

Lärmpegel in ausgewählten Alltagssituationen



Wettbewerb "Jugend Forscht" 2008

Kim von Scheidt (15 Jahre)

**Arbeitsgemeinschaft "Jugend Forscht"
des Christian-Gymnasiums Hermannsburg
Leitung: StD Thomas Biedermann**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Vorüberlegungen	3
2.1	Wie kann ich eigentlich hören?	3
2.2	Welche Risiken gibt es bei zu hoher Lautstärkeeinwirkung?	3
2.3	Fragestellung	4
2.4	Wie wird Lärm gemessen?	4
2.5	Was bedeutet die Maßeinheit dB (A)?	4
2.6	Ab wann ist Lärm eigentlich zu laut?	4
2.7	Was sagt der Gesetzgeber?	5
3	Messungen	6
3.1	Das Messgerät	6
3.2	Meine Messungen	6
4	Beobachtungen	6
4.1	Messergebnisse	6
4.2	Schallpegel in der Schule	7
4.3	Lärmbelästigung im Bus	7
4.4	Lärm in der Freizeit	8
4.4.1	Unterschiede beim Musikhören	8
4.4.2	Ganztagsaufnahme	8
4.4.3	Lautstärke beim Fernsehen	9
5	Auswertung	9
5.1	Lärmpegel an Schulen	9
5.2	Lärmpegel im Allgemeinen	10
6	Folgerungen	10
7	Danksagung	10
8	Quelle	10

1 Einleitung

Da dies mein drittes Projekt bei Jugend forscht ist, konnte ich mich ziemlich schnell für ein neues Thema entscheiden. Hören! Wieso hören wir z.B. am Abend nicht so gut wie am morgen? Und warum tun einem in der Schule die Ohren so schnell weh? Grund dafür ist meistens der Lärm, dem wir den ganzen Tag über ausgesetzt sind. Dieses Alltagsproblem wollte ich mit Hilfe eines Schallpegelmessgerätes genauer ergründen. Durch verschiedene Analysen des Lärmpegels und Vergleiche mit den Lärmbestimmungen konnte ich zu einigen Ergebnissen kommen, die manche Alltagsfragen klären.

2 Vorüberlegungen

2.1 Wie kann ich eigentlich hören?

Schallwellen werden von der Ohrmuschel aufgefangen. Sie wandern durch den Gehörgang (1) und treffen auf das Trommelfell (2). Dort werden die Schwingungen auf die beweglichen Gehörknöchelchen übertragen. Die Gehörknöchelchen – Hammer, Amboss, Steigbügel (3, 4, 5) - verstärken die Signale um das 20-fache und bringen das ovale Fenster (6) zum Schwingen. Das ovale Fenster

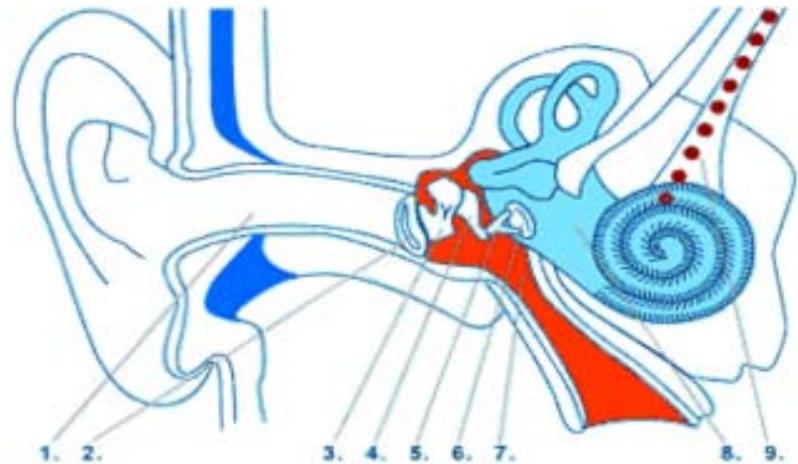


Abb. 1: Schematische Ansicht des Ohres von der Ohrmuschel bis zur Ohrschnecke.

seinerseits überträgt nun die Schwingungen auf eine wässrige Lösung (Ohrlymphe), die die knöcherne Hörschnecke (8) ausfüllt. In der Hörschnecke entstehen Wellen, die die hochempfindlichen Sinneshärchen auf dem Cortischen Organ reizen. Hier werden die Schwingungen in Nervenimpulse umgewandelt. Die Impulse werden über den Hörnerv (9) an das Gehirn weitergeleitet, wo die Signale entschlüsselt werden – der Ton wird wahrgenommen. Die Ohrtrompete (7) dient dem Druckausgleich im Ohr, da sie mit den Freiräumen im Mund und Rachenraum verbunden ist.

2.2 Welche Risiken gibt es bei zu hoher Lautstärkeeinwirkung?

Es gibt 2 grundlegende Formen der Hörschädigung. Zum einen verursacht durch zu lange Einwirkung von hohen Schallpegeln, zum anderen durch plötzlich auftretende extrem hohe Schallpegel. Zu lange Einwirkzeit führt dazu, dass sich die Membranen in der Hörschnecke ausbeulen und somit der Druck abgeschwächt übertragen wird. Die Folge davon ist Schwerhörigkeit. D.h. muss man die Musik lauter stellen, um das gleiche hören zu können, das ein

Mensch mit gesundem Gehör wahrnimmt. Extrem hohe Schallpegel führen zu einer Beschädigung der Hörsinneszellen. Die Härchen werden dabei so stark zum Schwingen ange-regt, dass sie brechen. Vorstellen muss man das sich ungefähr so, als würde man einen Stab an einer Tischkante runter drücken und dann schwingen lassen, dabei aber den Stab so sehr beugen, dass er abbricht. Das fatale daran ist, dass diese Härchen sich nicht regenerieren können. Ist eine solche Hörsinneszelle einmal defekt, so verkümmert sie und stirbt ab.

2.3 Fragestellung

Wie ist der Lärmpegel in unserem Alltag? Was können wir dagegen tun und warum können wir abends nicht so gut hören wie morgens?

2.4 Wie wird Lärm gemessen?

Damit wir etwas hören, muss die Luft in Schwingungen versetzt werden. Diese pflanzen sich in Form von Druckänderungen in der Luft fort. Treffen sie auf unser Trommelfell, so wird dieses in Schwingungen versetzt. Je größer die Druckschwankungen sind, desto lauter erscheint uns das Schallereignis. Um Lärm zu messen, muss man diese Druckschwankungen mit einem geeigneten Sensor aufnehmen, dazu eignet sich z.B. ein Mikrofon. Ein Lärmpegelmessgerät misst folglich die von einem Mikrofon erzeugte Spannung.

2.5 Was bedeutet die Maßeinheit dB (A)?

Die Druckunterschiede zwischen einem leisen und einem lauten Geräusch unterscheiden sich um mehrere Zehnerpotenzen. Man hat deshalb ein logarithmisches Maß eingeführt, was auch dem Hörempfinden besser entspricht und mit dem das Verhältnis zweier Lautstärken angeben kann. Dieses Maß wird in Dezibel (dB) angegeben. Eine Zunahme um 20 dB Einheiten entspricht der Verzehnfachung der Lautstärke eines Geräusches. Da man damit nur Verhältnisse angeben kann, muss man eine Bezugsgröße angeben, man hat festgelegt, dass eine Druckschwankung von $2 \cdot 10^{-5}$ pa einem Wert von 0 dB entspricht. Damit würde z.B. ein Schallereignis von 100 dB den Hunderttausendfachen Schalldruck aufweisen, also 2 pa. Wenn es um das Lärmempfinden von Menschen geht, muss man berücksichtigen, dass wir verschieden hohe Töne unterschiedlich laut wahrnehmen. Wenn es um Lärmmessungen am Arbeitsplatz geht, werden deshalb Filter verwendet, die das Messergebnis an unsere Hörkurve anpassen. Um deutlich zu machen, dass eine Messung mit einem solchen Filter gemessen wurde, wird die Lautstärkeeinheit mit dem in Klammern gesetzten Buchstaben (A) gekennzeichnet um anzudeuten, dass es eine akustische Messung ist.

2.6 Ab wann ist Lärm eigentlich zu laut?

Da ich die Lärmpegel im Alltag aufnehmen möchte, muss ich natürlich auch wissen, ab wann man von Lärm spricht. Dafür gibt es ausgewählte Tabellen, die Angaben in Dezibel geben. Somit sind 30 dB (A) sehr leise und 120 dB (A) sehr laut. Die nachfolgende Tabelle zeigt dafür ein paar Beispiele:

Schallpegel (dB)	Schallquelle	Gefahr
0 dB (A)	Unvorstellbar leise	Vollkommen ungefährlich
10 dB (A)	Blätterrascheln	
20 dB (A)	Leerer Raum	
25 dB (A)	Atemgeräusch	
30 dB (A)	Flüstern	
35 dB (A)	tickende Uhr	
40 dB (A)	Hintergrundgeräusche bei einer Arbeit im Klassenraum	Ungefährlich, aber Konzentrationsstörung
45 dB (A)	Ruhige Wohnung	
50 dB (A)	Vogelgezwitscher	Meist ungefährlich aber Risikoerhöhung von Erkrankungen
55 dB (A)	TV in Zimmerlautstärke	
60 dB (A)	Normales Gespräch (10m)	
65 dB (A)	Risikoerhöhung Herz-/Kreislauferkrankung	
70 dB (A)	Staubsauger, Fön	
75 dB (A)	PKW	
80 dB (A)	Starker Verkehr, Baustellenarbeit	
85 dB (A)	Unangenehm, bei längerer Einwirkung Gehörschaden	
90 dB (A)	Handschleifgerät	
95 dB (A)	Holzfräsmaschine	
100 dB (A)	Diskotheek	
105 dB (A)	Rennwagen (30 m)	
110 dB (A)	Rockkonzert	
115 dB (A)	Bleche hämmern	
120 dB (A)	Unerträglich laut, Schmerzgrenze	Sehr gefährlich, schon bei KURZER Einwirkung Gehörschaden
130 dB (A)	Niethammer	
140 dB (A)	Flugzeugstart	
150 dB (A)	Schmiedehammer	
160 dB (A)	Geschützknall	

Abb. 2: Zusammenstellung ausgewählter Beispiele für Schallquellen und deren Schallpegel sowie deren Gefährdungspotenzial

2.7 Was sagt der Gesetzgeber?

Um die Daten einordnen zu können, sind die gesetzlichen Vorschriften hilfreich, da hier langjährige Erfahrungen eingegangen sind. In der Unfallverhütungsvorschrift „Lärm“ vom November 1989 in der Fassung vom Januar 1997 [1] heißt es:

Nach der VDI-Richtlinie 2058 Blatt 3 „Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten“ sollten als messbare Einflussgrößen folgende Beurteilungspegel nicht überschritten werden:

- 70 dB (A) bei einfachen oder überwiegend mechanisierten Bürotätigkeiten und vergleichbaren Tätigkeiten,
- 55 dB (A) bei überwiegend geistigen Tätigkeiten.

Weiterhin sollten die empfohlenen Lärminderungszielwerte nach DIN EN ISO 11 690-1 „Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten; Teil 1: Allgemeine Grundlagen“ berücksichtigt werden.

(...)

Folgende in DIN EN ISO 11 690-1 empfohlenen Zielwerte sollten bei der Geräuschimmission bzw. -exposition nicht überschritten werden:

- a) in industriellen Arbeitsstätten: < 80 dB (A),
- b) für routinemäßige Büroarbeit: < 55 dB (A),
- c) für Tätigkeiten, die besondere Konzentration verlangen: < 45 dB (A).

3 Messungen

3.1 Das Messgerät

Um die Lärmpegel über den Tag und in den verschiedensten Situationen aufnehmen zu können, brauchte ich ein Gerät, das Schallpegel aufnehmen, speichern und auf einen PC zur weiteren Auswertung übertragen kann. Ich entschied mich für das Schallpegelmessgerät SL-300 mit eingebautem Datenlogger, das außerdem über die verschiedenen durch die Normen vorgeschriebenen Filtercharakteristika verfügt und nach IEC 61672-1 Class2 zertifiziert ist. Mit ihm kann ich Schallereignisse über den Tag verteilt aufnehmen und das Gerät anschließend zur Auswertung an meinen Computer anschließen. Die Daten werden mithilfe eines VB-Programms in ein Standard-Textformat umgewandelt. Anschließend kann ich diese Daten in eine Excel-Datei einfügen und in Form von Diagrammen auswerten.

Die Schallwellen werden durch den Sensor am Kopf des Messgerätes aufgenommen und gespeichert. Die Messung kann in den Lautstärkebereichen von 30 – 130 dB gemessen werden. Das Gerät kann durch eine USB – Schnittstelle direkt mit dem PC verbunden werden, somit können die aufgenommenen Daten direkt übermittelt werden. Der integrierte Datenlogger kann bis zu 32 000 Messwerte im Messgerät speichern, was für meine Messungen sehr praktisch ist, sonst hätte ich keine 12 Stunden Aufnahmen mit hoher zeitlicher Auflösung machen können.

3.2 Meine Messungen

Meine Messungen nahm ich in verschiedenen Alltagssituationen auf, um den allgemeinen Lärmpegel des Tages ermitteln zu können. Ich nahm realitätsnahe Situationen wie zum Beispiel eine Fahrt im Schulbus, den Schulalltag oder einfach nur das „Musik hören“ in meinem Zimmer. Um auch verwertbare Ergebnisse zu bekommen, war es wichtig, das Messgerät nicht zu nahe an Personen zu platzieren, sondern zu versuchen einen allgemeinen Abstand von ca. mindestens einem Meter einzuhalten. Außerdem war es wichtig z.B. in den Klassenräumen nicht die Lautstärke der einzelnen Stimmen aufzunehmen, sondern den allgemeinen Raumpegel. Dadurch konnte das Messgerät aber auch nicht vorne beim Lehrer stehen, denn ein Lehrer redet ja meistens lauter als ein Schüler. Nachdem ich verschiedene Situationen aufgenommen hatte, konnte ich sie auch miteinander vergleichen. Denn bei einer Klassenarbeit sollte es ja eigentlich leiser sein, als wenn der Lehrer gerade mal nicht im Klassenraum ist.

4 Beobachtungen

4.1 Messergebnisse

Wegen der großen Datenmenge habe ich die aufgenommenen Daten auf meinem Laptop in Grafiken umgewandelt, um sie bildhafter und damit anschaulicher darstellen zu können. So lassen sich auch mehrere Situationen leichter miteinander vergleichen.

4.2 Schallpegel in der Schule

Wie man in dieser Grafik sehen kann, ist der Schulalltag nicht immer gleich. Am Anfang des Tages schrieben wir in Religion eine Klassenarbeit. Es war dementsprechend ruhig. Die Stunde danach war dann schon viel lauter: Musik. Bis zu 89 dB wurden erreicht. In der nächsten Stunde hatten wir Erdkunde. Am Anfang der Stunde ließ uns unser Lehrer aber noch für ein paar Minuten alleine. Dementsprechend laut war es auch. Bis zu 95 dB wurden erreicht. So viel Lärm macht eine Holzfräsmaschine(!). Auch die Stunde danach wurde es nicht viel besser. Wir hatten Englisch. Der Lärmpegel hielt sich meistens auf ca. 75 dB. Das ist so laut wie ein Pkw! Politik wurde dann wieder ein bisschen leiser, doch leise kann man das bei durchschnittlich 65 dB auch noch nicht nennen. Chemie war anfangs eine recht normale Stunde, bis die Werte auf bis zu 90 dB stiegen. Somit war der Lärmpegel an diesem Tag durchschnittlich bei 77 dB. Also hörte sich unser Tag von der Lautstärke her so an, als wenn wir den ganzen Tag neben einem laufenden Motor eines Pkws stehen würden.

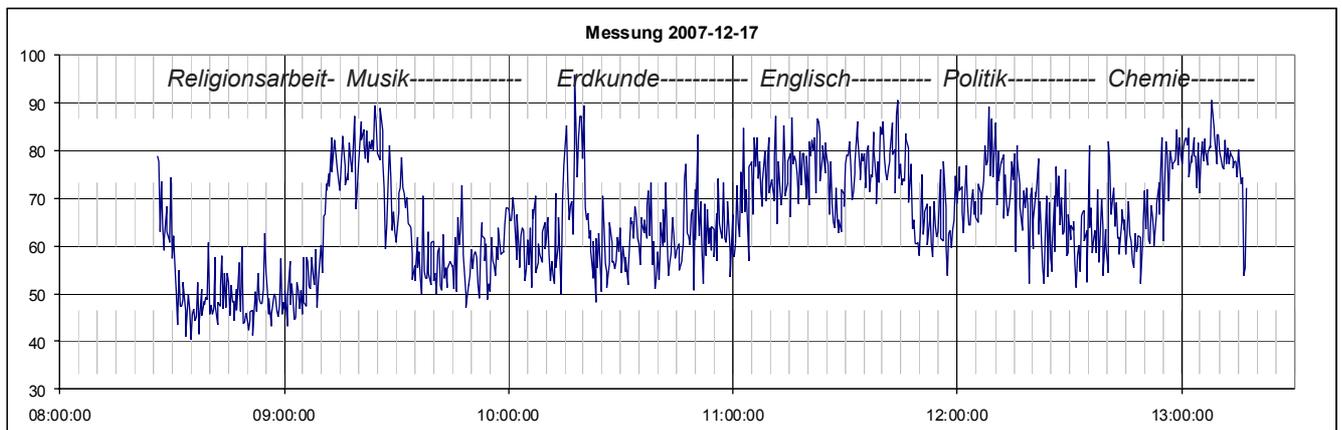


Abb. 3: Schallpegelverlauf an einem Schultag am 17.12.2007

4.3 Lärmbelästigung im Bus

In der Grafik nach Abb. 4 ist deutlich zu sehen, dass das Bus fahren nicht gerade leise ist. Durch das Unterhalten vieler Menschen und die lauten Motorengeräusche entstehen Lärmpegel von bis zu 87 dB (A). Außerdem kann man in der Grafik sehr gut erkennen, wann der Bus an welcher Haltestelle gehalten hat. Dies kann man an den acht niedrigsten Werten erkennen. Der erste niedrige Wert (A) ist der an meiner Haltestelle (Faßberg Pappelallee/Sportplatz). Nicht weit davon entfernt befindet sich die nächste Haltestelle (B). Auch in der Grafik sind diese beiden niedrigen Werte nicht sehr weit voneinander entfernt. Danach fuhr der Bus in

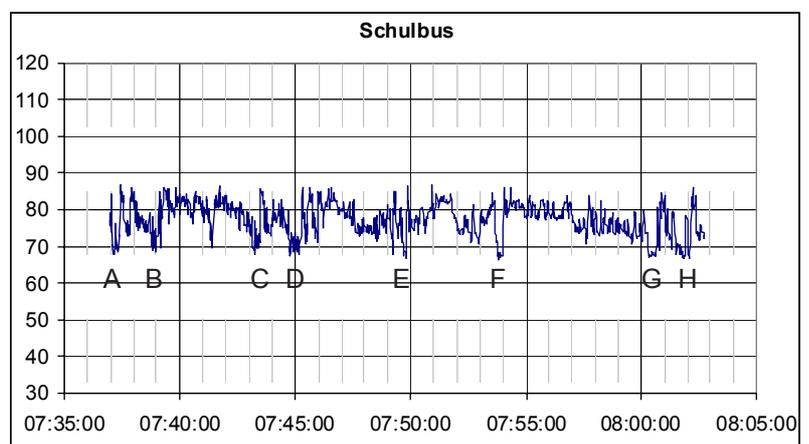


Abb. 4: Schallpegelverlauf während einer Fahrt mit dem Schulbus

das etwa 5 km entfernte Müden (C). Auch in der Grafik ist ein etwas größerer zeitlicher Abstand zwischen den Werten (B) und (C). So geht das weiter bis (H). Zu diesem Zeitpunkt bin ich an unserer Schule wieder ausgestiegen.

4.4 Lärm in der Freizeit

4.4.1 Unterschiede beim Musikhören

Zum Thema Musik hören habe ich verschiedene Aufnahmen gemacht. Zuerst nahm ich mir mein Laptop und suchte mir ein Lied heraus das ich dann so laut anmachte, wie ich es normalerweise in meinem Zimmer hören würde. Ich nahm für zwei Aufnahmen genau die gleichen Einstellungen und das gleiche Lied. Der Unterschied bestand darin, dass ich bei der einen Aufnahme die Zimmerlautstärke aufnahm, und in der zweiten Messung die Lautstärke die entsteht, wenn ich Kopfhörer an meinen Laptop anschließe. Dabei setzte ich den Sensorkopf direkt auf die Kopfhörer um das tägliche Hören mit Kopfhörern zu simulieren. Dabei entstand folgendes: Trotz des gleichen Liedes und der angeblich gleichen Lautstärke war die Musik in den Kopfhörern bis auf 96 dB (A) gekommen, im Zimmer höchstens auf 74 dB (A).

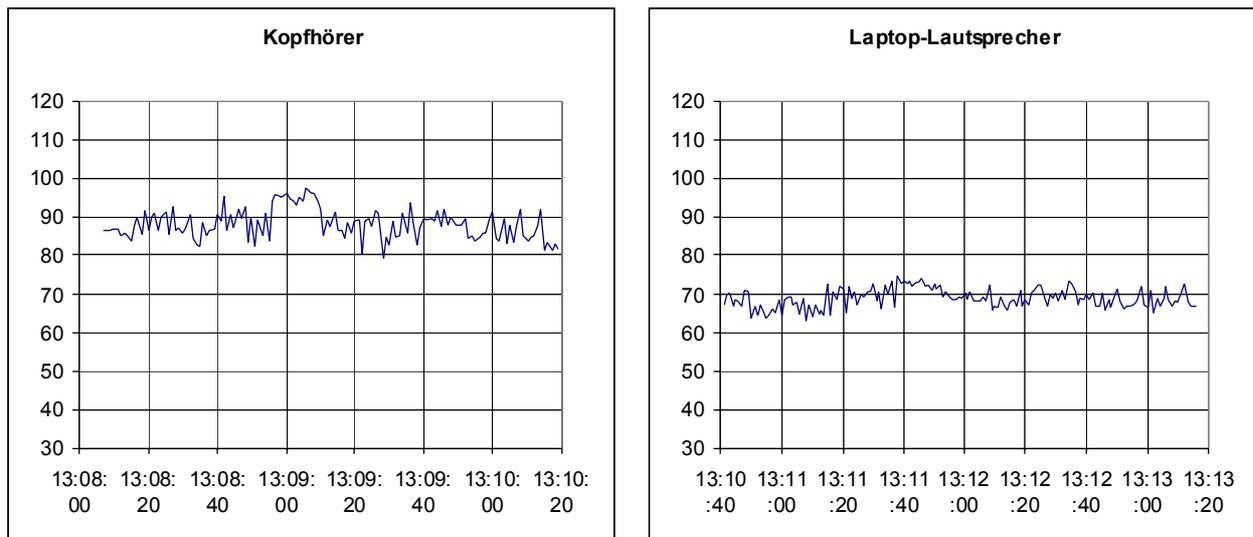


Abb. 5: Schallpegelverlauf an einem Kopfhörer (links) und über Lautsprecher (rechts)

4.4.2 Ganztagsaufnahme

An einem Tag machte ich eine Ganztagsaufnahme, wobei ich an diesem Tag keine Schule hatte. Die Schallpegel hielten sich meistens von ca. 40 dB (A) bis ca. 70 dB (A). Man kann in der Abb. 6 (siehe nächste Seite) deutlich erkennen, was an diesem Tag alles passiert ist. Ob es nun Frühstückten oder Mittagessen mit der Familie war oder einfach nur das Arbeiten am Computer. Wenn man selber überlegt wie laut es bei einem zu Hause in diesen verschiedenen dargestellten Situationen (siehe Bemerkungen) ist, sind die Werte auch recht annehmbar. Man kann dieser Skizze auch entnehmen, dass jeder Raum einen gewissen Hintergrundpegel enthält (17:10 Uhr – 17:30Uhr). Insgesamt hält sich der Tag sogar zum größten Teil an die Richtlinien des Gesetzgebers (siehe 2.7).

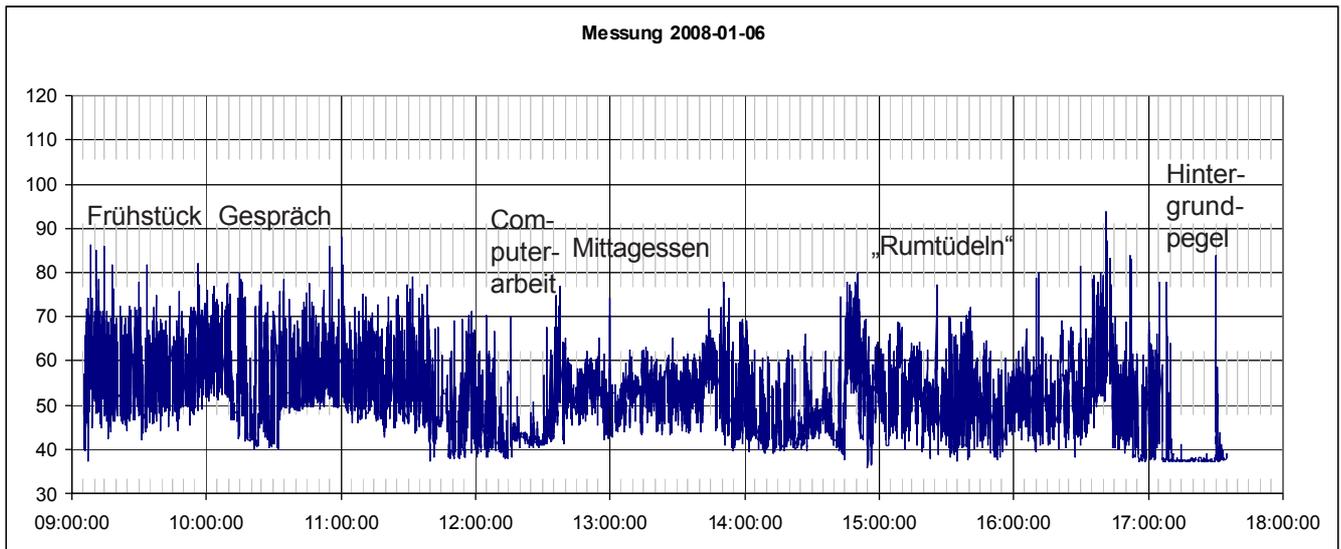


Abb. 6: Schallpegelverlauf während eines schulfreien Tages

4.4.3 Lautstärke beim Fernsehen

Auch zum Thema Fernsehen habe ich zwei verschiedene Aufnahmen gemacht, um diese miteinander vergleichen zu können. Ich machte eine Aufnahme etwa einen Meter vom Fernseher entfernt - ungefähr dort, wo mein Sofa steht - und eine Aufnahme direkt vor den Fernseherboxen. Beim ersten Überlegen ist es schon logisch, dass die Schallpegel an den Fernseherboxen lauter sind als vom Sofa aus. Doch eigentlich würde man doch annehmen, dass kein großer Unterschied entsteht. Es sind jedoch fast 20 dB (A). Das bedeutet, dass der Schallpegel am Fernseher ca. 10-mal so hoch ist wie der Schallpegel in 1 Meter Entfernung.

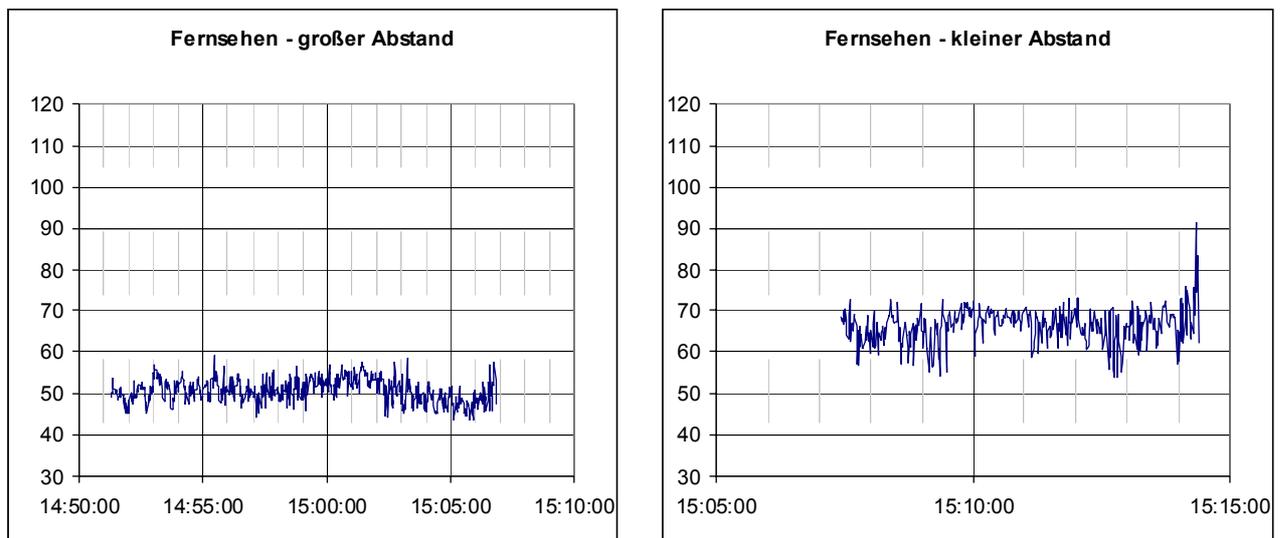


Abb. 7: Schallpegelverlauf während des Fernsehens bei zwei verschiedenen Abständen

5 Auswertung

5.1 Lärmpegel an Schulen

Der Lärmpegel an Schulen überschreitet häufig den empfohlenen Grenzwert von 70 dB (A), und der für konzentriertes Arbeiten vorgesehene Wert von weniger als 55 dB (A) wird nur

ganz selten unterschritten. Unsere Ohren sind diesem Lärm jeden Tag bis zu neun Stunden ausgesetzt, also oft länger als ein erwachsener Arbeiter. Bei Vorabmessungen stiegen die Lärmpegel für einige Sekunden manchmal sogar auf bis zu 115 dB an. Das ist schon die Grenze zu „sehr gefährlich“. Sehr gefährlich bedeutet, dass schon bei kurzer Einwirkung ein Hörschaden hervorgerufen werden kann. Der Mittelwert von 66 dB (A) wird bereits als risikobehaftet angesehen, die Spitzenwerte von 96 dB (A) werden als unangenehm eingestuft. Dieser Spitzenwert würde „erst“ bei 40 Stunden pro Woche einen Gehörschaden hervorrufen, aber welcher Jugendliche hört denn nicht gerne mal laut Musik, oder geht gerne mal auf ein Konzert?

5.2 Lärmpegel im Allgemeinen

Im Durchschnitt sind wir Jugendlichen am Tag Schallpegeln zwischen 35 und 96 dB (A) ausgesetzt, wobei der Mittelwert je nach Situation zwischen 51 und 66 dB (A) liegt. Vor allem der zweite Wert ist immer noch deutlich zu hoch. Kein Wunder also, dass auch zunehmend jüngere Menschen nicht mehr so gut hören können. Selbst im „stillen Kämmerlein“ zu Hause findet man immer noch einen Schallpegel von ca. 37 dB (A), hervorgerufen durch Uhren, Aquariumpumpen, Brummen von Geräten im StandBy-Betrieb, Außengeräusche wie Wind, Autos usw.

6 Folgerungen

Doch was kann man gegen Lärmschäden tun? Am besten ist es, man vermeidet - soweit möglich - unnötige Lärmquellen. Wenn man zum Beispiel Musik hören möchte, hört man sie am besten nicht mit Kopfhörern, sondern mit einem Lautsprecher und auch dann nicht voll aufgedreht, sondern in einer angenehmen Lautstärke von ca. 60 dB (A). Außerdem sollte man bei stärkeren Lärmquellen wie Baustellen etc. einen Gehörschutz tragen. Da das Hörvermögen ohnehin mit dem Alter schlechter wird, müssen besonders Jugendliche, aber auch Erwachsene, aufpassen, dass sie keinen Gehörschaden bekommen. Abschließend kann man aber vielleicht festhalten, dass der meiste Lärm immer noch von uns Schülern selbst verursacht wird und bauliche Maßnahmen nur einen begrenzten Teil zu einer Lärmreduzierung beitragen können.

7 Danksagung

Ich möchte mich bei einigen Menschen bedanken, die mich in meinem Projekt unterstützt haben. Zum einen ist das Herr Biedermann unser Jugend forscht Leiter, der einem bei jedem Problem zur Seite steht. Zum anderen möchte ich mich aber auch bei Frau Biedermann und meiner Jugend forscht Gruppe in Hermannsburg bedanken, ohne die ich das nicht geschafft hätte. Danke!

8 Quelle

[1] http://regelwerk.unfallkassen.de/regelwerk/data/regelwerk/m_uvv/V_B3.pdf