

Lernen ohne Lärm

Ein Leitfaden
zur Umsetzung
für Schulen



Gemeinsam
Ursachen erforschen,
Auswirkungen erkennen,
angenehme Lernumgebung erschaffen

Medieninhaber und Herausgeber:

Umweltdachverband GmbH
Strozzigasse 10/8–9, 1080 Wien
Tel. +43/1/40113-0, Fax: +43/1/40113-50
E-Mail: office@umweltdachverband.at
Website: www.umweltdachverband.at
Firmenbuchnummer: FN 280270M
Geschäftsführung: Mag. Gerald Pfiffinger

Redaktion: Mag.^a Edith Svec-Brandl BEd.,
Dr.ⁱⁿ Anna Streissler

AutorInnen: Mag.^a Edith Svec-Brandl,
Dr.ⁱⁿ Anna Streissler, DI Eva Ruppert-Pils,
Mag. art. DI Dr. Bernhard Weiss-Bouslama,
Mag.^a Denise Sprung, Dr.ⁱⁿ Ilse Bartosch

Lektorat: Ing. Sabine Matzenberger

Grafik und Layout: Mag. Christoph Rossmeißl

Druckerei: AUVA

Bestellbar bei der
Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt
(AUVA),
Mag.^a Edith Svec-Brandl BEd.,
edith.svec-brandl@auva.at

und beim
Umweltdachverband (UWD),
office@umweltdachverband.at

Wien, Oktober 2019
Alle Rechte vorbehalten.

Zu diesem Leitfaden	3
 Bau- und Raumakustik verstehen und verbessern	7
 Organisatorische Prozesse verändern	12
 Sensibilisierung für Lärm	18
 Soziales Miteinander fördern	38
 Mit SchülerInnen forschen lernen	44
Gelingensfaktoren und Stolpersteine	51
Glossar	54
Literatur zu „Sensibilisierung für Lärm“	59



Lernen ohne Lärm ist ein Projekt
gefördert aus den Mitteln „Gemeinsame
Gesundheitsziele aus dem Rahmen-
Pharmavertrag, eine Kooperation von
österreichischer Pharmawirtschaft und
Sozialversicherung“.

Täglich sind unsere Ohren und unsere Körper „Lärm“ ausgesetzt. Ein Geräusch wird als Lärm empfunden, wenn es subjektiv als störend bewertet wird, unabhängig davon, ob es leise oder laut, hoch oder tief ist. Aufgrund persönlicher Erfahrungen bewerten wir Geräusche unterschiedlich. So kann das Geräusch eines Flugzeugs nerven oder für erholsamen Urlaub stehen. Ob ein Geräusch als Lärm empfunden wird und unser Körper mit Stress reagiert, hängt daher von unserer Bewertung ab. Mittelfristig können jedoch durch lärminduzierten Stress erhebliche gesundheitliche Beschwerden wie Herz-Kreislaufkrankungen, Schlafstörungen und Störungen des Fettstoffwechsels auftreten. Allerdings können sehr laute Geräusche, wie Kreissägen oder Feuerwerkskörper, bei geringer Distanz die Ohren schädigen, egal wie man diese Geräusche bewertet. Es lohnt sich also, subjektiven Geräuschempfindungen und dem Hören allgemein Aufmerksamkeit zu schenken und zu versuchen, ohrenschonender und damit stressfreier zu leben.

In Schulen ist man selten mit Geräuschen wie Kreissägen oder Feuerwerkskörpern konfrontiert. Eine ständige Kulisse aus unterschied-

lichen Geräuschen, manchmal verstärkt durch Verkehrslärm, führt jedoch zu einer hohen Gesundheitsbelastung, für all jene, die in Schulen arbeiten – Lehrerinnen und Lehrer genauso wie Schülerinnen und Schüler.

Zwischen 2017 und 2019 wurden im Projekt „Lernen ohne Lärm“ SchülerInnen, PädagogInnen, SchulärztInnen und ArchitektInnen für die Lärmproblematik sensibilisiert. Im Projekt ging es vor allem darum, gemeinsam die Ursachen von Lärm zu erforschen, ihre Auswirkungen zu erkennen und Maßnahmen zu setzen, die eine angenehme Lernatmosphäre erschaffen. Die 12 am Projekt teilnehmenden Schulen arbeiteten mit Unterstützung des Projektteams Beispiele aus, wie belastendes Lärmaufkommen in Bildungseinrichtungen durch bauliche, organisatorische und soziale Maßnahmen verringert werden können.

Herzstück des Projekts war die Phase der Forschung: SchülerInnen forschten unterstützt von ihren PädagogInnen und ExpertInnen zu Ursachen und Wirkungen von Lärm in ihrer Schule sowie der näheren Umwelt. Dabei beschäftigten sie sich im Unterricht auf altersgerechte Art und Weise mit folgenden Bereichen:

Hören ist für die meisten von uns ein unbewusst ablaufender alltäglicher Prozess. Im Mutterleib ist der Gehörsinn der erste Sinn, der ausgebildet wird. Er ist wesentlich für Kommunikation, hilft bei der Erkennung von Gefahren und wacht deshalb Tag und Nacht über uns. Als wichtigstes Warnsystem, das 100-mal empfindlicher ist als unsere Augen, bilden unsere Ohren das sensibelste Sinnesorgan des Menschen.

Quelle: <https://at.galileo.tv/life/wie-viel-sehen-und-hoeren-ungeborene-babys>



Raum- und bauakustischen Maßnahmen:

zur Reduktion von Nachhall und zur Erhöhung der Sprachverständlichkeit etwa durch Schallschutzmaßnahmen und durch Veränderung der Raumeinrichtung.



Verbesserung organisatorischer Prozesse:

durch das Trennen von Ruhe- und Bewegungszonen, die Reduktion oder das Abschaffen der Pausenglocke oder die Verwendung von Gebärden und Symbolen.



Sensibilisierung für Lärm:

durch Bewusstseinsbildung für Lärm als belastenden Gesundheitsfaktor, Beschäftigung mit biologischen und physikalischen Aspekten von Geräuschen und ihrer Wahrnehmung.



Förderung des sozialen Miteinanders:

durch den konstruktiven Umgang mit Kommunikations- und Konfliktsituationen.



Forschendes Lernen:

durch die Erforschung von naturwissenschaftlichen und sozialen Aspekten von Schall und Lärm und die gemeinsame Entwicklung von Maßnahmen zur Verringerung von Lärm gestalten die SchülerInnen Veränderungsprozesse wesentlich mit.

Gemeinsam mit ihren Lehrpersonen und der Schulleitung setzten die SchülerInnen schulspezifische Maßnahmen zur Verringerung der Lärmbelastung um und entwickelten dabei teilweise kreative Ideen, an die die Erwachsenen gar nicht gedacht hätten. Die aktive Einbindung der SchülerInnen erhöhte die Wahrscheinlichkeit von anhaltenden, dauerhaften Veränderungen erheblich.

Nachhallmessungen von der AUVA oder von Akustiker Bernhard Weiß-Bouslama fanden parallel zu den geschilderten Aktivitäten an allen Schulen statt. Aufgrund der Gutachten, die in allen Schulen Verbesserungen nahelegten, versuchten die Schulleitungen diesen Empfehlungen nachzukommen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen erforderten oft langwierige finanzielle und rechtliche Abstimmungen und konnten nicht bei allen Schulen zufriedenstellend umgesetzt werden.

Durch diese umfangreichen, gesamtinstitutionellen Maßnahmen sollten einerseits Gesundheit und Wohlbefinden der beteiligten Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen gesteigert werden und andererseits Schlüsse gezogen werden, wie Lärmreduktion in Bildungseinrichtungen dauerhaft verankert werden kann. Unsere Erfahrungen flossen darüber hinaus in die Überarbeitung der Kriterien des Österreichischen Umweltzeichens für Bildungseinrichtungen ein. Dort ist Lärmprävention mittlerweile ein Pflichtkriterium.

Die ProjektpartnerInnen:

„Lernen ohne Lärm“ ist ein gemeinsames Projekt von:

- Umweltdachverband (UWD), Projektleitung Dr.ⁱⁿ Anna Streissler (2. rechts), Mag.^a Rebecca Zeilinger (links), Melanie Salzl MSc. (3. rechts), Mag. Michael Schöppl, Dr. Markus Langer, Mag.^a Karin Hartmeyer
- Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA), Mag.^a Edith Svec-Brandl BEd. (3. links), Mag.^a Katharina Takacs, Mag. Joachim Rauch, DI Eva Ruppert-Pils,
- Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark (UBZ Steiermark), Mag.^a Denise Sprung (2. links), Mag.^a Elisabeth Martini,
- Beratungsfirma für Bau- und Raumakustik „Wohlklang“, Mag. art. DI Dr. Bernhard Weiss-Bouslama (rechts)
- unter Mitarbeit von Dr.ⁱⁿ Ilse Bartosch, Fachdidaktik, Universität Wien.



Weitere unterstützende Organisationen sind das Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT), das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF), die Bildungsdirektion Wien, das Umweltzeichen für Bildungseinrichtungen, die Pädagogische Hochschule Wien und das NAWI Netzwerk Wien.

„Lernen ohne Lärm“ ist ein Projekt gefördert aus den Mitteln „Gemeinsame Gesundheitsziele aus dem Rahmen-Pharmavertrag, eine Kooperation von österreichischer Pharmawirtschaft und Sozialversicherung“.

Die teilnehmenden Schulen:

- Volksschule St. Ulrich in Greith, Steiermark
- Volksschule Pradl-Leitgeb 1, Innsbruck, Tirol
- Praxisvolksschule der PH Steiermark, Graz, Steiermark
- Praxisvolksschule der KPH Wien/Krems, Wien

- WMS Plankenmaisstraße, Wien
- NMS Josef-Enslein-Platz, Wien
- NMS Rohrbach, Oberösterreich
- NMS 12 Harbachschule, Linz, Oberösterreich

- BHAK Wien 10, Wien
- Höhere Lehranstalt für Wirtschaft & Mode, Klagenfurt, Kärnten
- HLW Krieglach, Steiermark
- Brigittenauer Gymnasium, Wien

Warum dieser Leitfaden?

Dieser Leitfaden bietet Hintergrundinformationen zum Thema Lärmprävention in Schulen. Er stellt Umsetzungsbeispiele und Empfehlungen in den vier Bereichen raum- und bauakustische Maßnahmen, Verbesserung organisatorischer Prozesse, Förderung des sozialen Miteinanders und Sensibilisierung für Schulen vor und soll Bildungseinrichtungen zum Nachmachen einladen. Als förderlich für die Umsetzung bewährte sich in den Pilotschulen aller Schultypen forschendes Lernen. Dieses wurde als besonders interessante aber auch herausfordernde Komponente des Projekts gesehen. Forschendes Lernen wird hier an zwei Beispielen vorgestellt, die für SchülerInnen aller Altersgruppen umsetzbar sind. Abgerundet wird die Broschüre durch eine Zusammenschau von Stolpersteinen und Gelingensfaktoren, damit Schulen, auf dem Weg zu „Lernen ohne Lärm“ Hürden besser umschiffen können und damit rascher zum gewünschten Ziel kommen.

Jede Schule hat ganz eigene Rahmenbedingungen, baulicher Natur und personeller Zusammensetzung. Optimal genutzt können sie Ressourcen für die Lärmreduktion sein.

Die vorgestellten Beispiele für Maßnahmen können daher nicht immer 1:1 umgesetzt werden. Sie sollen Denkanstöße geben, schulspezifische Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen. Im Projekt nahmen Volksschulen,

Mittelschulen, ein Gymnasium und Berufsbildende Höhere Schulen teil. In der Arbeit mit den Schulen stellten wir als Projektteam fest, dass Volksschulen und Mittelschulen meist günstigere strukturelle Bedingungen aufwiesen, um unser Projekt im Sinn eines gesamtinstitutionellen Ansatzes (im Englischen als „whole institutional approach“ genannt) umzusetzen, z. B. Team-Teaching, fächerübergreifendes Lernen und Projekttag. Gymnasien und Berufsbildende Schulen hatten dafür den Vorteil, dass einzelne Themen tiefergehend behandelt werden konnten und das forschende Lernen gut kompatibel mit den sowieso verlangten vorwissenschaftlichen Arbeiten bzw. Diplomarbeiten waren.

Unser Leitfaden stellt viele Beispiele aus dem Volksschul- und Mittelschulbereich vor. Wir sind aber davon überzeugt, dass auch interessierte Höhere Schulen „Lernen ohne Lärm“ an ihre strukturellen Bedingungen anpassen und gewinnbringend umsetzen können. „Lernen ohne Lärm“ gelingt v.a. dann, wenn es zu einem gemeinsamen Anliegen aller SchulpartnerInnen wird.

Der Aufbau des Leitfadens orientiert sich am Ansatz der AUVA, die bei der Umsetzung von Präventionsmaßnahmen zunächst beim ArbeitnehmerInnenschutz dem TOP-Prinzip folgt, also bei Bau- und Raumakustik im ersten Schritt die technischen Maßnahmen auslotet, dann erst folgen die Verbesserungen organisatorischer



Die Broschüren sind erhältlich bei:

- **Umweldachverband** unter office@umweldachverband.at
- **AUVA** edith.svec-brandl@auva.at

Die **Lärmsensibilisierungskoffer** sind bei den obenstehenden Institutionen erhältlich sowie beim

- **Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark** office@ubz-stmk.at

Details dazu sowie weitere interessante Informationen finden Sie auf der Website www.lernenohnelaerm.at

Prozesse, und als 3. Schritt die Sensibilisierung der im System handelnden Personen und zuletzt die Förderung des sozialen Miteinanders.

In der Projektarbeit der Schulen wurde meist eine geänderte Abfolge gewählt:

- **Schritt 1:** Sensibilisierung der Schulleitung, der PädagogInnen, der SchülerInnen und gegebenenfalls des weiteren Personals,
- **Schritt 2:** Erarbeitung von Vorschlägen für Förderung des sozialen Miteinanders, der Verbesserung organisatorischer Prozesse,
- **Schritt 3:** Erarbeitung von Vorschlägen für forschendes Lernen,
- **Schritt 4:** Verbesserungen durch bau- und raumakustische Maßnahmen.

Für das Projektteam und die Beteiligten an den Schulen war es nützlich, die vier Maßnahmenbereiche zu unterscheiden. Es war jedoch allen bewusst, dass es nicht immer möglich und sinnvoll ist, eine Maßnahme nur einem der vier Bereiche zuzuordnen.

Die entstandenen Unterrichtsmaterialien basieren auf den Projekten zum ArbeitnehmerInnenschutz der AUVA zum Thema Lärmprävention im Kindergarten „Mux Mäuschen still“, sowie den Erfahrungen und Materialien des Projektes „Lärm macht krank“ des Umwelt-Bildungs-Zentrums Steiermark, im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung Abteilung 15.

Eine weitere, eng mit der vorliegenden zusammenhängende Broschüre widmet sich den Erfahrungsberichten aus den einzelnen Schulen. Des Weiteren sind im Projekt außerdem zahlreiche Unterrichtsmaterialien, sowie Lärmsensibilisierungskoffer für unterschiedliche Schulstufen entstanden.

Wir wünschen allen Schulen, die sich an Hand dieses Leitfadens auf den Weg zu „Lernen ohne Lärm“ machen, gutes Gelingen!



Im baulichen Schallschutz gibt es zwei ganz wesentliche Prinzipien. Zum einen die Schalldämmung, also den Schallschutz durch bauliche Trennung, und zum anderen die Schalldämpfung, also den Schallschutz durch Absorption des Schalls. Bei beiden Maßnahmen muss in der Praxis berücksichtigt werden, dass sie stark von der Frequenz der zu dämmenden Geräusche abhängig sind.

Schalldämmung

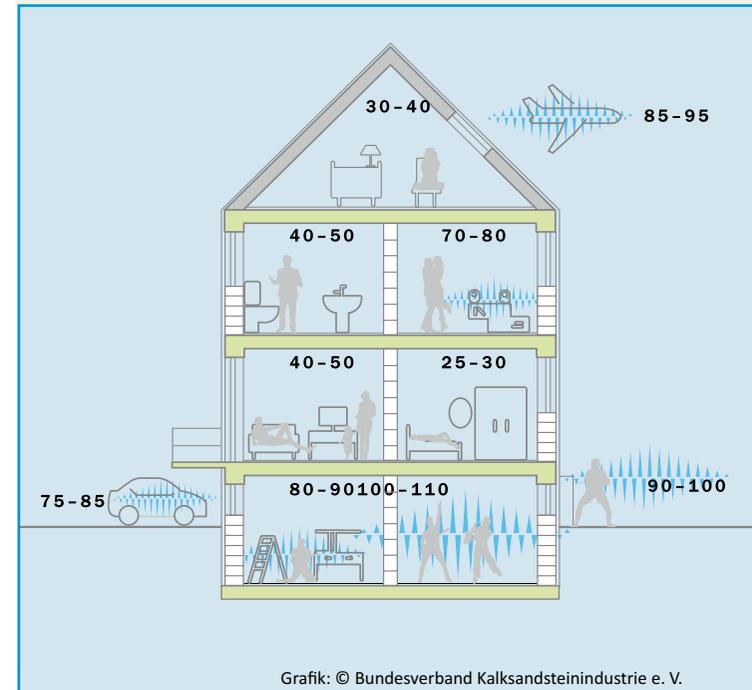
Als Schalldämmung bezeichnet man den Schutz vor Schallübertragung von außen bzw. von einem Raum in einen anderen. Schall kann als Körperschall über Stöße und Vibrationen in ein Gebäude eindringen, und dann als Schwingungen von Wänden, Decke oder Boden wieder hörbar werden. Ein Beispiel sind Übertragungen des Trittschalls, Hämmern an der Wand oder auch Geräusche von Rohrleitungen im Haus. Genau so kann Luftschall, wie Musik, Gespräche, etc. Bauteile zu Schwingungen anregen und diese wieder im Raum abgestrahlt werden.

Der Schall kann aber auch direkt durch Schwachstellen (kleine Lüftungsöffnungen, Tür- und Fensterschlitze) in einen Raum eindringen. Für eine gute Schalldämmung ist eine spezielle, zumeist massive Bauweise nützlich. Allerdings bestimmt immer das schwächste Glied der Ket-

te den Erfolg der Schalldämmung. Werden zum Beispiel in Räumen einfach verglaste, dünne Fenster und einfache Türen verbaut, so bestimmen sie das Ausmaß der Schalldämmung. In solchen Räumen ist eine hohe Lärmentwicklung zu erwarten.

Bei der Planung eines Gebäudes ist aber auch darauf zu achten, dass Räume mit höherem Ruhebedarf wie Klassenzimmer und Ruheräume nicht unmittelbar nebeneinander geplant werden, oder solche Räume vor allem nicht direkt mit Türen und/oder Fenstern verbunden werden.

Die meisten Maßnahmen zum Thema Schalldämmung wie Raumanordnung, bauakustisches Trennen der Gänge von den Klassenbereichen und auch der Klassen untereinander, Wahl der Fenster und Türen (nach außen wie auch nach innen) sind bereits vor dem Bau zu berücksichtigen. Besonders wichtig ist, dass flexible Abtrennungen in Turnsälen nur dann wirken können, wenn sie fugendicht und schwer gebaut sind (z. B. in Form von verklemmbaren Trennwänden, die auf Schienen verschoben werden können und dann so fixiert werden, dass kaum Spalten bleiben). Schwere Vorhänge allein ermöglichen zwar einen Sichtschutz, können aber niemals den Betrieb als zwei voneinander unabhängige Turnsäle gewährleisten!



Die Abbildung zeigt schematisch unterschiedliche Lautstärken in der Einheit dB(A) verschiedener Geräuschquellen außerhalb und innerhalb eines Wohnhauses.



Foto: © Edith Svec-Brandl

Beispiel einer Vorsatzschale als abgehängte Decke.



Foto: © Anna Streissler

Die Akustik ist in vielen Turnsälen schlecht, da die Nachhallzeiten sehr hoch sind.

Trittschall sollte durch sogenannte schwimmende Estriche bzw. durch spezielle Auflagen im Boden in seiner Ausbreitung unterbrochen werden:

Schwimmende Estriche – auch Estriche auf Dämmschicht genannt – dienen der Verbesserung der Wärme- und Trittschalldämmung. Das herausragende konstruktive Merkmal von schwimmenden Estrichen ist die vertikale und horizontale Beweglichkeit der Estrichplatte. Sie darf keinen unmittelbaren Kontakt zu anderen Bauteilen aufweisen, da sonst Schall- oder Wärmebrücken entstehen.

Nachträgliche Verbesserungen bei unzureichendem Schallschutz wie Trittschalldämmung etc. sind zumeist mit größeren baulichen Maßnahmen verbunden, wie z. B. das Einziehen von zusätzlichen Wänden, Montage von Vorsatzschalen, oder Trittschallunterlagen für Böden.

Die **Vorsatzschale** (auch Außenwandverkleidung oder Innenwandverkleidung) ist ein nicht tragfähiges Bauelement, welches aus bauphysikalischen und/oder optischen Gründen mit der umgebenden Bauwerksstruktur verbunden ist.

Vorsatzschalen tragen auf bereits bestehende Gebäudeflächen eine zweite Haut auf. Die notwendige Wärmedämmung und Schalldämmung wird dadurch verbessert. Verwendet werden hierfür Gipskartonplatten oder Holzplatten.

Die einzige einfache selbst umsetzbare Maßnahme im Bereich der Verminderung des Trittschalls bleibt das Benützen von Teppichen.

Schalldämpfung

Die zweite wesentliche Komponente im baulichen Schallschutz ist die Schalldämpfung, also die Fähigkeit des Raumes, Schall zu schlucken. Anders als bei der Schalldämmung ist hier eine massive Bauweise nicht maßgebend, sondern die Beschaffenheit der Oberflächen. Glatte, sehr harte Strukturen wie z. B. Fliesen oder Glasflächen verhindern, dass der Schall geschluckt wird, während poröse, weiche Oberflächen dies eher ermöglichen.

Während bei glatten Oberflächen die Reflexion gerichtet erfolgt (Einfallswinkel und Ausfallswinkel bzw. Reflexionswinkel sind gleich) wird der Schall bei rauen Strukturen in viele verschiedene Richtungen reflektiert. Je rauer ein Material ist, desto diffuser wirft es diesen Schall wieder zurück. Dieser Reflexionsgrad ist darüber hinaus frequenzabhängig.

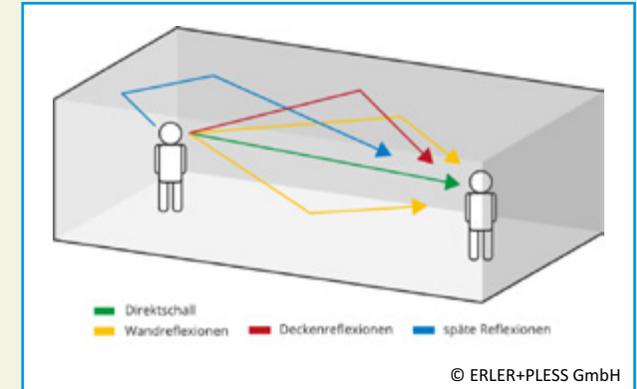
Nachhall

Nachhall entsteht, wenn Schall wiederholt reflektiert wird und dabei mit der Zeit schwächer wird. In großen Räumen wie Kirchen lässt sich der Nachhall gut erkennen. Die Abschwächung wird zum einen dadurch verursacht, dass bei jeder Reflexion ein Teil der Energie in Wärme umgewandelt wird und zum anderen daher, dass die Ausbreitung des Schalls in der Luft verlustbehaftet ist. Die Zeit, in welcher der Schalldruckpegel nach einem plötzlichen Verstummen der Schallquelle um 60 dB abnimmt, heißt Nachhallzeit T_{60} . Die Sprachverständlichkeit leidet stark, wenn ein Raum zu viel Nachhall hat. In diesem Fall muss das Gehirn aus der Überlagerung vom Direktschall der anderen Person mit den vielen Reflexionen das Nutzsignal – also die Sprache – herausfiltern. Je kürzer die Nachhallzeit ist, desto besser ist die Sprachverständlichkeit.

Bei speziellen geometrischen Designs der Räume wie Kuppeln, Gewölbe, aber auch perfekt parallelen sehr glatten Wandflächen können Phänomene wie Flatterechos auftreten. Ein Flatterecho ist eine periodische Folge eines Echos, die dadurch zustande kommt, dass ein Schallsignal sich auf einem Weg ausbreitet, der über zwei oder mehr stark reflektierende Flächen zum Ausgangspunkt zurückführt.

Neben der Beschaffenheit der Oberflächen beeinflusst die Einrichtung die Raumakustik merkbar.

In Bildungseinrichtungen, wo sehr viele Personen zusammentreffen und die Sprachverständlichkeit wesentlich ist, sollte eine geeignete Raumakustik mit professionellen Baumaterialien sichergestellt werden. In den meisten Fällen werden abgehängte Deckensysteme vorgesehen, welche mit schallschluckenden Platten bestückt sind. Manchmal werden auch Systeme vorgesehen, welche gelochte Platten enthalten, und mit Dämmwolle oder ähnlichem hinterlegt werden. In speziellen Fällen, wenn beispielsweise die Decke eine Kühlfunktion hat, kommen solche Deckensysteme nicht in Frage. Die Raumakustik muss dann anderweitig verbessert werden, typischerweise mit schallabsorbierenden Deckensegeln oder anderen sogenannten Schallschluckkörpern.



Die Grafik zeigt, dass eine sprechende Person in einem Raum sowohl Direktschall aussendet, dass sich aber auch Schallreflexionen bilden. Die hörende Person muss das Nutzsignal herausfiltern.



In langen Gängen und Gewölben sind die Nachhallzeiten meist unangenehm lang.

Für ganz Neugierige:

- Verschiedene Videos mit Akustiker Dr. Bernhard Weiss-Bouslama, www.lernenohnelaerm.at/zum-anwenden/ideen-fuer-die-praxis/erklavideos/ (2.10.2019)



Auf jeden Fall ist es wichtig, bei Schulum- und -neubauten die Raumakustik gut zu planen. Wird darauf vergessen oder die dafür notwendigen Maßnahmen aus Kostengründen eingespart, werden die gesetzlich festgelegten raumakustischen Anforderungen nicht erfüllbar sein,



selbst mit speziellen Möbeln oder ähnlichem. Man benötigt allerdings immer relativ viele Quadratmeter schallabsorbierendes Material. Typischerweise ist der Flächeninhalt aller verbauten schallschluckenden Materialien, die an Decke und Wänden verteilt werden, etwa so



Die Bilder zeigen verschiedene Möglichkeiten der Lärmdämpfung.

groß wie die Bodenfläche des Raumes, um eine optimale Dämpfung zu erreichen.

Durch nachträgliche Maßnahmen lässt sich zu- meist keine optimale Dämpfung erreichen. Die Nachrüstung ist auch kostenintensiv.

Schallabsorbierende Decken- oder Wandelemente sollten zumindest 4 cm dick sein. Außerdem sollten die Herstellerangaben zum sogenannten Schallabsorptionsgrad α beachtet werden. Dieser sollte zwischen 0,7 bis 1,0 liegen, wobei 1,0 bedeutet, dass der gesamte Schall, der auf das Element trifft, geschluckt wird. Man benötigt zu- meist recht viel Material, um einen Effekt zu be- merken, typischerweise drei Viertel der Grund- fläche des Raumes. Das Material sollte unbedingt gleichmäßig im Raum, idealerweise an der Decke und an den Wänden, angebracht werden. Der Vorteil dieser Platten liegt darin, dass diese oft relativ einfach angeklebt werden können, und sich damit perfekt als nachträgliche Maßnahme eignen.

Die Verlockung ist groß, dass man bei großem Leidensdruck und geringem Budget selbst ver- sucht, Absorber herzustellen, z. B. aus Materia- lien wie Eierkartons, Schaumstoffen oder Styro- por. Diese eignen sich allesamt jedoch nicht, da sie eine erhöhte Brandgefahr darstellen. Auch ihre schalldämpfende Wirkung kann in der Pra- xis enttäuschen, da sie oft nur in hochfrequen- ten Bereichen wirksam sind. Wenn Sie selbst

Hand anlegen wollen, befolgen Sie bitte die in unserem Projekt entwickelte Bauanleitung für Panelabsorber. In dieser Anleitung werden kostengünstige, aber professionelle Materia- lien auf eine Art und Weise verbaut, die opti- male akustische Eigenschaften mit Montage- sicherheit, Brandschutz und Überlegungen zur Umweltverträglichkeit kombinieren. Die Her- stellung sollte nur unter Aufsicht von fachkun- digem Personal (im Idealfall FachlehrerInnen für Werkerziehung) erfolgen. Die Anleitung ist als PDF unter [www.lernenohnelaerm.at/assets/ Lernen-ohne-Laerm/Zum-Anwenden/Bauanlei- tung-Panelabsorber.pdf](http://www.lernenohnelaerm.at/assets/Lernen-ohne-Laerm/Zum-Anwenden/Bauanlei- tung-Panelabsorber.pdf) herunterzuladen bzw. per E-Mail bei edith.svec-brandl@auva.at zu bestellen.



Foto: © Anna Streissler

Unsere Tipps im Überblick:

Achten Sie auf eine gute Raumakustik! Da- bei gilt vereinfacht: Je weniger glatte Flä- chen, je mehr räumliche Unterbrechungen und je mehr weiche Materialien wie Tep- piche, Polstermöbel und Vorhänge, desto besser. Die Brandschutzbestimmungen müssen jedoch beachtet werden.

- Reduzieren Sie glatte Flächen wie Glas oder Möbelfronten!
- Stellen Sie Tische und Bänke schräg zu den Wänden!
- Füllen Sie Regale möglichst nicht ganz voll!
- Verwenden Sie schallschluckende Texti- lien wie Teppiche und Vorhänge!
- Verwenden Sie Pölster und Polstermö- bel (z. B. eine Couch)!
- Bringen Sie Filzgleiter an dafür geeigne- ten Sesseln an!
- Setzen Sie Antirutschmatten, z. B. im Werkbereich oder im Speisesaal, ein!
- Verwenden Sie im Speisesaal abwisch- bare Tischsets!
- Klemmen Sie im Turnsaal nicht ge- brauchte Matten hinter die Sprossen- wand!

Organisatorische Prozesse verändern



Foto: © Sonja Zavertanik

Lernbereiche können auf Gänge, Nebenräume oder Außenbereiche ausgelagert werden.



Foto: © NMS Ensleinplatz, Wien



Foto: © Anna Streissler



Organisatorische Prozesse können die Entstehung von Lärm in Schulen fördern. Deshalb ist es unerlässlich, im Sinn der Lärmprävention Organisationsprozesse und Abläufe genau zu durchleuchten, kritisch zu hinterfragen und gegebenenfalls zu verbessern.

Pausenglocke reduzieren oder abschaffen

In einigen Schulen wurde der Einsatz der Pausenglocke reduziert, z. B. auf den Beginn der ersten Unterrichtseinheit und das Ende der letzten Unterrichtseinheit. Andere Schulen machten gute Erfahrungen damit, die Glocke überhaupt abzuschaffen. Ein aufmerksames Zeitmanagement der Lehrenden macht die Glocke meist unnötig und falls doch einmal etwas später oder gar etwas früher mit einer Unterrichtseinheit Schluss ist, ist es für die SchülerInnen weniger störend, wenn dies nicht durch die Glocke angezeigt wird.

Ruhezonen schaffen

Besonders im Ganztagsbetrieb haben sowohl SchülerInnen als auch LehrerInnen das Bedürfnis, sich hin und wieder zurückzuziehen und zwar an einen ruhigen Ort. Falls dafür Räume verfügbar sind, können fixe „Ruheräume“ bzw. „Chill-out-Zonen“ eingerichtet werden. SchülerInnen nehmen diese Orte eher an, wenn sie die Räume selbst mitgestalten können. Bei Ruhezeiten für LehrerInnen klären Sie mit KollegInnen, ob dort telefoniert werden darf oder nicht.

Es hilft auch, verschiedene Gänge für unterschiedliche Aktivitäten vorzusehen. So kann ein Gang für Bewegungsangebote reserviert werden und dort beispielsweise eine Kiste mit Utensilien für Bewegungsspiele aufgestellt werden. Auf einem zweiten Gang kann es Angebote geben, die Ruhe fördern. Berücksichtigen Sie die Wirkung von Farben und Licht. Viel helles Licht, Orange und Rot wirken aktivierend, weniger Licht, Blau und Grün beruhigend und Pflanzen dämpfen den Lärm.



Foto: © Anna Streissler

Lernbereiche auslagern und Teppiche verwenden

Sind alle SchülerInnen während des Tages immer nur im gleichen Raum, kann dies zu einer ungemeinen Lärmbelastung durch den entstehenden Lombardeffekt führen. Dieser ergibt sich aus der Wechselwirkung zwischen der akustischen Ausstattung eines Raums, dem vorhandenen Geräuschpegel und den Menschen, die dort kommunizieren. Der Mensch passt seine Sprachleistung intuitiv dem Hören der eigenen Stimme an – was beispielsweise beim Tragen von Kopfhörern bzw. Gehörschutz zu bemerken ist (man spricht deutlich lauter). Dabei kommt es zu einem gegenseitigen Aufschaukeln und einem sukzessiven Ansteigen des Lärmpegels. Lagern Sie daher Lernbereiche auf andere Räume oder auf den Gang aus. Zum Abgrenzen der Lernbereiche und zur Dämpfung der Geräusche empfiehlt das Projektteam das Verwenden von Teppichen.



Foto: © NMS Rohrbach, Oberösterreich

Mitbestimmung der SchülerInnen in der Klasse und der Schule

SchülerInnen fühlen sich dann in der Schule wohl, wenn sie im Schulalltag in einigen für sie relevanten Bereichen mitbestimmen können, z. B. bei der Erarbeitung der Klassenregeln, bei der ästhetischen Gestaltung des Klassenraumes oder der Gänge oder beim Festlegen von Regeln für die Nutzung von Angeboten wie einem Tischtennistisch, einem Tischfußball oder einer Kletterwand. Wenn SchülerInnen diese Benützungsgesetze auf ihre Art und Weise gestalten dürfen, zeigt das Wertschätzung und Respekt gegenüber den SchülerInnen. Die Einhaltung der selbst gewählten Vorgangsweise wird erfahrungsgemäß von der Peer-Group besser angenommen und auch eingehalten.

„Laute“ Materialien leiser machen

Oft erzeugen verwendete Arbeitsmaterialien unangenehme oder störende Geräusche: Beispielsweise verwenden SchülerInnen eine Schachtel aus Hartplastik um Klebstoff und Schere oder ähnliches darin aufzubewahren. Beim Arbeiten kann eine Schachtel unbeabsichtigt zu Boden fallen. Dies verursacht störenden Lärm. In solchen Fällen hilft eine andere Verpackung, z. B. ein Schüttelpennal aus Stoff.

Auch das Herräumen oder Wegräumen von Unterrichtsmaterialien kann störende Geräusche erzeugen. Wenn vor Beginn der Stunde an die Tafel geschrieben wird, welche Materialien gebraucht werden, kann das Herräumen vor den weiteren Instruktionen durch die Lehrperson erfolgen und stört so weniger den Unterricht. Ein ähnlicher Effekt kann beim Jausnen durch das rechtzeitige gemeinsame Herräumen von Jausenboxen und Trinkflaschen erzielt werden. Ein genaues Ablagesystem für Unterrichtsmaterialien erleichtert nicht nur das Ordnung halten, sondern verringert und verkürzt noch dazu die dabei entstehende Lärmbelastung.



Foto: © NMS Rohrbach, Oberösterreich

Verwendung von Gehörschutz

Viele Kinder haben Schwierigkeiten, sich in Arbeitsphasen zu konzentrieren. Zu sehr werden sie von Umgebungsreizen abgelenkt, auch von anderen Geräuschen, die im Raum z. B. durch das Herabfallen eines Gegenstandes entstehen können. Ein Kapselgehörschutz für Kinder bietet hier Abhilfe. Wer will, kann so einen „Krachstopper“ verwenden. Die einzige dabei zu beachtende Regel ist, dass man mit aufgesetzten Kopfhörern nicht sprechen darf.

Sind Lehrende sehr lauten Umgebungen ausgesetzt, wie beispielsweise im Turnsaal oder auf Pausenhöfen, dann können sie auch einen angepassten Gehörschutz tragen. Dieser wird in einem Fachgeschäft angepasst, dämpft sehr hohe

und sehr tiefe Frequenzen, ermöglicht aber gute Sprachverständlichkeit. Die integrierten Minimikrofone können gefährliche Lärmpegel erkennen inklusive kurz auftretenden Impulslärm wie ein Knall oder das Schreien von Kindern. Dann werden diese Geräusche augenblicklich auf einen angenehmen und sicheren Pegel gedämmt. Wenn diese Geräusche wieder auf einen sicheren Pegel sinken, wird dies ebenfalls von aktiven Systemen erkannt und die Dämmung wird verringert. Sie können sogar die leiseren Geräusche verstärken, um den Benutzern eine bessere Wahrnehmung der Umgebung und ihrer Kommunikation zu gewährleisten. Temporär zum Einsatz könnten auch Schaumstoffgehörstöpsel kommen.



Foto: © VS Pradl-Leitgeb 1, Innsbruck



Foto: © Eva Ruppert-Pils

Richtiges Einsetzen von Schaumstoffstöpseln

Gebärdensprache und Symbolkarten

Schonend für die Stimme ist der Einsatz von Gebärden der Gebärdensprache, z. B. zur Aufforderung zum Anstellen, zum Aufräumen oder für Zustimmung. Alternativ leisten gezeichnete Schilder oder Symbolkarten mit den wichtigsten Aufforderungen gute Dienste. Vom „Schweige-fuchs“ rät das Projektteam vor allem in multi-ethnischen SchülerInnengruppen eher ab, da die Handgeste gleich ist wie die der „Grauen Wölfe“, einer Gruppierung türkischer Nationalisten. Bei all diesen Maßnahmen ist zu beachten, dass Gebote viel motivierender wirken als Verbote.



Gang zur Toilette mit „Klokarte“ oder Handzeichen regeln

Heutzutage dürfen SchülerInnen in den meisten Schulen während des Unterrichts auf die Toilette gehen. Meist sollen sie dafür jedoch aufzeigen und aktiv danach fragen, zumindest in den Volksschulen, was konzentrierte Arbeitsphasen mitunter stört. Eine sogenannte „Klokarte“ schafft Überblick und Ruhe.

Jedes Kind besitzt eine Holzkluppe mit seinem Namen. Die Karte wird von der grünen Seite: „WC frei“ auf die rote Seite „WC besetzt“ umgedreht. Die Kluppe mit dem Namen wird darauf befestigt. So brauchen die SchülerInnen nicht mehr zu fragen und der Überblick, wer sich gerade draußen befindet, bleibt gewahrt. Alternativ dazu formen die SchülerInnen mit einer Hand ein „W“ und ein „C“ und erhalten von der Lehrperson nonverbal die Erlaubnis auszutreten.



Foto: © Edith Svec-Brandl



Foto: © Edith Svec-Brandl

Für ganz Neugierige:

- Dorfer B. (2017), Der Einsatz von non-verbalem Klassenzimmermanagement in der päd Praxis: Unterrichten mit Liebe, AkademikerVerlag.
- Hoegg G. (2015), Schwierige Eltern, schwierige Schüler, Beltz Verlag.
- Nitsche P. (2015), Nonverbales Klassenzimmermanagement: Strategien aus der Praxis für die Gruppe, Eigenverlag.
- Plevin R. (2017), So bekomme ich meine Klasse ruhig – vom Chaos zur Stille: Wirkungsvolle Methoden bei Unterrichtsstörungen, Verlag an der Ruhr.
- Portmann R. (1998), Spiele zum Umgang mit Aggressionen, Don Bosco Verlag.
- Rosenwald G. (2007), Stille in fünf Minuten, Kohl Verlag.
- Rosenwald G. (2008), Über Stille zur Konzentration: Neue Ideen und Konzepte für eine entspannte Lernatmosphäre, Kohl Verlag.
- Rosenwald G. (2008), Der kleine Stille-Ratgeber: 40 wirksame Stille-Spiele für die ganze Klasse, Kohl Verlag.
- Schulz von Thun F. et. al. (2011), Miteinander Reden, Rowohlt Verlag.

Stillegesang

Ein „Forellensong“ (SchülerInnen formen lautlos Luftblasen mit dem Mund), „Walisch“ (die Mund- und Kieferbewegungen von Walen) oder andere Formen, bei denen SchülerInnen lautlos den Mund bewegen, sind lustige Alternativen zu: „Der Mund ist zu, der Schlüssel fort und jetzt kein Wort“. Eine gewisse Theatralik kommt gerade bei jüngeren SchülerInnen gut an. So kann z. B. gemeinsam mit den SchülerInnen ein „Einschalteknopf“ für den „Forellensong“ oder „Walisch“ gesucht werden, statt die SchülerInnen gleich zu maßregeln, weil zu einem Zeitpunkt gesprochen wird, an dem Stille erwünscht ist.



Handyzonen und Handygarage

Mobiltelefone sind in allen Schultypen für SchülerInnen wichtig. Sie sind nicht nur Kommunikationsinstrumente, sondern meist auch Spielekonsolen, Musik- und Videogeräte sowie Wertgegenstände und damit Statussymbole. Dürfen die SchülerInnen Handys in die Schule mitnehmen und dort in den Pausen oder sogar im Unterricht verwenden? Legen Sie fest, wo in der Schule Handyzonen sind, und wo sie verboten sind. Der schulinterne Umgang damit muss aber geübt werden. LehrerInnen sind da wichtige Vorbilder. In einer Höheren Schule bauten die SchülerInnen gemeinsam eine Handygarage, eine oben offene Kiste aus Schichtholzplatten und Filz. Zu Beginn des Schultages wurden die ausgeschalteten Handys für alle sichtbar bei der Eingangstür „geparkt“, am Ende des Schultages wurden die Handys wieder aus der Garage geholt. Zu beachten ist dabei, dass manche SchülerInnen zwei Handys haben.

Schülerinnen und Schüler des Fachbereichs Elektro mit ihrem Fachbereichsleiter Ing. Jürgen Krenmayr nahmen die Herausforderung an, ein Kästchen zu bauen, in dem 20 Smartphones nicht nur sicher versperrt sind, sondern auch gleich aufgeladen werden können.

Lärmreduziertes Fragen und Antworten

Um entstehenden Fragen während einer Arbeitsphase v.a. in der Volksschule leise nachzukommen, kann folgende Methode angewendet werden:

SchülerInnen besitzen eine Kluppe mit ihrem Namen. An der Tafel hängt ein Fragezeichen, an dem eine Schnur befestigt ist. SchülerInnen, die eine Frage haben, hängen nun ihre Kluppen an die Schnur. Die Lehrperson kann nun die SchülerInnen nacheinander an ihrem Arbeitsplatz aufsuchen und die aufgetauchten Fragen im Flüsterton beantworten. Dadurch wird ein Anstellen und lautes Reden vor dem Tisch der Lehrenden vermieden. Voraussetzung dafür ist, dass die wartenden SchülerInnen in der Zwischenzeit an einem anderen Arbeitsauftrag arbeiten können.

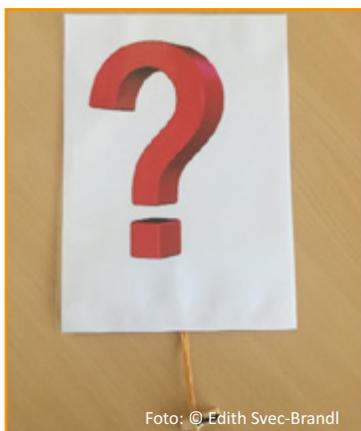


Foto: © Edith Svec-Brandl

Stoßlüften

Regelmäßiges Stoßlüften kann den Lärmpegel verringern. Gerade in Räumen mit großer Personenanzahl steigt die CO₂-Konzentration rasch an, was zu Ermüdungserscheinungen und Kopfschmerzen führen kann. Unruhe und Unfallgefahr steigen rasant an. Regelmäßiges Stoßlüften verringert die CO₂-Konzentration und wirkt sich positiv auf das Raumklima aus. Ein konzentriertes und ruhiges Arbeiten ist wieder möglich. Kippen Sie Fenster nicht nur, sondern öffnen Sie sie kurzfristig für einige Minuten ganz, soweit das aus sicherheitstechnischen Gründen möglich ist.

Stille Pausen auch für PädagogInnen wahrnehmen

Denken Sie daran, dass auch Sie während eines Schultages eine richtige Pause zur Entspannung benötigen. Führen Sie in dieser Zeit keine Elterngespräche oder bereiten den Unterricht für die nächste Stunde vor! Seien Sie achtsam mit Ihren eigenen Ressourcen. LehrerInnen neigen dazu, 24 Stunden mit dem Kopf im „Dienst“ zu sein.

Unsere Tipps im Überblick:

- Reduzieren Sie den Einsatz der Pausenglocke oder schaffen Sie sie ab!
- Schaffen Sie gemeinsam Ruhezonen!
- Lagern Sie Lernbereiche aus und verwenden Sie dafür Teppiche!
- Lassen Sie die SchülerInnen in der Klasse und der Schule mitbestimmen!
- Machen Sie gemeinsam laute Materialien leiser!
- Führen Sie Handyzonen und Handysgarage ein!
- Lüften Sie regelmäßig!
- Verwenden Sie Stillegesang, z. B. bei einem Raumwechsel!
- Setzen Sie Gebärdensprache und Symbolkarten für häufig auftretende Anweisungen ein!
- Bieten Sie den SchülerInnen Kapselgehörschutz zur Verwendung an!
- Ermöglichen Sie lärmreduziertes Fragen und Antworten!
- Regeln Sie den Gang zur Toilette mit einer „Klokarte“ oder einem Handzeichen!
- Gönnen Sie sich, liebe PädagogInnen, „stille Pausen“!

Schalldruckpegel und Lärmbelastigung in Innsbruck erforscht

Eine spannende Kombination von naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Erhebungen findet sich in der Studie „Gesamtlärmbetrachtung Innsbruck“ 2017, in der naturwissenschaftliche Schalldruckpegelmessungen im gesamten Stadtgebiet mit sozialwissenschaftlichen Erhebungen zur Lärmbelastigung bei über 1000 BewohnerInnen miteinander in Beziehung gesetzt wurden (Lechner C., Schnaiter D., 2018).



In Europa ist statistisch gesehen jede 4. Person durch Lärm beeinträchtigt, das sind insgesamt 100 Millionen Menschen. Lärm ist nach dem Rauchen die zweitwichtigste Ursache für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Lärm stellt außerdem nach Luftverschmutzung das zweitgrößte Umweltproblem in Europa dar. Die Hauptursache dafür ist der Autoverkehr (vgl. Europäische Kommission, 2017). Für uns und unsere Umwelt ist es daher wichtig, dass wir besser über Lärm Bescheid wissen, die Ursachen erforschen, die Auswirkungen erkennen und mithelfen, in unseren verschiedenen Lebensbereichen eine angenehme Umgebung zu erschaffen.



Experimente helfen, Akustik zu begreifen.

Was ist Lärm, was ist Schall?

Lärm ist subjektiv und kann daher streng genommen nicht gemessen werden. Untersucht werden können jedoch zwei Dinge: der Schalldruckpegel als objektive physikalische Größe und die subjektive Lärmbelastigung von Personen.

Alle Geräusche, die wir wahrnehmen, sind Luftdruckschwingungen. Treffen sie auf das Trommelfell, so wird es in Schwingungen versetzt und durch die Gehörknöchelchen zum Innenohr übertragen. Diese mechanischen Schwingungen werden im Innenohr in elektrische Signale konvertiert aber erst in unserem Gehirn in Informationen umgewandelt. Die Anzahl der Luftdruckschwankungen pro Sekunde – die Frequenz des Tones (gemessen in Hertz) – wird vom Ohr als Tonhöhe wahrgenommen. Die meisten Menschen hören Frequenzen zwischen 20 und 20.000 Hertz, wobei ein Ton umso höher wahrgenommen wird, je größer seine Frequenz ist. Je nachdem wie stark ausgeprägt die Luftdruckschwankungen, also wie groß die sogenannte Amplitude der Schallwelle ist, wird der Ton leise oder laut empfunden. Da aber die Wahrnehmung von Lautstärkeunterschieden davon abhängt, wie laut ein Geräusch ist, wird nicht die Intensität der Druckschwankung zur Beschreibung von Lautstärke verwendet, sondern der Schalldruckpegel, eine Messgröße, die Intensitätsverhältnisse beschreibt. Der Schalldruckpegel wird in

Im Rahmen des Projekts wurden diese Übergänge auf der Dezibelskala mit Ampelfarben gekennzeichnet. Grün ist jener Bereich gekennzeichnet, der das Hörvermögen des Menschen nicht beeinträchtigt, der orange Bereich fordert unsere Ohren bereits heraus, im roten Bereich treten erhebliche Schmerzen und meist unwiederbringliche Schädigungen des Gehörs auf. Die Sinneshärchen (Zilien) in der Gehörschnecke (Cochlea) brechen und können daher den Sinnesimpuls nicht mehr im vollen Umfang ans Gehirn weiterleiten. Ein Schalldruckpegel von 50 dB(A) ist auch der Grenzwert für konzentriertes Arbeiten. Dieser kann im „normalen“ Schulunterricht jedoch nur ganz selten erreicht werden. Wenn Inhalte mit der gesamten Klasse gemeinsam erarbeitet werden (aber kein Gruppenunterricht stattfindet), empfiehlt sich ein Grenzwert von 65 dB(A). Dabei kann man einander noch gut verstehen und das Sprechen ist noch nicht sehr anstrengend. Diesen Wert erreicht man jedoch nur, wenn man gemeinsam gezielt darauf hinarbeitet. Dies kann man am einfachsten durch den Einsatz eines eigenen Schalldruckpegelmessgeräts oder einer Handy-App. Es lohnt sich, Langzeitmessungen zumindest über mehrere Tage hinweg durchzuführen und mit den SchülerInnen gleichzeitig das richtige Messen zu üben. Auf sozialer und organisatorischer Ebene Maßnahmen für leiseren Unterricht zu erarbeiten, zu testen und zu verbessern. Tipps für gratis Handy-Apps

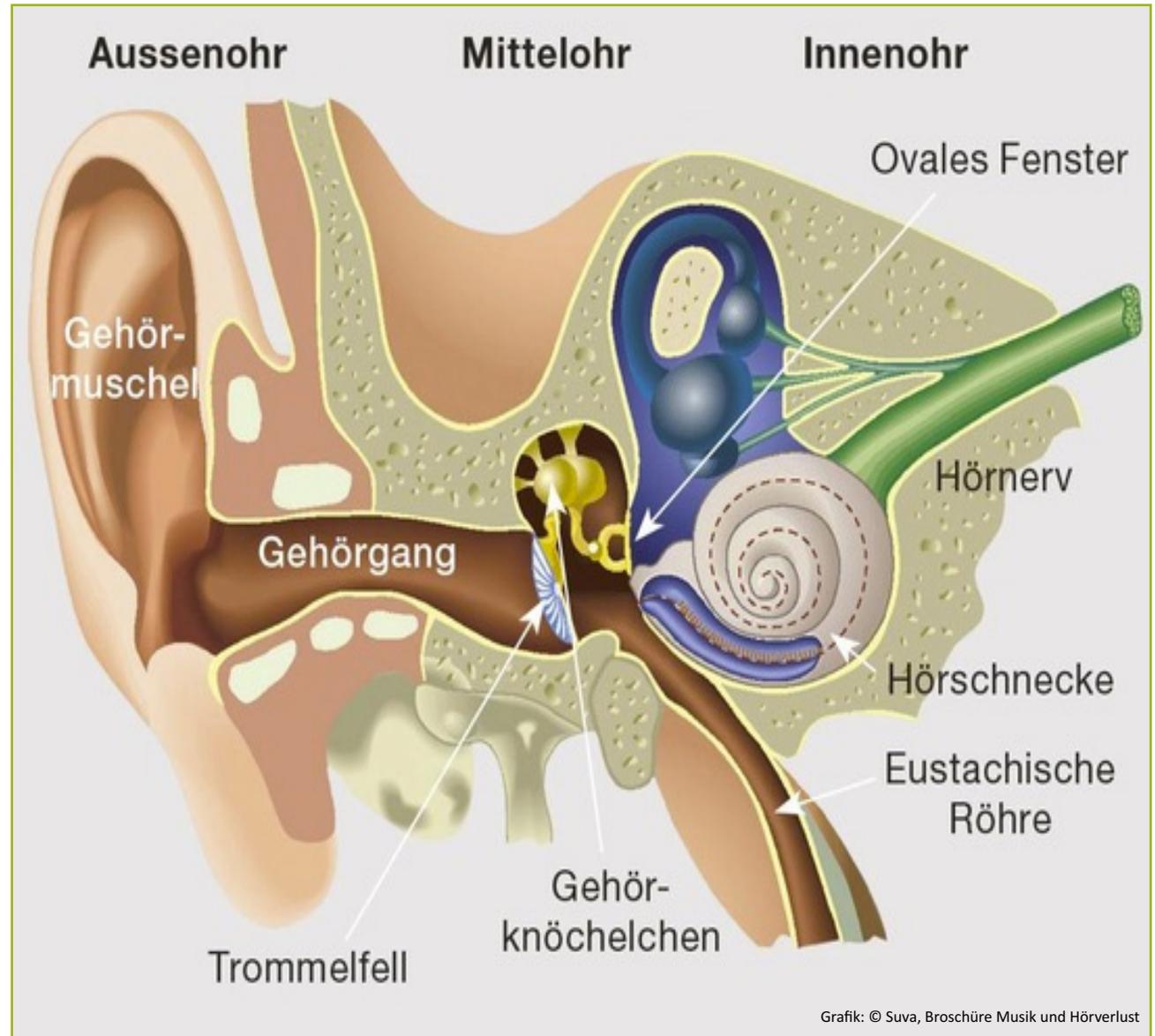
für Android und iOS sind weiter hinten auf Seite 33 beschrieben. Ein umfangreiches eigenes PDF findet sich unter www.lernenohnelaerm.at/zum-anwenden/ideen-fuer-die-praxis/sensibilisierung-fuer-laerm. Es kann auch per E-Mail bei edith.svec-brandl@auva.at bestellt werden.

Wie funktioniert der Hörvorgang?

Unsere Ohren wachen 24 Stunden, 7 Tage die Woche über uns. Sie vollbringen Höchstleistungen, indem sie Schallwellen auffangen und als elektrische Impulse an unser Gehirn zur weiteren Verarbeitung weiterleiten. Was passiert da in einem gesunden Ohr genau? Schallwellen dringen durch die Luft ans Ohr, diese werden von der Ohrmuschel aufgefangen und gelangen durch den Gehörgang zum Trommelfell. Das Trommelfell wird in Schwingungen versetzt und überträgt diese an die drei Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel. Diese drei Knöchelchen sind die härtesten und kleinsten Knochen im gesamten Körper und befinden sich im Mittelohr. Das Mittelohr ist mit Luft gefüllt und durch die Ohrtrumpete oder Eustachische Röhre mit dem Hals-Nasen-Rachenraum verbunden. (Bei einer Erkältung ist dieser Bereich oft verstopft, was eine Mittelohrentzündung begünstigt.) Der Steigbügel überträgt die Schwingungen über das ovale Fenster an die Hörschnecke (Cochlea) im Innenohr. Diese ist etwa so

groß wie eine Erbse und mit einer Flüssigkeit gefüllt. Drei Gänge drehen sich um eine zentrale Achse. Im mittleren Gang befinden sich die etwa 15.000 winzigen Haarzellen (Zilien), die V- und W-förmig angeordnet sind (wie in den Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop auf Seite 19 gut erkennbar). An der Oberfläche dieser Haarzellen befinden sich wiederum Sinneshärchen. Diese werden durch die in Schwingung versetzte Deckmembran bewegt. In verschiedenen Bereichen der Hörschnecke registrieren die Zilien unterschiedlich hohe Frequenzen. Sehr hohe Frequenzen werden am Anfang der Schnecke verarbeitet, ganz tiefe Frequenzen in der Mitte. Für die Sprachverständlichkeit wesentlich ist der Frequenzbereich zwischen ca. 200 und 6000 Hertz. Die Bewegungen der Sinneshärchen bewirken die Ausschüttung von Botenstoffen (Neurotransmittern). Die Cochlea wandelt den mechanischen Input schließlich in neuronale Impulse um, die dann über die Hörnerven das Signal zu verschiedenen Kernen im **Hirnstamm** leitet – eine Art Verteilerstation, von der aus parallele Signalwege verlaufen. Ziemlich am Ende der Hörbahn projiziert der **Thalamus** die Information in die primäre Hörrinde im **Schläfenlappen**. Diesem „Hörzentrum“ haben wir es vor allem zu verdanken, dass wir die akustische Vielfalt der Welt überhaupt bewusst wahrnehmen.

Es erbringen aber nicht nur unsere Ohren Höchstleistungen, da sie 24 Stunden, 7 Tage die Woche im Dauereinsatz sind. Die beteiligten Neuronen weisen ganz verschiedenartige Spezialisierungen auf. In einem ersten Schritt zerlegt das Hörzentrum die, in Form neurologischer Signale eintreffenden, komplexen Wellenformen in ihre Hauptbestandteile: Tonhöhe (Frequenz) und Lautstärke (Amplitude). Danach vergleicht es die analysierten Wellenformen mit gespeicherten Mustern (Erinnerung). Auf diese Weise ist unser Gehirn in der Lage, zu erkennen welchen Ursprung ein Geräusch hat und welche Bedeutung ihm beizumessen ist. Beispielsweise, ob es sich um Sprache handelt oder um ein Geräusch, welches Gefahr signalisiert. So wird z. B. Windrauschen oder das Stimmengewirr in einem Restaurant für unser Bewusstsein ausgeblendet, während die Sprechstimme unseres Gegenübers herausgefiltert und verstärkt wird, damit wir unser Gegenüber besser verstehen. Diese permanente automatische Bewertung ist unverzichtbar, weil wir uns unmöglich ständig auf alle uns umgebenden Geräusche konzentrieren könnten. Manche Neuronen vergleichen die Signale beider Ohren, andere reagieren selektiv bei bestimmten Intensitäten, wieder andere durchkämmen alles Gehörte auf spezifische Lautmuster. Das ermöglicht letztlich feinste Unterscheidungen. Wir können Ereignisse an der Art des Knalls, Personen am Geräusch ihrer Schritte, Stimmungen am Klang der Stimme



identifizieren. Das Gehirn identifiziert und interpretiert diese Sinneseindrücke. Es vergleicht mit bereits gehörten Geräuschen und deren Bedeutung. Im Laufe des Lebens lernen wir ständig, Gehörtes einzuordnen und dessen Bedeutung zu begreifen. Durch Schall können wir zum Beispiel Entfernungen abschätzen, uns in unserer Umwelt orientieren. Nicht alle Schallinformationen dringen in unser Bewusstsein, denn das Gehirn filtert Geräusche heraus, die es für unwichtig hält. Diese Lokalisierung ist die Fähigkeit zur Selektion zwischen relevanten und irrelevanten Geräuschen. Diese Fähigkeit liegt übrigens in der linken Hirnhälfte. Der Auditive Cortex bildet also eine Art natürlichen Filter, der uns Tag und Nacht vor Reizüberflutung schützt. Diese innere Firewall ist für unser Wohlbefinden und unsere Gesundheit unverzichtbar – ganz besonders in einer Welt, in der sämtliche Sinne pausenlos mit Reizen bombardiert werden. (Diese Fähigkeit zu filtern perfektionieren wir erst in der Pubertät, Kinder können das noch nicht.)

Allerdings: Damit unser Hörzentrum diese wichtige Filterfunktion erfüllen kann, ist es auf gut funktionierende Ohren angewiesen. Denn nur, wenn das Gehirn mit vollständigen und intakten akustischen Informationen versorgt wird, kann es erkennen, welche Geräusche wichtig sind und welche ausgeblendet werden müssen. Darum ist es enorm wichtig, seinem Gehör Sorge zu tragen und es konsequent zu schützen. Wenn

wir nicht mehr richtig hören können (z. B. durch eine Gehörschädigung) verlernt unser Gehirn das Hören, wenn es über längere Zeit nicht mit ausreichender Reizverarbeitung versorgt wird.

Lärm als gesundheitliches Problem: Welche Auswirkungen hat „Lärm“ auf unser Gehör?

Unser Körper ist in der Lage, Schall zu erzeugen und zu verarbeiten. Hierin besteht ein Unterschied zu anderen Schadstoffen, denen wir im Alltag ausgesetzt sind und die wir zu einem großen Teil nicht wahrnehmen können. Wir benötigen Schall zur Kommunikation, zur Orientierung und als Warnsignal. Unser Körper ist in der Lage, sich vielen äußeren Bedingungen anzupassen. Unsere Ohren sind da keine Ausnahme. Die Anpassungsleistung hat jedoch Grenzen. Lärm kann für uns eine Belastung sein oder zu regelrechter gesundheitlicher Belastung werden, v.a. wenn es sich um laute plötzliche Geräusche (Knall, Explosion) handelt, oder um andauernden Lärm, sei es in der Schule, in der Freizeit oder in der Arbeit.

Lärmschwerhörigkeit ist ein chronisches Schalltrauma (siehe Glossar ab Seite 54). Es gibt jedoch auch mehrere Formen eines vorübergehenden Schalltraumas, dazu zählen Knalltrauma, Explosionstrauma und akutes Lärmtrauma. Tinnitus bezeichnet das plötzliche Auftreten von

Geräuschen oder Tönen, die im Ohr auftreten, die keiner erkennbaren äußeren Schallquelle zuzuordnen sind. In leichter Form ist er nach wenigen Sekunden wieder verschwunden, ganz hartnäckiger Tinnitus kann aber auch ein Leben lang bestehen. Die Ursachen dafür können einerseits mit dem Gehör zusammenhängen (z. B. Gehörsturz oder Knalltrauma) oder nicht-gehörbezogene Ursachen haben (z. B. Durchblutungsstörungen, Erkrankungen der Halswirbelsäule, Infektionen, Diabetes mellitus, neurologische und psychiatrische Erkrankungen). Dementsprechend schwierig ist die Therapie. Eine erschreckend hohe Zahl der PädagogInnen in unserem Projekt hatte bereits vorübergehend Tinnitus oder leidet sogar ständig darunter.

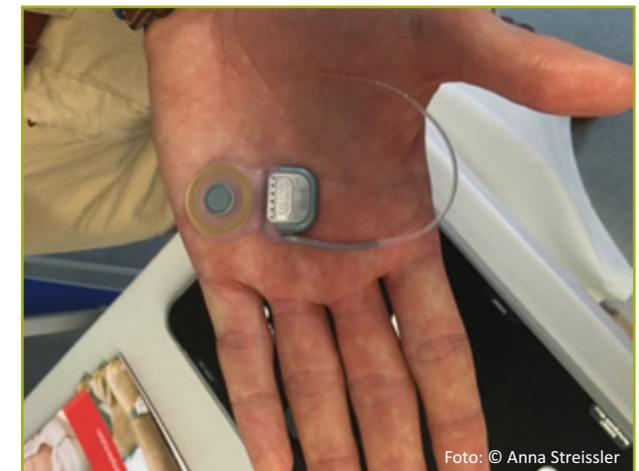


Foto: © Anna Streissler

Cochlea-Implantat

Der heutige Arbeits- und Freizeitlärm hat ein nie dagewesenes Ausmaß erreicht und es gibt immer weniger Orte, die nicht „verlärm“ sind. In den letzten Jahren ist daher auch die Schwerhörigkeit, besonders bei Jugendlichen, europaweit gestiegen. Man nimmt an, dass von den heute 14- bis 19-jährigen in etwa 30 Jahren jeder Vierte oder sogar jeder Dritte ein Hörgerät benötigen wird. Typische Lärmschwerhörigkeit beeinträchtigt meistens die Sprachverständlichkeit. Besonders die Wahrnehmung der Konsonanten (Zischlaute f, v, s, sch, st, ts; Unterscheidung von b/p, d/t etc.) ist beeinträchtigt und das wiederum besonders bei Hintergrundlärm. So wird es immer anstrengender, Gesprächen anderer zu folgen und sich an Gesprächen zu beteiligen, was zu sozialem Rückzug führen kann.

Wie sich Geräusche mit einem Cochlea-Implantat (einer bestimmten Art von Hörgerät für hochgradige Schwerhörigkeit) anhört, kann man auf folgender Website ausprobieren: www.kfs.oeaw.ac.at/CI-sim.

Welche gesundheitlichen Folgen hat „Lärm“ abgesehen von Gehörschädigungen?

„Lärm“ ist unerwünschter, störender oder schädigender Schall. Die Wirkung eines Geräusches hängt von vielen Faktoren ab, die blitzschnell im Gehirn bewertet werden und unsere körperliche Reaktion bestimmen. Meeresrauschen wird

meist als angenehm empfunden, Verkehrsgereusche der gleichen Lautstärke meist nicht. Je lauter ein Geräusch ist, desto eher wird es als Lärm wahrgenommen. Es gibt aber auch sehr leise, jedoch hochgradig störende Geräusche, wie das Surren einer Gelse oder das Tropfen eines Wasserhahns, v.a. wenn man schlafen will. Zu den Faktoren gehören:

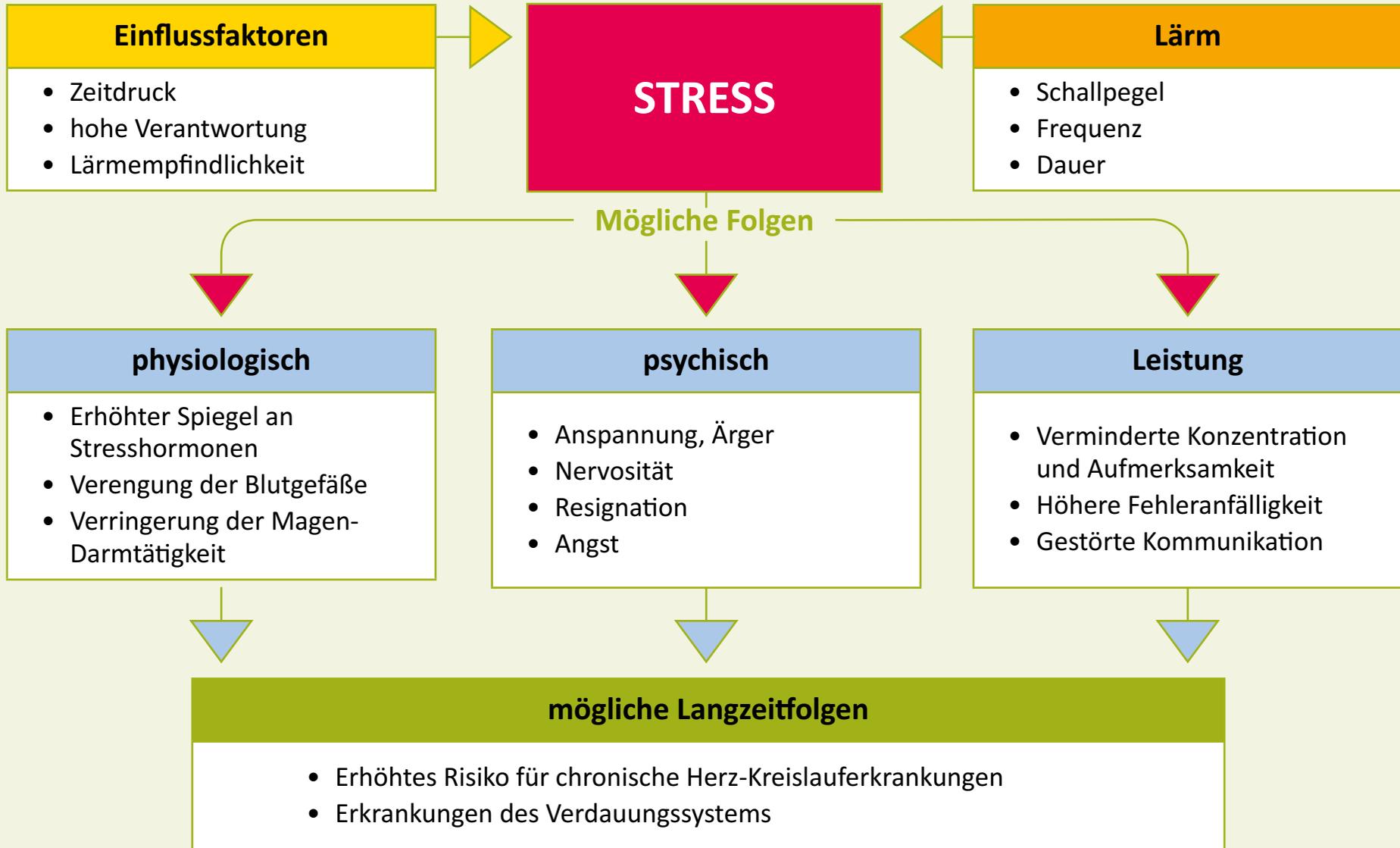
- akustische Geräuschmerkmale (wie Lautstärke, Dauer, Frequenz, Häufigkeit des Geräusches),
- die Art der Geräuschquelle (z. B. Naturgeräusche, Musik und Sprache, Geräusche am Arbeitsplatz/in der Schule, Verkehr, Baustellen und Anlagen wie Betriebe, Gaststätten und Sport- und Freizeitanlagen),
- der Zeitpunkt, zu dem das Geräusch auftritt,
- der Informationsgehalt und die Bedeutung des Geräusches,
- die Geräuschempfindlichkeit der Betroffenen (abhängig vom Gemütszustand, Stresslevel, Gesundheitszustand ...),
- die Einstellung zur Geräuschquelle.

In der Beurteilung eines Geräusches als Lärm nehmen die akustischen Geräuschmerkmale eine untergeordnete Rolle ein, die subjektive Bewertung auf Grund der eigenen Geräuschempfindlichkeit und der Einstellung zur Geräuschquelle ist ausschlaggebend. Wenn ein Geräusch als Lärm wahrgenommen wird, setzt dies eine Reihe von Alarmreaktionen im Körper

in Gang und erzeugt Stress. Dieser kann kurzfristige Auswirkungen wie Leistungsminderung, Konzentrationsstörungen, Kopfschmerzen, Müdigkeit und Gereiztheit haben. Psychische Folgen von Lärm können Anspannung, Nervosität, Ärger und Angst sein (vgl. Hutter et al. 2011).

Lärm über mehrere Jahre hinweg, auch bei niedrigen, nicht-gehörschädigenden Schallpegeln, hat weitere weitreichende vielfältige mögliche negative gesundheitliche Auswirkungen wie z. B.: Herzfrequenz und Blutdruck können erhöht werden, der Blutzuckerspiegel kann ansteigen, das Gesamtcholesterin kann sich erhöhen, der Hormonhaushalt kann sich verändern, es kann zu Schlafstörungen kommen, die Magen-Darm-Tätigkeit kann sich verringern und auch Asthma kann ausgelöst werden. Da diese Reaktionen unbewusst ablaufen, treten sie auch bei Personen auf, die sich vermeintlich an Lärm gewöhnt haben. Weitere Folgen können kognitive Beeinträchtigungen bei Kindern sein. In schlimmeren Fällen kann es zu ernsthaften Erkrankungen kommen, v.a. Herzinfarkten, Schlaganfällen, oder auch dauerhaften Schlafstörungen. Als weitere Steigerung sind Todesfälle auf Grund von Lärm, sowohl von bereits lebenden Personen als auch von ungeborenen Föten eine nachgewiesene Konsequenz. Wenn eine schwangere Mutter und ihr ungeborenes Kind nämlich zu hohen Lärmbelastungen ausgesetzt werden, können beide mit so starkem

Lärm beeinträchtigt Gesundheit und Leistung



Grafik Quelle: Svec-Brandl

Stress reagieren, dass es zu einem Abortus kommt (Europäische Kommission, 2017).

Was hört der Fötus?

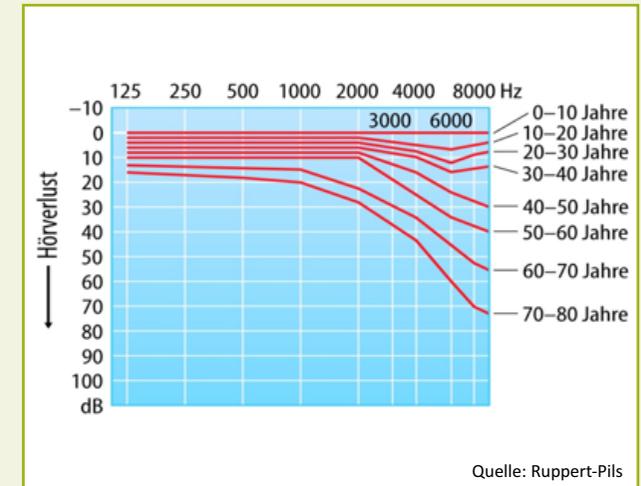
Der gesunde Fötus ist ab der 23., spätestens ab der 28. Schwangerschaftswoche fähig, auf einen akustischen Reiz zu reagieren. Der Herzschlag der Mutter, ihre Stimme, ihre Atmung, ihre Bewegungen sowie ihre Darmgeräusche dominieren die akustische Umgebung im Uterus. Dieser Hintergrundlärm liegt nie unter 28 dB und kann 84 dB erreichen, wenn die Mutter singt. Damit Geräusche von außen den Fötus erreichen, müssen sie stärker sein und tiefere Frequenzen aufweisen als der Hintergrundlärm; die hohen Frequenzen hingegen werden durch das Muttergewebe gedämpft. Verschiedene Studien haben eine intrauterine Abschwächung von 10 bis 20 dB bei 4000 Hz und eine Zunahme von 2 bis 5 dB bei 250 Hz nachgewiesen.

Welche Auswirkungen hat der Lärm auf die Schwangerschaft?

Die berufliche Exposition der werdenden Mutter gegenüber Schallpegeln von 85 bis 95 dB(A) während der Schwangerschaft kann das Gehör des Kindes schädigen und eine Quelle von Lernschwierigkeiten bei Neugeborenen sein. Besonders schädlich sind tiefe Frequenzen. Der Hörverlust betrifft in erster Linie die hohen Frequenzen (4000 Hz). Wenn zur Lärmexposition dann noch Schichtarbeit kommt, könnte

darin ein erhöhtes Risiko für Fehlgeburten und Schwangerschaftsbluthochdruck liegen. Mehrere Untersuchungen gehen von einer leicht erhöhten Gefahr für Frühgeburtlichkeit und einem intrauterinen Entwicklungsrückstand aus. Solche Wirkungen wurden unter Expositionen in der Größenordnung von 85 bis 90 dB(A) während acht Stunden pro Tag oder mehr beobachtet. In diesen Untersuchungen geht es um Frauen, die beruflich oder durch sonstige Lebensumstände (beispielsweise Frauen, die in der Nähe von Flughäfen wohnen) Lärm ausgesetzt sind. Insgesamt rechnet man mit über 16.000 Todesfällen in der EU pro Jahr auf Grund von Lärm. Verlust an Geburtsgewicht ist noch ausgeprägter, wenn die schwangeren Frauen gleichzeitig Lärm, einer stehenden Arbeitsposition oder Schichtarbeit ausgesetzt sind. Eine fortgesetzte erhöhte Lärmexposition kann bei der Mutter eine Erhöhung des Blutdrucks sowie Müdigkeit bewirken.

Stress hat auch Einfluss auf das Geburtsgewicht: Eine Studie über Mäuse, welche, mit oder ohne Betäubung, unangenehm und starkem Lärm ausgesetzt waren (100 dB bei einer Frequenz von 9 bis 34 kHz), legt die Vermutung nahe, dass die Lärmexposition sich indirekt auf das Geburtsgewicht auswirken könnte, wahrscheinlich über die Psyche der Mutter (Praplan S., 2005).



Grad der Schwerhörigkeit nach dem Tonaudiogramm

gemittelter Hörverlust 0,5 – 4 kHz	
geringgradige Schwerhörigkeit	20 – 40 dB
mittelgradige Schwerhörigkeit	40 – 70 dB
hochgradige Schwerhörigkeit	70 – 95 dB
Ertaubung	> 95 dB

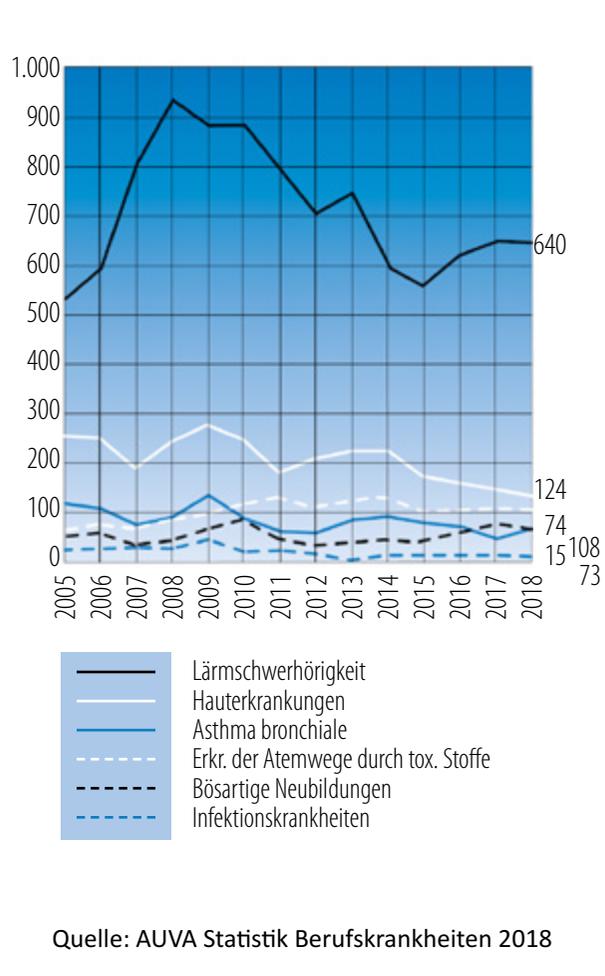
Tabelle: Auswirkungen von Lärm auf den Menschen bei unterschiedlichen Schalldruckpegeln

0 dB(A)	Einsamkeitsgefühl, Angst
10 dB(A)	Erholung und Ausruhen, Gemütlichkeit, Geborgenheit, Arbeit: hohe Konzentration möglich
20–30 dB(A)	kann aktivierend wirken
30–65 dB(A)	Gefühl der Belästigung, bei älteren Menschen Schlafstörungen
über 50 dB(A)	geistige Arbeit schwer möglich, körperliche Arbeit möglich
65–90 dB(A)	Beeinträchtigung der Gesundheit
ab 80 dB(A)	wird bei der Arbeit Gehörschutz empfohlen, ab 85 dB ist er verpflichtend als persönliche Schutzausrüstung zu tragen
90–120 dB(A)	Angstgefühl, Gefahr von dauernden Gesundheitsschäden, insbesondere Lärmschwerhörigkeit (Blanes et al., 2017)

Lärm als volkswirtschaftliches Problem auf europäischer Ebene

Für Europa hat das Regionalbüro der Weltgesundheitsorganisation WHO 2011 im Bericht „Burden of disease from environmental noise“ berechnet, wie viele gesunde Lebensjahre pro Jahr durch Umgebungslärm verloren gehen („disability-adjusted life year“, DALY). Insgesamt schätzt man vorsichtig den Verlust etwa einer Million gesunder Lebensjahre. Für Herz-Kreislauf-Erkrankungen beträgt dieser Wert 61.000 Lebensjahre, bei kognitiven Beeinträchtigungen von Kindern/Jugendlichen zwischen 7-19 Jahren 45.000 Lebensjahre, für Schlafstörungen bei BewohnerInnen von Städten mit über 50.000 EinwohnerInnen 903.000 Lebensjahre und bei Tinnitus 22.000 Lebensjahre bei europäischen Erwachsenen.

Vor allem wirkt sich Lärm in der Ruhe- und Schlafphase in der Nacht negativ auf das Gesundheitssystem aus. Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat daher in ihren „Night Noise Guidelines for Europe“ festgelegt, dass der Schalldruckpegel in der Nacht 55 dB nicht überschreiten darf und einen idealen Wert von 40 dB festgesetzt (WHO 2009). Auch hier ist wieder festzuhalten, dass Kinder und Jugendliche zu den besonders sensiblen Bevölkerungsgruppen zählen.



Die Grafik zeigt, dass zwischen 2005 und 2018 Lärmschwerhörigkeit die mit Abstand größte Ursache für anerkannte Berufskrankheiten in Österreich war.

Dezibel							
80 dB(A)							8 Std.
83 dB(A)				4 Std.			
86 dB(A)		2 Std.					
89 dB(A)	1 Std.						
92 dB(A)	30 Min						
95 dB(A)	15 Min.						
98 dB(A)	<8 Min.						
101 dB(A)	<4 Min.						
104 dB(A)	<2 Min.						
107 dB(A)	<1 Min.						
110 dB(A)	<30 Sek.						

Aus der Tabelle können Sie entnehmen, wie lange unsere Ohren bei welchem Schalldruckpegel und welcher Dauer pro Tag gesund bleiben können.

Neben diesen gesundheitlichen Folgen kann Lärm auch eine Reihe von psychologischen und psychosozialen Folgen haben. Dazu gehören Geiztheit, Aggression, Rückzug und Hilflosigkeit. In stark von Lärm belasteten Stadtteilen nimmt die Hilfsbereitschaft ab und die Aggressionsbereitschaft steigt. Umgekehrt bieten naturnahe Landschaften mit einer natürlichen Geräuschkulisse („soundscape“) Erholung nicht nur für unsere Ohren, sondern für den ganzen Körper sowie für die Psyche.

Lärm ist also nicht nur ein mögliches Gesundheitsrisiko einzelner Personen, sondern mittlerweile ein sozioökonomisches Problem mit erheblicher Tragweite und damit einhergehenden Folgekosten für das Gesundheits- und Bildungssystem (WHO 2011). EU-weit wird mit 50-100 Billionen Euro pro Jahr gerechnet. Der Großteil des Lärms wird durch den Verkehr erzeugt. Die Europäische Kommission hat 10 Möglichkeiten aufgezeigt, wie Verkehrslärm einzudämmen ist und jeweils ein Beispiel guter Praxis angeführt

(Europäische Kommission 2017). Bei der Konferenz „Noise in Europe“ im April 2017 in Brüssel wurden diese und andere Ergebnisse präsentiert und diskutiert. Ein wesentliches, ernüchterndes Fazit war, dass bei Lärm Wirtschaftsinteressen Gesundheitsinteressen entgegenstehen und daher nicht so viele sinnvolle regulative Maßnahmen (gesetzliche Vorschriften wie Flüsterbremsen bei Zügen, Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Autobahnen oder Maut für Lärmemissionen eingehoben wird) ergriffen werden, wie möglich wären. Österreich als Transitland ist hier im Übrigen besonders betroffen, obwohl es große regionale Unterschiede gibt.

Lärm als Umweltproblem: Welche Auswirkungen hat Lärm auf Tiere?

Lärm (belästigend hoher Schalldruckpegel) gilt nach Luftverschmutzung als das zweitgrößte Umweltproblem in Europa, v.a. auf Grund von Verkehr (Europäische Kommission, 2017), aber auch durch Wirtschaft, Landwirtschaft und Freizeitnutzung. Lärm belästigt nicht nur Menschen sondern auch Tiere am Land, im Wasser und in der Luft. Tiere kommunizieren oft über weite Distanzen, gerade im Wasser, das den Schall anders leitet als die Luft. Menschgemachter Lärm kann zu Orientierungsproblemen, Beeinträchtigungen der Kommunikation zwischen Tieren, Problemen bei der Ortung von Beutetieren, bei der Paarung sowie der

Aufzucht der Jungen sowie zu Fluchtverhalten, direkten Verletzungen der Hörorgane oder der Tötung führen.

Besonders problematisch ist Lärm für Wale und Delfine. Immer mehr, immer größere und immer lautere Schiffe (z. B. Frachtschiffe und Öltanker) stellen eine akustische Belastung dar. In Küstennähe sind es kleinere Boote, Ausflugschiffe, Fähren und Jetskis. Der Hintergrundlärm hat sich in den Weltmeeren in den letzten Jahrzehnten alle zehn Jahre etwa verdoppelt. Ein weiteres Problem sind seismische Untersuchungen nach Öl und Gas, bei denen Schallkanonen eingesetzt werden mit einer Lautstärke von bis zu 260 dB. Der Einsatz von Sonarsystemen hilft dem Militär, Schiffe, Minen und U-Boote in großer Entfernung zu orten und wirkt sich ähnlich aus wie Schallkanonen. Akustische Scheuchvorrichtungen (Pinger) bei Schleppnetzen der Großfischerei sollen v.a. Delfine davor bewahren, in die Netze zu schwimmen und zu ertrinken. Der durch diese Technologien verursachte Lärm kann die Tiere direkt schädigen, aus ihren Habitaten vertreiben, sie die Orientierung verlieren lassen (die in hohem Maß über den Gehörsinn erfolgt) und zu Strandungen führen.

Eine weitere Gruppe von Tieren, die massiv von Lärm betroffen sind, sind Vögel. Viele Vögel meiden stark befahrene Straßen und andere

Lebensräume, in denen der Schalldruckpegel auf Grund des menschlichen Einflusses hoch ist. Die akustische Verständigung von Vögeln untereinander zur Partnersuche und zur Abgrenzung ihres Reviers sowie die Verständigung zwischen Elterntieren und ihren Jungen funktioniert nur dann gut, wenn der Hintergrundlärm nicht zu hoch ist. Bei einzelnen Vogelarten konnte beobachtet werden, dass sie in verlärmten Gebieten sehr viel lauter zwitschern. Für andere Arten wurde beobachtet, dass Lärm das Fortpflanzungsverhalten beeinträchtigt und sie angestammte Reviere verlassen.

Zurück in die Schule: Einfluss der Raumakustik auf Stimme, Konzentration und Spracherwerb

Der durchschnittlich gemessene Schallpegel in Bildungseinrichtungen verursacht zwar keine Hörschäden, wirkt sich aber auf Stimmapparat, Konzentration und Aufmerksamkeit belastend aus. Er beeinträchtigt die sprachliche Kommunikation sowie Aufmerksamkeits- und Gedächtnisfunktionen. Die Folge solcher belastender Bedingungen sind oft Lernschwierigkeiten. In einigen Untersuchungen wurden aber auch klare Zusammenhänge zwischen dem Lärmpegel und körperlichen Stressreaktionen nachgewiesen. Unbestritten ist zudem, dass Lärm aggressives Verhalten fördert. In einigen Untersuchungen wurden klare Zusammenhänge zwischen dem Lärmpegel und körperlichen Stressreaktionen nachgewiesen. Der durchschnittlich gemessene Schallpegel in Bildungseinrichtungen verursacht zwar keine Hörschäden (immer orientiert an einem 8-Studentag), wirkt sich aber auf Stimmapparat, Konzentration und Aufmerksamkeit eindeutig belastend aus. Die Folge sind fehlerhafte Kommunikation, Störung kognitiver Prozesse und gesteigertes Belastungsempfinden. Lern- und Lehrresultate werden beeinträchtigt.

In Schulen erzeugen viele Menschen Geräuschemissionen, also Arbeitslärm. Es entstehen sehr komplexe Schallmuster, bedingt durch unge-

nügende Absorption von Störgeräuschen und durch das automatische und unbewusste Anheben der Stimme.

Normal oder durchschnittlich hörende Menschen passen ihre Sprechlautstärke automatisch an die Umgebungsbedingungen an. Eine lärmbedingt veränderte Sprechweise ist verbunden mit einer gesteigerten Sprechanstrengung (Lazarus et al., 2007).

Offensichtlich bedingt die auditive Rückmeldung des eigenen Sprechens in einer lauten Umgebung eine veränderte Sprechweise, ohne dass die Sprecherin/der Sprecher zunächst bewusst



Akustikführung in einem Schulgebäude

diesen Prozess steuert. Automatisch kommt es zu Optimierungsreaktionen auf das Signal-Geräusch-Verhältnis, was quasi als Nebeneffekt auch die akustischen Bedingungen für die HörerIn/den Hörer verbessert.

Zur Aufrechterhaltung einer guten Sprachverständlichkeit sind mindestens 10 dB Unterschied zwischen Störschall und Nutzschall erforderlich (Guski, 2010).

Das entspricht einer Vervielfachung der Lautstärke. Da es sich bei Dezibel um eine logarithmische Skala handelt, verdoppelt sich der Lärm bei einer Erhöhung um 3 Dezibel.



Ein Schalldruckpegelmessgerät im Einsatz

Weiteren Einfluss auf die Sprechbedingungen hat auch die Distanz zwischen SprecherIn und HörerIn. Liegt der Umgebungsgeräuschpegel bei 75 dB(A) und wird mit lauter Stimme gesprochen, so darf der Abstand 50–70 cm nicht überschreiten, damit eine ausreichende Sprachverständlichkeit (bei Erwachsenen) erreicht werden kann. In drei Metern Abstand ist eine ähnliche Sprachverständlichkeit nur noch schreiend zu erreichen (Tiesler, 2010). Mit zunehmendem Sprechschallpegel steigt die Grundfrequenz (der Ton wird höher), während die Variationsbreite abnimmt. Das heißt, dass der Stimmverlauf monotoner wird; auch die Zusammensetzung des Klangspektrums verändert sich (Verzerrungen des Signals). Die Erhöhung der Sprechlautstärke führt ab einem gewissen Punkt nicht mehr zur Verbesserung der Verständlichkeit, weil zwar eine Zunahme der Intensität erfolgt, aber die Qualität des Signals sinkt (Lazarus et al., 2007).

In Bildungseinrichtungen werden Lautstärkepegel zwischen 65 dB(A) und 92 dB(A) je nach Schalldämmung, Anzahl und Tätigkeit der SchülerInnen, erreicht!

Pädagoginnen und Pädagogen sind bei der Ausübung ihrer Tätigkeit über lange Zeiträume und unter ungünstigen Umgebungsbedingungen auf die Nutzung ihrer Stimme angewiesen. Unter den geschilderten akustischen Bedingungen kommt es beinahe zwangsläufig zu einer Überlastung des Stimmorgans, da dauerhaft mit

Weiterführende pädagogische Materialien:

- ARD, Planet Wissen – Themenschwerpunkt Hören, ARD, Videos und Grafiken zu biologischen und physikalischen Aspekten des Hörens, www.planet-wissen.de/natur/sinne/ hoeren/index.html (2.10.2019)
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, „Lärm und Gesundheit – Materialien für die Grundschule (1.-4. Schulstufe)“, 2006, www.bzga.de/infomaterialien/archiv/unterrichtsmaterialien/laerm-und-gesundheit-1-4/
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, „Lärm und Gesundheit – Materialien für die Klassen 5-10“, kein Jahr, www.bzga.de/infomaterialien/unterrichtsmaterialien/nach-schulform-sortiert/laerm-und-gesundheit-5-10
<https://service.bzga.de/pdf.php?id=bbd8b4689bbccc7f8359c44798166862>
- Hutter Hans-Peter, Erklärvideos „Wie wirkt sich Lärm auf das Hörvermögen aus?“, „Wie wirkt Lärm auf den Körper?“, „Was können Jugendliche tun, um ihr Gehör zu schützen?“, „Ist es insgesamt lauter geworden?“, „Ist Lärm ein Umweltproblem in Europa?“, www.lernenohnelaerm.at/zum-anwenden/ideen-fuer-die-praxis/erklaervideos/ (2.10.2019)
- Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark (Hg.), Stundenbilder zu „Lärm macht krank“: www.ubz-stmk.at/materialien-service/stundenbilder/gesundheit/
- Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark (Hg.), Praxiskoffer-Sets zu Lärm zum Entleihen: www.ubz-stmk.at/materialien-service/praxiskofferleih/laerm-praxiskoffer-set/
- Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark (Hg.), Informationen, Folder und Aktionsbeschreibungen rund um „Lärm macht krank“, www.laermmachtkrank.at/

Eine umfangreiche Literaturliste zu diesem Kapitel finden Sie auf Seite 59

großer Spannung der Atem- und Phonationsmuskulatur gesprochen werden muss. Das sind deutliche Merkmale einer hyperfunktionellen Dysphonie: der „...unabsichtlichen, übertriebenen Kontraktion der Phonationsmuskulatur einschließlich der Atem-, Artikulations- und Halsmuskulatur“ (Nawka/Wirth, 2008, S. 189). Nicht zu vergessen ist, dass in diesem Zusammenhang auch die SchülerInnen in lauten Umgebungen gezwungen sind, laut zu sprechen.

Unter solchen Voraussetzungen kommen Raumrückwirkungen besonders negativ zur Geltung. Sie betreffen in akustisch nicht gestalteten Räumen aber nicht gleichartig alle Tonfrequenzen, sie wirken sich in dem für die sprachliche Verständigung wesentlichen Frequenzband von 250 bis 2000 Hz wesentlich stärker aus.

Grundsätzlich beeinträchtigt hörbarer Schall durch Überlagerung die Kommunikation. Mit steigendem Schallpegel nimmt die Störung zu. Bei SchülerInnen führt eine Behinderung der Kommunikation und der sprachlichen Orientierung zu einer Störung oder Verzögerung im Spracherwerb, denn SchülerInnen können unvollständig verstandene Wörter weniger leicht ergänzen als Erwachsene. Sie müssen mehr kognitive Kapazität zur Decodierung des Gesprochenen aufwenden. Kommunikationsstörungen führen zu vorzeitiger Ermüdung und mindern die Ressourcen, die für das kurzfristige Behalten

und die mentale Verarbeitung der Information zur Verfügung stehen. Außerdem neigen Erwachsene unter Lärm dazu, ein eingeschränktes Vokabular und eine eintönige Sprache zu verwenden. Damit vermindert sich der für den Spracherwerb wichtige Sprachrhythmus und die Betonung. Im Rahmen des Spracherwerbs ist für SchülerInnen eine gute Verständigung aber sehr wichtig.

Besonderes Augenmerk sollte man genau deshalb auf eine gute Raumakustik legen, wenn die SchülerInnen noch im Spracherwerb sind (bis etwa 12 Jahre), die Unterrichtssprache für die SchülerInnen nicht die Muttersprache ist, oder hörbeeinträchtigte Personen unterrichtet werden. Auch die Stimme der Pädagoginnen und Pädagogen wird dadurch geschont.

Sensibilisierung als Basis für Veränderung

In der Projektpraxis wurde die Sensibilisierung zunächst der PädagogInnen, dann der SchülerInnen, als erstes vorgenommen. Um die Umsetzung des Projekts in möglichst vielen Schulen zu erleichtern, wurden „Lärmsensibilisierungskoffer“ für Volksschulen, Mittelschulen und Höhere Schulen mit unterschiedlichen thematischen Bausteinen entwickelt. Die Bausteine sind ab Frühjahr 2020 als PDFs unter www.lernenohne-laerm.at abrufbar, die Koffer mit den Materialien bei ausgewählten Stellen in Österreich entlehnbar (siehe Seite 6).

Eine Auswahl der Maßnahmen wird hier kurz beschrieben.

Leise oder laut?

Vor allem bei VolksschülerInnen muss das Bewusstsein für leiseres versus lauterer Verhalten erst trainiert werden. Lassen Sie die Kinder zum Beispiel direkte Vergleiche zwischen Zuwerfen der Tür vs. vorsichtiges Schließen, Trampeln vs. Gehen oder Schreien vs. in „Zimmerlautstärke“ Sprechen vornehmen. Das Messen des Schalldruckpegels mit einem Messgerät oder einer Handy-App verdeutlicht die Lautstärkeunterschiede.

Anhand einer Dezibelskala lernen die SchülerInnen, ab wann unsere Ohren leiden, oder sogar dauerhaft geschädigt werden können.





Naturgeräusche werden selten als Lärm empfunden, unabhängig von ihrer Lautstärke, explosionsartige Geräusche, wie von Schweizer Krachern, meist als Lärm.

Lärm oder kein Lärm?

Den SchülerInnen soll bewusst gemacht werden, dass Geräusche verschiedene Lautstärken erzeugen können und diese unterschiedlich empfunden werden. Etwas als Lärm zu empfinden ist individuell verschieden. Einerseits kann Schalldruck in Dezibel dB(A) objektiv gemessen werden, dennoch kann das leise Ticken einer Uhr mit nur 10 dB(A) oder das Surren einer Gelse einer Person den Schlaf rauben. Bei der Berechnung dieses Wertes wird die psychoakustische Sensitivität des Gehörs für unterschiedliche Frequenzen berücksichtigt.

Folgende Übung soll die Individualität der „Lärmempfindung“ den SchülerInnen bewusstmachen:

Bilder mit verschiedenen Geräuschquellen wie Landschaften, volles Fußballstadion, Feuerwerk, brüllender Löwe, Flugzeug etc. sollen von SchülerInnen zur roten Karte „Lärm“ oder zur grünen Karte „kein Lärm“ zugeordnet werden. Sehr wohl wird aber nach der Zuordnung die Meinung jedes einzelnen Schülers/Schülerin besprochen warum diese Zuordnung in dieser Kategorie ihren Platz gefunden hat. Im Anschluss kann besprochen werden, ob jemand eine Bildkarte der anderen Kategorie zugeordnet hätte und warum.

Schreitest und Stille-Minute

Wie wohltuend Ruhe ist, kann mit Hilfe des Kontrasts zwischen einem kurzen „Schreitest“ (unbedingt die Ohren zuhalten!) und einer Stille-Minute bewusstmacht werden. Welche Geräusche haben die SchülerInnen während der Stille-Minute wahrgenommen? Wie ist es ihnen in dieser Zeit ergangen? Ein zusätzliches Wettbewerbselement kann dadurch eingeführt werden, dass behauptet wird, eine andere Klasse hätte 32 dB(A) geschafft. Ob diese Klasse das auch schafft?

In unseren Workshops mit SchülerInnen haben wir die Erfahrung gemacht, dass Klassen in den seltensten Fällen den Schreitest wiederholen wollten, die Stille-Minute jedoch schon, auch um das vorherige Ergebnis zu unterbieten. Die bei der Übung gemessenen Schalldruckpegel fürs Schreien und die Stille helfen den SchülerInnen, andere Schalldruckpegel relativ zu diesen zwei Werten einzuordnen.

Machen Sie Lärm sichtbar!

Um die Lautstärke in der Klasse gering zu halten und Lärm sichtbar zu machen ist die Verwendung einer Lärmampel eine gute Möglichkeit für Lehrerinnen und Lehrer. Auch für den Einsatz in Bibliotheken, Stillarbeitszonen und Pausenräumen ist sie eine unkomplizierte und praktische Lösung, um eine angenehme Arbeitsatmosphäre zu schaffen. Bekannte Symbole, nämlich Rot, Gelb und Grün, veranschaulichen den momentanen Geräuschpegel in der Umgebung. Mithilfe von einstellbaren Lärmstufen lässt sich die akzeptable Lautstärke regeln. Wenn die Klasse zu laut ist, springt die Ampel automatisch auf Gelb oder Rot. Ein Signalton kann eingeschaltet werden, der bei Rot ertönt. Lärm wird somit für alle SchülerInnen sichtbar und gegebenenfalls auch hörbar. Bitte verwenden Sie die Lärmampel nicht inflationär, d.h. nur in bestimmten Situationen wo Sie dringend eine Verbesserung und Sensibilisierung der SchülerInnen erreichen möchten und nur für einen begrenzten Zeitraum. Z. B. beim Mittagessen im Speisesaal! Günstig ist es den Einsatz der Lärmampel mit einer Belohnungsstruktur zu verknüpfen. Das könnte z. B. mit einer gewissen Anzahl von Smileys an einer Tafel sein. Wenn die Ampel auf Rot schaltet wird ein Smiley entfernt. Bleiben am Ende der Woche eine vorher vereinbarte Anzahl übrig, gibt es eine Belohnung. Das



kann auch das Lieblingslied oder ein Spiel der Klasse sein.

Die hier abgebildete Ampel hat 4 Level:

- Level 1: 40 – 50 dB
- Level 2: 50 – 65 dB
- Level 3: 65 – 80 dB
- Level 4: > 80 dB

Tipps zur Verwendung von Handy-Apps zum Messen des Schalldruckpegels

Im Rahmen des Projektes wurde immer wieder die Frage gestellt, in welcher Weise Handy-Apps zur Messung von Schalldruckpegel und Nachhallzeit verwendet werden können. Aus diesem Grund werden zwei sinnvolle, 2019 aktuelle, kostenlose Apps für Android und iOS vorgeschlagen und kurz der Aussagegehalt der Messungen diskutiert. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich gerade Apps rasch ändern, weiterentwickelt werden oder vom Markt genommen werden.

Wie messe ich richtig?

Bei der Messung des Schalldruckpegels sollten bestimmte Punkte beachtet werden, um brauchbare Ergebnisse zu bekommen:

- Es sollte ca. 1,3-1,5 m über dem Boden gemessen werden.
- Der Schallpegelmesser sollte in einem bestimmten Abstand von Häusern, Wänden oder Fassaden aufgestellt werden, um mögliche Reflexionen während der Messung zu minimieren.
- Die Windgeschwindigkeit sollte weniger als 5 m/s betragen, sonst den Windschutz vor den Sensor geben.
- Der Schallpegelmesser sollte möglichst bei trockenem Wetter und in Betrieben bei trockenen Bedingungen verwendet werden.
- Alle erkennbaren Messbedingungen im Umfeld sollen dokumentiert werden: Zeit, Beschreibung des Ortes, Art des Bodens, Beschreibung der Schallquelle(n), Anzahl der Messungen, Windstärke, Temperatur, etc.

Der Schall ist eine zeitlich stark variierende Größe. Zu Vergleichen wird daher nur der über die Zeit gemittelte Schallpegel herangezogen.

LA: A-bewerteter Schallpegel

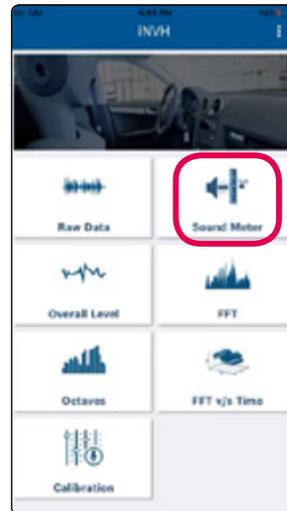
LAeq: A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel = über eine gewisse Zeit gemittelter Schallpegel

App „iNVH“ – Bosch für Android und iOS



Produktion: Robert Bosch Engineering&Business Solutions(P) LtdBüro

Die App ermöglicht die Darstellung relativer Werte, jedoch nicht von Absolutpegeln, da unterschiedliche Handys verschiedener Hersteller unterschiedliche Mikrofone verwenden und nicht kalibriert sind. Die App dient also lediglich der Visualisierung bzw. gibt Anhaltspunkte für die Schalldruckpegel. Aussagekräftig sind jedoch nur Messungen an unterschiedlichen Orten und Zeiten mit ein- und demselben Handy.



Linst: Momentanpegel

Leq: gemittelter Schalleistungspegel (dieser wird für Vergleiche herangezogen), die Mittelungszeit wird rechts von Leq angezeigt. Mit dem Aktualisierungssymbol (rot eingekreist) kann die Mittelung zurückgesetzt werden.

Lmin: minimaler Schallpegel in der Mittelungszeit

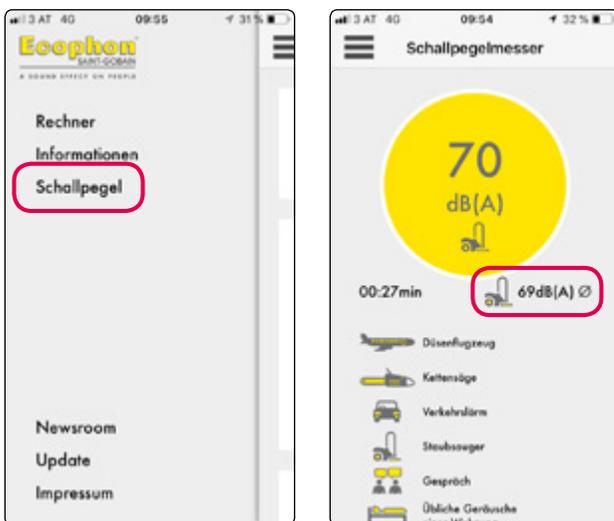
Lmax: maximaler Schallpegel in der Mittelungszeit

App Ecophon Akustik für iOS (Apple)



Die App misst den A-bewerteten Schalldruckpegel und den Mittelwert. Durch die Standardisierung der Mikrophone in iPhones ist die App auf die Apple Modelle kalibriert. Aus diesem Grund kann die Messung als Anhaltspunkt für den tatsächlichen Wert verwendet werden.

Der gelb hinterlegte Wert zeigt den Momentan-Schalldruckpegel und der rot eingekreiste Wert kennzeichnet den über die Zeit gemittelten Pegel. Das nebenliegende Symbol kennzeichnet Vergleichswerte. Links neben dem Mittelwert wird die Messdauer angegeben.



Programm: Knauf „TopView“



Aussagekraft der Messung: Das Handy muss hierfür nicht kalibriert werden, da nur der Pegelabfall nach einem impulshaften Geräusch wie Klatschen oder einem platzenden

Luftballon gemessen wird. Die Vergleichbarkeit der in einem Raum mit verschiedenen Handys gemessenen Nachhallzeiten sollte daher in einem groben Rahmen gegeben sein.

Die optimale Nachhallzeit variiert gemäß ÖNORM B8115-4 bezüglich verschiedener Nutzungen in Abhängigkeit des Raumvolumens. Als Beispiel wird eine Nachhallzeit von 0,55 Sekunden für einen typischen Klassenraum mit 180 m³ (60 m² Grundfläche mit 3 m Höhe) ausgewertet.

Eine Schritt-für-Schritt-Anleitung finden Sie auf unserer Website unter:
www.lernenohnelaerm.at/zum-anwenden/ideen-fuer-die-praxis/sensibilisierung-fuer-laerm

Handy-Apps zum Messen des Schalldruckpegels

App „iNVH“ – Bosch für Android und iOS



Links Android:

<https://appcenter.bosch.com/details/-/app/iNVH>

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bosch.nvh_analysis&hl=de_AT

Link iOS:

<https://itunes.apple.com/us/app/invh/id1257006242?mt=8>

Ecophon Akustik für iOS (Apple)



Link Website:

www.ecophon.com/de/Unternehmen/newsredaktion/appinfo

Programm: Knauf „TopView“



Link Website:

www.knauf.de/profi/tools-services/tools/vr-app-topview/

Link iOS:

<https://itunes.apple.com/de/app/knauf-topview/id1105335547?l=en&mt=8>

Link Android:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=de.knauf.TOPview&hl=de>

Unsere Tipps im Überblick:

- Erarbeiten Sie mit den SchülerInnen die inhaltlichen Grundlagen von Schall und der Funktionsweise des menschlichen Hörens funktioniert.
- Gehen Sie altersspezifisch auch auf Lärm als Umweltproblem und als volkswirtschaftliches Problem ein!
- Erarbeiten Sie mit den SchülerInnen, dass Lärm subjektiv ist, dass aber Schalldruckpegel über 85 dB(A) auf Dauer schädigend sind!
- Erarbeiten Sie mit den SchülerInnen, wie laut und wie leise es in der Klasse werden kann und was ein für alle noch angenehmer Schalldruckpegel ist!
- Üben Sie mit den SchülerInnen leises Verhalten im Kontrast zu lautem!
- Üben Sie mit den SchülerInnen, den Schalldruckpegel zu messen!
- Erarbeiten Sie mit den SchülerInnen, wie man sich in lauten Situationen schützen kann!
- Erarbeiten Sie mit den SchülerInnen ein Geräuscheprotokoll!

Unsere Ohren, ein großer Schatz

Wenn SchülerInnen bewusst geworden ist, dass hohe Schalldruckpegel schädigend sein können, stellen sie sich als nächstes die Frage, wie sie sich gegen Lärm schützen können.

Drei Faktoren tragen zu einer Gehörschädigung bei:

- a. Wie laut ist es? Wie hoch ist der Schalldruckpegel?
- b. Wie lange bin ich dem Lärm ausgesetzt?
- c. Habe ich Ruhephasen zwischen den Lärmphasen?

Diese drei Faktoren kann ich beeinflussen:

- a. Alles tun, um das Geräusch leiser zu machen (Ohren zuhalten, Ohrstöpsel verwenden, Abstand zur Lärmquelle größer machen, Musik leiser machen, ...).
- b. Möglichst kurze Zeit in lauter Situation bleiben.
- c. Ruhephasen einlegen, z. B. auch im Arbeitsalltag für einige Minuten „ausklinken“.

Die SchülerInnen sollen sich Situationen aus ihrem Alltag überlegen, in denen sie bereit sind, zum Schutz der Ohren eine der Maßnahmen (oder eine Kombination davon) zu ergreifen. Je konkreter sie die Maßnahme formulieren, des-

to besser. Eine getrocknete Erbse (etwa so groß wie die eigene Ohrenschnecke oder Cochlea) und ein Zettel „So will ich mich vor Lärm schützen“ können den „Schatz“ des guten Hörens immer wieder in Erinnerung rufen. Am besten werden die beiden Gegenstände mit anderen Kostbarkeiten aufbewahrt. In der Geldtasche werden sie immer wieder gesehen und erinnern die SchülerInnen daran, dass nicht nur Geld etwas wert ist, sondern auch ihre (Ohren-) Gesundheit.



Foto: © Lorenz Grubner

Eine Schülerin bemalt gerade eine getrocknete Erbse (etwa so groß wie ihre Cochlea) und überlegt, wie sie sich selbst in Zukunft vor Lärm schützen will.

Das Geräuscheprotokoll

Die SchülerInnen notieren, welche Geräusche sie auf ihren täglichen Wegen wahrnehmen, zum Beispiel zu Hause, auf dem Weg in die Schule, beim Einkaufen oder in der Freizeit. In einem Geräuscheprotokoll wird gekennzeichnet, welches Geräusch als positiv, welches als negativ empfunden wird (z. B. mit Minus/Plus oder mit lachendem und weinendem Gesicht). Wenn möglich, sollen die Geräusche mit einer Handy-App gemessen werden. Diese zeigt zwar keine wissenschaftlich verlässlichen Absolutwerte, ermöglicht aber recht einfach, ein Gefühl für relative Werte zu bekommen. Anschließend sollen die Geräusche gemäß ihrer Lautstärke in eine Reihenfolge gebracht werden. Alternativ zum Protokollblatt können auch Karteikarten oder Klebezettel verwendet werden, auf denen jeweils ein Geräusch notiert wird. Damit fällt die

Reihung leichter. Die Gruppen heften dafür ihre Karten an einer für alle sichtbaren Schalldruckpegel-Skala an. Die Klasse geht die Ergebnisse gemeinsam durch und vergleicht sie mit typischen Messwerten.

Anschließend sammeln die SchülerInnen Ideen für Möglichkeiten, ihre persönliche Lärmbelastung zu verringern. Die SchülerInnen gehen die Einträge ihres Geräuscheprotokolls durch und überlegen, welche Maßnahmen infrage kommen. Die Ergebnisse werden im Plenum verglichen.

Die Klasse überlegt gemeinsam, welchen Werten der Skala folgende Markierungen zugeordnet werden sollen:

- Schmerzgrenze,
- maximale Dauerbelastung am Arbeitsplatz, auch umzulegen auf die Schule,
- zulässiger Schalldruckpegel in Wohngebieten nach 22 Uhr,
- normale Hörschwelle.

Für ganz Neugierige:

- Weitere Übungen finden Sie unter www.lernenohnelaerm.at/zum-anwenden/ideen-fuer-die-praxis/sensibilisierung-fuer-laerm

WIE KLINGT MEINE SCHULE?						
Protokoll des Gehörspaziergangs durch unser Schulhaus						
Ort	Zeit	Unterricht	Wand, Boden, Einrichtung	Klang	dB geschätzt	db(A)

Soziales Miteinander fördern



Soziale Prozesse wie Kommunikation und v.a. Konflikte können die Entstehung von Lärm fördern. Wenn sich SchülerInnen in ihren Bedürfnissen ernst genommen und „gehört“ fühlen und Regeln des Zusammenlebens in der Klasse mitgestalten können, treten einige typische Lärmsituationen in der Schule gar nicht erst auf. Regelmäßig durchgeführte Stilleübungen helfen den SchülerInnen, selbst zur Ruhe zu kommen, Konzentration und Lernfähigkeit zu steigern und so auch gemeinsam mehr schulische Erfolgserlebnisse zu haben.

Mein Beitrag zur Lärmreduktion

Als Weiterführung der Übung zum Geräuscheprotokoll werden Ideen für die Verringerung der persönlichen Lärmbelastung gesammelt. Die Lehrkraft kann dazu folgende Fragen stellen:

- Was davon könnte belastend sein?
- Was könntet ihr selbst tun, um die Belastung zu verringern?
- Wo könnten Technik, Baumaßnahmen oder Eigenschaften eines Raumes helfen?

Die Vorschläge können in Form von Tipps formuliert und notiert werden. Die Klasse kann zum Abschluss selbst Regeln zur Lärmvermeidung überlegen mit folgenden Fragen:

- Was kann jede einzelne Schülerin/jeder einzelne Schüler für eine ruhige Lernatmosphäre beitragen?
- Was braucht jede einzelne Schülerin/jeder einzelne Schüler, um möglichst leise sein zu können?
- Welche Klassenregeln helfen allen bei der Zielerreichung?



Fotos: © Anna Streissler



Foto: © Anna Streissler

Erstellen von Klassenregeln

Hier ist Partizipation gefragt. Frei nach dem Spruch: „Erzähle mir und ich vergesse.“

„Zeige mir und ich erinnere mich.“ „Lass es mich tun und ich verstehe!“

Überall gibt es Regeln. Der gesamte Alltag ist voll von ihnen, auch in der Schule. Viele unserer täglichen Regeln sind überflüssig, manche unverständlich, einige kontraproduktiv. Doch es gibt Regeln, die wirklich sinnvoll sind, weil sie einen sicheren, verlässlichen Rahmen schaffen. Klassenregeln gehören – sofern sie gut erarbeitet wurden – unbedingt dazu.

Wichtig ist, Klassenregeln maßvoll zu gestalten, sie mit freundlicher Entschlossenheit durchzusetzen, und die SchülerInnen in den gesamten Prozess einzubeziehen. Denn nur, wenn Kinder und Jugendliche Regeln nicht als Verbote auffassen, sondern verstehen, wofür sie gut sind, können sie Regelungen annehmen und im Schulalltag von ihnen profitieren.

„Gute“ Regeln entstehen auf der Basis einer gemeinsamen Beschäftigung mit einem Thema. Weil ihnen ein breiter Konsens zugrunde liegt, sind sie effektiver und erleichtern das sozialverträgliche Miteinander in der Klasse. Sie geben Orientierung. „Gute Regeln“ gelten für alle, auch für Lehrkräfte. Sie engen nicht ein, son-

dern sorgen für Struktur. Sie beruhen auf einem demokratischen Prozess, beinhalten Rechte und Pflichten.

Was gilt es also bei der Aufstellung von Klassenregeln zu beachten? Stellen Sie zum Einstieg sich selbst und Ihren SchülerInnen die Frage: „Wie sollten wir uns verhalten, damit sich alle wohlfühlen und gut lernen können?“ Eine Möglichkeit ist ein Brainstorming: Sammeln Sie gemeinsam alle Antworten, die Ihnen zu der Fragestellung in den Sinn kommen, und filtern Sie später die wichtigsten heraus.

Lassen Sie die SchülerInnen miteinander ins Gespräch kommen, um dabei auf ihre eigenen Erfahrungen zurückgreifen. Ein aktuelles Ereignis, etwa eine nachhaltige Unterrichtsstörung – es ist zu laut, oder du bist zu laut – bietet sich als Ausgangspunkt für ein solches Brainstorming an, aber Sie können auch einfach den Beginn des Schuljahres oder eine neue Klassenzusammenstellung zum Anlass nehmen. So schaffen Sie eine verbindliche und verlässliche Grundlage für die bevorstehende gemeinsame Zeit. Häufig lässt sich in einer entspannten Situation, in der keine akute Schwierigkeit besteht, besser und kreativer über ein mitunter emotional beladendes Thema wie „Regeln“ reden.

Klassenregeln richtig formulieren

Bereiche, für die Sie Regeln aufstellen können, sind beispielsweise der Umgang miteinander, das Arbeiten in Gruppen, der Unterrichtsablauf oder das Verhalten in den Pausen. Das Spektrum reicht vom Ausreden lassen über eine Unterstützungskultur bis hin zu festgelegten Bewegungspausen. Bei der Formulierung der Regeln sollten Sie folgende Grundsätze beachten:

- Eine Regel sollte kurzgehalten sein.
- Eine Regel sollte verständlich formuliert sein.
- Eine Regel sollte positiv formuliert sein – nicht als Verbot, sondern als Gebot.
- Es sollten nicht zu viele Regeln aufgestellt werden, damit man sie alle im Blick behalten kann.
- Eine Regel sollte für den Einzelnen verbindlich formuliert sein, also zum Beispiel: „Ich höre anderen zu und lasse sie aussprechen!“

Die Regel der Woche

Beim Einüben der Klassenregeln müssen die SchülerInnen manchmal automatisiertes Verhalten ablegen. Gar nicht so einfach. Richten Sie deshalb anfangs für einen bestimmten Zeitraum, zum Beispiel eine Woche, das Augenmerk nur auf eine einzige Regel. Das heißt nicht, dass die anderen Regeln in dieser Zeit ungültig sind, aber der Fokus der Klasse ist eindeutig.

Legen Sie zunächst fest, was die Regel der Woche sein soll. Überlegen Sie, womit sich die SchülerInnen belohnen wollen, wenn es bei-

spielsweise am Ende der Woche 80 Prozent von ihnen gelungen ist, die Regel einzuhalten. (Würde die Regel nicht eingehalten, kann es notwendig sein, sie noch etwas länger im Fokus zu behalten.)

Nun bekommt jeder Schüler vier Zettel, die mit je einer der folgenden Fragen beschriftet sind:

1. Was kann ich zur Einhaltung der Regel beitragen?
2. Was (ganz konkret) muss ich unterlassen?
3. Was sollen die anderen tun?
4. Was sollen die Lehrkräfte tun?

Auf jedem Zettel machen die SchülerInnen nun mindestens eine Angabe. Die Antworten zu den Fragen 1. und 2. werden nacheinander vorgelesen. Jeder Schüler, jede Schülerin behält den eigenen Zettel als Erinnerungshilfe mit dem Ziel, das Bewusstsein für die Eigenverantwortung zu fördern. Die Zettel zu den Fragen 3. und 4. kleben Sie gemeinsam auf Plakate und werten sie dann im Klassenplenum aus. Achten Sie dabei auf eindeutige Formulierungen, damit die Vorschläge auch umsetzbar sind. Wenn Sie die Plakate anschließend im Klassenzimmer aufhängen, haben die SchülerInnen sie stets vor Augen und können daran ihr Verhalten messen.

Ein wichtiges Element bei der Erstellung von Klassenregeln stellt auch die Definition von ent-

sprechenden Konsequenzen im Falle eines Verstoßes dar. So wissen die SchülerInnen genau, womit sie zu rechnen haben, und können sich daran orientieren.

Redegegenstand und Stillesymbol

In bestimmten Unterrichtssituationen, z. B. in einem Gesprächskreis, ist der Einsatz eines Redegegenstandes sinnvoll. Das kann ein Stift sein, ein handlicher Schaumstoffball, ein überdimensionales Stofftier oder ein gemeinsam bemalter großer Stein sein. Wer den Gegenstand in der Hand hält, darf sprechen und erhält die volle Aufmerksamkeit der anderen. Nach dem Redebeitrag wird der Gegenstand entweder in die Mitte gelegt und jemand anderer kann ihn sich nehmen oder der Gegenstand wird im Kreis reihum weitergegeben.

Um für alle sichtbar zu signalisieren, dass eine Stillephase eingeleitet wird, kann in die Mitte des Kreises ein Stillesymbol gelegt werden. Besonders geeignet sind Tiere des Wassers wie Fische, denn diese kommunizieren lautlos. Vor Beginn der Stillephasen muss der Arbeitsauftrag erklärt und auftauchende Fragen beantwortet werden. In der Stillephase sollten alle still sein, auch die Lehrperson. Die Stillephase wird dadurch beendet, dass das Stillesymbol wieder aus der Mitte entfernt wird. Danach sollte eine Reflexionsrunde folgen, wie es den SchülerInnen in dieser Arbeitsphase ergangen ist.

Sowohl das Sprechen mit Redegegenstand als auch der Einsatz des Stillesymbols sollten regelmäßig angewendet werden, da diese Maßnahmen Ritualcharakter erlangen sollen.

Stilleübungen

Wir alle, ob Kinder, Jugendliche oder Erwachsene, sind auf Grund der allgegenwärtigen Geräuschkulisse aus Verkehrslärm, Musik, Gesprächen, Straßenlärm, Handy, Maschinen, Stille nicht mehr gewöhnt. Ihr Erholungspotential muss erst gemeinsam (wieder-) entdeckt werden.

Wichtig ist, dass SchülerInnen schrittweise zur Stille herangeführt werden, weil damit viele Regeln verbunden sind. Außerdem sollten Stille-



Foto: © Praxis-VS der PH Steiermark, Graz

übungen immer freiwillig passieren. Diejenigen, die nicht mitmachen wollen, sollen ruhig zuschauen, am besten mit verschränkten Armen und nicht stören.

Als LeiterIn der Stilleübung sind Sie selbst das wichtigste Vorbild. Gehen Sie selbst mit einer Haltung von Ruhe und Achtsamkeit in die Übung und versuchen Sie, sich von den vielen weiteren Aufgaben, die der Tag noch bringen mag, nicht stressen oder hetzen zu lassen. Jede Übung braucht nur wenige Minuten. Gut angeleitet, sind Sie selbst und die SchülerInnen danach wieder erheblich leistungsfähiger.

Erklären Sie die Regeln vor der ersten Stilleübung genau bzw. erarbeiten Sie sie mit den SchülerInnen. Stilleübungen dienen dazu, dass

wir ruhig werden und uns besser konzentrieren können, also leistungsfähiger sind und mehr Freude beim Lernen haben. Beginnen Sie mit Übungen, bei denen leise, entspannende Musik im Hintergrund läuft. Wählen Sie Übungen aus, bei denen haptische Eindrücke und konkrete Handlungen kombiniert werden.

Wählen Sie ein Setting, das sich möglichst vom regulären Klassensetting unterscheidet und in dem die SchülerInnen wenig abgelenkt sind. Am besten bilden Sie einen Sesselkreis mit einer gestalteten Mitte, z. B. einem runden Teppich, und einem Stillesymbol, z. B. einer Kerze etc.

Die SchülerInnen sollen vor Beginn ihre Grundbedürfnisse stillen (Essen, Trinken, aufs Klo gehen) und sich dann bequem auf den Ses-



Foto: © Anna Streissler



Foto: © Anna Streissler

Tipps zu Stilleübungen:

- Stilleübungen eignen sich auch als Vorbereitung für schriftliche Prüfungen, um Nervosität zu verringern und Konzentration zu erhöhen. In einer Mittelschule leitete eine Klassenlehrerin in der Pause vor einem Test oder einer Schularbeit jeweils eine Stilleübung an, die SchülerInnen konnten freiwillig mitmachen. Sie berichteten begeistert, dass sie weniger Angst vor der Prüfungssituation hatten und ihre Leistungen besser abrufen konnten als ohne Stilleübung.
- Gerade ReligionslehrerInnen haben oft ein großes Repertoire an Stilleübungen, die nicht nur für spirituelle Entwicklungen, sondern auch für die Förderung des Miteinanders eingesetzt werden können. Hören Sie sich bei Ihren KollegInnen um!
- Österreichweit werden an mehreren Orten Ruhe- und Stille-Seminare für PädagogInnen angeboten, u.a. vom Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark, www.ubz-stmk.at und von der AUVA, Mail an edith.svec-brandl@auva.at.

Unsere Tipps im Überblick:

- Erarbeiten Sie mit den SchülerInnen Tipps für gesunde Ohren!
- Erstellen Sie mit den SchülerInnen gemeinsam Klassenregeln!
- Führen Sie einen Redegegenstand und ein Stillesymbol ein und ritualisieren Sie deren Gebrauch!
- Führen Sie regelmäßig Stilleübungen mit den SchülerInnen durch!
- Besprechen Sie mit den SchülerInnen nonverbale Kommunikation und achten Sie gemeinsam darauf!
- Nutzen Sie Konflikte als Chance!



sel setzen, mit beiden Füßen auf dem Boden und den Händen auf den Oberschenkeln. Wer nicht mitmachen will oder bei einer Übung bereits dran war, verschränkt die Arme. Nach der Erklärung der Übung und vor Beginn der Übung leiten Sie die SchülerInnen an, einige Atemzüge ganz bewusst in den Bauch zu machen (Ballonatmung) und zu spüren, wie die tiefe Atmung den ganzen Körper mit Sauerstoff füllt und zur Ruhe bringt.

Die Übung wird erklärt, dann das Stillesymbol in die Mitte gelegt bzw. die Kerze angezündet, die Übung durchgeführt. Wenn alle dran waren, wird die Kerze gelöscht bzw. das Stillesymbol aus der Mitte entfernt. Jetzt sollte noch Zeit sein für eine kurze Nachbesprechung.



Mögliche Stilleübungen sind:

- Eine Schale mit einer Kugel so weitergeben, dass die Kugel die ganze Zeit in Bewegung bleibt.
- Ein Gefäß mit Wasser und wenigen Tropfen ätherischem Öl (z. B. Lavendel oder Zedernholz) weitergeben.
- Mandalas ausmalen, legen oder zeichnen lassen.
- Gegenstände oder Begriffe verschiedenen Kategorien zuordnen.
- Ordnen ohne zu sprechen (z. B. nach Schuhgröße, nach Geburtstag im Jahreskreis).

Fantasiereisen eignen sich als Stilleübungen für Fortgeschrittene und erfordern sowohl etwas mehr Erfahrung bei der Anleitung als auch beim Mitmachen.

In einigen Schulen bewährte sich Yoga für Kinder. Gerade Übungen, bei denen Tiere nachgeahmt werden, finden jüngere SchülerInnen lustig. Die oberösterreichische Kinderliedermacherin Mai Cocopelli brachte zwei empfehlenswerte CDs mit Liedern und Übungen für Kinder-yoga heraus.

Nonverbale Kommunikation

Kommunikation spielt sich nicht nur auf der verbalen Ebene ab, sondern es gibt vielfältige Botschaften, die nonverbal vermittelt werden. Die expliziten, d.h. ausdrücklich formulierten Botschaften, sind in der Regel eindeutiger als die impliziten, die nicht direkt gesagt, aber unterschwellig mitgesendeten Botschaften. Über Mimik, Gestik und Tonfall werden teils eigenständige und teils wertende Botschaften vermittelt. Die Aussage „Das hast du ganz toll gemacht!“ kann z. B. voll Lob und Anerkennung, aber auch zynisch und ironisch, intoniert werden. Nonverbale und verbale Anteile unterstützen und ergänzen sich wechselseitig. Je differenzierter SchülerInnen in der Lage sind, Tonfall und Körpersprache wahrzunehmen und zu deuten, desto besser sind die Voraussetzungen für gelingende Kommunikation. Dass viele SchülerInnen in diesem Bereich der Persönlichkeitsentwicklung gefördert werden sollten, zeigen die vielfältigen Konfliktsituationen im schulischen Alltag („Warum ich ihn geschlagen habe? Der hat mich so angeschaut!“). Das Nutzen von Ritualen, Symbolen und Bildkarten unterstützt zusätzlich den Prozess der Lärminderung im Klassenraum.

Fortbildungen dazu stehen Ihnen bei der AUVA (edith.svec-brandl@auva.at) zur Verfügung. („Mit der Kraft der Stille“ oder „Neue Wege zu einem erfolgreichen Miteinander“)

Nutzen von Konflikten

Kern von Konflikten sind immer Differenzen, die zu Spannungen führen. Differenzen gibt es überall, daher sind auch Konflikte völlig normal. Konflikte werden aber häufig als unangenehm erlebt und fördern auch oft die Lautstärke in einem Klassenraum. Wie wir mit ihnen umgehen, trägt dazu bei, ob sich die Anspannung verstärkt oder es zu einer Bewältigung und Lösung kommt. Ein Konflikt beinhaltet immer auch die Chance auf eine Veränderung. Wenn Sie als Lehrkraft bemerken, dass Konflikte die Ursache des Lärms sind, sollten Sie so rasch wie möglich daran arbeiten.

In vielen Schulen wurde jedoch erkannt, dass Lehrpersonen auf Grund ihrer Machtposition nicht immer die geeignetsten StreitschlichterInnen sind. Deshalb werden ältere SchülerInnen zu StreitschlichterInnen oder MediatorInnen ausgebildet. Sie sind dann Anlaufstelle für Streitparteien. Die StreitschlichterInnen unterstützen die streitenden MitschülerInnen in einem geschützten Setting mit einer Reihe einfacher Fragen, die Ursachen des Streits zu finden und darauf aufbauend zu Lösungen zu kommen.

Für ganz Neugierige:

- Hoegg G. (2015), Schwierige Eltern, schwierige Schüler, Beltz Verlag.
- Plevin R. (2017), So bekomme ich meine Klasse ruhig – vom Chaos zur Stille: Wirkungsvolle Methoden bei Unterrichtsstörungen, Verlag an der Ruhr.
- Portmann R. (1998), Spiele zum Umgang mit Aggressionen, Don Bosco Verlag.
- Rosenwald G. (2007), Stille in fünf Minuten, Kohl Verlag.
- Rosenwald G. (2008), Über Stille zur Konzentration: Neue Ideen und Konzepte für eine entspannte Lernatmosphäre, Kohl Verlag.
- Rosenwald G. (2008), Der kleine Stille-Ratgeber: 40 wirksame Stille-Spiele für die ganze Klasse, Kohl Verlag.
- Schulz von Thun F. et. al. (2011), Miteinander Reden, Rowohlt Verlag.

Gesprächs-Tipps für Lehrende:

Kinder-Frage: **Warum ist das so?**

- Was meinst du? Hast Du dazu eine Erklärung oder eine Vermutung?
- Gibt es noch andere Erklärungsmöglichkeiten?
- Gibt es weitere oder andere Vermutungen und Ideen?
- Wie könnte man herausfinden, welche Erklärung oder Vermutung richtig ist?
- Findet unterschiedliche Möglichkeiten, um eure Vorstellungen und Ideen zu überprüfen!

Weitere geeignete Impulse:

- Was hat dir geholfen?
- Was meinst du, wie könnte es sein?
- Was ist bei dir anders als bei...?
- Was könnte der Grund sein?
- Wie kannst du das herausfinden?
- Was brauchst du dazu?



Zum Forschen und Experimentieren gehören Spaß am Ausprobieren und das Entdecken von Phänomenen. Dabei geht es nicht um „richtig“ oder „falsch“, sondern um eigenes Beobachten, Reflektieren und Dokumentieren. Kinder bringen von Anfang an Forschergeist mit. Das kindliche Forschen ähnelt dabei durchaus dem wissenschaftlichen Forschen von Erwachsenen. Allerdings unterscheiden sich SchülerInnen und Erwachsene darin, wie sehr ihnen das eigene Vorgehen bewusst ist und wie systematisch sie dabei vorgehen.

In verschiedenen Forschungsprojekten mit Kindern und Jugendlichen haben wir folgende Erfahrungen gemacht: Wenn in Forschungen Fragen der SchülerInnen als Ausgangspunkt genommen werden, ihre Erfahrungen, Lebenswirklichkeiten und Meinungen wertgeschätzt werden, kann Forschen allen Beteiligten großen Spaß machen. Die SchülerInnen sollten in kleinen Teams an Themen arbeiten, die sie selbst gewählt haben (innerhalb eines inhaltlichen Rahmens, der durch die Unterrichtsfächer gesteckt werden kann). Sie brauchen ein klares Ziel, am besten ein herzeigbares Produkt (Plakat, Bericht, Video,...) und einen überschaubaren Zeitrahmen. Sie müssen sich immer wieder orientieren, wo sie sich im Forschungsprozess gerade befinden. Dabei hilft die klare Strukturierung in unterschiedliche Schritte und die visuelle Unterstützung mit Symbolen. Die Lehr-

personen haben beim forschenden Lernen die Rolle des Coaches. Sie halten die Motivation der SchülerInnen aufrecht, helfen den SchülerInnen, ihre Arbeit zu strukturieren, besprechen Schwierigkeiten und suchen gemeinsam mit ihnen nach Lösungen. Die mögliche Schwierigkeit der schriftlichen Dokumentation kann man mit Foto- und Tonaufnahmen umgehen. Hier können Smartphones sinnvoll eingesetzt werden. Die Ergebnisse können für andere durchaus auf lustige Art und Weise aufbereitet werden. Ein besonders gelungenes Beispiel erstellten SchülerInnen der NMS Rohrbach in dem Comicvideo „Lärmalarm“ (zu finden unter: www.youtube.com/watch?v=LEal2Xh2pcQ&feature=youtu.be).

Der empirische Forschungskreislauf

Zur leichteren Verständlichkeit des Forschungsprozesses entwickelten wir eine Reihe von Symbolen, die gemeinsam einen empirischen Forschungskreislauf darstellen. Die kreisförmige Anordnung wurde deshalb gewählt, weil in einer Forschung oft nicht nur die anfangs gestellte Frage beantwortet wird, sondern im Zuge der Forschung auch neue Fragen auftauchen, die wiederum nach demselben Muster erforscht werden können, der Forschungskreislauf also von Neuem beginnt. Eine Forschung besteht aus acht Schritten:



Schritt 1: Eine Forschungsfrage finden.



Schritt 2: Vermutungen (Hypothesen) über das mögliche Ergebnis finden; Theorien einbeziehen.



Schritt 3: Forschungsmethode/n auswählen (z. B. mit einem Schalldruckpegelmessgerät messen) oder selbst entwickeln. (z. B. einen Fragebogen oder ein Beobachtungsprotokoll)



Schritt 4: Daten erheben: Befragen, Beobachten und Messen.



Schritt 5: Daten auswerten und interpretieren.



Schritt 6: Ergebnisse mit Fragestellung, Vermutungen und Theorien in Beziehung bringen.



Schritt 7: Maßnahmen ableiten.



Schritt 8: Ergebnisse für unterschiedliche Zielgruppen aufbereiten und kommunizieren.

Die Schritte 2 und 3 können, wie in unserem ersten Beispiel, vertauscht sein. Diese Schritte sind bereits gut mit SchülerInnen der ersten und zweiten Volksschule durchzuführen.

Wie diese Schritte in der Praxis gesetzt werden, zeigen wir an Hand von zwei Beispielen.



Die Darstellung zeigt die Anordnung der acht Forschungsschritte als Kreis. Ergebnisse einer Forschung können Fragen aufwerfen für eine weitere Forschung. In diesem Fall beginnt der Forschungskreis von Neuem.

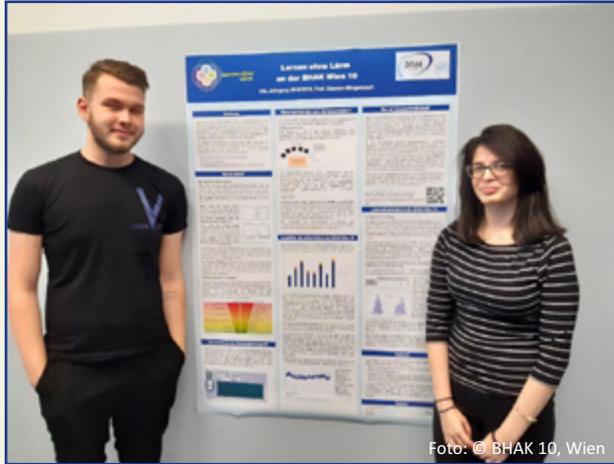


Foto: © BHAK 10, Wien



Foto: © Anna Streissler

Forschungsprojekt: In welchen Räumen ist es für uns oft zu laut?

Im Forschungsprojekt sollen die eigenen, subjektiven Erfahrungen als Grundlage für die Bewertung der verschiedenen Räume im Schulbereich (z. B. eigene Klasse, Turnsaal, etc.) in Bezug auf Lärm genutzt werden und mit objektiven Schalldruckpegel-Messungen in Zusammenhang gebracht werden. Entweder alleine oder in kleinen Teams gehen die SchülerInnen zunächst dieser Frage nach, um später ihre eigene Forschung zu konzipieren und durchzuführen.

Schritt 1: Eine Forschungsfrage finden

Die Forschungsfrage lautet: In welchen Räumen in der Schule ist es für mich/uns oft zu laut?

Schritt 3: Forschungsmethode auswählen

Als Methode der Datensammlung wird das Arbeitsblatt 1 vorgestellt, das ein einfaches Beobachtungsprotokoll mit subjektiven Eindrücken und objektiven Messwerten darstellt. Es können evtl. weitere Räume hinzugefügt werden. (Schritt 3 wird in diesem Fall vorgezogen.)

Schritt 2: Vermutungen über das Ergebnis finden

Die SchülerInnen tragen ihre Vermutungen (Hypothesen) ins Arbeitsblatt ein.

Schritt 4: Daten erheben

Die SchülerInnen begeben sich mit dem Arbeitsblatt auf einen Rundgang durch die Schule, beobachten und überlegen, in welchem der dargestellten Räume es für sie tatsächlich meist zu laut, selten laut oder angenehm ruhig ist. Außerdem messen sie mit einer App den Schalldruckpegel (Zeitpunkt und Dauer vorher mit der Lehrperson überlegen! Richtiges Messen üben!). Sie sammeln also verschiedene Daten und dokumentieren sie.

Schritt 5: Daten auswerten und interpretieren

In der Klasse werden die Daten im Arbeitsblatt 2 zusammengeführt und ausgewertet. Es wird das Schulnotensystem herangezogen. Zur numerischen Auswertung werden die grünen Punkte mit 1, die orangen Punkte mit 3 und die roten Punkte mit 5 bewertet. Für jeden Raum kann so im Arbeitsblatt 2 ein Durchschnitt errechnet werden.

Schritt 6: Ergebnisse mit Fragestellung, Vermutungen und Theorien in Beziehung bringen

Nun wird überlegt, ob die Ergebnisse mit den Vermutungen, Hypothesen von Schritt 2 übereinstimmen und was die Ergebnisse über die ursprüngliche Frage aussagen. In manchen Fällen werden es alle „schon immer gewusst“ haben, bei anderen Räumen vielleicht aber nicht. Möglicherweise gibt es auch Diskrepanzen zwischen subjektiven Eindrücken und objektiven Messun-

gen. Diese sollten diskutiert und Gründe dafür gesucht werden. Es kann überlegt werden, welche Bedeutung die Ergebnisse für Einzelpersonen, für das Zusammenleben von SchülerInnen, LehrerInnen und weiterem Personal sowie für die Organisation des Schulbetriebs haben.

Schritt 7: Maßnahmen zur Verringerung von Lärm ableiten

Gemeinsam werden nun Maßnahmen entwickelt, wie es in den zu lauten Bereichen leiser werden kann und wie es gelingt, die ruhigen Räume ruhig zu belassen. Dies kann zu Nutzungsregeln für die verschiedenen Räume führen. Es sollten weitere sinnvolle Maßnahmen ausgewählt und kurz-, mittel- und langfristig umgesetzt werden. Hier sollten auch Nachhaltigkeitsparameter einfließen. Die Auswirkungen auf Menschen und Umwelt sollten ebenso bedacht werden wie die Kosten. Eine Maßnahme soll z. B. nicht billig aber gesundheitsschädlich sein. Mit älteren SchülerInnen können auch Kosten-Nutzen-Rechnungen angestellt werden, wobei auch thematisiert werden kann, ob man Umwelt- und Gesundheitsschäden monetär bemessen kann.

Schritt 8: Ergebnisse für unterschiedliche Zielgruppen aufbereiten und kommunizieren

Sowohl der Prozess als auch die Ergebnisse der Forschung werden nun gemeinsam festgehalten, z. B. in einer Foto-Story. Möglicherweise

gibt es Einsichten, dass bestimmte Schritte im Prozess nicht optimal abgelaufen sind und bei einer weiteren Forschung verbessert werden könnten, z. B. werden die Messprotokolle optimiert. Möglicherweise werfen die Ergebnisse auch neue inhaltliche Fragen auf, die mit einem neuen Forschungsprojekt beantwortet werden können. In diesem Fall beginnt der Forschungskreislauf von Neuem.

Wenn über einen Zeitraum von einigen Wochen nun Maßnahmen gesetzt worden sind, könnte mit den SchülerInnen die Forschung wiederholt werden, um herauszufinden, ob die gesetzten Maßnahmen tatsächlich zielführend waren, ob also Bereiche, die früher rot waren, jetzt orange oder sogar grün geworden sind und Bereiche, die orange waren, jetzt grün sind.

Meta-Reflexion:

Mit den SchülerInnen soll im Anschluss besprochen werden, dass der Ablauf der Forschung ähnlich war wie bei empirischer naturwissenschaftlicher oder sozialwissenschaftlicher Forschung. Ein wesentlicher Knackpunkt jeder Forschung ist eine klare Forschungsfrage und die Auswahl der geeigneten Forschungsmethoden.

Forschung sollte immer systematisch, ethisch und kritisch sein. Die Forschung sollte also nach denselben Schritten ablaufen, zum Wohl der Menschen und der Mitwelt sein und es soll erlaubt sein, Gepflogenheiten und Regeln des Schulalltags hinterfragen zu dürfen. Sowohl der

Prozess als auch die Ergebnisse sollten dokumentiert werden.

Verwendete Arbeitsblätter:

Raum	Vermutung	subjektives Empfinden	Schalldruckpegelmessung
Eigenes Klassenzi.	1 ● 3 ● 5 ●	● ● ●	___ dB (Uhrzeit, Anzahl PAX)
Gang vor der Klasse	● ● ●	● ● ●	___ dB (Uhrzeit, Anzahl PAX)
Turnsaal	● ● ●	● ● ●	___ dB (Uhrzeit, Anzahl PAX)
Physiksaal	● ● ●	● ● ●	___ dB (Uhrzeit, Anzahl PAX)
Werkraum	● ● ●	● ● ●	___ dB (Uhrzeit, Anzahl PAX)
?	● ● ●	● ● ●	___ dB (Uhrzeit, Anzahl PAX)
?	● ● ●	● ● ●	___ dB (Uhrzeit, Anzahl PAX)



Zur numerischen Auswertung werden grüne Punkte mit 1, orange Punkte mit 3 und rote Punkte mit 5 bewertet.

Raum	Vermutung	Subjektives Empfinden	Objektive Messung
Eigenes Klassenzimmer	Durchschnitt:	Durchschnitt:	Durchschnitt:
Gang vor der Klasse	Durchschnitt:	Durchschnitt:	Durchschnitt:
Turnsaal	Durchschnitt:	Durchschnitt:	Durchschnitt:
Physiksaal	Durchschnitt:	Durchschnitt:	Durchschnitt:
Werkraum	Durchschnitt:	Durchschnitt:	Durchschnitt:
?	Durchschnitt:	Durchschnitt:	Durchschnitt:
?	Durchschnitt:	Durchschnitt:	Durchschnitt:





Forschungsbeispiel 2: Welcher Lärm-Typ bist du?

In diesem Forschungsprojekt soll es darum gehen, die unterschiedlichen Wahrnehmungen und Bedürfnisse der SchülerInnen zu Lärm herauszufinden.

Schritt 1: Eine Forschungsfrage finden

Die Forschungsfrage lautet: Warum verhalten sich unsere MitschülerInnen in Bezug auf Lärm unterschiedlich (von Rückzug bis selbst lärmend)? Was bräuchten sie in der Schule, um angenehmer lernen und leben zu können?

Schritt 2: Vermutungen (Hypothesen) finden; Theorien einbeziehen

Hier braucht es zunächst Vermutungen und Hypothesen sowie Theorien. Wir vermuten, dass es verschiedene „Lärm-Typen“ gibt:

- Menschen, die schnell von Lärm gestört sind und sich zurückziehen,
- Menschen, die sehr aus sich herausgehen und selbst oft laut sind.

Es gibt Theorien, dass Mädchen auf Grund ihrer Sozialisation sich ruhiger verhalten als Buben. Andere Theorien besagen, dass jüngere SchülerInnen mehr Bewegung brauchen als ältere und daher tendenziell lauter sind. Aus Erfahrungen von Lehrpersonen wissen wir, dass es Klassen gibt, die insgesamt leiser sind und andere, die lauter und lebhafter sind. Daher könnten folgende Fragen interessant sein:

- Sind Mädchen eher ruhiger, Burschen eher lauter?
- Sind jüngere SchülerInnen eher lauter als ältere?
- Gibt es ganze Klassen, die leiser oder lauter sind?

Diese verschiedenen Theorien/Fragen werden durch die Forschung entweder bestätigt oder widerlegt.

Schritt 3: Forschungsmethode/n auswählen oder selbst entwickeln

Als Forschungsmethode soll ein Fragebogen entwickelt werden, ähnlich wie in Online-Tests mit verschiedenen Fragen, die Hinweise auf den eigenen „Lärm-Typ“ geben. Die Auswertung ist für die Befragten gleich nachzulesen und sie erhalten typenspezifische Verhaltenstipps. Dafür schauen sich die SchülerInnen zunächst ähnliche Fragebögen im Internet oder in Zeitschriften an, sammeln Informationen über unterschiedliche Verhaltensweisen bei Lärm und erstellen den Fragebogen inklusive der Auswertung online. Mögliche Fragen lauten beispielsweise: „Wenn es laut ist, ziehe ich mich am liebsten an einen ruhigen Platz zurück. Das stimmt für mich/Das stimmt für mich nicht.“ „Stell dir vor, heute sind alle Regeln in der Schule außer Kraft gesetzt, es gibt keine Gangaufsicht in der Pause. Wie reagierst du?“

- a. Ich spiele mit meinen FreundInnen am Gang Fangen. Es wird dabei ziemlich laut.
- b. Ich tausche mit meinen Freundinnen oder Freunden die neuesten Sammelkarten aus. Wir können uns dabei gut in Zimmerlautstärke unterhalten.
- c. Ich höre mit meinen Freundinnen oder Freunden laute Musik.
- d. Ich gehe eine Runde Klettern an unserer neuen Kletterwand. Das ist recht leise.“

Bei diesem Beispiel sind die zwei Parameter Bewegung und Lautstärke miteinander verschnitten.

Schritt 4: Daten erheben: Befragen, Beobachten, Messen

Die SchülerInnen erstellen in Kleingruppen einen Testfragebogen, testen diesen in der Klasse, verbessern die Fragen (z. B. formulieren verständlicher) und machen dann einen Fragebogen mit den geeignetsten Fragen aus allen Gruppen. Dann befragen sie z. B. die SchülerInnen von 2 Klassen pro Jahrgang.

Schritt 5: Daten auswerten und interpretieren

In der Klasse werden die Daten in einer Excel-Tabelle zusammengeführt und ausgewertet. Bei der Auswertung wird geschaut, ob es Häufungen gibt, die mit Geschlecht und Alter zu tun haben.

Schritt 6: Ergebnisse mit Fragestellung, Vermutungen und Theorien in Beziehung bringen

Nun wird überlegt, ob die Ergebnisse mit den Vermutungen, Hypothesen und Theorien von Schritt 2 übereinstimmen und was die Ergebnisse über die ursprüngliche Frage aussagen. Die SchülerInnen haben unterschiedliche Bedürfnisse je nach „Lärm-Typ“. Die einen brauchen Rückzugsorte, die anderen brauchen Orte, an denen sie sich bewegen und laut sein können. Gibt es Häufungen von ruhebedürftigen oder lauterer SchülerInnen in einzelnen Klassen?

Schritt 7: Maßnahmen zur Verringerung von Lärm ableiten

Gemeinsam werden nun Maßnahmen abgeleitet. Es sollten sowohl Rückzugsorte als auch Möglichkeiten für Bewegung geschaffen werden. Da die Raumsituation knapp ist, haben die SchülerInnen folgende Ideen: Es soll eine „Chill-out-Zone“ im jetzigen, nur ganz selten genutzten Gemeinschaftsraum neben dem Zeichensaal im 1. Stock eingerichtet werden. Die Getränkeautomaten sollten weg vom Zeichensaal und hin zum Musikzimmer gestellt werden, da es bei den Automaten in den Pausen laut wird. Im Gang im 2. Stock, wo es zwei 1. und 2. Klassen gibt, soll eine Kiste mit Bewegungsangeboten in den großen Pausen genützt werden. In der wärmeren Jahreszeit soll diese Kiste in

den Schulgarten gestellt werden. Die linke hintere Ecke im Schulhof soll eine Rückzugszone für Mädchen werden, die durch Bodenmarkierungen begrenzt wird. Hier werden im technischen Werken aus Europaletten vier wetterbeständige Sitzgelegenheiten zum Chillen gebaut. Im textilen Werken werden dazu geeignete Pölster genäht, damit es richtig gemütlich wird.

Schritt 8: Ergebnisse für unterschiedliche Zielgruppen aufbereiten und kommunizieren

Sowohl der Prozess als auch die Ergebnisse der Forschung werden nun gemeinsam festgehalten, z. B. in einer Foto-Story und einem Plan der Schule mit eingezeichneten Maßnahmen. Möglicherweise gibt es Einsichten, dass bestimmte Schritte im Prozess nicht optimal abgelaufen sind und bei einer weiteren Forschung verbessert werden könnten, z. B. den Fragebogen optimieren oder mehr SchülerInnen befragen. Möglicherweise werfen die Ergebnisse auch neue inhaltliche Fragen auf, die mit einem neuen Forschungsprojekt beantwortet werden können.

Für ganz Neugierige:

- Kinderuni Wien, „Wie funktioniert eigentlich Forschen?“, <https://kinderuni.at/forsche-und-staune>
- Pareigis Johanna, 2011, Anleitung zum Forschersein. Naturwissenschaft und Weltwissen für Kinder und Erwachsene. Verlag das Netz, Weimar/Berlin.
- Stiftung Haus der Kleinen Forscher (Hg.), 2012, Klänge und Geräusche. Akustische Phänomene mit Kita- und Grundschulkindern entdecken, Berlin.
- Streissler Anna, 2015, „Junior Citizen Scientists in Action. Kinder und Jugendliche als ForscherInnen“ in: Umweltdachverband (Hg.), BNE Reloaded. Jahrbuch Bildung für nachhaltige Entwicklung, Wien, S. 33-38.

Tipps für gelungenes Forschen

Tipps 1: Zur Fragestellung

Eine Fragestellung ist dann spannend und sinnvoll, wenn auch ExpertInnen zu Beginn der Forschung nicht wissen können, welche Ergebnisse genau rauskommen, weil es beispielsweise Verhaltensweisen der SchülerInnen (oder anderer Betroffener) betrifft oder weil objektive Parameter der Räume mit subjektiven Einstellungen der SchülerInnen verknüpft werden.

Tipps 2: Zur Fehlerkultur in der Forschung

Fehler in der Forschung passieren, z. B. weil Fragen in einem Fragebogen unklar formuliert waren, weil ein Messgerät nicht richtig funktioniert hat oder unterschiedlich verwendet wurde, oder weil man nach Ende der Befragung draufkommt, dass man rückblickend wesentliche Informationen vergessen hat zu erheben. Fehler können aber auch zu spannenden neuen Einsichten führen!

Diese „Fehler“ sollen offen am Ende der Forschung reflektiert und dokumentiert werden und zielgruppenspezifisch auch kommuniziert werden. Bei einer nächsten Forschung kann

man überlegen, wie man diese Fehler vermeiden kann. So kann man daraus lernen! Unsere jetzige Schulkultur in Österreich ist leider wenig fehlerfreundlich, ein Umdenken wäre dringend nötig! LehrerInnen nehmen hier eine wichtige Vorbildfunktion ein.

Tipps 3: Die Verbesserungsvorschläge der SchülerInnen ernst nehmen!

Forschen nach diesem Schema ist für SchülerInnen mit gewissen Herausforderungen verbunden. Gut angeleitet, kommen sie zu interessanten, durchaus eigenständigen Ergebnissen. Wesentlich ist, dass die Schulleitung, das LehrerInnenkollegium und die MitschülerInnen die Forschungsergebnisse ernst nehmen und die forschenden SchülerInnen dabei unterstützen, ihre Ideen umzusetzen. Nichts ist nämlich frustrierender, als mühsam entwickelte, gute Ideen versanden oder scheitern zu sehen.

Gelingensfaktoren und Stolpersteine



Um eine ruhigere und angenehmere Lern- und Arbeitsatmosphäre zu schaffen, braucht es Zeit, Geduld und das Bewusstsein, dass viele Maßnahmen ineinandergreifen müssen, von denen einige rascher und andere erst allmählich Wirkung zeigen. Dieser Abschnitt bietet eine Zusammenschau und Analyse der in den einzelnen Schulen gemachten Erfahrungen.

Klären Sie die Erwartungen aller Beteiligten!

Bevor ein Projekt beginnt, ist es wichtig, eine genaue Ist-Stand-Analyse durchzuführen.

Persönlich:

- Worin besteht der Anlass für Sie, sich am Projekt zu beteiligen?
- Welche persönlichen Erwartungen verbinden Sie mit der Beteiligung am Projekt?
- Welche Fragen und Themen sollten aus Ihrer Sicht im Projekt bearbeitet werden?

Merkmale der Schulkultur:

- Welche Formen der Kooperation gibt es in Ihrem Kollegium?
- Wie sind an der Schule die Aufgaben verteilt, die über die Tätigkeit als FachlehrerIn oder KlassenlehrerIn bzw. Klassenvorstand hinausgehen?

- Inwieweit wird an der Schule der gegenseitige Unterrichtsbesuch oder schulinternes Peer-to-Peer-Lernen als Möglichkeit zum fachlichen und pädagogischen Austausch genutzt?
- Inwieweit und in welcher Form sind die SchülerInnen bei der Gestaltung des Schullebens beteiligt?
- Wie ist das sonstige Personal (z. B. Schulwart oder Küchenpersonal) in die Schulaktivitäten eingebunden? Rasenmäher oder Geräusche beim Kochen und Essen werden oft als störend empfunden.
- Inwieweit sind die Eltern in das Schulleben eingebunden?

Merkmale der Unterrichtskultur:

- Welche Unterrichtsformen werden an der Schule favorisiert und praktiziert?
- In welchen Sozialformen wird im Unterricht gearbeitet?
- Welche Möglichkeiten der Binnendifferenzierung werden im Unterricht genutzt?

Entwicklungsperspektiven der Schule:

- Welche Ziele hat sich das Kollegium der Schule hinsichtlich der Schul- und Unterrichtskultur selbst gesetzt?
- Passt das Projekt zu den SQA-Zielen der Schule?

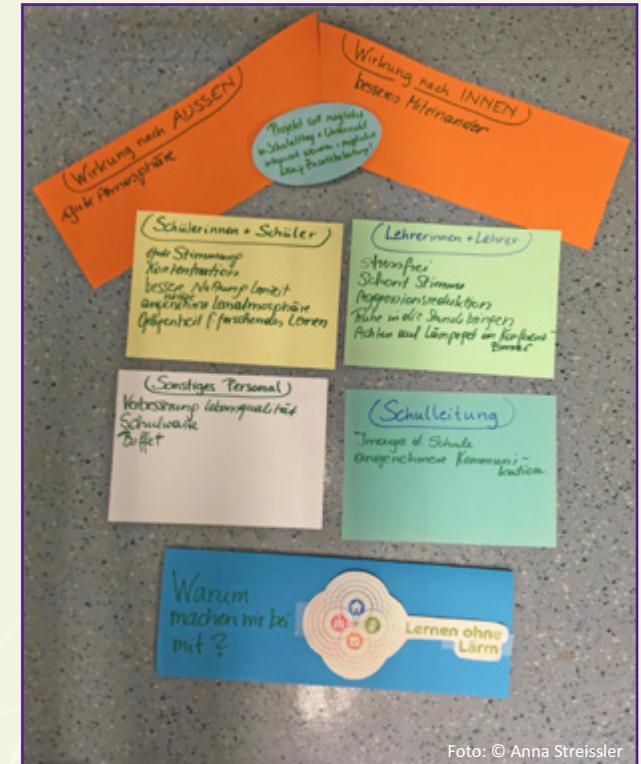


Foto: © Anna Streissler

In Workshops mit einigen Schulen erarbeitete das Projektteam, welche Wirkungen „Lernen ohne Lärm“ für SchülerInnen, LehrerInnen, Schulleitung und sonstiges Personal haben kann und wie das Projekt nach außen wirkt.

Fragen Sie alle Beteiligten, was Sie sich am Ende des Projektes erwarten, damit es für alle ein Erfolg wird. Wohin soll die Reise gehen? Was ist erklärtes Nichtziel des Projektes? Alles ist grundsätzlich in der gedanklichen Planung möglich. Die Grenzen des Projektes ergeben sich typischer Weise aus den Ressourcen Zeit, Geld und der Anzahl der Personen.

Bei einem Prozess, der über mehr als ein Schuljahr geht, ist es ratsam, sich auch zwischendurch für die Klärung der Erwartungen Zeit zu nehmen. Vielleicht wurden Erwartungen enttäuscht oder neue Erwartungen geweckt?

Ideal ist, wenn alle beteiligten Personen in dem Projekt einen Nutzen sowohl für sich persönlich als auch für die gesamte Schule sehen. Die einzelnen Sichtweisen können teilweise unterschiedlich sein, der Grundgedanke, dass das Projekt ein ruhigeres und damit angenehmeres Lernen und Zusammenleben ermöglicht, sollte aber von allen geteilt werden.

Nehmen Sie sich genügend Zeit für die Planungs- und Entwicklungsphase!

Je besser geplant wird, desto mehr Erfolgserlebnisse stellen sich ein. Wählen Sie Ihre Ziele **SMART!**

- S – Spezifisch.** Ein Ziel sollte so genau und konkret wie möglich sein.
- M – Messbar.** Wichtig ist hier die Messung des Schalldruckpegels in verschiedenen Unterrichtssituationen oder den Pausen über einen längeren Zeitraum (mindestens eine Woche) sowie das Festlegen einer Zeitspanne oder eines sonstigen messbaren Kriteriums, im Rahmen derer Veränderungen erwartet werden.
- A – Akzeptiert,** und zwar von so vielen Personen wie möglich! Berücksichtigen Sie z. B. das administrative Personal, den Schulfahrer, die Schulärztin oder die Eltern.
- R – Realistisch.** Was können alle gemeinsam tatsächlich erreichen ohne, dass es für Einzelne zur Überforderung kommt?
- T – Terminisierbar.** Auch die Terminwahl muss realistisch bleiben, ansonsten bricht Stress aus.

Schaffen Sie besondere Zeiten und Räume für die Projektarbeit!

Um rasch zu ersten Ergebnissen zu kommen, empfehlen wir das Blocken des Unterrichts, idealerweise in Form von Projekttagen oder Projektwochen. Auch regelmäßige Experimente der Woche oder des Monats haben sich in einigen Schulen bewährt. Wenn einige Minuten von Unterrichtsstunden für Stilleübungen oder körperliche Aktivierung verwendet werden, sinkt der Lärm und die Produktivität steigt. Um aus eingefahrenen Denk- und Verhaltensmustern herauszukommen und bisher nicht erwoogene Maßnahmen zu finden, eignen sich auch Ortswechsel. Welche Ideen kommen bei einem (blinden, geführten) Gang durch die Schule, im Keller, Dachgeschoß oder auf den Außenflächen der Schule?

Legen Sie Zuständigkeiten gemeinsam fest!

Legen Sie verbindlich mit Meilensteinen fest, wer wofür bis wann zuständig ist. Planen Sie auch Zeitpuffer ein, denn irgendetwas geht immer schief. Berücksichtigen Sie, dass Sie in einem Team mit mindestens vier Personen sehr viel mehr schaffen, als alleine. Das gemeinsame Erarbeiten der Zuständigkeiten erhöht die Identifikation der Teammitglieder mit dem Projekt und führt zu höheren Verbindlichkeiten.

Achten Sie auf gute Kommunikation nach außen und nach innen!

Sprechen Sie regelmäßig mit allen am Projekt beteiligten Personen, den SchülerInnen, den Lehrkräften, dem inneren Projektkreis, der Leitung. „Tue Gutes und sprich darüber“ ist besonders in der Außenkommunikation gefragt. Eltern, BürgermeisterInnen, Zuständige in den Bildungsdirektionen und MedienpartnerInnen sollten über wesentliche Projektschritte und Erfolge informiert werden. Kommunizieren Sie wichtige Meilensteine auf Ihrer Schul-Website.

Suchen Sie Kooperationen!

Schaffen Sie Partnerschaften für die Lärmprävention. Beziehen Sie KünstlerInnen, MusikerInnen, ÄrztInnen oder Akustikmaterialfirmen in ihre Planung mit ein. Organisieren Sie einen Theaterworkshop, in dem die SchülerInnen mit TheaterpädagogInnen gemeinsam ein Stück zu Lärm erarbeiten. Überwinden Sie die Hemmschwelle, andere Menschen auf Ihr Anliegen aufmerksam zu machen, indem Sie Kooperationen als für beide Seiten sinnvoll und nützlich gestalten.

Überzeugen Sie andere persönlich von dem Projekt!

Wenn Sie selbst vom Projekt überzeugt sind und das sowohl nach außen als auch nach innen gut bewerben, dann werden Sie viele Menschen erreichen, die das Projekt auf die eine oder andere Weise unterstützen wollen.

Verwandeln Sie Stolpersteine durch Reflektieren in Gelingensfaktoren!

„Aus Fehlern wird man klug“, sagt ein altes Sprichwort. Wenn einmal etwas nicht läuft wie geplant, schauen Sie sich in Ruhe an, warum etwas nicht funktioniert hat, am besten mit KollegInnen aus dem Kernteam. Machen Sie sich Gedanken darüber, ob Sie an der Situation etwas ändern können, oder ob Sie damit zu Recht kommen müssen. Lassen Sie auch Frustrationstoleranz zu. Wenn die Gründe für das Scheitern klar auf der Hand liegen, können die gewonnenen Erkenntnisse für andere noch nicht erledigte Arbeitspakete genutzt werden.

Für ganz Neugierige:

- Schulqualitätsentwicklungsmaßnahmen: SQA Entwicklung www.sqa.at
- Petrovic, A. & Svecnik, E. (Hrsg.) (2019). www.bifie.at/wp-content/uploads/2019/09/Evaluation_Initiative_SQA_Fallstudien.pdf Evaluation der Initiative SQA – Schulqualität Allgemeinbildung. Entwicklungs- und Umsetzungsprozesse an den Schulen. Befunde aus 19 längsschnittlich angelegten Fallstudien. Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens. Graz.
- Skliris, B.; Petrovic, A.; Klimann, T. & Svecnik, E. (2018). www.sqa.at/plugin-file.php/1681/mod_label/intro/Evaluation%20Initiative%20SQA%202018%20Endbericht.pdf Evaluation der Initiative SQA – Schulqualität Allgemeinbildung. Ergebnisse der quantitativen Erhebungen. Endbericht. Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens. Graz.

Schall:

Schall bezeichnet man allgemein als mechanische Schwingungen. Diese Schwingungen pflanzen sich in Form von Schallwellen fort. In Luft sind Schallwellen Druck- und Dichteschwankungen ausgesetzt.

Akustik:

- Schalldruck p in $\text{N/m}^2 = \text{Pa}$ (Pascal)
- Schallschnelle v in m/s

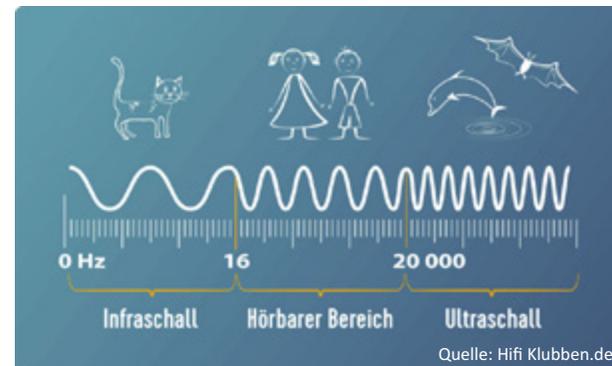
Der Schalldruck ist eine anschauliche Größe, mit Mikrofonen relativ leicht messbar und auch vom Menschen physiologisch erfassbar. Der Schallwechseldruck p ist einfach zu messen. Bei einem Schalldruckpegel von 0 dB, also bei der Hörschwelle, hat der Schalldruck als Effektivwert einen Wert von $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ (Pascal). Dagegen ist die Schallfeldgröße Schallschnelle v ein Vektor, wobei bei Einwirkung von Schall die Geschwindigkeit der Hin- und Herbewegung der Luftteilchen gemeint ist. Bei einem Schalldruckpegel von 130 dB, der Schmerzschwelle, beträgt die Schallschnelle in Luft gerade einmal 0,153 m/s. Bei der Hörschwelle des Menschen hat der Effektivwert der Schallschnelle einen Wert von $5 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ entsprechend einem Schallschnellepegel von 0 dB. Hierbei werden die Luftpartikel nur ganz gering ausgelenkt.

Frequenz:

Entsprechend dem Frequenzbereich unterscheidet man:

- **Infraschall** $< 16 \text{ Hz}$ ist für Menschen nicht hörbar, da die Frequenz zu niedrig ist
- **Hörschall** von 16 Hz bis 20 kHz, ist für Menschen hörbarer Schall
- **Ultraschall** von 20 kHz bis 1,6 GHz ist für Menschen nicht hörbar, da zu hochfrequent
- **Hyperschall** $> 1 \text{ GHz}$ wird durch Schallwellen gebildet, die nur noch bedingt ausbreitungsfähig sind

Die Hörschwelle, Empfindung einer bestimmten Lautstärke und die Grenze zur Schmerzempfindung des Menschen verlaufen im Bereich von 16 – 20.000 Hz entlang einer Schar von Hörkurven, die im Bereich niedrigster und höchster Frequenzen konvergieren. Das Hörvermögen



Hörschall

insbesondere im Bereich hoher Töne nimmt mit zunehmendem Lebensalter aber auch durch Strapaz des Gehörs durch laute Musik, Lärm oder Knall teilweise irreversibel ab.

Hunde und Fledermäuse können auch Töne über 20 kHz hören. Infraschall kann vom Menschen unter Umständen mit der Bauchdecke, Fingerspitzen oder beim Stehen mit den Füßen haptisch gefühlt oder an Festkörpern mit dem Auge als Vibration gesehen werden. Wird ein Piezo-Ultraschallgeber zum Vernebeln von Wasser mit dem Finger berührt wird darin eine Hitzeempfindung erzeugt.

Schalltechnische Begriffe:

A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel LA,eq : Einzahlangabe zur Beschreibung von Schallereignissen mit beliebigem zeitlichem Verlauf des Schallpegels. Der energieäquivalente Dauerschallpegel wird als jener konstante Schalldruckpegel errechnet, der bei dauernder Einwirkung einem beliebigen Geräusch energieäquivalent ist.

A-bewerteter Schalldruckpegel LA : mit der Frequenzbewertung A gemessener Schalldruckpegel. Die A-Bewertung stellt eine gewisse Annäherung an die Lautheitsempfindung des Menschen dar. Der A-bewertete Schalldruckpegel wird in der Regel für die Beschreibung der Schallimmissionen verwendet.

A-bewerteter Schallleistungspegel $L_{W,A,eq}$: der über eine bestimmte Bezugszeit energetisch gemittelte und A-bewertete Schallleistungspegel.

Beurteilungspegel L_r : auf die Bezugszeit bezogener A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel des zu beurteilenden Geräusches, der, wenn nötig, mit Anpassungswerten versehen ist. Er ist die wesentliche Grundlage für die Beurteilung einer Schallimmission.

Bezugszeit: Zeitraum, auf den der Beurteilungspegel bezogen wird:
tags 16 Stunden bzw. die lauteste Stunde, nachts die lauteste Stunde.

Energieäquivalenter Dauerschallpegel L_{eq} : Einzahlangabe, Wert, der zur Beschreibung von Schallereignissen mit schwankendem Schalldruckpegel dient.

Der energieäquivalente Dauerschallpegel wird als jener Schalldruckpegel errechnet, der bei dauernder Einwirkung dem Geräusch mit schwankendem Schalldruckpegel energieäquivalent ist.

Kennzeichnende Pegelspitze: Charakteristisches Schallereignis begrenzter Dauer, welches sich deutlich wahrnehmbar vom übrigen Geräusch abhebt und eindeutig zugeordnet werden kann. Zur Angabe einer kennzeichnenden Pegelspitze dient der mit der Zeitbewertung F (Fast)

und A-Bewertung gemessene oder errechnete höchste Wert.

Messzeit: Zeitraum, innerhalb dessen Schalldruckpegel ermittelt werden.

Mittlerer Spitzenpegel $L_{A,1}$: ist der in 1 % der Messzeit überschrittene A-bewertete Schalldruckpegel.

Schalldruckpegel L_p : Ist der zehnfache dekadische Logarithmus des Verhältnisses der Quadrate des Effektivwertes des Schalldrucks p und des Bezugsschalldrucks p_0 ($20 \mu Pa$).

Sofern keine Verwechslung mit dem Schallleistungspegel zu erwarten ist, wird vielfach statt Schalldruckpegel die vereinfachte Bezeichnung Schallpegel verwendet.

Schalleistung W : ist die von einer Schallquelle abgegebene akustische Leistung (in Watt).

Schalleistungspegel L_W : Ist der zehnfache dekadische Logarithmus des Verhältnisses der Schalleistung W und der Bezugsschalleistung W_0 ($1 pW$).

Tag-/Nachtzeit: Zeitraum, der repräsentativ für die Tages- oder Nachtstunden ist. Im Sinne dieser Richtlinie gilt als Tagzeit die Zeit von 6:00 bis 22:00 Uhr und als Nachtzeit die Zeit von 22:00 bis 6:00 Uhr. Der Abendzeitraum, wie

er z. B. in den Vorschriften nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie definiert ist, hat im Anwendungsbereich dieser Richtlinie keine entscheidende Bedeutung.

Schalldämmung: Bezeichnet die Behinderung der Ausbreitung von Luft- oder Körperschall, indem der sich ausbreitende Schall an einzelnen Stellen reflektiert wird. Die Schalldämmung bildet die Grundlage der Bauakustik und wird gekennzeichnet durch das Schalldämmmaß R in dB, das angibt, wie wenig Schall in den Nachbarraum gelangt.

Schalldämpfung: Hier wird eine Behinderung der Schallausbreitung durch Absorption von Luftschall verstanden. Bei dieser Schallabsorption wird die Schallenergie in nicht hörbare Wellen von Schwingungsenergie umgewandelt und dementsprechend die Reflexion an einer Grenzfläche vermindert.

Die Schalldämpfung bzw. Schallabsorption ist ein Merkmal der Raumakustik: Um die akustischen Eigenschaften eines Raumes (z. B. die Nachhallzeit) gezielt zu verbessern, sind schalldämpfende Bauteile zu verwenden. Schalldämpfungsmittel sind Baustoffe, in denen die Schallausbreitung einer starken, durch Schalldissipation bewirkten Dämpfung unterliegt.

Quelle: AUVA Abteilung Messtechnik, Wikipedia

Man kann Lärm in folgende Kategorien einteilen:

Arbeitslärm: Jeglicher Lärm der während der Arbeitszeit anfällt. Nach der Verordnung Lärm und Vibrationen-VOLV beträgt der sogenannte Auslösewert (gehörgefährdender Lärm) $L_{A,EX,8h} = 80$ dB, der Spitzenpegel $L_{C,peak} = 135$ dB, hier wird für den Arbeitnehmer, die Arbeitnehmerin bereits Gehörschutz empfohlen. Der Grenzwert für bestimmte Räume in denen zum Beispiel geistige Arbeit ausgeführt wird liegt bei $L_{A,r} = 50$ dB, $L_{A,r} = 65$ dB in Büros. (BGBI. II Nr. 22/2006, BGBI. II Nr. 302/2009)

Leider gibt es für Bildungseinrichtungen und den Schutz für Kinder und Jugendliche keine eigene gesetzliche Verordnung.

Laut VOLV sind bauliche Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Exposition, sowie die Gestaltung und Auslegung der Räume festzulegen. Bei Lärm sind nach Möglichkeit raumakustische Maßnahmen mit einem mittleren Schallabsorptionsgrad $\alpha_{m,B} = 0,25$ (leerer Raum, Planungswert) oder mindestens $\alpha_m = 0,3$ (engerichteter Raum) für die Oktavbandmittenfrequenzen von 500, 1000, und 2000 Herz zu setzen.

Verkehrslärm: Lärm der durch Verkehr aller Art anfällt (Straßenverkehrslärm, Flugzeuge, Züge, etc.), aber auch auf Parkplätzen.

Industrie- und Gewerbelärm: Lärm der durch Industriebetriebe, Handwerksbetriebe oder Gaststätten entsteht, aber auch der Lärm der durch Discos oder andere Veranstaltungen entsteht, die gewerblich betrieben werden, zählt dazu.

Baulärm: Lärm der durch gewerbliche Baustellen entsteht, auch wenn diese in privaten Anlagen (von einer Firma) durchgeführt werden.

Nachbarschaftslärm: Alle Geräusche die von privaten Personen in der Nachbarwohnung oder im Garten verursacht werden (Partys, Musik hören, Fernsehen, Staubsaugen, etc.).

Freizeitlärm: Lärm, der an Freizeitanlagen entsteht (Spielplätzen, Hallenbäder, Sportplätzen, etc.).

Beurteilungspegel in dB in unterschiedlichen Situationen:

Wie bereits beim Arbeitslärm aus der VOLV beschrieben wurde, beträgt die verbindlich vorgeschriebene Pegelbegrenzung am Arbeitsplatz ($L_A = 85$ dB). Dieser wird unter der Voraussetzung von „Gehör-Erholungsphasen“ festgelegt und basieren auf Arbeitsplatzbedingungen (Arbeitstag 8 Stunden, Wochenarbeitszeit 40 Stunden, Langzeitexposition).

Das Risiko einer beginnenden Lärmschwerhörigkeit beträgt bei Beurteilungspegeln von 90 dB

etwa 5%. Dabei wird ein Beurteilungspegel (Dauerschallpegel) von 8 Stunden täglich über 10 Jahre zu Grunde gelegt. Bei einer Reduktion der Belastung unter den oben angeführten Bedingungen auf einen Beurteilungspegel von 85 dB reduziert sich das Risiko auf 2%. Eine Festlegung, bei welcher Gruppe des Kollektivs sich nach diesem Zeitraum eine Schwerhörigkeit einstellt, ist nicht möglich.

Bei Veranstaltungen erscheint eine Überschreitung im Publikumsbereich gegenüber Arbeitsplätzen dennoch tolerabel, da bei den üblicherweise kürzer dauernden Veranstaltungen Gelegenheit für Hörerholungsphasen besteht. Es ist jedoch eindeutig festzustellen, dass das Risiko für Hörstörungen durch den Besuch derartiger Ereignisse zunimmt. Im Normalfall werden für höchstens 10 Veranstaltungstage folgende Beurteilungspegel vor den Fenstern (im Freien ohne Berücksichtigung der Reflexion an der betroffenen Fassade) als maximal zulässig angesehen:

tags (6:00 bis 22:00 Uhr) 70 dB(A)
nachts (22:00 bis 6:00 Uhr) 55 dB(A)

Kennzeichnende Pegelspitzen dürfen tags 90 dB(A) und nachts 65 dB(A) nicht überschreiten.

Immissionsgrenzwerte in Anlehnung an ÖNORM S 5021 unter Berücksichtigung des Informationsgehaltes und der Dauer der Veranstaltung.

Werte der Beurteilungspegel Bauland Immissionsgrenzwerte in Lr dB(A):

Kategorie Gebiet und Standplatz	tags	nachts
Ruhegebiet, Kurgebiet	45 dB(A)	35 dB(A)
Wohngebiet in Vororten, Wochenendhausgebiet, ländliches Wohngebiet, Schulen	50 dB(A)	40 dB(A)
städtisches Wohngebiet, Gebiet für Bauten, land- und forstwirtschaftlicher Betriebe mit Wohnungen	55 dB(A)	45 dB(A)
Büros, Geschäfte, Handel, Verwaltungsgebäude ohne wesentliche störende Schallemission, Wohnungen, Krankenhäuser	60 dB(A)	50 dB(A)
Gebiet für Betriebe ohne Schallemission	60 dB(A)	50 dB(A)
Gebiet für Betriebe mit gewerblichen und industriellen Gütererzeugungs- und Dienstleistungsstätten	65 dB(A)	55 dB(A)

Beurteilung der Schallübertragung in Gebäuden in der ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1 und in der ÖNORM B 8115-2.



Quelle: Umweltbundesamt REP-0310, Wien, 2011

Für den Publikumsbereich gilt ein Grenzwert von 93 dB(A)!

Ausnahmen:

Würde die Einhaltung dieses Wertes zu einer unverhältnismäßigen Einschränkung der Darbietung oder zur gänzlichen Veränderung ihres Charakters führen (dies ist nur bei Tanzveranstaltungen und in Diskotheken auf der Tanzfläche, sowie bei Pop- und Rockkonzerten anzunehmen), so sind an die BesucherInnen

- **gratis Gehörschutzmittel** mit einer Schalldämmung (SNR) von **mindestens 15 dB** abzugeben, welche nach ÖNORM EN 24869-1 geprüft sind,
- ist das Publikum auf die mögliche Gesundheitsgefährdung des Gehörs aufmerksam zu machen,
- dürfen die Immissionen in keinem Fall einen LA_{eq} von 100 dB übersteigen.

Der Nahbereich von Lautsprechern, in dem der **Grenzwert von 100 dB(A)** überschritten wird, ist gegen Zutritt durch BesucherInnen zuverlässig abzuschränken. Bei Tanzveranstaltungen

und Diskotheken gilt zusätzlich zu den oben angeführten Bedingungen ein Grenzwert von **95 dB(A)**, gemessen am Rande der Tanzfläche, wobei in sonstigen Aufenthaltsbereichen der Grenzwert von **93 dB(A)** eingehalten sein muss.

Medizinische Lärmbegriffe

Durch Lärm bedingte Beeinträchtigungen stellen die häufigste Berufskrankheit dar!

Im Jahr 2018 wurden 640 Fälle von Lärmschwerhörigkeit in Österreich anerkannt.

Quelle: AUVA 2018

Akutes Lärmtrauma: Die Einwirkung exzessiv hoher Schallpegel über längere Zeiträume von Sekunden bis Minuten kann irreparable Hörschäden verursachen, die als akutes Lärmtrauma bezeichnet werden. Die Hörstörung ist abhängig von der Einwirkungsdauer und vom Pegel der Lärmbelastung. Eine spätere Progredienz ist möglich. Während der akuten Lärmwirkung können Schwindelbeschwerden auftreten.

Explosionstrauma: Explosionen bewirken durch die akute Schalleinwirkung Schäden am Trommelfell und an der Gehörknöchelchenkette. Eine zusätzliche Schädigung des Cortischen Organes ist möglich.

Hörschwelle: Die Hörschwelle ist der Grenzwert des Schalldruckes, bei dem ein Ton bestimm-

ter Frequenz gerade eben hörbar wird. Dieser Schwellenschalldruck ist nach internationaler Vereinbarung auf $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$, entsprechend einer spezifischen Schalleistung $W_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ festgesetzt worden. Die tatsächliche Hörschwelle liegt bei 1.000 Hz etwas niedriger.

Hörsturz: Beim Hörsturz handelt es sich um eine plötzlich auftretende Hörminderung von unterschiedlichem Schweregrad bis zur Ertaubung. Die Ursache des Hörsturzes ist bislang nicht eindeutig geklärt, das Auftreten eines Hörsturzes ist auch ohne Lärmeinwirkung beobachtbar.

Knalltrauma: Durch sehr kurze Schalleinwirkungen mit sehr hohem Schalldruck kommt es zu einer mechanischen Schädigung des Cortischen Organes. Häufig ist nur ein Ohr betroffen.

PTS: permanent threshold shift, dauernde Hörschwellenverschiebung.

Tinnitus: Ohrgeräusche verschiedenster Qualität (z. B. metallisches Singen, Brummen, Klängen etc.) und Intensität. Diese Ohrgeräusche können konstant, intermittierend, anfallsweise

oder progredient (fortschreitend) auftreten, sodass ihnen verschiedener Störcharakter zukommt. Tinnitus kann sowohl in Verbindung mit Hörstörungen durch laute Musik (oder andere laute Geräusche) auftreten, als auch in Verbindung mit anderen Gesundheitsstörungen (z. B. Arteriosklerose, Durchblutungsstörungen, Nervenentzündungen etc.) stehen und auch als Wahrnehmungsstörung (gleichsam als akustische Sinnestäuschung) auftreten. Entsprechend schwierig gestaltet sich die Therapie.

TTS: temporary threshold shift ist eine vorübergehende Verschiebung der Hörschwelle.

Quelle: Umweltbundesamt REP-0310, Wien, 2011

Literatur zu „Sensibilisierung für Lärm“

- AUVA (2016), Mux Mäuschen still. Lärmprävention im Kindergarten.
- Blanes N. et al. (2016), Noise in Europe 2017: updated assessment, ETC/ACM Technical Paper, www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etcacm_tp_2016_13_noiseineurope2017 (2.10.2019)
- Brachtl, S. (2013), Lärm im Kindergarten. Diplomarbeit, Universität Wien, Wien.
- Bradley, J.S., Reich, R.D. & Norcross, S.G. (1999), On the combined effects of signal-to-noise ratio and room acoustics on speech intelligibility. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 1820-1829.
- Chibici, B. (2010), Die Lärmspirale. Vom Umgang mit einer immer lauterer Welt. Verlags-haus der Ärzte, Wien.
- Deister W. (2009), 99 Tipps - Praxis-Ratgeber Schule für die Sekundarstufe I: Störungsfreier Unterricht, Cornelsen Scriptor.
- Europäische Kommission (2017), 10 ways to combat noise pollution, https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/multimedia/infographics/10_ways_to_combat_noise_pollution_standalone_infographic.pdf (4.10.2019)
- Greier K. et al. (2014), Lärm im Sportunterricht: empirische Ermittlung objektiver Belastungsgrößen mittels Schalldruckpegelmessung, in: *sportunterricht* 63, Heft 9, S. 258-263.
- Guksi R. (2010), Spezifische Umwelten und Umweltbezogenes Handeln ;Umweltpsychologie, Hogrefe Verlags GmbH und Co KG, Göttingen.
- Hotter E., Zollneritsch J. (2008), Lärm in der Schule. Leykam, Graz.
- Hutter Hans-Peter et al. (2011), Lärm und Gesundheit, Amt der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt, als PDF unter www.lernenohne-laerm.at/das-projekt/weitere-infos-zu-laerm (4.10.2019)
- Lazarus et.al., (2007), Akustische Grundlagen sprachlicher Kommunikation. Berlin & Heidelberg: Springer.
- Lechner C., Schnaiter D. (2018), Gesamtlärm-betrachtung Innsbruck. Pilotprojekt. Gesamtbericht, www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/sicherheit/emissionen-sicherheitstechnik-anlagen/downloads/Gesamtlarmbetrachtung_Innsbruck_2017.pdf, 02.10.2019).
- Nawka T., Wirth G., (2008), Stimmstörungen. Für Ärzte, Logopäden, Sprachheilpädagogen und Sprechwissenschaftler; 5. Auflage, Köln: Dt. Ärzte-Verlag
- ÖNORM EN ISO 9921 (2003): Ergonomie-Bewertung der Sprachkommunikation. Oktober 2003.
- Praplan S. (2005), Lärmbelastung und Schutz der Mutterschaft, Eidgenössische Arbeitsinspektion, www.sohf.ch/Themes/Grossesse/Bruit_maternite_Dossier_de_2010.pdf (03.10.2019)
- Riedl T., Riedl B. (2010), OhrenPower. Die Kraft des Hörens. Renate Götz Verlag, Dörfles.
- Tiesler G. & Obersdörster M. (2010), Lärm in Bildungsstätten. 2. Auflage. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.
- WHO (2009), Night Noise Guidelines in Europe, www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf?ua=1 (3.10.2019)
- WHO (2011), Burden of Disease from Environmental Noise, Quantification of healthy life years lost in Europe, <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326424/9789289002295-eng.pdf> (2.10.2019)

