren inhaltliche Korrektheit, Vollständigkeit und Verfügbarkeit keine Gewähr leisten. Die NUA NRW hat keinen Einfluss auf die aktuelle und zukünftige Gestaltung und auf Inhalte der gelinkten Seiten.

gesunde  
Haarsinnes-  
zellen





**stark  
beschädigte  
Haarsinnes-  
zellen**

