



SCHALL & LÄRM

Unterrichtsmappe mit Praxisteil
für alle Schulstufen

Impressum:

Schall & Lärm

Unterrichtsmappe mit Praxisteil für alle Schulstufen

Eigentümer, Herausgeber, Verleger:

Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark

A-8010 Graz, Brockmangasse 53

E-Mail: office@ubz-stmk.at

Web: www.ubz.at

ZVR-Zahl 023220905

Redaktion: Mag.^a Elisabeth Martini

Redaktionelle Mitarbeit: Mag.^a Denise Sprung, Nicole Dreißig, Mag.^a Dr.ⁱⁿ Eva Lenhard

Titelbild, Zwischenblätter, Kopfzeile: verändert nach Luliia Pilipeichenko/istockphoto.com

Bildnachweise: sofern nicht anders angegeben © UBZ Steiermark

Erstellt im Rahmen des Projektes Umweltbildung Steiermark im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik

© UBZ, Graz 2025





Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1. Basiswissen

1.1 Lärm

1.1.1	Ursprung des Wortes Lärm	11
1.1.2	Geschichte des Lärms	11
1.1.3	Definition von Lärm	13
1.1.4	Kategorien von Lärm	14
1.1.5	Umgebungsärmrichtlinie	17
1.1.6	Verkehrslärmkataster der Stadt Graz	18
1.1.7	Lärm und Tiere	18
1.1.8	Ruhe oder doch Stille?	19
1.1.9	In Kürze: Lärm	20

1.2 Schall

1.2.1	Physikalische Grundlagen	21
1.2.2	Ton, Klang, Geräusch	23
1.2.3	Schallenergie, Schallleistung, Schallintensität, Schalldruck	23
1.2.4	Schalldruckpegel	24
1.2.5	Energieäquivalenter Dauerschallpegel	26
1.2.6	Beurteilungspegel	26
1.2.7	Schalldruckpegel Häufigkeitsverteilungen	27
1.2.8	Psychoakustik	28
1.2.9	Raumakustik	29
1.2.10	In Kürze: Schall	31

1.3 Hören

1.3.1	Anatomie des Ohres	32
1.3.2	Der Hörvorgang	37
1.3.3	Die feinen Zwischentöne	37
1.3.4	Zuhören	38
1.3.5	Entwicklung des Gehörs aus evolutionärer Sicht	39
1.3.6	Besonderheiten des menschlichen Gehörs	40
1.3.7	In Kürze: Hören	41

1.4 Auswirkungen von Lärm

1.4.1	Aurale Auswirkungen von Lärm	42
1.4.2	Extraaurale Auswirkungen von Lärm	45
1.4.3	Lärm in der Schule	47
1.4.4	Reduktion von Unterrichtslärm	51
1.4.5	Volkswirtschaftliche Auswirkungen von Lärm	54
1.4.6	In Kürze: Auswirkungen von Lärm	55



Inhaltsverzeichnis

1.5	Schutz vor Lärm	
1.5.1	Persönlicher Lärmschutz	56
1.5.2	Arten von Gehörschutz	57
1.5.3	Lärmschutz in der Gesellschaft	58
1.5.4	In Kürze: Schutz vor Lärm	60
1.6	Weiterführende Informationen	
1.6.1	Soundscaping	61
1.6.2	Was tun bei Lärmbelästigung?	61
1.6.3	Lärm – die anderen und ich	62
1.6.4	Die akustische Welt der Zukunft – ein Ausblick	63

2. Praxisteil

Einleitung	67	
2.1	Praxisteil für alle Schulstufen	
2.1.1	Demonstration: Was ist Lärm?	69
2.1.2	Demonstration: Wie laut ist das?	79
2.1.3	Demonstration: Schall ist Bewegung	87
2.1.4	Demonstration: Woher kommt das Geräusch?	88
2.1.5	Demonstration: Die Haarzelle ermüdet	89
2.1.6	Demonstration: Hörschadensimulation	90
2.1.7	Impulsgespräch: Auswirkungen von Lärm	91
2.1.8	Infoblatt: Auswirkungen von Lärm	92
2.1.9	Hörtests: Wie gut höre ich?	93
2.1.10	Arbeitsblatt: Wie gut höre ich?	95
2.1.11	Kreative Übung: Stille-Plakat	96
2.1.12	Stilleübung: Traumreise	101
2.1.13	Traumreise: Blumenwiese	102
2.1.14	Information für Lehrende: Stilleübungen	103
2.1.15	Methodensammlung: Stilleübungen	104
2.1.16	Information für Lehrende: Ruhe in die Klasse bekommen	105
2.1.17	Methodensammlung: Ruhe in die Klasse bekommen	105
2.2	Praxisteil für Schüler:innen ab der 1. Schulstufe	
2.2.1	Experiment: Das schwingende Lineal	107
2.2.2	Arbeitsblatt: Das schwingende Lineal	108
2.2.3	Experiment: Das singende Weinglas	109
2.2.4	Arbeitsblatt: Das singende Weinglas	110
2.2.5	Experiment: Die wandernde Münze	111
2.2.6	Arbeitsblatt: Die wandernde Münze	112
2.2.7	Experiment: Körperschall	113
2.2.8	Arbeitsblatt: Körperschall	114
2.2.9	Experiment: Richtungshören	115



Inhaltsverzeichnis

2.2.10	Arbeitsblatt: Richtungshören	116
2.2.11	Experiment: Schnurtelefon	117
2.2.12	Arbeitsblatt: Schnurtelefon	118
2.2.13	Experiment: Die künstliche Glocke	119
2.2.14	Arbeitsblatt: Die künstliche Glocke	120
2.2.15	Experiment: Lauschen	121
2.2.16	Arbeitsblatt: Lauschen	122
2.2.17	Experiment: Zitternde Reiskörner	123
2.2.18	Arbeitsblatt: Zitternde Reiskörner	124
2.2.19	Experiment: Stimmgabel geht baden	125
2.2.20	Arbeitsblatt: Stimmgabel geht baden	126
2.2.21	Experiment: Papierknaller	127
2.2.22	Arbeitsblatt: Papierknaller	128
2.2.23	Experiment: Hörmemory	129
2.2.24	Arbeitsblatt: Hörmemory	130
2.2.25	Experiment: Wir erzeugen Töne	131
2.2.26	Arbeitsblatt: Wir erzeugen Töne	132
2.2.27	Experiment: Gläser-Xylophon	133
2.2.28	Arbeitsblatt: Gläser-Xylophon	134
2.2.29	Experiment: Singender Luftballon	135
2.2.30	Arbeitsblatt: Singender Luftballon	136
2.2.31	Experiment: Singender Schmetterling	137
2.2.32	Arbeitsblatt: Singender Schmetterling	139
2.2.33	Übung: Geräusche-Sammelpass	140
2.2.34	Übung: Lärm-Spar-Vertrag	143
2.2.35	Stilleübung: Eine Blumenwiese entsteht	145
2.3	Praxisteil für Schüler:innen ab der 5. Schulstufe	
2.3.1	Übung: Wie bin ich von Lärm betroffen?	148
2.3.2	Arbeitsblatt: Wie bin ich von Lärm betroffen?	149
2.3.3	Experiment: Die Schallkanone	150
2.3.4	Arbeitsblatt: Die Schallkanone	151
2.3.5	Experiment: Trommelfellfunktion	152
2.3.6	Arbeitsblatt: Trommelfellfunktion	153
2.3.7	Experiment: Schalldämmung	154
2.3.8	Arbeitsblatt: Schalldämmung	155
2.3.9	Experiment: Stimmgabel-Resonanz	156
2.3.10	Arbeitsblatt: Stimmgabel-Resonanz	157
2.3.11	Experiment: Stimmgabel auf Tisch	158
2.3.12	Arbeitsblatt: Stimmgabel auf Tisch	159
2.3.13	Experiment: Schwebung mit Stimmgabeln	160
2.3.14	Arbeitsblatt: Schwebung mit Stimmgabeln	161
2.3.15	Methodensammlung: Lärm im Fokus der Sprache	162
2.3.16	Übung: Musikprotokoll	163
2.3.17	Arbeitsblatt: Musikprotokoll	164
2.3.18	Fragebogen: Musikprotokoll	165



Vorwort

Lärm und Schule sind in den meisten Fällen miteinander verknüpft. Es gibt kaum eine Schule, in der es keine lärmenden, störenden oder unangenehm lauten Situationen gibt. Bereits in der Ausbildung der Pädagog:innen wird darauf eingegangen. Doch meist hat man erst während des eigenen Unterrichts die Möglichkeit, sich nachhaltig mit dem Thema Lärm auseinanderzusetzen und eigene Strategien, Reaktionen, Methoden oder Übungen zurechtzulegen.

Gleichzeitig ist das Thema Lärm laut WHO das zweitwichtigste Umweltthema, das den Fokus in der Gesellschaft sowie der Politik benötigt. Lärm hat nicht nur für das Individuum weitreichende negative gesundheitliche Auswirkungen, sondern auch volkswirtschaftliche Konsequenzen. Dabei kann jede Person einen Beitrag zur Verbesserung der Situation leisten.

Insbesondere Jugendliche sind sich der Konsequenzen von zB zu lautem Musikkonsum oft nicht bewusst. Das Wunderwerk Ohr funktioniert jeden Tag selbstverständlich – man merkt erst, wie toll und besonders dieses ist, wenn es zB nach einem Konzert nicht mehr „normal“ funktioniert. Die gezielte Prävention und Information der Schüler:innen ist ein wertvoller Beitrag für die Zukunft der jungen Menschen.

Die Unterrichtsmappe „Schall & Lärm“ spiegelt die breite Praxiserfahrung des UBZ zum Thema Lärm wider und bietet die Möglichkeit, sich mithilfe des Basiswissens in die jeweiligen Themengebiete inhaltlich zu vertiefen. Wollen Sie nur die wichtigsten Aspekte eines Kapitels erfahren, befindet sich am Ende jedes Kapitels eine Zusammenfassung. Der Praxisteil enthält eine Vielzahl an Experimenten, Übungen, Demonstrationen, Rechnungen und Bauanleitungen – jeweils mit einer dazupassenden Information für Lehrende. Wählen Sie daraus das passende Material für Ihren Unterricht oder Ihr Projekt.

Wir wünschen viel Spaß beim Lesen und Vertiefen in die spannende Thematik Lärm sowie bei der Umsetzung im Unterricht mit Ihren Schüler:innen!

Ihr UBZ-Team

Kontakt:
Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark
A-8010 Graz, Brockmanngasse 53
www.ubz-stmk.at | office@ubz-stmk.at



1

BASISWISSEN

Unterrichtsmappe
Schall & Lärm

1. Basiswissen



1.1 Lärm

„Was ist denn das für ein Lärm hier?“ Wie oft haben Sie sich diesen Satz schon gedacht oder ihn gesagt? Lärm ist in unserer Gesellschaft allgegenwärtig und begegnet uns im Alltag immer wieder. Doch was bedeutet das Wort „Lärm“ genau? Hat es Lärm in der Geschichte der Menschheit schon immer gegeben? Welche Kategorien von Lärm gibt es überhaupt? Die Antworten auf diese Fragen und Weiterführendes finden Sie auf den folgenden Seiten.

1.1.1 Ursprung des Wortes Lärm

Das Wort „Lärm“ geht ursprünglich auf das Wort „Alarm“ (vom Italienischen „all’arme“ – „zu den Waffen“) zurück. Damit wird gleichzeitig die wichtigste, ursprüngliche Funktion von Lärm verdeutlicht – den Körper in Alarmbereitschaft zu versetzen. In den Anfängen der Menschheit war es überlebenswichtig, bei einem lauten Geräusch (zB Brüllen eines Tieres) alle Kräfte im Körper sofort zu mobilisieren, um fliehen oder kämpfen zu können. Damals gab es sonst kaum laute Geräusche.

Lärm heißt im Englischen „noise“. Das Wort „noise“ steht im Deutschen für die Begriffe „Lärm“ und „Rauschen“. Die Ursprünge gehen auf den Beginn der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit dem Themenbereich Lärm zurück. Anfang des 20. Jahrhunderts wird der Begriff Lärm als ein Geräusch beschrieben, welches die Sprachwahrnehmung erschwert. Damals befassten sich die Ingenieur:innen mit der Erfindung des Telefons und der Verbesserung der Signalübertragung.

In der Signalübertragung wird unterschieden zwischen

(Nutz-)Signal und Rauschen. Das Rauschen behindert die Sprachwahrnehmung und ist damit störend. Wie gut sich das Signal vom Rauschen abhebt, wird mit dem „Signal-to-Noise-Ratio“ (Signal-Rausch-Verhältnis) beschrieben. Im Unterricht wäre dies die Lautstärke, mit der die Lehrperson sprechen muss – im Verhältnis zum Hintergrundgeräuschpegel, damit die Schüler:innen sie verstehen können. Wenn die Störgeräusche 35-40 dB (Dezibel) haben, muss die Lehrperson um 15 dB lauter sprechen, um gut verstanden zu werden. Das sind die idealen Werte, die aber oft nicht der Realität in der Schule entsprechen.

1.1.2 Geschichte des Lärms

Am Beginn der Menschheit waren Naturgeräusche das einzig Laute. Die Menschen haben es als Ausdrucksform der Götter interpretiert. Der keltische Gott Taranis oder der griechische Göttervater Zeus haben Blitze auf die Erde geschickt und damit einen furchtbaren Groll/Lärm erzeugt.

Den lauten Naturgeräuschen, als Sprache der Götter, waren die Menschen ausgeliefert und konnten nichts dagegen tun. Damit wurde den Göttern auch Macht zugesprochen. Macht und Lärm sind in vielen Fällen eng miteinander verbunden.

Zu Beginn einer Schlacht schlugen die Soldaten mit Schwertern auf ihre Schilder – einerseits um sich selbst Mut zuzusprechen und die Gemeinschaft zu stärken, andererseits um den Feind einzuschüchtern. Lärm dient auch der Unterwerfung: Menschen werden durch „Niederschreien“ zum Schweigen gebracht. Hitler brüllte seine Parolen in die Menge, die sie im Gleichklang zurückschrie. Das Individuum trat dadurch in den Hintergrund, während das Kollektiv in den Vordergrund rückte.



Abb. 1: Telefon mit Wählscheibe, Baujahr 1955; Alexas_Fotos/pixabay.com

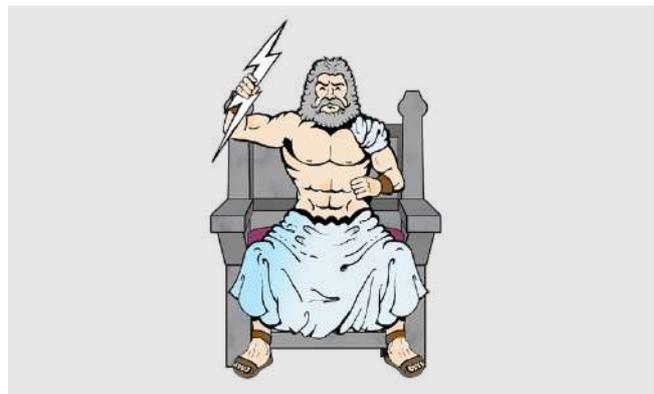


Abb. 2: Zeus mit Blitz in der Hand; overjupiter/pixabay.com

1. Basiswissen



Von der Antike bis in die frühe Neuzeit änderte sich am Lärm der Hufe, dem Hämmern der Handwerker:innen oder dem Knallen der Peitschen für viele Jahrhunderte nicht viel. Die Menschen wurden allerdings schon damals in der Nacht durch Lärm gestört. So wurden zB Lieferungen mit dem Ochsenwagen in die Nacht verlegt, um dem Verkehr am Tag in den engen Gassen mehr Platz zu geben. Diese Gegebenheiten wurden teilweise in der Literatur festgehalten.

Lucius Annaeus Seneca (ca. 1–56 n. Chr.) Klagen über Lärm

Der römische Philosoph Seneca wohnte über einem Bad und beschrieb in einem Brief sehr ausführlich die unterschiedlichen störenden Geräusche: das Geräusch des Masseurs, der auf den nackten Rücken schlägt, die Menschen, die gerade Ball spielen oder der „Singsang der Badenden, die sich mit ihrer Stimme gefallen“. „Nun stelle dir alle die verschiedenen Töne vor, die einen dazu bringen können, dass man seinen eigenen Ohren grollt.“^x

Hinzu kamen im Laufe der Jahrhunderte die Kirchenglocken. Diese gaben die Zeit an und haben das Gefühl der Zusammengehörigkeit gestärkt. Man hat dann „seine Heimat verlassen“, wenn man die eigenen Kirchenglocken nicht mehr hörte. Auch im Islam ruft der Muezzin regelmäßig zum Gebet auf. Nur die Jüdinnen und Juden haben keine akustische Gepflogenheit zur Zusammengehörigkeit – diese mussten sich ja auch Jahrtausende verstecken und durften nicht auffallen.



Abb. 3: altes Fabriksgebäude mit Maschinen; Tama66/pixabay.com

Mit dem Zeitalter der Industrialisierung wurde der Lärm zwar deutlich mehr, dennoch wurde ihm kaum Beachtung geschenkt. Einerseits bedeutete Maschinenlärm Fortschritt, Gewinn und Erleichterung. Andererseits waren die schlimmen Lebensbedingungen für die dort arbeitenden Menschen zu sehr im Vordergrund, so dass Lärm und die damit verbundene Schwerhörigkeit kein Thema war.

Geräusche, die den Fortschritt verkörpern (zB Erfindung der Eisenbahn), waren meist positiv besetzt. Das Thema Lärm war vielen Menschen nicht so wichtig. Die „feine Gesellschaft“ (Gelehrte, Reiche ...) hat aber schon damals den Lärm als störend beklagt, darüber geschrieben und sich gezielt davon distanziert.

Am Beginn des 20. Jahrhunderts formierten sich Personen, die gegen den Lärm kämpften. Theodor Lessing publizierte 1908 eine „Kampfschrift gegen die Geräusche unseeres Lebens“, in der der Satz „Kultur ist Entwicklung zum Schweigen! – Selige Ruhe liegt über allem Vollendeten.“ zu finden ist. Er gründete den „Antilärmverein“ in Deutschland, der sich dem Kampf gegen den Lärm widmete. In Amerika wurde 1906 die „Society for Suppression of Unnecessary Noise“ von der Arztgattin Julia Barnett Rice gegründet. Der Verein gab auch Vorschläge zur Verbesserung der Lärmsituation, wie Gummireifen für die scheppernden Milchwägen.

Krieg und Folter

In den Weltkriegen mussten Tausende Soldaten oft wochenlang in Schützengräben oder Ähnlichem ausharren und waren Tag und Nacht von einem Höllenlärm aus explodierenden Granaten, Gewehren oder anderen Geschützen umgeben. Die Folge war oft die „Zitterkrankheit“: Personen konnten teilweise nicht mehr stehen, weil sie am ganzen Körper zitterten. Sie mussten ihr restliches Leben lang gepflegt werden.

Gezielte Beschallung wurde und wird in unterschiedlichen kriegsähnlichen Auseinandersetzungen eingesetzt, um Personen ohne Berührung zu foltern. Damit wird die Seele, das Innerste dieser Person, gezielt über einen langen Zeitraum angegriffen. Kann man sich bei körperlicher Folter in sein Innerstes zurückziehen, so ist dies bei gezielter Beschallung nicht möglich, da der letzte Zufluchtsort zerstört wird.

1. Basiswissen



Mit der Erfindung von Telefon, Radio und Grammophon hat sich die akustische Umgebung der Menschen wieder sehr verändert. In den Wohnungen und Häusern kamen neue Geräusche hinzu. Mit der Erfindung von Lautsprechern und Verstärkern ist die Menschheit in einer noch lauterer Umgebung angekommen.

Schon in den antiken Kampfstätten wie dem Circus Maximus in Rom waren „Schlachtgesänge“ zur Motivation und zum Anfeuern üblich. Heute treiben Gesänge und rhythmische Schläge in Fußballstadien oder anderen Sportstätten die Sportler:innen zu Höchstleistungen an. Welchen Schaden dabei aber das Gehör nimmt, ist in der Situation kaum jemandem bewusst.

Damals wie heute litten bzw. leiden die Menschen unter Lärm. Der große Unterschied ist, dass Lärm mittlerweile ein anerkanntes Umweltthema ist und es Gesetze und Mittel gibt, um die Situation zu verbessern.

1.1.3 Definition von Lärm

Wir sind umgeben von Schall – überall auf der Erde gibt es Geräusche. Lärm aber kann erst durch den Menschen entstehen – denn erst die Bewertung eines Geräusches und die Reaktion darauf im Gehirn macht aus Schall Lärm.

Lärm ist jede unerwünschte oder negativ bewertete Schallimmission – also ein Geräusch, das andere stören, belästigen, ablenken, beunruhigen oder gefährden kann.

Lärm ist eine subjektive Wahrnehmung und daher nicht messbar. Wohl aber lässt sich der Schalldruckpegel messen.

Gewisse Geräusche werden von vielen Menschen als Lärm empfunden. Sie zeichnen sich oft durch fehlende periodische Schwingungen (wie bei einem Ton oder Klang), eine hohe Lautstärke und eine unstrukturierte Zusammensetzung von Schallschwingungen aus. Beispiele dafür sind eine laute Kreissäge, hupender Verkehr oder eine Baustelle.

Aber auch leise oder periodische Klänge können als Lärm empfunden werden: Das Summen einer Gelse im Schlafzimmer werden viele als Lärm wahrnehmen und dadurch schwerer einschlafen können.



Abb. 4: Baustellenlärm; Gerhard G./pixabay.com

Ein leises, periodisches Geräusch einer Luftpumpe kann eine Nachbarin oder einen Nachbarn, der gerade Ruhe braucht, als Lärm stören. Stammt es jedoch von der besten Freundin oder dem besten Freund, fällt die Bewertung möglicherweise anders aus.

Was für jemanden Lärm ist, hängt von viele Faktoren ab:

- Lautstärke
- Dauer
- Häufigkeit und Tageszeit des Auftretens
- Frequenzzusammensetzung
- Auffälligkeit
- Ortsüblichkeit
- Art und Betriebsweise des Geräusches
- Gesundheitszustand (physisch und/oder psychisch)
- Art der Tätigkeit während der Geräuscheinwirkung
- Gewöhnung
- Einstellung zum Geräusch, Vorgeschichte
- Gleichmäßigkeit des Geräusches (gleichmäßiger Lärm oder Impulslärm)
- Informationsgehalt
- ...

Es macht zum Beispiel einen Unterschied, ob ...

... man sich konzentrieren muss, während der Nachbar den Rasen mäht, oder ob man nur eine Zeitschrift liest.

... man die gespielte Musik mag oder nicht. Musik, die man nicht gerne hört, wird, auch wenn sie nur sehr leise ist, als störend empfunden.

... man neben einem Flughafen wohnt und sich dadurch



1. Basiswissen

lärmbelastet fühlt oder ob man beim Anblick eines Flugzeuges Urlaubsfreuden empfindet.

Die Faktoren, die zur Beurteilung „Lärm“ oder „kein Lärm“ führen, lassen sich in drei Bereiche zusammenfassen:

1. physikalische Eigenschaften des Geräusches selbst (zB Schalldruckpegel, Frequenz, Zusammensetzung)
2. Person, die diesem Geräusch ausgesetzt ist (zB Einstellung zum Geräusch, physischer/psychischer Zustand, Tätigkeit, persönliche Erlebnisse und Vorgeschichte)
3. Situation (zB Zeitpunkt und Ort des Auftretens)

Lärm, dessen Auswirkungen und Konsequenzen sind interdisziplinär. Die Lärmwirkungsforschung ist in vielen Bereichen der Wissenschaft angesiedelt:

- Physik – Lärm ist Schall und damit ein Teil der Akustik
- Psychologie – Lärm stört die Konzentration, beeinträchtigt Verhalten etc.
- Medizin – Lärm als Gesundheitsrisiko
- Volkswirtschaft – Lärm wirkt sich auf die Kosten der Gesellschaft aus
- Ingenieurakustik – Lärm soll akustisch vermindert werden
- Bauakustik – Lärm soll gedämpft und in der Ausbreitung behindert werden
- Kultur – Lärm beschäftigt viele Künstler:innen als Thema
- Pädagogik – Lärm im Unterricht zu vermeiden ist eine wichtige Basis in der Pädagogik
- ...

Lärm ist nicht nur ein Teil unseres Lebens, sondern auch Teil vieler wissenschaftlicher Disziplinen. Alle eint, dass sie die Lärmsituation genauer untersuchen und betrachten wollen, um Verbesserungen im Alltag für uns Menschen zu erzielen.

Belastung der Österreicher:innen durch Lärm

In der Mikrozensus-Erhebung 2023 der Statistik Austria wurde die Situation der Österreicher:innen in Bezug auf Lärm erhoben:

70 % der Österreicher:innen gaben an, durch Lärm im Wohnbereich belastet zu sein. Davon fühlen sich 13,4 %

stark oder sehr stark durch Lärm gestört.

Erstmals stellte 2015 Verkehrslärm nicht mehr die größte Lärmquelle dar – das verhielt sich 2025 ähnlich: 48,4 % nannten den Verkehr als Ursache für die Lärmstörung und 48,6 % die nicht-verkehrsbedingten Lärmquellen. Dabei wurden am häufigsten die Lärmquellen Baustellen (19,4 %), Nachbarwohnungen (18,2 %) und Pkw (15,4 %) genannt (s. Abb. 5). Bei Personen, die hauptsächlich durch den Verkehrslärm beeinträchtigt waren, war es für 21,3 % nicht möglich, bei geöffnetem Fenster zu schlafen. Nur 68,5 % der Österreicher:innen bewerteten die allgemeine Lärmsituation in Österreich als gut. Im Vergleich dazu wurde die Trinkwasserqualität von 96,6 % als gut eingeschätzt.

1.1.4 Kategorien von Lärm

Lärm kann, je nach Erzeugungsquelle, in unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden:

- Verkehrslärm: Straßenlärm, Schienenlärm, Fluglärm
- Gewerbe- und Industrielärm
- Baustellenlärm
- Nachbarschafts- und Freizeitlärm

Verkehrslärm

Der Verkehrslärm umfasst den Lärm, der durch Verkehrsmittel vom Menschen erzeugt wird. In der letzten Mikrozensus-Erhebung der Statistik Austria von 2023 wurde Verkehrslärm von 48,4 % der Befragten als Lärmquelle angegeben. Verkehrslärm setzt sich aus den Lärmquellen Lkw, Busse, Pkw, 1-spurige Kfz, Straßenbahnen, U-Bahnen, Eisenbahnen und Flugzeuge zusammen. Dabei ist klar ersichtlich, dass Schienenlärm und Fluglärm, auf die gesamte Republik betrachtet, eine geringe Rolle spielen (s. Abb. 5).

Verkehrslärm als Lärmquelle ist in der Nennung rückläufig – es fühlen sich heute weniger Menschen durch Verkehrslärm belästigt als in den vergangenen Jahren (im Vergleich zu 2003 ist die Zahl um 25 % gesunken). Betrachtet man die Lärmbelastung durch einzelne Verkehrsmittel genauer, so ist der Anteil der 1-spurigen Kfz allerdings stark gestiegen (von 15,4 % im Jahr 2015 auf 25,5 % im Jahr 2023).



1. Basiswissen

Art der Lärmquelle – Hauptverursacher

Statistik Austria, Mikrozensus 3. Quartal 2023, Angaben in Prozent

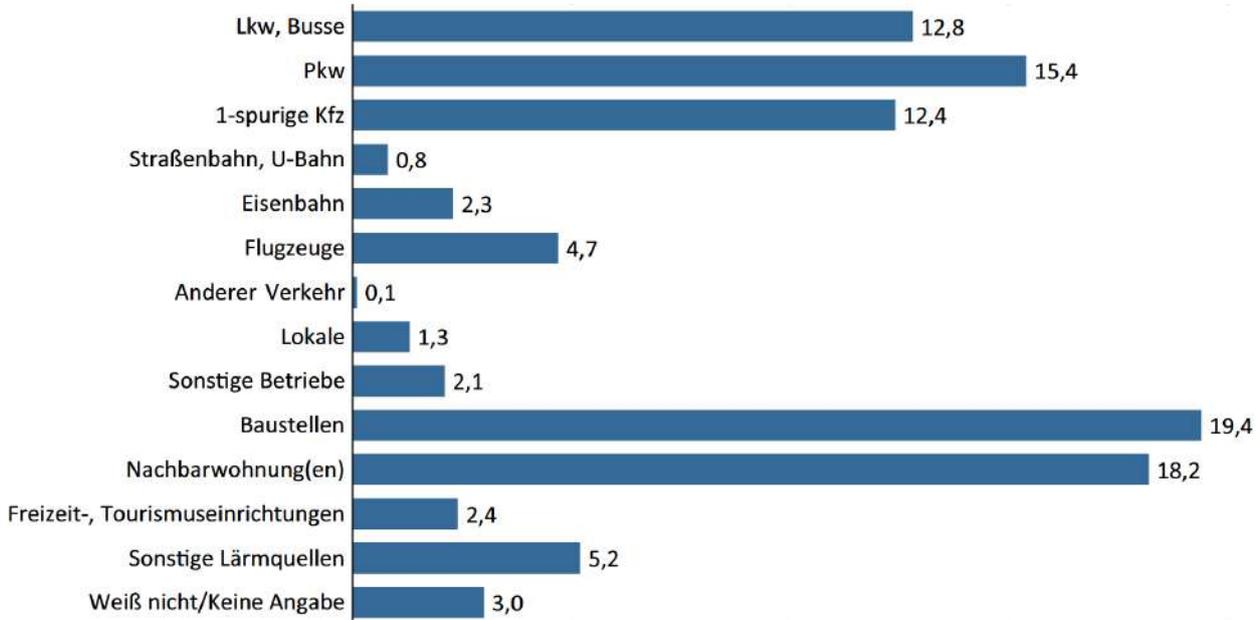


Abb. 5: Art der Lärmquelle - Hauptverursacher 2023; Statistik Austria

Schwellenwerte sind definierte Grenzwerte, bis zu denen eine Lärmsituation für den Menschen keine negativen gesundheitlichen Konsequenzen hat. Die Schwellenwerte sind in der Bundes-Umgebungslärmschutzverordnung sowie in den Umgebungslärmschutzverordnungen der einzelnen Bundesländer geregelt.

Folgende Schwellenwerte für Verkehrslärm in der EU werden darin angegeben:¹

	L_{den} [dB]	L_{night} [dB]
Straßenverkehrslärm	60	50
Flugverkehrslärm	65	55
Schienenverkehrslärm	70	60

Die WHO empfiehlt im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes als Richtwert einen Schallpegel $L_{A, eq}$ von 55 dB tagsüber im Freien in Wohngebieten, 45 dB nachts und 30 dB in Wohn- und Schlafräumen während der Nacht.

Die EU gibt an, dass mindestens 20 % der Bevölkerung in

einer Gegend leben, in der der Verkehrslärm als gesundheitsgefährdend eingestuft wird.

Gewerbe- und Industrielärm

Auf Grund der Tätigkeiten in Gewerbe- und Industriebetrieben entsteht Lärm. Dieser Lärm betrifft in erster Linie die Arbeitnehmer:innen in diesen Betrieben. In Österreich gelten die Bestimmungen der „Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor der Gefährdung durch Lärm und Vibration (Verordnung Lärm und Vibrationen – VOLV)“. Wird der Auslösewert von 80 dB überschritten, muss vom Betrieb Gehörschutz zur Verfügung gestellt werden. Wird der Expositionswert von 85 dB überschritten, müssen Arbeitnehmer:innen diesen auch benutzen. Zusätzlich müssen technische und organisatorische Maßnahmen zum Schutz der Mitarbeiter:innen und der Umgebung getroffen werden.

Meist sind in Städten die Industriegebiete und die Wohngebiete räumlich getrennt. Ist dies nicht der Fall, müssen sich Behörden besonders der Wohnqualität, aber auch der Arbeitsmöglichkeiten in den Betrieben widmen.

¹ Die Einheiten L_{den} , L_{night} , $L_{A, eq}$, $L_{A, eq, Tag}$ sowie $L_{A, eq, Nacht}$ werden auf den Seiten 24-27 näher erklärt.

1. Basiswissen



In der Bundes-Umgebungs-lärmschutzverordnung sind die Schwellenwerte für Industrie und Gewerbe mit L_{den} von 55 dB und L_{night} von 50 dB angegeben, wobei der Wert L_{night} in den Länderregelungen abweichen kann.

Gemäß der Gewerbeordnung BGBl. Nr. 1994/194 darf eine Betriebsanlage nur genehmigt werden, wenn der Betriebslärm die Nachbar:innen weder in ihrer Gesundheit gefährdet noch unzumutbar belästigt. Auch Gastgärten unterliegen dieser Gewerbeordnung. Kommt es in der Nacht zu ungebührlichen Lärmbelästigungen, können Anzeigen bei der Polizei eingebracht werden.

Baustellenlärm

Baustellen sind für die Entwicklung und laufende Instandhaltung unserer Gesellschaft im städtischen, aber auch ländlichen Raum notwendig. Dabei sind höhere Schallimmissionen nicht zu vermeiden. Bewilligungs- und anzeigepflichtige Bauvorhaben unterliegen dem jeweiligen Landesbaugesetz (zB dem Steiermärkischen Baugesetz). Arbeiten, die Lärm erzeugen, sind dabei nur mehr über Auflagen im Baubescheid möglich. Im Regelfall finden diese Arbeiten im Tageszeitraum von 6 bis 19 Uhr statt.

Bei Bauarbeiten im gewerblichen, aber auch privaten Bereich ist auf den passenden Gehörschutz zu achten, Lärmpausen sind einzulegen und wenn möglich ist genügend Abstand zur Lärmquelle einzuhalten.



Abb. 6: Baustellenlärm bei Gleisarbeiten; Peggy/pixabay.com

Nachbarschafts- und Freizeitlärm

In der Stadt wohnen Menschen meist dicht nebeneinander. Je nach Bauweise können verschiedene Hobbies, Elektrogeräte, der Fernseher, Feste, Hunde oder das Musizieren die Nachbar:innen stören.

In der Mikrozensus-Erhebung der Statistik Austria werden Nachbarwohnungen von 23,2 % der Personen, die sich durch Lärm beeinträchtigt fühlen, als Lärmquelle genannt. Dies ist ein nicht zu unterschätzendes Problem, das durch eine gute Gesprächskultur und gegenseitige Rücksichtnahme und Toleranz verbessert werden kann. Informationen für ein gelungenes Gespräch bei Nachbarschaftsstreitigkeiten wegen Lärm finden Sie im Kapitel 1.6.2. „Was tun bei Lärmbelästigung“.

Freizeitlärm ist Lärm, der durch Freizeitanlagen oder das Verhalten von Menschen erzeugt wird, die damit keiner erwerbsbezogenen Tätigkeit nachgehen. Damit ist der Lärm von Motorrädern, Schwimmbädern, Schießanlagen, Fußballplätzen, Motorbooten, Diskotheken, Spielplätzen, Tennisplätzen etc. gemeint.

Veranstaltungen zählen ebenfalls dazu und werden im jeweiligen Landes-Veranstaltungsgesetz geregelt (zB Steiermärkisches Veranstaltungsgesetz). Vom Forum Schall wurde eine Lärmschutzrichtlinie veröffentlicht, die bei der Planung und Umsetzung von Veranstaltungen unterstützen soll.



Abb. 7: Emissionen von Diskotheken zählen zum Freizeitlärm; Pexels/pixabay.com



1. Basiswissen

1.1.5 Umgebungslärmrichtlinie

Im Jahr 2002 wurde in der EU der „Umgebungslärm“ definiert als „unerwünschte oder gesundheitsschädliche Geräusche im Freien, die durch Aktivitäten von Menschen verursacht werden, einschließlich des Lärms, der von Verkehrsmitteln, Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr sowie Geländen für industrielle Tätigkeiten ausgeht“. In der EU-Umgebungslärmrichtlinie sind alle Mitgliedsstaaten verpflichtet, nach vergleichbaren Verfahren Lärmkarten zu erstellen, um die Öffentlichkeit gezielt informieren zu können, eine strategische Planung EU-weit zu ermöglichen und im Endeffekt die Lärmbelastung der Bevölkerung zu vermindern. Diese werden mit Hilfe von Parametern wie der Verkehrsstärke, Fahrgeschwindigkeit etc., aber auch der Geländeform und Bebauungsdichte berechnet. Alle 5 Jahre werden die Daten ausgewertet und unter aktiver Teilnahme der Öffentlichkeit Aktionspläne formuliert, um die Lärmsituation zu verhindern, zu mindern bzw. in zufriedenstellenden Bereichen diese zu erhalten. Dabei werden in jeder neuen Auswertung weitere Straßen und Schienen mit geringerem Verkehrsaufkommen erfasst. Somit entsteht im Laufe der Jahre ein immer detaillierteres Bild der Lärmsituation. Den Straßenverkehr betreffend sind bisher Straßen berücksichtigt, die mehr als 3 Mio. Kfz pro Jahr aufweisen. Neben

den Ballungsräumen ist der Schienenverkehr mit mehr als 30 000 Zügen pro Jahr erfasst sowie der Flugverkehr an allen österreichischen Flughäfen. Für die Industrie sind IPPC-Anlagen (Anlagen, in denen Tätigkeiten durchgeführt werden, die negative Auswirkungen auf die Umwelt haben könnten) in den Ballungsräumen Graz, Innsbruck, Linz, Salzburg und Wien erfasst. Alle Ballungsräume in Österreich mit mehr als 100 000 Einwohner:innen sind komplett erfasst: Wien (inkl. Perchtoldsdorf, Brunn am Gebirge, Wiener Neudorf, Maria Enzersdorf, Mödling), Graz, Linz (inkl. Traun, Leonding), Salzburg, Innsbruck (inkl. Völs und Rum bis 800 m Seehöhe).

Die Lärmkarten finden Sie unter www.lärminfo.at. Es gibt auch mobile Lärmkarten für das Handy inkl. Standortfunktion.

Straßen oder Schienen, die sich nicht in den Lärmkarten befinden, fallen nicht unter diese Kategorien. Trotzdem können sie lärmbelastend sein. Da die Werte berechnet werden, kann es zu Abweichungen kommen und für einen Einzelfall nicht ganz passend sein. Wichtig ist aber, dass sich die Werte zur Bewertung der gesamten Situation und zur Entwicklung der Aktionspläne eignen. Die Richtlinie wird auf EU-Ebene laufend überarbeitet und verfeinert und muss dementsprechend in den Mitgliedsstaaten auf Bundes- und Landesebene angepasst werden.

www.lärminfo.at

Auf der Homepage des Bundesministeriums Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie können Sie sich über die Lärmsituation eines selbst gewählten Standortes mithilfe der Adresssuche informieren. Zur Auswahl stehen Karten für den Lärm von Straßen-, Schienen- und Flugverkehr sowie in den Ballungsräumen auch für den Lärm bestimmter Industrieanlagen (IPPC-Anlagen). Außerdem erhalten Sie weitere Informationen zur Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie.

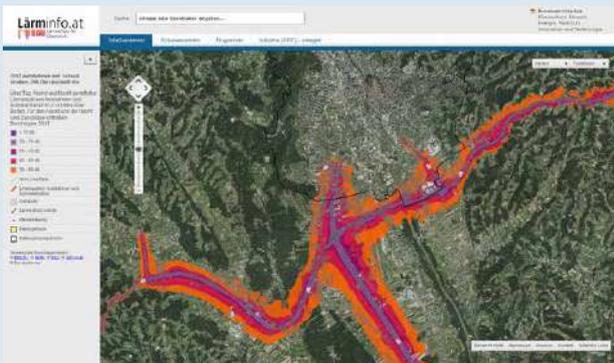


Abb. 8: gemittelter Lärmpegel von Autobahnen und Schnellstraßen im Süden von Graz; www.lärminfo.at

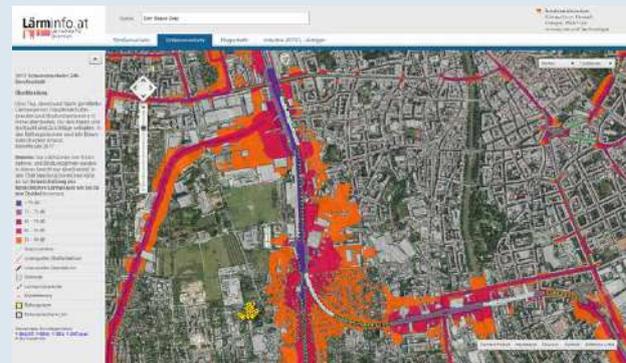


Abb. 9: gemittelter Lärmpegel vom Schienenverkehr in Graz Don Bosco; www.lärminfo.at



1. Basiswissen

1.1.6 Verkehrslärmkataster der Stadt Graz

Im Verkehrslärmkataster der Stadt Graz sind die Lärmemissionen aller Straßen für den Tag-, den Abend- bzw. den Nachtzeitraum sowie für den Tag-Abend-Nachtzeitraum erfasst. Auch ist die Anzahl der Kfz in 24 Stunden ausgewiesen. Die Immissionen werden in 1 m Abstand von der Bezugslinie (Straßenachse) als $L_{A,eq}$ angeführt. Die Straßen können per Suche eingegeben oder ganze Gebiete im Zoom betrachtet werden.



Abb. 10: Verkehrslärmkataster der Stadt Graz; www.umwelt.graz.at

1.1.7 Lärm und Tiere

Tiere hören in sehr unterschiedlichen Frequenzbereichen. Während Blauwale und Elefanten tiefe Frequenzen wahrnehmen, nutzen Delfine und Fledermäuse sehr hohe Frequenzen für Kommunikation, Beutejagd und Fortbewegung. Diese Unterschiede sind das Ergebnis der Evolution – jedes Tier hat sich seine eigene „akustische Nische“ geschaffen, um bestmöglich überleben zu können.

Das menschliche Gehör kann Frequenzen von etwa 16 bis 20 000 Hz wahrnehmen, während viele Tiere in einem höheren oder niedrigeren Bereich hören. So kann es vorkommen, dass Maschinen für uns unhörbare Geräusche aussenden, die jedoch bestimmte Tierarten erheblich stören. Auch Haustiere reagieren empfindlich auf laute Geräusche, etwa von Lautsprechern, Fernsehern oder Küchengeräten. Sie zeigen dabei ähnliche Stressreaktionen wie Menschen: Immunschwäche, Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Magen-Darm-Probleme. Deshalb sollten Haustiere stets die Möglichkeit haben, sich von Lärmquellen zu entfernen bzw. der Lärm sollte so weit wie möglich reduziert werden.

Lärm hat auf die Mehrheit der Tiere negative Auswirkungen: Amphibien, Säugetiere, Vögel, Fische oder Reptilien. Für viele Tiere erfolgt die Kommunikation, Fortpflanzung oder Nahrungssuche über Geräusche. Ist die Umgebung zu laut, sind alle diese Prozesse beeinträchtigt. Einige Tiere können sich anpassen. Kohlmeisen zum Beispiel erhöhen ihre Rufrate und Orkas verlängern ihre Rufe. Viele Tiere können sich aber nicht anpassen und werden in ihrem Überleben bedroht, wie beispielsweise Schnabelwalarten, die durch Lärm ihr Tauchverhalten ändern, dadurch Dekompressionsprobleme bekommen und sterben. Kröten in der Wüste glauben durch den Lärm von Wüsten-Buggys, dass ein Gewitter kommt, beenden zu früh den Sommerschlaf und sterben in der Hitze. Eine andere Möglichkeit ist, dass die Nahrungssuche von Tieren durch Lärm so beeinträchtigt ist, dass sie sterben. Die Auswirkungen sind sehr facettenreich und unterschiedlich. Lärm kann aber auch zur Folge haben, dass der Feind einer Tierart in einem Gebiet verschwindet und sich dadurch positive Auswirkungen ergeben. Gleichzeitig steht der Lärm in einem Gebiet direkt im Zusammenhang mit der Artenvielfalt. In Gebieten, die nicht durch Lärm gestört sind, ist diese viel höher.

Die Auswirkungen von Lärm auf die Tierwelt sind nicht nur auf die Tiere selbst begrenzt, sondern haben auch weitreichende Folgen auf die Pflanzenwelt.

In einer Studie von amerikanischen Wissenschaftler:innen fand man heraus, dass der Sperling in einem Fichtenwald wegen Lärm abwanderte. Da dieser sich hauptsächlich von den Samen der Fichten ernährt und damit zu deren Verbreitung maßgeblich beiträgt, hat dies auf die Gesundheit des Fichtenwaldes große Auswirkungen.



Abb. 11: Eine Abwanderung des Sperlings hat auch Auswirkungen auf die Pflanzenwelt. S. Jutzeler/pixabay.com

1. Basiswissen



1.1.8 Ruhe oder doch Stille?

Ruhe bedeutet, dass man nur von angenehmen Geräuschen umgeben ist und man sich in einer stressfreien akustischen Umgebung befindet. Diese Geräusche sind meist leise, können aber auch laut sein (zB ein tosender Gebirgsbach). Entscheidend ist, dass diese Geräusche keine Gefahr darstellen. Dadurch kann sich das vegetative Nervensystem entspannen – die Aufmerksamkeit muss nicht unter Energieaufwand auf etwas Bedrohliches fokussiert werden.

„Was mich betrifft, Stille, Stille würde ich brauchen“, schreibt Franz Kafka 1922 an einen Freund. Im Postskriptum fügt er an: „Ohne Ohropax am Tag und bei Nacht ginge es gar nicht.“

Stille herrscht dann, wenn es keine Geräusche herum gibt. Komplette Stille gibt es auf der Erde nicht. Selbst in Gebieten ohne menschliche Zivilisation, beispielsweise im „ewigen Eis“, gibt es teilweise ohrenbetäubende Geräusche, wenn das Eis bricht oder sich bewegt. Am stillsten ist es in der Wüste. Theoretisch wäre es im Weltall am stillsten, da keine Moleküle vorhanden sind, allerdings nicht für den Menschen: Im Raumanzug oder in der Raumstation sind die Geräusche der Klimaanlage sehr laut.

Stille Momente ergeben sich in der Natur oft vor einem Sturm. Der Luftdruck fällt und selbst die Tiere verstummen. Stille kann erst dann entstehen, wenn es keine Bewegung (der Tiere, des Windes etc.) gibt, aber dies ist nicht natürlich. Nur was tot ist, ist still. Damit wird Stille oft auch mit Totenstille oder Grabesstille beschrieben. Es ist für uns Menschen etwas Unnatürliches, es liegt „nicht in unserer Natur“, dass es „mucksmäuschenstill“ ist. Unser Gehirn



Abb. 12: Moment der Ruhe; Peter H./pixabay.com

ist für Stille nicht gemacht und reagiert darauf sogar mit Halluzinationen. Auch der Anbeginn des Lebens ist keine Sekunde lang still: Im Mutterleib geht es ziemlich laut zu – die Geräusche des Herzschlages, der Verdauungsorgane und der Blutbahnen erzeugen eine konstante Geräuschkulisse für das Baby. Leben, auch in der Natur außerhalb des menschlichen Lebensraumes, ist fast immer umgeben von Geräuschen, aber nicht von Stille. Deshalb wird die Stille auch als gezieltes Foltermittel eingesetzt. Stille kann nur in einem schalltoten Raum erzeugt werden. Absorber lassen keine Geräusche von außen herein und absorbieren jegliche Geräusche, die der Mensch selbst erzeugt. Das ist irritierend, da der Mensch es gewohnt ist, seine Umgebung durch die Reflexionen der eigenen Geräusche einzuordnen – jederzeit, ganz automatisch. Eine ruhige Stille kann sehr schön sein, ist man ihr gegen seinen Willen ausgesetzt, ist sie aber umso beängstigender.

Die Stille und auch selbst still zu sein spielt in allen Religionen eine wichtige Rolle. Sei es eine kurze Stille während eines Gottesdienstes, die Stille in einem Kloster oder meditative Elemente anderer Religionen. Stille ist stets ein fixer Bestandteil.

In der Stille muss bzw. kann sich der Mensch mehr mit seinem „Innenleben“ auseinandersetzen, da die äußeren Reize fehlen. C. G. Jung hat schon gesagt: „In der Stille nämlich würde die Angst den Menschen zum Nachdenken veranlassen, und es ist gar nicht abzusehen, was einem da alles zum Bewusstsein käme. (...) Das Bedürfnis nach Geräusch ist beinahe unersättlich.“, oder „Die Welt ist so laut, weil wir sie anders nicht aushalten.“

Stille bündelt auch die Aufmerksamkeit. Sei es auf einen selbst bezogen, in der Rede einer bedeutenden Person oder in der Kunst. Manchmal kann die Stille oder das „Nicht-Gesagte“ bedeutender sein als das, was gesagt wurde. In der Kunst ist die Stille vor Beginn zB eines Konzertes erst die Voraussetzung dafür, dass es beginnen kann und entsprechend zur Geltung kommt. Stille öffnet die Ohren. Menschen, die längere Zeit in der nahezu absoluten Stille der Wüste, auf Bergen oder auf Inseln verbracht haben, berichten alle Ähnliches. Jegliche körperliche Wahrnehmung wird intensiver: Alles schmeckt, riecht, klingt intensiver. Die Stille bringt sowohl Halluzinationen mit sich als auch tolle



1. Basiswissen

Gefühle. Die englische Autorin Sara Maitland, die in den letzten zehn Jahren die Stille persönlich und in der Lektüre von anderen erforscht und in ihrem Buch „A Book of Silence“ veröffentlicht hat, beschreibt dies so: „Die wichtigste Stille-Erfahrung jedoch besteht ... in einem unbeschreiblichen mystischen Glücksgefühl, einer Überwindung der Grenzen, die das Selbst von seiner Umwelt trennt. [...] Ich fühle mich absolut mit allem verbunden. [...] Die Stille schafft einen inneren Raum, der ganz von Gegenwart erfüllt ist.“ Viele Personen, die längere Zeit in Stille verbracht haben, berichten auch von einem Klang der Stille: tief, kontinuierlich und meistens zweistimmig.

1.1.9 In Kürze: Lärm

Lärm ist jedes negativ bewertete, unerwünschte Geräusch, das Dritte stören, belästigen, ablenken, beunruhigen oder gefährden kann. Lärm ist subjektiv und deshalb nicht messbar. Was für jemanden Lärm ist, hängt von vielen Faktoren ab, wie der Lautstärke, der Dauer, dem Gesundheitszustand (physisch und psychisch), der Art der Tätigkeit während der Geräuscheinwirkung, der Einstellung zum Geräusch etc.

Das Wort Lärm geht ursprünglich auf das Wort „Alarm“ (vom italienischen „all’arme“ – „zu den Waffen“) zurück und beschreibt damit die ursprüngliche Funktion von Lärm: den menschlichen Körper in Alarmbereitschaft zu versetzen, wenn zB vor Tausenden Jahren ein Löwe laut brüllte und man laufen oder kämpfen musste, um zu überleben.



Abb. 13: Lärmerzeugte Stressreaktionen waren früher überlebensnotwendig. Alexas_Fotos/pixabay.com

Die Störungen durch Lärm haben sich im Laufe der Geschichte geändert, aber erst am Beginn des 20. Jahrhunderts formierten sich Personen, die gegen den Lärm kämpften. Heute gibt es Gesetze, Schwellenwerte, Verordnungen und Richtlinien, die uns Menschen vor Lärm und dessen negative Auswirkungen schützen.

Lärm lässt sich je nach Erzeugungsquelle in vier Kategorien einteilen: Verkehrslärm, Gewerbe- und Industrielärm, Baustellenlärm, Nachbarschafts- und Freizeitlärm. 33,3 % der Österreicher:innen gaben 2019 an, durch Lärm im Wohnbereich belastet zu sein.

Die Umgebungslärmrichtlinie ist ein wichtiges Werkzeug, um EU-weit die Lärmsituation besser und einheitlicher beurteilen sowie verbessern zu können. Der Verkehrslärmkataster der Stadt Graz informiert über die Lärmsituation an den Grazer Straßen.

Nicht nur wir Menschen sind durch Lärm negativ beeinflusst. Auch Tiere und in weiterer Folge die Pflanzenwelt werden durch Lärm meist negativ, aber manchmal auch positiv beeinflusst, wenn zB der Feind durch Lärm aus einem Gebiet abwandert.

Ruhe bedeutet – als Gegenteil von Lärm – dass man nur von angenehmen Geräuschen umgeben ist, man sich in einer stressfreien akustischen Umgebung aufhält und sich damit das vegetative Nervensystem entspannen kann. Stille herrscht dann, wenn es keine Geräusche um einen herum gibt, was auf der Erde quasi nicht möglich ist. Leben bedeutet fast immer Geräusche – Stille wird oft mit Totenstille oder Grabesstille verbunden. Stille als ruhiger Moment spielt in allen Religionen eine wichtige Rolle und kann die Aufmerksamkeit bündeln.

1. Basiswissen



1.2 Schall

Auf der Erde besteht alles aus Molekülen und Atomen, die in drei Medien eingeteilt werden:

1. gasförmiges Medium
2. flüssiges Medium
3. festes Medium

Jedes Geräusch, das man hört, ist am Beginn eine Bewegung (Impuls, Energieübertragung) von Molekülen. Seien es die Stimmbänder oder die Stöckelschuhe am Asphalt. Egal welches Geräusch, immer schwingen Teilchen in ihrer Lage hin und her und stoßen dabei die benachbarten Teilchen an, die wieder die nächsten in Bewegung versetzen etc. Die Bewegung der Teilchen breitet sich über ein Medium aus. Ein Teil davon gelangt an das Ohr – wir hören etwas.

Wird ein Stein ins Wasser geworfen, bilden sich Wellen, die sich konzentrisch ausbreiten. Dabei wird nur die Bewegung weitergegeben und nicht die Teilchen selbst. Dies kann gezeigt werden, indem man einen Korkeinsatz auf die Wasseroberfläche setzt. Der Korkeinsatz bewegt sich nicht mit den Wellen nach außen, sondern nur auf und ab.

Bei der Schallausbreitung schwingen die Teilchen allerdings nicht senkrecht (transversal) wie der Korkeinsatz, sondern entlang der Ausbreitungsrichtung (longitudinal). In jedem Medium, das elastisch ist, können sich Schallwellen ausbreiten. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schall hängt von der Dichte des jeweiligen Stoffes ab:

- Stahl ca. 5 100 m/s
- Holz (je nach Art): 3 900 - 5 900 m/s
- Kork 500 m/s
- Wasser bei 20 °C 1 440 m/s
- Meerwasser bei 20 °C 1 560 m/s
- Mauerwerk 3 480 m/s
- Stein 3 600 - 3 800 m/s
- Diamant 17 500 m/s
- trockene Luft bei 20 °C ca. 340 m/s



Abb. 14: Wellen pflanzen sich fort. J. Loannidis/pixabay.com

Damit man etwas hören kann, muss ein Geräusch zuerst entstehen, sich anschließend ausbreiten und am Ende irgendwo einwirken (zB an unserem Ohr oder einem Messgerät). Das Eintreten einer Schallwelle von einer Quelle in ein Medium wird **Emission** genannt. Die **Transmission** (Ausbreitung) einer Schallwelle beschreibt die Durchlässigkeit des Übertragungsmediums, Veränderungen der Schallwelle durch Hindernisse am Weg sowie durch die Bodengeometrie etc. Am Ende des Weges einer Schallwelle beschreibt die **Immission** das Einwirken der Schallwelle auf zB das Ohr oder ein Messgerät. In allen drei Bereichen sind Lärmschutzmaßnahmen möglich (s. Kapitel 1.5.3 „Lärmschutz in der Gesellschaft“).

1.2.1 Physikalische Grundlagen

Die **Frequenz** (f) gibt die Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde (1/s) an und wird in Hertz (Hz) angegeben. Eine Schwingung wird dabei vom ersten Maximum der Welle bis zum nächsten gezählt. Eine niedrige Frequenz (zB 50 Hz entsprechen 50 Schwingungen pro Sekunde) ist als tiefer Ton zu hören. Eine hohe Frequenz beschreibt einen hohen Ton. Die Frequenzen, die für das gesunde menschliche Ohr hörbar sind, liegen in einem Bereich von ca. 16 bis 20 000 Hz. Unter 16 Hz liegt der **Infraschall**. Elefanten, Blauwale oder Nilpferde kommunizieren über Infraschall, der sich auf Grund der geringen Frequenz über eine weite Entfernung ausbreiten kann. Über 20 000 Hz liegt der **Ultraschall**, der vor allem in vielen technischen Bereichen Anwendung findet.



1. Basiswissen

Die **Amplitude** (A) gibt den Abstand der mittleren Lage einer Welle und deren maximale oder minimale Auslenkung an. Der Energiegehalt zB des Tones wird mit der Amplitude angegeben und damit verbunden die Lautstärke, im Gegensatz zur Frequenz, die die Tonhöhe angibt.

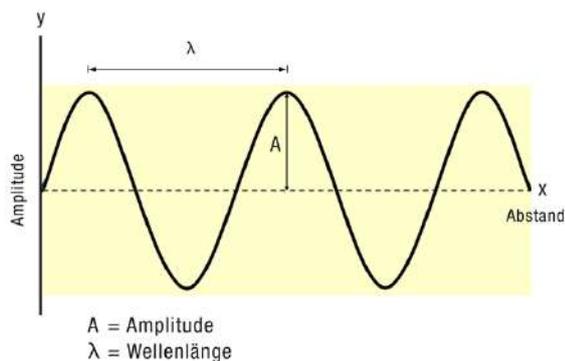


Abb. 15: Die Amplitude beschreibt die maximale Auslenkung einer Welle. UBZ

Breitet sich eine Schallwelle aus und gelangt an ein Hindernis mit einem kleinen Spalt, so tritt eine Richtungsänderung durch **Beugung** an diesem Spalt auf. Die **Brechung** bezeichnet die Richtungsänderung beim Übergang einer Schallwelle in ein anderes Medium. Die **Reflexion** von Schallwellen beschreibt das Zurückwerfen dieser an einer Oberfläche. Je nach Art gilt bei glatten Oberflächen das Reflexionsgesetz, bei rauen Oberflächen werden diese diffus gestreut. Bei einer Reflexion kommt es immer auch zu einer Transmission (weitere Ausbreitung der Schallwelle in dem anderen Medium) und einer Emission (Schlucken der Schallwelle im Medium, Umwandlung in thermische Energie).

Entspricht eine äußere periodische Kraft der Frequenz eines anderen schwingungsfähigen Systems, so wird dieses ebenfalls in Schwingung versetzt – **Resonanz** tritt ein. Wird zB eine Stimmgabel mit 440 Hz in Schwingung versetzt und es befindet sich daneben eine zweite gleiche Stimmgabel, so beginnt diese von alleine leicht zu schwingen. Oft ist Resonanz erwünscht und wird gezielt gefördert, wie zB bei Musikinstrumenten. Ebenso kann Resonanz auch unerwünscht sein. Bei Bauwerken oder Brücken kann diese sogar gefährlich werden, da bei Resonanz der Bauteile zB Brücken einstürzen können.

Treffen zwei Schwingungen aufeinander, so entsteht **Interferenz**. Wenn genau zwei Wellenberge oder Täler aufeinander treffen, entsteht konstruktive Interferenz – die zwei Wellenberge addieren sich zu einem Maximum bzw. die Wellentäler zu einem Minimum. Treffen genau ein Wellenberg und ein Wellental aufeinander, so löschen sich die Wellen gegenseitig aus – es entsteht destruktive Interferenz. Treffen zwei Schallwellen aufeinander, die nur eine leicht unterschiedliche Frequenz aufweisen, so entsteht **Schwebung**. Die Wellenberge und Wellentäler addieren sich unterschiedlich – zu hören ist ein Auf- und Abschwellen eines Tones. Je größer der Unterschied der zwei Frequenzen, umso schneller ist dieses Auf- und Abschwellen.

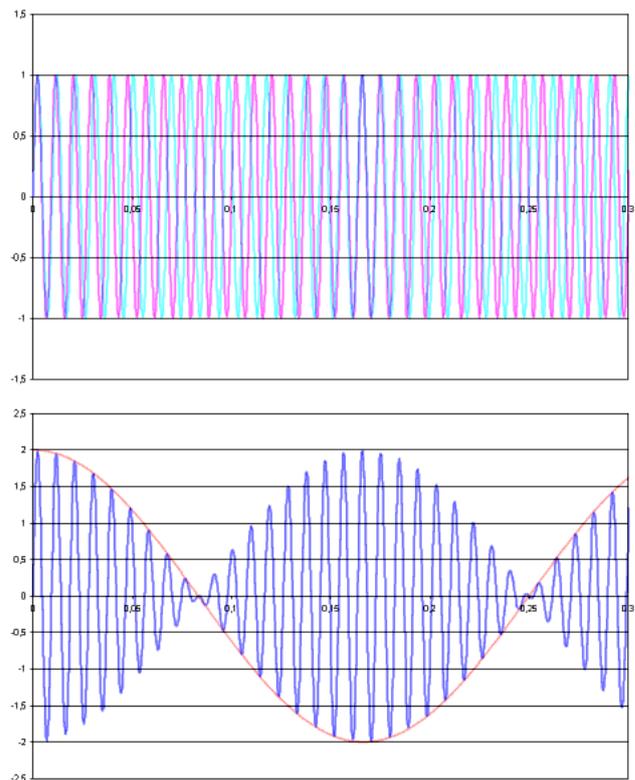


Abb. 16: Schwebung aus den beiden oberen Sinuswellen (türkis und rosa), deren Frequenz sich nur leicht unterscheidet. Unten die Schwebung, gebildet durch Addition der beiden obigen Verläufe. Barak Sh/wikimedia.org

1843 entdeckte der österreichische Physiker Christian Doppler, dass sich die Frequenz von Wellen (Schall, Licht) ändert, sobald sich Beobachter:in und Wellenerreger relativ zueinander bewegen. Besonders deutlich ist der **Doppler-Effekt** bei Schallwellen zu beobachten. Bewegt sich eine Schallquelle auf eine/n Beobachter:in zu, hört diese/r einen höheren



1. Basiswissen

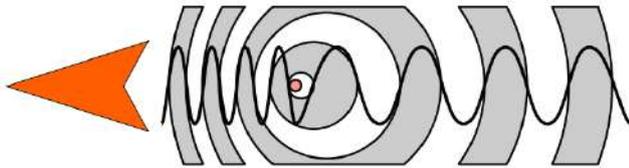


Abb. 17: Doppler-Effekt; Tkarcher/wikimedia.org

Ton (höhere Frequenz), als wenn sie sich von ihr/ihm weg bewegt. Das Ergebnis ist geringfügig anders, wenn sich der/die Beobachtende mit hoher Geschwindigkeit auf eine Schallquelle hinbewegt. Gut hören kann man den Doppler-Effekt zum Beispiel an einem vorbeifahrenden Rettungswagen.

Es gibt viele Bereiche, wo es zur praktischen Anwendung des Doppler-Effektes kommt, zB bei der Geschwindigkeitsmessung mittels Radar oder in der Astronomie zur Bestimmung der Geschwindigkeit von Sternen im Weltall.

1.2.2 Ton, Klang, Geräusch

Schall wird in drei Kategorien eingeteilt:

- Töne
- Klänge
- Geräusche

Ein **Ton** entsteht dann, wenn ein Schallerreger in einer bestimmten Frequenz regelmäßig schwingt. Das Schwingungsmuster wiederholt sich dabei in regelmäßigen Abständen. Ein reiner Ton kommt in der Natur nicht vor und kann nur künstlich erzeugt werden.

Ein **Klang** besteht aus einem Ton und seinen Obertönen. Der Ton a', an einem Klavier gespielt, beinhaltet die Frequenz 440 Hz (= a') sowie deren ganzzahlige Vielfache, die durch den Bau des Klavieres entstehen. Deshalb klingt ein Flügel anders als ein Piano, ein a' auf einer Trompete gespielt anders als auf einer Querflöte. Die Obertöne beeinflussen die Klangfarbe. Es kann vorkommen, dass die Obertöne nicht ganzzahlige Vielfache des Grundtones enthalten, dann klingt ein Klavier verstimmt. Sind Kirchen-

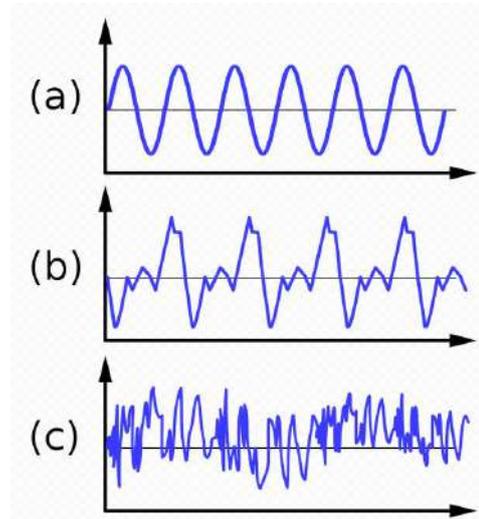


Abb. 18: Ton einer Stimmgabel (a), Klang eines Klaviers (b), Geräusch eines Wasserfalls (c); verändert nach MikeRun/wikimedia.org

glocken gut aufeinander „abgestimmt“, so werden diese weniger oft als Ärgernis wahrgenommen.

Geräusche sind alle anderen Schallereignisse, die kein Ton oder kein Klang sind: die Wellen, der Wind oder der Regen ebenso wie die Stimme, Motorengeräusche oder das Knattern eines Traktors.

1.2.3 Schallenergie, Schalleistung, Schallintensität, Schalldruck

Eine Schallwelle transportiert Energie und keine Teilchen. Man bemerkt nur die Wirkung, die eine Schallwelle hat. Die **Schallenergie** (Formelzeichen E) beschreibt mit der Einheit Joule (J), wie viel Energie transportiert wird.

Die **Schalleistung** (Formelzeichen P) ist das Maß für die Stärke einer Schallwelle an deren Quelle. Die Messung der Schalleistung zB einer Bohrmaschine muss in einem reflexionsarmen Raum erfolgen, da Umgebungsgeräusche und Reflexionen der Wände nicht in die Messung hineinfließen dürfen. Die Einheit der Schalleistung ist Watt (W).

Die **Schallintensität** (Formelzeichen I) gibt im Unterschied dazu die Energie des Schalls innerhalb eines Schallfeldes an. Dabei wird die Schalleistung pro Flächeneinheit dargestellt, die Einheit ist daher Watt pro m² (W/m²).

1. Basiswissen



Schalleistung und Schallintensität sind Energiegrößen, die das Wirkungsvermögen von Schall beschreiben. Der **Schalldruck** (Formelzeichen p) beschreibt im Gegensatz dazu die Wirkung einer Schallwelle an einem bestimmten Ort (wie dem Trommelfell) und ist daher gut geeignet, die „Lautstärke“ von Geräuschen zu beschreiben. Der Schalldruck wird in Pascal (Pa) angegeben. Entscheidend ist, dass beim Schalldruck auch jegliche Reflexionen, Ablenkungen, Dämpfungen etc. der Schallwelle auf ihrem Weg durch das elastische Medium in das Ergebnis (der Wirkung an einem bestimmten Ort) miteinbezogen werden. Dies macht die Messung auch für Lai:innen möglich.

1.2.4 Schalldruckpegel

Bei einer Frequenz von 2 000 Hz liegt die gerade noch wahrnehmbare Schallintensität für das menschliche Ohr bei 10^{-12} W/m^2 . Die Schallintensität der Schmerzgrenze liegt bei etwa 1 W/m^2 . Dies entspricht einem Bereich von 12 Zehnerpotenzen – unglaublich, was das menschliche Ohr verarbeiten kann. Da diese Unterschiede sehr groß sind, wurde (nicht nur im Bereich der Akustik) der „Pegel“ eingeführt. Dieser ist gekennzeichnet durch den Buchstaben L und gibt den Logarithmus vom Verhältnis eines variablen Wertes (zB aktueller Schalldruck) zu einem festen Bezugswert (zB beim Schalldruck $20 \mu\text{Pa}$) an. Dadurch ergibt sich folgende Formel für den **Schalldruckpegel** (L_p), der in der Einheit Dezibel (dB) gemessen wird:

$$L_p = 10 \lg (p^2/p_0^2) \text{ [dB]} \quad \text{wobei } p_0 = 20 \mu\text{Pa}$$

Auch die Schallintensität wird als **Schallintensitätspegel** (L_i) angegeben:

$$L_i = 10 \lg (I/I_0) \text{ [dB]} \quad \text{wobei } I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

Das Verhältnis von Schallintensität zu Schalldruck ist dabei $I \sim p^2$.

Da die Schallintensität die Schalleistung pro Flächeneinheit angibt, wird meistens die Angabe des Schalldrucks, der die Wirkungen an einem bestimmten Ort angibt, gebraucht. Oft wird nur der Begriff „Schallpegel“ genannt, gemeint ist aber der „Schalldruckpegel“.

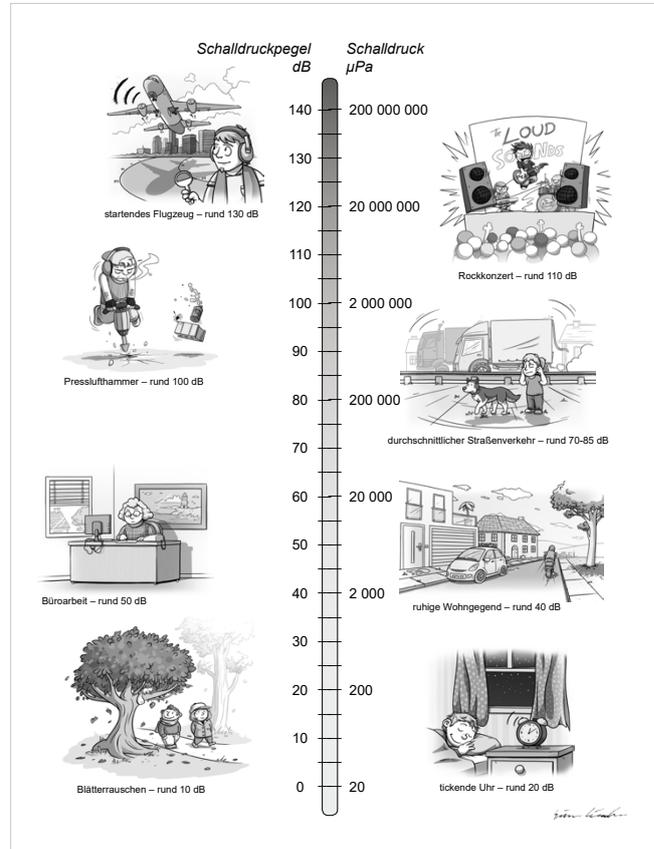


Abb. 19: Skala mit Schalldruckpegel und Schalldruck; UBZ; Illustration: S. Lindenthaler

Das menschliche Ohr hat sich auf die Sprache spezialisiert. Für mittlere Frequenzen ist das menschliche Ohr empfindlicher als für tiefe oder hohe, da es für den Menschen sehr wichtig ist, Gesprochenes gut zu verstehen.

Diese Besonderheit des Gehörs wird in der Messtechnik mit einem Frequenzbewertungsfilter berücksichtigt und als L_A – **A-bewerteter Schalldruckpegel mit der Einheit dB_A** gekennzeichnet.

Die Schalldruckpegelskala zeigt die „Lautstärke“ unterschiedlicher Geräusche auf (s. Abb. 19).

Das **lauteste Geräusch** war der Vulkanausbruch des Krakatau in Indonesien 1883. In der Nähe des Vulkans betrug der Schalldruckpegel vermutlich 180 dB, das Geräusch war in 5 000 km Entfernung noch zu hören, allerdings mit ca. 4 Stunden Verspätung bei einer Schallgeschwindigkeit in der Luft von ca. 340 m/s oder 1 236 km/h.



1. Basiswissen

Für das menschliche Ohr sind Veränderungen von 3 dB deutlich wahrnehmbar, 10 dB werden als doppelter Lautheitseindruck (s. Kapitel 1.2.8 „Psychoakustik“) empfunden.

Für die **Mittelung** mehrerer Schalldruckpegelwerte muss die Formel für den Mittelungspegel, auch Dauerschallpegel genannt, herangezogen werden. Diese können nicht arithmetisch gemittelt werden. (s. Kapitel 1.2.5 „Energieäquivalenter Dauererschallpegel“)

Bei der **Addition** von zwei gleichen Schallquellen erhöht sich der Gesamtpegel um 3 dB:

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

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

(da der Schalldruck bei 0 dB ja nicht Null ist sondern 20 μPa)

Faustregeln für weitere Additionen mit zwei unterschiedlichen Schalldruckpegeln:

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

Werden 10 gleiche Schallquellen addiert, erhöht sich der Schalldruckpegel um 10 dB.

Für alle weiteren Additionen von Schalldruckpegeln sollte auf die Formel zurückgegriffen werden.

Messgeräte oder deren Auswertungsprogramme beinhalten dies meist, ebenso gibt es im Internet diverse Programme, mit denen man Pegel addieren und mitteln kann.

In der „Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer:innen vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen (Verordnung Lärm und Vibrationen – VOLV)“ sind folgende Grenzwerte definiert:

- 50 dB_A – in Räumen, in denen überwiegend geistige Tätigkeiten durchgeführt werden
- 50 dB_A – ortsbezogen, in Aufenthalts- und Bereitschaftsräumen, Sanitätsräumen und Wohnräumen (Geräusche durch Personen nicht miteinbezogen)
- 65 dB_A – in Räumen, in denen einfache Bürotätigkeiten oder vergleichbare Tätigkeiten ausgeführt werden

Um die Geräuschimmission an einem Arbeitsplatz wiederzugeben, dient der **Tages-Lärmexpositionspegel** L_{A, ex, 8h}. Dieser dient zur Beurteilung der Geräuschsituation in einem Betrieb sowie der Gesundheitsgefährdung und gibt die Geräuschimmission an einem repräsentativen Arbeitstag auf die Zeitdauer von 8 Stunden bezogen wieder.

Wird der **Auslösewert** von L_{A, ex, 8h} = 80 dB für gesundheitsgefährdenden Lärm bzw. der Spitzenwert von 135 dB überschritten, muss vom Betrieb ein Gehörschutz zur Verfügung gestellt werden und es sind Maßnahmen zur Reduktion zu tätigen. Diese bestehen aus baulichen und raumakustischen Maßnahmen, Maßnahmen an der Quelle, Maßnahmen betreffend Arbeitsmittel und Arbeitsvorgänge, technische sowie organisatorische Maßnahmen.

Wird der **Expositionswert** von L_{A, ex, 8h} = 85 dB für gesundheitsgefährdenden Lärm bzw. der Spitzenwert von 137 dB überschritten, muss der Gehörschutz getragen werden und die Bereiche müssen gekennzeichnet werden.

Genauere Informationen dazu finden Sie im Merkblatt der AUYA „Evaluierung von Lärmbelastungen“.

In der **Lärmschutzrichtlinie für Veranstaltungen** des Umweltbundesamtes ist für den Publikumsbereich ein Grenzwert von 93 dB angeführt. Würde die Einhaltung dieses



Abb. 20: Gebotsschild „Gehörschutz tragen“; Openicons/pixabay.com



1. Basiswissen

Grenzwertes zu einer unverhältnismäßigen Einschränkung der Darbietung oder zur gänzlichen Veränderung ihres Charakters führen, so ...

... dürfen die Immissionen den $L_{A,eq}$ von 100 dB nicht überschreiten. Ebenso ist die Einhaltung des Wertes sicherzustellen.

... müssen die Besucher:innen auf eine mögliche Gesundheitsgefährdung durch Lärm hingewiesen werden (zB durch Schilder beim Eingang). Ebenso ist diesen kostenfrei Gehörschutz zur Verfügung zu stellen.

Zum Einschätzen unterschiedlicher Schalldruckpegel kann man folgende Richtwerte zur Hilfe nehmen:

Richtwerte für unterschiedliche Schalldruckpegel (ungefähre Richtwerte)	
35 dB	ungestörte Kommunikation bei 1 m Abstand
45 dB	noch ausreichende Verständlichkeit bei 1 m Abstand
65 dB	telefonieren wird schwierig
85 dB	ausreichende Verständlichkeit in normaler Lautstärke bei 1 m Abstand gerade noch möglich
ab 95 dB	Verständlichkeit bei 0,5 m Abstand trotz Schreiens nicht mehr möglich

1.2.5 Energieäquivalenter Dauerschallpegel

Um ein Schallereignis, das über einen längeren Zeitraum andauert, mit nur einem Wert abzubilden, wird der international etablierte A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel $L_{A,eq}$ verwendet. Er gibt den Energiegehalt von schwankenden Schalldruckpegeln unterschiedlicher Frequenz während eines Zeitraumes wieder und entspricht damit dem Pegel bei konstantem, gleichbleibendem Verlauf. Sind die Geräusche in einer Wohnstraße meistens sehr ruhig und nur zweimal fährt ein lauter LKW vorbei, so wird der gesamte Energiegehalt durch diesen Wert abgebildet.

Beim energieäquivalenten Dauerschallpegel können wenige laute Ereignisse gleichwertig zu vielen leiseren Geräuschen sein. Dies mag den subjektiven Eindruck nicht immer genau abbilden, da es „nur“ eine statistische Abstraktion

ist. Der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel $L_{A,eq}$ wird auch Mittelungspegel oder kurz Dauerschallpegel genannt. Die Formel lautet:

$$L_{A,eq} = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}$$

Wären nach obiger Formel drei Pegel zu mitteln, und zwar $L_1 = 35 \text{ dB}_A$, $L_2 = 40 \text{ dB}_A$ und $L_3 = 45 \text{ dB}_A$, ergäbe sich ein Dauerschallpegel von:

$$L_{A,eq} = 10 \lg \left(\frac{1}{3} (10^{3,5} + 10^{4,0} + 10^{4,5}) \right) = 42 \text{ dB}$$

Der energieäquivalente Dauerschallpegel kann auch für einen Tag- bzw. Nachtzeitraum angegeben werden:

$$L_{A,eq \text{ Tag}} \quad \text{zwischen 6:00 und 22:00 Uhr}$$

$$L_{A,eq \text{ Nacht}} \quad \text{zwischen 22:00 und 6:00 Uhr}$$

Lärmindizes für Tageszeitangaben

Folgende Lärmindizes geben den energieäquivalenten Dauerschallpegel ($L_{A,eq}$) für den jeweiligen Zeitraum an. In Österreich gelten laut Verordnung vom Bundes-Umgebungslärmschutzgesetz folgende Uhrzeiten:

- L_{day} **Tagzeit:** zwischen 6:00 und 19:00 Uhr
- $L_{evening}$ **Abendzeit:** zwischen 19:00 und 22:00 Uhr bewertet mit einem Pegelzuschlag von 5 dB
- L_{night} **Nachtzeit:** zwischen 22:00 und 6:00 Uhr bewertet mit einem Pegelzuschlag von 10 dB

Der **Tag-Abend-Nacht-Lärmindex** L_{den} (den = day evening night) gibt den Wert für den energieäquivalenten Dauerschalldruckpegel über 24 Stunden an. Um die Wirkung der Störung auf die Betroffenen entsprechend darstellen zu können, wird der Messwert für den Abendzeitraum um 5 dB und für den Nachtzeitraum um 10 dB erhöht und dann mit den gesetzlichen Schwellenwerten verglichen.

1.2.6 Beurteilungspegel

Um bei einem schwankenden Dauerschallpegel das subjektive Empfinden zu berücksichtigen, kann beim Beurteilungspegel



1. Basiswissen

lungspegel L_r zusätzlich zum energieäquivalenten Dauerschallpegel ein Korrekturfaktor K_L addiert oder subtrahiert werden. Weisen Geräusche zB einen hohen Informationsgehalt auf oder enthalten ein Quietschen, so hat dies einen höheren Störfaktor, der durch diesen Korrekturfaktor von 2 bis 4 dB von Gutachter:innen angewendet werden kann. Bei Schienenverkehr können zB 5 dB den gesetzlichen Schwellenwerten abgezogen werden. Der Zeitraum, für den der Beurteilungspegel gilt, kann im Index angegeben werden, ebenso wie die Quelle, zB Zeitraum von einer Stunde ($L_{r,1h}$) oder Schienenverkehr als Quelle ($L_{r,SCHIENE}$).

Der Beurteilungspegel gibt Gutachter:innen die Möglichkeit, schwankende Geräusche über einen längeren Zeitraum besser wiederzugeben. Da Lärm aber subjektiv ist und von sehr vielen Faktoren abhängt, ist es immer nur eine (möglichst gute) Annäherung.

1.2.7 Schalldruckpegel Häufigkeitsverteilungen

Um Informationen zu erhalten, wie häufig ein Schalldruckpegel bei einer schwankenden Messung überschritten oder unterschritten wird, können Häufigkeitsverteilungen Aufschluss geben.

- **Basispegel ($L_{A,95}$)** – dieser A-bewertete Schalldruckpegel wird in 95 % der Messzeit überschritten
- **Mittlerer Spitzenpegel ($L_{A,01}$)** – dieser A-bewertete Schalldruckpegel wird in 1 % der Messzeit überschritten
- **Maximaler Schalldruckpegel ($L_{A,max}$)** – höchster gemessener, errechneter oder erreichter Schalldruckpegel
- **Minimaler Schalldruckpegel ($L_{A,min}$)** – minimaler gemessener, errechneter oder erreichter Schalldruckpegel

Pegelschrieb Schallmessung Anlieferung

schwankender Schalldruckpegel und sein Mittelungspegel ($L_{A,eq}$), Basispegel ($L_{A,95}$) sowie mittlerer Spitzenpegel ($L_{A,01}$)

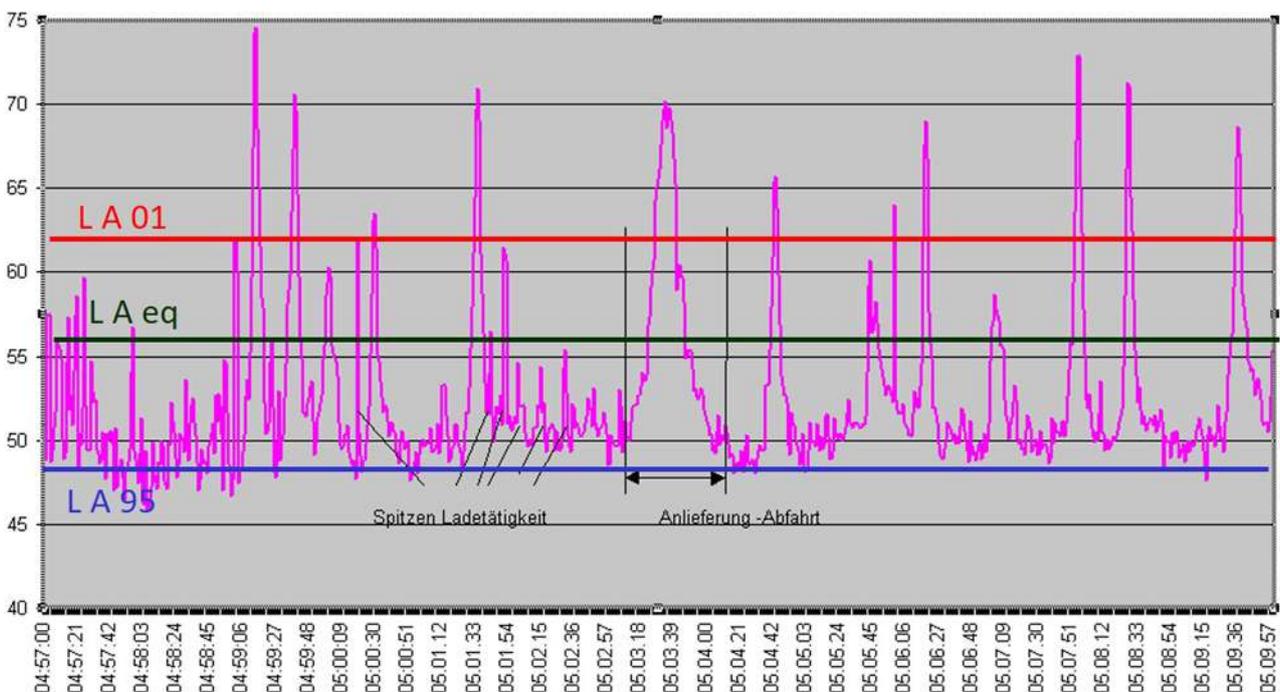


Abb. 21: Darstellung und Bewertung eines Schallereignisses (hier eine Anlieferung). Umweltamt der Stadt Graz



1. Basiswissen

1.2.8 Psychoakustik

Alle Geräusche werden von uns Menschen bewertet und lösen Empfindungen aus. Die Psychoakustik liegt als Wissenschaft zwischen der Akustik, die Pegelwerte etc. messen kann, und der Psychologie, die sich u. a. mit der Wahrnehmung und Verarbeitung von Schall beschäftigt. Die Werte, die in der Psychoakustik beschrieben werden, sind nicht messbar. In Studien an möglichst vielen Proband:innen werden Reaktionen bei vergleichbaren Umständen gesammelt, ausgewertet und in einer Skala dargestellt.

Das Geräusch eines heulenden Wolfes kann die Akustik in Schalldruckpegel, Schallintensität oder Frequenzen beschreiben. Die Empfindungen dazu geben folgende **Parameter der Psychoakustik** wieder:

- Lautstärke
- Lautheit
- Tonheit
- Schärfe
- Rauigkeit
- Schwankungsstärke
- ...

Diese Parameter sowie weitere Werte werden in der Psychoakustik benutzt, um die Empfindungen genauer zu beschreiben. Anwendungen findet man in sehr vielen Be-

reichen wie der Autoindustrie, in der Lüftungstechnik, bei der Herstellung von Musikanlagen oder Kopfhörern. Sehr oft werden die Besonderheiten des menschlichen Gehörs bewusst und gezielt ausgenutzt, um spezielle Effekte zu erzielen. Im Folgenden werden die Parameter Lautstärke und Lautheit genauer dargelegt.

Lautstärke (Phon)

Der Lautstärkepegel Phon beschreibt die empfundene Lautstärke, mit der ein Sinuston gehört wird, denn das menschliche Ohr nimmt unterschiedliche Frequenzen unterschiedlich wahr. So müssen sehr tiefe und sehr hohe Töne einen höheren Schalldruckpegel aufweisen, um gleich laut empfunden zu werden wie Töne mittlerer Frequenz. Die Angabe in Phon wird verwendet, um die wahrgenommene Lautstärke unabhängig von der Frequenz ausdrücken zu können. Bei einer Frequenz von 1 kHz stimmen Phon- und Dezibel-Werte überein, d. h. 60 phon entsprechen dann 60 dB.

Die Kurven der Isophone (s. Abb. 22) repräsentieren den Zusammenhang zwischen der physikalischen Lautstärkeeinheit Dezibel und der subjektiven Lautstärkeempfindung in Phon unterschiedlicher Frequenzen. Die unterste Kurve (3 phon) beschreibt den Verlauf der Hörschwelle, die Schmerzschwelle liegt bei etwa 130 phon. Die Kurven der Isophone sind in der ISO 226 beschrieben.

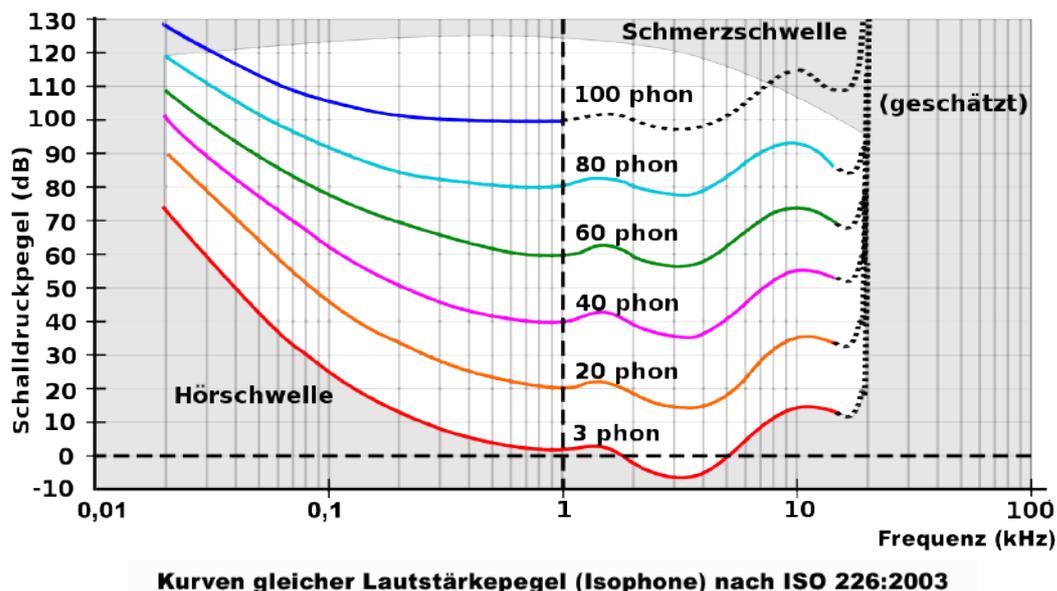


Abb. 22: Hörfläche mit Kurven der Isophone laut ISO 226; MikeRun/wikimedia.org



1. Basiswissen

Lautheit (Sone)

Die Lautheit gibt im Gegensatz zur Lautstärke an, wann ein Sinuston mit einer gewissen Frequenz als doppelt so laut wahrgenommen wird. Bei 1 kHz muss man diesen um genau 10 dB erhöhen. Wird der Ton doppelt so laut wahrgenommen, hat dieser 2 sone, wird er vierfach so laut wahrgenommen, hat er 4 sone. Bei 40 phon ist genau 1 sone definiert, man kann diese beiden Werte mit einer Formel umrechnen.

Die Lautheit und auch die Lautstärke waren früher weiter verbreitet, heute hat sich der Schalldruckpegel generell durchgesetzt.

1.2.9 Raumakustik

Die Akustik eines Raumes ist idealerweise an dessen Nutzung angepasst. In einem Konzertsaal ist eine andere Akustik notwendig als in einem Großraumbüro oder einer Fabrikhalle. Bei Neubauten sollte der Fokus auf die Akustik nicht fehlen, allerdings sind auch nachträglich vielfältige bauliche Verbesserungen möglich.

Die akustischen Gegebenheiten in einem Klassenraum haben nicht nur einen sehr großen Einfluss auf die akustische Situation, sondern auch auf das Verhalten von Schüler:innen und damit auf die gesamte Lärm-Situation in der Klasse. Ziel der Raumakustik eines Klassenraumes ist es, eine hohe Sprachverständlichkeit zu gewährleisten und störende Geräusche im Raum bestmöglichst zu mindern. In einem komplett leeren Raum hallt es, Möbel alleine verändern die Raumakustik schon. Im Folgenden finden Sie die technischen Grundlagen



Abb. 23: Die Akustik eines Klassenzimmers steht im direkten Zusammenhang mit dem Lernklima. falco/pixabay.com

ebenso wie Aspekte der Schallausbreitung in einem Raum. Einfache Maßnahmen, die Sie als Lehrperson setzen können, um die Raumakustik positiv zu beeinflussen, finden Sie im Kapitel 1.4.3. „Lärm in der Schule“.

Technische Grundlagen der Raumakustik

Der **Arbeitspegel** (L_{Ar}) in Unterrichtsräumen wird in zahlreichen Studien zum Thema Klassenraumakustik mit 55 dB_A angegeben. In der Verordnung Lärm und Vibrationen (VOLV) wird in Räumen, in denen vorwiegend geistige Tätigkeiten ausgeübt werden, ein Wert von 50 dB_A angegeben, wobei Schulen oder Klassenräume nicht explizit genannt werden. Aus den Erfahrungen von Aktionstagen des UBZ kann der Wert von 55 dB_A im normalen Unterricht kaum eingehalten werden. Ein Durchschnittswert von 65 dB_A ist allerdings dringend anzustreben, um ein annähernd konzentriertes Lernen und Lehren zu ermöglichen.

Die DIN 18041 sowie die Richtlinie für Lärm der WHO schreibt für Unterrichtsräume einen **Grundgeräuschpegel** ($L_{A,Gg}$) von 35 dB vor, der nicht überschritten werden darf. Für die Messung werden Geräusche aus der Umgebung herangezogen, die bei geschlossenen Fenstern und Türen im Raum vorhanden sind und bei denen Ruhe empfunden wird. Der Grundgeräuschpegel ist der geringste gemessene A-bewertete Schalldruckpegel in einem gewissen Zeitraum.

Ein wichtiger Faktor für die Raumakustik ist die **Nachhallzeit** (T), die das Zeitintervall angibt, in dem der Schalldruck im Raum bei plötzlichem Verstummen der Schallquelle auf einen Bruchteil des Anfangswertes absinkt. Die Nachhallzeit ist abhängig vom Volumen des Raumes und umgekehrt proportional zur äquivalenten Absorptionsfläche der umgebenden Oberflächen. Je größer der Raum und je reflektierender die Oberflächen, umso länger die Nachhallzeit. Die Anforderung an Klassenräume die Nachhallzeit (T) betreffend wird in der OIB Richtlinie 5, Grundlage des Steiermärkischen Baugesetzes, wie folgt angegeben:

$$T = (0,32 * \lg V) - 0,17$$

Der Toleranzbereich liegt bei +/- 20 %. Bei einem Klassenraum mit den Maßen 6 m Breite, 10 m Länge und 3 m Höhe liegt die empfohlene Nachhallzeit bei 0,6 s. Die ÖNORM B 8115-3 gibt an, dass Klassenräume, je nach Größe, Nachhallzeiten von 0,4 bis 0,6 s aufweisen sollten.

1. Basiswissen



Befinden sich im Klassenraum junge oder hörbeeinträchtigte Schüler:innen bzw. Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache, sollte die Nachhallzeit bei ca. 0,3 s liegen, um die benötigte bessere Sprachverständlichkeit zu gewährleisten. Die Nachhallzeit eines Klassenraumes kann mit Hilfe von Online-Tools (zB Raumakustikrechner der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – DGUV) simuliert werden.

Schall in Wechselwirkung mit Oberflächen

Gelangt Schall an ein Hindernis (zB eine Wand), so wird dieser reflektiert, gebrochen und absorbiert. In welchem Ausmaß hängt vom Material und der Oberfläche ab. An sehr glatten Oberflächen und an einem harten Material werden die Schallwellen stark reflektiert. Der Einfallswinkel ist dabei gleich dem Ausfallswinkel. An rauen Oberflächen werden die Schallwellen, je nach Frequenz, nicht mit dem gleichen Einfallswinkel reflektiert und so mehr oder weniger gestreut. An jedem Punkt im Raum, an dem der Schall auftrifft, wird ein Teil reflektiert und ein Teil absorbiert. Sehr weiche und poröse Oberflächen absorbieren mehr als glatte und harte. Ein Teil des absorbierten Schalls wandelt

sich in thermische Energie um (dissipierter Schall). Der andere Teil wird im Medium, auf dem der Schall auftrifft (zB Wand), gebrochen und somit verändert weitergegeben (transmittierter Schall). Bei Schallquellen im Raum erreicht nicht nur der Direktschall den Empfänger, sondern kurz darauf auch der indirekte Schall, der von Gegenständen, Wänden, Boden etc. reflektiert wird.

Je nach Beschaffenheit der einzelnen Materialien entsteht ein Höreindruck: Es hallt, ist abgedämpft, Sätze sind gut oder schlecht verständlich etc. Im Raum entstehen laufend unzählige Geräusche, die alle reflektiert, absorbiert und gebrochen werden – trotzdem schafft es unser Gehirn, diese vielen akustischen Eindrücke richtig zu verarbeiten und uns dadurch Informationen über die Geschehnisse im Raum und die Beschaffenheit des Raumes zu vermitteln. Blinde Menschen können sich anhand dieses Höreindrucks im Raum orientieren. Die folgende Tabelle gibt verschiedene Materialien mit ihrem Absorptionsgrad wieder. Weist der Absorptionsgrad den Wert 0 auf, wird der einfallende Schall gänzlich reflektiert – es findet keine Absorp-

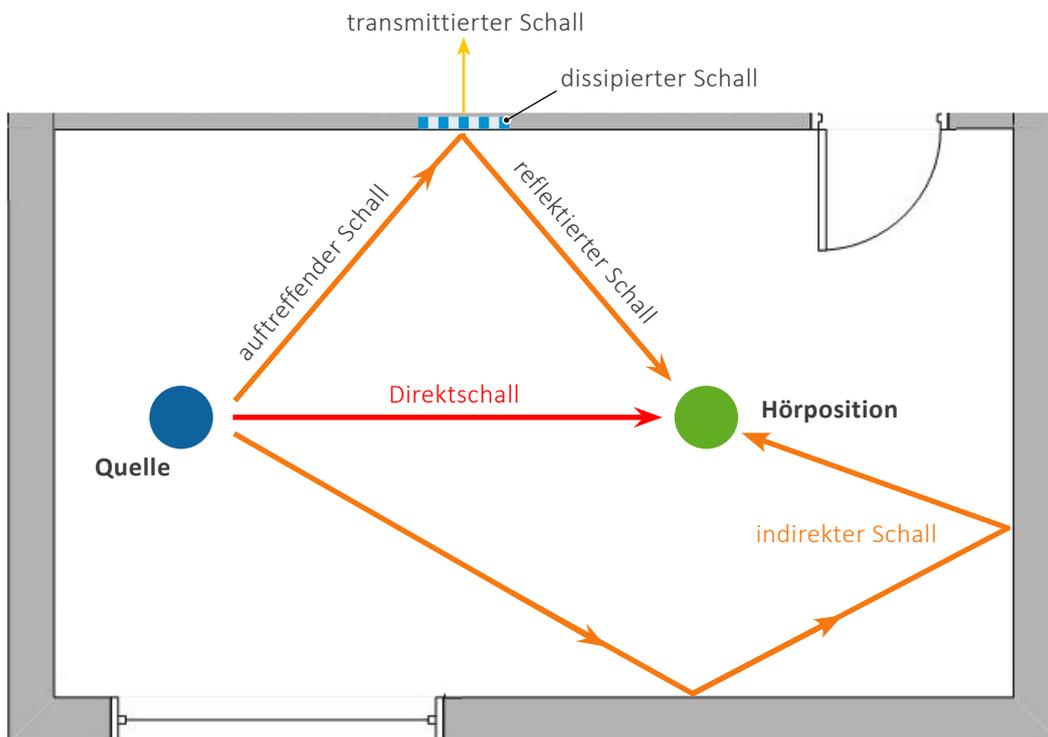


Abb. 24: Schallreflexionen haben Auswirkung auf die Raumakustik. UBZ Steiermark



1. Basiswissen

tion statt. Weist er den Wert 1 auf, wird der einfallende Schall komplett absorbiert – es findet keine Reflexion statt. Je höher also der Absorptionsgrad ist, umso mehr wird die Schallenergie absorbiert. Dies wirkt sich auch positiv auf die Nachhallzeit aus.

Material	Absorptionsgrad
Wand mit Anstrich	0,02
Glas	0,02 - 0,03
Steinwand ohne Anstrich	0,03
Gipsdecke	0,03
Parkett	0,05
Holzfußboden	0,06 - 0,08
Holzverkleidung	0,06 - 0,10
Tapete	0,10 - 0,16
Stuhl unbesetzt	0,14
Teppich	0,20 - 0,40
Vorhänge	0,25
Korkverkleidung	0,40
Stuhl besetzt	0,44
Filz	0,52
dünnere Filz hinter Tapete	0,60
Jutefilz	0,63 - 0,77

1.2.10 In Kürze: Schall

Einem Geräusch geht immer ein Bewegungsimpuls voran. Dabei wird die Energie des Impulses immer wieder an die benachbarten Teilchen weitergegeben. Es entsteht eine Schallwelle, die sich vom Ursprung des Geräusches in alle Richtungen ausbreitet. Ein Teil davon gelangt an unsere Ohren und man hört etwas.

Schall ist immer Bewegung. Dabei gibt es viele Größen, um diesen zu beschreiben. Die gängigste ist der Schalldruckpegel, der in Dezibel (dB) gemessen

wird und eine logarithmische Skala ist (s. Schalldruckpegelskala Abb. 19). Dies hat zur Folge, dass $50 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 53 \text{ dB}$ sind und nicht 100 dB . Zwei identische Schallquellen sind gemeinsam nur um 3 dB lauter als eine alleine!

In der Verordnung für Lärm und Vibrationen (VOLV) sind folgende Grenzwerte festgehalten:

- 50 dB_A – für Räume, in denen überwiegend geistige Tätigkeiten durchgeführt werden
- 65 dB_A – für Räume, in denen einfache Bürotätigkeiten oder vergleichbare Tätigkeiten ausgeführt werden

Im Klassenraum wird der Wert von 50 dB meist nur während Schularbeiten oder Tests unterschritten. Bei einer „normalen“ Unterrichtssituation sollte im Durchschnitt der Wert von 65 dB eingehalten werden, um Lernen und Lehren gut zu ermöglichen. Ab 85 dB kann es zu Schädigungen im Ohr kommen.

Das menschliche Gehör verstärkt Geräusche mit mittleren Frequenzen, da in diesem Frequenzbereich die Sprache angesiedelt ist. Diese Besonderheit wird in der Messtechnik mit einem Filter berücksichtigt und mit dem Index A gekennzeichnet. Ein A-bewerteter Schalldruckpegel wird mit der Einheit dB_A angegeben.

In der Psychoakustik werden andere Eigenschaften von Schall beschrieben, wie die Lautstärke, die Lautheit, die Rauigkeit oder die Tonheit.

Die passende Raumakustik in Klassenräumen ist eine wichtige Rahmenbedingung, um erfolgreiches Lernen und Lehren zu ermöglichen. Klassenräume sollen laut ÖNORM, je nach Größe, Nachhallzeiten von $0,4$ bis $0,6$ Sekunden aufweisen. Sind Schüler:innen mit Beeinträchtigungen oder nicht deutscher Muttersprache im Klassenraum, soll die Nachhallzeit bei $0,3$ Sekunden liegen, um eine gute Sprachverständlichkeit zu gewährleisten.

Gelangt Schall an ein Hindernis (zB Wand), so wird dieser reflektiert, gebrochen und absorbiert. In welchem Ausmaß hängt von Material und Oberfläche ab. Materialien mit einem hohen Absorptionsgrad wirken sich positiv auf die Nachhallzeit aus und können gezielt eingesetzt werden.

1. Basiswissen



1.3 Hören

„Das Auge führt den Menschen in die Welt ein, das Ohr führt die Welt in den Menschen ein.“ Der Naturforscher und -philosoph Lorenz Oken (1779 - 1851) beschreibt die Besonderheit unseres Gehörs sehr treffend.

Das menschliche Gehör ist ein wahres Wunderwerk. Sieben Tage in der Woche, 24 Stunden am Tag arbeitet es und liefert konstant Informationen, die unser Gehirn verarbeitet und uns zur Verfügung stellt. Dabei wird nicht nur die Sprache und die Kommunikation unter Menschen verarbeitet, jegliche Geräusche, die den Hörbereich des Menschen betreffen, lösen eine Verarbeitung im Gehirn aus und führen zu Reaktionen im Körper. Doch was macht dieses Wunderwerk so besonders?

1.3.1 Anatomie des Ohres

Das Ohr befindet sich zum Großteil im Felsenbein geschützt im Kopf und besteht aus drei Teilen:

- Äußeres Ohr ► Ohrmuschel, Gehörgang und Trommelfell
- Mittelohr ► Paukenhöhle mit den drei Gehörknöchelchen
- Innenohr ► Ohrschnecke und Gleichgewichtsorgan

Ebenso wichtig ist allerdings das Gehirn. Ohne dessen Verarbeitung der elektrischen Impulse wären die Schallwellen ohne Bedeutung und führten zu keiner Reaktion.

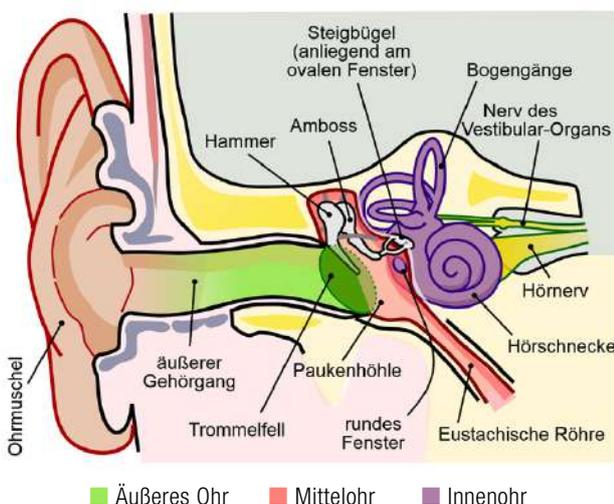


Abb. 25: Anatomie des Ohres; L. Chittka & A. Brockmann/wikimedia.org

Äußeres Ohr

Die Ohrmuschel, der Gehörgang und das Trommelfell sind die Teile des äußeren Ohres.

Die **Ohrmuschel** besteht zu einem Großteil aus Knorpelmasse und einigen wenigen Muskeln. Früher hatte der Mensch wahrscheinlich mehr Muskeln und damit beweglichere Ohren. Auch viele Tiere besitzen mehr Muskeln in der Ohrmuschel und können diese gezielt der Schallquelle zuwenden. Die Größe der Ohrmuschel variiert nach ethnischen Gruppen, die Europäer:innen besitzen im Durchschnitt mittelgroße Ohren. Rund fünf Prozent der weißen Bevölkerung haben abstehende Ohren, die auf eine genetische Veranlagung zurückzuführen sind.

Die Ohrmuschel fängt die Schallwellen ein und leitet diese weiter an den Gehörgang. Der **Gehörgang** ist im Durchschnitt ca. 2,5 cm lang, hat einen Durchmesser von ca. 7 mm und ist leicht gebogen. Daher muss man, um Gehörschutz richtig einsetzen zu können, das Ohr etwas nach oben und hinten ziehen, damit der Gehörgang gerade wird. Kurz vor dem Trommelfell befinden sich Drüsen, die laufend Ohrenschmalz produzieren. Eine Überproduktion kann in der Pubertät auftreten, mit Stress oder Angst verbunden oder genetisch verursacht sein. Das Ohrenschmalz wirkt antibakteriell sowie antimykotisch und hindert Staub, Schmutz oder sogar kleine Tiere daran, zum Trommelfell zu gelangen. Ohrenschmalz wird durch die Kaubewegungen ständig und langsam nach außen transportiert. Daher ist es völlig ausreichend, wenn mit einem Handtuch, das um den kleinen Finger gewickelt wird, nach dem Duschen das äußere Ohr geputzt wird. Bei der Verwendung von Wattestäbchen kann einerseits das Trommelfell verletzt werden bzw. andererseits wird das Ohrenschmalz zum Trommelfell hin geschoben und kann sich dort zu einem Ohrenschmalzpfropfen formen, der von einem Ohrenarzt oder einer Ohrenärztin entfernt werden muss.

Das **Trommelfell** ist eine dünne, runde, leicht trichterförmige Membran, die die Druckschwankungen der Schallwellen in der Luft in eine minimale kleine Schwingung umwandelt. Sie ist ca. 55 mm² groß (entspricht der Größe des kleinen Fingernagels). Bei kleinen Verletzungen kann das Trommelfell wieder von alleine zusammenwachsen

1. Basiswissen



(zB bei einem Trommelfellriss während einer Mittelohrentzündung). Kommt es laufend zu kleinen Rissen, kann sich dies in einer Hörminderung bemerkbar machen (viele kleine Narben lassen das Trommelfell nicht mehr ganz so optimal schwingen). Das Trommelfell kann bereits Auslenkungen im Bereich von Nanometern, dies ist ein Millionstel Millimeter (!), weiterleiten.



Abb. 26: normales Trommelfell eines Menschen; Welleschik/wikimedia.org

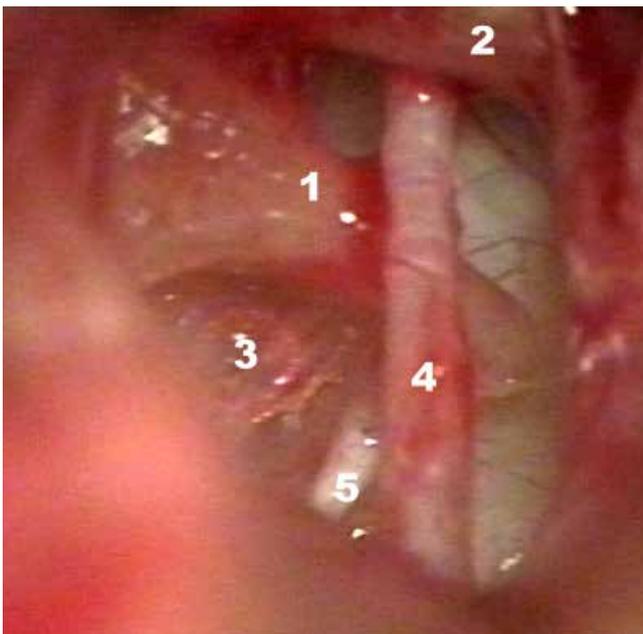


Abb. 27: Blick auf die Gehörknöchelchen: langer Ambossschenkel (1), Hammergriff (2), Steigbügelfußplatte (3), Geschmacksnerv (4), Sehne des Steigbügelmuskels (5); Welleschik/wikimedia.org

Mittelohr

Das Mittelohr besteht aus der Paukenhöhle, in der sich die drei **Gehörknöchelchen** Hammer, Amboss und Steigbügel befinden. Der Hammergriff ist mit der Innenseite des Trommelfells verwachsen und gelenkartig mit Amboss und Steigbügel verbunden. Die Fußplatte des Steigbügels ist beweglich mit dem ovalen Fenster (Beginn der Ohrenschnecke) verbunden. Die drei Gehörknöchelchen sind die kleinsten Knochen im menschlichen Körper – der Steigbügel ist ungefähr halb so groß wie ein Reiskorn – und dienen der Übertragung und Verstärkung der Schallwellen.

Die Gehörknöchelchen werden zugleich von den kleinsten Muskeln des menschlichen Körpers gehalten. Am Trommelfell angewachsen ist der Trommelfellspanner, am Steigbügel befindet sich der kleinste Skelettmuskel, der Stapediusmuskel (6 mm). Die Aufgabe dieser Muskeln ist erstaunlich und funktioniert nur, wenn eine laute Schallquelle rechtzeitig als solche erkannt wird. Dann spannt der Trommelfellspanner das Trommelfell mehr an und bewirkt dadurch einen höheren Schallwiderstand – die hohe Schalldruckwelle wird etwas vermindert weiter an die Gehörknöchelchen geleitet. Der Stapediusmuskel versteift die Gehörknöchelchen-Kette und hebt den Steigbügel etwas vom ovalen Fenster weg. Dadurch vermindert dieser ebenfalls den Schalldruck und damit mögliche Schäden im Innenohr. Ein wahres Wunderwerk, dieses Ohr!

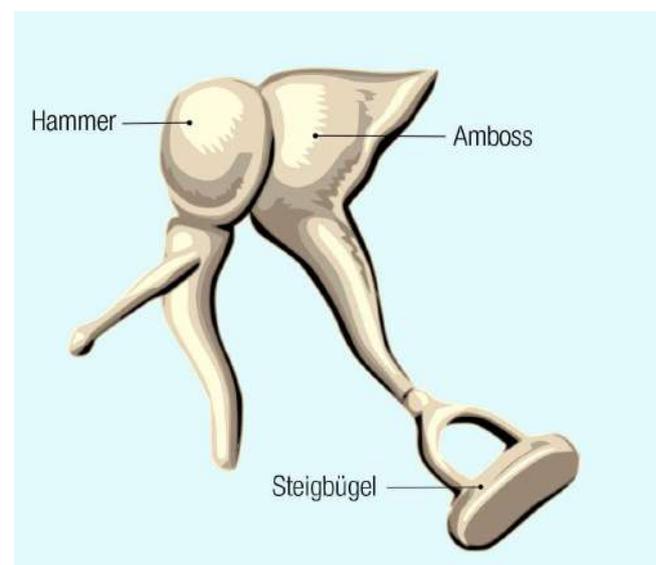


Abb. 28: Gehörknöchelchen; verändert nach M. Giacone/wikimedia.org

1. Basiswissen



Die **Paukenhöhle** ist ein mit Luft gefüllter Hohlraum, der über die Eustachische Röhre mit dem Hals-Nasen-Rachraum verbunden ist. Bei jedem Schlucken öffnet sich die Eustachische Röhre und belüftet damit die Paukenhöhle. Bei einer Verkühlung schwillt die Schleimhaut an, wodurch die Belüftung vermindert oder unterbrochen ist. Bakterien oder Viren können sich nun im Mittelohr leichter vermehren. Deshalb werden oft abschwellende Nasentropfen verabreicht. Fahren wir auf einen Berg, wo ein anderer Luftdruck herrscht, lässt sich durch Gähnen der Druck in der Paukenhöhle dem Druck von außen anpassen.

Innenohr

Das Innenohr besteht aus der Gehörschnecke und dem Gleichgewichtsorgan.

Das **Gleichgewichtsorgan** (Vestibularorgan) setzt sich aus den drei Bogengängen und den zwei Vorhofsäckchen (Sacculus, Utriculus) zusammen. Die drei Bogengänge sind annähernd kreisrund, mit einer Lympflüssigkeit gefüllt und jeweils um 90 Grad zueinander versetzt angeordnet. Dadurch können die drei Bewegungsrichtungen des Kopfes (vertikal, horizontal, seitlich) genau festgestellt werden. Am Ende jedes Bogenganges befindet sich eine Ausbuchtung

mit Sinneszellen. Wird der Kopf nach zB links bewegt, bewegt sich etwas versetzt die Flüssigkeit im entsprechenden Bogengang und führt zu einer Auslenkung der Sinneszellen. Diese leiten die mechanische Bewegung in einen Nervenimpuls weiter, der im Gehirn ausgewertet und reflektorisch (nicht willentlich steuerbar) an weitere Bereiche des Körpers weitergegeben wird. Gemeinsam mit dem Auge können dadurch die Muskeln, Hände etc. gezielt bewegt werden.

Das große und das kleine Vorhofsäckchen befinden sich zwischen den Bogengängen und dem Beginn der Schnecke. Das kleine Vorhofsäckchen (Sacculus) ist für die Verarbeitung der vertikalen Beschleunigung des Körpers zuständig, das große Vorhofsäckchen (Utriculus) für die horizontale. Sie bestehen aus einer gallertartigen Flüssigkeit, in der sich kleine Kristalle befinden. Unter dieser Flüssigkeit liegen die Sinneszellen. Diese werden durch die Bewegung der Flüssigkeit, verstärkt durch die Kristalle, ausgelenkt und erzeugen damit einen Nervenimpuls.

Liefen das Gleichgewichtsorgan und das Auge dem Gehirn widersprüchliche Informationen (wie zB auf einem Schiff, das für das Gleichgewichtsorgan schaukelt, für das Auge aber nicht), so reagiert der Körper mit Unwohlsein, Schwindel oder Übelkeit.

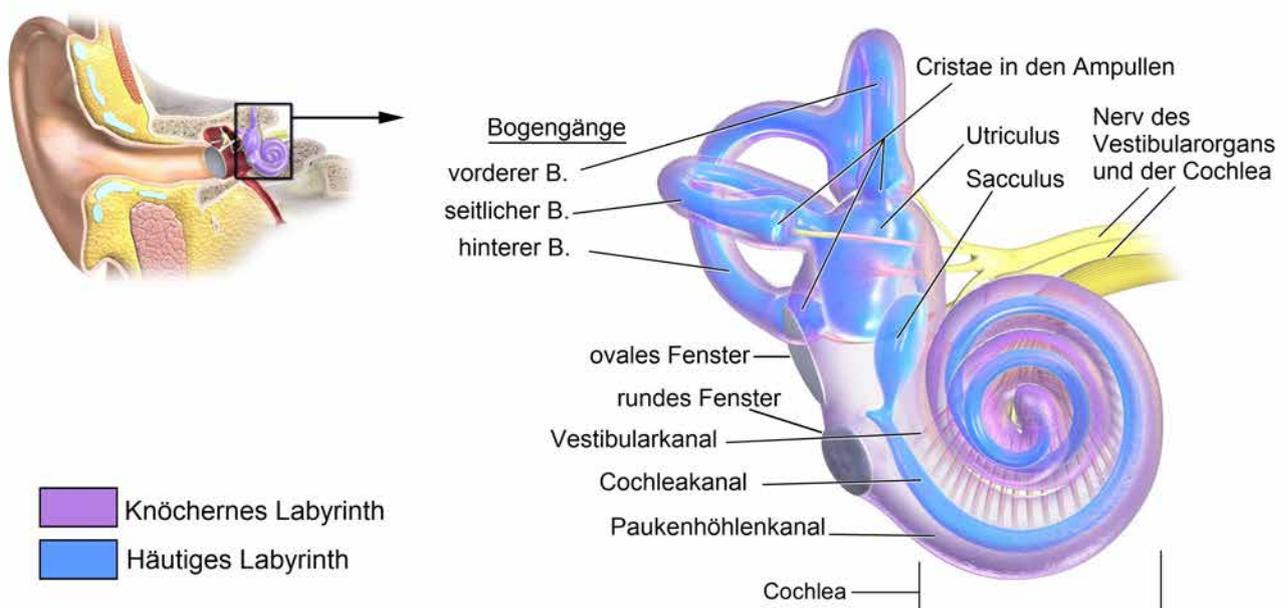


Abb. 29: Innenohr mit Schnecke und Gleichgewichtsorgan; Geo-Science-International/wikimedia.org

1. Basiswissen

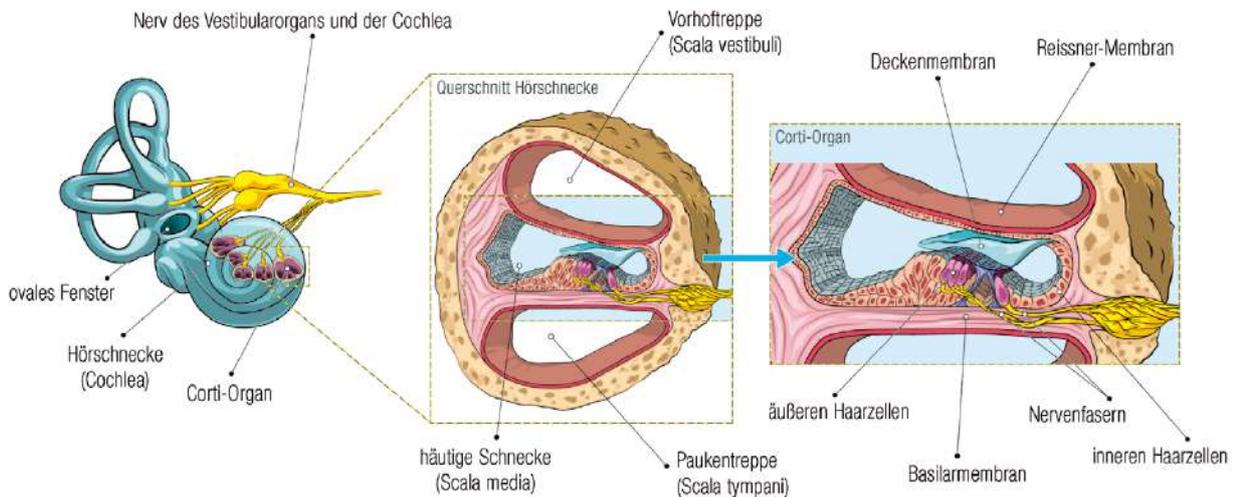


Abb. 30: Anatomie des Innenohrs; EreborMountain/shutterstock.com

Der Steigbügel ist mit dem ovalen Fenster verbunden, dem Eingang zur **Schnecke** (Cochlea) für die noch immer mechanische Schallwelle. Die Schnecke hat die Größe einer Erbse und besteht aus drei Gängen, die alle mit einer Lympflüssigkeit gefüllt und durch Membrane voneinander getrennt sind. Die Gänge winden sich zweieinhalb Mal um eine zentrale Achse und haben eine Länge von ca. 3,2 cm. Der oberste Gang wird „Vorhoftreppe“ (Scala vestibuli) genannt, da er vom Vorhof, wo die Steigbügel Fußplatte an das ovale Fenster angrenzt, zur Spitze der Schnecke, dem Helicotrema führt. Das Helicotrema ist eine kleine Öffnung am Ende der Schnecke, die den oberen Gang mit dem unteren verbindet. Der untere Gang wird „Paukentreppe“ (Scala tympani) genannt. Daran ist das runde Fenster befestigt, der Übergang zur Paukenhöhle, das für den Druckausgleich der nicht zusammendrückbaren Flüssigkeit zuständig ist. Der mittlere Gang wird „häutige Schnecke“ genannt (Scala media) und enthält das „Herzstück des Hörorganes“.

Das eigentliche Hörorgan ist das **Corti-Organ**, das nach dem Entdecker dieser Zellformation Alfonso Corti (1822 - 1876) benannt wurde. Es liegt im mittleren Gang. Das Hörorgan ist der Träger, auf dem sich die Sinneszellen befinden. Die untere Membran, die das Corti-Organ von der Paukentreppe trennt, ist die Basilarmembran. Diese wird in Schwingung versetzt und hat je nach Frequenz an einer anderen Stelle die maximale Auslenkung. Bei hohen Frequenzen erfolgt diese am Beginn der Schnecke. Tiefe Frequenzen bewirken am Ende der Schnecke eine maximale Auslenkung der Basilarmembran, da diese am Be-

ginn dick und schmal und am Ende breiter und dünner ist. Die Sinneszellen im mittleren Gang werden wegen ihres Aussehens auch **Haarzellen** genannt und bestehen aus ca. 3 500 inneren und 10 000 bis 12 000 äußeren Haarzellen. Die äußeren Haarzellen liegen an einer Deckenmembran an und bewegen diese bei maximaler Auslenkung der

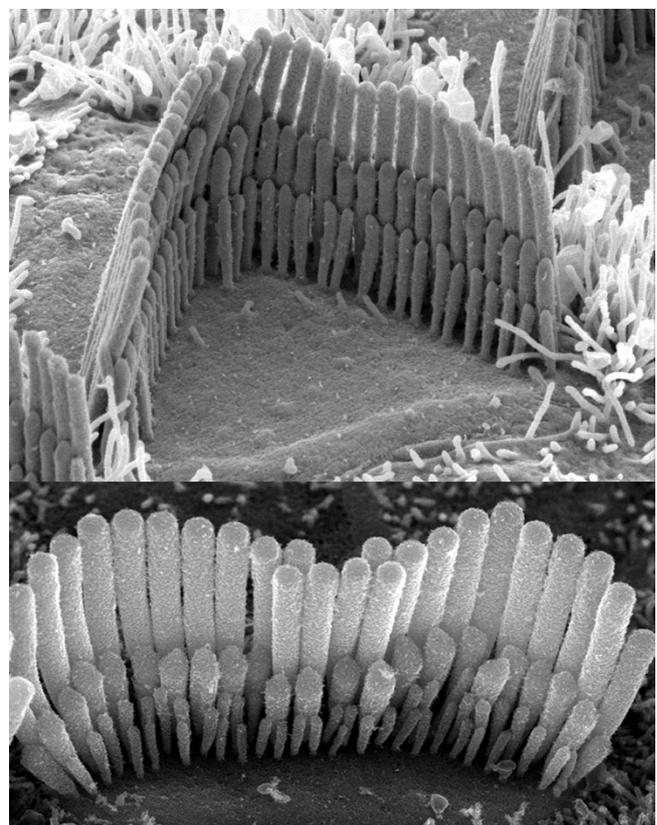


Abb. 31: äußere (oben) und innere (unten) Haarzellen; Dr. David Furness, <https://wellcomecollection.org/works/en4kavac>, CC 4.0

1. Basiswissen



Basilarmembran leicht. Dadurch werden die inneren Haarzellen, die die Deckenmembran nicht berühren, ausgelenkt, was zur Entstehung eines Nervenimpulses führt.

Die äußeren Haarzellen dienen hauptsächlich zur Verstärkung des Hörreizes und damit zur Erniedrigung der Hörschwelle, die inneren dienen primär zur Umwandlung der mechanischen Wellen in einen elektrischen Nervenimpuls, der durch chemische Prozesse in der Lymphflüssigkeit und der Zelle entsteht und im Gehirn verarbeitet wird.

Eine weitere Besonderheit des Wunderwerks Ohr ist, dass die äußeren Haarzellen auch Nervenfasern besitzen, die vom Gehirn zu den Haarzellen verlaufen. Damit ist es möglich, dass die Haarzellen vom Gehirn angeregt werden.

Da die äußeren Haarzellen durch spezielle Proteine eine Verstärkung der Impulse und eine wesentlich genauere Frequenzauflösung für die inneren Haarzellen ermöglichen, können wir geringe Frequenzunterschiede von wenigen Hertz unterscheiden oder einem Gespräch trotz lauter Umgebung folgen.

Das Gehirn

Wird ein Reiz vom Innenohr an das Gehirn weitergeleitet, so gelangt diese Information als erstes in den **Thalamus**. Dieser entscheidet unterbewusst und blitzschnell auf Basis aller abgespeicherten Erfahrungen und Informationen, ob der Reiz wichtig ist oder nicht. Erst wenn dieser als wichtig eingestuft wird, geht die „Reise“ im Gehirn weiter. Der Thalamus ist über Milliarden von auf- und absteigenden Nervenfasern mit der Großhirnrinde verbunden. Im **primären auditiven Cortex**, einem Teil der Großhirnrinde, wird der Reiz vorverarbeitet. Gleichzeitig sind diese Areale von sekundären Wahrnehmungsarealen umgeben, die komplexere Verarbeitungsschritte durchführen, wie die Analyse von Geräuschen, Klängen, Melodien oder der Sprachverarbeitung. Dabei werden die aktuellen Wahrnehmungen mit bereits abgespeicherten Informationen abgeglichen: die Bewertung, ob die Sinnesinformation neu oder vertraut ist oder die richtige Unterscheidung, ob zB ein Telefon klingelt oder die Türglocke.

Im **limbischen System**, das für unterbewusste Emotionen zuständig ist, wird der Reiz je nach Erfahrungen zu diesem, in weitere Schaltkreise geleitet. Ein Teil des limbischen

Systems ist die Amygdala (oder Mandelkern genannt), die zuständig für die Entstehung von Gefühlen ist. Kommt es zu wiederholten vor allem negativ bewerteten Schallereignissen, so ist die Amygdala mit einer außergewöhnlichen Lernfähigkeit ausgestattet. Dies bedeutet, dass es zu einer verkürzten Reaktionszeit oder zB zu einer Veränderung in der Empfindlichkeit bestimmter Frequenzen kommt, wenn ein Schallereignis öfter negativ bewertet wird.

Der **Hypothalamus**, als wichtigstes Kontrollsystem für die Grundfunktionen des Körpers, ist mit allen verhaltensrelevanten Gehirnbereichen verbunden und kann bei Notwendigkeit Signalstoffe ausschütten, die u. a. Stressreaktionen bewirken können.

Zusätzlich werden vom Gehirn alle Geräusche nach „Gefahren-Potenzial“ untersucht, um gegebenenfalls entsprechende Impulse setzen zu können. Hört man nun ein Geräusch, das Gefahr bedeutet, so haben viele Gehirnbereiche einen Einfluss darauf, dass der Organismus geweckt wird: zB die Zellformationen im Hirnstamm, der Thalamus, aber auch die Großhirnrinde.

Eine sehr wichtige Fähigkeit des Gehirns in Kombination mit dem Gehör ist die bewusste Aufmerksamkeit, das Zuhören und Verstehen nur einer Stimme in lauter Umgebung. Die Ausblendung aller nicht wichtigen Geräusche findet im subcorticalen Bereich statt, für die bewusste Aufmerksamkeit auf nur eine Stimme ist vor allem der **präfrontale Cortex** eingebunden. Ohne diese „Firewall“ in unserem Gehirn, dem Ausblenden von nicht wichtigen Geräuschen, wäre der Alltag viel schwieriger zu bewältigen.

Funktioniert der Hörvorgang bis zum Gehirn nicht mehr richtig, gelangen weniger Reize in das Gehirn und dieses verlernt das „richtige Hören“. Auch die Entstehung eines Tinnitus kann durch einen Reiz im Gehirn ausgelöst werden, das diese Frequenz vom Gehör nicht mehr erhält und deshalb ein Signal aussendet. Es ist wichtig, bei einem Hörverlust bald einen HNO-Arzt bzw. eine HNO-Ärztin aufzusuchen, damit durch ein Hörgerät wieder möglichst viele Reize ans Gehirn weitergeleitet werden.

Egal ob im Dialekt gesprochen wird, wie Wörter betont werden, wie schnell gesprochen wird etc. – unser Gehirn ist fast immer in der Lage, die Wörter zu verstehen, ent-

1. Basiswissen



sprechend zu verarbeiten und darauf zu reagieren. Dabei werden nicht nur die Bedeutung der Wörter, sondern auch die feinen Zwischentöne interpretiert. Das Gehirn nimmt bei normaler Sprechgeschwindigkeit 14 Sprachsignale pro Sekunde wahr. Wird schneller gesprochen, können bis zu 60 Signale pro Sekunde verarbeitet werden – der Inhalt wird sogar noch besser verständlich.

Die Reize vom Ohr werden durch Nervenfasern an verschiedenste Gehirnareale weitergeleitet. Dadurch kommt es zu sehr unterschiedlichen Reaktionen, die durch Schallwellen ausgelöst werden:

- Verständnis der gesprochenen Sprache inkl. der kleinen Zwischentöne
- Reaktionen auf Sprache
- Auslösen von Gefühlen (zB eine Musikart erzeugt gewisse Gefühle, ein bestimmter Klang einer Stimme versetzt einen automatisch in Panik ...)
- Stress
- Mobilisierung aller Kräfte im Notfall
- Aufwecken mitten in der Nacht wegen verdächtiger Geräusche
- ...

Die meisten dieser Reaktionen erfolgen von alleine in Bruchteilen von Sekunden, können durch wiederkehrende Ereignisse beschleunigt werden und sind selten im Bewusstsein steuerbar – ein Wunderwerk!

Lärm und Multiple Sklerose

Wird Musik über 110 dB mittels Kopfhörer gehört, kommt es zur Ablösung der Schutzschicht von den Nervenfasern (Myelin), die das Gehörte ans Gehirn weiterleiten. Der gleiche Vorgang findet bei der Krankheit Multiple Sklerose statt. Damit wurde erstmals gezeigt, dass Lärm auch zu Nervenschäden führen kann.

Die Wissenschaftler:innen der Universität Leicester in Großbritannien fanden auch heraus, dass sich die Schutzschicht von alleine wieder neu bilden kann, die Nervenfasern erholen sich diesbezüglich wieder.

1.3.2 Der Hörvorgang

- Schallwellen gelangen über die Luft an die Ohrmuschel und werden von dort an den Gehörgang weitergeleitet. Durch die Form der Ohrmuschel und des Gehörganges werden die Frequenzen um 3 000 Hz (unser Sprachbereich) verstärkt.
- Das Trommelfell wird durch die Druckschwankungen der Schallwellen in Schwingung versetzt und bewegt dadurch den Hammer, der mit dem Trommelfell verwachsen ist. Die Gehörknöchelchen verstärken die Schallwellen einerseits über die Hebelwirkung zueinander, andererseits über die viel kleinere Fläche des ovalen Fensters – im Vergleich zum Trommelfell um mehr als das 20-Fache.
- Am ovalen Fenster überträgt die Steigbügelplatte die Schallwellen an die Lympflüssigkeit der Vorhoftreppe, die dadurch in Schwingung versetzt wird. Diese überträgt sich über das Helicotrema zur Paukentreppe. Dadurch wird die Basilarmembran in Schwingung versetzt. An der maximalen Auslenkung dieser werden die Sinneszellen bewegt und wandeln dadurch die mechanische Bewegung der Schallwellen in Nervenimpulse um.
- Die Nervenfasern übertragen die Impulse, die in den entsprechenden Bereichen des Gehirns verarbeitet werden und gegebenenfalls zu Reaktionen führen.
- Ergebnis: Man hört etwas!

1.3.3 Die feinen Zwischentöne

Die Sprache in Kombination mit den Stimmbändern und den Ohren bewirkt Außergewöhnliches, ohne dass man darüber nachdenken muss oder sich dieser „Macht“ bewusst ist.

Man kann zB auf sehr verschiedene Arten „Guten Morgen!“ sagen und es klingt jedes Mal etwas anders, zB wenn

- man ausgeschlafen ist und sich freut, die Person zu sehen.
- man schlecht geschlafen hat und die Augen kaum auf bekommt.
- man gar nicht aufstehen will, aber muss.



1. Basiswissen

- man Geburtstag hat und sich ganz besonders auf diesen Tag freut.
- man erstaunt ist, das Gegenüber gerade jetzt zu sehen.
- man sich vor der anderen Person fürchtet, aber man trotzdem freundlich ist und grüßt.
-

Je nach Situation erhalten diese zwei Wörter eine bestimmte Betonung, Sprachmelodie, Tonhöhe oder Lautstärke. Die zweite Person erhält dadurch nicht nur die Information „Guten Morgen!“, sondern gleichzeitig, wie es jemandem geht etc.

Die Stimme kann dem Gegenüber sehr viel verraten, zB innige Verbundenheit, Freude und Wohlwollen oder auch Hass, Furcht oder Wut. Dies geschieht über die feinen Zwischentöne, die während des Sprechens meistens unabsichtlich produziert werden. Ein Tonfall kann jemanden tief verletzen oder aber auch einen Streit ganz schnell beenden.

Das Gegenüber kann diese Zwischentöne nur dann gut wahrnehmen und verarbeiten, wenn die Sinneszellen in der Schnecke diese noch ausreichend verarbeiten können. Personen mit einer Hörbeeinträchtigung nehmen Zwischentöne schwerer wahr, vor allem wenn die Umgebungsgläusche laut sind.

Diese emotionale und soziale Funktion des Gehörs macht unsere menschlichen Beziehungen so besonders. Ebenso bieten die feinen Zwischentöne der Sprache vor allem in der Schule viele Möglichkeiten, den Unterricht durch den

gezielten Einsatz positiv zu beeinflussen. Eine Botschaft wird zu 55 % durch die Körpersprache, zu 35 % durch den Klang der Stimme und nur zu 10 % durch den Inhalt selbst vermittelt. Körpersprache und Klang der Stimme lassen sich durch innere Haltung und einen bewussten Moment des Sammelns vor einer Unterrichtseinheit beeinflussen.

Unser Gehör in Kombination mit dem Gehirn kann ca. 400 000 (!) Klangfarben unterscheiden. Dies gibt uns die Möglichkeit, dass die feinen Zwischentöne unsere Kommunikation so vielfältig machen, und funktioniert nur einwandfrei, wenn der gesamte Hörvorgang optimal funktioniert.

1.3.4 Zuhören

Im Duden wird die Bedeutung von „zuhören“ wie folgt beschrieben:

- a) (etwas akustisch Wahrnehmbarem) hinhörend folgen, ihm seine Aufmerksamkeit zuwenden
- b) anhören; mit Aufmerksamkeit hören; hörend in sich aufnehmen

Rhetorik wird in zahlreichen Ratgebern oder Seminaren behandelt. Die aber ebenso wichtige Aufgabe des aktiven Zuhörens findet in der Gesellschaft wenig Beachtung. Die Schnelllebigkeit, das Smartphone, E-Mails und die ständige Bereitschaft, etwas zu tun, tragen dazu bei, dass wir aktives Zuhören nur noch selten praktizieren.

Die Motivation, etwas zu tun oder zu lernen, gelingt dann



Abb. 32: Im Unterricht kann man Inhalte mittels Körpersprache und Stimme ganz bewusst unterstreichen. S. Meller/pixabay.com



Abb. 33: Zuhören als wichtige Basis der Kommunikation; R. Higgins/pixabay.com



1. Basiswissen

besonders leicht und effizient, wenn unser soziales System (in der Schule zB die Klasse) gut funktioniert und wir wohlwollend unterstützt werden. Erhalten wir Anerkennung, Wertschätzung und Zuwendung, werden Botenstoffe wie Dopamin ausgeschüttet, die bewirken, dass wir uns glücklich und zufrieden fühlen. Wer regelmäßige Dopamin-Ausschüttungen oder andere Opiode durch seine Blutbahnen rauschen hat, stärkt sein Immunsystem und kann mit negativem Stress besser umgehen. Somit können gut laufende Partnerschaften, echte Freundschaften, freundliche und ehrliche Arbeitskolleg:innen positiv zur Bewältigung einer schwierigen Lebensphase beitragen.

Doch was ist die Basis gut funktionierender sozialer Kontakte? Eine gute Gesprächskultur, die reden, gut zuhören können und damit auch auf inhaltlicher und emotionaler Ebene verstanden zu werden beinhaltet. Zuhören braucht Zeit und ist ein aktiver Prozess. Es benötigt Kraft und Energie, die man manchmal zB am Ende eines langen Arbeitstages bewusst aufbringen muss. Damit die Glücksfabrik im eigenen Körper sowie im Körper des Gegenübers gut weiterfunktioniert, stellt aktives Zuhören eine sehr wichtige Basis dar.

„Die Gesellschaft wird durch Millionen von Gesprächen gebildet.“, schreibt der schwedische Schriftsteller Henning Mankell. „Wenn ein Mensch seine Geschichte erzählen kann, wird er Teil einer Gesellschaft. Wem man nicht zuhört, der existiert nicht.“

Die Universität Bielefeld hat in einer Untersuchung einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Zuhören und schulischen Leistungen aufgezeigt. 70 % der Kindergartenkinder, die Schwierigkeiten hatten mit dem aktiven Zuhören, hatten später schulische Probleme. Damit ist Zuhören eine wichtige Basiskompetenz, mit der erst weitere Fähigkeiten erlangt werden können. Kinder, die aktiv zuhören können, können Konflikte leichter bewältigen, besser und sicherer sprechen und sind achtsamer gegenüber anderen. Heutzutage wird oft nebenbei gehört, aber selten aktiv zugehört, dies benötigt Zeit und Fokus.

So gelingt aktives Zuhören

Wir hören 24 Stunden am Tag. Das ist ein passiver Prozess. Zuhören ist eine aktive Tätigkeit, die Aufmerksamkeit erfordert.

- Hören Sie aktiv Ihrem Gegenüber zu, lassen Sie Pausen zu und halten Sie Blickkontakt. Sie müssen selbst am Gespräch interessiert sein, gerne zuhören wollen und Ihr Gegenüber respektieren.
- Lassen Sie Ihr Gegenüber ganz fertig sprechen. Stellen Sie Fragen bzw. fassen Sie das Gesagte kurz zusammen, damit beide Seiten das Gleiche verstanden haben. Manchmal stimmen Körpersprache und Inhalt einer Botschaft nicht überein. Gerade dann ist es wichtig, genau nachzufragen und eigene Gefühle, Erlebnisse oder Wertvorstellungen davon zu trennen.
- Geben Sie Antwort und bewerten Sie nur den Inhalt, nicht den Menschen.
- Seien Sie Sie selbst – dann sind Ihre Körpersprache und Ihre Stimme auch stimmig und unterstützen das, was Sie vermitteln wollen! Ihr Gegenüber kann Sie damit leichter verstehen.

1.3.5 Entwicklung des Gehörs aus evolutionärer Sicht

Bereits vor 500 Millionen Jahren verfügten aquanautische Wirbeltiere wahrscheinlich über ein Innenohr im einfachen Sinn.

Vor 65 Millionen Jahren entwickelten sich die Säugetiere auf der Erde. Ein wesentlicher Vorteil von ihnen ist, dass sie ihre Körpertemperatur konstant warm halten und damit auch in der Nacht aktiv sein können. Da im Dunkeln die Funktion der Augen eine untergeordnete bis gar keine Rolle spielt, sind die Ohren für die Nahrungssuche und das Entdecken von Feinden ein riesiger evolutionärer Vorteil. Dies entspricht auch der ursprünglichen Funktion des Gehörs.

Fische besitzen Seitenlinien, die sie über die Wasserströmungen informieren. Aus diesem Seitenlinienorgan der Fische hat sich bei den Säugetieren das Gehör entwickelt. Der wichtigste Entwicklungsschritt war das Ausbilden der Gehörknöchelchen, die sich aus dem Kiefergelenk der Fische entwickelten. Damit war die Verbindung vom äußeren Ohr zum Innenohr entstanden. Die Verbindung ist deshalb besonders, weil damit die Weiterleitung von Schall aus dem Medium Luft in das Medium Flüssigkeit im Innenohr, auf



1. Basiswissen

Grund des besonderen Aufbaus des Mittelohres, gegeben ist. Es werden möglichst wenige Schallwellen reflektiert.

Die wichtigste Funktion des Gehörs, über Feinde in der Nacht zu informieren, ist nach wie vor erhalten und erklärt, warum wir auf manches Geräusch mit einem rasenden Herzen reagieren, obwohl die Gefahr heute meistens nicht mehr vorhanden ist. Eine wichtige Funktion – in der heutigen Zeit allerdings ein „unnötiger Stressor“. Genauere Informationen dazu finden Sie im Kapitel 1.4. „Auswirkungen von Lärm“.

1.3.6 Besonderheiten des menschlichen Gehörs

Das Gehör empfängt Informationen aus allen Richtungen, das Auge ist räumlich begrenzt. Die Reaktionszeiten im Gehirn auf akustische Warnsignale ist siebenmal schneller als auf optische Reize und sie dringen schneller ins Bewusstsein. So wird man durch leise, unregelmäßig unterbrochene Geräusche munter, weil diese Gefahr bedeuten können. Sind Geräusche laut und grell, sind wir sofort in hohe Alarmbereitschaft versetzt, da unmittelbare Gefahr droht. Sind Geräusche eher regelmäßig und langsam, bedeutet dies keinen Grund zur Beunruhigung, das Gehirn lässt einen weiterschlafen. An regelmäßige Geräusche in der Nacht gewöhnt sich das Gehirn, die Wissenschaft spricht von Habituation.

Ein Fötus kann bereits ab der 20. Schwangerschaftswoche Geräusche im Mutterleib wahrnehmen. Dabei ist das Baby

konstant umgeben von Geräuschen des mütterlichen Körpers: vom Herzschlag, den Blutgefäßen, den Bewegungen im Darmtrakt, der Stimme sowie den Geräuschen außerhalb des Körpers der Mutter.

Das Gehör ist das letzte Sinnesorgan, das im Sterben seine Funktion einstellt – es begleitet uns ständig und lässt uns unser Leben möglichst gefahrenfrei leben.

Dieses Meisterwerk kann mit Computern und Tontechnik nicht nachgebildet werden und leistet Unglaubliches. Leiseste Töne werden durch minimalste Auslenkungen des Trommelfells ebenso weitergeleitet wie ein ohrenbetäubender Donner. Würde man den Bereich, den wir hören können, auf Gewicht umlegen, könnten wir zwischen einem Milligramm (Gewicht einer Feder) und 1 000 Tonnen (Gewicht mehrerer Jumbojets) hören.

Der Hörbereich des Menschen hat eine Bandbreite von ca. 10 Oktaven. Bei einem funktionierenden Gehör liegt dies zwischen 16 und 20 000 Hz.

Das Auge kann Licht mit einer Wellenlänge von 400 bis 700 Nanometer wahrnehmen – umgerechnet entspricht dies ungefähr nur einer Oktave.

Im Laufe des Lebens lernt das Gehirn viele verschiedene Geräusche zu unterscheiden, weiß ob ein Auto schnell oder langsam fährt, erkennt die eigene tickende Wanduhr, eine andere Uhr würde während der konzentrierten Arbeit stören. So legt das Gehirn im Laufe des Lebens eine Geräusche-Bibliothek von bis zu 400 000 unterschiedlichen



Abb. 34: Ein guter Hörsinn erleichtert vor allem nachts die Nahrungssuche und das Wahrnehmen von Feinden. I. Karakus/pixabay.com



Abb. 35: Ab der 20.-24. Schwangerschaftswoche hört der Fötus die Geräusche seiner Umgebung. BruceBlaus/wikimedia.org

1. Basiswissen



Geräuschen an – eine unglaubliche Leistung des Gehirns in Zusammenarbeit mit dem Gehör.

1.3.7 In Kürze: Hören

Das menschliche Gehör besteht aus drei Teilen: dem Außenohr, dem Mittelohr und dem Innenohr. Schallwellen gelangen über die Luft in die Gehörmuschel und werden von dort in den Gehörgang weitergeleitet, der zum Trommelfell führt.

Ohrenschmalz wird laufend durch Drüsen nahe dem Trommelfell gebildet. Es hat eine wichtige Wirkung und wird durch Kaubewegungen von alleine nach außen transportiert. Entfernen Sie es nach dem Duschen mit einem Handtuch, das Sie um den kleinen Finger wickeln und verwenden Sie keine Wattestäbchen!

Der Hammer, das erste Gehörknöchelchen im Mittelohr, ist mit dem Trommelfell verwachsen. Durch die Schallwellen wird das Trommelfell in Schwingung versetzt und gibt diese minimale Bewegung an die drei Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel weiter, die gelenkartig miteinander verbunden sind.

Der Steigbügel gibt über das ovale Fenster die Schallwellen an die Schnecke im Innenohr weiter. Diese ist ungefähr so groß wie eine Erbse und mit einer Flüssigkeit gefüllt. Sie besteht aus drei Gängen. Im mittleren Gang befinden sich ca. 15 000 Sinneszellen (auch Haarzellen genannt), die sich bewegen und die mechanischen Schallwellen in Nervenimpulse umwandeln. Diese werden durch Nervenfasern an das Gehirn weitergeleitet, wo die Geräusche interpretiert werden und gegebenenfalls Reaktionen auslösen.

Die Ohren sind rund um die Uhr aktiv und können den Menschen sogar bei bestimmten Geräuschen aus dem Schlaf holen. Aus evolutionärer Sicht war dies überlebenswichtig und verschaffte den Warmblütern einen großen Vorteil, da sie im Gegensatz zu den Kaltblütern, die nachts meist inaktiv sind, auf mögliche Gefahren reagieren konnten.

Der Hörbereich des Menschen liegt etwa zwischen 16 und 20 000 Hertz sowie zwischen 0 dB und 130 dB, wobei 0 dB eine Auslenkung vom Trommelfell im Nanometer-Bereich bewirkt – ein unglaubliches Wunderwerk!

1. Basiswissen



1.4 Auswirkungen von Lärm

Die Auswirkungen von Lärm betreffen nicht nur das Ohr, sondern reichen über weitere körperliche Einschränkungen, langfristige psychische Probleme bis zu sinkenden Immobilienpreisen oder anderen volkswirtschaftlichen Folgen.

Im folgenden Kapitel werden die einzelnen Bereiche ausgeführt. Insbesondere liegt hier der Schwerpunkt auf Lärm in der Schule, der großen Einfluss auf den Unterricht hat. Maßnahmen zur Gegensteuerung und allgemeinen Sensibilisierung werden ebenso erläutert wie Ergebnisse aus der Gehirnforschung, die persönlich und im Unterricht neue Betrachtungsweisen schaffen.

Im Allgemeinen wird bei den Auswirkungen von Lärm unterschieden zwischen:

- auralen Auswirkungen – direkt das Gehör betreffend
- extraauralen Auswirkungen – alle anderen Bereiche

1.4.1 Aurale Auswirkungen von Lärm

Die Auswirkungen von Lärm auf das Gehör können alle drei Bereiche des Ohres betreffen. Im **äußeren Ohr** kann das Trommelfell durch einen kurzen, sehr lauten Knaller einreißen, ebenso kann dieser die Gehörknöchelchen im **Mittelohr** ausrenken oder brechen. Schädigungen im **Innenohr**

Sturm im Innenohr

Die Sinneszellen in der Schnecke bewegen sich durch eine Schalldruckwelle und wandeln die mechanische Bewegung in einen elektrischen Impuls um, der ans Gehirn weitergeleitet wird. Dabei werden die Sinneszellen nicht direkt über die Blutbahnen mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt, sondern über die Flüssigkeit im Innenohr.

Bei hohem Schalldruckpegel herrscht im Innenohr ein regelrechter Sturm, die Sinneszellen bewegen sich stark hin und her wie Schilf am Ufer eines Sees bei Gewitter. Dies hat zur Folge, dass die Versorgung über die Flüssigkeit nicht mehr ausreicht – die Sinneszellen hängen erschöpft nach unten und können die Schallwellen nur mehr vermindert ans Gehirn weiterleiten. Man merkt dies, indem man zB nach einem lauten Konzert alles leiser und dumpfer hört. Meist legt sich dies nach einigen Stunden Ruhe von alleine.

bei den Sinneszellen werden durch höhere Schalldruckpegel, meistens über viele Jahre hinweg, ausgelöst. Natürlich kann das Gehör auch durch andere Ursachen als Lärm beschädigt werden, wie durch eine Mittelohrentzündung, eine Verknöcherung der Gehörknöchelchen, eine Entzündung des äußeren Gehörganges oder durch Fremdkörper in diesem. Im Folgenden geht es allerdings nur um die Auswirkungen, die durch Lärm verursacht werden.

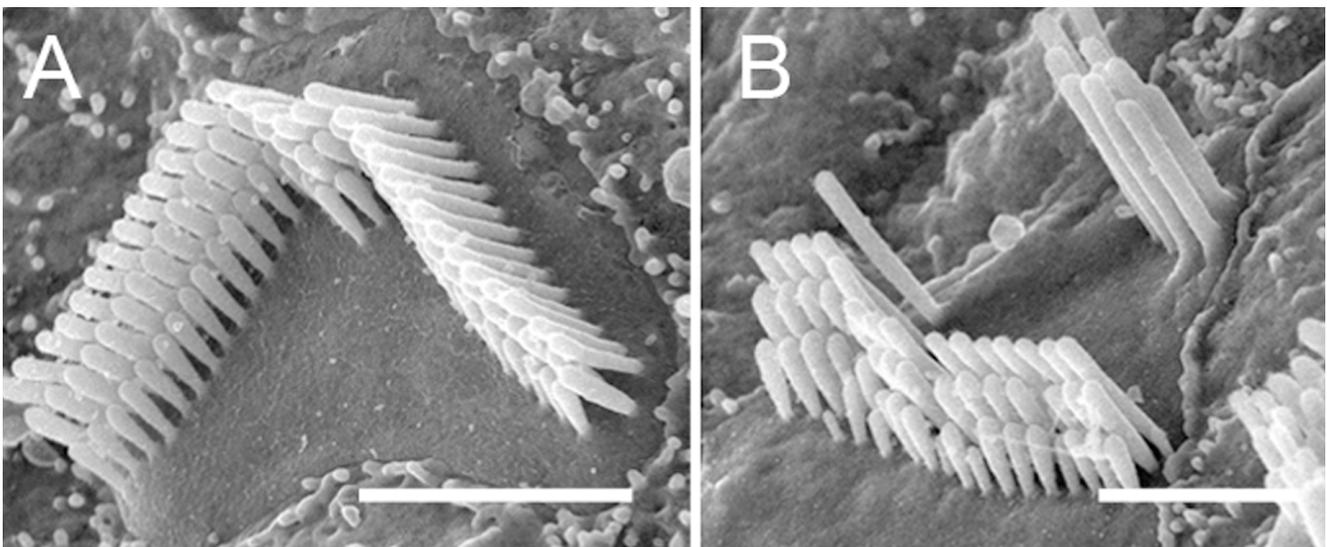


Abb. 36: Sinneszellen unter dem Elektronenmikroskop - Vergleich gesunde (A) und geschädigte Sinneszellen (B); Ronna Hertzano, Ella Shalit, Agnieszka K. Rzadzinska, Amiel A. Dror, Lin Song, Uri Ron, Joshua T. Tan, Alina Starovolsky Shitrit, Helmut Fuchs, Tama Hasson, Nir Ben-Tal, H. Lee Sweeney, Martin Hrade de Angelis, Karen P. Steel, Karen B. Avraham, wikimedia.org



1. Basiswissen

Bei den auralen Auswirkungen von Lärm wird unterschieden in:

- akute Traumen (Knalltrauma, Explosionstrauma, akutes Lärmtrauma)
- chronisches Lärmtrauma (Lärmschwerhörigkeit)
- Tinnitus
- versteckter Hörverlust
- Hyperakusis

Akute Traumen

Egal bei welchem Trauma, immer werden zumindest die Sinneszellen im Innenohr durch den zu hohen Schalldruckpegel abgeknickt oder verschmelzen miteinander, da die Nährstoffversorgung nicht mehr gewährleistet ist. Begibt man sich nach einem lauten Ereignis in eine ruhige Umgebung, so können sich die Sinneszellen in den meisten Fällen wieder erholen.

Je nach Dauer und Schalldruckpegel wird unterschieden zwischen:

- **Knalltrauma:** Beträgt die Zeitspanne eines sehr hohen Schalldruckpegels (bis über 200 dB) weniger als zwei Millisekunden, hat dies nur Auswirkungen auf das Innenohr, man spricht von einer Schallempfindungs-Schwerhörigkeit. Meist sind die hohen Frequenzen (6 000 bis 8 000 Hz) betroffen, die Person hat ein dumpfes, verstopftes Gefühl in den Ohren, oft in Kombination mit einem Tinnitus. Idealerweise kommt es nach ein paar Tagen zu einer Besserung oder vollständigen Wiederherstellung des Hörvermögens. Ein Knalltrauma wird oft durch Schüsse oder Knallkörper verursacht und betrifft meistens nur ein Ohr.
- **Explosionstrauma:** Im Gegensatz zum Knalltrauma wird hier das Mittelohr und evtl. auch das Innenohr beider Ohren verletzt. Der hohe Schalldruckpegel wirkt dabei länger als zwei Millisekunden am Ohr, das Trommelfell kann zerreißen, die Gehörknöchelchen können ausgelenkt oder gebrochen werden (Schalleitungs-Schwerhörigkeit). Ist auch das Innenohr betroffen, handelt es sich um eine kombinierte Schwerhörigkeit (Schalleitungs- und Schallempfindungs-Schwerhörigkeit).

- **Akutes Lärmtrauma:** Das akute Lärmtrauma wird durch Schalldruckpegel $> 85 \text{ dB}_A$ ausgelöst, die über einen längeren Zeitraum auf das Gehörorgan einwirken (zB Besuch einer Diskothek oder längere Arbeiten mit lauten Maschinen). Die Hörschwelle sinkt dabei ab, ist aber meist reversibel. Dies wird auch kurzzeitige Hörschwellen-Verschiebung (temporary threshold shift – TTS) genannt. Meist befindet sich an beiden Ohren ein Taubheitsgefühl, oft begleitet von einem Tinnitus.

Ursache für Hörschäden können auch Schläge gegen die Schläfen sein, wodurch das Innenohr erschüttert wird und Sinneszellen zerstört werden können. Ebenfalls können ständige Vibrationen das Gehör schädigen (zB durch Motoren auf Fischerbooten).

Liegt eine Schallempfindungs-Störung ohne erkennbare Ursache vor, dann handelt es sich um einen Hörsturz. Grund dafür ist meist eine Durchblutungsstörung im Innenohr (ähnlich bei einem Herzinfarkt oder Hirnschlag), wodurch die Sinneszellen nicht mehr ausreichend arbeiten können. Stress kann eine Ursache dafür sein.

Chronisches Lärmtrauma

Ist die Zeit nach einem akuten Lärmtrauma nicht ausreichend lange, um eine Erholung der Sinneszellen zu ermöglichen, kann es zu einer bleibenden Hörschwellen-Verschiebung (permanent threshold shift – PTS) kommen. Dabei kann ein chronisches Lärmtrauma nach wenigen

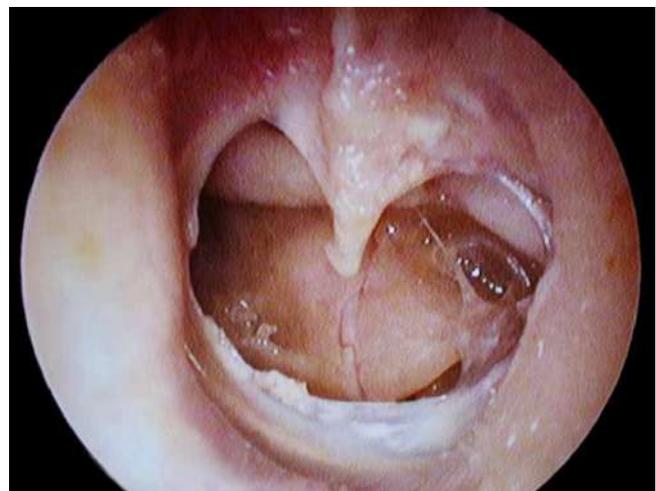


Abb. 37: stark perforiertes Trommelfell; Didier Descouens/wikimedia.org

1. Basiswissen



Jahren oder erst Jahrzehnten eintreten. Wann dieses bleibend wird, hängt von mehreren Faktoren ab:

- Höhe des Schalldruckpegels und der Frequenz
- Dauer der Lärmeinwirkung
- Lärmpausen während der Einwirkung, aber auch danach
- persönliche Faktoren: Rauchen, Alkohol- und Medikamentenkonsum, Bluthochdruck

Je lauter und länger ein Schallereignis ist und je weniger Lärmpausen eingehalten werden, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass man ein chronisches Lärmtrauma erleidet – man hört schlechter. Die Lärm-Äquivalente (s. Abb. 38) verdeutlicht dies. Je lauter ein Ereignis, umso kürzer soll man sich diesem aussetzen, da die Schalldruckpegelskala logarithmisch ist.

Ein Lärmtrauma beginnt meist mit einem Hörverlust im Frequenzbereich von 4 000 Hz und breitet sich dann in

beide Richtungen aus. Die Sinneszellen für die ganz tiefen Töne im Inneren der Schnecke werden nie ganz zerstört. Völlige Taubheit kann also nicht durch ein chronisches Lärmtrauma alleine ausgelöst werden. Da im Frequenzbereich von 1 000 bis 6 000 Hz die Geräusche besonders gut wahrgenommen werden und sich die Sprache darin befindet, ist eine Schädigung besonders schwerwiegend – die Betroffenen haben Schwierigkeiten, ihre Mitmenschen zu verstehen. Für die Kommunikation mit anderen müssen sich diese stark konzentrieren bzw. bei lauten Hintergrundgeräuschen öfter nachfragen. Deshalb meiden Betroffene gerne solche Situationen, was bis zur sozialen Isolation führen kann und auf das gesamte soziale Umfeld der Person Auswirkungen hat.

Es zeigt sich, dass bei gleicher Aussetzung von höheren Schalldruckpegeln Menschen unterschiedlich stark reagieren und teilweise früher oder später eine permanente Hörschwellenverschiebung aufweisen. Entscheidend dafür sind auch die Phasen der Ruhe zwischen den Expositionszeiten. Personen, die in der Arbeit häufiger hohen Schalldruckpegeln ausgesetzt sind, haben länger ein gut funktionierendes Gehör, wenn deren Freizeitgestaltung nicht in lauter Umgebung stattfindet.

Sowohl chronische als auch akute Lärmtrauma werden mit einem Audiometer durch eine/n Hörakustiker:in oder durch einer Ärztin oder einen Arzt festgestellt.

Tinnitus

Bei einem Tinnitus (lat. tinnire = klingeln) hört die betroffene Person ein Geräusch, das keine äußere Schallquelle aufweist. Am häufigsten kommt der „subjektive Tinnitus“ vor, der von außen nicht feststellbar oder messbar ist. Sehr selten handelt es sich um den messbaren „objektiven Tinnitus“. Der Tinnitus ist ein Symptom und kein Krankheitsbild. Auslöser ist bei ca. 30 % der Betroffenen ein Lärm-, Knall- oder Explosionstrauma. Andere gehörbezogene Auslöser können im Mittelohr oder im Gehirn sein. Nicht gehörbezogene Ursachen können Stress, Medikamente, Erkrankungen der Halswirbelsäule und des Kiefergelenks, Infektionen, psychiatrische Erkrankungen sein oder andere Ursachen haben. Meistens ist die Ursache allerdings eine Verletzung, Erkrankung oder anatomische Veränderung des Gehörs.

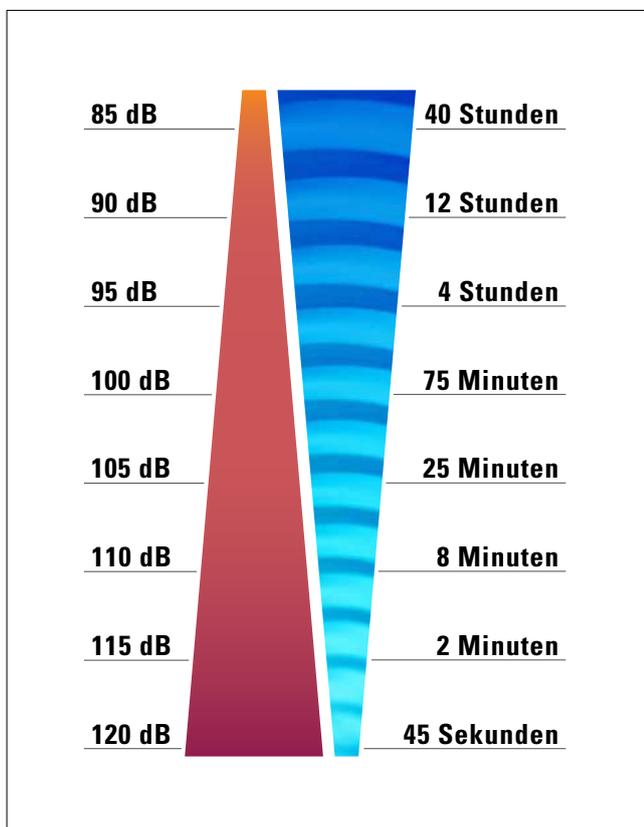


Abb. 38: Die Lärm-Äquivalente zeigt die maximale wöchentliche Schalldosis. UBZ Steiermark

1. Basiswissen



Abb. 39: Ein Tinnitus kann weitreichende Folgen haben. Jason Rogers/wikimedia.org

Etwa 50 % der Menschen hatten schon einmal einen Tinnitus, bei ungefähr einem Fünftel ist der Tinnitus dauerhaft vorhanden. Bei Betroffenen, die mit dem Tinnitus gut leben können, spricht man von einem „kompensierten Tinnitus“. Ist für Personen der Tinnitus nicht erträglich, handelt es sich um einen „dekompensierten oder komplexen Tinnitus“, da dieser weitreichende Auswirkungen auf das Leben der Person haben kann: Schlafstörungen, Auswirkungen auf das Privat- und Berufsleben, Depressionen bis zur sozialen Isolation sind möglich.

Tritt ein Tinnitus akut auf, ist das Wichtigste, sich Ruhe zu gönnen und den Stresspegel möglichst niedrig zu halten, da Stress begünstigend wirkt. Ist der Tinnitus nach 24 Stunden noch immer vorhanden, sollte schnellstmöglich ein HNO-Arzt/eine HNO-Ärztin aufgesucht werden, um – falls notwendig – medikamentös entgegenwirken zu können. Je früher ein Tinnitus behandelt wird, umso höher sind die Chancen, dass dieser nicht für das restliche Leben bestehen bleibt und die betroffene Person sich nicht damit arrangieren muss.

Versteckter Hörverlust und Hyperakusis

Bei einem **versteckten Hörverlust** (engl. hidden hearing loss) ist das Audiogramm der betroffenen Person normal – leise Töne können ohne Umgebungsgeräusche gut wahrgenommen werden. Sind allerdings laute Hintergrundgeräusche vorhanden, hat die Person Schwierigkeiten, Geräusche zu hören. Dies ist ein klares Symptom des versteckten Hörverlustes und derzeit mit dem klassischen Audiogramm nicht messbar. Dabei sind nicht die Sinneszellen

im Innenohr geschädigt, sondern die Nervenzellen, die das Geräusch ans Gehirn weiterleiten. In Folge gelangen weniger Informationen ins Gehirn, was die Interpretation des Gehörten erschwert.

Vom versteckten Hörverlust sind wahrscheinlich viel mehr Menschen betroffen als angenommen und meistens ohne deren Wissen. Der HNO-Arzt bzw. die HNO-Ärztin kann in diesem Fall weiterhelfen.

Eine **Hyperakusis** ist eine Überempfindlichkeit gegenüber Lärm, deren Ursache im Gehörssystem zu finden ist. Oft gab es kurz vor der Diagnose ein lautes Schallereignis, einen Tinnitus oder ein Trauma verbunden mit Stress. Wenn im Innenohr keine Störung vorliegt, kann diese auch im Nervensystem der Hörbahn zu finden sein.

1.4.2 Extraaurale Auswirkungen von Lärm

Allgemeine extraaurale Auswirkungen

Das menschliche Hörsystem dient neben dem Wahrnehmen und Verarbeiten der akustischen Reize auch als Warnsystem. Dies hat sich durch die Evolution entwickelt – laute Geräusche lösen auch heute noch die gleichen Reaktionen im Körper aus wie vor 50 000 Jahren (s. Kapitel 1.1.1 Ursprung des Wortes Lärm). Ist der Mensch nun zB bei einer konzentrierten Arbeit längere Zeit Lärm ausgesetzt, löst das chemische Reaktionen im Körper aus: Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol werden freigesetzt und versetzen den Körper in „Alarmbereitschaft“, ohne dass ein Notfall einsetzt und die Hormone durch körperliche Aktivität abgebaut werden. Dies führt zu einer Erhöhung der Herzfrequenz, des Blutdrucks, der Atemfrequenz sowie weiteren physiologische Reaktionen auf Stress. Die genannten Reaktionen können bei Schalldruckpegeln von ungefähr $L_{A, max}$ 60 dB auftreten. Je nach emotionaler Bewertung des Geräusches sogar schon bei geringeren Werten. Sind Personen konstant über viele Jahre Lärm ausgesetzt, so lassen Studien ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen feststellen. Ebenso konnte gezeigt werden, dass man sich psychisch an Lärm durch Bewältigungsstrategien gewöhnen kann, aber nicht muss. Auf physischer Ebene ist diese Gewöhnung auch nach vielen Jahren, wenn überhaupt, dann nur minimal möglich.

1. Basiswissen



Mögliche physische Auswirkungen von Lärm

- Stress
- Kopfschmerzen
- Übelkeit
- Muskelverspannungen bis hin zu Rückenschmerzen
- Beeinträchtigung der Stimme durch lautes Sprechen
- Erhöhung von Herzfrequenz, Blutdruck, Blutzuckerspiegel und Cholesterin
- Stoffwechselveränderungen, dadurch u. a. schwächere Immunabwehr
- gestörte Magen-Darm-Aktivität
- verzögerte Signalverarbeitung im Gehirn
- Schlafstörungen (Einschlafprobleme, häufiges Aufwachen)
- Mitverursachung von Übergewicht

Lauschen wir in einem Raum oder im Freien den umgebenden Geräuschen, so können wir vieles hören und wahrnehmen. Sprechen wir aber mit einer Person am gleichen Ort, so hören wir sehr viele dieser Umgebungsgeräusche nicht, obwohl sie da sind – das Ticken einer Uhr, das Surren eines Computers, das Zwitschern der Vögel, das Rauschen des Windes ... Das Gehirn blendet Unwichtiges aus, um uns nicht zu überfordern. Je mehr Geräusche uns umgeben, während wir uns zB auf ein Gespräch konzentrieren, umso mehr Arbeit verrichtet das Gehirn, um die



Abb. 40: Bei einem Gespräch werden Umgebungsgeräusche ausgeblendet.
NickyPe/pixabay.com

unwichtigen Geräusche auszublenden. Dies erklärt, warum wir in einer lauten Umgebung nach einem Gespräch müde und gereizt sein können bzw. die kognitiven Fähigkeiten nicht voll nutzbar sind.

Mögliche Psychische Auswirkungen von Lärm

- innere Anspannung
- erhöhte Reizbarkeit (genervt, schlecht gelaunt ...)
- Nervosität
- Aggressivität
- Konzentrations- und Aufmerksamkeitsstörungen
- verminderte Leistungsfähigkeit und Motivation
- erhöhte Reaktionszeit
- erhöhte Risikobereitschaft
- verminderte Geschicklichkeit
- Kommunikationsstörungen
- Erhöhung von sozialen Konflikten
- Depressionen, Ängste
- Stimmungsschwankungen
- soziale und emotionale Beeinträchtigungen
- allgemeine Minderung des Wohlbefindens

Genauere Beschreibungen zur Veränderung der Konzentration, Leistung und Aufmerksamkeit durch Lärm finden Sie im Kapitel 1.4.3 „Lärm in der Schule“.

Mentale Gesundheitsstörungen können in vielen Fällen in Zusammenhang mit Umweltlärm stehen.

Bei manchen Menschen tritt eine **Lärmempfindlichkeit** auf. Das ist ein persönlichkeitspezifisches Merkmal und ist mit einem speziellen Fragebogenverfahren messbar von „überhaupt nicht lärmempfindlich“ bis zu „sehr lärmempfindlich“.

Bei der **Misophobie** werden gewisse Geräusche nicht nur als störend gewertet, sondern stark abgelehnt und können sogar Hass oder Wut erzeugen (gr.: „miso“ – der Hass).

Bei der **Phonophobie** hat die betroffene Person krankhafte Angst vor einem gewissen Geräusch. Meist hat die persönliche Lebensgeschichte dazu geführt.



1. Basiswissen

Schlaf und Lärm

Der Schlaf ist für uns Menschen essentiell. Dabei ist Schlaf für die Funktion des Immunsystems sehr wichtig, Abfallprodukte im Gehirn werden abtransportiert, Gelerntes kann sich im Gehirn festigen – Körper und Geist regenerieren sich. REM- und Tiefschlafphasen wechseln sich während einer Nacht mehrfach ab (s. Abb. 41). Während der REM-Phase ist der Schlaf nicht so tief – gerade hier wird man leichter durch Geräusche gestört oder sogar geweckt.

Um alle Regenerationsmechanismen optimal nutzen zu können, soll der Schalldruckpegel laut WHO im Schlafzimmer max. 30 dB $L_{A,eq}$ aufweisen. Bei bis zu 35 dB $L_{A,eq}$ kann es zu vermehrter Bewegung während des Schlafes oder zu Veränderungen der Schlafstadien kommen. Liegt der Wert bei bis zu 42 dB $L_{A,eq}$, kann es zu verlängerten Einschlafphasen, Verkürzung der Gesamtschlafdauer und vermehrten bewussten Weckreaktionen kommen.

Die Auswirkungen von Lärm auf den Schlaf lassen sich in drei Bereiche einteilen:

- Auswirkungen auf den Schlaf selbst (längere Einschlafzeit, häufigere Unterbrechungen, kürzere Gesamtschlafdauer, häufigere Leichtschlafphasen etc.)
- Auswirkungen der Schlafstörungen auf den folgenden Tag (Konzentrations- und Leistungsschwierigkeiten, höhere Fehlerhäufigkeit, höhere Stressanfälligkeit, schnellere Reizbarkeit oder schlechtere Stimmung etc.)

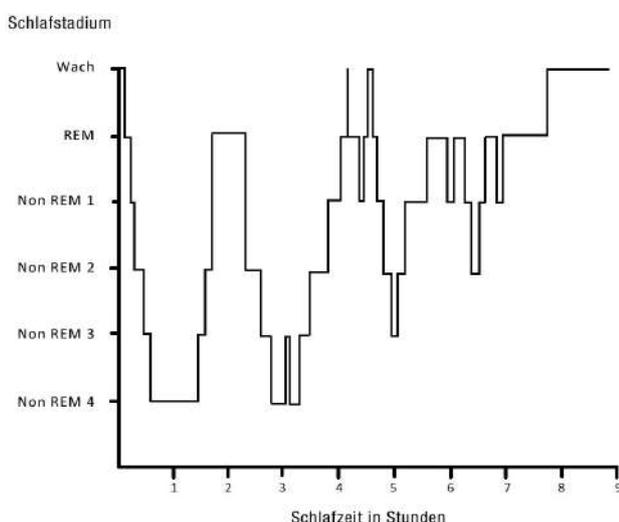


Abb. 41: Im Hypnogramm sind die Phasen des Schlafes zu erkennen. verändert nach Tash510/wikimedia.org

- gesundheitliche Auswirkungen durch längerfristige Schlafstörungen (zB Herz-Kreislauf-Erkrankungen)

Mehr als 30 % der Bevölkerung in der EU ist mehr als 55 dB außerhalb ihrer Wohnräume in der Nacht ausgesetzt – mit langfristigen Folgen für deren Gesundheit, das Risiko für Herz-Kreislauf-Krankheiten steigt. Ist man unausgeschlafen, ist das Risiko für Mikroschlafphasen sehr viel höher. Dies hat gravierende Folgen für den Verkehr – im Jahr 2009 meldete „Die Presse“, dass jeder dritte tödliche Unfall auf Autobahnen durch Sekundenschlaf verursacht wurde.

Wer schlecht schläft, ist am nächsten Tag weniger leistungsfähig und anfälliger für Stress – was sich wiederum negativ auf die Schlafqualität der folgenden Nacht auswirken kann. Auch Depressionen treten häufig in diesem Zusammenhang auf. Schlaf ist eine grundlegende Voraussetzung für ein ausgeglichenes Leben und sollte daher möglichst in einer ruhigen Umgebung stattfinden.

1.4.3 Lärm in der Schule

Der Großteil der Wissensvermittlung in einer Schule verläuft über die Kommunikation. Dabei wechseln alle Beteiligten ständig zwischen der Position der Sprechenden und der Zuhörenden Person. Als Lehrperson kommt man um das Thema „Lärm im Unterricht“ nicht vorbei. Zum Alltag in der Schule gehört neben der Vermittlung von Inhalten auch die zusätzliche Fokussierung darauf, den Lärmpegel nicht zu stark ansteigen zu lassen. Doch welche Faktoren bestimmen den Lärmpegel in der Klasse und welche Auswirkungen



Abb. 42: Eine gute Lehr- und Lernumgebung hängt auch vom Schalldruckpegel ab. Ground Picture/shutterstock.com



1. Basiswissen

gen hat dies auf Schüler:innen und Lehrpersonen? Diese Aspekte und mehr werden im folgenden Teil beschrieben.

Beeinträchtigung der Arbeitsleistung durch Lärm

Arbeitsleistungen können durch Lärm gestört werden. Die Beeinträchtigung allerdings hängt stark vom Geräuschcharakter (Schalldruckpegel und Frequenzzusammensetzung), dem Informationsgehalt, der zeitlichen Verteilung der Geräusche sowie der Art der Tätigkeit ab. Folgende Tabelle gibt einen Überblick darüber, ab welchem Schalldruckpegel und bei welcher Art der Tätigkeit Beeinträchtigungen der Arbeitsleistung zu erwarten sind.

Art der Tätigkeit	Beeinträchtigung ab Schalldruckpegel ($L_{A, eq}$)
sehr anspruchsvolle Tätigkeit	45
anspruchsvolle Tätigkeit	50
weniger anspruchsvolle Tätigkeit	65
hauptsächlich mechanische Tätigkeit	70
Beeinträchtigungen kaum kompensierbar	85-90

Sprechpegel und Geräuschpegel

Eine erfolgreiche Kommunikation wird durch zu hohe Schalldruckpegel erheblich erschwert. Damit Sprache gut verständlich bleibt, sollte der Sprechpegel den Geräuschpegel (Störpegel) um etwa 15 dB_A übersteigen.

Der optimale Sprechpegel für die menschliche Stimme liegt zwischen 54 und 60 dB_A . Im normalen Unterricht wird ein Geräuschpegel von 50 dB_A jedoch kaum unterschritten. Idealerweise bleibt der durchschnittliche Geräuschpegel unter 65 dB_A – in diesem Bereich kann eine Person mit erhobener Stimme noch gut verstanden werden. Allerdings erfordert dies bereits eine laute Sprechweise, die auf Dauer anstrengend für die Stimmbänder ist. Steigt der Geräuschpegel auf 75 dB_A oder mehr, wird eine verständliche Kommunikation

für beide Seiten nahezu unmöglich. Zudem führt ein hoher Lärmpegel oft dazu, dass lauter, aber monotoner und weniger moduliert gesprochen wird. Dies kann dazu beitragen, dass Kinder und Jugendliche dem Unterricht nicht mehr aufmerksam folgen – wodurch der Geräuschpegel möglicherweise weiter ansteigt. Insbesondere jüngere Kinder, Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache oder Kinder mit Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen (ADHS) können bei höherem Geräuschpegel dem Unterricht schon früher nicht mehr folgen.

Auch ist zu beachten, dass Kinder, die weiter hinten sitzen, zwar den gleichen Geräuschpegel haben, der Sprechpegel der Lehrperson aber geringer ist als in der 1. Reihe. Dies kann bei Grundschulkindern den Schriftspracherwerb erschweren, da Laute und Silben nicht mehr so gut gehört werden können.

Grundschulkindern und der Cocktail-Party-Effekt

Bei Vor- und Grundschulkindern wächst der Kopfumfang noch und das kognitive System ist noch nicht ganz entfaltet. Dadurch kann sich das Gehirn noch nicht genau auf ein spezielles Geräusch im Raum fokussieren (Richtungshören). Erst ältere Kinder, Jugendliche und Erwachsene sind in der Lage, den Fokus auf ein einzelnes Geräusch im Raum zu richten und Nebengeräusche auszublenden – auch Cocktail-Party-Effekt genannt. Allerdings ermüden die Schüler:innen dadurch schneller und haben weniger Ressourcen für das Verarbeiten und Behalten der gehörten Informationen übrig.



Abb. 43: Beim Cocktail-Party-Effekt richten wir den Fokus auf ein für uns wichtiges Geräusch. oneinchpunch/shutterstock.com

1. Basiswissen



Fluglärm und Lesenlernen

Die große NORAH-Studie konnte nachweisen, dass Kinder, die in der Nähe des Frankfurter Flughafens stark durch Lärm belastet sind, beim Lesenlernen mehr Zeit benötigen. Pro 10 dB_A Pegelanstieg, im Vergleich zu einer Schule mit ruhiger Umgebung, erhöht sich die Verzögerung beim Erlernen des Lesens um einen ganzen Monat.

Die Stimmen der Eltern

Spannend ist auch die Vermutung, dass die Stimmen der Eltern auf das Kind einen lebenslang prägenden Einfluss haben. Damit wird das Beurteilungssystem für Lautstärke schon früh ausgebildet und das Kind kann sich gar nicht anders verhalten, als laut zu sprechen und diese Lautstärke als „normal“ zu empfinden, wenn die Eltern laut sprechen.

Der Lombard-Effekt

Ist die Umgebung lauter, sinkt die Sprachverständlichkeit. Dies wird kompensiert, indem man selbst lauter spricht. Der Pegel wird so hoch gewählt, bis man sich selbst gut versteht, um eine bessere Sprachverständlichkeit unwillkürlich herzustellen. Folglich steigt der Gesamtpegel, da alle Personen lauter werden – dies wird „Lombard-Effekt“ genannt. Der Stresspegel steigt an, die Kinder und Jugendlichen werden dadurch unkonzentriert und lebhafter und die Lehrkräfte gereizt. Diesen Prozess gilt es gezielt zu unterbrechen. Eine Sammlung von Methoden, um schnell Ruhe in die Klasse zu bekommen, ohne schreien zu müssen, finden Sie im Praxisteil.

Soziales Klima und Lärm

Da über die sprachliche Kommunikation auch weitaus mehr als nur Worte ausgetauscht werden, ist das Potenzial für Ärger, Missverständnisse, Aggression, sinkende Motivation oder Ermüdungserscheinungen in lauten Unterrichtssituationen weitaus höher als bei ruhigen. Das ständige Ausblenden von Nebengeräuschen erschöpft alle Beteiligten schneller. Dies hat zur Folge, dass die Schüler:innen früher unruhig werden und stören oder dem Unterricht nicht mehr so gut folgen können und dass die Lehrperson leichter gereizt, genervt und angespannt wird. Laute Unterrichtssituationen wirken sich somit negativ auf das soziale Klima einer Klasse aus. Wenn der Unterricht nicht unter angenehmen Rahmenbedingungen stattfinden kann, sind Ärger und Frustration vorprogrammiert.

Variabler Lärmpegel in der Klasse

Der Lärmpegel in einer Klasse ist von vielen Faktoren abhängig. Dazu zählen natürlich die akustischen Gegebenheiten im Klassenraum, das Verhalten der Schüler:innen

und Lehrpersonen oder auch die Art der Tätigkeit. Aber ebenso Faktoren wie der CO₂-Gehalt oder die Anzahl der Personen im Klassenraum wirken sich auf die Lärmsituation in der Klasse aus.

Einige Faktoren lassen sich schwer ändern, andere wie zB der CO₂-Gehalt können aber sehr einfach positiv beeinflusst und damit die Situation in der Klasse verbessert werden. Wichtig ist nur, im Ablauf der Stunde an den einen oder anderen zu verändernden Faktor zu denken, um entsprechend gegensteuern zu können.

Faktoren, von denen der Lärmpegel in der Klasse abhängt:

- Nachhallzeit
- externe Schallquellen
- CO₂-Gehalt in der Luft
- Anzahl der Schüler:innen
- Lehrperson
- Alter der Schüler:innen
- Unterrichtsfach
- Unterrichtszeit
- Arbeitsform
- Klassenraum
- pädagogische Maßnahmen



Abb. 44: CO₂-Messgeräte geben Auskunft über die Luftqualität in Innenräumen. UBZ Steiermärk



1. Basiswissen

Durch eine Verbesserung der Lärmsituation in der Klasse wird ...

- der Lärmpegel reduziert. Damit reduziert sich die Lärmbelastung der Lehrenden sowie der Schüler:innen, die so konzentrierter arbeiten können. Ein reduzierter Lärmpegel wirkt sich auch positiv auf die Herzfrequenz aus – sie sinkt ebenso.
- die Sprachverständlichkeit verbessert.
- der Sprachaufwand der Lehrperson reduziert.
- die sonst übliche Zunahme des Arbeitsgeräuschpegels während eines Vormittages reduziert oder gänzlich vermieden.
- die Lärmempfindlichkeit der Lehrperson reduziert.
- die Ermüdung von Lehrperson und Schüler:innen verringert.
- die Leistungsfähigkeit der Schüler:innen verbessert.
- die Beziehung zwischen Lehrperson und Schüler:innen verbessert.

Die Unfallkasse Nordrhein-Westfalen hat unter dem Titel „Lärm-Akustik-Belastungen in Schulen“ einen Maßnahmenkatalog zur Reduzierung von Lärm herausgegeben. Dieser Katalog bietet pädagogisch-organisatorische, personenbezogene und baulich-technische Hinweise, um ein erfolgreiches Lehren und Lernen zu unterstützen. Viele der oben angeführten Faktoren, die zu Lärm führen, sind hier ausführlich beschrieben und bieten gute Anleitungen zur Verbesserung der Lärmsituation in einer Schule.

Akustische Sanierung von Klassenräumen

Sehr viele Faktoren beeinflussen die Raumakustik und damit die akustischen Rahmenbedingungen für den Unterricht in Klassenräumen. Speziell in Schulgebäuden, die vor dem 2. Weltkrieg gebaut wurden, erfüllen die akustischen Gegebenheiten oft nicht die erforderlichen Bestimmungen.

Ein entscheidender Faktor ist die Nachhallzeit. Diese gibt das Zeitintervall an, in dem der Schalldruck in einem Raum, bei plötzlichem Verstummen der Schallquelle, auf einen Bruchteil des Anfangswertes absinkt. In einem durchschnittlichen Klassenzimmer sollte die Nachhallzeit zwischen 0,4 und 0,6 s liegen. Genauere Informationen zur Nachhallzeit

finden Sie im Kapitel 1.2.9 „Technischen Grundlagen der Raumakustik“.

Maßgebliche Grundlage ist die DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen“, die Zielwerte für Nachhallzeiten festlegt und Empfehlungen zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit in Unterrichtsräumen gibt.

Durch bauliche Maßnahmen lässt sich die Akustik verbessern. Eine Möglichkeit ist das Anbringen von Paneelabsorbent, deren professionelle Ausstattung aber oft kostspielig ist. Alternativ bieten manche Firmen Paneelabsorbent für die Selbstmontage an.

Auch kreative, kostengünstige Lösungen sind möglich: etwa der Bau von Akustikpaneelen mit Schüler:innen im Werkunterricht oder bei Aktionstagen. Wichtig: Vor Projektbeginn sind Genehmigungen von Schulerhalter:in und Schulleitung einzuholen. Materialien müssen nicht brennbar bzw. schwer entflammbar sein (ÖNORM B 3800-1), die Befestigung darf keine Gefahr darstellen. Ohne Genehmigung trägt die Schule ein Haftungsrisiko. Eine Bauanleitung für selbstgefertigte Paneelabsorbent finden Sie unter www.lernenohnelaerm.at.

Mit einer akustischen Sanierung des Klassenraumes um ca. 3 dB ist auch eine Reduktion der Nachhallzeit verbunden. Der Hintergrundgeräuschpegel kann dadurch sogar um 7 bis 9 dB verringert werden, weil durch die bessere Sprachverständlichkeit in der Klasse das Sozialverhalten der Schüler:innen lärmreduzierter ist. Auch der Anstieg des



Abb. 45: akustische Sanierung eines Klassenraumes mittels Paneelabsorbent, UBZ Steiermark

1. Basiswissen



Pegels während des Vormittages fällt in akustisch sanierten Räumen geringer aus. Alle Beteiligten im Klassenraum profitieren davon und können einfacher, effizienter und erfolgreicher arbeiten und lernen. Für die Planung empfiehlt sich der Einsatz des IFA-Lärm-Raumakustikrechners, mit dem die akustischen Gegebenheiten des Raumes analysiert und angepasst werden können.

Aber auch als Lehrperson hat man Möglichkeiten, die Raumakustik zu verbessern. Da der Schall an allen Gegenständen und Wänden reflektiert und absorbiert wird, macht es einen Unterschied, wo die sprechende Person (zB Lehrperson) im Raum steht. Die Akustik ist anders, wenn man genau parallel vor der Tafel steht oder etwas in einer Ecke, um ca. 45 Grad in den Raum hineingedreht. Ebenso lässt sich mit der Position der Tische der Schüler:innen die Akustik im Raum leicht verändern. Stehen die Tische alle genau hintereinander in Reih und Glied, so wird es anders klingen, als wenn diese leicht schräg zueinander gestellt sind. Die akustischen Erkenntnisse sind spannend, wenn man sich etwas Zeit im leeren Klassenraum nimmt und die Akustik an unterschiedlichen Positionen selbst testet.

Während der Pause, im Turnsaal und auch im Werkraum können je nach Tätigkeit und akustischer Ausstattung des Raumes 100 dB_A oder mehr erreicht werden. Für Lehrpersonen empfiehlt es sich daher, einen Gehörschutz zu tragen, insbesondere wenn sie viele Stunden in der Woche in diesen Räumen verbringen.

Die Diplomarbeit „Akustische Sanierung von Klassenräumen“ von Claudia Reithner an der TU Graz befasst sich genau mit dieser Thematik. In einem eigens erarbeiteten Leitfadens werden Messmethoden vorgestellt, um die jeweiligen akustischen Raumparameter zu erfassen. Ein Simulationstool visualisiert diese Parameter, zeigt die Verbesserung durch eine Sanierung auf und bietet unterschiedliche Sanierungsformen an. Ebenso werden baurechtliche und finanzielle Aspekte berücksichtigt sowie Präsentationsmaterialien für Sponsoren bereitgehalten. Da die Diplomarbeit im Jänner 2013 veröffentlicht wurde, sollte evtl. der aktuelle Stand überprüft werden. Für eine Vertiefung in die Thematik mit Schüler:innen ist diese Arbeit aber eine gute Grundlage und könnte für vorwissenschaftliche Arbeiten in zB Physik Verwendung finden.

1.4.4 Reduktion von Unterrichtslärm

Gehirn und Stille

Stille als ein Element im Unterricht findet in der Volksschule noch oft Anwendung. Aber auch mit älteren Kindern und Jugendlichen sind kurze Momente der Stille eine sinnvolle Ergänzung im Unterricht. Im persönlichen Alltag integriert, kann man durch regelmäßige Momente der Stille profitieren. Die folgende Aufzählung bietet Motivation und Informationen zu den positiven Effekten stiller Momente auf Gehirn, Körper und Psyche:

1. Stille reduziert die Stresshormone
Lärm erzeugt im Körper Stress mit allen damit bedingten chemischen Prozessen. In der Stille tritt das Gegenteil ein und der Körper hat die Gelegenheit, diese Stresshormone abzubauen – Entspannung kann erst dann einsetzen. Körper und Geist werden durch Stille erfrischt. Schon zwei Minuten absoluter Stille wirken laut einer Studie blutdrucksenkend und beruhigender als Entspannungsmusik; außerdem wird der Blutfluss im Gehirn stimuliert. Besonders effektiv ist die Erholung in der Natur. Die Attention-Restoration-Theory belegt in zahlreichen Studien, dass Kranke schneller genesen, wenn sie auf einen Park schauen können oder Krankenschwestern erholter von ihrer Mittagspause kommen, wenn sie diese in der Natur bzw. mit Blick in die Natur verbracht haben. Wenn es für uns und unser Gehirn zu viel wird, sollte man sich Stille gönnen. Wenn wir beim Joggen nicht mehr können, halten wir schließlich auch an.
2. Stille fördert die physische Gesundheit
Werden die Stresshormone abgebaut, sinkt auch das Risiko für stressbedingte Folgeerkrankungen wie Herzinfarkt, Verdauungsstörungen, Schlafprobleme, Migräne oder kognitive Störungen bei Kindern. Das allgemeine Wohlbefinden und die körperliche Gesundheit werden gesteigert.
3. Stille erlaubt Selbstreflexion
Ohne Input von außen wird es erst möglich, negative Erlebnisse zu verarbeiten, den Tag zu reflektieren oder einfach Luftschlösser zu bauen. Gerade deshalb ist Stille für manche Menschen schwer auszuhalten – sie müssen sich dann mit ihrem Leben und evtl. mit ihren Ängsten oder Unzufriedenheiten auseinandersetzen.

1. Basiswissen



4. Stille erhöht die Auffassungsgabe
Alle Geräusche, Informationen und Erlebnisse eines Tages müssen verarbeitet werden. Dafür braucht es Zeit und Stille, das Gehirn ist auch besser fähig, neue Eindrücke zu verarbeiten. Stille ist der „Gärtner“ des Gehirns.
5. Stille fördert die Konzentration
Bekommt das Gehirn kaum äußere Reize, bleiben mehr Ressourcen übrig, um sich auf eine Sache zu konzentrieren. Das „Default Mode Network“ (auch Ruhezustandsnetzwerk) wird aktiviert – es werden Hirnregionen aktiviert, die bei Lärm „besetzt“ sind. Dadurch können mehr Areale im Gehirn genutzt werden – man kann konzentrierter und besser arbeiten, gleichzeitig werden im Hintergrund Informationen ausgewertet und gesammelt.
6. Stille macht produktiv
Eine Studie von Arbeits- und Organisationspsycholog:innen zeigt, dass bei Manager:innen, die eine bewusste Auszeit von E-Mail, Telefon und Bürogespräch nehmen, die Qualität der Arbeit während dieser Zeit merklich steigt. Zusätzlich wurde auch der Rest des Arbeitstages als produktiver und zufriedenstellender wahrgenommen.
7. Stille lässt das Gehirn wachsen
„Wenn ganz Deutschland jeden Tag für eine Stunde nicht kommunizieren würde, dann hätten wir hier den größten Innovations- und Kreativitätsschub, den man sich vorstellen kann.“ Ernst Pöppel (Professor für medizinische Psychologie der Universität München) konnte im Jahr 2013 bei Versuchen an Mäusen herausfinden, dass sich bei zwei Stunden täglicher Stille im Hippocampus (wichtigstes Kontrollzentrum für die Grundfunktionen des Körpers) neue Zellen bilden. Das lässt sich nicht 1:1 auf das menschliche Gehirn übertragen, weist aber darauf hin, dass sich in Stille viel im Gehirn entwickelt.
8. Stille macht kreativ
Gerade beim Tagträumen, Radfahren oder Wandern kommen einem die besten Ideen oder kreativen Lösungen für ein Problem.
Persönlichkeiten wie das Genie Albert Einstein, der Regisseur Woody Allen oder die Autorin Joanne K. Rowling waren bzw. sind bekennende Fans des Tagträumens. Allerdings darf das Gehirn nicht zu überlastet sein. Die

Hirnforschung konnte herausfinden, dass ein langsamer Hirnrhythmus für kreative Prozesse wichtig ist.

„Kreativität ist ein wichtiges Merkmal eines ausgeglichenen Menschen. Wer nur noch erledigt, abarbeitet, reagiert, braucht definitiv eine Pause.“

Ernst Pöppel (Professor für medizinische Psychologie der Universität München)

Allgemeine Informationen zu Stilleübungen

Kinder sind Stille oft nicht mehr gewohnt. In einer Zeit, in der uns eine allgegenwärtige Geräuschkulisse umgibt (Musik, Verkehrslärm, Sprache, Computer, Handy ...) muss man die Schüler:innen erst wieder zum „Genuss“ der Stille hinführen. Nicht selten fühlen sich Menschen heutzutage in der absoluten Stille eher unbehaglich. Gerade bei Kindern muss man in diesem Punkt sehr vorsichtig sein. Man führt sie langsam an die Stille heran und so zur inneren Ruhe. Niemand soll zur Stilleübung gezwungen werden – Freiwilligkeit herrscht vor. Die Kinder, die nicht mitmachen wollen, sollen ruhig zuschauen und nicht stören, am besten setzt man sie neben sich.

Den Kindern muss das „Warum soll ich still sein?“ zunächst begreifbar gemacht werden. Ebenso muss man als anleitende Person einer Stilleübung mit gutem Beispiel vorangehen: Man sollte selbst ruhig und bei sich sein, sich darauf einlassen und diese Zeit bewusst genießen. Führen Sie die Übungen ganz in Ruhe vor bzw. erklären Sie die Übungen mit möglichst leiser, ruhiger Stimme. Schaffen Sie eine entspannte Umgebung. Nutzen Sie entspannende



Abb. 46: Stille wirkt sich positiv auf Gehirn, Körper und Psyche aus. Dudarev Mikhail/shutterstock.com

1. Basiswissen



Hintergrundmusik und verbinden Sie die Stilleübung mit haptischen Eindrücken. Die Gegenstände, die dafür verwendet werden, sollen etwas Besonderes sein und so die Stimmung während der Übung unterstützen.

Nehmen Sie sich die nötige Zeit für die Übungen, es darf kein Zeitdruck entstehen. Machen Sie Übungen, die eine Nachbesprechung oder eine Gefühlsäußerung der Schüler:innen fordern, nehmen Sie sich dafür mehr Zeit. Sie können dann mit einer konzentrierten Klasse effektiver weiterarbeiten.

Vorbereitungen für eine gelungene Stilleübung

- **Aufklärung:** Beginnen Sie mit der Aufklärung zum Thema „Konzentration und ruhige Umgebung“. Starten Sie erst mit den Übungen, wenn die Kinder erkannt haben, dass sie sich im Stillen besser konzentrieren können.
- **Ort:** Wählen Sie für die Stilleübung einen Ort aus, an dem die Kinder möglichst wenig abgelenkt sind.
- **Störfaktoren:** Schalten Sie alle möglichen Störfaktoren (zB Telefon) aus. Hängen Sie ein STOP-Schild oder Ähnliches an die Türe, damit niemand während der Stilleübung stört.
- **Zeit:** Planen Sie genug Zeit für die Stilleübung, aber auch danach für Bewegung oder eine kurze Nachbesprechung ein.
- **Grundbedürfnisse:** Bevor Sie mit der Stilleübung beginnen, stellen Sie sicher, dass alle Grundbedürfnisse der Kinder gestillt sind (WC, Hunger, Durst).
- **Ritual:** Machen Sie ein Ritual aus den Stilleübungen. Rituale sind für Kinder sehr wichtig und die Übungen werden mit der Zeit immer effektiver.
- **Regeln:** Die Regeln müssen vor der ersten Stilleübung genau erklärt werden. Erarbeiten Sie gemeinsam mit den Kindern die Regeln am besten auf einem Plakat, das im Klassenraum hängen bleibt.
- **Äußere Zeichen:** Das Ritual der Stilleübung braucht auch äußere Zeichen. Arbeiten Sie zB im Sesselkreis, sollte zu Beginn der Stilleübung immer eine „Mitte“ aufgelegt werden (zB ein runder Teppich mit Kerze und einem Ruhesymbol).

- **Sitzposition:** Die Kinder sollen gut, gerade und bequem auf dem Sessel sitzen und beide Füße auf den Boden stellen. Als Zeichen, dass sie bereit sind und mitmachen wollen, werden die Hände offen auf die Oberschenkel gelegt. Wer nicht mitmachen will oder bei einer Übung schon dran war, verschränkt die Arme.

Regeln für eine gelungene Stilleübung

Diese Regeln sollen gemeinsam mit den Kindern erarbeitet und auf einem Plakat festgehalten werden.

- Sobald die Kerze brennt (oder anderes Zeichen für den Beginn der Stilleübung), werden alle ruhig. Das bedeutet, keiner spricht mehr oder läuft herum. Nur der/die Übungsleitende (kann auch ein Kind sein) darf anleiten. Bei manchen Übungen können sogar alle Anleitungen vor Beginn erläutert werden und auch der/die Übungsleitende spricht nach Beginn der Stillübung nicht mehr. Auch ohne Worte lässt sich vieles erklären.
- Die Übungen werden immer durch dasselbe Ritual, eine Geste (Kerze ausblasen) oder einen Klang beendet! Vorher verlässt keiner den Kreis oder seinen Platz.
- Steht jemand für eine Übung auf, dann ist erst das nächste Kind dran, wenn das vorherige wieder auf seinem Platz sitzt!
- Wenn ein Kind nicht mitmachen möchte, die Kerze aber schon brennt, darf dieses durch Verschränken der Arme das nächste in der Gruppe bitten, weiterzumachen.

Einige ausführlich beschriebene Stilleübungen sowie eine Aufzählung weiterer Stilleübungen finden Sie im Praxisteil.

„Die Stille stellt keine Fragen, aber sie kann uns auf alles eine Antwort geben.“

Ernst Ferstl (österreichischer Lehrer, Dichter, Aphoristiker)

Allgemeine Informationen zu Methoden, „um schnell Ruhe zu bekommen“

Es gibt zahlreiche Literatur und Beispiele darüber, wie man eine chaotische, laute Klasse möglichst schnell ruhig bekommt und deren Aufmerksamkeit erlangt. Als Lehrperson kann man gar nicht anders, als sich darüber Gedanken zu machen und gleichzeitig viele Erfahrungen zu sammeln.

1. Basiswissen



meln. Und jede Erfahrung bringt einen meist weiter. Der Austausch mit Kolleg:innen kann dafür auch sehr hilfreich sein. In Schulen hat sich bewährt, sich gemeinsam Regeln zu überlegen, die eine möglichst ruhige Arbeitsatmosphäre sowohl während des Unterrichts als auch in den Pausen unterstützen. Klare Regeln und Strukturen können den Kindern und Jugendlichen Sicherheit geben, was förderlich zur Verringerung von Lärm ist.

Eine Sammlung von Methoden, um schnell Ruhe in der Klasse zu bekommen, finden Sie im Praxisteil auf S. 106.

„Denn der Raum des Geistes, dort wo er seine Flügel öffnen kann, das ist die Stille.“

Antoine de Saint-Exupéry (französischer Schriftsteller und Autor in „Ein Lächeln ist das Wesentliche“)

Untersuchung der Wirkung von Klassenlärm auf Lehrende

Der in Klassenzimmern gemessene Schallpegel liegt im Durchschnitt zwischen 60 und 85 dB_A. Die bekannten Folgen sind sowohl kognitive Beeinträchtigungen der Schüler:innen als auch Probleme des Stimmapparats bei den Lehrenden. Abgesehen davon ist jedoch wenig über die Wirkung von Klassenlärm auf Lehrende bekannt.

In der Dissertation von Petra Steinlechner „Lärm im Klassenzimmer: Physiologische und pädagogische Konsequenzen für Lehrpersonen“, am Institut für Psychologie, Arbeitsbereich Pädagogische Psychologie der Universität Graz, wurden die physiologischen und pädagogischen Auswirkungen von Klassenlärm auf angehende Lehrkräfte untersucht. Diese Studie kann in der Bibliothek der Karl-Franzens-Universität entliehen oder heruntergeladen werden.

An der experimentellen Untersuchung nahmen 121 Lehramtsstudierende der Primarstufe teil, die bereits praktische Unterrichtserfahrung hatten. Sie waren regelmäßig einem Schalldruckpegel von durchschnittlich 65 Dezibel ausgesetzt – ein Wert, der deutlich über der für geistige Tätigkeiten empfohlenen Grenze von 50 Dezibel liegt.

Bei mehr als einem Drittel der Teilnehmenden überschritt die für das Sprachverständnis entscheidende Nachhallzeit den Toleranzbereich. Dies stellte weder für die Lehrpersonen noch für die Schüler:innen eine optimale Voraussetzung für das Erreichen der Lehr- und Lernziele dar.

Die Volksschullehrer:innen berichteten von einer subjektiv hohen Lärmbelastung, da sie ständig bemüht waren, ein ruhiges Arbeitsklima zu schaffen – eine Situation, die als stressauslösend empfunden wurde. Das physische Hörvermögen wurde durch die Lautstärke hingegen nicht beeinträchtigt.

Für Schulen werden dringend Sensibilisierungsmaßnahmen sowie Präventions- und Interventionsprojekte empfohlen.

1.4.5 Volkswirtschaftliche Auswirkungen von Lärm

Lärm hat vor allem auf zwei Faktoren einen Einfluss:

- Immobilienpreise – Werteverlust wegen Verkehrslärm
- Gesundheitskosten – Behandlung von Krankheiten, die durch Lärm ausgelöst oder begünstigt werden

Andere Faktoren sind die Leistungsminderung von Mitarbeiter:innen in Firmen, Organisationen und Bildungseinrichtungen sowie Kosten für Schallschutzmaßnahmen wie Lärmschutzfenster oder Lärmschutzwände etc.

Die WHO hat 2011 in der Studie „Burden of disease from environmental noise“ die Anzahl an „verloren gegangenen Lebensjahren“ aufgrund der Umweltbelastung Lärm in Westeuropa veröffentlicht. Für Herzkrankungen schätzt die WHO, dass 61 000 Lebensjahre durch Lärm verloren gehen, durch die kognitive Beeinträchtigung von Kindern sollen 45 000 Lebensjahre, durch Schlafstörungen 903 000 Jahre, durch Tinnitus 21 000 Jahre und durch starke Lärmbelastung und deren Auswirkungen 587 000 Jahre verloren gehen. In Summe sind dies mehr als eine Million Lebensjahre, die hauptsächlich durch Verkehrslärm verloren gehen.



Abb. 47: Wohnen neben Hauptverkehrsrouten; Marcel Gnauk/pixabay.com



1. Basiswissen

Als Lärmschwellen gelten für diese vier Bereiche folgende Schalldruckpegel:

Krankheitsbild	Verwendete Lärmdaten	Lärmschwelle
Herzinfarkt	Tageslärm, $L_{\text{day,16h}}$	ab 57 dB _A
Lernschwierigkeiten bei Kindern	Tages- und Nachtlärm, L_{dn}	ab 50 dB _A
Schlafstörungen	Nachtlärm, L_{night}	ab 40 dB _A
Lärmbelästigung	Tages-, Abend- und Nachtlärm, L_{den} (alternativ über L_{dn})	ab 42 dB _A

Man findet kaum Literatur, um den volkswirtschaftlichen Werteverlust in Zahlen beziffern zu können. Für Deutschland gibt es mehrere Studien, die stark voneinander abweichen: Zwischen 1,2 Mrd. und 9,6 Mrd. Euro werden die externen Lärmkosten angegeben (extern bedeutet in diesem Fall: Kosten, die nicht vom Verursacher getragen werden). Gleich ist diesen Studien, dass die Kosten durch Immobilienwertverluste gegenüber den Gesundheitskosten überwiegen. Auf jeden Fall ist die Lärmvermeidung und der Lärmschutz von finanziellem Interesse einerseits für jeden Einzelnen, andererseits auch für Österreich.

Der immaterielle Verlust von Personen, die durch Lärm in ihrem Alltag gestört sind, ist natürlich auch nicht zu vergessen, auch wenn dieser sich nicht in Studien durch Zahlen darstellen lässt.

1.4.6 In Kürze: Auswirkungen von Lärm

Die Auswirkungen von Lärm lassen sich in aurale (das Ohr betreffende) und extraaurale (andere Bereiche betreffende) unterteilen.

Zu den auralen Auswirkungen zählen akute und chronische Lärmtraumen, Tinnitus, versteckter Hörverlust und Hyperakusis. Akute Traumen entstehen durch kurzzeitige (sehr) laute Ereignisse und können eine Hörschwellenverschiebung verursachen. Ein Hörsturz ist

eine plötzlich auftretende Schallempfindungsstörung ohne erkennbare Ursache. Chronische Lärmtraumen entwickeln sich über Jahre durch wiederholte Lärmbelastung und führen häufig zu Schwerhörigkeit. Oft sind Lerntraumen begleitet von einem Tinnitus – ein Pfeifen ohne externe Quelle. Ein versteckter Hörverlust liegt vor, wenn das Audiogramm unauffällig bleibt, Betroffene aber bei Hintergrundgeräuschen schlecht verstehen. In allen Fällen gilt: Je früher ärztliche Hilfe erfolgt, desto besser.

Extraaurale Auswirkungen können physischer (Stress, Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Stoffwechselveränderungen) oder psychischer Natur sein (erhöhte Reizbarkeit, Konzentrationsstörungen, Leistungsabfall, Kommunikationsprobleme). Für erholsamen Schlaf sollte der Schalldruckpegel laut WHO maximal 30 dB_A betragen, doch über 30 % der EU-Bevölkerung sind nachts mehr als 55 dB_A ausgesetzt.

Der Lärmpegel in Klassenräumen hängt von Faktoren wie Nachhallzeit, externen Schallquellen, CO₂-Gehalt, Anzahl und Alter der Schüler:innen sowie Unterrichtsform ab. Viele dieser Faktoren lassen sich beeinflussen, um eine ruhigere Lernumgebung zu schaffen. Dies verbessert die Sprachverständlichkeit, reduziert den Sprechaufwand der Lehrperson und steigert die Leistungsfähigkeit der Schüler:innen. Auch nachträgliche akustische Anpassungen sind möglich.

Stille bietet dem Gehirn viele Vorteile: Sie reduziert Stresshormone, „erfrischt“ Körper und Geist, steigert Auffassungsgabe, Konzentration, Kreativität und Produktivität. Mit Stilleübungen lassen sich diese Effekte ins Klassenzimmer integrieren.

Lärm hat zudem wirtschaftliche Folgen, insbesondere auf Immobilienpreise und Gesundheitskosten. Der immaterielle Verlust durch Alltagslärm ist schwer messbar, hat aber gesellschaftliche Auswirkungen.



1. Basiswissen

1.5 Schutz vor Lärm

Im Alltag stößt man immer wieder auf Lärm. In vielen Fällen kann man sich durch einfache Tätigkeiten, intuitive Handlungen oder kreative Lösungen schützen bzw. Ausgleich für die beanspruchten Sinneszellen schaffen. Der gezielte Einsatz von Gehörschutz hilft in allen anderen Fällen.

Wenn jede Person einen kleinen Beitrag zur Reduktion von Lärm leistet, so hat dies positive Konsequenzen für jeden einzelnen, aber auch für die gesamte Gesellschaft.

1.5.1 Persönlicher Lärmschutz

Der Schutz des eigenen Gehörs sowie der allgemeinen Gesundheit sollte für jede Person selbstverständlich sein bzw. werden. Denn sind die Sinneszellen im Innenohr erstmal dauerhaft geschädigt, können diese nicht mehr hergestellt werden.

Die Funktionsminderung bzw. Schädigung der Sinneszellen lässt sich im Laufe der Lebensjahre nicht gänzlich vermeiden. So wie das Sehvermögen sich mit dem Alter ändert, vermindert sich auch das Hörvermögen. In vielen Fällen kann man aber das Ausmaß der Schädigungen verringern. Wie viel wir schlechter hören, hängt sehr oft von unserem Hörverhalten im Alltag ab und kann mit einfachen Maßnahmen positiv beeinflusst werden.

Die Lärm-Äquivalente (s. Abb. 38) zeigt anschaulich, wie stark die Zeitdauer, in der man sich ohne negative Folgen in lauter Umgebung aufhalten kann, mit dem Schalldruckpegel zusammenhängt. Da der Schalldruckpegel eine logarithmische Skala ist, verkürzt sich die Zeit mit zunehmendem Schalldruckpegel sehr schnell. Liegen zwei identische Schallquellen nebeneinander, kommt es ja nur zur Addition von 3 dB beim Schalldruckpegel. Im Umkehrschluss bedeutet dies, wenn es nur 3 dB weniger an einem Ort hat, kann man sich doppelt so lange dort aufhalten.

In welchen Bereichen man sich bewusst schützen kann, wird durch die vier Faktoren widerspiegelt, die das Ausmaß einer Lärmschädigung beeinflussen.

1. Höhe des Schalldruckpegels

Je lauter ein Schallereignis ist, umso schädlicher ist es für das Gehör, insbesondere die Sinneszellen (s. Kapitel 1.4.1. „Aurale Auswirkungen von Lärm“). Bei einem Konzert bringt es zB viel, wenn man nicht direkt neben den Lautsprecherboxen steht, sondern in der Mitte des Raumes. Dort ist die Akustik am besten, weshalb sich an dieser Position auch oft die Tontechnik befindet.

Jeder Meter Entfernung von einer Baustelle, einem Silvesterkracher, jeglichem lauten Schallereignis ist weniger schädlich für das Gehör. Je größer die Entfernung, umso besser. Statt laut Musik mit Kopfhörern zu hören, diese lieber leiser zu genießen oder gleich mit Boxen zu hören, bringt viel mehr Zeit an Musikgenuss ohne Schädigung.

Ist ein Entfernen nicht möglich und der Schutz nur für einen kurzen Moment notwendig, kann man sich einfach die Ohren zuhalten. Für einen längeren Zeitraum empfiehlt sich der Einsatz von Gehörschutzstöpseln oder von professionell angepasstem Gehörschutz.

Werden bei einer Veranstaltung mehr als 93 dB_A an Schalldruckpegel erwartet, so muss vom Veranstalter kostenlos Gehörschutz zur Verfügung gestellt werden.

Befindet man sich regelmäßig in einer lauterer Umgebung (wie dem Turn- oder Werkunterricht bzw. gestaltet man seine Freizeit in lauterer Umgebung), so empfiehlt sich ein professionell angepasster Gehörschutz für das eigene Gehör. Dieser kann auch der Tätigkeit angepasst werden, zB für Jäger:innen oder Musiker:innen.

2. Dauer der Lärmeinwirkung

Je kürzer man sich in einer lauten Umgebung befindet, umso besser für die Sinneszellen im Ohr.

3. Lärmpausen

Entscheidend für die Regeneration der beanspruchten Sinneszellen im Innenohr in einer lauten Umgebung sind auch die Lärmpausen. Ist es möglich, sich für kurze Zeit an einen ruhigen Ort zu begeben, können die Sinneszellen im Innenohr wieder besser mit Nährstoffen und Sauerstoff versorgt werden. Die Schädigung kann dadurch geringer ausfallen bzw. die Regeneration danach erfolgt vielversprechender. Dies kann einfach nur der zwei Minuten längere Aufenthalt am WC während eines Konzertes sein.

1. Basiswissen



4. Persönliche Faktoren

Rauchen, Alkohol- und Medikamentenkonsum, Bluthochdruck ... wirken sich negativ auf unseren Organismus aus. Je besser der gesundheitliche Zustand und die Versorgung mit Nährstoffen und Sauerstoff durch das Blut ist, umso geringer die Wahrscheinlichkeit einer Hörschädigung.

Insbesondere ruhige bzw. stille Momente während des Tages können zum allgemeinen Wohlbefinden und zur Gesundheit beitragen (s. Kapitel 1.4.4 „Gehirn und Stille“).

1.5.2 Arten von Gehörschutz

Ein **Kapselgehörschutz** schaut wie ein großer Kopfhörer aus – der Schutz umschließt das gesamte äußere Ohr. Der konventionelle Kapselgehörschutz besteht aus einer Hartkunststoffschale außen, die an der Innenseite mit schalldämmendem und polsterndem Schaumstoff ausgekleidet ist. Der Bügel geht über den Kopf oder über den Nacken. Der spezielle Kapselgehörschutz hat zusätzliche Funktionen wie zB eine pegelabhängige Dämmung, eine Kommunikationseinrichtung (enthält Mikrofon und Lautsprecher), eine aktive Geräuschkompensation oder ein eingebautes Radio. Die pegelabhängige Dämmung hat an der Außenseite ein Mikrofon, das ständig die umliegenden Geräusche aufzeichnet und bis zu einer bestimmten Lautstärke über einen Verstärker beim Ohr wieder abgibt. Dadurch werden zB Gespräche noch ermöglicht, zu laute Geräusche aber gedämpft. Kapselgehörschützer können mit anderen persönlichen Schutzausrüstungen wie zB mit einem Helm kombiniert sein. Die Lärmreduzierung bei Kapselgehörschutz beträgt 19 bis 28 dB_A.



Abb. 48: Kapselgehörschutz; Yerson Retamal/pixabay.com

Bei **Gehörschutzstöpseln** gibt es fertig geformte und vor Gebrauch zu formende Produkte. Fertig geformte Gehörschutzstöpsel sind zB in Lamellen-Bauform gehalten, diese können jedoch audiologisch ungeeignet und unbequem sein. Die Gehörstöpsel, die vor dem Einsetzen in das Ohr zu formen sind, sind weit verbreitet. Sie sind in verschiedenen Drogeriemärkten sowie in Apotheken günstig erhältlich. Je nach Typ können sie mehrfach oder einmalig verwendet werden. Sie bestehen aus Schaumstoff, Wachs, Silikon oder aus wachsgetränkter Wolle. Da sie klein sind, können diese gut mitgenommen werden. Wichtig bei der Handhabung der formbaren Gehörschutzstöpsel ist das richtige Einsetzen. Dabei liegt eine höhere Schalldämmung vor, wenn der Gehörschutzstöpsel recht nah am Trommelfell sitzt (je kleiner das Luft-Restvolumen ist, desto höher ist die mögliche Schalldämmung). Die Lärmreduzierung bei Gehörschutzstöpseln beträgt 15 bis 32 dB_A.

Der speziell an das Ohr angepasste Gehörschutz, die **Otoplastiken**, werden von Hörgeräteakustiker:innen nach Abformung des äußeren Gehörganges und eines Teils der Ohrmuschel angefertigt. Dabei gibt es unterschiedlichste Möglichkeiten: Farbe, verwendetes Material (Acryl, Silikon oder Fotoplast), Belüftung des Gehörganges, Dämmung in einstellbaren Frequenzbereichen, Filter für zB Wind etc. Der Preis für einen angepassten Gehörschutz ist höher, zahlt sich aber bei häufiger Anwendung sicherlich aus. Neben dem Arbeitsschutz gibt es auch Otoplastiken für den Freizeitbereich (Motorradfahren, Jagd, Musik oder für DJs). Auch für Headsets gibt es spezielle Otoplastiken, die auf die besonderen Bedürfnisse und Umgebungsgeräusche



Abb. 49: Gehörschutzstöpsel; Anke Sundermeier/pixabay.com

1. Basiswissen



eingehen. Der sehr hohe Tragekomfort (da speziell auf die Anatomie des Ohres angepasst) und die Möglichkeit, Wechselfilter zu verwenden, sind gute Argumente dafür. Otoplastiken werden meist mit bestimmten Lärmmindeststufen angeboten, zB 9 dB_A, 15 dB_A und 25 dB_A.

1.5.3 Lärmschutz in der Gesellschaft

Unsere Ohren sind 24 Stunden am Tag geöffnet. Dabei wirken die umgebenden Geräusche ständig auf den Körper ein, sei es in der Arbeit, bei den Freizeittätigkeiten oder in den Wohnräumen. Je nach Schalldruckpegel an diesen Orten bzw. während dieser Tätigkeiten entwickeln sich gesundheitliche Auswirkungen durch Lärm oder auch nicht. Dabei spielt die Raumplanung eine wesentliche Rolle.

Wie ist eine Stadt, ein Ort oder eine Gemeinde aufgebaut? Wo liegen die Wohnbereiche, Einkaufsmöglichkeiten oder Arbeitsstätten? Sind diese nahe beieinander, so müssen die Personen kurze Wege zurücklegen, was sich positiv auf den Lärm auswirkt, da das Zurücklegen eines Weges – je nach Verkehrsmittelwahl – meist Lärm erzeugt.

Wie ist das Ortszentrum gestaltet? Gibt es ein ansprechendes Zentrum, das fußgänger- und fahrradfreundlich gestaltet ist oder gibt es „nur“ eine Durchfahrtsstraße. Alleine schon die Gestaltung hat einen Einfluss auf das Fahrverhalten der Autofahrer:innen und damit auf die Lärmbelastung.

Wo wird der neue Häuserblock mit Wohnungen gebaut? In der Nähe des Flughafens, im Ortszentrum oder am Ortsrand? Diese Entscheidungen haben einen großen Einfluss auf die Wohnqualität, den Alltag und die Gesundheit der



Abb. 50: Raumplanung als Beitrag zum Lärmschutz; Yolvin Pizani/pixabay.com

Bevölkerung, aber auch auf die gesamte Lärmsituation einer Gegend.

Lärmschutz beginnt idealerweise in der Vermeidung von Lärmquellen. Jede Autofahrt, die vermieden wird, jede Freizeittätigkeit, die leise verbracht wird, wirkt sich auf die Lärmsituation aus. Dabei ist jede einzelne Person aufgerufen, im Alltag das eine oder andere Mal über die Lautstärke von verschiedenen Tätigkeiten nachzudenken und diese gegebenenfalls leiser zu gestalten.

Persönliche Maßnahmen zum Lärmschutz im Verkehr

- niedertourig, gleichmäßig und vorausschauend mit dem Fahrzeug fahren
- Fahrzeurtüren leise schließen
- Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln
- öfter zu Fuß gehen oder mit dem Fahrrad fahren
- unnötige Autofahrten vermeiden
- Kauf von „lärmarmen“ Fahrzeugreifen bevorzugen
- Fahrgemeinschaften nutzen

Persönliche Maßnahmen zum Lärmschutz im Freizeitbereich

- Erfolgt der Berufsalltag in lauter Umgebung, ist es für die eigene Gesundheit förderlich, die Freizeitgestaltung nicht mit lauten Tätigkeiten zu verbringen.
- Die gesetzlichen Ruhezeiten einhalten.
- Bei Aufenthalt in lauter Umgebung (zB Konzerte) Gehörschutz verwenden.
- Entsprechende Lärmpausen in lauter Umgebung machen.
- Nicht nur an das eigene Vergnügen denken, sondern auch an Personen, die in ihren Wohnungen zB in der Nacht ruhig schlafen wollen.
- Bei Verwendung von Kopfhörern die Lautstärke entsprechend wählen; als Faustregel gilt: Kann das Gehörte von außen mitgehört werden, ist es zu laut.
- Einen Ort der Ruhe und Regeneration für einen selbst regelmäßig aufsuchen.
- Den selbst produzierten Lärm nicht zu gering, sondern möglichst objektiv einschätzen.

1. Basiswissen



Persönliche Maßnahmen zum Lärmschutz am Arbeitsplatz

- Bei lauter Umgebung am Arbeitsplatz konsequent Gehörschutz verwenden sowie bewusste Lärmpausen machen (wenn möglich).
- In Büros mit mehreren Personen:
 - Sprech-Lautstärke der Umgebung anpassen,
 - Gespräche in einen Besprechungsraum verlegen oder kurz halten,
 - evtl. Bereitstellung von Kapselgehörschutz, um Arbeitnehmer:innen die Möglichkeit zur persönlichen Pegelreduktion für konzentrierte Tätigkeiten zu geben,
 - wenn möglich, die Räume akustisch entsprechend den Gegebenheiten ausstatten.

Persönliche Maßnahmen zum Lärmschutz zu Hause

- Radio und Fernseher auf Zimmerlautstärke einstellen und so positionieren, dass die Lautsprecher zB Richtung Sofa ausgerichtet sind.
- In der Nacht beim Fernsehen und Musikhören Fenster schließen.
- Lautsprecherboxen nicht an der Wand zu den Nachbar:innen montieren (Schallübertragung der tiefen Töne über die Wand), sondern etwas entfernt von der Wand aufstellen und gegebenenfalls auf ein schwingungsdämpfendes Element stellen.
- Verwendung von Kopfhörern
- Verwendung bzw. Kauf von leiseren Geräten (zB für den Haushalt, den Garten oder die Werkstatt), dB_A-Angabe beachten
- Waschmaschine nicht direkt auf den Boden stellen, sondern eine entsprechende Gummimatte unterlegen.
- Gegebenenfalls Böden für eine zusätzliche Trittschalldämmung mit Teppichen ausstatten.
- Fenster auf der lärmabgewandten Seite zum Lüften öffnen.
- Schlafzimmer auf der lärmabgewandten Seite einrichten.
- Filzgleiter für Sessel und Tische verwenden.

- Kein lärmendes Schuhwerk in der Wohnung tragen.
- Kindern kein lautes Spielzeug zur Verfügung stellen, da dies nicht nur für die Nachbar:innen störend, sondern insbesondere für die Kinderohren schädlich ist.
- Einhaltung von Ruhe- und Nachtzeiten
- Beachtung der Hausordnung in Wohnhäusern
- Falls es durch Feiern oder bauliche Maßnahmen lauter werden sollte, informieren Sie vorab die Nachbar:innen darüber und teilen Sie auch das voraussichtliche Ende der Aktivität mit.
- Hunde, wenn möglich, nicht in der Wohnung alleine zurücklassen und nicht zwischen 22 und 7 Uhr ins Freie lassen.
- Lautstärke von Gesprächen im Freien am Abend nicht unterschätzen.
- Kindern regelmäßig die Möglichkeit geben, sich im Freien körperlich auszutoben – dies reduziert evtl. den Lautstärkepegel in Innenräumen.
- Entsorgung von Altglas nur zu den angegebenen Zeiten

Können Lärmquellen nicht komplett vermieden werden, kann in drei Bereichen etwas zur **Verbesserung der akustischen Situation** beigetragen werden:

- an der Schallquelle (Emission): zB leisere Motoren, in Fabriken laute Geräte dämmen, Unterführungen durch ein Stadtgebiet bauen etc.
- am Schallausbreitungsweg (Transmission): reduzieren des Schallpegeldrucks durch Lärmschutzwände, Bäume oder längere Distanzen zu Wohnhäusern etc.
- am Ort der Einwirkung (Immission): Schallschutzfenster reduzieren den Schalldruckpegel in Innenräumen, Gehörstöpsel schützen die Ohren etc.

Ruhezeiten

Für ein gutes Miteinander in einer Gemeinschaft ist die Einhaltung von Ruhezeiten von Bedeutung. Diese können in jeder Gemeinde anders geregelt sein.

In Graz gelten sie an Werktagen in der Zeit von 19 bis 7 Uhr, an Samstagen zusätzlich von 12 bis 15 Uhr sowie an Sonn- und Feiertagen.

1. Basiswissen



Der Lärm auf den Straßen, Schienen und in der Luft ist in unserer Gesellschaft nicht zu unterschätzen und bedarf gezielter Maßnahmen der Politik, um Verbesserungen und damit Erleichterungen für die Bevölkerung und deren Gesundheit zu erlangen. Viele Maßnahmen wurden schon umgesetzt, wie Autoreifen mit verminderten Abrollgeräuschen, Einsatz von Flüster-Asphalt, regelmäßiges Abschleifen der Schienen und Bremsklötze an Zugwaggon, die Entwicklung leiserer Triebwerke für Flugzeuge oder die Erhöhung von Steuern für das Landen und Starten von älteren Flugzeugen, die mit lauterer Triebwerken ausgestattet sind.

Genauere Informationen zu den Schalldruckpegeln von Straßen-, Schienen- oder Flugverkehr sowie Industrie finden Sie auf der Homepage des Bundesministeriums Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie www.laerminfo.at. Dort befindet sich ebenfalls ein Lärmrechner, der den Immissionspegel an einer Straße errechnen kann.



Abb. 51: Lärmschutzwände entlang von Bahngleisen; bernswaelzl/pixabay.com

1.5.4 In Kürze: Schutz vor Lärm

Man begegnet Lärm in vielen Situationen des Alltags. Oft ist dieser „nur“ unangenehm oder störend, manchmal ist er aber so laut, dass Schäden im Innenohr auftreten können. In beiden Fällen kommt es zu negativen körperlichen Reaktionen auf den Lärm. Diese zu vermeiden oder in Situationen, wo das nicht möglich ist, sich davor zu schützen, ist ein wichtiger Beitrag zur eigenen Gesundheit. Die Vermeidung bzw. Reduktion von Lärm im Allgemeinen ist ein ebenso wichtiger Aspekt für die

gesamte Gesellschaft, denn Lärm verursacht Kosten in der Volkswirtschaft und beeinflusst andere Menschen.

Für den persönlichen Schutz vor Lärm sind vier Faktoren wichtig: Höhe des Schalldruckpegels, Dauer der Lärmeinwirkung, Lärmpausen und der persönliche Gesundheitszustand. Je lauter ein Schallereignis ist, desto kürzer sollte man sich diesem aussetzen, um keinen Gehörschaden zu riskieren, und umso wichtiger ist das Einhalten entsprechender Lärmpausen. Idealerweise werden Lärmpausen gleich im Alltag verankert, um das eigene Wohlbefinden zu erhöhen und das Gehör zu schützen.

In Situationen, in denen ein hoher Schalldruckpegel nicht vermieden werden kann, hilft ein Gehörschutz. Für lärmende Tätigkeiten wie Rasenmähen, Arbeiten mit einer Motorsäge oder in einer Fabrik empfiehlt sich ein Kapselgehörschutz, der aussieht wie große Kopfhörer, und der den Schalldruckpegel mindert. Dieser ist wiederverwendbar. Gehörschutzstöpsel sind die einfache und billige Variante. Diese sind aus unterschiedlichen Materialien wie Silikon, Schaumstoff oder Wachs bzw. in wachsgetränkter Wolle und meist nur einmal zu verwenden. Sie sind klein und lassen sich daher gut mitnehmen. Für spezielle Anwendungen wie für Jäger:innen oder Musiker:innen empfiehlt sich ein angepasster Gehörschutz – sogenannte Otoplastiken. Dafür wird beim Akustiker/bei der Akustikerin ein Abdruck des Gehörgangs gemacht und damit ein passgenauer Gehörschutz für das Ohr gefertigt. Die höheren Kosten relativieren sich, da dieser lange verwendet werden kann und dabei sehr angenehm zu tragen ist, sowie durch die Tatsache, dass der Schutz genau auf die jeweilige Lärmsituation abgestimmt werden kann.

Auch der persönliche Beitrag zur Verminderung von Lärm in der Gesellschaft ist von Bedeutung. Dies beginnt in der eigenen Wohnung zB durch die Verwendung von leiseren Geräten oder Gummimatten unter Waschmaschinen sowie durch die Vorankündigung von lauten Tätigkeiten. Ebenso können Maßnahmen die Lärmsituation am Arbeitsplatz bzw. in der Gesellschaft insgesamt verringern, wie das Anpassen der Sprechlautstärke, das leisere Schließen von Autotüren, die Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, das Fahrradfahren und Zufußgehen oder die Einhaltung der vorgegebenen Ruhezeiten.

1. Basiswissen



1.6 Weiterführende Informationen

1.6.1 Soundscaping

Der Begriff „Soundscape“ wurde vom kanadischen Komponisten, Klangforscher und Autor Murray Schafer 1977 geprägt. Der Begriff „Soundscape“ ist dabei angelehnt an den Begriff „Landscape“. Damit sind die speziellen „Klanglandschaften“ an einem Ort gemeint, die sich durch die Umgebung bilden. Die Maxime des Soundscapes ist es, Lärm durch angenehme Geräusche, die auch künstlich erzeugt werden können, in den Hintergrund zu versetzen. Ziel des Soundscapings ist es auch, die aktuelle akustische Gegebenheit eines Ortes festzuhalten, da ja auch diese sich laufend ändert.

Der „Soundscape“ am Hauptplatz in Graz an einem Wochentag um 10:00 Uhr ist sehr häufig durch die gleichen Geräusche charakterisiert: die bremsenden und wegfahrenden Straßenbahnen, die Geräusche vom Brunnen, von den Marktständen, den Personen und den Geschäftslökalen. Wahrscheinlich gibt es viele Hauptplätze auf der Welt mit Marktständen und passierenden Straßenbahnen, aber genau diese spezielle Klangkulisse, bedingt durch die verschiedenen Erzeuger, ist für Graz einzigartig. Es ist ein Soundscape aus Graz.

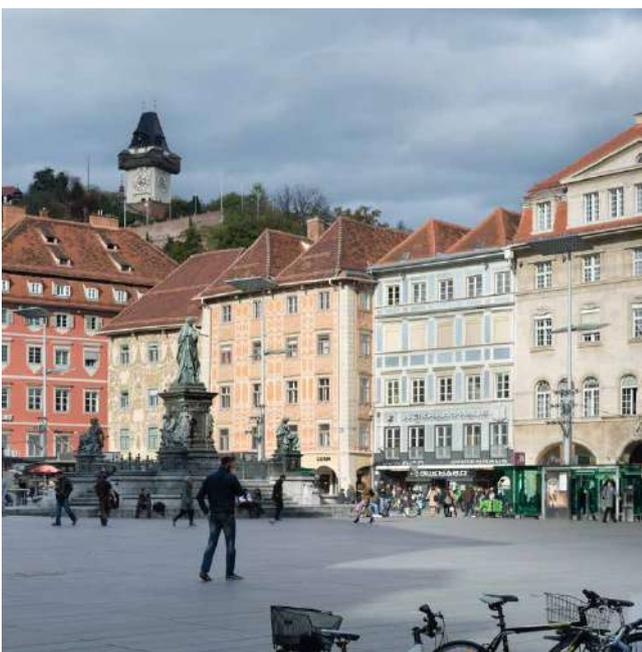


Abb. 52: Soundscape am Grazer Hauptplatz; Isiwal/Wikimedia

1.6.2 Was tun bei Lärmbelästigung?

Lärmerzeugende Arbeiten (zB Staubsaugen, Schremlarbeiten oder Rasenmähen) im und um ein Haus oder in einer Wohnung dürfen nicht zu jeder Tages- und Nachtzeit durchgeführt werden. Diese sind in vielen Gemeinden als ortspolizeiliche Verordnung erlassen.

In der Stadt Graz dürfen lärmerzeugende Tätigkeiten von Montag bis Freitag von 7 bis 19 Uhr und am Samstag von 7 bis 12 Uhr sowie von 15 bis 19 Uhr durchgeführt werden.

Ein Überblick über die Ruhezeiten der Gemeinden, geordnet nach Bundesländern, findet sich auf der Homepage www.oesterreich.gv.at.

Ist man durch Lärm belästigt und findet sich keine Verordnung in der Gemeinde, sind im Landesgesetz oder auch im Privatrecht entsprechende Bestimmungen enthalten.

Um Konflikte möglichst erst gar nicht aufkommen zu lassen, ist es sinnvoll, die Nachbar:innen vor der Durchführung von lärmenden Tätigkeiten, wie einen Umbau, zu informieren und das Gespräch zu suchen.

Folgende Tipps für das Gespräch mit Nachbar:innen, wenn es um Lärmstreitigkeiten geht, gibt das Servicebüro zusammen>wohnen< (www.zusammenwohnen.steiermark.at):

Der Umgang mit Nachbarschaftskonflikten aufgrund von Lärm ist nicht einfach. Das persönliche Gespräch ist immer noch eine der besten Möglichkeiten, um Lösungen zu finden. Was gilt es jedoch zu bedenken, wenn Sie selbst von einer Nachbarin oder einem Nachbarn auf Ihr Verhalten angesprochen werden oder von Ihnen ein Gespräch gesucht wird?

- **Richtig oder falsch? Eine Frage der Perspektive!**
Sehr leicht verfängt man sich in der Diskussion, wie laut die Musik jetzt wirklich war. Daher einfach klarstellen, dass man die Lautstärke wohl unterschiedlich wahrgenommen hat. Die gemeinsame Suche nach einer Lösung kann verbinden, alles andere trennt noch mehr.
- **Auf den Punkt gebracht**
Wenn Sie sich gestört fühlen, dann beschreiben Sie konkret wann, wo oder wie oft es Sie gestört hat. Allgemeine Anschuldigungen mit „immer“ und „überall“ führen nur dazu, dass die oder der andere sich angegriffen



1. Basiswissen

fühlt. Vereinbaren Sie auch so konkret wie möglich, wie sie in Zukunft miteinander umgehen wollen.

- **Kreativität ist gefragt**

In einem Konfliktgespräch geht es nicht darum, seinen eigenen Standpunkt durchzusetzen, sondern gemeinsam kreativ zu werden, um eine Lösung zu finden, die für beide passt.

- **Der Ton macht die Musik**

Wenn Sie erreichen wollen, dass die oder der andere Ihre Sicht versteht, braucht es einen ruhigen und klaren Gesprächston. Die Gesprächskultur, wie wir stehen und uns positionieren, sagt bei Weitem mehr aus als unsere Worte.

Bei geplanten Bauarbeiten kann das Handbuch „Ökologisches Bauen – Nachhaltig Leben“ vom Umweltamt der Stadt Graz auch zum Thema Lärm informieren.

Führt das Gespräch mit der Nachbarin oder dem Nachbarn zu keinem Ergebnis, ist die Polizei die richtige Ansprechstelle.

Bezüglich **Tieren** ist dafür zu sorgen, dass diese dritte Personen weder gefährden, noch unzumutbar belästigen (Steiermärkisches Landes-Sicherheitsgesetz §3b (1)). Insbesondere der Mietvertrag, aber auch die Hausordnung in Wohnhausanlagen sind diesbezüglich zu beachten. In der Grazer Immissionsschutzverordnung §3 ist vermerkt, dass Tiere, die die Nachtruhe aufgrund häufiger Lautäußerungen stören, von 22 bis 7 Uhr nicht im Freien und in offenen Räumen gehalten werden dürfen.



Abb. 53: Tierlärm in der Nachbarschaft kann zu Konflikten führen. dahancoo/pixabay.com

Für Lärmbeschwerden durch **Betriebe**, dazu zählen auch Gastgärten, ist die Gewerbebehörde zuständig (Bezirkshauptmannschaft bzw. Magistrat).

Für den Lärmschutz an **Straßen und Schienen** ist das Amt der Steiermärkischen Landesregierung Abteilung 15 (Energie, Wohnbau und Technik), Referat für Lärm- und Strahlenschutz zuständig.

Für Lärmbelästigungen durch gewerblichen **Baulärm** ist die Baubehörde zuständig. Diese ahndet auch Verstöße gegen geltende Bestimmungen von kleineren, nicht bewilligungspflichtigen Bau- bzw. Umbauarbeiten, auch wenn diese ausschließlich privat durchgeführt werden.

Seit 1. Oktober 2014 ist der Betrieb von Laubsaugern und Laubbläsern im gesamten Grazer Stadtgebiet ganzjährig und zu jeder Zeit verboten. Die Kontrolle diesbezüglich liegt bei der Polizei.

1.6.3 Lärm – die anderen und ich

Schall entsteht durch Bewegung, Lärm entsteht im Kopf – in der persönlichen Bewertung. Problematiken in Bezug auf Lärm gehen meist auf soziale Konflikte zurück. Einerseits auf Konflikte zwischen zwei Individuen, andererseits zwischen einem Individuum und einem Kollektiv oder einer Institution. Entsteht ein Konflikt zwischen zwei Individuen, so betrifft dies meist Nachbarschaftsstreitigkeiten. Die Freiheit einer Person (zB das laute Musikhören eines Jugendlichen) steht dem Gerechtigkeitsbedürfnis des Nachbarn/der Nachbarin (zB einer arbeitenden Person, die sich am Abend in Ruhe erholen möchte) gegenüber. Meist entsteht ein Konflikt nicht durch ein einmaliges oder seltenes Ereignis. Eher sind es regelmäßige, hohe Schalldruckpegel, die ein oft zuvor schon angespanntes Verhältnis eskalieren lassen. Lärm ist hier häufig nur der Auslöser, der „das Fass zum Überlaufen bringt“. Der Wille, Lärm zu vermeiden, das persönliche Verhalten zu ändern und damit evtl. Freiheiten aufzugeben, wird von drei Faktoren gefördert:

- Die Erkenntnis, dass das eigene Verhalten zu einem lauten Ereignis führt und man selbst dafür verantwortlich ist.



1. Basiswissen

- Die Vermeidung oder Verringerung von Lärm muss als Notwendigkeit zur Verbesserung der Situation anerkannt werden.
- Das Wissen darüber, wie der Lärm vermieden oder verringert werden kann.

Eine Belohnung, und sei es nur ein „Dankeschön“, sind für die Motivation der Änderung ebenfalls ein wichtiger Faktor, der beiden Seiten eines Konfliktes manchmal nicht so leicht über die Lippen kommt.

Die persönliche Wohnung ist ein Rückzugsort. Ist die Person nun von Lärm in diesem Erholungsort gestört, so wird dies unbewusst auch als Bedrohung angesehen. Dies führt, wenn schon Nachbarschaftskonflikte bestehen, vermehrt zu einer Steigerung des Problems. Freiheit und Gerechtigkeit begrenzen sich gegenseitig!

Anders ist die Situation zwischen einem Individuum und einem Kollektiv. Ist eine Person durch Verkehrslärm gestört, so sind die Verursachenden sehr viele Personen, die den eigenen Pkw benutzen, sowie jeder Konsument und jede Konsumentin, dessen bzw. deren Güter von A nach B transportiert werden müssen. Sitzt man im eigenen Pkw, ist man sich selten darüber bewusst, dass man Lärm erzeugt. Die Verantwortung gegenüber der/dem Erzeugenden von Lärm verschiebt sich beim Verkehrslärm in die Anonymität und damit fühlt sich keiner so richtig verantwortlich dafür. Hinzu kommt zusätzlich, dass wir die Positionen von lärmerzeugender und lärmgeschädigter Person ständig wechseln. Hier kann es hilfreich sein, dass die Verkehrsteilnehmer:innen einfach nur darauf aufmerk-

sam gemacht werden, dass diese Lärm erzeugen und evtl. auch, wie hoch der Schalldruckpegel ist. Ähnlich wie Lärmampeln in Klassen oder Geschwindigkeitsanzeigen auf Straßen ist die Bewusstseinsbildung ein wichtiger erster Schritt zur Verbesserung der Situation. Die Verantwortung für Verkehrslärm im übergeordneten Sinn liegt aber bei der Politik.

1.6.4 Die akustische Welt der Zukunft – ein Ausblick

Wie wird unsere Welt in 10, 20 oder gar 100 Jahren aussehen? Dazu gibt es zahlreiche Forschungen und Studien. Wahrscheinlich werden sich Arbeits- und Ruhezeiten mehr über den gesamten Tag verteilen, ebenso wird sich die räumliche Gestaltung von Arbeits- und Wohnorten verändern. Damit könnten Ruhezeiten, wie derzeit üblich, schwierig umsetzbar sein. Trotzdem werden Ruheinseln mindestens so notwendig und essentiell für den Gesundheitszustand der gesamten Gesellschaft bleiben wie heute. Kardiovaskuläre Erkrankungen sind die häufigste Todesursache und nehmen zu. Ein Hauptfaktor dafür ist Stress, der ebenso für die Zunahme von Depressionen verantwortlich ist. In Zukunft wird der Fokus auf die psychische Balance und die Reduktion von Stress von persönlichem, aber auch von volkswirtschaftlichem Interesse sein. Lärm als Stressfaktor wird in Zukunft sicherlich weiterhin eine sehr wichtige Rolle spielen, die hoffentlich mehr Beachtung findet.

In Zukunft könnte, wenn ein entsprechendes Diagnoseverfahren für den versteckten Hörverlust gefunden wurde, eine ungeahnt große Epidemie an Hörschädigungen auftauchen, da Lärmschwerhörigkeit im Anfangsstadium derzeit kaum erfasst wird. Dies hat wiederum weitläufige Folgen für den persönlichen Alltag und das soziale Umfeld sowie volkswirtschaftliche Auswirkungen.

Der Verkehr nimmt noch immer zu. Gleichzeitig werden bezüglich Verkehrslärm Verbesserungen getätigt. In Summe ist dadurch die Lärmbelastung durch Verkehr heute insgesamt ungefähr gleich geblieben, wenn sich auch mehr Menschen über eine Lärmbelästigung beschweren.

Vorstellbar ist, dass es künftig Entschädigungen für den Wertverlust von Immobilien geben könnte. Diskussionen darüber gibt es zumindest in der Schweiz. Ebenso ist eine



Abb. 541: Ein Dankeschön kann oft schon viel bewirken. athree23/pixabay.com



1. Basiswissen

Entwicklung eines eigenen Labels zur Kennzeichnung der akustischen Qualität von Wohnungen und Häusern denkbar.

Eine besondere Rolle wird der Raumplanung zukommen. Sehr entscheidend für die Lärmbelastung von Personen in ihrer Wohnumgebung ist das Umfeld. Bei Neubauten und in der Stadtentwicklung wird der Fokus auf das Thema Lärm in Zukunft noch wichtiger werden.

Was uns die Zukunft bringt, kann keiner ganz genau sagen. Was den Lärm betrifft, gibt es aber viele Bereiche, die man persönlich bewusst positiv beeinflussen kann, um einerseits die eigene Gesundheit zu fördern und andererseits den Lärm in der Gesellschaft zu reduzieren.

*Wie wenig Lärm machen doch die wirklichen Wunder
dieser Welt – die Sonne, der Mond, die Sterne, die
Bäume, die Blumen, die Kinder, ihr Lächeln – dieses
Konzert der kleinen Dinge.*

Antoine de Saint-Exupéry (französischer Schriftsteller
und Autor in „Der kleine Prinz“)



2

PRAXISTEIL

Unterrichtsmappe
Schall & Lärm



2. Praxisteil

Einleitung

Der Praxisteil der Unterrichtsmappe Schall & Lärm umfasst eine Vielzahl an Experimenten, Übungen, Demonstrationen, Berechnungen und Bauanleitungen. Diese spiegeln die Vielfalt des Projekts „Lärm macht krank!“ am Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark wider.

Zu jedem Experiment, jeder Übung usw. finden Sie als Lehrperson eine Anleitung, den Ablauf, Hinweise zur Umsetzung sowie Zusatzinformationen enthält. Für die Schüler:innen gibt es zu den Experimenten, Übungen, Berechnungen und Bauanleitungen jeweils ein Arbeitsblatt als Kopiervorlage. Diese bietet eine genaue Anleitung sowie Verständnisfragen, um den Einstieg in die Thematik zu erleichtern und die Auseinandersetzung zu vertiefen.

Der Praxisteil gliedert sich in drei Bereiche:

1. Praxisteil für alle Schulstufen

Hier finden Sie allgemeine Demonstrationen, wie beispielsweise Methoden, um den Begriff „Lärm“ gemeinsam mit den Schüler:innen interaktiv zu erarbeiten, sowie Inhalte zu den Themen Schall oder den Auswirkungen von Lärm. Die Anleitungen sind für alle Schulstufen geeignet, wobei das Niveau und die Sprache an die jeweilige Zielgruppe angepasst werden sollten.

2. Praxisteil für Schüler:innen ab der 1. Schulstufe

Dieser Teil enthält einige Übungen und Experimente, die sich speziell für die 1. bis 4. Schulstufe eignen. Der überwiegende Teil kann aber auch mit Schüler:innen der 4. bis 8. Schulstufe durchgeführt werden.

3. Praxisteil für Schüler:innen ab der 5. Schulstufe

Der dritte Teil richtet sich an Schüler:innen ab der 5. Schulstufe. Die meisten Experimente, Übungen und Berechnungen können jedoch ebenso gut mit Schüler:innen der 9. bis 13. Schulstufe durchgeführt werden.

Blättern Sie durch die Anleitungen und stellen Sie die passenden Materialien für Ihr Projekt und Ihre Klasse zusammen. Wir wünschen Ihnen viel Freude bei der praktischen Arbeit und der Umsetzung zum Thema Lärm!

Was ist Lärm?



ab 1. Schulstufe | 20 Min.

Benötigtes Material

- Bildkarten „Was ist Lärm“ (S.70-78)
- grüner und roter Stift

Vorbereitung

Die Bildkarten werden kopiert und geschnitten. Es sollten für jedes Kind sowie für die Lehrperson je eine Karte sowie ein paar zusätzliche aufgelegt werden, damit es auch in der letzten Runde noch eine Auswahlmöglichkeit gibt. Die Bildkarten können bei Bedarf auch mit weiteren Geräuschen ergänzt werden.

Durchführung

Die Bildkarten und die beiden Stifte werden in die Mitte des Sesselkreises gelegt. Dabei werden die Bildkarten, die unterschiedliche Geräusche darstellen, rund um die Karte „LÄRM?“ platziert.

Nun darf jedes Kind der Reihe nach ein Geräusch, das es gerne hat, mit einem grünen Punkt und ein Geräusch, das es als störend empfindet, mit einem roten Punkt markieren. Dabei soll es erklären, warum es sich diese beiden Geräusche ausgesucht hat. Die restlichen Kinder sollen währenddessen nicht kommentieren.

Im Anschluss dürfen alle Kinder ihre Gedanken zum Ergebnis erläutern. Welches Bild hat die meisten roten bzw. grünen Punkte? Bei welchem Bild gehen die Meinungen auseinander? Warum?

Ziel der Übung ist es, zu erkennen, dass Lärm für jede:n etwas anderes ist. In einer Situation kann ein Geräusch Lärm sein, in einer anderen nicht. Die Faktoren, die zur Bewertung von Lärm oder kein Lärm führen, sollen gemeinsam besprochen werden.

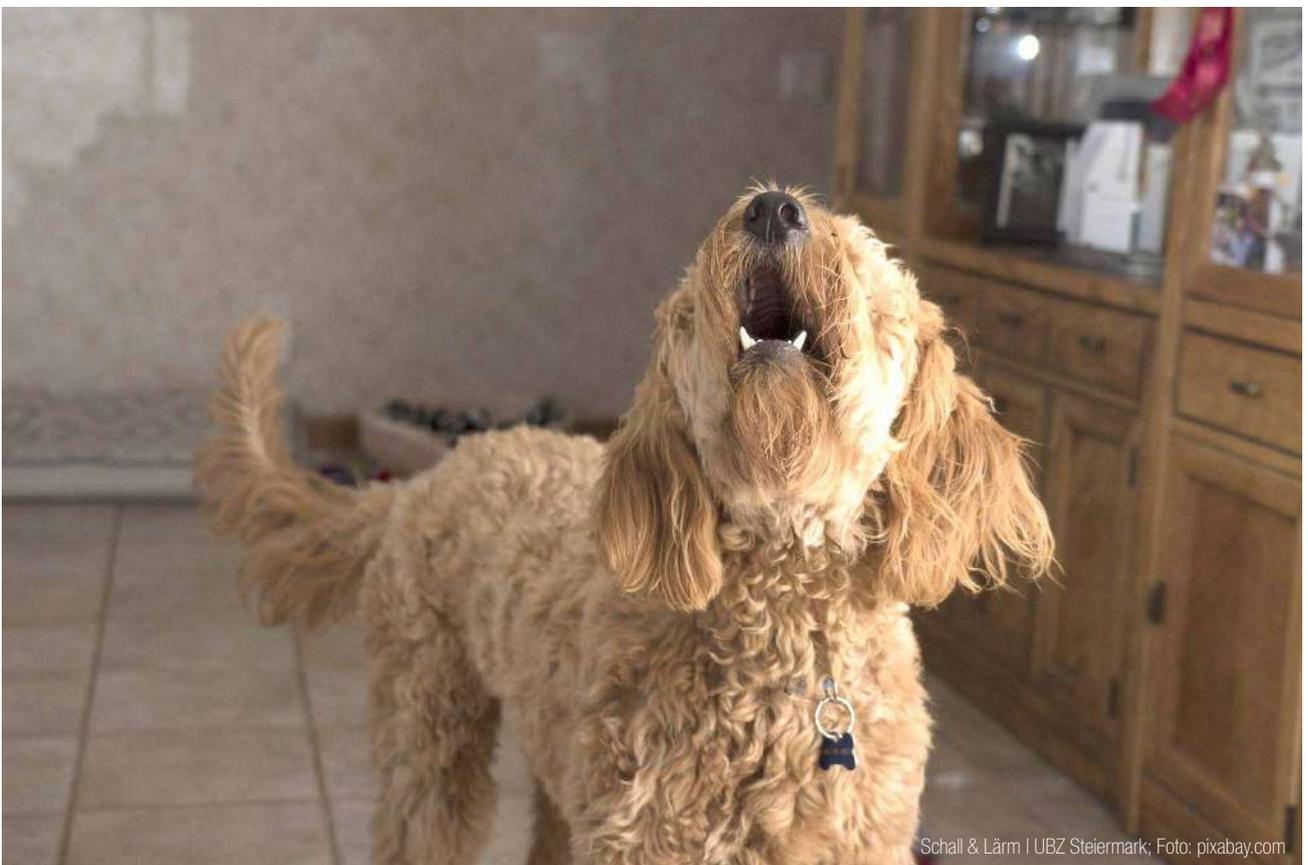
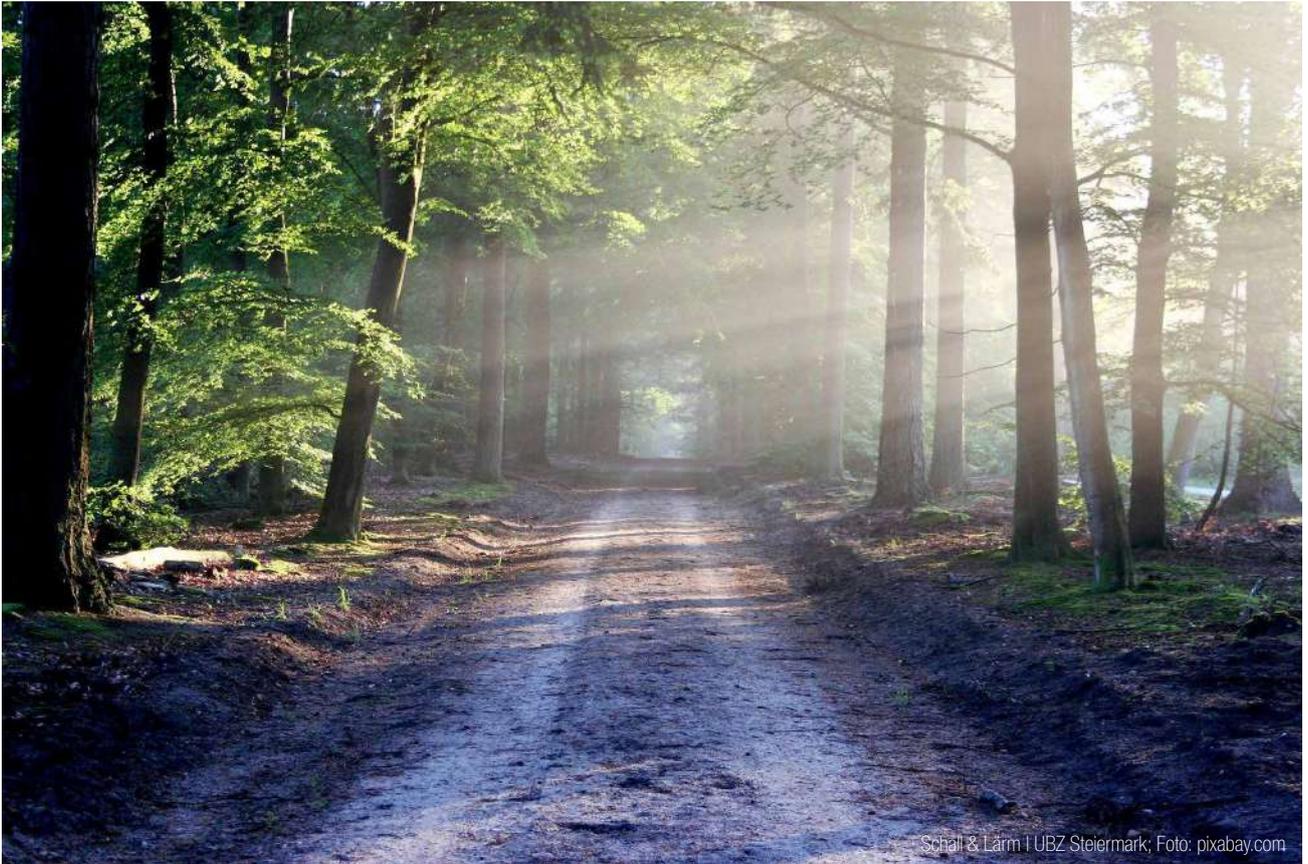
Variante: Die ausgedruckten Bilder von Geräuschen werden auf den Boden in der Mitte des Sesselkreises gelegt. Jedes Kind sucht sich der Reihe nach ein Bild aus und legt es unter den eigenen Sessel. Im nächsten Schritt werden die Karten „KEIN LÄRM“ und „LÄRM“ aufgelegt. Nun ordnet der Reihe nach jedes Kind sein Bild zu „KEIN LÄRM“ oder „LÄRM“, legt es dementsprechend auf den Boden und erklärt seine Wahl kurz.

Zusatzinformation

Lärm ist subjektiv und für jede Person etwas anderes. Ebenso hängt es von der Situation ab, ob ein Geräusch als störend empfunden wird. Unterschiedlichste Faktoren wie die Einstellung zum Geräusch, körperliche und psychische Verfassung, Art der Tätigkeit, Frequenzzusammensetzung etc. spielen dabei eine Rolle.



2.1.1 Was ist Lärm? | Kopiervorlage Bildkarten 1/9



2.1.1 Was ist Lärm? | Kopiervorlage Bildkarten 2/9



2.1.1 Was ist Lärm? | Kopiervorlage Bildkarten 3/9



Schall & Lärm | UBZ Steiermark; Foto: pixabay.com

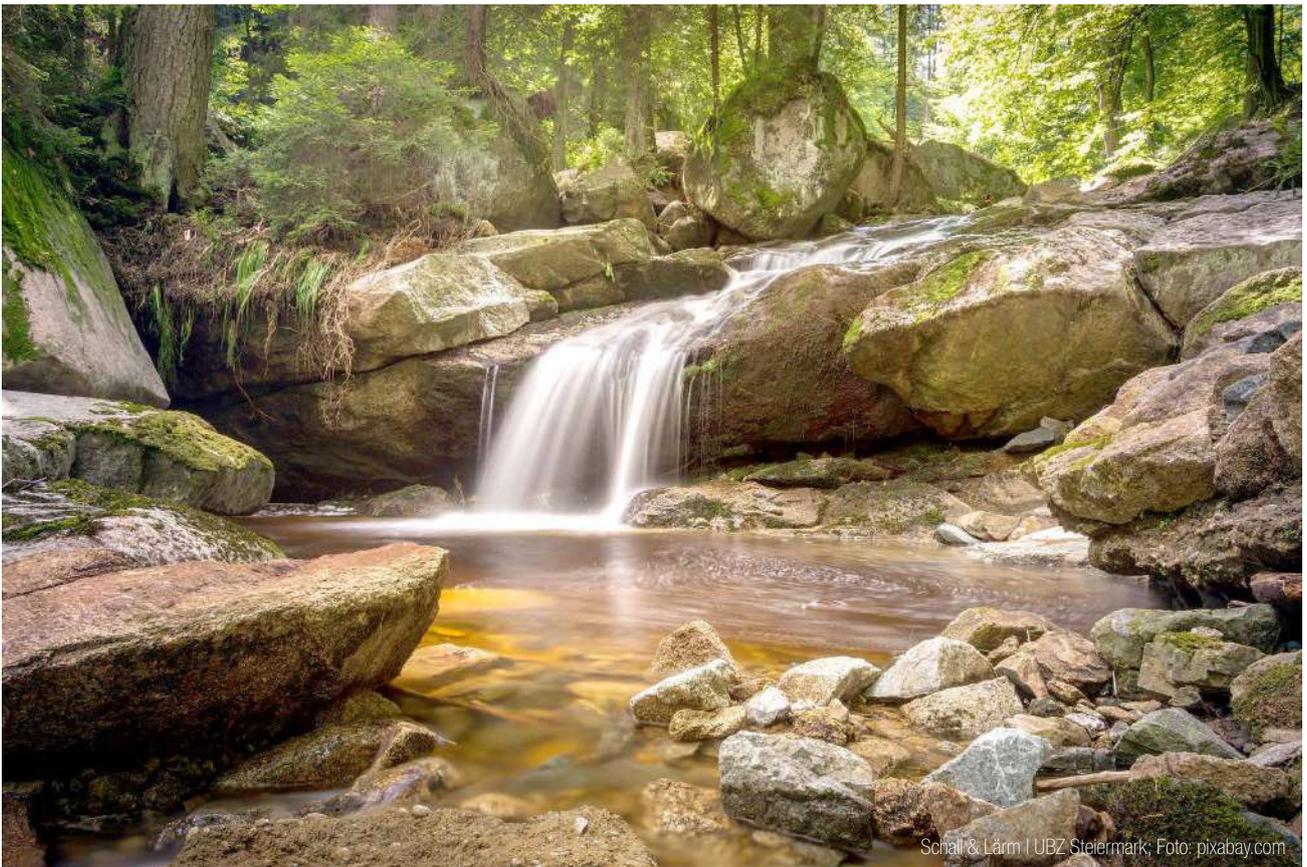


Schall & Lärm | UBZ Steiermark; Foto: pixabay.com

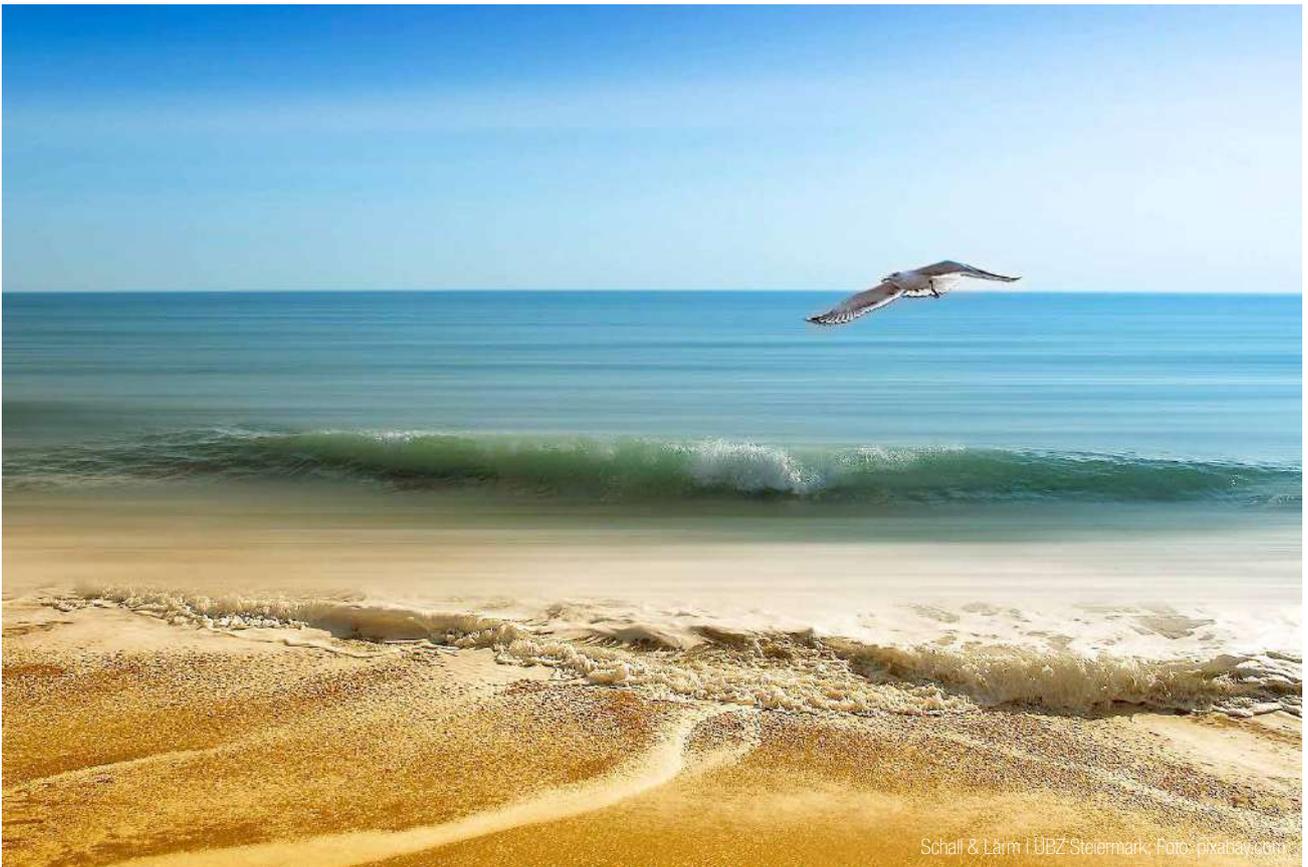
2.1.1 Was ist Lärm? | Kopiervorlage Bildkarten 4/9



2.1.1 Was ist Lärm? | Kopiervorlage Bildkarten 5/9



2.1.1 Was ist Lärm? | Kopiervorlage Bildkarten 6/9



2.1.1 Was ist Lärm? | Kopiervorlage Bildkarten 7/9



LÄRM



Schall & Lärm | UBZ Steiermark

KEIN LÄRM

Schall & Lärm | UBZ Steiermark

LÄRM

Schall & Lärm | UBZ Steiermark

Wie laut ist das?



ab 1. Schulstufe | 15 Min.

Benötigtes Material

- Kopiervorlage „Schalldruckpegelskala“ (S. 81)
- Kopiervorlage „Schalldruckpegelskala Legende“ (S. 82)
- Bildkarten „Wie laut ist das?“ (S. 83-86)
- optional: Schallpegelmessgerät

Vorbereitung

Die Schalldruckpegelskala wird auf A3 vergrößert ausgedruckt. Die Legende der Schalldruckpegelskala sowie die Bildkarten werden kopiert und ausgeschnitten.

Durchführung

Die Schalldruckpegelskala wird aufgelegt. Zur ersten Orientierung werden die wichtigsten Pegelwerte mithilfe der blauen Kärtchen aus der Legende markiert und erklärt:

- **0 dB:** Hörschwelle – der Schalldruckpegel, bei dem das menschliche Gehör Töne oder Geräusche gerade noch wahrnimmt.
- **50 dB:** Grenzwert für konzentriertes Arbeiten
- **85 dB:** Ab diesem Schalldruckpegel sind Schädigungen der Sinneszellen im Ohr möglich.
- **130 dB:** Schmerzgrenze

Anschließend versuchen die Schüler:innen, die Bildkarten entsprechend der Schalldruckpegelskala zuzuordnen. Dabei liegt der Fokus weniger auf der genauen Angabe der Werte, sondern darauf, ob ein Geräusch lauter oder leiser als ein anderes ist. Lassen Sie Diskussionen und Interpretationen zu (zB können Straßen unterschiedlich viele Autos aufweisen oder die Entfernung zur Geräuschquelle kann variieren).

Nach der Diskussion werden die Karten anhand der Lösung (gegebenenfalls die Werte auf die Rückseite der Bildkarten schreiben) den entsprechenden Pegelwerten zugeordnet und die einzelnen Bereiche erläutert:

Grüner Bereich: Egal, wie lange man dieser Lautstärke ausgesetzt ist, es besteht keine Gefahr für Ohren oder Körper.

Gelber Bereich: Die Konzentrationsfähigkeit sinkt, der Körper reagiert möglicherweise mit Stress und die Erholung während des Schlafs kann beeinträchtigt sein.

Roter Bereich: Ist man einem Schalldruckpegel von über 85 dB länger als 8 Stunden täglich ausgesetzt, können Schädigungen im Innenohr oder des Herz-Kreislauf-Systems auftreten. In Pausen, beim Turnen oder Werken können Pegel von bis zu 95 dB oder mehr erreicht werden. Daher sind ruhige Phasen während des Tages und in der Freizeit wichtig, um dauerhafte Schäden zu vermeiden.



2.1.2 Wie laut ist das? | Demonstration

Zum Abschluss wird noch die rosa Karte mit dem „Grenzwert für einfache geistige Tätigkeiten“ bei 65 dB an die Schalldruckpegelskala gelegt. Dieser Wert stellt einen realistischen Grenzwert für den Unterricht dar, der eingehalten werden sollte. Sobald eine Person im Raum spricht, erklärt, Anweisungen gibt oder miteinander kommuniziert wird, wird dieser Wert schnell erreicht.

Ab nun kann als Challenge gemeinsam in der Klasse versucht werden, unter diesem Grenzwert zu bleiben, um die Phasen mit einer guten Lern- und Lehratmosphäre zu verlängern. Ein Schallpegelmessgerät (oder eine entsprechende App) kann parallel zur analogen Skala aufgestellt werden, um die tatsächliche Lautstärke anzeigen zu lassen.

Zusatzinformation

Der Schalldruck bei 0 dB ist sehr gering (20 μPa), während er bei 130 dB extrem hoch ist (ca. 100 000 000 μPa). Um diese enormen Druckunterschiede darzustellen, wurde eine logarithmische Skala eingeführt – die Schalldruckpegelskala. Daher ist der Schalldruck bei 0 dB nicht null, sondern 20 μPa .

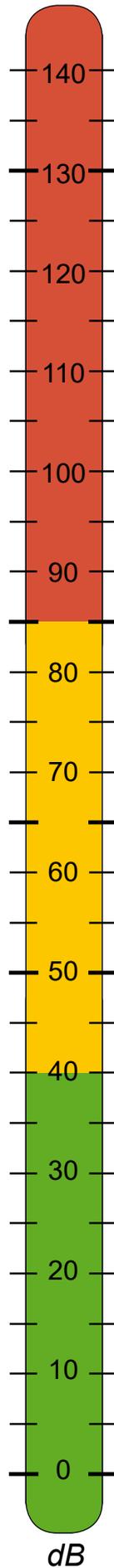
Wichtig zu wissen: Schalldruckpegel werden logarithmisch addiert, zB ergibt $53 \text{ dB} + 53 \text{ dB} = 56 \text{ dB}$.

Lösung

Die Bildkarten stehen für folgende Schalldruckpegelwerte:

Blätterrauschen	rund 10 dB
tickende Uhr	rund 20 dB
ruhige Wohngegend	rund 40 dB
Büroarbeit	rund 50 dB
durchschnittlicher Straßenverkehr	rund 70-85 dB
Presslufthammer	rund 100 dB
Rockkonzert	rund 110 dB
startendes Flugzeug	rund 130 dB

2.1.2 Wie laut ist das? | Kopiervorlage Schalldruckpegelskala



dB

Schalldruckpegelskala

Werte in dB

Schall & Lärm | UBZ Steiermark

Schmerzgrenze

Schall & Lärm | UBZ Steiermark

Beginn der Hörgefährdung

Schall & Lärm | UBZ Steiermark

Grenzwert für konzentriertes Arbeiten

Schall & Lärm | UBZ Steiermark

Hörschwelle

Schall & Lärm | UBZ Steiermark

Grenzwert für einfache geistige Tätigkeiten

Schall & Lärm | UBZ Steiermark

Blätterrauschen



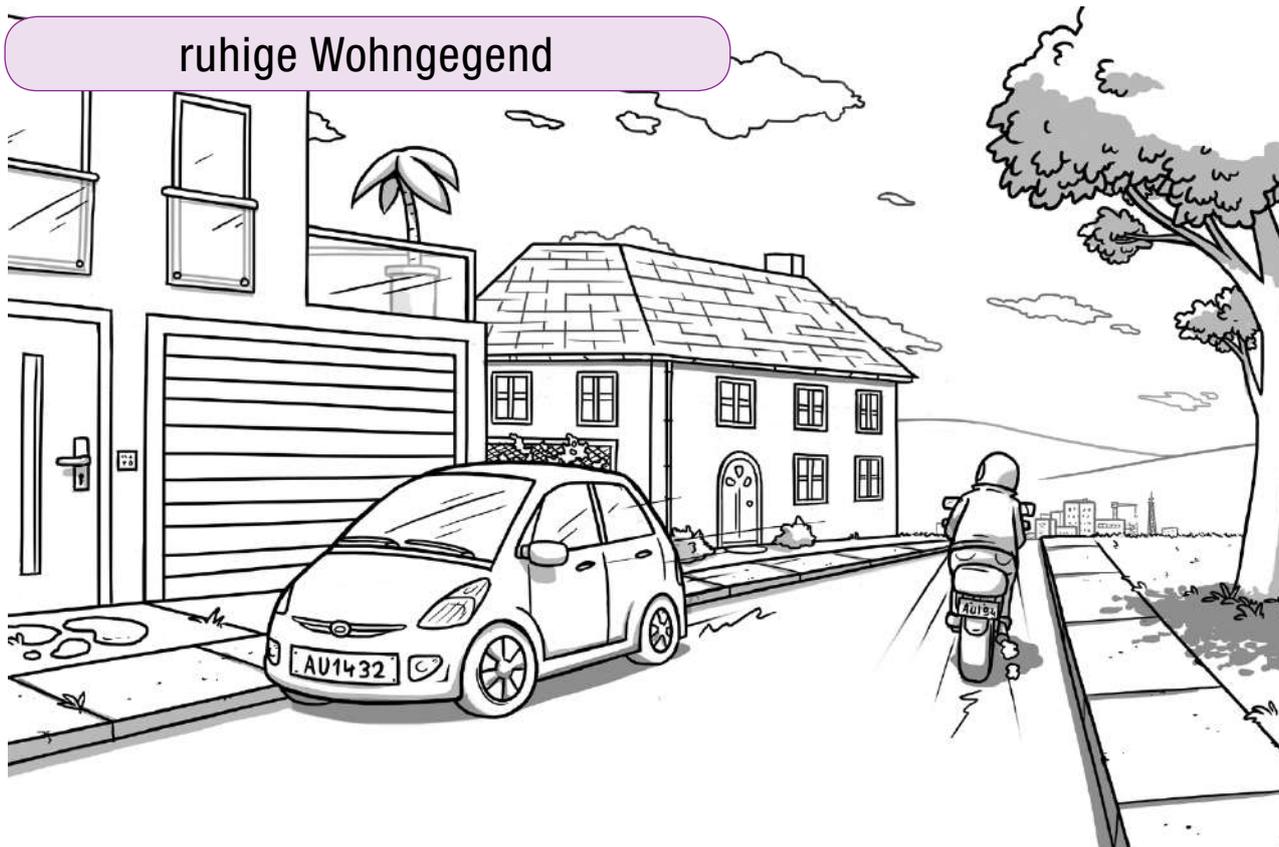
Schall & Lärm | UBZ Steiermark; Illustration: S. Lindenthaler

tickende Uhr



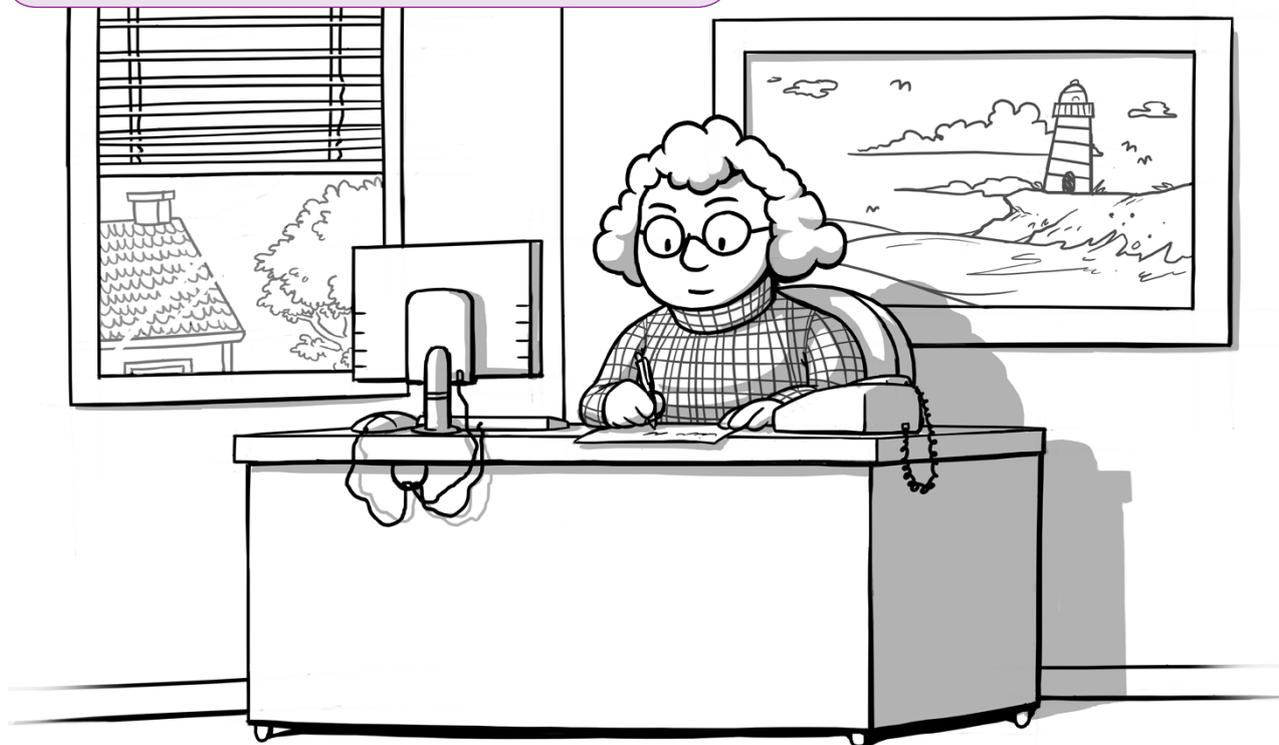
Schall & Lärm | UBZ Steiermark; Illustration: S. Lindenthaler

ruhige Wohngegend



Schall & Lärm | UBZ Steiermark; Illustration: S. Lindenthaler

Büroarbeit



Schall & Lärm | UBZ Steiermark; Illustration: S. Lindenthaler

duchschnittlicher Straßenverkehr



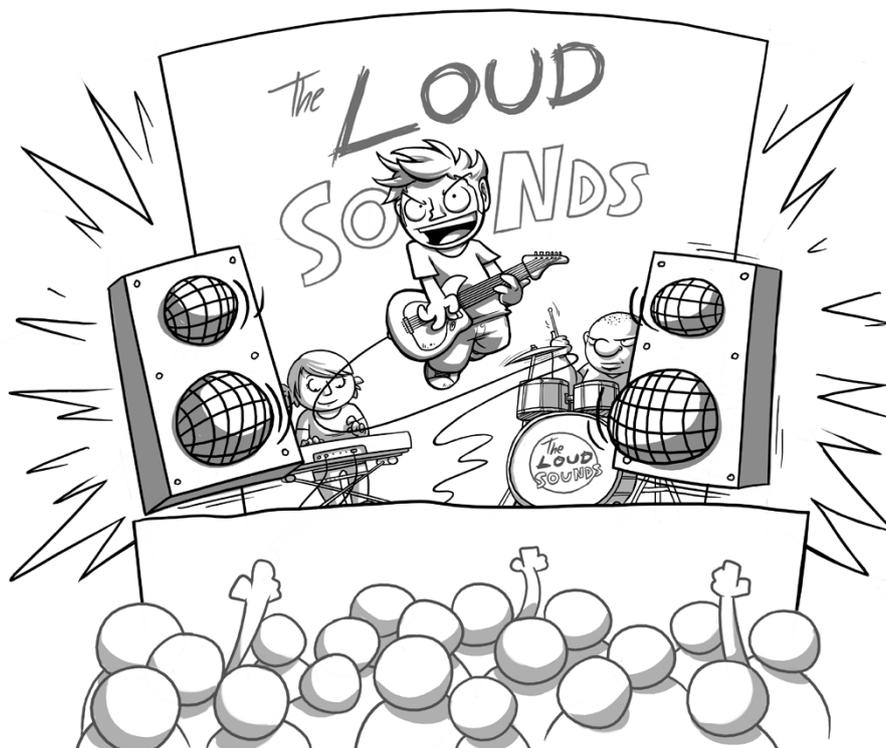
Schall & Lärm | UBZ Steiermark; Illustration: S. Lindenthaler

Presslufthammer



Schall & Lärm | UBZ Steiermark; Illustration: S. Lindenthaler

Rockkonzert



Schall & Lärm | UBZ Steiermark; Illustration: S. Lindenthaler

startendes Flugzeug



Schall & Lärm | UBZ Steiermark; Illustration: S. Lindenthaler



Schall ist Bewegung

ab 1. Schulstufe | 5 Min.

Benötigtes Material

- Luftballon (für Variante)

Vorbereitung

keine

Durchführung

Diese Demonstration zeigt, dass jedes hörbare Geräusch durch die Bewegung von Molekülen und Teilchen entsteht.

Die Schüler:innen legen ihre Hand auf die Stimmbänder und summen leise. Sie spüren sofort eine Bewegung und hören gleichzeitig das Summen. Außerdem nehmen sie die ausströmende Luft aus der Nase oder dem Mund wahr.

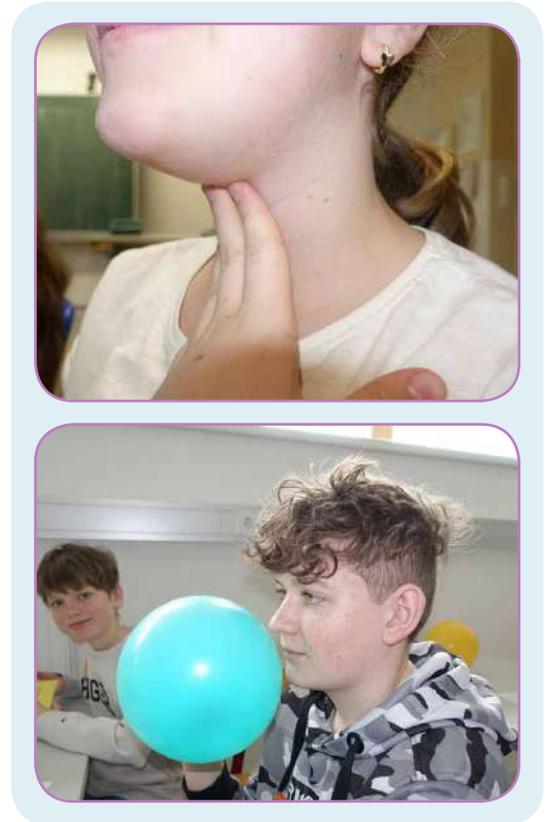
Variante: Eine weitere Möglichkeit, dies zu veranschaulichen, ist ein aufgeblasener Luftballon. Der Luftballon wird vor den Mund gehalten, und die Schüler:innen sprechen in den Luftballon hinein. Wenn sie den Luftballon halten, spüren sie, wie die Bewegung der gesprochenen Worte die Ballonhaut in Vibration versetzt.

Zusatzinformation

Die Stimmbänder befinden sich am oberen Ende der Luftröhre und bestehen aus feinen Muskeln. Diese werden durch die Luft in Schwingung versetzt, die aus den Lungen strömt. Das ist die Grundlage dafür, dass wir sprechen, singen oder schreien können. Die Stimmbänder von Frauen sind etwas kürzer und straffer, weshalb ihre Stimmen in der Regel höher klingen als die von Männern.

Erst die Bewegung der Stimmbänder ermöglicht die Erzeugung von Tönen oder Sprache.

Jedes Geräusch, das wir hören, entsteht durch die Bewegung von Teilchen. Diese Schwingungen werden von einem Teilchen zum nächsten weitergeleitet, bis sie schließlich unser Ohr erreichen.





Woher kommt das Geräusch?

ab 1. Schulstufe | 10 Min.

Benötigtes Material

- Augenbinde

Vorbereitung

keine

Durchführung

Die Kinder stellen sich im Kreis auf. Ein Kind steht in der Mitte und bekommt die Augenbinde aufgesetzt.

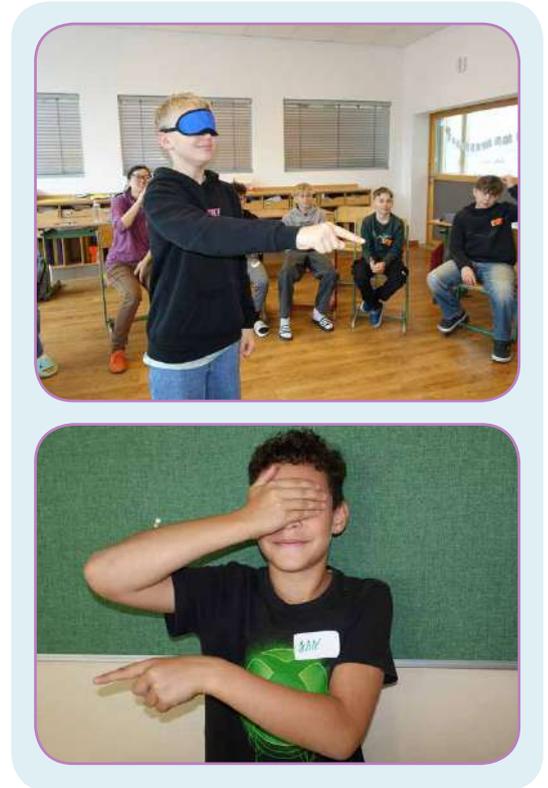
Die Lehrperson nickt einem Kind im Kreis zu, das zurücknickt und anschließend laut und deutlich in die Hände klatscht. Das Kind in der Mitte zeigt daraufhin in die Richtung, aus der es das Klatschen vermutet. Trifft es die Richtung nicht genau, klatscht dasselbe Kind erneut.

Danach tauschen die beiden Kinder ihre Plätze – das Kind, das zuvor geklatscht hat, geht in die Mitte. Das Spiel wird so lange fortgesetzt, bis jedes Kind einmal in der Mitte gestanden hat. Möchte ein Kind nicht mitmachen, kann es das durch Kopfschütteln zeigen. In diesem Fall wählt die Lehrperson ein anderes Kind aus.

Als Lehrperson können Sie den Schwierigkeitsgrad anpassen. Wenn das Klatschen links oder rechts von dem Kind in der Mitte erfolgt, ist es einfacher, die Richtung zu bestimmen. Wird hingegen vor oder hinter dem Kind geklatscht, ist die Zuordnung deutlich schwieriger.

Zusatzinformation

Die Fähigkeit zu erkennen, aus welcher Richtung die Schallwellen kommen, nennt man Richtungshören. Dabei erreicht der Schall das dem Geräusch zugewandte Ohr minimal früher als das abgewandte. Das Gehirn kann diesen winzigen Unterschied wahrnehmen und auswerten. Diese Fähigkeit ist in unserem Alltag besonders wichtig – zur Orientierung im Raum, zur Vermeidung von Unfällen und insbesondere für das sichere Verhalten im Straßenverkehr.



Die Haarzelle ermüdet



ab 1. Schulstufe | 10 Min.

Benötigtes Material

keines

Vorbereitung

Vor der Durchführung sollten die Schüler:innen über den Aufbau des Ohrs, insbesondere des Innenohrs und der Haarzellen, informiert sein.

Durchführung

Leiten Sie die Übung an, indem Sie die Bewegungen mit Ihren Armen vorführen und die Schüler:innen dazu anregen, diese nachzumachen:



- „Haltet mit der rechten Hand euren linken Ellbogen fest. Stellt den linken Unterarm so auf, dass die Hand zur Decke zeigt. Der linke Arm stellt die Haarzelle im Innenohr dar, der rechte die Nervenbahn zum Gehirn.“
- „Bewegt nun eure „Haarzelle“ leicht nach rechts und links. Das passiert im Innenohr, wenn ein leises Geräusch dorthin gelangt. Die Haarzelle wandelt diese mechanische Bewegung in einen Nervenimpuls um, der an das Gehirn weitergeleitet wird. Diese leichte Bewegung ist nicht anstrengend, oder?“

[Während dieser Erklärung bewegen Sie Ihren „Haarzellen-Unterarm“ langsam hin und her.]

- „Seid ihr jedoch in einer sehr lauten Umgebung *[diesen Teil laut sprechen]*, dann bewegen sich die Haarzellen ganz schnell hin und her!“

[Demonstrieren Sie diese Bewegung, indem Sie mit Ihrem Unterarm so schnell wie möglich hin und her wackeln. Fordern Sie die Schüler:innen auf, dies nachzumachen und so lange durchzuhalten, wie sie können.]

„Ihr habt bestimmt bemerkt, dass es irgendwann nicht mehr möglich ist, die Bewegung weiterzuführen, oder? Genau das Gleiche passiert mit den Haarzellen im Innenohr: Bei lauten Geräuschen bewegen sie sich so stark, dass die Nährstoffversorgung nicht mehr ausreicht. Die Haarzellen „erschöpfen“ und hängen schlaff nach unten, genau wie eure Muskeln nach intensiver Anstrengung. Deshalb sind Ruhepausen in lauter Umgebung so wichtig, damit sich die Haarzellen erholen können.“

Im Anschluss besprechen Sie mit den Schüler:innen ihre Erfahrungen und Empfindungen während der Übung und leiten auf das eigene Gehör und die Beanspruchung durch laute Geräusche über.

Variante: Die Schüler:innen stellen sich in Form einer Schnecke auf. Am Anfang der Reihe stehen die Haarzellen für die hohen Töne, am Ende die für die tiefen Töne. Spielen Sie nun mit einem Instrument oder einem digitalen Klanggerät abwechselnd hohe und tiefe Töne. Die entsprechenden Schüler:innen bewegen ihre „Haarzelle“ (den Unterarm) gemäß der Lautstärke und Tonhöhe. Erhöhen Sie schrittweise die Lautstärke, um die stärkere Beanspruchung der „Haarzellen“ zu verdeutlichen.

Zusatzinformation

Die Haarzellen im Innenohr sind bei lauten Geräuschen einer stärkeren Belastung ausgesetzt. Ab einem bestimmten Punkt ist die Nährstoffversorgung durch die Lympflüssigkeit nicht mehr gewährleistet. Die Sinneszellen ermüden und man hört alles dumpfer und leiser – eine sogenannte vorübergehende Hörschwellenverschiebung. In einer ruhigen Umgebung kann sich das Gehör wieder erholen und die normale Hörfähigkeit kehrt idealerweise zurück. Bleibt die Lärmbelastung jedoch bestehen und gönnt man den Haarzellen keine Ruhe, kann dies zu einer dauerhaften Hörschwellenverschiebung führen.

Hörschadensimulation



ab 1. Schulstufe | 10-50 Min.

Benötigtes Material

- Internetzugang
- idealerweise Lautsprecher/Boxen

Vorbereitung

keine

Durchführung

Um die Auswirkungen eines Hörschadens zu verdeutlichen, sammeln die Schüler:innen zunächst gemeinsam möglichst viele Alltagssituationen, in denen sie etwas hören und verstehen müssen. Diese Sammlung zeigt, wie wichtig gutes Hören im täglichen Leben ist.

Anschließend wählen Sie Hörbeispiele aus den unten angegebenen Varianten und spielen sie vor. Weisen Sie darauf hin, dass der Alltag für Hörgeschädigte so klingt, wie es die Hörbeispiele zeigen.

Zum Abschluss kann diskutiert werden, wie sich das Leben für eine hörbeeinträchtigte Person anfühlt, welche Tätigkeiten sie vermutlich bevorzugt oder vermeidet und in welchen Bereichen ihres Lebens besondere Herausforderungen entstehen.

Variante 1:

Einfache Variante mit Hörbeispielen, die einen Hörverlust von 35 % akustisch veranschaulichen auf www.laermorama.ch.

Um zur Hörschadensimulation zu gelangen, klicken Sie auf den Menüpunkt „Hören“ und anschließend auf „Was bedeutet Hören auch noch?“. Die Hörbeispiele stellen abwechselnd den Höreindruck von normal hörenden Personen und Menschen mit einem Hörverlust von 35 % dar. Am besten eignen sich die Audiodateien „Popmusik“ oder „Instrumentalmusik“. Andere Hörbeispiele enthalten Schweizerdeutsch und sind weniger geeignet.

Benennen Sie vorab die gewählte Situation, zB: „So hört eine Person mit 35 % Hörverlust Gespräche mit Freund:innen, Telefonate, Fernsehen ... – und das jeden Tag!“. Bei Bedarf kann das Hörbeispiel ein zweites Mal abgespielt werden.

Variante 2:

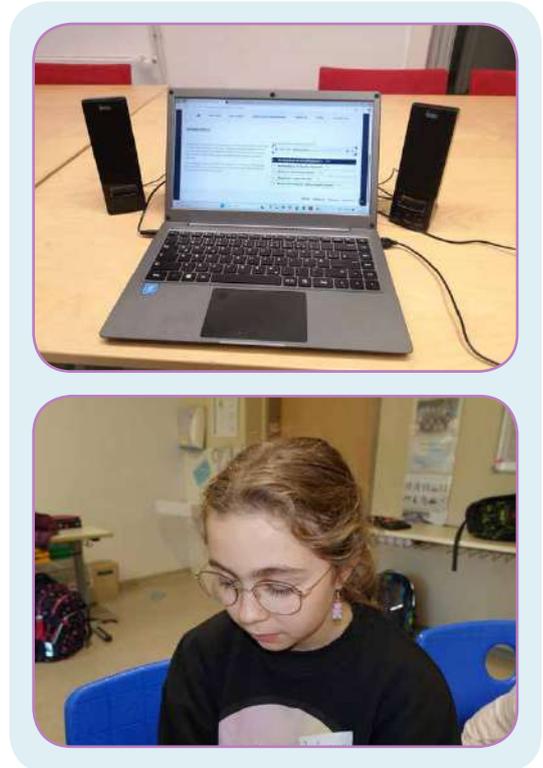
Ausführlichere Variante mit der Möglichkeit, verschiedene Arten von Hörschädigungen und deren Auswirkungen zu erleben auf www.richtig-gut-hoeren.de/hoerbeispiele.

Dort finden Sie eine Auswahl an Audiodateien, die eindrücklich veranschaulichen, wie Schwerhörige im Gegensatz zu normal hörenden Menschen Gespräche und Musik wahrnehmen. Außerdem wird gezeigt, wie belastend ein Tinnitus sein kann oder wie stark störende Hintergrundgeräusche empfunden werden.

Zusatzinformation

Die Demonstration verdeutlicht, wie stark ein Hörverlust das tägliche Leben beeinflusst und wie entscheidend gutes Hören für Kommunikation, soziale Teilhabe und Lebensqualität ist. Sie bietet zudem die Möglichkeit, sich in die Lebensrealität hörgeschädigter Menschen hineinzusetzen und ihre Herausforderungen besser nachzuvollziehen.

Die Hörbeispiele eignen sich auch als Einstieg, um über Gehörschutz, die Auswirkungen von Lärmbelastung und präventive Maßnahmen zu sprechen.





Auswirkungen von Lärm

ab 1. Schulstufe | 10-50 Min.

Benötigtes Material

- Infoblatt „Auswirkungen von Lärm“
- Tafel oder Flipchart
- Kärtchen (für Variante)

Vorbereitung

keine

Durchführung

Fragen Sie die Schüler:innen, welche Auswirkungen Lärm haben kann. Sammeln Sie die Antworten an der Tafel oder auf einem Flipchart. Ergänzen Sie bei Bedarf mithilfe des Infoblattes weitere mögliche Auswirkungen.

Gehen Sie anschließend in eine Diskussion über, wie man den unterschiedlichen Auswirkungen von Lärm entgegenwirken und in einem weiteren Schritt, wie sich jede:r Einzelne vor Lärm schützen kann.

Hier besteht auch die Möglichkeit, über das Thema „Lärm im Unterricht“ zu sprechen und was jede:r tun kann, um die Situation zu verbessern.

Ebenso könnte über die Verminderung von Lärm in der Gesellschaft allgemein diskutiert werden (s. Kapitel 1.5.3 „Lärmschutz in der Gesellschaft“) oder über die kurz- und langfristigen Auswirkungen von Lärm (s. Kapitel 1.4 „Auswirkungen von Lärm“).

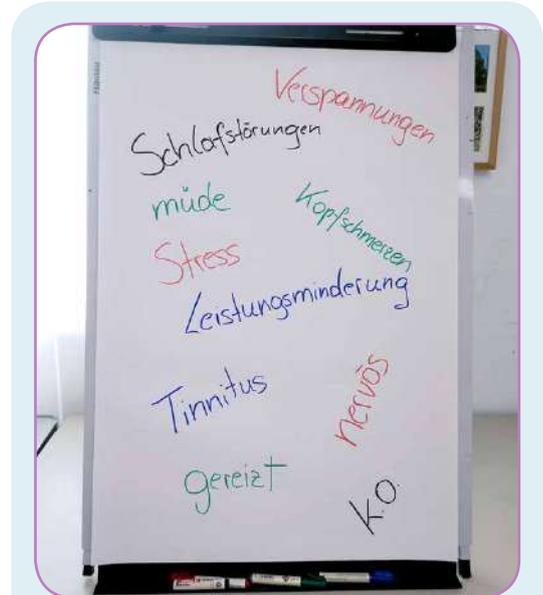
Variante: Die Auswirkungen von Lärm können auch auf Kärtchen notiert werden. Das ermöglicht eine anschließende Gruppierung in aurale Auswirkungen (das Gehör betreffend) und extraaurale Auswirkungen (alle anderen Bereiche).

Zusatzinformation

Die Aufzählungen der Auswirkungen auf dem Infoblatt entsprechen denen aus dem Basiswissen (s. Kapitel 1.4 „Auswirkungen von Lärm“) und sind sehr umfangreich. Passen Sie die Auswahl der Auswirkungen an die Bedürfnisse Ihrer Schüler:innen an!

Das Impulsgespräch fördert ein Verständnis für die gesundheitlichen, sozialen und gesellschaftlichen Konsequenzen von Lärm und regt dazu an, Handlungsstrategien zur Lärmvermeidung zu entwickeln.

Um langfristig an einer ruhigeren Unterrichtsatmosphäre zu arbeiten, können Sie anschließend mit jüngeren Schüler:innen den „Lärm-Spar-Vertrag“ (S. 143-144) ausfüllen.





Auswirkungen von Lärm

Die Auflistung zeigt die vielfältigen Folgen von Lärm auf unseren Organismus, gegliedert in aurale Auswirkungen (dem Gehör betreffend) und extraaurale Auswirkungen (alle anderen Bereiche betreffend).

Aurale Auswirkungen

- Schwerhörigkeit
- Ermüdung und Zerstörung der Haarzellen im Innenohr
- Knalltrauma
- Explosionstrauma
- akutes Lärmtrauma
- chronisches Lärmtrauma
- Tinnitus
- versteckter Hörverlust
- Hyperakusis

Tinnitus

Der Tinnitus ist ein Geräusch im Ohr, das keine äußere Schallquelle aufweist.

Wichtig: Bei einem Tinnitus soll man sich in eine ruhige Umgebung begeben. Hält der Tinnitus länger als 24 Stunden an, sollte man unbedingt eine HNO-Ärztin bzw. einen HNO-Arzt aufsuchen.



Wie kann man sich vor Lärm schützen?

- Lärmpausen machen (das Wichtigste!)
- Gehörschutz verwenden
- Abstand zur Lärmquelle erweitern
- Musik leiser hören: Bei 85 dB statt 90 dB kann man 28 Stunden mehr Musik pro Woche genießen, ohne das Gehör zu schädigen. Das sind ca. 4 Stunden pro Tag.
- mit Kopfhörer nur so laut Musik hören, dass es von außen nicht hörbar ist
- lauten Alltag durch ruhigere Freizeitaktivitäten ausgleichen
- persönliche Ruhezeiten oder „Ruheinseln“ schaffen
- etc.

Extraaurale Auswirkungen

Physische Auswirkungen

- Stress
- Kopfschmerzen
- Übelkeit
- Muskelverspannungen bis hin zu Rückenschmerzen
- Beeinträchtigung der Stimme durch lautes Sprechen
- Erhöhung von Herzfrequenz, Blutdruck, Blutzuckerspiegel und Cholesterin
- Stoffwechselveränderungen, dadurch u. a. schwächere Immunabwehr
- gestörte Magen-Darm-Aktivität
- verzögerte Signalverarbeitung im Gehirn
- Schlafstörungen (Einschlafprobleme, häufiges Aufwachen)
- Mitverursachung von Übergewicht

Psychische Auswirkungen

- innere Anspannung
- erhöhte Reizbarkeit (genervt, schlecht gelaunt ...)
- Nervosität
- Aggressivität
- Konzentrations- und Aufmerksamkeitsstörungen
- verminderte Leistungsfähigkeit und Motivation
- erhöhte Reaktionszeit
- erhöhte Risikobereitschaft
- verminderte Geschicklichkeit
- Kommunikationsstörungen
- Erhöhung von sozialen Konflikten
- Depressionen, Ängste
- Stimmungsschwankungen
- soziale und emotionale Beeinträchtigungen
- allgemeine Minderung des Wohlbefindens



Wie gut höre ich?

ab 4. Schulstufe | 10 Min. pro Hörtest

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Wie gut höre ich?“ (S. 95)
- Steck- oder Pinnadel, Lineal, Stimmgabel
- Internetzugang und Kopfhörer

Vorbereitung

Das Arbeitsblatt wird kopiert und an die Schüler:innen ausgeteilt.

Durchführung

Die Hörtests sollten nach einer Unterrichtseinheit zum Hörvorgang und möglichen Schädigungen des Gehörs durchgeführt werden.



1. Stecknadel-Hörtest

Lassen Sie etwa 3 bis 10 Schüler:innen (je nach Platzangebot) mit gleichem Abstand und mit dem Rücken zur Wand aufstellen. Verwenden Sie ein Lineal, um die Stecknadel aus einer Höhe von 10 cm auf den Boden fallen zu lassen. Alle Schüler:innen, die das Geräusch hören, machen zwei Schritte nach vorn. Wiederholen Sie den Vorgang, bis niemand das Geräusch mehr hören kann. Die zurückgelegte Distanz wird in Schritten gemessen und auf dem Arbeitsblatt notiert. Führen Sie den Test anschließend mit der nächsten Gruppe von Schüler:innen durch. Achten Sie darauf, dass die Ausgangsdistanz zur Wand immer gleich ist.



2. Weber-Versuch

Die Schüler:in schlägt die Stimmgabel an und hält den Griff auf die Mitte ihres bzw. seines eigenen Scheitels. Die Person beschreibt, ob der Ton auf beiden Ohren gleich laut wahrgenommen wird oder auf einem Ohr lauter ist. Das Ergebnis wird auf dem Arbeitsblatt notiert.

Hinweis:

- Bei gesunden Ohren wird der Ton auf beiden Seiten gleich laut gehört.
- Bei einer Schallempfindungs-Schwerhörigkeit (zB beschädigte Sinneshärchen in der Schnecke) wird der Ton auf der gesunden Seite lauter wahrgenommen.
- Bei einer Schalleitungs-Schwerhörigkeit (zB durch Mittelohrerkrankung oder Verknöcherung) wird der Ton auf der betroffenen Seite lauter gehört.

Der Weber-Versuch kann von den Schüler:innen auch paarweise durchgeführt werden. Dabei schlägt eine Person die Stimmgabel an und hält den Griff der Stimmgabel auf die Mitte des Scheitels der zweiten Person.



2.1.9 Wie gut höre ich? | Hörtests



3. Online-Hörtest

Die Schüler:innen führen selbstständig am Computer oder Smartphone einen Online-Hörtest durch. Dabei sollte es im Raum möglichst leise sein und es sollten dafür auf jeden Fall Kopfhörer verwendet werden. Auch dieses Ergebnis wird am Arbeitsblatt notiert.

Aufgrund der Schnellebigkeit von Onlineangeboten empfiehlt es sich im Vorfeld, einen aktuellen Onlinetest (Homepage oder App) auszuwählen und zu testen.

Abschluss

Als Abschluss wird über die verschiedenen Testmöglichkeiten gesprochen und wenn gewünscht, auch über die Ergebnisse. Als Weiterführung wird gemeinsam erarbeitet, wie das Gehör vor möglichen Schädigungen geschützt werden kann.

Zusatzinformation

Die Tests ermöglichen es den Schüler:innen, ihr eigenes Hörvermögen zu überprüfen und den Zusammenhang zwischen Hörfähigkeit und möglichen Schädigungen des Gehörs zu verstehen. Außerdem verdeutlichen sie die Wichtigkeit von Lärmprävention, um aktiv zur Erhaltung der eigenen Gesundheit beizutragen.

Schädigungen im Ohr können alle drei Bereiche betreffen und damit zu einer Hörminderung führen:

- Äußeres Ohr: Entzündungen im äußeren Gehörgang, Verstopfung durch Ohrenschmalz oder Fremdkörper
- Mittelohr: Mittelohrentzündung, Verknöcherung
- Innenohr: Schädigungen an den Haarzellen

Tipps zum Schutz des Gehörs:

- Lautstärke reduzieren:
zB Handy oder Musikanlage leiser stellen, bei Konzerten Abstand zu den Lautsprechern halten
- wenn es sehr laut ist, Lärmpausen einlegen:
zB bei Konzerten etwas länger am WC sein, bei lautem Unterricht Stilleminuten einlegen
- Zeitspanne in lauter Umgebung verkürzen
- mit Kopfhörer nur so laut Musik hören, dass es von außen nicht hörbar ist
- wenn der persönliche Alltag schon sehr laut ist, die Freizeitaktivitäten eher ruhiger gestalten
- persönliche Ruhezeiten oder Ruheinseln schaffen
- etc.

Ergänzend soll erwähnt sein, dass es neben dem Weber-Versuch weitere Tests wie den Rinne-Versuch gibt. Mit diesem lässt sich der Unterschied zwischen einer Schallempfindungs-Schwerhörigkeit und einer Schallleitungs-Schwerhörigkeit sowie der Grad feststellen. Es wird hier jedoch nicht näher darauf eingegangen, da dieser nur von einer Fachärztin oder einem Facharzt durchgeführt werden sollte.





Wie gut höre ich?

Mein persönliches Hörvermögen

Teste dein Gehör und führe die verschiedenen Hörtests durch. Notiere deine Ergebnisse.

1. Stecknadel-Hörtest

In welcher Entfernung konntest du das Auffallen der Nadel gerade noch hören?
Trage ein, wie viele Schritte du von der Wand weggehen konntest.



Ich war _____ Schritte von der Wand entfernt.

Im Vergleich zu deinen Mitschülerinnen und Mitschülern ist dein Gehör ...

- sehr empfindlich
- durchschnittlich empfindlich
- wenig empfindlich

2. Weber-Versuch

Auf welchem Ohr hast du die Stimmgabel lauter gehört?

- auf dem rechten Ohr
- auf dem linken Ohr
- auf beiden Ohren gleich laut



3. Online-Hörtest

Trage das Ergebnis deines Online-Hörtests ein.



Hast du gut gehört?

Gratulation, dass du dich um dein Gehör kümmerst!

Wenn du das Gefühl hast, auf einem oder beiden Ohren nicht gut zu hören, sprich am besten mit deinen Lehrer:innen oder Eltern. Mit einer frühzeitigen und passenden Behandlung kann dein Hörvermögen oft vollständig wiederhergestellt werden.



Stille-Plakat



ab 1. Schulstufe | 30 Min.

Benötigtes Material

- Kopiervorlage „Wolke“ (S. 97)
- Kopiervorlage „Stillesymbole“ (für Variante, S.98-100)
- Plakat
- Buntstifte, Klebstoff, Schere

Vorbereitung

Kopieren Sie die jeweilige Kopiervorlage so oft, dass jedes Kind entweder eine Wolke oder ein Stillesymbol (für die Variante) erhält.

Durchführung

Schreiben Sie in großer Schrift das Wort „STILLE“ auf das Plakat.

Jedes Kind erhält eine kopierte Wolke. Die Aufgabe für die Kinder besteht darin, sich ein persönliches Zeichen oder ein Bild zu überlegen, das für sie Stille symbolisiert, und dieses in die Wolke zu zeichnen.

Die fertigen Wolken werden ausgeschnitten und auf das Plakat geklebt. So entsteht ein gemeinsames „Stille-Plakat“ der Klasse.

Variante: Alternativ können Sie die Kopiervorlage „Stillesymbole“ verwenden. Jedes Kind erhält ein Symbol, das es ausmalte. Die bemalten Symbole werden ebenfalls ausgeschnitten und auf das Plakat geklebt.

Zusatzinformation

Das Stille-Plakat kann im Unterricht vielseitig eingesetzt werden:

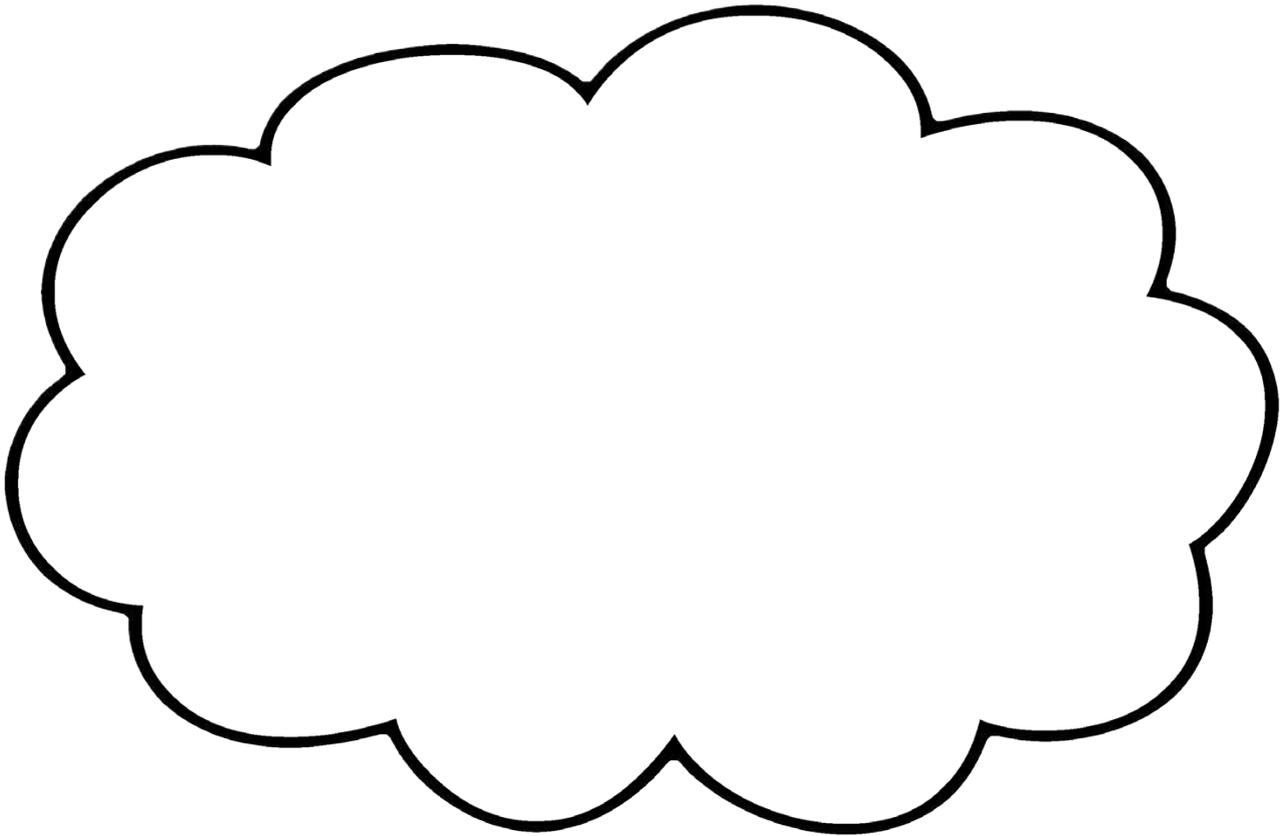
- Es kann zu Beginn oder am Ende einer Stille-Übung von der Lehrperson als visueller Impuls genutzt werden.
- Hängt es sichtbar im Klassenzimmer, erinnert es „stumm“ an Ruhe und Stille. Dies kann sowohl für die Schülerinnen und Schüler als auch für die Lehrperson eine wertvolle Orientierungshilfe sein.
- Das Plakat fördert eine ruhige Atmosphäre und unterstützt die Kinder dabei, sich auf Momente der Stille einzulassen.

Durch die kreative Gestaltung wird Stille positiv besetzt und individuell interpretiert. Die Methode fördert Achtsamkeit, Kreativität und ein gemeinsames Klassenbewusstsein.

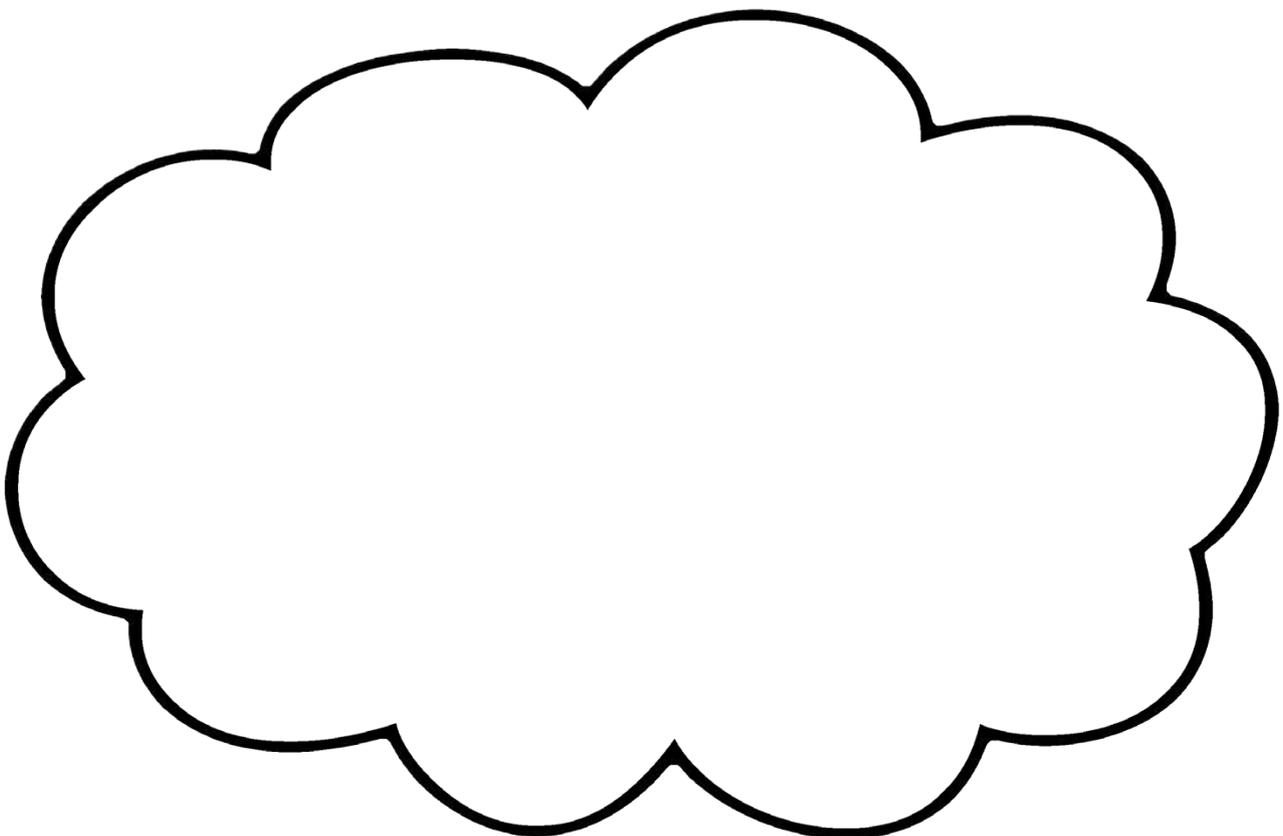
Die regelmäßige Reflexion über Stille unterstützt nicht nur die Konzentrationsfähigkeit der Kinder, sondern hilft auch dabei, eine angenehme und respektvolle Lernatmosphäre zu schaffen. Zudem können Lehrkräfte die eigene Achtsamkeit schulen, indem sie bewusst ruhiger sprechen oder innehalten.



2.1.11 Stille-Plakat | Kopiervorlage Wolke

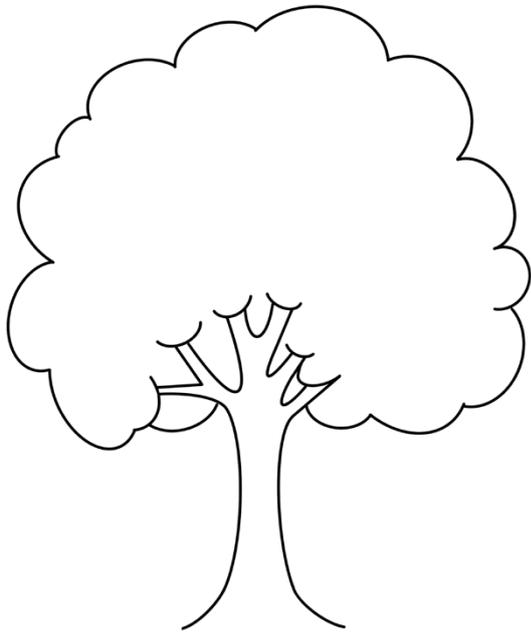


Schall & Lärm | UBZ Steiermark

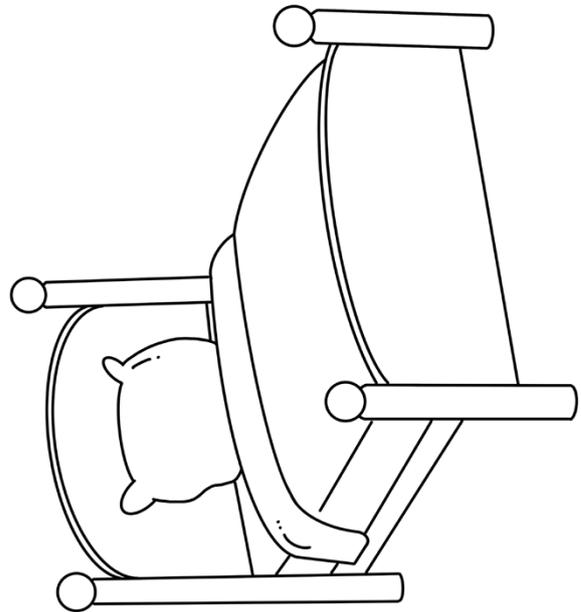


Schall & Lärm | UBZ Steiermark

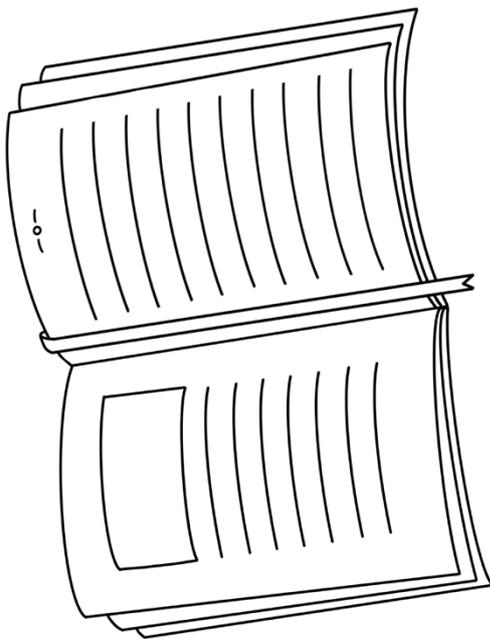
2.1.11 Stille-Plakat | Kopiervorlage Stillesymbole 1/3



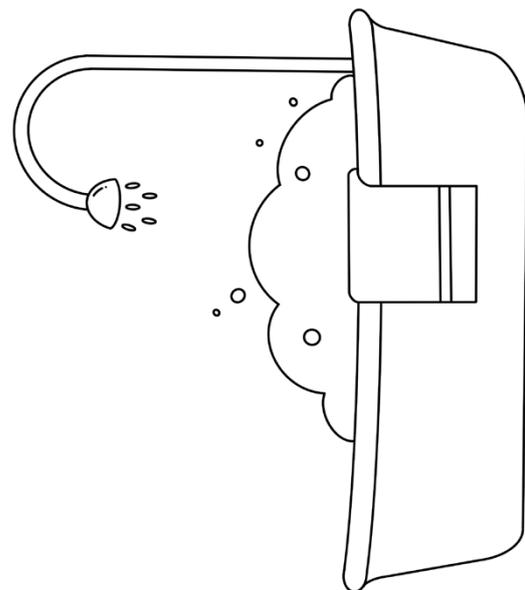
Schall & Lärm | UBZ Steiermark



Schall & Lärm | UBZ Steiermark

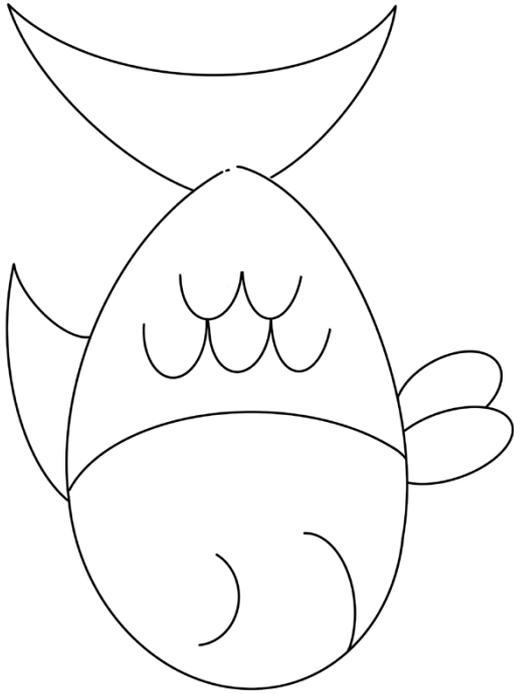


Schall & Lärm | UBZ Steiermark

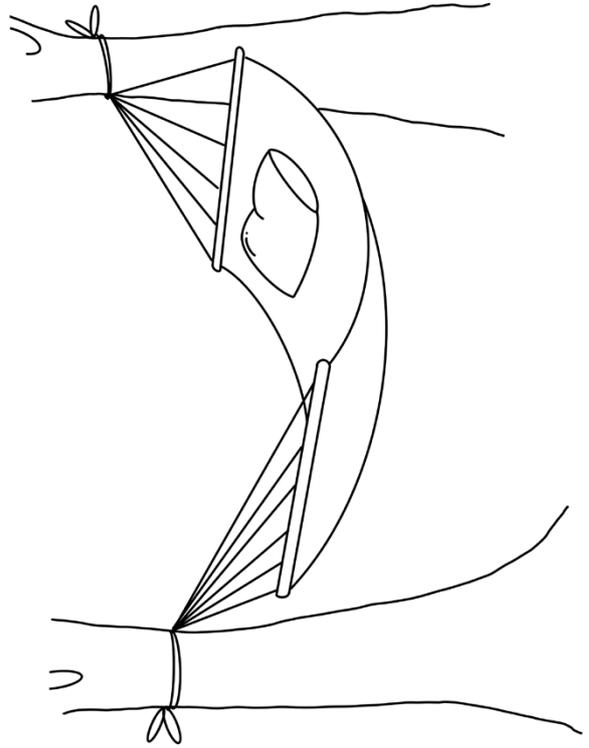


Schall & Lärm | UBZ Steiermark

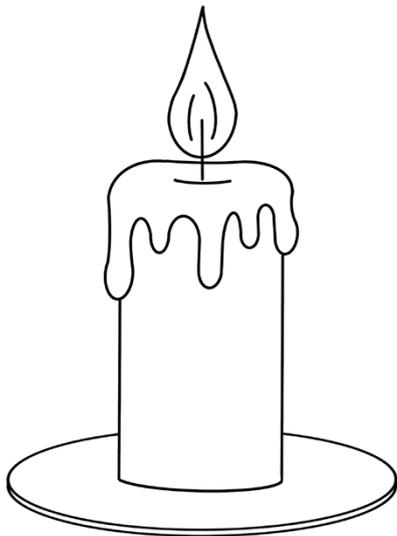
2.1.11 Stille-Plakat | Kopiervorlage Stillesymbole 2/3



Schall & Lärm | UBZ Steiermark



Schall & Lärm | UBZ Steiermark

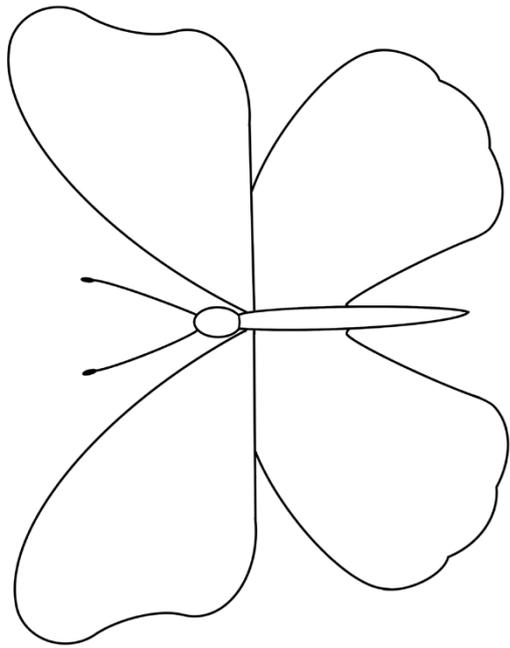


Schall & Lärm | UBZ Steiermark

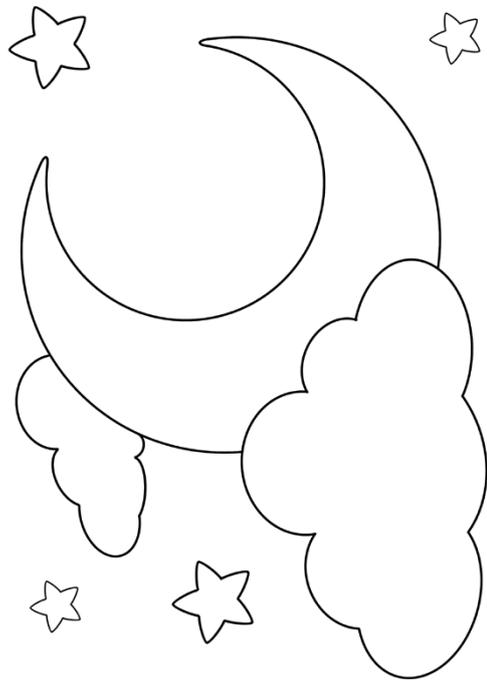


Schall & Lärm | UBZ Steiermark

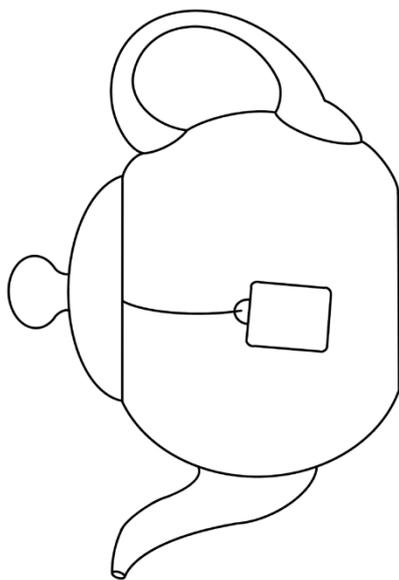
2.1.11 Stille-Plakat | Kopiervorlage Stillesymbole 3/3



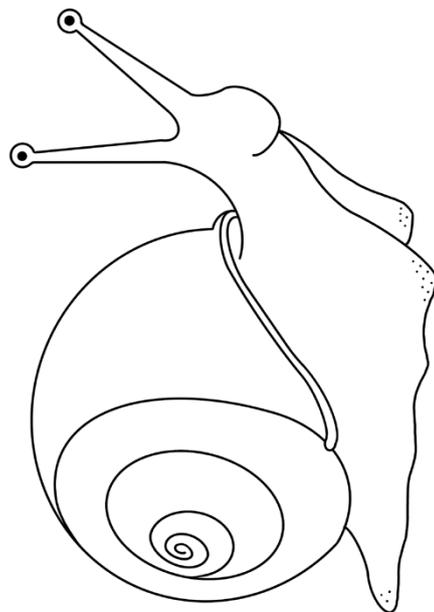
Schall & Lärm | UBZ Steiermark



Schall & Lärm | UBZ Steiermark



Schall & Lärm | UBZ Steiermark



Schall & Lärm | UBZ Steiermark

Traumreise



ab 1. Schulstufe | 25 Min.

Benötigtes Material

- Traumreise „Blumenwiese“ (S. 102)

Vorbereitung

keine

Durchführung

Sorgen Sie dafür, dass die Schüler:innen bequem sitzen oder liegen. Je nach Vorlieben können die Kinder die Arme auf den Tisch legen und den Kopf darauf abstützen, sich auf den Boden legen, einfach aufrecht sitzen oder Ähnliches. Fordern Sie die Kinder auf, während der Traumreise die Augen zu schließen.

Lesen Sie die Traumreise langsam und ruhig vor. Nutzen Sie eine weiche, entspannte Stimme, um die Kinder allein durch Ihre Worte in die vorgestellte Traumwelt zu versetzen.

Halten Sie zwischendurch immer wieder inne, damit die Kinder das Gesprochene vor ihrem inneren Auge visualisieren können. Warten Sie so lange, bis Sie den Eindruck haben, dass alle in die Erzählung eingetaucht sind.

Sie können eine beliebige Traumreise aus der Literatur auswählen, die zu Ihrer Klasse passt, oder die Traumreise „Blumenwiese“ verwenden.

Je nach Ziel der Übung können Sie im Anschluss mit den Schüler:innen über ihre Erfahrungen sprechen. Fragen Sie, welche Bilder oder Gefühle die Reise bei ihnen ausgelöst hat, um Reflexion und Austausch zu fördern.

Zusatzinformation

Das Ziel einer Traumreise ist es, die Schüler:innen in eine entspannte und imaginative Welt zu führen. Dies hilft, Stress abzubauen, die Konzentration zu steigern und die kreative Vorstellungskraft zu fördern. Für eine noch stimmungsvollere Atmosphäre können Sie leise, ruhige Musik im Hintergrund abspielen, sofern es für Sie und die Kinder angenehm ist.

Traumreisen bieten eine wohltuende Auszeit vom Schulalltag und unterstützen die Schüler:innen dabei, innere Ruhe zu finden. Sie lernen, ihre Gedanken zu fokussieren und ganz im Moment zu bleiben. Durch die Visualisierung von inneren Bildern wird die Fantasie angeregt und die Vorstellungskraft gestärkt.

Ein anschließender Austausch über die individuellen Erfahrungen kann zusätzlich das Verständnis und die Empathie innerhalb der Klasse fördern.



Blumenwiese



Mache es dir auf deinem Sitzplatz bequem. Schließe, wenn möglich, deine Augen. Falls es dir angenehmer ist, kannst du deinen Kopf auf deine verschränkten Arme am Tisch legen. *(Warten Sie, bis alle Kinder bereit sind.)*

Stell dir eine wunderschöne Blumenwiese vor. Du gehst langsam über diese Wiese und schaust dir die farbenfrohen Blumen genauer an: eine große, rote Mohnblume, daneben eine zarte, lilafarbene Glockenblume, viele kleine gelbe Blumen und einige schneeweiße Blüten. Du streichst sanft mit deinen Fingern über ein paar der Blumen: Eine fühlt sich ganz weich und flauschig an, während eine andere einen Stängel mit feinen, strubbeligen Härchen hat. *(Warten Sie etwas.)*

Jetzt erst fällt dir auf, wie herrlich es hier duftet – der süße Blumenduft mischt sich mit dem frischen Geruch von Gras. Du atmest tief ein und spürst, wie gut dir dieser Duft tut. Auch die Geräusche um dich herum werden dir bewusst: das Zwitschern der Vögel aus dem nahen Wald, der sanfte Wind, der durch die Blumen und das Gras streicht, und das leise Geräusch deiner Schritte. Ansonsten ist es ganz still – eine befreiende Stille, die dich ganz ruhig und glücklich macht. *(Warten Sie etwas.)*

Während du die Wiese genießt, fühlst du plötzlich eine Leichtigkeit in dir aufsteigen. Du breitest deine Arme aus, und der sanfte Wind trägt dich langsam in die Luft. Wie ein Vogel schwebst du über die Wiese und siehst die Welt von oben. Der Wind trägt dich behutsam und du steigst in weiten Kreisen immer höher hinauf. Du erkennst nicht nur deine Wiese, sondern auch den angrenzenden Wald, einen glitzernden Fluss, einen kleinen See und in der Ferne einige Berge. Du genießt es, dir die Welt von oben anzuschauen. Schwebenoch ein paar Augenblicke mit ausgebreiteten Armen durch die Lüfte und genieße die Weite und Leichtigkeit, die dich umgibt. *(Warten Sie etwas.)*

Langsam beginnst du wieder zu sinken. Alles unter dir wird größer und deutlicher. Du erkennst deine Blumenwiese, die dir vertraut vorkommt, und siehst am Rand der Wiese einen großen Baum, auf den du zusteuern möchtest. Allmählich gleitest du nach unten, bis deine Zehenspitzen die Blumen berühren und du sanft auf der Wiese landest. Du gehst zu dem großen Baum und lehnst dich an seinen kräftigen Stamm. Du schaust dich noch einmal ganz in Ruhe um, streichst ein letztes Mal über eine besonders schöne Blume und verabschiedest dich langsam von dieser besonderen Wiese. *(Warten Sie einige Augenblicke, bis alle Kinder bereit sind.)*

Nun kommst du gedanklich wieder ganz zurück. Spüre den Sessel, auf dem du sitzt, und nimm die Geräusche um dich herum wahr. *(Warten Sie kurz.)* Öffne nun langsam deine Augen und richte dich auf. Wenn du möchtest, streck dich aus, reibe dir sanft über dein Gesicht und komme wieder ganz im Hier und Jetzt an. *(Geben Sie den Kindern Zeit, in ihrem eigenen Tempo zurückzukehren.)*



Stilleübungen

ab 1. Schulstufe | 5-30 Min. je nach Übung

Benötigtes Material

- Methodensammlung „Stilleübungen“ (S. 104)
- unterschiedlich, je nach gewählter Übung

Vorbereitung

individuell, je nach gewählter Übung

Durchführung

Das Ziel von Stilleübungen ist es, zur Ruhe zu kommen, die Konzentrationsfähigkeit zu verbessern und den Fokus zu schärfen. Um diese Wirkung zu erzielen, sollten Stilleübungen regelmäßig durchgeführt werden, idealerweise als festes Ritual zu Beginn einer Unterrichtseinheit oder eines Schultages. Für ein Gelingen braucht es einerseits klare Regeln, die zu Anfang eingeführt und dann zur Routine werden, und andererseits eine gute Vorbildrolle.

Erklären Sie den Kindern vor der ersten Übung, warum Stille gut für sie und ihren gesamten Körper ist. Danach legen Sie klar definierte Regeln für die Durchführung fest.

Der Durchführungsort sollte stets derselbe sein, um Verlässlichkeit und Routine zu schaffen. Stellen Sie sicher, dass niemand von außen die Übung stört, aber auch niemand von der Gruppe selbst. Grundbedürfnisse wie Hunger, Durst oder der Toilettengang sollten vor der Übung gedeckt sein. Die Teilnahme ist freiwillig. Klären Sie im Voraus, wie sich Kinder verhalten sollen, die nicht mitmachen möchten, und wo sie sich in diesem Fall aufhalten können. Achten Sie auf eine bequeme, aber aufrechte Sitzhaltung (beide Füße am Boden, Arme entspannt).

Wege oder Bewegungen, die bei Übungen mit Bewegung oder Legeelementen erforderlich sind, werden vorab gezeigt und klar erklärt. Die stille Phase beginnt und endet immer mit demselben Symbol, Ritual oder derselben Geste, zB durch das Anzünden und Ausblasen einer Kerze. Die Inhalte oder thematischen Schwerpunkte der Stilleübung können dabei variieren.

Nach der Übung wird den Kindern Zeit für sanfte Bewegungen wie Strecken oder Gähnen gegeben. Anschließend besteht die Möglichkeit, die gemachten Erfahrungen verbal zu teilen. Danach kann der Unterricht ruhig und fokussiert starten. Weitere Details und Anregungen für die Vorbereitung und die Regeln finden Sie auf Seite 52 ff.

Zusatzinformation

Stilleübungen bieten nicht nur den Kindern, sondern auch der Lehrperson wertvolle Vorteile. Studien zeigen, dass schon wenige Minuten Ruhe wie ein Kurzurlaub für das Gehirn wirken können, was zu einer deutlich längeren Aufmerksamkeitsspanne führt. Zudem profitieren der gesamte Organismus und die Gesundheit von solchen Ruhephasen.

Auch wenn die Einführung von Stilleübungen und die ersten Versuche anfangs mehr Zeit in Anspruch nehmen, ist diese Investition nachhaltig lohnend. Mit zunehmender Routine wird die Durchführung einfacher und entfaltet eine spürbar positive Wirkung auf das Klassenklima und die Unterrichtsqualität.





Stilleübungen

Kreative Stilleübungen

- Diverse Mandalas ausmalen oder selbst zeichnen lassen (zB Motive passend zu Jahreszeiten oder anderen Themen).
- Ein gemeinsames Bild zeichnen, ohne zu sprechen: Jede Person kommt nacheinander an die Tafel und malt einen Strich, ohne zu wissen, was daraus entstehen soll.

Meditative Stilleübungen

- Eine große Kugel in einer (Holz-)Schale anrollen lassen, warten, bis die Kugel von allein stehen bleibt, anschließend an die nächste Person weitergeben.
- Eine kleine Glaskugel in einer Blechdose mit einer Hand anrollen lassen, bis die Kugel von allein stehen bleibt, und dann weitergeben.
- Eine Schale mit Wasser und einer Schwimmkerze behutsam weiterreichen.
- Einen schönen Stein in der Runde weitergeben und dabei die persönliche Definition von Stille äußern.
- Einen Händedruck im Kreis still weitergeben.
- Augenkontakt zu einer Person in der Gruppe aufnehmen und ihr zunicken. Diese Person gibt das Nicken weiter und verschränkt dann die Arme. Das Spiel wird fortgesetzt, bis alle an der Reihe waren.
- Eine Kugel – alternativ auch eine imaginäre – im Kreis weiterreichen.

Stilleübungen mit Bewegung

- Alle Kinder sitzen im Kreis. Die Lehrperson steht etwas abseits und ruft leise einzeln die Namen der Kinder, die sich dann ruhig zu ihr stellen.
- Mit einem Malerband einen Kreis/Ellipse auf den Boden kleben und die Kinder auf dieser Linie gehen lassen.

Sortierübungen

- Unterschiedliche kleine Gegenstände (zB Steine, Mais, Kastanien, Muggelsteine etc.) in einem Gefäß bereitstellen und mit einem Hilfsmittel (Pinzette, Gurkenzange) in entsprechende Schüsseln sortieren lassen.
- Kärtchen zu verschiedenen Themen zuordnen, zB gesunde und ungesunde Lebensmittel oder Dinge verschiedenen Jahreszeiten zuweisen.
- Eine thematische Mitte gemeinsam gestalten, zB für das Thema „Leben auf dem Bauernhof“ mit passenden Spielfiguren einen Bauernhof aufbauen.
- Gegenstände der Größe nach sortieren lassen.
- Sich im Raum ordnen (zB nach Augenfarbe), ohne zu sprechen.

Stilleübungen für die Sinne

- Eine Körperreise machen. Augen schließen und die Hände auf verschiedene Körperteile legen, um sie bewusst wahrzunehmen und sanft zu massieren. Stationen könnten sein: Haaransatz, Stirn, Augenbrauen, Wangenknochen, Mund, Kinn, Hals, Schultern, Oberarme, Unterarme, Hände, Schlüsselbein, Brustbein, Bauch, Oberschenkel, Knie, Schienbein, Waden und Füße. Abschließend den ganzen Körper spüren und langsam die Augen öffnen.
- Bequem hinsetzen, die Augen schließen und die Geräusche im Raum bewusst wahrnehmen. Nach einem vereinbarten Signal (zB Glocke oder Gong) die Augen öffnen und reihum erzählen, welche Geräusche gehört wurden.
- An Duftfläschchen riechen lassen und weitergeben.
- Verschiedene Dinge, zB unterschiedliches Moos, verschiedene Steine, Früchte oder Obst ertasten lassen und weitergeben (in einer Schale oder versteckt in einem kleinen Stoffbeutel).
- Eine 20-Cent-Münze in einen halb aufgeblasenen Luftballon geben. Die Kinder lassen die Münze der Reihe nach im Ballon kreisen und warten, bis sie zur Ruhe kommt. Gemeinsam auf das entstehende Geräusch achten.



Ruhe in die Klasse bekommen

ab 1. Schulstufe | Zeitaufwand je nach Methode

Benötigtes Material

- Methodensammlung „Ruhe in die Klasse bekommen“ (S. 106)
- unterschiedlich, je nach gewählter Übung

Vorbereitung

Um die Methode erfolgreich einzuführen, ist es wichtig, mit den Schüler:innen klare Regeln, Zeichen, Gesten und Symbole vorab zu vereinbaren. Diese sollen einfach, eindeutig und von allen akzeptiert sein.

Eine Einführung in die Vorteile von Ruhe und Stille kann das Verständnis und die Akzeptanz der Methoden fördern. Erklären Sie den Schüler:innen, warum Ruhe nicht nur für das Lernen, sondern auch für das Wohlbefinden und die allgemeine Konzentration wichtig ist.

Durchführung

Das Ziel jeder Methode, um Ruhe zu schaffen, besteht darin, die Aufmerksamkeit der Klasse zu bündeln, die Fokussierung zu erleichtern und eine ruhige Lernumgebung herzustellen. Dies gelingt nur, wenn zunächst die Lehrperson selbst innerlich ruhig und zentriert ist.

Bevor Sie eine Methode anwenden, nehmen Sie sich einen Moment, um selbst zur Ruhe zu kommen. Finden Sie einen festen Stand, bevorzugt an einem Ort im Klassenzimmer, der symbolisch für Ruhe steht. Richten Sie sich auf, atmen Sie tief durch und zentrieren Sie sich.

Wählen Sie eine Übung aus der Methodensammlung, die authentisch zu Ihnen passt und die Sie sicher durchführen können. Beispiele für Übungen sind zB Handzeichen, leise Rhythmen klatschen oder ein Signalwort.

Blieben Sie geduldig und beharrlich bei der gewählten Methode. Falls keine Wirkung eintritt, verstärken Sie die Intervention schrittweise: zB erst ein Handzeichen verwenden, dann eine Geste oder leise einen Rhythmus klatschen, anschließend gezielt auf bestimmte Schüler:innen zugehen, die noch nicht reagiert haben.

Sobald die Klasse ihre Aufmerksamkeit zurückgewonnen hat, beenden Sie die Übung bewusst und ruhig. Besprechen Sie die Methode mit der Klasse, insbesondere wenn sie gut funktioniert hat, und etablieren Sie diese als eine neue Strategie, um zur Ruhe zu kommen.

Zusatzinformation

Ruhe ist ein Grundbedürfnis – nicht nur für Lehrkräfte, sondern auch für Schüler:innen. Dies lässt sich gezielt fördern, indem Sie den Schüler:innen erlauben, selbst die Initiative zu ergreifen, wenn es ihnen zu laut wird. Dazu kann ein vereinbartes Zeichen (zB Hand heben, Finger auf die Lippen legen) genutzt werden. Klare Regeln und Strukturen sind essenziell, um eine ruhige Atmosphäre zu schaffen. Durch den Austausch mit Kolleg:innen können einheitliche Interventionen etabliert und von der gesamten Schule genutzt werden. Solche einheitlichen Ansätze erleichtern es den Schüler:innen, sich darauf einzustellen und stärken die Routine.





Ruhe in die Klasse bekommen

Nonverbale Methoden

- Nur mit Blickkontakt die Aufmerksamkeit der Schüler:innen auf sich ziehen und Ruhe signalisieren.
- Positionsanker setzen: Ein fester Ort im Klassenraum wird symbolisch mit Ruhe verbunden. Sobald die Lehrperson diesen Ort einnimmt, ist klar, dass alle ruhig sein sollen.
- Handzeichen verwenden: Die Lehrperson hebt die Hand als nonverbales Zeichen für Ruhe. Alternativ können auch die Schüler:innen dieses Zeichen verwenden, wenn es ihnen zu laut ist. Weitere mögliche Zeichen: eigene Hand auf den Kopf legen, Hände hinter dem Kopf verschränken, ruhig vor der Tafel stehen und die Arme verschränken.
- Einen Regenstab als Ruheanker einsetzen. Sobald alle Nägel durchgerieselt sind, sitzt jede:r auf ihrem/seinem Platz und es herrscht Ruhe.

Methoden mit Rhythmus, Musik oder Bewegung

- Rhythmus-Übungen:
 - Die Lehrperson beginnt, einen Rhythmus zu klatschen, dem die Schüler:innen folgen. Der Rhythmus wird schrittweise leiser, bis Stille einkehrt.
 - Die Lehrperson klatscht einmal in die Hände. Die Schüler:innen klatschen einmal nach, anschließend ist Ruhe.
- Musik einsetzen:
 - Gemeinsam ein Lied singen (zB als Morgenritual) und danach zur Ruhe kommen.
 - Ein Lied abspielen, das die Kinder mögen. Sobald das Lied endet, herrscht Ruhe.
 - Leise, ruhige Musik im Hintergrund spielen, zB bei Gruppenarbeiten. Die Schüler:innen dürfen nicht lauter sein als die Musik bzw. müssen diese noch hören können.
- Bewegungseinheiten:
 - Eine kurze Koordinationsübung mit Musik und geöffnetem Fenster durchführen. Danach entsteht eine natürliche Ruhe.
 - Mit ausgestreckten Armen und zusammengelegten Händen eine liegende Acht in die Luft zeichnen.

Didaktische Methoden

- Innere Ruhe ausstrahlen: Die Lehrperson nimmt sich bewusst einen Moment, um selbst ruhig zu werden. Ein stabiler Stand und eine gefestigte Haltung helfen dabei.
- Visualisieren: Am Beginn der Stunde Dinge an die Tafel schreiben, die die Schüler:innen für diese Stunde benötigen.
- Leise sprechen: Plötzlich sehr leise sprechen, sodass die Schüler:innen aufmerksam werden. Das Gesagte wird nicht wiederholt, um die Konzentration zu fördern.
- Zahlenreihe: Die Schüler:innen zählen laut der Reihe nach. Es darf immer nur eine Person sprechen. Falls zwei gleichzeitig sprechen, beginnt die Zählung erneut. Die Ergebnisse können protokolliert und im Laufe der Zeit verbessert werden.
- Einzelgespräch bei Störungen: Wenn ein einzelnes Kind stört, führen Sie ein kurzes Gespräch mit ihm außerhalb des Klassenzimmers. Fragen Sie ruhig und empathisch: „Ist alles in Ordnung?“, „Brauchst du etwas?“, „Was beschäftigt dich?“. Vermitteln Sie, dass Sie die positiven Seiten des Kindes sehen und sich ein entsprechendes Verhalten wünschen. Schenken Sie dem Kind ein paar Minuten ungeteilte Aufmerksamkeit. Wenn Sie wieder hineingehen, wird darüber nicht mehr geredet.

Sonstige Methoden

- Puls messen: Die Schüler:innen messen ihren eigenen Puls für 30 Sekunden.
- Bewusstes Hören: Die Schüler:innen schließen die Augen und lauschen bewusst den Geräuschen in ihrer Umgebung. Im Anschluss können sie kurz beschreiben, was sie wahrgenommen haben.
- Leseritual:
 - Zu Beginn der Stunde lesen die Schüler:innen für 5 Minuten ein Buch, während die Lehrperson in Ruhe die Stunde vorbereitet.
 - Alternativ kann eine feste „Lesestunde“ eingeführt werden, in der jede:r ein eigenes Buch liest – auch Bücher aus vorherigen Buchvorstellungen sind möglich. Die Lehrperson liest ebenfalls.



Das schwingende Lineal

ab 1. Schulstufe | 5-10 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Das schwingende Lineal“ (S. 108)
- langes Lineal (kein Geodreieck)
- optional: Lineale aus unterschiedlichen Materialien und mit verschiedenen Längen

Vorbereitung

keine

Durchführung

Dieses Experiment veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Schwingungen und Tönen.

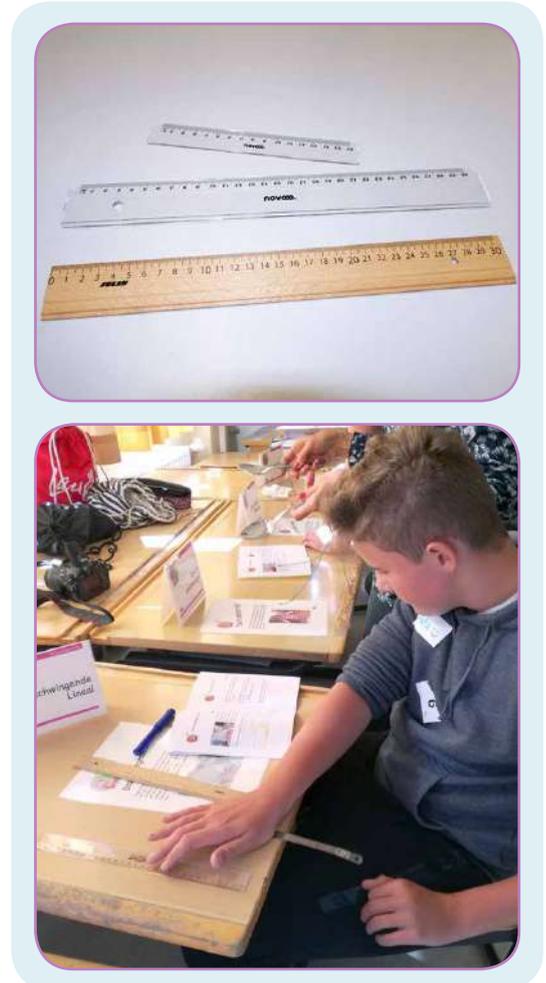
Die Schüler:innen halten ein Lineal an einer Tischkante fest und versetzen das frei stehende Ende in Schwingung. Dabei können sie beobachten, wie Schall entsteht, wenn sich das Lineal bewegt, und wie sich die Töne verändern, wenn der überstehende Teil des Lineals verkürzt oder verlängert wird. Die Aufgabe regt dazu an, die Töne zu vergleichen und zu überlegen, warum ein kürzerer frei stehender Teil höhere Töne erzeugt.

Variante: Das Experiment kann erweitert werden, indem Lineale aus verschiedenen Materialien oder mit unterschiedlichen Längen getestet werden.

Zusatzinformation

Das Experiment verdeutlicht den Zusammenhang zwischen der Frequenz, den Schwingungen und der Tonhöhe. Ein langes Lineal, das weit über die Tischkante hinausragt, schwingt langsamer und erzeugt einen tiefen Ton, da die Länge des schwingenden Teils mehr Platz für die Bewegung bietet. Wird der frei stehende Teil verkürzt, schwingt das Lineal schneller, wodurch ein höherer Ton entsteht.

Bei einem Einsatz verschiedener Lineale kann zusätzlich beobachtet werden, wie das Material des Lineals den Klang beeinflusst, etwa durch Unterschiede in Dichte und Flexibilität. Ein langes Kunststofflineal lässt sich leichter in Schwingung versetzen als ein kurzes Holzlineal.





Das schwingende Lineal

Für das Experiment benötigst du:

- ein langes Lineal (kein Geodreieck)

So führst du das Experiment durch

1. Lege das Lineal über die Tischkante. Halte es mit einer Hand fest, sodass nur ein kurzes Stück des Lineals auf dem Tisch liegt und der Rest in der Luft schwebt.
2. Bringe das frei stehende Ende in Schwingung, indem du es mit einem Finger kurz nach unten drückst.
3. Schiebe das Lineal nun weiter auf den Tisch, sodass nur mehr ein kurzes Stück vom Lineal in der Luft schwebt. Drücke das frei stehende Ende wieder nach unten und lass es los.
4. Experimentiere mit verschiedenen Positionen des Lineals. Versuche, Musik zu machen, indem du es unterschiedlich weit über die Tischkante hinausragen lässt.

Tipp: Zu zweit macht es mehr Spaß, mit den Linealen „Musik“ zu machen!



Beobachte, was passiert!

Was passiert, wenn du das Lineal kurz hinunterdrückst und loslässt?

Wie klingt der Ton, wenn nur ein kurzes Stück vom Lineal in der Luft schwebt?

- höher tiefer

Warum klingt der Ton so?

* Zusatzaufgabe

Probiere das Experiment mit verschiedenen Linealen aus – zB aus Holz oder Kunststoff, lang oder kurz, dick oder dünn. Welche Unterschiede kannst du erkennen?



Das singende Weinglas

ab 1. Schulstufe | 5-10 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Das singende Weinglas“ (S. 110)
- 1 Weinglas
- 1 Becher mit Wasser

Vorbereitung

keine

Durchführung

Für dieses Experiment wird ein Weinglas bis etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt und am Glasfuß mit einer Hand gut festgehalten. Der Zeigefinger der anderen Hand wird mit Wasser befeuchtet und langsam über den Rand des Glases gestrichen. Es kann einige Versuche benötigen, bis das Weinglas zu „singen“ beginnt.

Anschließend wird die Wassermenge im Glas verändert, indem mehr oder weniger Wasser hinzugefügt wird. Nach jeder Veränderung wird das Glas erneut zum „Singen“ gebracht, um die Unterschiede der Töne bei verschiedenen Wasserständen wahrzunehmen.

Zusatzinformation

Das Experiment verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Frequenz und Tonhöhe.

Der Ton entsteht durch die Vibration der Glaswand, die durch die Reibung des befeuchteten Fingers ausgelöst wird. Die Wassermenge beeinflusst dabei die Tonhöhe: Ist wenig Wasser im Glas, entsteht ein hoher Ton, da die Glaswand schneller schwingt. Ist viel Wasser im Glas, entsteht ein tiefer Ton, da die Schwingung langsamer wird.

Wenn das Glas mit viel Wasser gefüllt ist, können die Vibrationen auch an der Wasseroberfläche als sichtbare Wellen erkannt werden. Bei wenig Wasser ist die Frequenz der Schwingungen zu hoch, sodass die Wellen nicht mehr sichtbar sind.

Achten Sie darauf, dass das Glas nicht am Stil, sondern am Glasfuß gehalten wird, da es sonst nicht frei schwingen kann.





Das singende Weinglas

Für das Experiment benötigst du:

- 1 Weinglas
- 1 Becher mit Wasser

So führst du das Experiment durch

1. Fülle das Weinglas etwa zur Hälfte mit Wasser.
2. Halte das Weinglas mit einer Hand am Glasfuß gut fest.
3. Tauche den Zeigefinger der anderen Hand kurz ins Wasser, damit er feucht ist. Streiche dann mit dem feuchten Finger langsam über den Rand des Weinglases. Wiederhole die Bewegung so lange, bis das Glas zu „singen“ beginnt.
4. Fülle nun mehr Wasser in das Weinglas und versuche, es erneut zum „Singen“ zu bringen. Beobachte dabei genau, was mit der Wasseroberfläche passiert!



Beobachte, was passiert!

Konntest du das Weinglas zum Singen bringen?

- ja nein

Wie klingt der Ton, wenn viel Wasser im Weinglas ist?

- höher tiefer

Konntest du Wellen an der Wasseroberfläche sehen, wenn viel Wasser im Weinglas war?

- ja nein



Die wandernde Münze

ab 1. Schulstufe | 5-10 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Die wandernde Münze“ (S. 112)
- 2 identische Weingläser
- 5-Cent-Münze
- Wasser zum Befeuchten des Fingers

Vorbereitung

keine

Durchführung

Beide Weingläser werden dicht nebeneinander, jedoch ohne sich zu berühren, aufgestellt.

Anschließend wird die 5-Cent-Münze vorsichtig auf den Rand eines der Gläser gelegt. Dieser Schritt erfordert Geduld und eine ruhige Hand, daher sollten die Kinder ausreichend Zeit bekommen, die Münze zu platzieren.

Nun wird das zweite Glas, auf dem keine Münze liegt, in Schwingung versetzt. Dazu hält das jeweilige Kind das Glas mit einer Hand am Glasfuß fest. Mit dem befeuchteten Zeigefinger der anderen Hand wird langsam über den Rand des Glases gerieben, bis ein gleichmäßiger Ton entsteht.

Der Ton soll so lange gleichmäßig gehalten werden, bis sich die Münze auf dem zweiten Glas zu bewegen beginnt. Mit etwas Geduld und der richtigen Technik kann die Münze schließlich hinunterfallen.

Zusatzinformation

Durch das Reiben am Weinglas entstehen Schwingungen, die Schallwellen erzeugen. Diese Schallwellen übertragen sich über die Luft auf das zweite Glas und versetzen es in Resonanz. Dadurch beginnt auch das zweite Glas zu schwingen, was sich daran zeigt, dass sich die Münze auf dem Rand bewegt.

Hinweis: Dieses Experiment funktioniert nicht mit allen Weingläsern gleich gut. Testen Sie es vorab, um sicherzustellen, dass die Münze am Rand des Weinglases liegen bleibt und sich die Weingläser gut in Schwingung versetzen lassen, damit die Münze sich auch tatsächlich bewegt. Manchmal liegt die Münze auch zu stabil am Glas – dann sollte diese auf eine andere, weniger stabile Stelle am Rand gelegt und das Experiment erneut durchgeführt werden.

Achten Sie außerdem darauf, dass das Glas nicht am Stil, sondern am Glasfuß gehalten wird, da es sonst nicht frei schwingen kann.





Die wandernde Münze

Für das Experiment benötigst du:

- 2 identische Weingläser
- 5-Cent-Münze
- Wasser zum Befeuchten des Fingers

So führst du das Experiment durch

1. Stelle beide Weingläser dicht nebeneinander hin. Sie dürfen sich aber nicht berühren.
2. Lege die Münze vorsichtig auf den Rand eines der Gläser. Dafür benötigst du eine ruhige Hand – probiere es ruhig mehrmals, falls die Münze zuerst nicht liegen bleibt.
3. Halte das Weinglas ohne Münze am Glasfuß mit einer Hand gut fest.
4. Tauche den Zeigefinger deiner anderen Hand kurz ins Wasser, damit er feucht ist.
5. Streiche dann mit dem feuchten Finger langsam und gleichmäßig über den Rand des Glases. Fahre mit dem Finger so oft im Kreis, bis das Glas einen „singenden“ Ton von sich gibt.
6. Versuche den Ton ein paar Sekunden zu halten und beobachte dabei genau, was mit der Münze auf dem anderen Glas passiert.

Beobachte, was passiert!

Was passiert mit der Münze, wenn du einige Sekunden lang einen Ton erzeugst?

Warum geschieht das? Erkläre, was passiert.





ab 1. Schulstufe | 5 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Körperschall“ (S. 114)
- 1 Stimmgabel

Vorbereitung

keine

Durchführung

Je nach Bauart der Stimmgabel wird diese entweder mit einem Schlägel, am Handknochen oder an einer Tischkante angeschlagen, um sie in Schwingung zu versetzen.

Die Stimmgabel wird am Stiel festgehalten. Der obere Bereich darf nicht berührt werden, um die Schwingungen nicht zu beeinflussen.

Das untere Ende der Stimmgabel wird an den Ellbogen gehalten. Gleichzeitig legt die Versuchsperson die Hand desselben Arms auf das Ohr. Alternativ kann die Stimmgabel auch auf das Knie oder einen anderen Knochen gelegt werden. Dabei wird aufmerksam gelauscht.

Anschließend wird die Stimmgabel erneut angeschlagen und so lange in der Luft gehalten, bis der Ton kaum noch hörbar ist. Danach wird der Stiel der Stimmgabel auf den Kopf (zB die Schädeldecke) gesetzt, und es wird erneut genau gelauscht.



Zusatzinformation

Das Experiment verdeutlicht, wie Schall sich in festen Medien wie Knochen ausbreitet und welche Unterschiede es im Vergleich zur Schallübertragung in der Luft gibt.

Schall breitet sich in festen, flüssigen und gasförmigen Medien aus. Festkörper wie zB Knochen sind besonders gute Leiter von Schallwellen, da die Teilchen in festen Medien deutlich dichter beieinanderliegen als in der Luft. Dies führt zu einer wesentlich höheren Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls.

Wird der Ton über die Knochenschalleitung wahrgenommen, klingt er anders als über die Luftleitung. Dies liegt daran, dass die Schallwellen bei der Knochenschalleitung direkt an das Innenohr weitergeleitet werden. Diese Methode verdeutlicht die Eigenschaften der Schallausbreitung und die Besonderheiten des menschlichen Gehörs.



Körperschall

Für das Experiment benötigst du:

- 1 Stimmgabel

So führst du das Experiment durch

1. Halte die Stimmgabel am „Stiel“ und schlage sie an.
2. Halte das untere Ende der Stimmgabel an deinen Ellbogen und lege die Hand desselben Arms auf dein Ohr
3. Wiederhole den Vorgang und halte die angeschlagene Stimmgabel an dein Knie.
4. Bringe die Stimmgabel erneut zum Schwingen und halte sie in die Luft. Warte, bis du den Ton kaum noch hören kannst und halte dann das untere Ende der Stimmgabel auf deinen Kopf.

Beobachte, was passiert!

Hört sich der Klang der Stimmgabel in der Luft anders an, als wenn du sie auf deinen Ellbogen oder dein Knie hältst?

- ja nein

Wie verändert sich der Klang, wenn du ihn über die Knochen hörst?

- Der Ton ist höher.
 Der Ton ist tiefer.
 Ich höre keinen Unterschied.

Kannst du die Stimmgabel noch hören, wenn sie in der Luft nicht mehr zu hören ist, du sie aber auf deinen Kopf hältst?

- Ja, der Ton ist dann wieder hörbar.
 Nein, ich höre auch dann keinen Ton mehr.



Richtungshören



ab 3. Schulstufe | 10 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Richtungshören“ (S. 116)
- 1 m Schlauch
- Permanentmarker
- Kochlöffel oder Lineal

Vorbereitung

Markieren Sie genau die Hälfte des Schlauches mit einem dicken Strich. Zeichnen Sie dann rechts und links von der mittleren Markierung jeweils 5 dünne Striche im Abstand von 1 cm ein.

Durchführung

Das Experiment wird in Zweierteams durchgeführt.

Ein Kind hält sich die beiden Enden des Schlauches jeweils an ein Ohr. Das andere Kind nimmt das Lineal oder den Kochlöffel in die Hand und klopft damit vorsichtig (!) auf den Schlauch.

Anfangs sollte etwas außerhalb der Markierung geklopft werden und das Kind mit dem Schlauch gefragt werden, ob es das Geräusch zuerst beim rechten oder beim linken Ohr wahrgenommen hat. Wurde rechts geklopft, sollte es auch deutlich am rechten Ohr zuerst zu hören sein.

Dann wird in kleinen Abständen so lange immer näher zur mittleren Markierung geklopft, bis das Kind mit dem Schlauch das Geräusch auf beiden Seiten gleichzeitig hört und nicht mehr erkennen kann, auf welcher Seite geklopft wurde. Es wird notiert, wie viele cm oder mm von der Mitte entfernt die Richtung des Klopfens noch erkannt wurde, und das Experiment auf der anderen Seite (dem anderen Ohr) wiederholt.

Anschließend tauschen die beiden Kinder die Positionen.

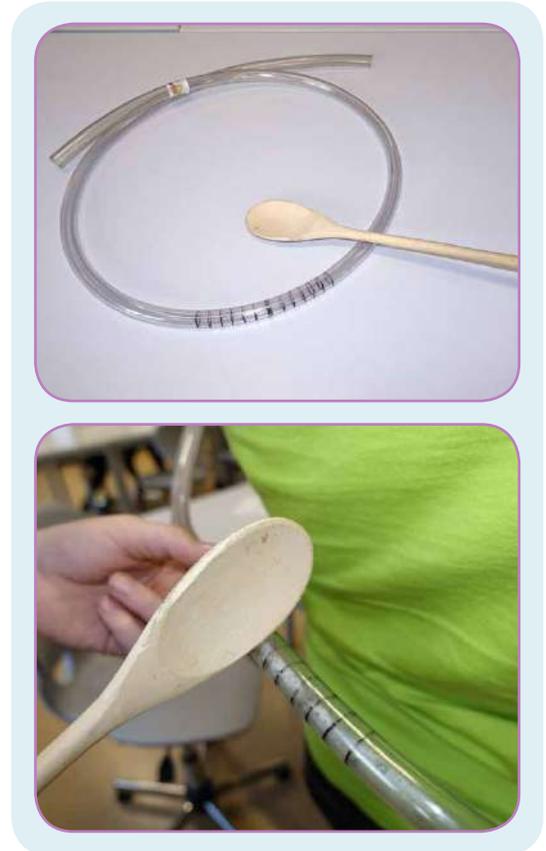
Achtung: Es darf nur sehr sanft auf den Schlauch geklopft werden, da es sonst für das hörende Kind zu laut werden kann.

Zusatzinformation

Das Experiment verdeutlicht die Fähigkeit des menschlichen Gehörs, die Richtung eines Schalls zu erkennen.

Das menschliche Gehör ist in der Lage, Unterschiede in der Schallrichtung bereits ab einem Abstand von etwa 0,5 cm wahrzunehmen. Dies bedeutet, dass die Person einen Schallunterschied von 30 Millisekunden zwischen den Ohren wahrnehmen kann.

Dieses Phänomen erklärt die hohe Sensitivität des **Richtungshörens** bei gut hörenden Menschen.



Richtungshören



Für das Experiment benötigst du:

- 1 markierten Schlauch
- 1 Kochlöffel oder Lineal

So führst du das Experiment durch

1. Für das Experiment benötigst du eine zweite Person.
2. Gib dieser Person den Schlauch und fordere sie auf, je ein Schlauchende an ein Ohr zu halten. Der Schlauch sollte dabei am Rücken anliegen.
3. Starte mit der rechten Seite: Nimm den Kochlöffel und klopfe ganz sanft etwas außerhalb der Markierung auf den Schlauch. Frag, auf welcher Seite das Geräusch zuerst gehört wurde?
4. Klopfe nun etwas näher zur mittleren Markierung.
5. Wiederhole diesen Vorgang, bis die Person das Geräusch auf beiden Seiten gleichzeitig hört und nicht mehr erkennen kann, auf welcher Seite du geklopft hast.
6. Zähle, wie viele Striche von der Mitte entfernt diese Position liegt.
7. Wiederhole das Experiment auf der linken Seite.
8. Anschließend wechselt ihr die Rollen.



Beobachte, was passiert!

_____ Name

erkennt die Richtung des Klopfens mit dem Ohr bis zu folgender Markierung:

- ▶ rechts: _____ Striche von der Mitte entfernt.
- ▶ links: _____ Striche von der Mitte entfernt.

_____ Name

erkennt die Richtung des Klopfens mit dem Ohr bis zu folgender Markierung:

- ▶ rechts: _____ Striche von der Mitte entfernt.
- ▶ links: _____ Striche von der Mitte entfernt.

Schnurtelefon



ab 1. Schulstufe | 20 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Schnurtelefon“ (S. 118)
- 2 leere Joghurtbecher
- 1 lange Schnur
- Nadel oder Stopfnadel (abhängig von der Schnurstärke)
- Klebeband, Schere
- optional: Draht und Feuerzeug für das Bohren der Löcher
- optional: Farben, Papier zum Verzieren der Becher

Vorbereitung

Vor der Durchführung des Experiments wird das Schnurtelefon gebastelt. Für die Durchführung des Experiments werden zwei Personen benötigt. Die Lehrperson entscheidet, ob ein Schnurtelefon pro Kind oder pro 2er-Gruppe gebastelt wird.

In die Mitte des Becherbodens wird je ein Loch gestochen. Bei einem Kunststoffbecher gelingt dies am einfachsten mit einem erhitzten Drahtstück. Die Länge der Schnur wird an die Platzmöglichkeiten im Raum angepasst. Beide Enden der Schnur werden durch die Löcher der Becher gesteckt, verknotet und zur Fixierung mit Klebeband am Becherboden befestigt.

Optional: Die Becher können von den Kindern kreativ gestaltet werden.

Durchführung

Zwei Schüler:innen nehmen jeweils einen Becher in die Hand und bewegen sich so lange auseinander, bis die Schnur straff gespannt ist. Nun können sie sich leise Geheimnisse zuflüstern, die über die Schnur übertragen werden.

Wichtig: Die Schnur muss dabei stets gespannt und frei schwingend sein, um eine optimale Übertragung der Schallwellen zu gewährleisten.

Zusatzinformation

Das Schnurtelefon-Experiment vermittelt den Schüler:innen auf anschauliche Weise die Grundlagen der Schallübertragung. Durch den Bau und die Nutzung des Schnurtelefons erkennen die Kinder, dass Schall nicht nur in der Luft, sondern auch in festen Materialien wie einer Schnur weitergeleitet wird.

Im Fall des Schnurtelefons wird der Schall folgendermaßen übertragen: Die Schallwellen, die durch die Stimme erzeugt werden, werden im Becher gesammelt und versetzen den Becherboden (Membran) in Schwingung. Die Schwingungen werden über die gespannte Schnur weitergeleitet und am anderen Ende der Schnur wieder auf den zweiten Becherboden übertragen. Dieser bringt die Luft im Becher in Schwingung, sodass der Schall erneut als Geräusch hörbar wird. Das leise Gesprochene wird dadurch hörbar.



Schnurtelefon



Für das Experiment benötigst du:

- 2 leere Joghurtbecher
- 1 lange Schnur
- Nadel oder Stopfnadel, Klebeband, Schere
- optional: Farben, Papier zum Verzieren der Becher

So führst du das Experiment durch

1. Stich mit einer Nadel ein Loch in die Mitte des Bodens von beiden Joghurtbechern.
2. Wenn du möchtest, kannst du die Becher bemalen oder verzieren.
3. Überlege, wie weit entfernt von dir die zweite Person stehen kann. So lange sollte die Schnur maximal sein.
4. Fädle die Schnur durch die Löcher in den Böden der Becher und mache an beiden Enden der Schnur je einen dicken Knoten. Der Knoten sollte im Inneren der Becher liegen und groß genug sein, damit er nicht durch das Loch rutscht.
5. Befestige die Knoten mit einem Klebestreifen am jeweiligen Becherboden.
6. Such dir eine zweite Person, mit der du telefonieren möchtest.
7. Jede oder jeder von euch nimmt einen Becher in die Hand. Geht so weit voneinander weg, bis die Schnur straff gespannt ist.
8. Halte den Becher an deinen Mund und flüstere ein leises Geheimnis hinein. Die zweite Person hält den Becher ans Ohr und hört zu. Danach könnt ihr die Rollen tauschen.



Beobachte, was passiert!

Welches Geheimnis hat dir dein Gegenüber geflüstert?

Kannst du erklären, warum das Schnurtelefon funktioniert?



Die künstliche Glocke

ab 1. Schulstufe | 5 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Die künstliche Glocke“ (S. 120)
- 1 Löffel
- 1 Schnur, ca. 1 m lang

Vorbereitung

Der Löffel wird in der Mitte der Schnur festgebunden.

Durchführung

Im ersten Schritt wird der Löffel an den beiden Schnurenden festgehalten und leicht gegen eine Wand oder den Tisch angeschlagen. Das dabei erzeugte Geräusch wird aufmerksam wahrgenommen.

Im zweiten Schritt werden die beiden Schnurenden jeweils auf die Knochen direkt vor der Ohrmuschel gelegt. Anschließend wird der Löffel erneut angeschlagen und es wird dem veränderten Geräusch gelauscht.

Zusatzinformation

Beim ersten Teil des Experimentes wird das „Klingen“ des Löffels über die Luftschallleitung gehört. Über diese Art der Schallleitung nehmen wir den Großteil unserer alltäglichen Geräusche wahr – mit Ausnahme unserer eigenen Stimme.

Im zweiten Teil wird die Schwingung des Löffels über die Schnur, die Fingerknochen und die Gesichtsknochen bis zum Innenohr geleitet. Das Geräusch klingt nun anders, da der Schall über die Knochenschallleitung zum Innenohr übertragen wird.

Aus diesem Grund hört sich unsere eigene Stimme bei Tonaufnahmen oft fremd an, da wir sie normalerweise nicht nur über die Luftschallleitung, sondern auch über die Knochenschallleitung wahrnehmen.





Die künstliche Glocke

Für das Experiment benötigst du:

- 1 Löffel
- 1 Schnur, ca. 1 m lang

So führst du das Experiment durch

1. Binde den Löffel in der Mitte der Schnur fest.
2. Halte jeweils ein Ende der Schnur mit einer Hand fest und schwinde den Löffel gegen eine Wand oder den Tisch.
3. Lausche aufmerksam dem Geräusch!
4. Nun halte die Enden der Schnur auf die Knochen direkt vor deinen Ohren und schwinde den Löffel erneut gegen eine Wand oder den Tisch.
5. Lausche nun diesem Geräusch!

Beobachte, was passiert!

Hört sich das Geräusch bei beiden Varianten gleich an?

- ja nein

Wie hörst du das Geräusch im Vergleich?

Über die Knochen bei meinen Ohren höre ich das Geräusch ...

- höher tiefer

Fallen dir Geräusche ein, die ähnlich klingen?





Lauschen

ab 1. Schulstufe | 10 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Lauschen“ (S. 122)
- 1 mechanische Uhr
- 1 Kunststofftrichter
- 1 Schlauch

Vorbereitung

Ein Schlauchende wird über den Auslass des Trichters gesteckt bzw. dort befestigt.

Durchführung

Der Trichter wird über die tickende Uhr gehalten, während das freie Schlauchende an das Ohr geführt wird. Nun wird dem Geräusch der Uhr aufmerksam gelauscht.

Im Anschluss können mit dem Trichter weitere sehr leise Geräusche, wie das Aneinanderreiben der Finger, verstärkt werden.

Achtung: Es dürfen keine lauten Geräusche über den mit dem Trichter verbundenen Schlauch gehört werden. Bitte sicherstellen, dass – falls vorhanden – die Alarmfunktion der Uhr deaktiviert ist.

Zusatzinformation

Das Experiment verdeutlicht, wie Schallwellen gebündelt und verstärkt werden können. Die Schallwellen, die sich normalerweise kugelförmig in alle Richtungen ausbreiten, werden durch den Trichter gebündelt. Diese gebündelten Schallwellen werden durch den Schlauch direkt an das Ohr weitergeleitet. Dadurch können auch sehr leise oder weiter entfernte Geräusche deutlich wahrgenommen werden.





Lauschen

Für das Experiment benötigst du:

- 1 mechanische Uhr
- 1 Kunststofftrichter, der mit einem Schlauch verbunden ist

So führst du das Experiment durch

1. Stelle dich neben die tickende Uhr. Kannst du von dieser Position das Ticken hören?
2. Nun halte den Trichter über die tickende Uhr und führe das freie Schlauchende an dein Ohr. Lausche genau! Kannst du das Ticken nun besser wahrnehmen?
3. Probiere weitere leise Geräusche mit dem Trichter zu hören, zB das Aneinanderreiben deiner Finger, das Klopfen deines Herzens ... Fallen dir noch weitere leise Geräusche ein?



Beobachte, was passiert!

Kannst du das Ticken der Uhr ohne Trichter hören?

- ja nein

Wie hört sich das Ticken der Uhr mit dem Trichter an?

- leiser gleich laut lauter

Welche anderen Geräusche konntest du mit dem Trichter verstärken?

Erkläre, warum das Geräusch mit dem Trichter lauter gehört wird?



Zitternde Reiskörner

ab 1. Schulstufe | 5 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Zitternde Reiskörner“ (S. 124)
- 1 Schüssel
- 1 Lautsprecher (CD-Player, Smartphone, WLAN-Lautsprecher ...)
- Reiskörner
- Frischhaltefolie

Vorbereitung

Die Frischhaltefolie wird über die Schüssel gespannt, sodass diese vollständig verschlossen ist. Dabei ist darauf zu achten, dass die Folie weder zu straff noch zu locker sitzt. Eine Schüssel mit durchgehend gleichmäßigem Rand ermöglicht eine stabile Befestigung der Folie.

Durchführung

Auf die Folie werden ein paar Reiskörner verteilt und die Schüssel wird neben den Lautsprecher gestellt. Dann spielt man Musik ab und beobachtet genau, wie sich die Reiskörner bewegen. Anschließend erhöht man die Lautstärke etwas und verfolgt erneut die Reaktion der Körner.

Variante: Anstelle von Musik können die Reiskörner auch durch Klatschen, Singen oder verschiedene Musikinstrumente in Bewegung versetzt werden.

Zusatzinformation

Die Schallwellen versetzen die dünne Frischhaltefolie in Schwingung. Die leichten Reiskörner machen diese Schwingung sichtbar, indem sie sich bewegen. Dieses Prinzip ähnelt der Funktion des Trommelfells in unserem Ohr: Wenn Schallwellen auf die dünne Membran treffen, schwingt sie minimal und leitet die Bewegung an die Gehörknöchelchen, das Innenohr und schließlich an das Gehirn weiter – so können wir Töne hören.

Je nach Frequenz und Lautstärke der Schallwellen reagieren die Reiskörner unterschiedlich: Sie können wenig, stark oder gar nicht „zittern“. Es ist daher empfehlenswert, das Experiment vorab durchzuführen und ein Musikstück auszuwählen, das die Reiskörner deutlich in Bewegung versetzt.





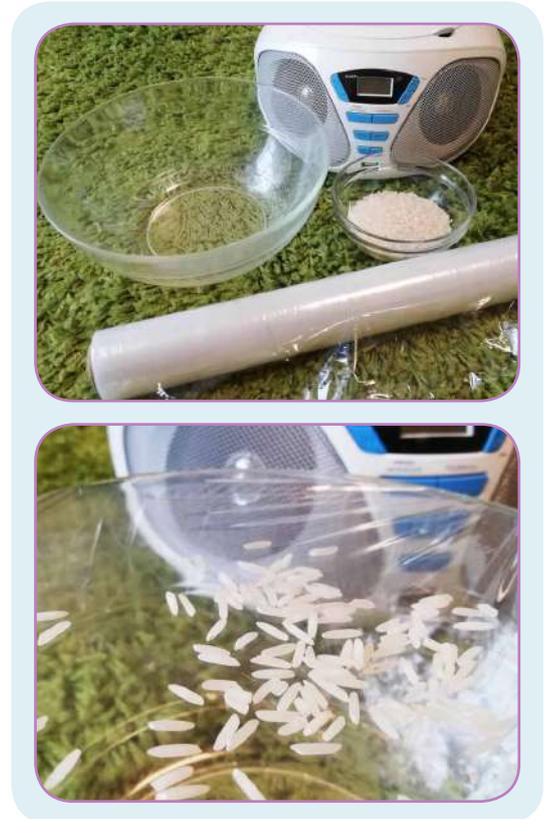
Zitternde Reiskörner

Für das Experiment benötigst du:

- 1 Schüssel mit Frischhaltefolie bespannt
- 1 Lautsprecher (CD-Player, Smartphone, WLAN-Lautsprecher ...)
- Reiskörner

So führst du das Experiment durch

1. Lege einige Reiskörner auf die Frischhaltefolie und stelle die Schüssel neben den Lautsprecher.
2. Spiele Musik ab und beobachte die Reiskörner ganz genau.
3. Erhöhe die Lautstärke der Musik und beobachte die Reiskörner erneut.
4. Schalte die Musik aus.
5. Versuche jetzt, die Reiskörner durch Klatschen in Bewegung zu versetzen.
6. Überlege, womit du die Reiskörner noch zum Zittern bringen könntest, und probiere es aus!



Beobachte, was passiert!

Konntest du die Reiskörner zum Zittern bringen?

- ja nein

Was hat sich verändert, als du die Musik lauter gemacht hast?

Womit konntest du die Reiskörner noch zum Zittern bringen?

Kannst du erklären, warum die Reiskörner sich zu bewegen beginnen?

Übrigens: Nach dem gleichen Prinzip funktioniert auch unser Trommelfell!

Stimmgabel geht baden



ab 1. Schulstufe | 5 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Stimmgabel geht baden“ (S. 126)
- 1 Glas
- 1 Stimmgabel
- Wasser

Vorbereitung

Das Glas wird zu zwei Dritteln mit Wasser gefüllt.

Durchführung

Die Stimmgabel wird angeschlagen und gleich darauf die Spitze leicht schräg ins Wasser gehalten. Möglicherweise muss dies ein paar Mal durchgeführt werden, bevor das Wasser richtig spritzt.

Im Anschluss wird die Stimmgabel wieder angeschlagen und die Spitze langsam zur Wange geführt.

Zusatzinformation

Dieses Experiment macht die unsichtbaren Schwingungen der Stimmgabel auf anschauliche Weise sichtbar und spürbar.

Der Ton der Stimmgabel entsteht durch die Schwingungen ihrer beiden oberen Teile. Diese Bewegungen sind so minimal, dass sie mit bloßem Auge kaum zu erkennen sind. Wenn die Stimmgabel nach dem Anschlagen schräg in die Wasseroberfläche gehalten wird, übertragen sich ihre Schwingungen auf das Wasser, sodass es wegspritzt. Führt man die Stimmgabel nach dem Anschlagen langsam zur Wange, sind die Schwingungen direkt auf der Haut spürbar.





Stimmgabel geht baden

Für das Experiment benötigst du:

- 1 Glas
- 1 Stimmgabel
- Wasser

So führst du das Experiment durch

1. Schlage die Stimmgabel an und halte ihre Spitze schräg in das Wasser.
2. Beobachte die Wasseroberfläche. Falls du nichts erkennen kannst, wiederhole den ersten Schritt einige Male.
3. Schlage die Stimmgabel erneut an und berühre mit ihren Spitzen ganz langsam deine Wange. Was spürst du?

Beobachte, was passiert!

Was konntest du auf der Wasseroberfläche beobachten?

Was konntest du an der Wange spüren?



Papierknaller



ab 1. Schulstufe | 10 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Papierknaller“ (S. 128)
- 1 Blatt A3-Papier
- Behälter, um die fertigen Knaller nach dem Ausprobieren zu sammeln

Vorbereitung

keine

Durchführung

Ein Blatt A3-Papier wird gemäß der Anleitung gefaltet.

Um den Papierknaller zum Knallen zu bringen, wird das eine spitze Ende zwischen Daumen und Zeigefinger, das andere zwischen Zeige- und Mittelfinger genommen (siehe Arbeitsblatt, Bild 7). Wenn die Hand nun schnell von oben nach unten bewegt wird, entsteht ein Knall. Es kann etwas Übung erfordern, bis die Kinder die richtige Handbewegung herausgefunden haben.

Nachdem einige Knaller erzeugt wurden, wird jeder Papierknaller beschriftet und in einer Box gesammelt. Da das Geräusch sehr laut ist, sollte der Papierknaller nur in Maßen und nicht zu oft verwendet werden.

Zusatzinformation

Das Experiment verdeutlicht auf praktische Weise, wie durch eine schnelle Bewegung eine Druckwelle erzeugt wird, die als Knall hörbar wird.

Ein Knall entsteht durch eine plötzliche, stoßartige Änderung der Luftdichte. Diese plötzliche Dichteänderung erzeugt eine Druckwelle, die sich ausbreitet und als Geräusch wahrgenommen wird. Die Lautstärke des Knalls hängt dabei vom Grad der Verdichtung der Luft ab.

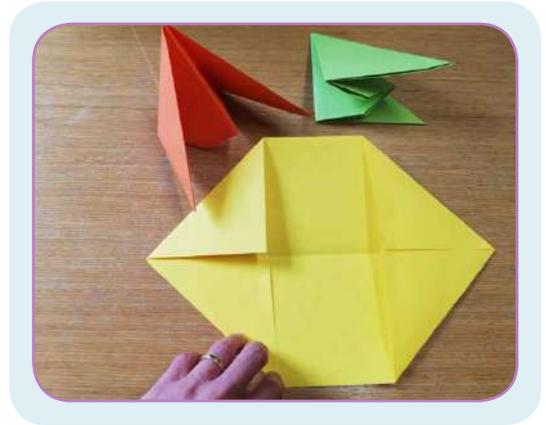




Papierknaller

Für das Experiment benötigst du:

- 1 Blatt A3-Papier

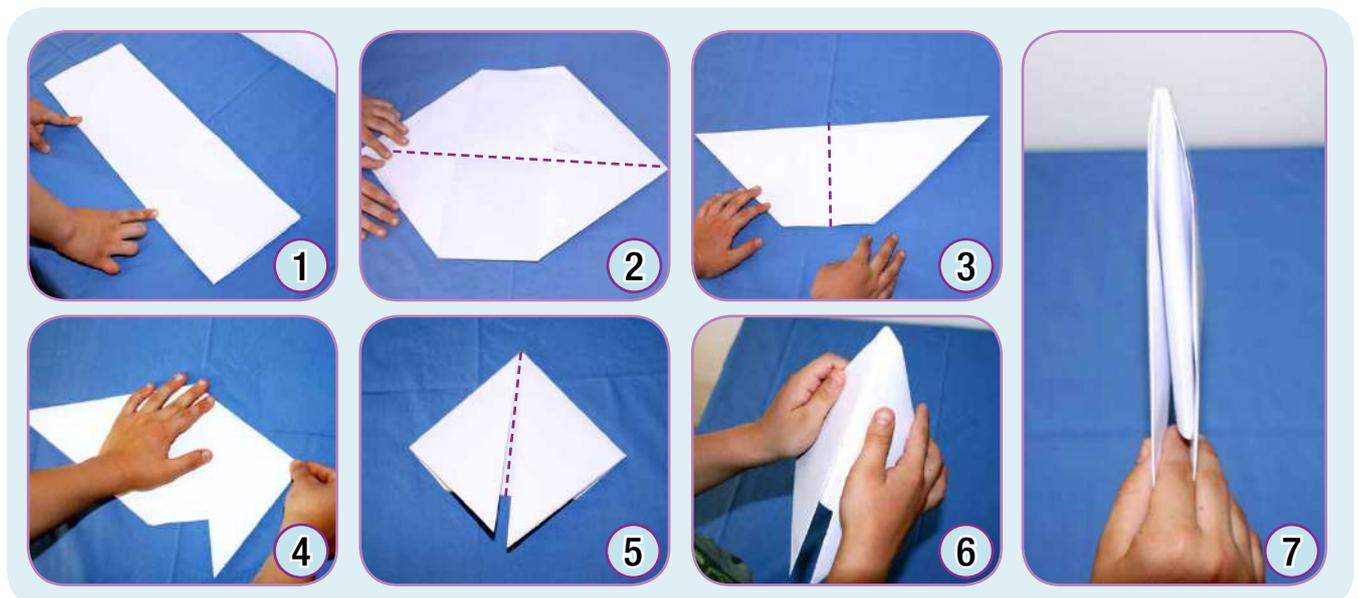


So führst du das Experiment durch

1. Nimm das Papier und falte es gemäß der Anleitung.
2. Halte den fertigen Papierknaller mit drei Fingern:
Das eine spitze Ende zwischen Daumen und Zeigefinger,
das andere zwischen Zeige- und Mittelfinger.
3. Um den Papierknaller zum Knallen zu bringen, bewege ihn schnell von oben nach unten.
Wenn es nicht gleich funktioniert, versuche es ein paar Mal, bis du die richtige Bewegung herausfindest.
4. Du kannst den Papierknaller mehrmals verwenden.
Stülpe dafür das herausgeschleuderte Papierstück wieder zurück in den Knaller.

Beobachte, was passiert!

Warum erzeugt dein Papierknaller einen Knall? Hast du eine Idee?



Hörmemory



ab 1. Schulstufe | 5 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Hörmemory“ (S. 130)
- mindestens 8 identische kleine Dosen (4 Paare)
- mindestens 4 unterschiedliche Gegenstände, die in den Dosen Platz haben (Büroklammern, Reis, Grieß, Kaffeebohnen ...)
- Permanentmarker

Vorbereitung

Jeweils zwei Dosen werden zu einem Viertel mit den gleichen Gegenständen gefüllt. Der Schwierigkeitsgrad kann durch die Anzahl der Dosenpaare oder durch das verwendete Material angepasst werden. Testen Sie die unterschiedlichen Klänge der Gegenstände vorab selbst, um sicherzustellen, dass sie unterscheidbar sind!

Für eine einfache Selbstkontrolle wird an der Unterseite der zusammengehörenden Dosenpaare jeweils dasselbe Symbol gezeichnet.

Durchführung

Die Dosen werden gemischt auf den Tisch gestellt. Die Kinder sollen allein durch Schütteln herausfinden, welche zwei Dosen mit demselben Material gefüllt sind, also welche gleich klingen. Die Selbstkontrolle auf der Unterseite gibt Klarheit über die richtige Zuordnung.

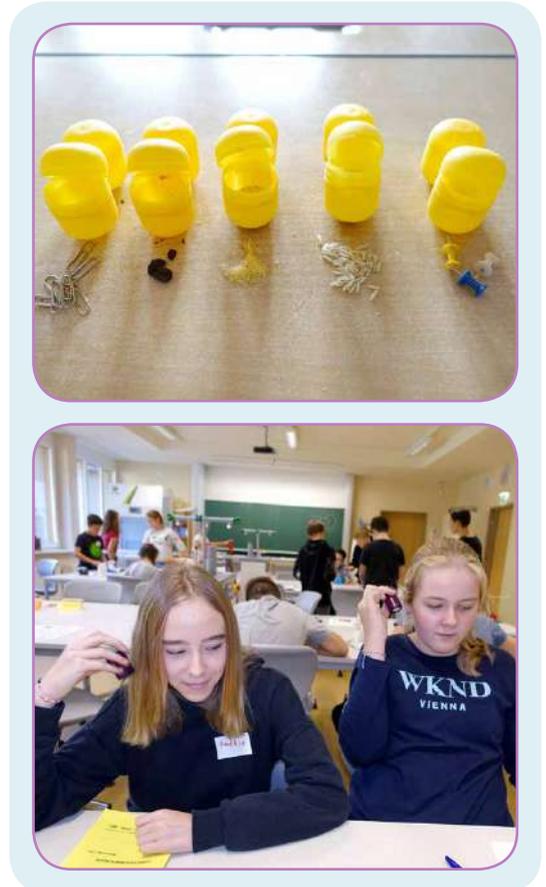
Im Anschluss sollen die Dosen für die nächsten Schüler:innen wieder gemischt aufgestellt werden.

Zusatzinformation

Das Hörmemory fördert die bewusste Wahrnehmung von Geräuschen und stärkt die Fähigkeit, akustische Unterschiede zu erkennen.

Je nach Material klingen alle Dosen leicht unterschiedlich. Wenn die Dosen mit den Fingern fest umschlossen werden, sind die Geräusche leiser, während sie bei lockerem Halten zwischen zwei Fingern lauter sind.

Beim Spiel mit dem Hörmemory bekommen Kinder die Möglichkeit, sich gezielt auf ihren Hörsinn zu konzentrieren. Je intensiver sie sich auf die Unterschiede der akustischen Sinneseindrücke einlassen, desto besser können sie mit der Zeit Geräusche voneinander unterscheiden. Dadurch wird nicht nur die auditive Wahrnehmung geschult, sondern auch die Konzentration gefördert.





Hörmemory

Für das Experiment benötigst du:

- kleine Dosen, gefüllt mit verschiedenen Materialien

So führst du das Experiment durch

1. Schüttele die Dosen nacheinander und höre aufmerksam, wie jedes Geräusch klingt.
2. Überlege, welche zwei Dosen genau gleich klingen.
3. Finde durch Schütteln die jeweiligen Paare und stelle sie nebeneinander.

Beobachte, was passiert!

Auf der Unterseite der Dosen befindet sich die Lösung!
Dreh die Dose um und kontrolliere dein Ergebnis.

Wie viele Paare konntest du mit deinem Gehör finden?

_____ Paare

Stelle die Dosen für die nächsten Schüler:innen wieder gemischt auf den Tisch.





Wir erzeugen Töne

ab 1. Schulstufe | 5 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Wir erzeugen Töne“ (S. 132)
- unterschiedliche Jausenboxen
- verschiedene Arten von Gummiringen

Vorbereitung

keine

Durchführung

Die Gummiringe werden über eine offene Jausenbox gespannt und wie Gitarrensaiten angezupft. Dabei wird aufmerksam auf den erzeugten Klang geachtet.

Zusatzinformation

Das Experiment verdeutlicht, dass Klänge durch Schwingungen erzeugt werden, wie die Eigenschaften von Materialien (zB Spannung, Dicke, Größe) den Klang beeinflussen und welche Funktion ein Resonanzkörper hat.

Je nach Material und Größe der Jausenbox sowie je nach Dicke und Spannungsgrad der Gummiringe klingen die „Saiten“ unterschiedlich. Je stärker ein Gummiring gespannt ist, desto höher klingt der erzeugte Ton.

Hält man die Jausenbox in der Hand und zupft an den Gummiringen, so werden die Schallwellen als Vibration spürbar. Die Box dient dabei als Resonanzkörper, der die Schallwellen verstärkt und so das Geräusch, das durch das Anspielen der Gummiringe entsteht, deutlich hörbar macht.





Wir erzeugen Töne

Für das Experiment benötigst du:

- unterschiedliche Jausenboxen
- verschiedene Arten von Gummiringen

So führst du das Experiment durch

1. Spanne verschiedene Gummiringe über eine offene Jausenbox.
2. Zupfe die Gummiringe wie eine Gitarrensaite mit deinem Finger an. Hör genau hin, welche Töne dabei entstehen.
3. Wiederhole das Experiment mit unterschiedlichen Gummiringen und verschiedenen Jausenboxen. Welche Töne hörst du jetzt?

Beobachte, was passiert!

Wie klingen Gummiringe, die fester gespannt sind, im Vergleich zu locker gespannten?

höher

tiefer

Kannst du mit der Jausenbox-Gitarre eine kleine Melodie spielen?



Gläser-Xylophon



ab 1. Schulstufe | 5 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Gläser-Xylophon“ (S. 134)
- 4 identische Wassergläser
- 4 identische Flaschen (Variante)
- Schlägel (zB Gabel, Holzstab ...)
- Wasser
- optional: Wasserfarben zum Färben des Wassers

Vorbereitung

Die Wassergläser werden mit unterschiedlich viel Wasser gefüllt und entsprechend der eingefüllten Wassermenge der Reihe nach aufgestellt. Das Glas mit der geringsten Wassermenge steht ganz links, das mit der größten ganz rechts.

Um das Experiment optisch ansprechend zu gestalten, kann das Wasser mit Wasserfarben eingefärbt werden.

Durchführung

Mit dem Schlägel wird vorsichtig auf die Gläser geklopft, und dem erzeugten Ton wird aufmerksam gelauscht. Durch das Verändern der Wassermenge kann der Klang der Gläser gezielt „abgestimmt“ werden, um beispielsweise eine einfache Tonleiter zu erzeugen.

Unterschiedliche Schlägel, wie eine Gabel oder ein Holzstab, erzeugen dabei unterschiedliche Klänge.

Variante:

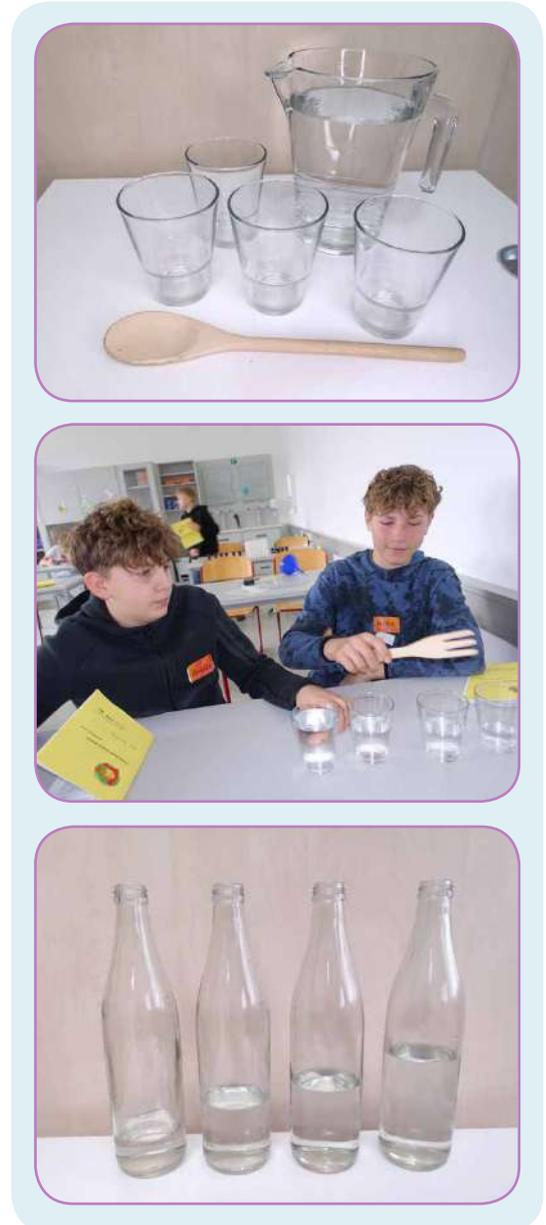
Anstelle von Gläsern können auch identische Flaschen verwendet werden. Statt auf die Flaschen zu klopfen, wird hier vorsichtig in die Flaschenöffnung hineingeblasen, wodurch ein Ton entsteht. Auch bei dieser Variante bewirken unterschiedliche Wassermengen verschiedene Tonhöhen.

Zusatzinformation

Schlägt man auf ein mit Wasser gefülltes Glas oder bläst man in eine Flasche, wird die Schwingung durch das Glas, das Wasser und die Luft darin beeinflusst.

Beim Schlagen auf das Glas schwingt das Glas selbst und erzeugt den Ton. Mehr Wasser dämpft die Schwingung, sodass der Ton tiefer wird. Weniger Wasser lässt das Glas freier schwingen, wodurch ein höherer Ton entsteht.

In der Variante mit Hineinblasen schwingt die Luftsäule in der Flasche. Je länger die Luftsäule (also desto weniger Wasser in der Flasche ist), desto tiefer ist der Ton. Eine kürzere Luftsäule (bei mehr Wasser) schwingt schneller, was einen höheren Ton ergibt.





Gläser-Xylophon

Für das Experiment benötigst du:

- 4 identische Wassergläser, gefüllt mit unterschiedlich viel Wasser
- Schlägel (zB Gabel, Holzstab ...)

So führst du das Experiment durch

1. Stelle die Gläser der Reihe nach auf. Das Glas mit der geringsten Wassermenge kommt ganz nach links, das mit der größten ganz nach rechts.
2. Klopfe vorsichtig auf die Gläser und höre, welche Töne dabei entstehen.
3. Passt ein Ton nicht gut zu den anderen, verändere die Menge an Wasser in diesem Glas, bis die Töne harmonisch klingen.
4. Versuche, Musik mit den Gläsern zu machen.

Beobachte, was passiert!

Wie klingt der Ton, wenn weniger Wasser im Glas ist, im Vergleich zu Gläsern mit mehr Wasser?

- höher tiefer

Kannst du mit dem Gläser-Xylophon eine Tonleiter oder sogar eine kleine Melodie spielen?





Singender Luftballon

ab 1. Schulstufe | 5 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Singender Luftballon“ (S. 136)
- 2 Luftballone
- 10-Cent-Münze
- 20-Cent-Münze

Vorbereitung

In einen Luftballon wird eine 10-Cent-Münze, in den anderen eine 20-Cent-Münze hineingeschoben. Beide Luftballone werden zur Hälfte aufgeblasen und anschließend fest verknotet.

Durchführung

Der Luftballon wird mit den Fingern rund um den Verschluss gehalten. Die Münze im Inneren wird durch kreisende Bewegungen so in Schwung gebracht, dass sie an der Innenseite des Luftballons entlangrollt. Es kann einige Versuche erfordern, diese Bewegung präzise auszuführen.

Um die Münze in Bewegung zu bringen, kann es hilfreich sein, den Luftballon zunächst kurz zu schütteln, sodass sich die Münze aufstellt und leichter in eine rollende Bewegung übergeht. Der zweite Luftballon mit der anderen Münze wird für den Vergleich genutzt, um die unterschiedlichen Klänge der beiden Münzen zu hören.



Zusatzinformation

Das Experiment verdeutlicht, dass Materialeigenschaften und die Struktur eines Objekts (hier die Rillen der Münzen) Einfluss auf die entstehenden Klänge haben.

Die Rillen am Rand der Münzen versetzen die Haut des Luftballons in Schwingung, während die Münze im Inneren rollt. Diese Schwingungen werden über die Luft an die umgebenden Luftmoleküle weitergegeben, bis das Geräusch unser Ohr erreicht und wir den Klang wahrnehmen können.

Da 10-Cent-Münzen und 20-Cent-Münzen unterschiedliche Rillen und Größen haben, erzeugen sie verschiedene Schwingungen und somit unterschiedliche Klänge. Die 20-Cent-Münze hat weniger und breitere Rillen im Vergleich zur 10-Cent-Münze. Dadurch versetzt sie die Luftballonhaut in langsamere Schwingungen, was einen tieferen Ton erzeugt. Ein weiterer Einflussfaktor ist die Spannung der Luftballonhaut. Unterschiedliche Luftballone oder der Füllgrad können den Klang verändern.

Hinweis: Bei einer beschädigten Münze oder einem minderwertigen Luftballon kann der Luftballon während des Experiments platzen.



Singender Luftballon

Für das Experiment benötigst du:

- 2 Luftballone
- 10-Cent-Münze
- 20-Cent-Münze

So führst du das Experiment durch

1. Schiebe die 10-Cent-Münze in einen Luftballon und die 20-Cent-Münze in den anderen.
2. Blase beide Luftballone zur Hälfte auf und knote sie zu.
3. Halte den Luftballon mit den Fingern rund um den Knoten.
4. Schüttele den Ballon kurz, damit sich die Münze aufstellt, und führe anschließend kreisende Bewegungen aus. Übe diese Bewegung, bis die Münze im Inneren zu kreisen beginnt und der Luftballon „singt“.
5. Wiederhole den Vorgang mit dem zweiten Luftballon und höre genau hin. Wie klingt dieser Luftballon im Vergleich zum ersten?



Beobachte, was passiert!

Klingen die beiden Luftballone unterschiedlich?

- ja nein

Was passiert mit der Münze im Inneren des Luftballons?

Wenn du den Ballon gegen das Licht hältst, kannst du vielleicht sogar die Bewegung der Münze durch die Luftballonhaut beobachten.

Kannst du erklären, warum das Geräusch entsteht?



Singender Schmetterling

ab 2. Schulstufe | 20 Min.

Benötigtes Material

- Kopiervorlage „Singender Schmetterling“ (S. 138)
- Arbeitsblatt „Singender Schmetterling“ (S. 139)
- Papier (160 g)
- Holzwäscheklammer
- 2 unterschiedliche Luftballone
- Korkenscheibe halbiert
- Holzleim
- Schnur
- Schere
- Stifte zum Bemalen

Vorbereitung

Die Vorlage wird auf buntes, dickes Papier kopiert oder gedruckt. Jedes Kind erhält eine ausgedruckte Vorlage.

Die Feder der Holzwäscheklammer wird entfernt. Da dieser Schritt je nach Klammer schwieriger sein kann, empfiehlt es sich, insbesondere für jüngere Kinder, die vorbereiteten Wäscheklammerhälften direkt bereitzustellen. Die Korkenscheiben werden vorab halbiert.

Durchführung

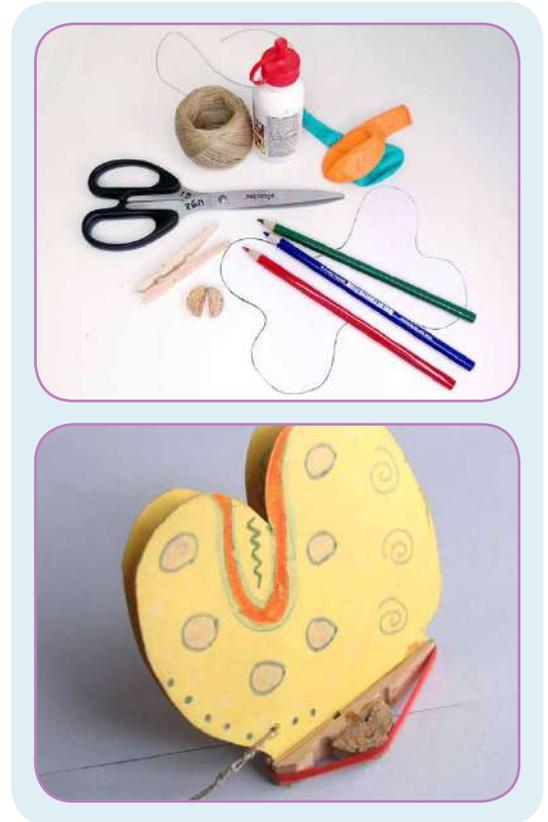
Die Schmetterlingsflügel werden ausgeschnitten und individuell bemalt. Auf die Innenseite jeder Wäscheklammerhälfte wird mittig eine halbierte Korkenscheibe geklebt. Die zusammengefalteten Flügel werden anschließend zwischen den vorbereiteten Klammerhälften befestigt. Aus den beiden Luftballons wird jeweils ein schmaler Ring abgeschnitten, der über die Holzklammer und die Korkenscheiben gespannt wird. Abschließend wird am vorderen Teil des Schmetterlings ein kleines Loch gestanzt, durch das eine Schnur gezogen und befestigt wird. Das freie Ende der Schnur wird in die Hand genommen und der Schmetterling wird durch Kreisbewegungen „zum Fliegen“ gebracht.

Zusatzinformation

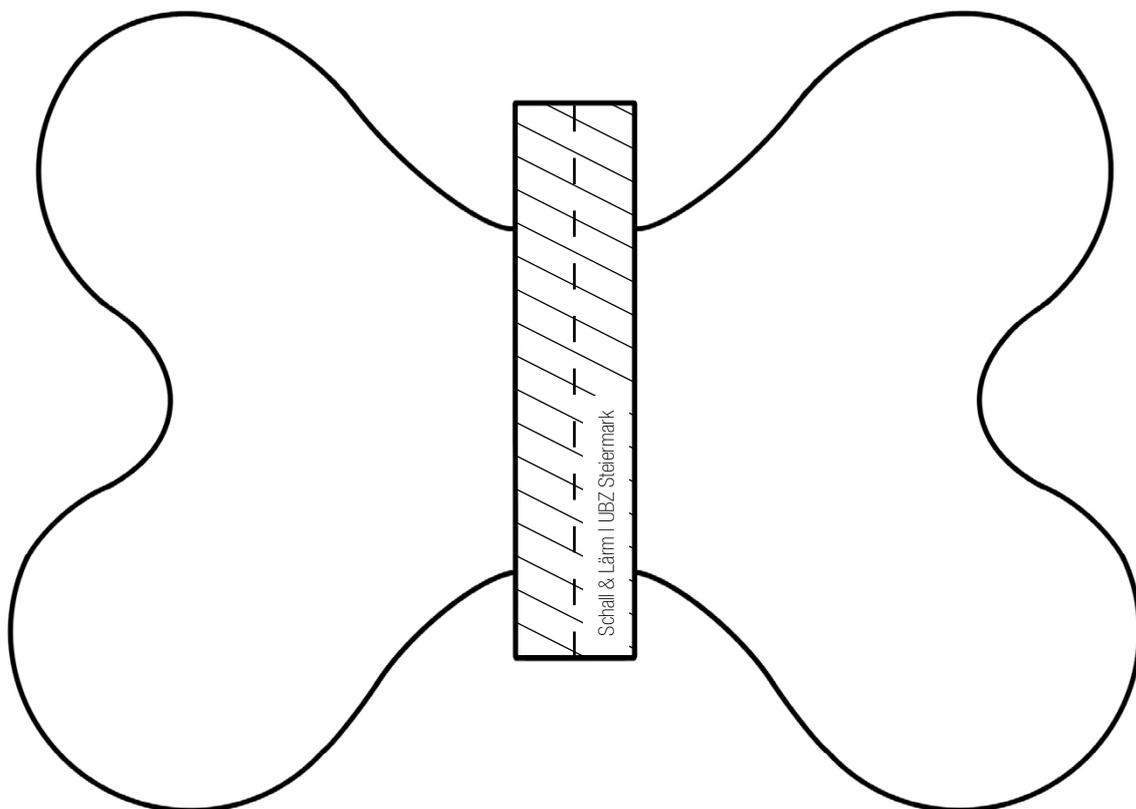
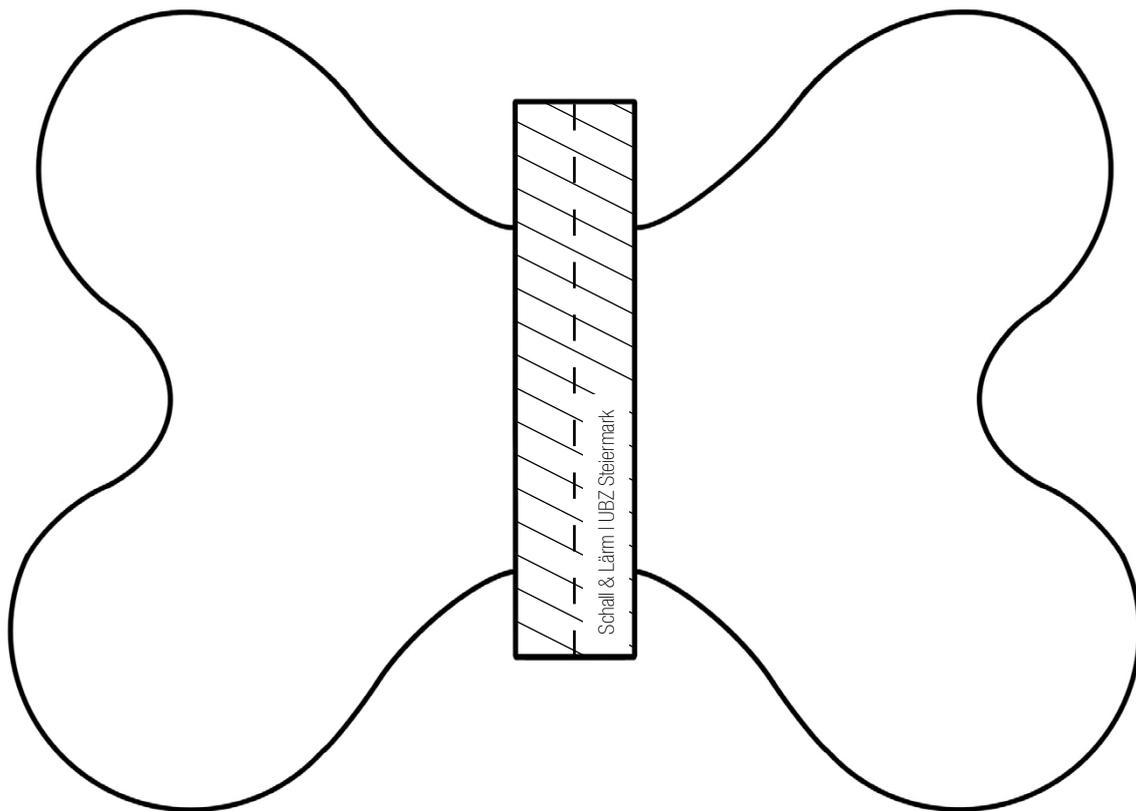
Das Experiment veranschaulicht die Entstehung von Schall durch Vibration und fördert gleichzeitig handwerkliche Fähigkeiten, Kreativität und Feinmotorik.

Beim Einsatz des Schmetterlings entsteht ein surrendes Geräusch, das durch die Vibration der Luftballonringe in der Luft erzeugt wird. Die Gummibänder werden durch die Luftbewegung in Schwingung versetzt. Diese Schwingungen erzeugen Schallwellen, die sich durch die Luft ausbreiten und schließlich vom Ohr wahrgenommen werden.

Die beiden Luftballonringe haben unterschiedliche Elastizitäten und Materialeigenschaften, wodurch sie leicht verschiedene Vibrationen erzeugen. Dies führt zu zwei unterschiedlichen Tönen mit verschiedenen Frequenzen. Ein straff gespanntes Gummiband schwingt schneller, hat eine höhere Frequenz und erzeugt somit einen hohen Ton. Dünne und leichte Gummibänder schwingen ebenfalls schneller und erzeugen höhere Töne. Im Gegensatz dazu schwingt ein dickes oder weniger straff gespanntes Gummiband langsamer, hat eine niedrigere Frequenz und erzeugt einen tiefen Ton.



2.2.31 Singender Schmetterling | Kopiervorlage





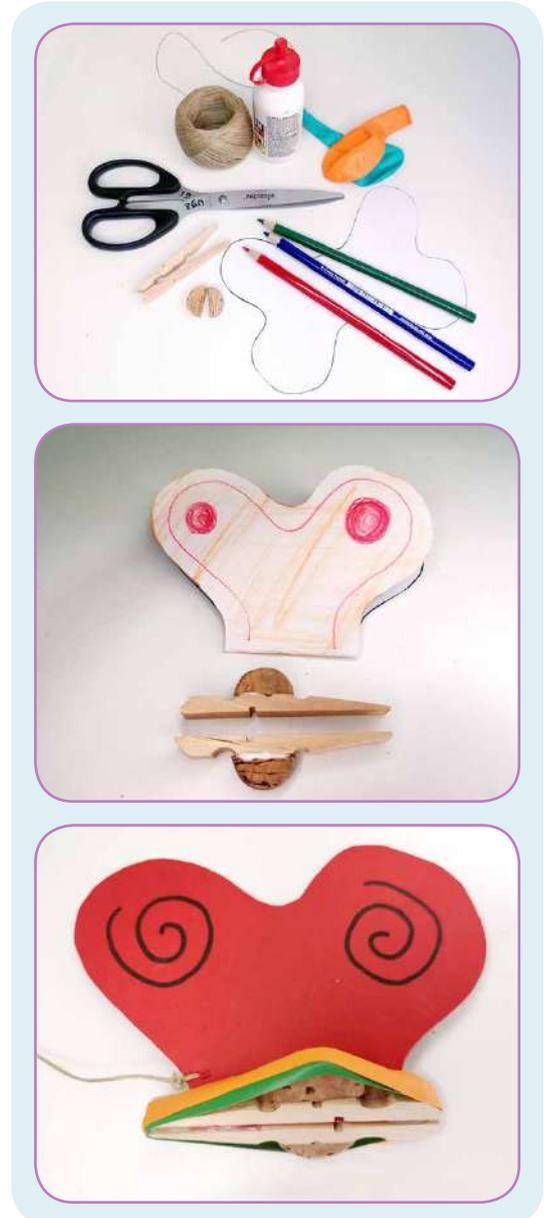
Singender Schmetterling

Für das Experiment benötigst du:

- Schmetterlingsvorlage auf dickem Papier (160 g)
- 2 Holzwäscheklammerhälften
- 2 unterschiedliche Luftballone
- 2 halbe Korkenscheiben
- Schere, Leim, Schnur, Stifte zum Bemalen

So führst du das Experiment durch

1. Schneide die Schmetterlingsvorlage aus dem Papier aus und bemale die Flügel bunt.
2. Falte den Schmetterling in der Mitte, sodass die bemalte Seite nach außen zeigt.
3. Klebe eine Korkenhälfte mittig auf die Innenseite der ersten Wäscheklammerhälfte. Wiederhole den Vorgang bei der zweiten Klammerhälfte.
4. Befestige den gefalteten Schmetterling zwischen den beiden vorbereiteten Klammerhälften und lass den Leim gut trocknen.
5. Schneide aus jedem der beiden Luftballons einen schmalen Ring ab.
6. Spanne einen Luftballonring um die Klammer und den Korken. Wiederhole den Schritt mit dem zweiten Ring, sodass die beiden Ringe übereinanderliegen.
7. Stanz mit einem Stift ein kleines Loch in den vorderen Teil des Schmetterlings und befestige dort die Schnur.
8. Nimm das Ende der Schnur und lass deinen Schmetterling im Kreis fliegen.



Beobachte, was passiert!

Was kannst du hören, wenn der Schmetterling im Kreis fliegt?

Hast du eine Idee, wie dieses Geräusch entsteht?

Geräusche-Sammelpass



ab 1. Schulstufe | individuell

Benötigtes Material

- Mein Geräusche-Sammelpass (S.141-142)

Vorbereitung

Jedes Kind erhält einen Geräusche-Sammelpass.

Durchführung

Im Geräusche-Sammelpass sollen die Kinder die Geräusche eintragen, die sie im Laufe des Tages hören. Gleichzeitig werden diese Geräusche bewertet und es wird auf Möglichkeiten zur Verbesserung hingewiesen. Die notierten Schallereignisse sowie die persönliche Einstufung als „Lärm“ oder „Kein Lärm“ werden anschließend mit der gesamten Klasse besprochen und diskutiert.

Im gemeinsamen Austausch werden Methoden gesammelt, wie die individuelle Lärmbelastung verringert werden kann. Eine abschließende Zusammenfassung mit Tipps zum Schutz der Ohren führt dazu, dass sich die Schüler:innen vielseitig mit dem Thema Lärm auseinandersetzen.

Zusatzinformation

Die Arbeit mit dem Geräusche-Sammelpass sensibilisiert die Schüler:innen für die Geräuschkulisse ihrer Umgebung und vermittelt ihnen ein Bewusstsein für Lärm. Diese Wahrnehmung ist eine wichtige Grundlage, um Ideen zur Reduktion von Lärmbelastung zu entwickeln, was sich auch positiv auf den Geräuschpegel im Klassenzimmer auswirken kann.

Ziel der Methode ist die Erkenntnis, dass wir ständig von Geräuschen umgeben sind und dass störende Geräusche als Lärm wahrgenommen werden. Dabei wird deutlich, dass die Bewertung von Lärm subjektiv ist und von verschiedenen Faktoren, wie der persönlichen Empfindlichkeit, der Art des Geräuschs oder der Situation, abhängt.



Diese Geräusche
waren angenehm für mich:

- 1.) _____
- 2.) _____
- 3.) _____

Diese Geräusche
waren Lärm für mich:

- 1.) _____
- 2.) _____
- 3.) _____

.....

Lärm ist subjektiv!
 Das heißt, Lärm ist für dich etwas Anderes als zB für deine Eltern. Lärm ist ein Geräusch, das dich stört, dir unangenehm ist und dich sogar krank machen kann!

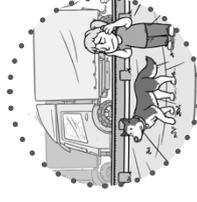
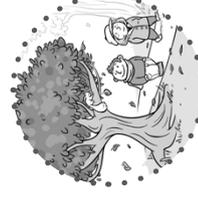
.....

So kannst du dich schützen:

- 😊 Ohren zuhalten 😊 Abstand zur Lärmquelle vergrößern
 - 😊 Lärm-Pausen machen 😊 einen ruhigen Ort aufsuchen
-



Mein Geräusche- Sammelpass



Name: _____

Klasse: _____

Lärm-Spar-Vertrag



ab 2. Schulstufe | 15 Min.

Benötigtes Material

- Lärm-Spar-Vertrag (S. 144)
- farbiges Plakat DIN A1
- Klebestreifen

Vorbereitung

Jedes Kind erhält einen Lärm-Spar-Vertrag. Zuvor sollten die Themen Schall und Lärm sowie die Auswirkungen von Lärm schon gemeinsam mit den Schüler:innen erarbeitet worden sein.

Durchführung

Diese Übung dient dazu, den Lärmpegel im Klassenzimmer nachhaltig zu senken. Dazu wählt jedes Kind eine Tätigkeit aus, mit der es während des Unterrichts Lärm verursacht, wie zB mit dem Stift spielen, mit den Hausschuhen wackeln, rausrufen ...

Jedes Kind formuliert sein Bemühen, schreibt dieses auf den Lärm-Spar-Vertrag und verpflichtet sich durch seine Unterschrift dazu, sein Vorhaben möglichst gut umzusetzen. Kinder, die sich bereits ruhig im Unterricht verhalten, können angeben, dass sie ein Vorbild für die anderen Kinder sein wollen.

Die einzelnen Lärm-Spar-Verträge werden auf einem Plakat gesammelt und im Klassenraum gut sichtbar aufgehängt. Die Übung gewinnt an Relevanz, wenn jeder Vertrag bzw. das Vorhaben jedes einzelnen Kindes von der Lehrperson oder vom jeweiligen Kind selbst vorgelesen wird.

Im Schulalltag sollte darauf immer wieder Bezug genommen werden, wenn die Lärmsituation es erfordert, bzw. Lob ausgesprochen werden, wenn es gelingt, dass es im Unterricht ruhiger wird.

Zusatzinformation

Das Ziel der Übung ist es, ein Bewusstsein dafür zu schaffen, wie Lärm entsteht und wie jede:r Einzelne dazu beitragen kann, ihn zu reduzieren. Durch das eigenständige Formulieren und die Unterzeichnung des Lärm-Spar-Vertrags übernehmen die Kinder Verantwortung für ihr eigenes Verhalten.

Dabei ist es wichtig, den Schüler:innen zu verdeutlichen, dass sie selbst von einer ruhigeren Lernumgebung profitieren. Ein reduzierter Lärmpegel fördert nicht nur die Konzentration, sondern trägt auch zu einem stressfreieren, angenehmeren Klassenklima bei, das das Wohlbefinden aller verbessert.



Lärm-Spar-Vertrag

Name: _____

So will ich helfen, den Lärm in der Klasse zu verringern:

_____ Datum

_____ Unterschrift

Lärm-Spar-Vertrag

Name: _____

So will ich helfen, den Lärm in der Klasse zu verringern:

_____ Datum

_____ Unterschrift

Lärm-Spar-Vertrag

Name: _____

So will ich helfen, den Lärm in der Klasse zu verringern:

_____ Datum

_____ Unterschrift

Lärm-Spar-Vertrag

Name: _____

So will ich helfen, den Lärm in der Klasse zu verringern:

_____ Datum

_____ Unterschrift



Eine Blumenwiese entsteht

ab 1. Schulstufe | 15 Min.

Benötigtes Material

- Kopiervorlage Blumen (S. 146-147)
- grünes Tuch/grüne Decke
- Schachtel oder Box
- Bildkarten von Blumen
- optional: Karten mit den Namen der Blumen

Vorbereitung

Das grüne Tuch wird in die Mitte des Sesselkreises ausgebreitet und aufgelegt. Die Bildkarten werden in einer Box neben dem grünen Tuch bereitgestellt. Es müssen mindestens so viele Bildkarten vorbereitet werden, wie es Schüler:innen in der Klasse gibt.

Durchführung

Die Schüler:innen sitzen in einem Sitzkreis. In der Mitte liegt das grüne Tuch als „Wiese“.

Erklären Sie den Ablauf und dass bei der Stilleübung nicht gesprochen wird: „Wir legen eine Blumenwiese, und dabei bleiben wir ganz leise. Wir bewegen uns langsam und beobachten einander genau.“

Zeigen Sie die Übung vor: Nehmen Sie ein Blumenbild, gehen Sie langsam zur Wiese, legen Sie es achtsam ab und setzen Sie sich dann wieder hin. Nun darf sich jedes Kind der Reihe nach ein Bild aussuchen, leise zur Wiese gehen und es dort ablegen. Das nächste Kind darf erst dann aufstehen, wenn das vorangegangene Kind wieder sitzt.

Optional: Im zweiten Durchgang können Kärtchen mit den Blumennamen zu den Bildern gelegt werden. Die Kinder versuchen der Reihe nach, die Namen den Bildern zuzuordnen. Entscheiden Sie vorab, ob dies noch Teil der Stilleübung bleibt oder ob dabei gesprochen werden darf.

Zusatzinformation

Die Übung eignet sich hervorragend als Einstieg in ein neues Thema. Sie fördert Konzentration, Achtsamkeit und eine ruhige Arbeitsatmosphäre. Je nach Thema können statt Blumen auch andere Motive verwendet werden, zB Tiere, Waldschätze (Zapfen, Blätter, Moos), Obst und Gemüse, Frühlingsmotive ...

Als Lehrperson habe Sie Vorbildwirkung: Ihre eigene Ruhe und Gelassenheit überträgt sich auf die Kinder.

Nehmen Sie sich die Zeit für die Einführung – die Ruhe, die danach in der Klasse herrscht, gleicht diese vermeintlich „verlorene“ Zeit aus.





Gänseblümchen



Löwenzahn



Margerite



Wiesen-Klee



Schafgarbe



Witwenblume



Wiesen-Fuchsschwanz



Glockenblume



Spitzwegerich



Knäuelgras



Labkraut



Hornklee



Wie bin ich von Lärm betroffen?

ab 5. Schulstufe | 25 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Wie bin ich von Lärm betroffen?“ (S. 149)

Vorbereitung

Jedes Kind erhält ein Arbeitsblatt.

Durchführung

Führen Sie mit den Kindern eine Gedankenreise durch:

„Stell dir vor, es ist ein ganz normaler Schultag. Du wachst auf und beginnst deinen Tag. Wo und wann erlebst du Lärm – zu Hause, in der Schule, in der Freizeit? In welchen Körperteilen spürst du die Auswirkungen von Lärm? Wann und wo findest du Ruheinseln, bei denen du dich vom Lärm erholen kannst?“

„Wie sieht es am Wochenende aus? Erlebst du Lärm an anderen Orten oder zu anderen Zeiten? Spürst du Lärm an anderen Körperstellen? Und wie sieht es mit den Ruheinseln am Wochenende aus?“

Die Schüler:innen tragen ihre Ergebnisse in Einzelarbeit in das Arbeitsblatt ein.

In der gesamten Klasse werden anschließend die individuellen Ergebnisse sowie Unterschiede in den Empfindungen besprochen. Zum Abschluss kann ein gemeinsames Bild gestaltet werden, in dem alle Bereiche, an denen Lärm gespürt wird, in einer großen Zeichnung eines Menschen eingezeichnet werden. Ebenso könnte eine Sammlung der verschiedenen Ruheinseln erstellt oder eine Häufigkeitsverteilung in Mathematik durchgeführt werden.

Zusatzinformation

Lärm ist Schall, der als störend empfunden wird. Chronische Lärmbelastung kann u. a. das Nervensystem überreizen, wodurch der Stresspegel steigt und langfristige gesundheitliche Probleme entstehen können.

Die Schüler:innen beschäftigen sich damit, wie und wo sie täglich Lärm wahrnehmen und wie dieser ihren Körper beeinflusst. Je nach Intensität und Art kann Lärm unterschiedliche Auswirkungen haben: Während unangenehme Geräusche Verspannungen, Kopf- oder Bauchschmerzen verursachen können, fördern angenehme Geräusche die Entspannung des Körpers.

Diese Übung soll dabei helfen, störende Geräusche bewusster wahrzunehmen, die eigene Reaktion auf Lärm zu erkennen und Strategien zu entwickeln, um lärmende Situationen zu vermeiden oder Ruheinseln zu schaffen. Es ist wichtig zu betonen, dass Menschen Lärm unterschiedlich störend wahrnehmen. Gerade im Schulumfeld kann es hilfreich sein, für lärmsensible Schüler:innen Möglichkeiten zur Entspannung zu schaffen, zB durch die Bereitstellung von Kopfhörern, damit sie sich besser konzentrieren können.



Wie bin ich von Lärm betroffen?



Wie bin ich von Lärm betroffen?

Schreibe oder zeichne deine Überlegungen zur jeweiligen Frage dazu!

Wo erlebe ich Lärm in meiner Lebenswelt?

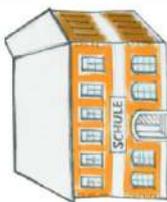
Wo in meinem Körper verspüre ich Lärm?

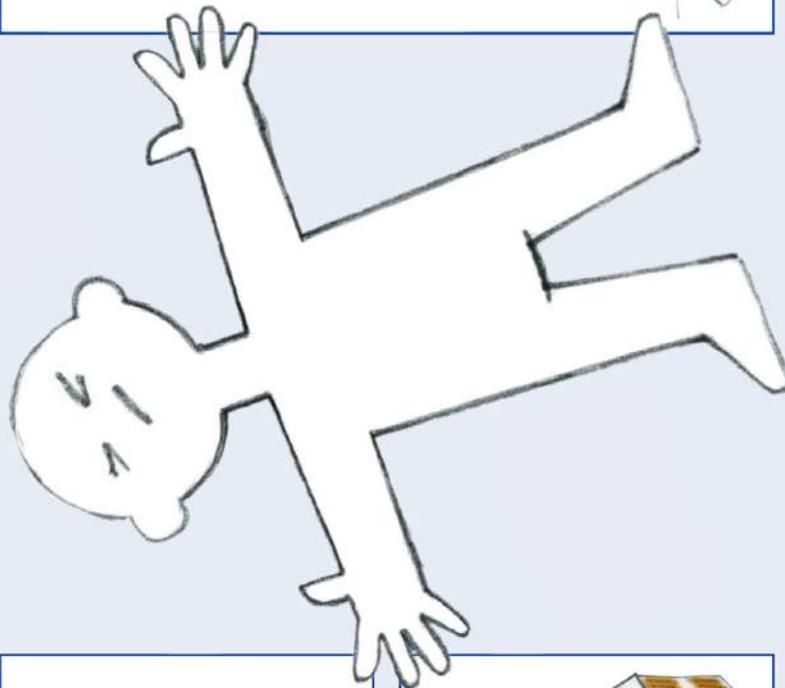
Wo ist meine persönliche Ruheoase?

Zuhause:



Schule:





Sensibilisierungs-Übungen für die Sekundarstufe



Quelle: Umweltdachverband (Hrsg.). Lärm-Sensibilisierungsübungen für die Sekundarstufe 1 & 2“. www.lernenohneLaerm.at

Die Schallkanone



ab 5. Schulstufe | 5 Min. ohne Vorbereitung

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Die Schallkanone“ (S. 151)
- Kartonrolle einer Küchenrolle
- zwei Luftballone
- Nadel, Kerze, Feuerzeug, Schere

Vorbereitung

Vor der Durchführung wird eine Schallkanone gebaut. Dafür werden von beiden Luftballons die „Häse“ abgeschnitten. Ein Luftballon wird über ein Ende der Küchenrolle gestülpt, der andere über das gegenüberliegende Ende. Auf einer Seite wird in den Luftballon mit einer Nadel ein kleines Loch in die Mitte gestochen.

Falls jede:r Schüler:in eine eigene Schallkanone basteln möchte, können diese nach Belieben verziert, bemalt oder beklebt werden.

Durchführung

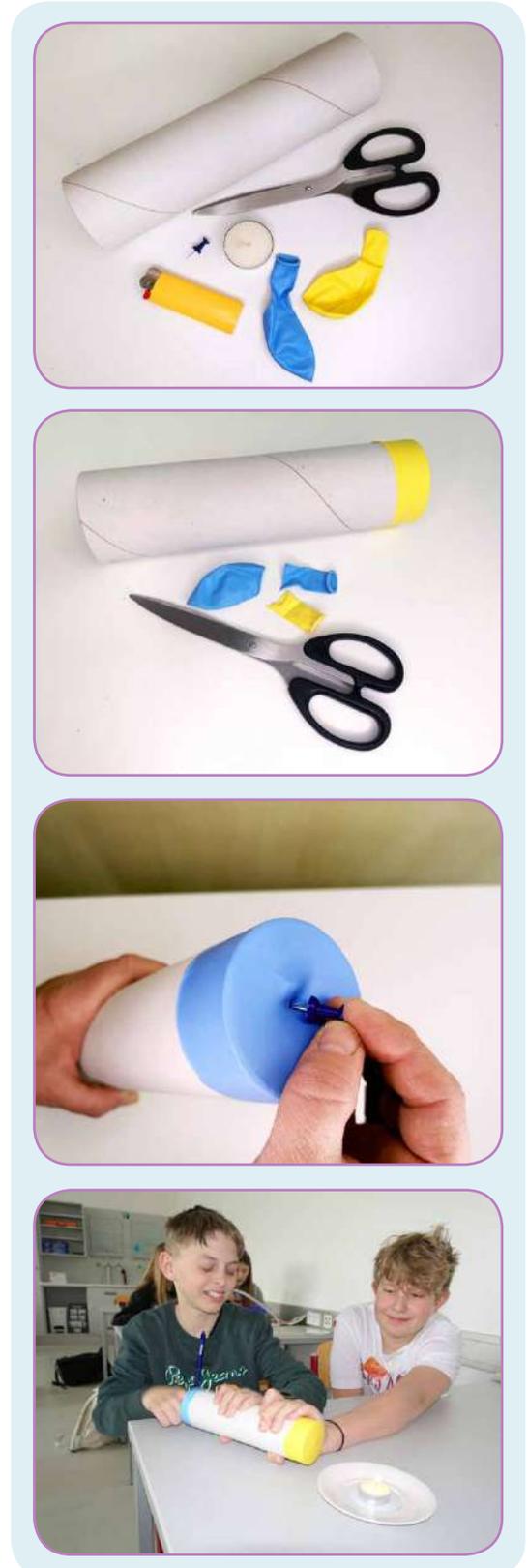
Die Kerze wird angezündet. Die gebastelte Schallkanone wird mit dem Loch etwa 10 cm von der Flamme entfernt positioniert. Mit einem Finger wird leicht auf die Luftballonhaut ohne Loch geklopft, während die Kerzenflamme genau beobachtet wird. Die Flamme sollte leicht flackern. Wichtig: Das Loch in der Luftballonhaut muss genau auf die Flamme zielen, darf der Flamme jedoch nicht zu nah kommen.

In einem zweiten Schritt wird die Schallkanone nicht auf die Flamme gerichtet, sondern auf die eigene Hand. Die Luftballonhaut wird wieder leicht angeklopft. Dabei ist kein Luftzug zu spüren. Wird die Luftballonhaut hingegen weggezogen und dann losgelassen, ist ein deutlicher Luftzug spürbar. Für diesen Schritt kann die Hilfe einer zweiten Person nützlich sein.

Zusatzinformation

Das Experiment verdeutlicht, dass die Bewegung der Kerzenflamme nicht durch einen direkten Luftstrom aus der Schallkanone, sondern durch die erzeugte Schallwelle verursacht wird.

Beim Klopfen auf die Luftballonhaut entsteht eine Schallwelle, die sich in Form von Luftdruckschwankungen durch die Umgebungsluft ausbreitet. Diese Druckschwankungen bringen die Flamme zum Flackern. Der zweite Teil des Experiments zeigt deutlich, dass die Bewegung der Flamme zuvor ausschließlich durch die Schallwelle ausgelöst wird, nicht durch einen physisch spürbaren Luftstrom.





Die Schallkanone

Für das Experiment benötigst du:

- Schallkanone
- Kerze
- Feuerzeug

So führst du das Experiment durch

1. Zünde die Kerze an.
2. Richte die Schallkanone mit dem Loch auf die Kerze und halte etwa 10 cm Abstand.
3. Klopfe leicht mit einem Finger auf das Ende der Schallkanone ohne Loch. Beobachte dabei genau die Flamme.
4. Richte nun die Schallkanone auf deine zweite Hand und klopfe wieder leicht darauf. Kannst du etwas spüren?
5. Bitte nun eine zweite Person, die Luftballonhaut leicht herauszuziehen und loszulassen. Richte die Schallkanone dabei wieder auf deine Hand. Was spürst du jetzt?

Beobachte, was passiert!

Was kannst du beobachten, wenn du mit der Schallkanone auf die Flamme zielst und leicht darauf klopfst?

Spürst du einen Luftzug, wenn du leicht auf die Luftballonhaut klopfst?

- ja nein

Spürst du einen Luftzug auf deiner Hand, wenn die Luftballonhaut weggezogen und dann losgelassen wird?

- ja nein

Warum bewegt sich die Flamme, obwohl beim leichten Klopfen kein Luftzug spürbar ist?





Trommelfellfunktion

ab 5. Schulstufe | 5 Min. Vorbereitung | 10 Min. Durchführung

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Trommelfellfunktion“ (S. 153)
- 2 gleiche Tamburine, ein Schlägel
- kleine Styroporkugel
- dünner Faden

Vorbereitung

Die Styroporkugel wird an einem Ende des Fadens befestigt, das freie Ende des Fadens wird an einem der Tamburine fixiert, sodass die Styroporkugel mittig auf dem Tamburin aufliegt. Das zweite Tamburin und der Schlägel werden daneben abgelegt.

Durchführung

Das freiliegende Tamburin wird auf gleicher Höhe in die Nähe des anderen Tamburins gehalten und mit dem Schlägel einmal angeschlagen. Dabei wird die Styroporkugel genau beobachtet. Anschließend entfernt man sich schrittweise und schlägt erneut an. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis die Styroporkugel kaum noch eine Reaktion zeigt.

Im nächsten Schritt wird der Abstand wieder verringert und ein möglichst gleichmäßiger Trommelwirbel erzeugt, während die Styroporkugel weiterhin genau beobachtet wird.

Zusatzinformation

Das Experiment veranschaulicht sowohl die Ausbreitung von Schallwellen als auch die Phänomene der Resonanz und der Interferenz. Das Tamburin reagiert ähnlich wie das Trommelfell im menschlichen Ohr, das durch die Druckschwankungen der Schallwellen in Schwingung versetzt wird.

Die Styroporkugel zeigt, wie sich Schallwellen ausbreiten und die Resonanz im zweiten Tamburin auslösen. Eine Reaktion der Kugel ist bis zu einer Entfernung von etwa 80 bis 100 cm feststellbar, abhängig von der Stärke der Schallwellen.

Der Trommelwirbel bietet eine gute Möglichkeit, die Überlagerung von Schallwellen (Interferenz) zu beobachten: Wenn zwei Wellenberge gleichzeitig auf das Tamburin treffen, wird die Styroporkugel weiter weggeschleudert, als wenn ein Wellenberg mit einem Wellental zusammentrifft.





Trommelfellfunktion

Für das Experiment benötigst du:

- 2 gleiche Tamburine, ein Schlägel
- kleine Styroporkugel
- dünnen Faden

So führst du das Experiment durch

1. Nimm das Tamburin ohne Styroporkugel in die Hand und halte es so, dass beide Tamburine auf gleicher Höhe sind.
2. Schlage mit dem Schlägel einmal leicht auf das Tamburin und beobachte die Styroporkugel genau.
3. Entferne dich mit dem Tamburin ein Stück und schlage erneut leicht darauf. Beobachte dabei wieder die Styroporkugel.
4. Wiederhole diesen Schritt, bis die Styroporkugel sich kaum mehr bewegt.
5. Halte das Tamburin nun wieder näher an das andere Tamburin und schlage gleichmäßig für einige Sekunden darauf. Beobachte erneut die Styroporkugel genau.



Beobachte, was passiert!

Was passiert mit der Styroporkugel, wenn du einmal in der Nähe auf dein Tamburin drauf schlägst?

Was passiert mit der Styroporkugel, wenn du einen Trommelwirbel machst?

Weißt du, warum sich die Styroporkugel beim Trommelwirbel so bewegt?



ab 7. Schulstufe | 15 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Schalldämmung“ (S. 155)
- Smartphone oder Wecker
- Schallpegelmessgerät oder entsprechende App
- Materialien zum Vergleichen: Fliese, Teppich, Topf, mit Dämmmaterial ausgekleidete Schachtel mit Deckel ...

Vorbereitung

Die benötigten Materialien werden bereitgelegt. Die Schachtel, inklusive Deckel, wird mit Dämmmaterial so ausgekleidet, dass das Smartphone oder der Wecker darin ausreichend Platz findet. Besonders beim Deckel kann es erforderlich sein, das Dämmmaterial mit Klebstoff zu fixieren. Falls ein Smartphone als Schallquelle genutzt wird, sollte die Schutzhülle entfernt werden, damit die Schallübertragung auf die unterschiedlichen Materialien nicht beeinträchtigt wird.

Durchführung

Bei diesem Experiment wird das Absorptionsvermögen verschiedener Materialien getestet. Dafür wird das Smartphone oder der Wecker auf unterschiedlichen Materialien platziert und ein gleichmäßiges, konstantes Geräusch abgespielt.

Der Schalldruckpegel wird in einem Abstand von etwa 1 Meter gemessen und der Maximalwert in die Tabelle des Arbeitsblatts eingetragen. Anschließend wird versucht, die gemessenen Werte mit den Materialeigenschaften in Zusammenhang zu bringen.

Die Geräuschquelle kann wie folgt positioniert werden: auf dem Tisch, dem Teppich, der Fliese, unter einem umgedrehten Topf sowie in der mit Dämmmaterial ausgekleideten Schachtel – zuerst ohne, dann mit Deckel. Zusätzlich können weitere Materialien wie Plastik-Noppenfolie, eine Metallplatte oder Wolle getestet werden.

Für eine präzise Messung ist darauf zu achten, dass der Abstand zwischen Geräuschquelle und Messgerät immer gleich bleibt und die Schallausbreitung nicht behindert wird. Das Messgerät sollte mit leicht ausgestrecktem Arm vom Körper weggehalten werden, um Reflexionen zu minimieren. Außerdem muss der Versuch in einer ruhigen Umgebung stattfinden, um Messfehler zu vermeiden.

Die Ergebnisse werden auf dem Arbeitsblatt eingetragen. Anschließend wird diskutiert, warum bestimmte Materialien Schall besser absorbieren als andere, indem ihre Eigenschaften betrachtet werden.

Zusatzinformation

Dieses Experiment veranschaulicht, wie verschiedene Oberflächen die Ausbreitung und Intensität von Schall beeinflussen und fördert das Verständnis für die Anwendung von Dämmmaterialien, beispielsweise in der Architektur oder im Lärmschutz.

Jeder Körper absorbiert Schall, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß. Besonders weiche und poröse Materialien besitzen ein hohes Absorptionsvermögen, da sie Schallwellen effektiv in Wärme umwandeln und den Anteil reflektierter Schallwellen deutlich verringern.





Schalldämmung

Für das Experiment benötigst du:

- Smartphone ohne Schutzhülle oder Wecker als Schallquelle
- Schallpegelmessgerät oder entsprechende App
- Materialien zum Vergleichen: Fliese, Teppich, Topf, mit Dämmmaterial ausgekleidete Schachtel mit Deckel ...

So führst du das Experiment durch

1. Lass das Gerät ein gleichmäßiges, konstantes Geräusch abspielen und platziere es auf dem Tisch.
2. Miss den Schalldruckpegel in ca. 1 Meter Entfernung und trage den maximalen Wert in die Tabelle ein.
3. Lege deine Schallquelle nun auf, unter oder in die unterschiedlichen Materialien, wiederhole die Messung für jedes Material und trage die jeweiligen Messwerte in die Tabelle ein.
4. Wenn du möchtest, kannst du die Testreihe mit weiteren Materialien erweitern.



Beobachte, was passiert!

Trage die Ergebnisse deiner Messungen in der Tabelle ein. Interpretiere das jeweilige Messergebnis und notiere deine Vermutung unter „Anmerkungen“.

Material	maximaler Schalldruckpegel [dB]	Anmerkungen
am Tisch		
auf der Fliese		
unter dem Topf		
in gedämmter Schachtel ohne Deckel		
in gedämmter Schachtel mit Deckel		

Erkläre, warum die Messwerte bei manchen Materialien höher sind als bei anderen?

Stimmgabel-Resonanz



ab 5. Schulstufe | 10 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Stimmgabel-Resonanz“ (S. 157)
- 2 gleiche Stimmgabeln (zB 440 Hz) auf Holzkästen
- Zusatzkörper für eine Stimmgabel
- Schlägel

Vorbereitung

Zwei Stimmgabeln in Holzkästen werden in einem Abstand von etwa einem halben Meter zueinander aufgestellt.

Durchführung

Für das Experiment sind zwei Personen erforderlich.

Zunächst wird eine der Stimmgabeln angeschlagen und nach rund drei Sekunden gestoppt. Anschließend lauscht die zweite Person aufmerksam, ob die andere Stimmgabel von selbst einen Ton erzeugt. Hinweis: Der Ton der zweiten Stimmgabel ist möglicherweise sehr leise. Wichtig ist, dass die Stimmgabel nicht durch Haare oder andere Gegenstände berührt wird, da dies die Schwingung dämpfen könnte.

Anschließend wird ein Zusatzkörper oben auf der zweiten Stimmgabel fixiert. Der gleiche Ablauf wird wiederholt: Die erste Stimmgabel wird angeschlagen, gestoppt, und es wird darauf geachtet, ob die zweite Stimmgabel ebenfalls einen Ton von sich gibt.

Danach werden beide Stimmgabeln kurz hintereinander mit einem Schlägel angeschlagen, um die Töne (Frequenzen) beider Stimmgabeln zu vergleichen.

Dieser Ablauf wird mit dem Zusatzkörper auf der zweiten Stimmgabel an verschiedenen Positionen wiederholt: ganz oben, in der Mitte, ganz unten oder nach Belieben auch an Zwischenpositionen.

Zusatzinformation

Das Experiment verdeutlicht das Prinzip der Resonanz und dessen Abhängigkeit von Frequenzen.

Die Schallwellen der ersten Stimmgabel breiten sich über die Luft aus und versetzen die zweite Stimmgabel in Schwingung (Resonanz), weil beide die gleiche Eigenfrequenz haben.

Durch das Hinzufügen des Zusatzkörpers ändert sich die Eigenfrequenz der zweiten Stimmgabel. Ist die Frequenzänderung gering, kann die Resonanz weiterhin stattfinden. Bei einer zu großen Frequenzdifferenz kommt es jedoch nicht mehr zur Resonanz. Je näher die Frequenzen der beiden Stimmgabeln beieinander liegen, desto größere Amplituden kann die Erreger-Stimmgabel bei der zweiten Stimmgabel auslösen.





Stimmgabel-Resonanz

Für das Experiment benötigst du:

- 2 gleiche Stimmgabeln (zB 440 Hz) auf Holzkästen
- Zusatzkörper für eine Stimmgabel
- Schlägel

So führst du das Experiment durch

Für das Experiment benötigst du eine zweite Person. Achte darauf, dass keine Haare oder andere Gegenstände die Stimmgabel berühren, da dies die Schwingung beeinträchtigen könnte!

1. Stelle die zwei Stimmgabeln in einem Abstand von etwa einem halben Meter auf.
2. Eine Person schlägt die erste Stimmgabel mit dem Schlägel an und stoppt diese nach etwa drei Sekunden. Die zweite Person hört genau hin, ob die zweite Stimmgabel von selbst einen Ton erzeugt.
3. Befestige nun den Zusatzkörper ganz oben an der zweiten Stimmgabel. Führe das Experiment erneut durch: anschlagen, stoppen, lauschen.
4. Anschließend schlage beide Stimmgabeln nacheinander an, um ihre Töne (Frequenzen) zu vergleichen.
5. Variiere nun die Position des Zusatzkörpers und befestige ihn an verschiedenen Positionen: in der Mitte, ganz unten oder dazwischen. Schlage wieder nur eine Stimmgabel an und lasse die zweite Person bei der gegenüberliegenden Stimmgabel lauschen.



Beobachte, was passiert!

Was passiert mit der zweiten Stimmgabel, nachdem du die erste gestoppt hast?

ohne Zusatzkörper	
Zusatzkörper ganz oben	
Zusatzkörper in der Mitte	
Zusatzkörper ganz unten	

Warum erklingt die zweite Stimmgabel manchmal und manchmal nicht? Schreibe deine Vermutung auf:

Stimmgabel auf Tisch



ab 5. Schulstufe | 10 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Stimmgabel auf Tisch“ (S.159)
- 2 Stimmgabeln gleicher Frequenz
- 2 Schlägel
- Tisch

Vorbereitung

keine

Durchführung

Für das Experiment sind zwei Personen erforderlich.

Eine der Stimmgabeln wird mit einem Schlägel in Schwingung versetzt und das untere Ende der Stimmgabel auf einen Tisch gestellt. Dabei wird genau hingehört, wie sich der Ton verändert.

Nun werden beide Stimmgabeln möglichst gleichzeitig angeschlagen. Eine der Stimmgabeln wird sofort auf den Tisch gesetzt, während die andere weiterhin nur in der Luft gehalten wird. Es wird genau darauf geachtet, wie sich die Lautstärke, die Tonhöhe und die Dauer des Tons bei den beiden Stimmgabeln unterscheiden.

Hinweis: Die Stimmgabel muss so gehalten werden, dass die Finger den oberen, schwingenden Teil der Stimmgabel nicht berühren, da dies die Schwingung sofort dämpfen würde.

Zusatzinformation

Dieses Experiment macht deutlich, wie sich die Lautstärke und die Schwingungsdauer durch den Kontakt mit einer festen Oberfläche verändern.

Die Stimmgabel auf dem Tisch klingt lauter als diejenige, die in der Luft gehalten wird. Die Tonhöhe bleibt jedoch bei beiden gleich. Allerdings schwingt die Stimmgabel auf dem Tisch für eine kürzere Zeit.

Die Stimmgabel in der Luft hat nur wenige Luftmoleküle um sich, die sie durch ihre Schwingung anregen kann. Daher ist ihr Klang leiser, aber sie schwingt länger. Die Stimmgabel, die den Tisch berührt, überträgt ihre Schwingungen auf die Tischplatte, wodurch eine größere Fläche mehr Luftmoleküle anregt. Dadurch wird der Ton lauter, aber die Energie der Schwingung wird schneller aufgebraucht, was zu einer kürzeren Klangdauer führt.





Stimmgabel auf Tisch

Für das Experiment benötigst du:

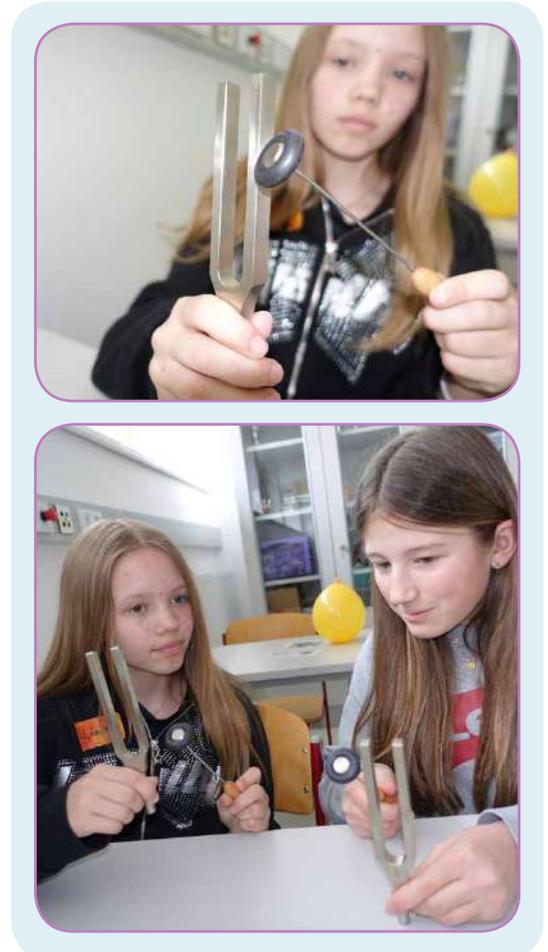
- 2 Stimmgabeln
- Schlägel
- Tisch

So führst du das Experiment durch

Für das Experiment benötigst du eine zweite Person. Achte darauf, dass du die Stimmgabel so hältst, dass die Finger den oberen, schwingenden Teil der Stimmgabel nicht berühren, da dies die Schwingung sofort dämpfen würde!

1. Schlage die Stimmgabel mit einem Schlägel an.
2. Setze das untere Ende der schwingenden Stimmgabel auf den Tisch und lausche genau, wie sich der Ton verändert.
3. Nun nimmt jede/jeder von euch eine Stimmgabel. Schlagt die beiden Stimmgabeln möglichst gleichzeitig an.
4. Eine der Stimmgabeln wird nun auf den Tisch gesetzt, während die andere in der Luft gehalten wird. Lauscht genau hin und vergleicht die Klänge!

Beobachte, was passiert!



Wie klingt die Stimmgabel, die auf den Tisch gesetzt wurde?

Welche der beiden Stimmgabeln klingt lauter?

- die auf dem Tisch gehaltene Stimmgabel
- die in der Luft gehaltene Stimmgabel

Welche der beiden Stimmgabeln klingt länger?

- die auf dem Tisch gehaltene Stimmgabel
- die in der Luft gehaltene Stimmgabel



Schwebung mit Stimmgabeln

ab 5. Schulstufe | 5 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Schwebung mit Stimmgabeln“ (S.161)
- 2 Stimmgabeln derselben Frequenz (zB 440 Hz)
- 2 Schlägel
- Zusatzkörper

Vorbereitung

keine

Durchführung

Für dieses Experiment sind zwei Personen erforderlich.

Zunächst werden beide Stimmgabeln möglichst gleichzeitig ohne Zusatzkörper angeschlagen. Dabei wird genau hingehört, wie der Ton klingt.

Im nächsten Schritt wird auf einer der beiden Stimmgabeln oben ein Zusatzkörper angebracht. Beide Stimmgabeln werden erneut angeschlagen, und es wird aufmerksam zugehört, wie sich die Töne verändern. Anschließend wird der Zusatzkörper an unterschiedlichen Positionen entlang der Stimmgabel angebracht, zB in der Mitte oder im unteren Bereich. Nach jedem Anschlag wird der Ton beider Stimmgabeln erneut verglichen.

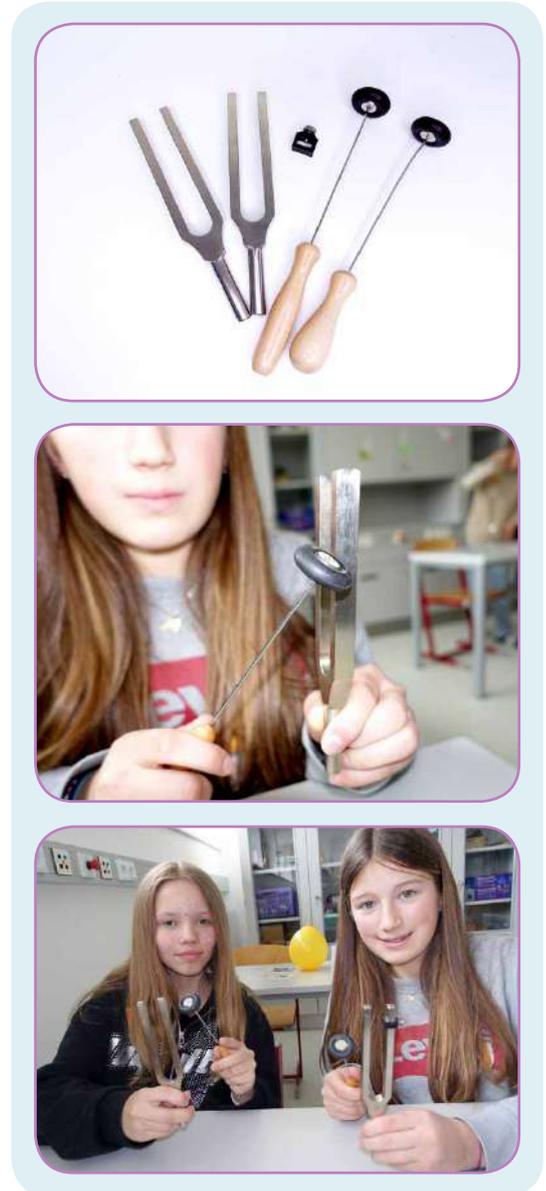
Hinweis: Die Stimmgabel muss so gehalten werden, dass die Finger den oberen, schwingenden Teil der Stimmgabel nicht berühren, da dies die Schwingung sofort dämpfen würde.

Zusatzinformation

Dieses Experiment macht deutlich, wie Masse und Frequenz miteinander zusammenhängen und welche Auswirkungen das auf Töne hat.

Wenn beide Stimmgabeln ohne Zusatzkörper angeschlagen werden und somit die gleiche Frequenz haben, erklingt ein reiner, gleichbleibender Ton. Erklingen jedoch zwei Töne mit geringfügig unterschiedlichen Frequenzen gleichzeitig, entsteht ein hörbarer Effekt, der als Schwebung bezeichnet wird. Dabei klingt der Ton periodisch lauter und leiser. Je größer der Unterschied der Frequenzen, desto schneller ist die Frequenz der Schwebung.

Durch das Anbringen des Zusatzkörpers verändert sich die Masseverteilung, was wiederum die Schwingungsfrequenz beeinflusst. Dadurch entstehen bei den zwei Stimmgabeln leicht unterschiedliche Frequenzen, die die Schwebung hervorrufen.





Schwebung mit Stimmgabeln

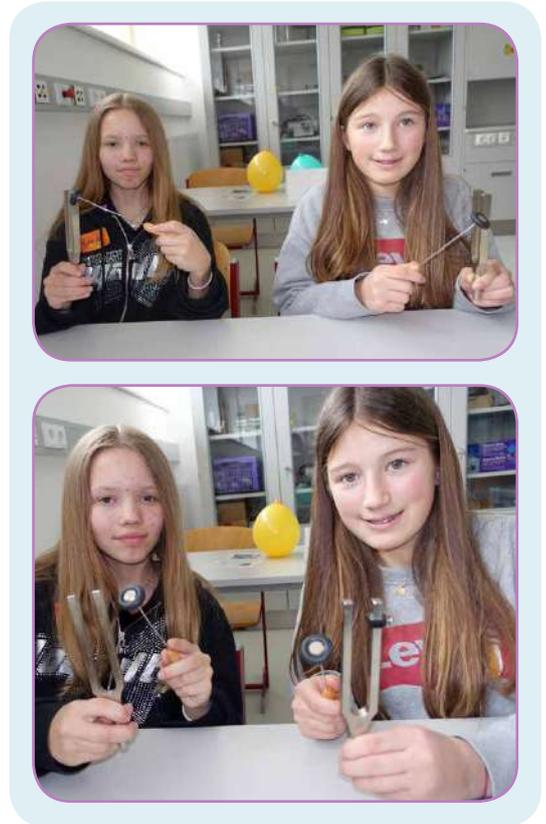
Für das Experiment benötigst du:

- 2 Stimmgabeln derselben Frequenz (zB 440 Hz)
- 2 Schlägel
- Zusatzkörper

So führst du das Experiment durch

Für das Experiment benötigst du eine zweite Person. Die Stimmgabel muss so gehalten werden, dass die Finger den oberen, schwingenden Teil der Stimmgabel nicht berühren, da dies die Schwingung sofort dämpfen würde.

1. Jede Person hält eine Stimmgabel und einen Schlägel. Versucht die Stimmgabeln möglichst gleichzeitig anzuschlagen und lauscht genau auf den Ton.
2. Befestigt nun den Zusatzkörper oben an einer der beiden Stimmgabeln und schlägt erneut beide Stimmgabeln an. Klingt es jetzt anders?
3. Variiert nun die Position des Zusatzkörpers und befestigt ihn an verschiedenen Positionen: in der Mitte, ganz unten oder dazwischen. Schlägt für jede Position erneut beide Stimmgabeln an und vergleicht aufmerksam die Klänge.



Beobachte, was passiert!

Wie klingt es, wenn beide Stimmgabeln ohne Zusatzkörper angeschlagen werden?

Wie klingt es, wenn der Zusatzkörper oben an einer Stimmgabel befestigt ist und beide angeschlagen werden?

Klingt es anders, wenn der Zusatzkörper unten an einer Stimmgabel befestigt ist und beide angeschlagen werden?

- ja nein

Falls ja, wie hat sich der Klang verändert? _____



Lärm im Fokus der Sprache

ab 5. Schulstufe | je nach gewählter Aufgabe 5-20 Min.

Die folgenden Aufgabenstellungen ermöglichen eine sprachliche Auseinandersetzung mit dem Themenbereich „Lärm“ und können mit Schüler:innen durchgeführt werden:

Zitate und Sprüche als Diskussionseinstieg

Zitate oder Sprüche können als Einstieg in das Thema dienen. Diskutiert werden könnten beispielsweise:

- „Eines Tages wird der Mensch den Lärm ebenso unerbittlich bekämpfen müssen wie die Pest.“
(Martin Koch, 1910, deutscher Seuchenforscher)
- „Wer mittags seinen Rasen mäht, beim Nachbarn großen Ärger sät.“ (Quelle unbekannt)
- „Was mich betrifft, Stille, Stille würde ich brauchen ... Ohne Ohrenpax am Tag und bei Nacht ginge es gar nicht.“ (Franz Kafka, 1922, österreichisch-tschechoslowakischer Schriftsteller)
- „Stille führt die wahre Konversation zwischen Freunden. Nicht das Sagen, sondern das Nichts-Sagen-Müssen ist, was zählt.“
(Margaret Lee Runbeck, 1905–1956, amerikanische Autorin)
- „Es gibt vielerlei Lärm, aber es gibt nur eine Stille.“
(Kurt Tucholsky, 1890–1935, deutscher Journalist)
- „Der eigene Hund macht keinen Lärm, er bellt nur.“
(Kurt Tucholsky, 1890–1935, deutscher Journalist)

Diskussion von Redewendungen und ihrer Bedeutung

Die Schüler:innen diskutieren Redewendungen, die sich mit Lärm oder Lautstärke beschäftigen, zB:

- „Das kannst du laut sagen.“
- „Heimlich, still und leise ...“
- „Jemandem einen Floh ins Ohr setzen.“
- „Viel Lärm um nichts.“
- „Etwas geht zum einen Ohr hinein, zum anderen wieder hinaus.“

Synonyme finden

Die Schüler:innen überlegen Synonyme für das Wort „Lärm“, zB Krach, Krawall, Tumult, Donner, Gedröhne, Spektakel usw.



Situationen vergleichen

Die Schüler:innen beschreiben zwei verschiedene Situationen, in denen das gleiche Geräusch einmal als Lärm und einmal als angenehm empfunden wird. Dabei sollen sie passende Adjektive, Redewendungen oder Vergleiche verwenden, um die Wahrnehmung des Geräuschs sprachlich auszudrücken, zB:

Situation 1: Eine laute Menschenmenge auf einem Konzert.
> Die Menge jubelte laut und machte richtig Stimmung. Es fühlte sich aufregend an.

Situation 2: Eine laute Menschenmenge in der Nacht vor meinem Fenster.
> Der nächtliche Lärm war unerträglich, ich konnte überhaupt nicht schlafen.

Redewendungen zum Thema Lärm

Redewendungen, die die negativen Auswirkungen von Lärm verdeutlichen, werden gesammelt und besprochen, zB Totenstille, ohrenbetäubender Lärm, vor Schreck wurde er weiß wie die Wand.

Begriffserklärungen

Zunächst definieren die Schüler:innen in Einzelarbeit Begriffe wie Lärm, Schall, Lärmschwerhörigkeit oder Schalldruckpegel. Anschließend recherchieren sie die korrekten Bedeutungen im Duden oder Internet und vergleichen diese mit ihren eigenen Überlegungen.

Musikprotokoll



ab 5. Schulstufe | 1. Einheit 20 Min. , 2. Einheit 25 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Musikprotokoll“ (S.164)
- Fragebogen „Musikprotokoll“ (S. 165)
- Flipchartpapier

Vorbereitung

Für jede:n Schüler:in wird ein Musikprotokoll sowie ein Fragebogen zum Lärmempfinden kopiert und bereitgestellt.

Durchführung

Zunächst wird gemeinsam mit den Schüler:innen erarbeitet, in welchen Situationen sie während eines normalen Wochentages Musik hören. Die genannten Situationen werden auf einem Flipchart notiert und bis zur nächsten Einheit aufbewahrt.

Anhand eines Beispiels wird erklärt, wie das Musikprotokoll auszufüllen ist. Zudem wird festgelegt, an welchem Tag bzw. innerhalb welchen Zeitraums das Protokoll geführt wird.

In der darauffolgenden Einheit erhalten die Schüler:innen den Fragebogen „Musikprotokoll“ mit Fragen zum subjektiven Lärmempfinden und füllen diesen eigenständig aus. Anschließend werden die unterschiedlichen Ergebnisse und Erfahrungen gemeinsam besprochen und mit den in der vorherigen Einheit gesammelten Situationen verglichen.

Zusatzinformation

Diese Methode dient dazu, das individuelle Hörverhalten der Schüler:innen zu reflektieren und ein Bewusstsein für subjektives Lärmempfinden zu schaffen. Durch den Vergleich der individuellen Ergebnisse mit denen der gesamten Gruppe wird deutlich, wie unterschiedlich Lärm wahrgenommen wird und welche Auswirkungen dies auf das Wohlbefinden haben kann.



Musikprotokoll



Welche Erfahrungen hast du bei deinem Musikalltag gemacht? Beantworte folgende Fragen!

1. Welche Erkenntnisse hast du aus deinen Aufzeichnungen gewonnen?

2. Gibt es Momente in deinem Alltag, in denen es ruhig ist?

3. Falls nicht, woran liegt das?

4. In welchen Situationen stört dich Musik, der du unfreiwillig ausgesetzt bist?

5. War die Musik, die du protokolliert hast, oft sehr laut?

6. Gibt es etwas, das du an deinem Musikkonsum ändern möchtest? Begründe deine Antwort.

7. Hast du manchmal Sehnsucht nach Ruhe?

8. Kennst du eine Methode oder einen Ort, an dem du wirklich zur Ruhe kommst?



So laut höre ich Musik

ab 5. Schulstufe / ca. 30 Min., abhängig von der Schüler:innenanzahl

Benötigtes Material

- Fragebogen „So laut höre ich Musik“ (S. 168)
- Arbeitsblatt „So laut höre ich Musik“ (S. 169)
- Smartphones der Schüler:innen, evtl. mit Kopfhörer
- Schallpegelmessgerät oder eine entsprechende App
- optional: Kopfhörer

Vorbereitung

Für jede:n Schüler:in wird ein Fragebogen sowie ein Arbeitsblatt zum Musik-Hörverhalten kopiert und bereitgestellt.

Falls kein Schallpegelmessgerät vorhanden ist, installieren Sie eine geeignete App auf einem Smartphone. Um vergleichbare Werte zu erhalten, sollte die Messung mit einem einzigen Gerät durchgeführt werden.

Idealerweise wurde das Thema „Schalldruckpegel-Skala“ und der Aufbau des Ohrs bereits im Unterricht behandelt, damit die Schüler:innen die Bedeutung der Messwerte besser verstehen können.

Durchführung

Die Schüler:innen arbeiten in Zweiergruppen, wobei eine Gruppe die Messungen durchführt, während die anderen den Fragebogen ausfüllen.

Im ersten Schritt wird die individuelle Hörlautstärke ermittelt. Für die Messung stellen die Schüler:innen die Lautstärke der Musik auf eine für sie angenehme Stufe ein, entweder über Kopfhörer oder über den Lautsprecher des Handys.

Wird Musik über Kopfhörer gehört, wird ein Ohrstöpsel etwa einen Zentimeter vor das Messgerät gehalten. Bei der Nutzung des Lautsprechers wird das Messgerät in einem Abstand von etwa zehn Zentimetern zum Handylautsprecher positioniert.

Anschließend wird die Lautstärke gemessen und der Maximalwert im Arbeitsblatt notiert. Da die Anfangssequenzen eines Liedes oft leiser sind, empfiehlt es sich, einen Abschnitt aus der Mitte des Songs auszuwählen. Die Umgebung sollte während der Messung möglichst leise sein, damit keine äußeren Geräusche die Ergebnisse verfälschen.

Im nächsten Schritt wird die maximale Lautstärke des Handys gemessen. Dabei wird die Musik mit der höchsten Lautstärke abgespielt und nach demselben Verfahren gemessen. Um Gehörschäden zu vermeiden, sollte darauf geachtet werden, dass sich weder Kopfhörer noch Lautsprecher zu nah am Ohr befinden. Auch dieser Maximalwert wird im Arbeitsblatt notiert.

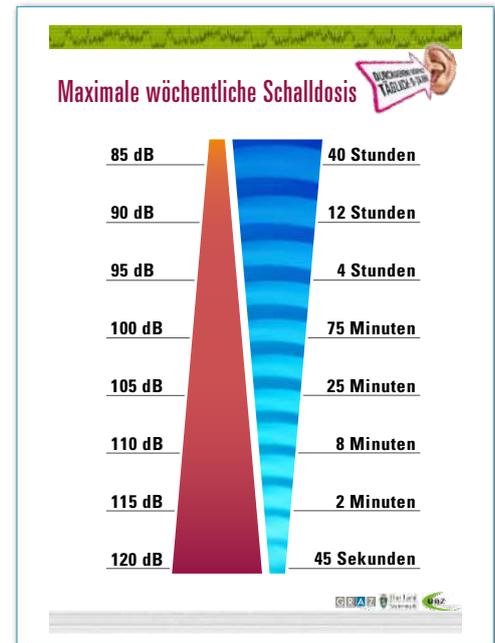


2.2.19 So laut höre ich Musik | Messung 1/3

Anschließend vergleichen die Schüler:innen ihre Werte mit der maximalen wöchentlichen Schalldosis und ermitteln ihre individuelle Exposition mithilfe der Grafik am Arbeitsblatt.

Die Ergebnisse werden gemeinsam besprochen. Leitfragen für die Diskussion könnten sein: Wer hört seine Musik regelmäßig mit einer Lautstärke von über 85 Dezibel? Wer bleibt immer unter 75 Dezibel? In diesem Zusammenhang wird auch noch einmal mithilfe der Grafik „Maximale wöchentliche Schalldosis“ gemeinsam besprochen, wie sich Lautstärke und Expositionsdauer auf das Gehör auswirken.

Zum Abschluss wird diskutiert, in welchen Situationen es sinnvoll sein kann, die Musik leiser zu stellen, welche Risiken mit lauter Musik im Straßenverkehr verbunden sind und welche Strategien es gibt, um das Gehör langfristig zu schützen.



Zusatzinformation

Diese Methode ermöglicht es Schüler:innen, ihr eigenes Hörverhalten zu reflektieren und die Auswirkungen hoher Lautstärken auf das Gehör nachzuvollziehen. Durch die praktische Schalldruckpegel-Messung erkennen sie, wie laut ihre Musik tatsächlich ist und welche gesundheitlichen Risiken langfristig bestehen können. Der Bezug zur maximalen wöchentlichen Schalldosis hilft ihnen, eine bewusste Entscheidung für gesundes Musikhören zu treffen.

Wird Musik über einen längeren Zeitraum mit einer Lautstärke von über 85 Dezibel gehört, kann es zu bleibenden Schädigungen im Innenohr kommen. Dabei zählt nicht nur der Musikkonsum über Kopfhörer oder Lautsprecher, sondern jede laute Lärmbelastung im Alltag. Im Innenohr können Haarzellen durch hohen Schalldruck ihre Funktion verlieren, da die Nährstoffversorgung eingeschränkt wird. Um einer dauerhaften Beeinträchtigung vorzubeugen, ist es wichtig, regelmäßige Ruhephasen einzulegen, in denen sich das Gehör regenerieren kann.



So laut höre ich Musik

Beantworte folgende Fragen zu deinem Musik-Hörverhalten!

1. Wann hörst du besonders gerne Musik auf deinem Handy und warum?

2. Wie fühlst du dich, wenn du Musik hörst?

3. In welchen Situationen hörst du Musik besonders laut und warum?

4. Wann hörst du Musik leise und aus welchem Grund?

5. Gibt es Momente, in denen du die Lautstärke verringern könntest, ohne den Musikgenuss zu mindern?

6. Gibt es Zeiten am Tag, in denen es einfach still ist, also ohne Musik, Fernseher oder andere Geräusche?
Wenn nein, warum nicht?

Tipps für sicheres und gesundes Musikhören

- **Wähle die richtigen Kopfhörer:** Over-Ear-Kopfhörer oder Modelle mit Noise-Cancelling-Funktion ermöglichen es, Musik auch bei niedriger Lautstärke klar und angenehm zu hören, da störende Umgebungsgeräusche ausgeblendet werden.
- **Achte auf deine Umgebung:** Trage Kopfhörer nicht im Straßenverkehr – auch nicht als Fußgänger:in! Um sicher unterwegs zu sein, ist es wichtig, Umgebungsgeräusche wie herannahende Fahrzeuge oder Warnsignale wahrzunehmen.
- **Qualität statt Lautstärke:** Hochwertige Musikaufnahmen klingen voller und klarer, sodass du sie auch bei niedriger Lautstärke gut genießen kannst. Achte beim Streamen oder Herunterladen darauf, Musik in einem hochwertigen Format zu wählen.





So laut höre ich Musik

Für die Messungen benötigst du:

- 1 Smartphone zum Musikabspielen
- 1 Schallpegelmessgerät oder ein weiteres Smartphone mit entsprechender App
- optional: Kopfhörer



Messungen der Handylautstärke

Wähle beim Schallpegelmessgerät die Maximalwert-Messung (MAX-Wert). Diese zeigt den maximalen Schalldruckpegel eines Messzeitraumes an. Achte auf eine ruhige Umgebung, damit andere Geräusche den Messwert nicht verfälschen.

1. Stelle die Lautstärke deiner Musik auf eine für dich angenehme Stufe ein.
2. Wähle den richtigen Abstand: Falls du Kopfhörer benutzt, halte diese ca. 1 cm vom Messgerät entfernt. Falls du den Lautsprecher verwendest, positioniere ihn ca. 10 cm vor dem Messgerät.
3. Spiele einen Song ab und wähle für die Messung einen Abschnitt aus der Mitte des Liedes.
4. Notiere den maximal gemessenen Schalldruckpegel in der Tabelle unten.
5. Stelle die Lautstärke deines Handys nun auf das Maximum.
6. Führe die Messung erneut durch und notiere den maximal gemessenen Schalldruckpegel in der Tabelle.

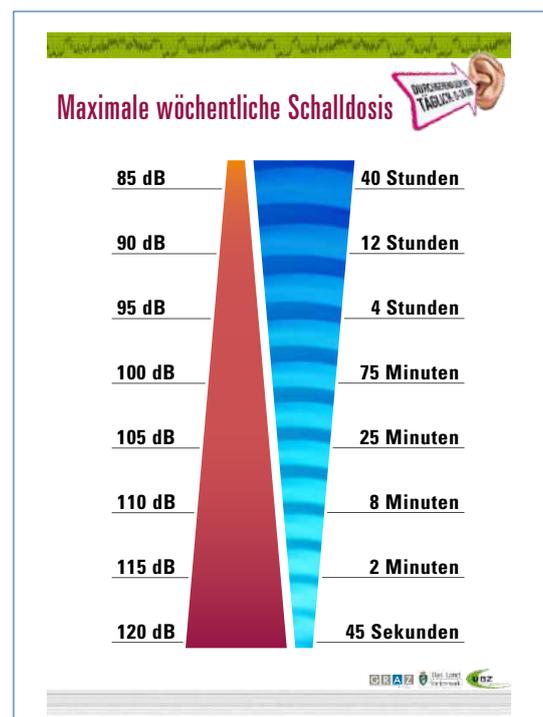
Trage deine Messergebnisse ein und beantworte die Fragen!

Messung	maximaler Schalldruckpegel
Bei normaler Handy-Lautstärke	dB
Bei maximaler Handy-Lautstärke	dB

Wie lange solltest du bei maximaler Lautstärke pro Woche höchstens Musik hören? (siehe Grafik) _____

Wie lange ist das ungefähr pro Tag? _____

Hinweis: Diese Berechnung bezieht sich nur auf deinen Musikkonsum. Um eine realistische Einschätzung deiner gesamten wöchentlichen Schalldosis zu erhalten, müsstest du auch andere laute Geräusche berücksichtigen, denen du regelmäßig ausgesetzt bist (zB Verkehrslärm, Konzerte, laute Schulpausen).





Addition von Schalldruckpegeln

ab 7. Schulstufe | 10 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Addition von Schalldruckpegeln“ (S. 171)
- optional: Internet

Durchführung

Der Schalldruckpegel kann auf zwei Arten bestimmt werden: entweder durch die exakte Berechnung mittels der Formel oder mithilfe einer vereinfachten Annäherung. Die Annäherung ermöglicht es, ohne aufwendige Rechnungen schnell zu einer Lösung zu kommen, insbesondere wenn mehrere Schallpegel addiert werden sollen.

Formel für den Schalldruckpegel (L_p)

$$L_p = 10 \lg(p^2/p_0^2) \text{ [dB]}$$

wobei $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$

Erklärung zum Schalldruckpegel bei 0 dB:

Der Bezugsschalldruck beträgt $20 \mu\text{Pa}$. Dividiert man diesen durch den Bezugswert p_0 , ergibt sich $p/p_0 = 1$. Da der Logarithmus von 1 gleich 0 ist, hat ein Schalldruckpegel von 0 dB einen sehr geringen Schalldruck. Bei einem Schalldruckpegel von 0 dB herrscht also genau ein Schalldruck von $20 \mu\text{Pa}$.

Addition mittels Annäherung

Für die Addition zweier Schallpegel kann die Differenz der beiden Pegel herangezogen werden:

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

Hinweis:

Wenn zwei identische Schallquellen addiert werden, erhöht sich der Gesamtpegel um genau 3 dB.

- $80 \text{ dB} + 80 \text{ dB} = 83 \text{ dB}$
- $0 \text{ dB} + 0 \text{ dB} = 3 \text{ dB}$
(da bei 0 dB ein Schalldruck von $20 \mu\text{Pa}$ herrscht)

Beispielaufgabe: Addition von fünf Werten

Addiere die folgenden Schalldruckpegel: 60 dB, 66 dB, 74 dB, 71 dB und 55 dB

- Lösung:**
- Schritt:
 - $60 \text{ dB} + 66 \text{ dB} = 67 \text{ dB}$ (+1, da Differenz 6 dB)
 - $74 \text{ dB} + 71 \text{ dB} = 76 \text{ dB}$ (+2, da Differenz 3 dB)
 - Schritt:
 - $76 \text{ dB} + 55 \text{ dB} = 67 \text{ dB}$ (+0, da Differenz da die Differenz zu groß ist)
 - Schritt:
 - $76 \text{ dB} + 67 \text{ dB} = 77 \text{ dB}$ (+1, da Differenz 9 dB)
- Ergebnis: **Der Gesamtpegel beträgt 77 dB.**

Anmerkung: Die Reihenfolge der Addition spielt keine Rolle. Mit der Formel exakt berechnet ergibt sich ein Wert von 76,34 dB.

Zusatzinformation

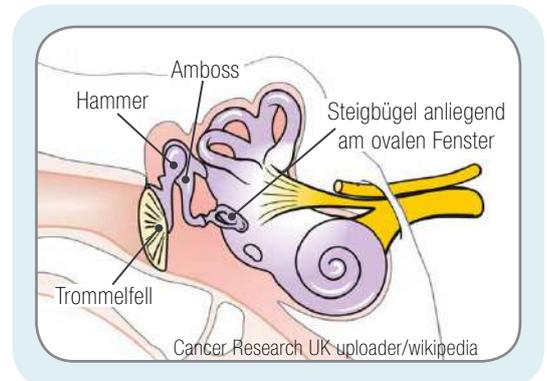
Für die praktische Arbeit können auch Online-Tools genutzt werden, die Addition oder Mittelwertbildung unterschiedlicher Schalldruckpegel berechnen. Diese sind auf diversen Webseiten verfügbar. Zusätzlich kann auch mithilfe der Formel der Gesamtpegel berechnet werden.



Das Ohr als Wandler

ab 6. Schulstufe | 10 Min.

Diese Berechnung verdeutlicht, wie das menschliche Ohr den Schalldruck verstärkt. Sie zeigt, dass das Ohr nicht nur ein Druckwandler, sondern auch ein Kraftwandler ist. Durch die besondere Anatomie des Ohres, insbesondere die Flächenverhältnisse von Trommelfell und ovalem Fenster sowie die Hebelwirkung der Gehörknöchelchen, wird der Schalldruck verstärkt.



Durchführung

Die folgenden Berechnungen veranschaulichen die Funktionsweise des Ohres als Schalldruckverstärker.

Wenn Trommelfell und ovales Fenster direkt miteinander verbunden wären, würde im Gleichgewichtszustand die auf das Trommelfell wirkende Kraft (F_T) der auf das ovale Fenster wirkenden Kraft (F_O) entsprechen:	$F_O = F_T$
Da die Kraft (F) aus dem Schalldruck (p) und der Fläche (A) berechnet wird, gilt:	$F = p \cdot A$
Setzt man dies für das Trommelfell und das ovale Fenster ein, erhält man:	$p_O \cdot A_O = p_T \cdot A_T$
Daraus folgt das Verhältnis des Schalldrucks:	$\frac{p_O}{p_T} = \frac{A_T}{A_O}$
Das Ohr wirkt jedoch nicht nur als Druckwandler, sondern auch als Kraftwandler. Die Gehörknöchelchen (Hammer, Amboss und Steigbügel) verstärken die Kraft durch ihre Hebelwirkung um den Faktor 1,3:	$F_O = 1,3 \cdot F_T$
Damit ergibt sich:	$p_O \cdot A_O = 1,3 \cdot (p_T \cdot A_T)$ $\frac{p_O}{p_T} = 1,3 \cdot \frac{A_T}{A_O}$
Setzt man nun die Durchschnittswerte der Flächen vom Trommelfell und ovalem Fenster ein, ergibt sich: $A_T = 55 \text{ mm}^2$, $A_O = 3,2 \text{ mm}^2$	$\frac{p_O}{p_T} = 1,3 \cdot \frac{55}{3,2} \approx 22$

Das bedeutet, dass der Schalldruck durch die Anatomie des Ohres auf das 22-Fache verstärkt wird, bevor er an die Flüssigkeit im Innenohr weitergeleitet wird.



Ein-Saiten-Instrument

ab 5. Schulstufe | ca. 30 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Ein-Saiten-Instrument“ (S. 174)
- 1 Holzleiste (50 cm lang)
- 1 Holzklotz (ca. 4 cm breit, ca. 2,5 cm hoch)
- 2 Halbrundhölzer (ca. 2 cm breit)
- 1 flaches Holzstäbchen (zB Eisstiel)
- 1 Schraubdeckel aus Metall
- 4 Nägel (1 × 7 cm lang, 3 × 2,5 cm lang)
- Nylonfaden
- Holzleim, Klebstoff/Heißkleber, Hammer, Lineal

Vorbereitung

Das Material wird entsprechend der Schüler:innenanzahl bereitgestellt.

Durchführung

Ein Halbrundholz wird in die Mitte des Metalldeckels geklebt, das andere in die Mitte des Holzklotzes. Zwei der kurzen Nägel werden jeweils mittig in die Stirnseiten der Holzleiste geschlagen, sodass sie etwa 5 mm herausstehen. Der lange Nagel wird ca. 15 cm vom Ende der Leiste genau mittig ins Holz geschlagen. Der letzte kleine Nagel wird am anderen Ende der Leiste befestigt, wobei der Abstand vom Ende 5 mm weniger beträgt als der Durchmesser des Metalldeckels.

Nun wird der Metalldeckel genau an dieser Stelle positioniert und der Holzklotz zwischen den beiden Stirrnägeln auf die Holzleiste gesetzt. Der Nylonfaden wird zuerst am Nagel beim Metalldeckel festgebunden, dann über den Metalldeckel und den Holzklotz gelegt, einmal um den langen Nagel gewickelt, anschließend um den kleinen Nagel am anderen Ende geführt und schließlich wieder am langen Nagel befestigt. Der Faden sollte möglichst straff gespannt sein.

Zwischen dem langen Nagel und dem kleinen Nagel auf der Stirnseite entsteht eine Schlinge, in die das flache Holzstäbchen gesteckt wird. Durch Drehen des Stäbchens kann der Nylonfaden weiter gespannt werden. Der Holzklotz und der Metalldeckel dienen als Stege. Jetzt kann der Faden gezupft werden. Durch das Verschieben des Holzklotzes lassen sich unterschiedliche Töne erzeugen.

Zusatzinformation

Das Ein-Saiten-Instrument veranschaulicht grundlegende physikalische Prinzipien der Schwingung und Akustik und verdeutlicht, wie die Tonhöhe durch die Länge und Spannung einer Saite beeinflusst wird. Je nach Länge des Nylonfadens zwischen den beiden Stegen entsteht ein höherer oder tieferer Ton. Die Tonhöhe hängt von der effektiven Schwingungslänge der Saite ab: Eine kürzere Saite schwingt schneller und erzeugt einen höheren Ton, eine längere Saite schwingt langsamer und erzeugt einen tieferen Ton. Zusätzlich beeinflussen die Spannung des Nylonfadens und dessen Materialeigenschaften die Tonhöhe. Ein straffer, gespannter Faden erzeugt höhere Frequenzen, während ein lockerer Faden tiefere Töne erzeugt.





Ein-Saiten-Instrument

Für den Bau des Instrumentes benötigst du:

- 1 Holzleiste (50 cm lang)
- 1 Holzklotz (ca. 4 cm breit, ca. 2,5 cm hoch)
- 2 Halbrundhölzer (ca. 2 cm breit)
- 1 flaches Holzstäbchen (zB Eisstiel)
- 1 Schraubdeckel aus Metall
- 4 Nägel (1 × 7 cm lang, 3 × 2,5 cm lang)
- Nylonfaden, Holzleim, Klebstoff/Heißkleber, Hammer, Lineal

So gehst du vor

1. Klebe ein Halbrundholz in die Mitte des Metalldeckels und das zweite Halbrundholz in die Mitte des Holzklotzes.
2. Schlage zwei der kurzen Nägel jeweils mittig in beide Stirnseiten der Holzleiste, sodass sie etwa 5 mm herausstehen.
3. Schlage den langen Nagel ca. 15 cm vom Ende der Leiste mittig ins Holz.
4. Miss den Durchmesser des Schraubdeckels und ziehe davon 5 mm ab. Schlage auf der anderen Seite der Leiste den letzten kleinen Nagel ein – mit genau diesem Abstand vom Ende. Lege den Metalldeckel hinter diesen Nagel.
5. Platziere den Holzklotz zwischen den zwei Nägeln auf der Leiste.
6. Befestige den Nylonfaden am Nagel beim Metalldeckel (1). Lege ihn über den Metalldeckel und den Holzklotz, wickle ihn einmal um den großen Nagel (3), dann um den kleinen Nagel an der anderen Stirnseite (2) und binde ihn wieder am großen Nagel (3) fest. Spanne den Faden so gut wie möglich.
7. In die entstandene Schlinge schiebst du das flache Holzstäbchen. Damit kannst du den Faden noch fester spannen.
8. Dein Ein-Saiten-Instrument ist fertig und du kannst nun durch Zupfen am Faden Töne erzeugen.



Beobachte, was passiert!

Was passiert mit dem Ton, wenn du den Holzklotz verschiebst?

Markiere verschiedene Stellen auf der Leiste, um eine Tonleiter abzubilden.

Kannst du mit deinem Ein-Saiten-Instrument eine Melodie spielen?



Bambus-Klapper

ab 5. Schulstufe | ca. 25 Min.

Benötigtes Material

- Arbeitsblatt „Bambus-Klapper“ (S. 176)
- 1 Bambusstab (Ø ca. 20 mm)
- Rundholz (Ø 4 mm)
- Holzkugeln mit Halbbohrung (Ø 15 mm, Bohrung 4 mm)
- Bohrmaschine mit 5-mm-Holzbohrer (bei 4 mm Rundholz)
- Schraubstock
- Säge
- Holzleim oder Heißklebepistole

Vorbereitung

Falls gewünscht, kann der Bambusstab bereits im Vorfeld zugeschnitten werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass ein Knoten (eine Verdickung, an der der Bambus innen nicht hohl ist) nahe an einem Ende liegt.

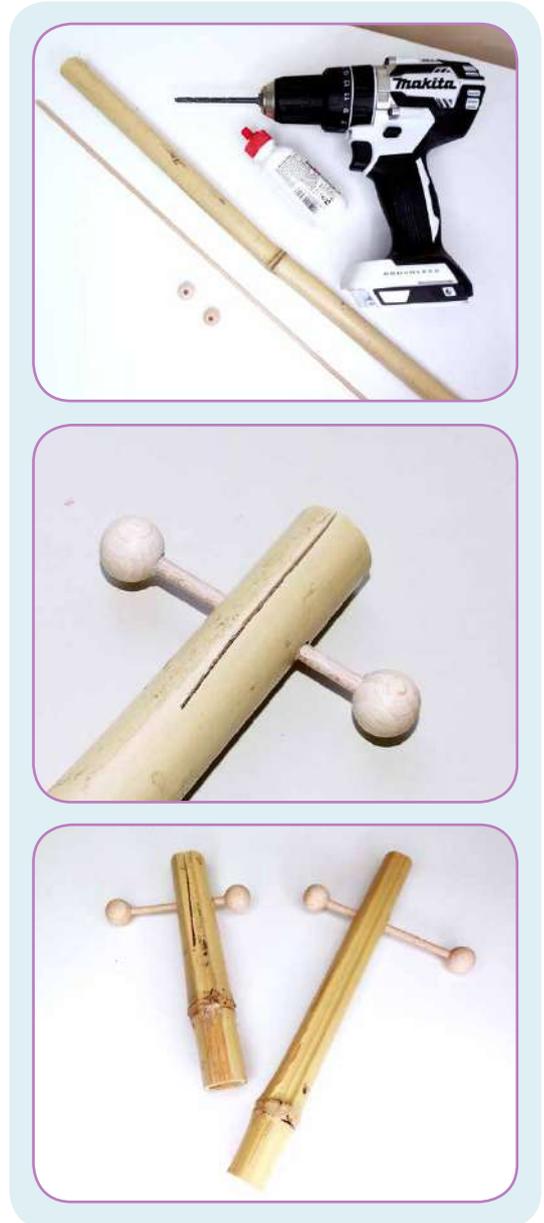
Durchführung

Zunächst wird ein Stück des Bambusstabs abgesägt (ca. 20 cm). Der Stab wird mit dem Ende, an dem kein Knoten ist, vorsichtig senkrecht in einem Schraubstock fixiert. Nun wird mittig ein etwa 5 cm tiefer Schnitt gesägt. Danach wird mit der Bohrmaschine vorsichtig ein Loch durch den Bambus gebohrt, etwa 2–3 cm unterhalb des oberen Endes. Für eine saubere Bohrung empfiehlt es sich, das Loch zunächst von einer Seite nur teilweise zu bohren, bis auf der gegenüberliegenden Seite eine Markierung sichtbar ist. Anschließend wird das Loch von der anderen Seite fertiggestellt, um Splitterbildung zu vermeiden.

Das Rundholz wird auf eine Länge von rund 7 cm zugeschnitten. Eine der Holzkugeln mit Halbbohrung wird auf ein Ende des Rundholzes geklebt. Danach wird das Rundholz durch das gebohrte Loch im Bambus gesteckt und die zweite Kugel an der gegenüberliegenden Seite befestigt.

Zusatzinformation

Durch die Bewegung des Klangstabs schlägt die Holzkugel gegen die Seiten des Bambusrohrs und versetzt es in Schwingung, wodurch ein charakteristisches Geräusch entsteht. Die Größe der Holzkugeln, die Bohrung und der Durchmesser des Rundholzes können je nach gewünschtem Klangeffekt angepasst werden.





Bambus-Klapper

Für den Bau des Instrumentes benötigst du:

- 1 Bambusstab (Ø ca. 20 mm)
- Rundholz (Ø 4 mm)
- Holzkugeln mit Halbbohrung (Ø 15 mm, Bohrung 4 mm)
- Bohrmaschine mit 5-mm-Holzbohrer (bei 4 mm Rundholz)
- Schraubstock
- Säge
- Holzleim oder Heißklebepistole

So gehst du vor

1. Säge ein Stück vom Bambusstab ab. Achte dabei auf die Knoten. Das sind verdickte Stellen, an der der Bambus innen nicht hohl ist. Ein Knoten soll sich in der Nähe eines Endes befinden. Falls nötig, bitte deine Lehrperson um Hilfe.
2. Spanne den Bambusstab senkrecht, mit dem Knoten nach unten, in einen Schraubstock ein. Sei vorsichtig – der Bambusstab darf nicht brechen!
3. Säge nun den Bambusstab längs etwa 5 cm tief ein.
4. Nimm die Bohrmaschine und bohre vorsichtig ein Loch in den Bambusstab, etwa 2 bis 3 cm unterhalb des oberen Endes und im rechten Winkel zum Schnitt.
 - a. Für eine saubere Bohrung bohre zuerst von einer Seite bis zur Mitte und dann ein kleines Stück weiter.
 - b. Drehe den Stab um. Auf der anderen Seite siehst du nun eine Markierung. Setze den Bohrer dort an und bohre erneut vorsichtig, um das Loch zu vervollständigen.
 - c. Du kannst das Loch auch in einem Zug bohren, aber dabei kann das Bambusholz auf der anderen Seite splintern.
5. Schneide das Rundholz auf eine Länge von ca. 7 cm zu.
6. Klebe an ein Ende des Rundholzes eine Kugel mit Halbbohrung und lasse den Kleber trocknen.
7. Stecke das Rundholz durch das gebohrte Loch und fixiere die zweite Kugel am anderen Ende des Rundholzes.
8. Wenn du möchtest, kannst du den Bambus-Klapper bemalen.



Beobachte, was passiert!

Was hörst du, wenn du den Bambus-Klapper verwendest? Wie entsteht das Geräusch?

3. Quellen



- Amt der Kärntner Landesregierung (Hrsg.) (2011). *Lärm und Gesundheit*. Klagenfurt am Wörthersee. Verfügbar unter: <https://www.ktn.gv.at/DE/repos/files/ktn.gv.at/Abteilungen/Abt5/Dateien/UA%5FSAN-Dok/Pollenwarndienst/Umweltmedizin/L%c3%a4rm%20und%20Gesundheit.pdf?exp=1303919&fps=5b52349b08262c54d8a03fe7f-72db02cef131add> [13.01.2025].
- Arndt, P. & Sambanis, M. (2017). *Didaktik und Neurowissenschaften. Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis*. Tübingen: Narr Francke Attempo.
- Braun, J. (2010). Ferien vom Lärm. Stille ist die Urlaub fürs Gehirn. Verfügbar unter: https://www.zeit.de/reisen/2010-02/interview-poppel-stille?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F [13.01.2025].
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2009). *Handbuch Umgebungslärm. Minderung und Ruhevorsorge*. Wien. Verfügbar unter: https://www.laerminfo.at/service/laermpublikationen/hb_umgebungslaerm.html [13.01.2025].
- Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) (2013). *Ruhe schützen*. Magazin «umwelt» 1/2013. Bern. Verfügbar unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/laerm/publikationen-studien/publikationen/magazin-umwelt-1-2013-ruhe-schuetzen.html> [15.01.2025].
- Bundesgesetz für Verordnung Lärm und Vibration (VOLV). *Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen BGI. II Nr. 302/2009*. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20004576> [09.12.2024].
- Chibici, B. (2007). *Die Lärmspirale. Vom Umgang mit einer immer lauterer Welt*. Wien: Verlagshaus der Ärzte GmbH.
- European Environment Agency (2020). *EEA Report No 22/2019. Environmental noise in Europe – 2020*. Verfügbar unter: <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> [09.12.2024].
- Geisel, S. (2012). *Nur im Weltall ist es wirklich still. Vom Lärm und der Sehnsucht nach Stille*. Berlin: Galiani.
- Hellbrück, J. & Guski, R. (2018). *Lauter Schall. Wie Lärm in unser Leben eingreift*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Hotter, E. & Zollneritsch, J. (2008). *Lärm in der Schule. Ein Arbeitsbuch*. Graz: Leykam.
- Kaltwasser, V. (2013). *Achtsamkeit in der Stille. Stille-Inseln im Unterricht: Entspannung und Konzentration*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Mai, J. (2024). *Stille: Bedeutung für die Gesundheit + Tipps*. Verfügbar unter: <https://karrierebibel.de/stille/> [15.01.2025].
- Merkoffer, M. A. (2022). *Stille – Warum unser Gehirn Ruhe braucht*. Verfügbar unter: <https://arbeits-abc.de/stille/> [15.01.2025].
- Müller, M. (2009). *Klassenraumakustik*. Diplomarbeit. Technische Universität Graz. Verfügbar unter: <https://www.spssc.tugraz.at/student-projects/klassenraumakustik.html> [10.12.2024].
- Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW (Hrsg.) (2016). *Lärm Werkstatt. Anregungen zur Bildungsarbeit*. Recklinghausen, Verfügbar unter: https://www.nua.nrw.de/fileadmin/user_upload/NUA/Publikationen/Material_Bildungsarbeit/LaermWerkstatt.pdf [13.01.2025].
- Ostermeyer, F. (2021). Das passiert im Gehirn, wenn es still wird. Verfügbar unter: <https://www.fitbook.de/mind-body/das-passiert-im-gehirn-wenn-es-still-wird> [28.11.2024].
- Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung. (2016). *Akustik & Lärm. Eine Mitmachbroschüre für Kinder*. Wien. Verfügbar unter: <https://www.oal.at/aktivitaeten/schwerpunkt/> [12.12.2024].
- Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung (2011). *Die Wirkung des Lärm auf den Menschen. Beurteilungshilfen für den Arzt*. ÖAL-Richtlinie Nr. 6/18. Verfügbar unter: <https://www.oal.at/richtlinien> [26.11.2024].
- Plevin, R. (2016). *So bekomme ich meine Klasse ruhig – vom Chaos zur Stille*. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.
- Reithner, C. (2013). *Akustische Sanierung von Klassenräumen*. Diplomarbeit. Technische Universität Graz. Verfügbar unter: <https://www.spssc.tugraz.at/student-projects/akustische-sanierung-von-klassenraumen.html> [28.11.2024].
- Riedl, T. & Riedl, B. (2010). *OhrenPower. Die Kraft des Hörens*. Dörfles: Renate Götz Verlag.
- Rosenwald, G. (2010). *Der kleine Stille-Ratgeber. 40 wirksame Stille-Spiele für die ganze Klasse*. 2. Auflage. Kerpen: Koh Verlag.
- Rosenwald, G. (2008). *Über Stille zur Konzentration*. 1. Auflage. Kerpen: Kohl-Verlag. Senge, T. Rosenwald, G. (2009). *Stille in fünf Minuten!*. 3. Auflage. Kerpen: Kohl Verlag.
- Senge, T. (2009). *Lärm im (Hauptschul-)Unterricht. Eine Studie zum subjektiven Belastungsempfinden von Schülern und Lehrern*. Göttingen: Optimus Mostafa Verlag.
- Stadt Graz Umweltamt (Hrsg.) (2020). *Grazer Lärmkompass*. Graz. Verfügbar unter: https://www.graz.at/cms/dokumente/10246348_8495680/23ba261a/Laermkompass_Graz_.pdf [28.11.2024].
- Statistik Austria. (2024). *Umweltbedingungen, Umweltverhalten 2023. Ergebnisse des Mikrozensus*. Wien. Verfügbar unter: <https://www.statistik.at/services/tools/services/publikationen/detail/2061> [09.12.2025].
- Unfallkasse NRW (Hrsg.) (2020). *Schriftenreihe Prävention in NRW 79. Lärm-Akustik-Belastungen in Schulen*. Düsseldorf. Verfügbar unter: https://www.unfallkasse-nrw.de/fileadmin/server/download/praevention_in_nrw/praevention_nrw_79.pdf [15.01.2025].
- World Health Organization (2011). *Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe*. Copenhagen. Verfügbar unter: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC64428> [09.12.2024].
- World Health Organisation (1999). *Guidelines for community noise*. Geneva. Verfügbar unter: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217> [09.12.2024].