

Wie bitte?

Hören Musiker wirklich schlechter?

... müssen Musiker vor sich selbst geschützt werden?



V 4.0

(mit freundlicher Genehmigung der IKS Big Band)

Christian Drischler (Kl.12)

Torben Friedrich (Kl.11)

Lucas Hamann (Kl.10)

Immanuel Kant Schule

Evreuxring 25

65428 Rüsselsheim

Tel. 06142/603390

Fax 06142/6033915

Inhaltsverzeichnis

Quellenverzeichnis	2
Vorbemerkungen.....	3
Vorgehensweise	3
Ergebnisse.....	5
<i>Schallpegel bei den Orchesterproben.....</i>	5
<i>Audiometrische Untersuchung</i>	8
<i>Auswertung des Fragebogens.....</i>	12
Diskussion	13
<i>Betrachtung des Messfehlers</i>	13
<i>Grundlegende Aufgabenstellung.....</i>	13
<i>Messung bei Proben</i>	13
<i>Messung bei einem Live-Konzert.....</i>	13
<i>Akustische Tagesabläufe.....</i>	13
<i>Audiometrische Untersuchung</i>	13
<i>Vergleich der Gruppen (normal hörend)</i>	14
<i>Vergleich der Gruppen (geminderte Hörfähigkeit)</i>	14
<i>Vergleich der Instrumentengruppen</i>	14
Kurzfassung	15
Neuigkeiten	16
Maßnahmen.....	18
Anhang	Anh.1

Quellenverzeichnis

- IKS Big Band Bild: Eigentum der IKS Big Band
- Logo der IKS: Eigentum der IKS Rüsselsheim
- Bilder im Anhang von Christian Drischler
- Alle Abbildungen wurden selbst erstellt (2007)
- BGV B3 UVV „Lärm“ (Aktualisierte Nachdruckfassung 2005)
- Richtlinie EN/2003/10 EG des Europäischen Parlaments
- Artikel: Stern „Krank durch Krach“ (03. Juni 2007) (<http://www.stern.de/wissenschaft/mensch/H%F6rsch%E4den-Jugendlichen-Krank-Krach/590170.html>)
- Artikel: Geo „Ruhe, bitte!“ (25. April 2007) (<http://www.geo.de/GEO/mensch/medizin/53363.html>)
- Artikel: Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz „Grenzwerte für Verkehrslärm“ (http://www.stadtlima-stuttgart.de/index.php?laerm_grundlagen_grenzwerte_verkehr)
- Artikel: Umweltbundesamt „Lärmwirkung“ (Dezember 2006) (<http://www.env-it.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3375>)
- Artikel: DiePresse.com „Ganz schön laut: EU-Lärmschutzrichtlinie für Orchester“ (14. September 2007) (<http://diepresse.com/home/politik/eu/329047/index.do>)
- Artikel: Focus „Freispruch für MP3-Player“ (19. Oktober 2007) (http://www.focus.de/gesundheitsratgeber/hoeren/hoerschaeden_aid_136321.html)
- Artikel: ISL Lehrmodul „Schallschutz im Städtebau“ (14. Juli 2003) (<http://www.isl.uni-karlsruhe.de/module/schallschutz/schallschutz.html>)
- Artikel: Das Online-Familienhandbuch „Musik hören - wie laut?“ (Hans Eirich) (31. Januar 2006) (http://www.familienhandbuch.de/cmain/fachbeitrag/a_Erziehungsbereiche/s_7.html)
- Antrag: Landtag Baden-Württemberg „Hörschäden bei Jugendlichen“ (Drucksache 13/1074 vom 12. Juni 2002) (http://www.landtag-bw.de/wp13/drucksachen/1000/13_1074_d.pdf)
- Artikel: NZZ Folio 12/92 „Ohrenpfeifen im Orchestergraben“ (Herbert Cerutti) (<http://www.nzzfolio.ch/www/d80bd71b-b264-4db4-afd0-277884b93470/showarticle/80571bd1-a3dd-4ea6-95e5-ffa67dd6e69.aspx>)
- Bundesärztekammer „Gehörschäden durch Lärmbelastung in der Freizeit“ (23. April 1999) (Alle aktuell am 21. Februar 2008)

Vorbemerkungen

„Freizeitlärm als Feind der Kinder“ (*Stuttgarter Zeitung* 23.04.2004), „Ruhe, bitte!“ (*Geo* 15.4.2007), „Gehörschutz oder Schallwände: Wie schützt man Orchestermusiker vor dem selbst erzeugten Lärm?“ (*Ärztzeitung* 30.3.2004), „Ganz schön laut: EU-Lärmschutzrichtlinie für Orchester.“ (*Die Presse* 14.9.2007).

Die Schlagzeilen zeigen es, das was der Musiker: „Fortissimo“, der Physiker: „hoher Schalldruckpegel“ und der Unbeteiligte wiederum: „Lärm“, nennt, wird in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Besondere Bedeutung hat in diesem Zusammenhang die neue EU-Lärmschutzrichtlinie 2003/10/EG, die ab 2008 auch für Orchester Anwendung finden soll.

Im Gegensatz zur gewerblichen Arbeitswelt, wo der Schutz vor hohen Schalldruckpegeln seit vielen Jahren einen hohen Stellenwert besitzt und durch die BGV B3 streng reglementiert wird, nimmt man Gehörschädigungen durch laxen Umgang mit lauter Musik kommentarlos in Kauf. Gerade junge Menschen setzen sich und andere – teilweise ahnungslos - hohen Lautstärken aus, man denke an Diskothekenbesuche, Konzerte, aber auch MP3-Player und Verstärker und riskieren damit eine frühzeitige Verschlechterung der Hörfähigkeit. In Fachkreisen wird mit einer Welle von Problemfällen gerechnet, in einigen Bereichen sind detaillierte Untersuchungen dringend notwendig.

Unterhält man sich mit Musikern, so sind Hörschäden, wie Tinnitus oder Hörstürze durchaus nichts Ungeöhnliches, andererseits lehnen viele einen wirksamen Gehörschutz als störend und die musikalische Qualität beeinträchtigend ab.

Für uns, Christian Drischler, Torben Friedrich und Lucas Hamann, drei Schüler der Immanuel-Kant-Schule Rüsselsheim, ein Gymnasium mit offiziellem, musikalischen Schwerpunkt und mehreren Orchestern vor allem im Bereich Jazz Big-Band, ist dies natürlich ein sehr naheliegendes, interessantes und wichtiges Thema. Lehrer, Schüler und auch Eltern sorgen sich um mögliche Schädigungen bei den Musikern und unterstützen uns daher intensiv. Da die Untersuchungen mit einem hohen Aufwand an Fachwissen und technischer Ausstattung verbunden sind, suchten wir einen kompetenten Projektpaten, den wir in der WTD 91, Fachbereich Akustik der Bundeswehr in Meppen fanden. Dort befasst sich seit vielen Jahren Herr Dipl. Ing. Tech mit solchen Untersuchungen an Bundeswehrorchestern. Er versorgt uns sowohl mit Rat, Literatur, Regelwerken und Messeinrichtungen.

Wir stellten unsere Arbeit unter das provokante Arbeitsmotto „**Hören Musiker wirklich schlechter?**“ um von vorneherein bei den Beteiligten einen Denkprozess auszulösen.

Der aktuelle Stand der wissenschaftlichen Untersuchungen ist nicht klar ersichtlich. Auf der einen Seite gibt es die Ansicht, dass vor allem Knallimpulse das Gehör verschlechtern und laute Musik sogar das Gehör trainieren könne (Dr. Eckhard Hoffmann, Prof. Dr. Fleischer Uni Gießen), auf der anderen wird auf das Gefahrenpotential hingewiesen (Barbara Ritzert von der AG der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften) und Dr. Hans-Michael Strahl, der Vorsitzende des Landesverbandes Nordrhein der HNO-Ärzte warnt vor einer erheblichen Zunahme von Hörschädigungen.

Nach Abwägung der Argumente scheint die Vermutung, dass hohe Lärmbelastungen Hörschäden hervorrufen, alleine schon durch die persönliche Erfahrung bestätigt wird. Allerdings stellen die Schwellenwerte und die speziellen Rahmenbedingungen hierzu eine Grauzone dar, die dringend erforscht werden muss!

Wir werden mit dieser Arbeit untersuchen, inwieweit die Musiker unserer Schulorchester durch hohe Schalldruckpegel gefährdet sind und ob Schallschutz notwendig ist, daraus haben wir unsere Arbeitshypothese, die wir belegen wollen, wie folgt formuliert: **„Das Hörvermögen von Musikern unserer Big-Bands wird bei den Orchesterproben ohne ausreichenden Gehörschutz beeinträchtigt.“**

Wir bedanken uns herzlichst bei der Wehrtechnischen Dienststelle (WTD) 91, vertreten durch Herrn Dipl. Ing. Tech, und bei der FH Wiesbaden, FB Informationstechnik, vertreten durch Herrn Prof. Dr. Hofmann.

Vorgehensweise

Die benötigte Datengrundlage beschafften wir uns mittels 100 Probanden, die wir aus dem erweiterten Schulumfeld auswählten, darunter: Schüler, Lehrer und auch Ehemalige. Bei der Auswahl achteten wir auf vergleichbare Durchschnittsalter. Diese füllten jeweils einen Fragebogen aus, in dem sie über ihr Umfeld, Hörgewohnheiten, Erkrankungen des Gehörs und auch Beschwerden Auskunft gaben. Wir sind uns sehr über die Subjektivität der hierbei gewonnenen Informationen bewusst und sehen darin ein großes Potential für spätere Arbeiten. Zusätzlich wurde für jeden Probanden der Vergleichsgruppe ein Audiogramm erstellt, für die Bandmitglieder hingegen jeweils eines vor und eines nach der Orchesterprobe. Letzteres wurde unmittelbar im Anschluss an die Probe, mit maximal 2 min. Verzögerung erstellt, um die Regeneration des Gehörs gering zu halten. Wir werteten die Frequenzen 1 bis 8 kHz aus, da in diesem Bereich (vorwiegend) Lärmschäden auftreten. Der Proband signalisierte bei welchem Pegel er den bestimmten Prüftönen hören konnte. Dies wurde für jedes Ohr getrennt durchgeführt. Die ermittelten Werte trugen wir in ein Formular ein, das Resultat nennt man „Audiogramm“.

Die Probanden unterteilt in 4 Gruppen:

1. **Musiker Alter: 10 bis 20 Jahre** (vorwiegend Mitglieder der Jugendband „Swing-Kids“)
2. **Vergleichsgruppe zu (1):** Schüler, die nicht Mitglied eines Schulorchesters sind, Alter: 10 bis 20 Jahre
3. **Musiker Alter: 21 bis 65 Jahre** (vorwiegend Mitglieder der IKS-Big-Band)
4. **Vergleichsgruppe zu (3):** Schüler, Lehrer, die nicht Mitglied eines Schulorchesters sind, Alter: 21 bis 65 Jahre.

Wichtig: Um vergleichbare Ergebnisse bei den Standard-Audiogrammen zu erhalten, berücksichtigten wir nur Audiogramme unter 25 dB Hörverlust, da bereits ab einer Minderung um diesen Wert von einer Hörschädigung gesprochen wird.

Die Messergebnisse jeder Gruppe wurden hinsichtlich der persönlichen Angaben in den Fragebögen statistisch ausgewertet und zusätzlich wurde aus den einzelnen Audiogrammen jeweils ein für die spezielle Gruppe statistisch repräsentatives Standard-Audiogramm errechnet. Die gewonnenen Werte stellten wir der entsprechenden Vergleichsgruppe (s.o.) gegenüber.

Aus den vor und nach der Probe gewonnenen Standard-Audiogrammen der Musiker erstellten wir ein Schaubild, um die während der Probe entstandenen Veränderungen der Hörfähigkeit darzustellen. Diese Differenzen sind frequenzspezifisch im Schaubild dargestellt.

Achtung: Positiver dB-Wert beim Hörverlust bedeutet „schlechter als der Durchschnitt“ (bis 10 dB gilt als normal, ein negativer dB-Wert bedeutet „besser als der Durchschnitt“.

Bei dem Differenzwert bedeutet ein positiver dB-Wert „der Proband hört nach der Orchesterprobe besser als vorher“, ein negativer dB-Wert „der Proband hört nach der Orchesterprobe schlechter als vorher“.

Gemäß der EU-Richtlinie/2003/10/EG und BGV B3 ermittelten wir die charakteristischen Schalldruckpegel und untersuchten den Proberaum hinsichtlich der auftretenden Lärmemissionen. Hierzu verwendeten wir ein Schalldruckpegelmessgerät: CESVA SC310 mit digitaler Aufzeichnungsmöglichkeit. Es wurde an 4 verschiedenen Punkten die charakteristischen Pegel der einzelnen Instrumentengruppen (Trompeten, Saxophone, Posaunen und Rhythmussektion) gemessen, jeweils in Ohrhöhe der Musiker. Zusätzlich machten wir Langzeitmessungen über 4 Proben an der Position des Dirigenten. Aus diesen Messwerten berechneten wir die Mittelungs- und Beurteilungspegel mit den Formeln: Beurteilungspegel (auf 8 Std.) L_r mittels äquivalentem Dauerschallpegel L_{aeq} :

$$L_r = L_{aeq} + (10 * \lg \frac{T_m}{8})$$

Mittelungspegel L_{aeq} mittels Schalldruckpegel mit Zeitbewertung „Fast“ L_i und Zeitraum mit gleichbleibendem Schallpegel T_i

$$L_{aeq} = 10 * \lg \left(\frac{1}{T_m} \sum_{i=1}^n (10^{0,1 * L_i} * T_i) \right)$$

Dann verglichen wir die typische, tägliche Lärmbelastung von unseren Bandmusikern mit der der Vergleichsgruppe. Hierzu maßen wir die Schalldruckpegel der verschiedenen Örtlichkeiten und Tätigkeiten mittels des genannten CESVA Messgerätes und berechneten mit der genannten Formel den Beurteilungspegel.

Auf die gleiche Weise untersuchten wir ein Rockkonzert, welches wir mit einer Bandprobe verglichen.

Folgende Punkte bedurften besonderer Beachtung:

- Erlangung von Basiswissen
 - intensive Recherche, Hilfe durch WTD 91
- Festlegung der Messvorschriften (Reproduzierbarkeit)
 - durch die einschlägige Normung z.B.: BGV B3, ISO 1999
- Besorgung geeigneter Messgeräte
 - durch WTD 91, FH Wiesbaden
- Schnelle Durchführung der Audiometrie
 - sofortige Untersuchung in der Nähe des Proberaumes, Zeitmessung
- Rekrutierung geeigneter Probanden (Motivation zur Mitarbeit)
 - Werbung durch Plakate und Flyer, Proband bekam Lolly als Dankeschön (war als Scherz gedacht, brachte die Sache aber interessanterweise zum Laufen)
- Vermeidung systematischer Fehler
 - wir befürchteten eine Verfälschung der 2. Audiometrie durch eine Art Lerneffekt. Dies konnten wir durch Testmessungen nahezu ausschließen.
- Ausarbeitung eines aussagekräftigen Fragebogens
 - logische Verknüpfung der Fragen, Gegenfragen zur Beurteilung der Qualität der Auskünfte.
- Erstellung einer Datenbank zur systematischen Auswertung
 - die zu erwartende Datenmenge war erheblich, sodass eine sorgfältige Auswertung mittels EDV gewährleistet sein musste.
- Digitalisierung der Formularvorlagen zwecks Archivierung
 - die auf Papier ermittelten Daten sollten als PDF-Dateien in die Datenbank integriert sein.
- Sicherstellung der korrekten Datenermittlung
 - Sichere und sorgfältige Durchführung der Messreihen
- Strikte Unterscheidung zwischen erhobenen und gemessenen Daten
 - die erhobenen Daten sind nicht prüfbar und somit von geringer Qualität.

- Optimierung der Messumgebung
- Vermeidung von Störgeräuschen
- Strikter Verzicht auf medizinische Beurteilungen durch Laien
- Wir sind Schüler und keine Fachärzte.
Wir dürfen und können daher keine Diagnosen stellen. Einmal würden diese die

Auswertung verfälschen, zum anderen würden sie den Probanden verunsichern.

- Wahrung des Datenschutzes und der Anonymität
- da unsere Arbeit eine Sammlung persönlicher Daten darstellt, gelten für uns die Bestimmungen des Datenschutzes.

Ergebnisse

Schallpegel bei den Orchesterproben

Über 4 vollständige Proben wurden der Schalldruckpegel mit Zeitbewertung „Fast“ an der Dirigentenposition in Ohrenhöhe gemessen. Abb.1 zeigt die aus den Messdaten berechneten Mittelungs- und Beurteilungspegel (bezogen auf 8 Stunden). Um auf der sicheren Seite zu sein, rechneten wir ± 1 dB Fehlertoleranz ein. Das Fehlerintervall wurde sowohl für den Mittelungs-, als auch den Beurteilungspegel berechnet. Die angegebenen Minimal- und Maximalpegel ergänzen die Messung. Das Messergebnis „Peak“ zeigt den

maximalen Ausschlag der gesamten Probe. Maximalpegel und Peak unterscheiden sich auf Grund von unterschiedlichen Zeitbewertungen. „Dauer“ beschreibt die Länge der Messung, die über die gesamte Probe währte. Wir haben 2 Proben der IKS Big Band (Gruppe 3) gemessen. Die dritte war eine spezielle (General-)Probe mit intensiverem Musizieren. Die Messung der jüngeren Musikergruppe Swing-Kids (Gruppe 1) beschränkt sich auf eine Messung. Abb.2 visualisiert den Beurteilungspegel der jeweiligen Gruppen. Es wurden die Fehlerbalken eingezeichnet. Die Beurteilungspegel liegen erwartungsgemäß im kritischen Bereich von 85 dB (Magenta-Linie), wo Gehörschutzmaßnahmen notwendig werden. Allerdings hatten wir mit deutlich höheren Werten gerechnet.

Schallpegel Big Band 1 in dB(A)

Mittelungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Beurteilungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Minimalpegel	Maximalpegel	Peak	Dauer:
90,4	89,4 91,4	85,4	84,4 86,4	28,0	107,9	109,2	0002:35:02

Schallpegel Big Band 2 in dB(A)

Mittelungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Beurteilungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Minimalpegel	Maximalpegel	Peak	Dauer:
88,2	87,2 89,2	84,0	83,0 85,0	27,9	104,9	106,7	0002:41:53

Schallpegel Swing Kids in dB(A)

Mittelungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Beurteilungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Minimalpegel	Maximalpegel	Peak	Dauer:
90,6	89,6 91,6	84,6	83,6 85,6	38,3	104,3	109,8	0001:59:02

Schallpegel Big Band (speziell) in dB(A)

Mittelungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Beurteilungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Minimalpegel	Maximalpegel	Peak	Dauer:
95,5	94,5 96,5	91,3	90,3 92,3	31,3	110,8	111,3	0002:46:54

Abb.1: Schalldruckpegel während der 4 Proben in Nähe des Dirigenten (Abb.3 blauer Punkt)

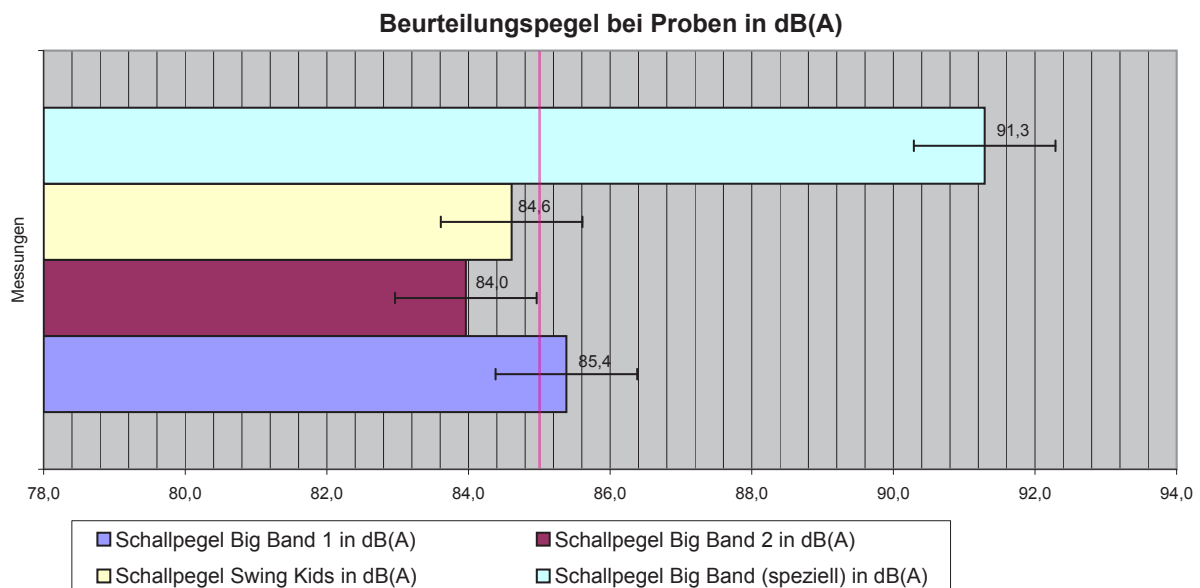


Abb.2: Beurteilungspegel der 4 verschiedenen Proben

Die typische Sitzverteilung der Bands wird durch Abb.3 deutlich. Um die Schallverteilung im Proberaum während eines Stücks (hier: *Take The A-Train*, mezzoforte bis forte) beurteilen zu können, haben wir die einzelnen Instrumentengruppe jeweils in der Mitte der Sitzreihe und in Ohrhöhe vermessen (roter Punkt). Die Band spielte das Stück 4 mal hintereinander. Abb.4 zeigt die Mittelungs- und Beurteilungspegel aller Messpunkte. Auch hier wurde mit einer Fehlertoleranz von 3 dB gerechnet. Die Messpunkte

sind in Abb.3 rot markiert. Minimal- und Maximalpegel bzw. Peak ergeben sich analog zu der obigen Tabelle. Als letzter Wert ist die Spielzeit des Stücks tabellarisch aufgetragen. Sie weicht von dem Standardwert (10 min) leicht ab, da die musikalische Umsetzung verschiedener Tempi unterliegt. Die genauen Spielzeiten findet man in Abb.4. Alle weiteren Werte sind dort in dB(A) angegeben. Die Mittelungspegel werden in der Abb.5 visualisiert. Auch hier sind die Fehlerbalken eingezeichnet.

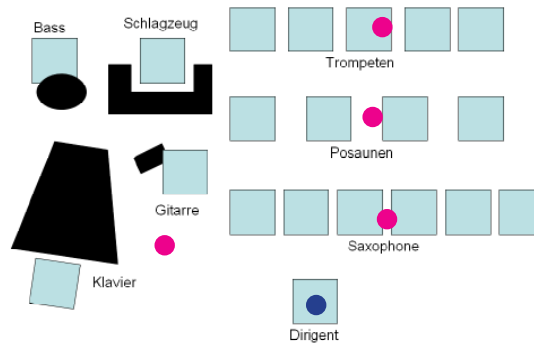


Abb.3: Sitzverteilung der Bandmitglieder

Schallpegel Trompetengruppe							
Mittelungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Beurteilungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Minimalpegel	Maximalpegel	Peak	Dauer:
96,9	95,9 97,9	80,1	79,1 81,1	44,4	111,6	114,3	0000:09:31

Schallpegel Posaunengruppe							
Mittelungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Beurteilungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Minimalpegel	Maximalpegel	Peak	Dauer:
99,7	98,7 100,7	83,7	82,7 84,7	43,4	112,2	113,8	0000:12:14

Schallpegel Saxophongruppe							
Mittelungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Beurteilungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Minimalpegel	Maximalpegel	Peak	Dauer:
98,6	97,6 99,6	81,8	80,8 82,8	48,5	111,2	112,0	0000:10:23

Schallpegel Bass, Gitarre, Schlagzeug, Klavier							
Mittelungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Beurteilungspegel	Toleranz +/- 1 dB	Minimalpegel	Maximalpegel	Peak	Dauer:
98,5	97,5 99,5	81,7	80,7 82,7	56,3	107,6	111,0	0000:10:09

Abb.4: Schallverteilung im Raum bezogen auf die Instrumentengruppen

Mittelungspegel bei dem Stück "A-Train" in dB(A)

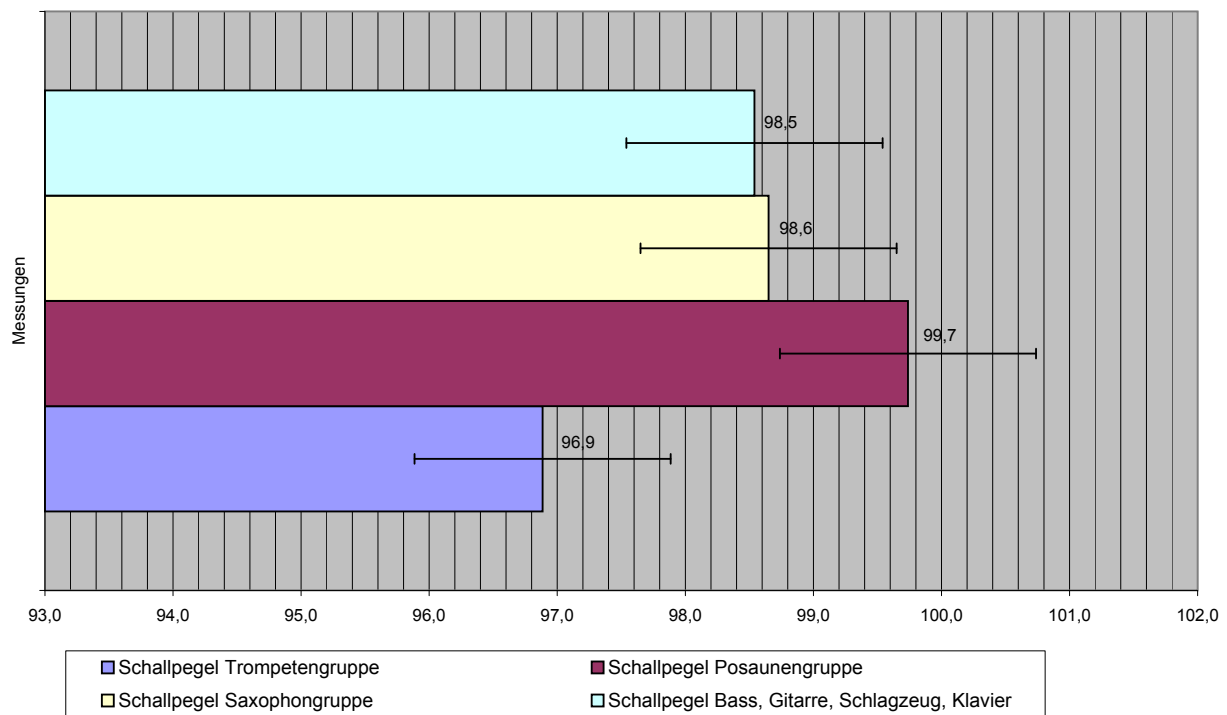


Abb.5: Mittelungspegel der Instrumentengruppen beim Stück „A-Train“

Nach Untersuchung der Probebedingungen interessierten wir uns für die Bedingung eines Life-Auftrittes mit professioneller PA-Beschallung. Hierzu vermaßen wir die Veranstaltung „Benefiz für Kids“ mit ca. 36 kW Verstärkerleistung in einer mittelgroßen Sporthalle für 3000 Besucher. Erwartungsgemäß waren die Werte deutlich höher. Abb.6 zeigt die 5 gemessenen Schalldruckpegel am Messort. Dieser war rund 15 m von der Bühne entfernt. Da hier die Fehlertoleranz höher anzusiedeln ist, zeigen die Fehlerbalken einen Bereich

von ± 2 dB. Alle Messergebnisse sind auf 0,2 min (insgesamt 1 min) gemittelt. Die Magenta-Linie in Abb.6 zeigt den errechneten Mittelungspegel (109 dB(A)) für alle Messergebnisse, die grüne zeigt den relevanten Toleranzwert von 111 dB(A). Wir schlossen daraus, dass die Besucher über die Konzertlänge von 3 Stunden einem Mittelungspegel von 109 dB(A) ausgesetzt waren. Das entspricht einem Beurteilungspegel von 105 dB(A), der damit deutlich über dem zulässigen Wert von 85 dB (A) liegt.

Lautstärke bei Benefiz für Kids

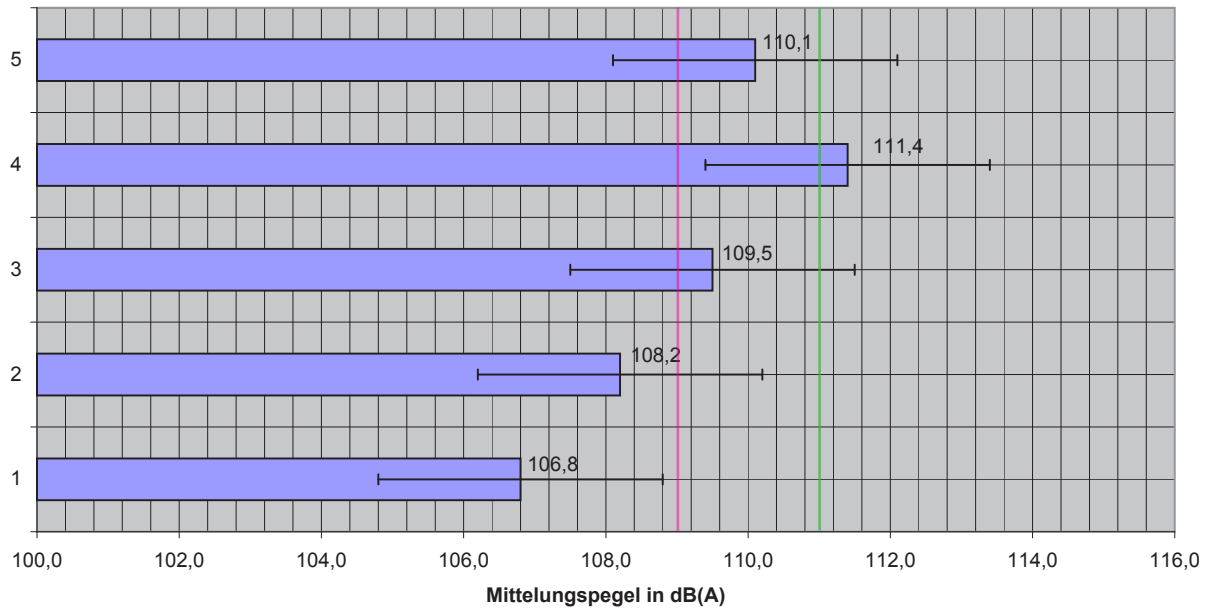


Abb.6: Messergebnisse der 5 Messungen und gesamter Mittelungspegel

Durch die Beurteilungspegel werden Schalldruckpegel über einen längeren Zeitraum verteilt, das heißt vereinfacht, in Ruhezeiten werden die „Arbeitspegel“ abgebaut. Um ein Gesamtbild zu erhalten, untersuchten wir zwei typische Schultage, einmal den Probetag eines Musikers und den eines Vergleichsprobanden. Die Ergebnisse waren erstaunlich! Laut Abb.7 ermittelten wir den Mittelungspegel einer Schulstunde (60 min) mit 78 dB(A), das entspricht einem Beurteilungspegel bei

7 Stunden Schule, von 77 dB(A)- was einen unerwartet hohen Wert darstellt, jedoch deutlich unterhalb der zulässigen Grenze (85 dB(A)) liegt. In Abb.8 haben wir dann die beiden genannten Schultage aufgeschlüsselt. Die Zeiten für MP3-Player und Musikhören entnahmen wir den Fragebögen. Soweit wir die Dauerschallpegel nicht messen konnten, entnahmen wir sie den genannten Normen, die wir leicht unterschritten.

Lautstärkemessung in Schule

Nr.	Li in dB (A)	Messort	Ti (min)		
1	83	Bistro	7,90	Mittelungspegel:	78
2	80	Foyer (1,00)		Mittelungspegel +2 dB	80
3	79	Trakt 2	7,00	Mittelungspegel -2 dB	76
4	101	Klingel oben	0,10	Beurteilungspegel:	77
5	67	Unterricht	45,00	Beurteilungspegel +2 dB	79
				Beurteilungspegel -2 dB	75
Summe (min):				60,00	

Abb.7: Mittelungspegel einer Stunde in der Schule (mit Pause)

Tätigkeit	Quelle	Dauerschallpegel	Probetag	Dauerschallpegel	normaler
		in dB(A)	(h) Musiker	in dB(A)	Tag (h) V-Gruppe
Schlafen	DIN 18005	45	8,00	45	8,00
Verkehrslärm	DIN 18005	70	1,00	70	1,00
Schule	Messung	78	7,00	78	7,00
Zuhause	Messung	57	4,00	57	4,00
Freizeit	§50BImSchG	65	0,75	65	2,75
MP3-Player	EN 50332-1	85	0,50	85	0,50
Lautsprecher	Messung	78	0,75	78	0,75
Probe	Messung	91	2,00	91	0,00
Gesamt:			24,00		24,00
		Mittelungspegel: 81 dB(A)		Mittelungspegel: 74 dB(A)	
		Mittelung (+2 dB)		Mittelung (+2 dB)	
		79		72	

Abb.8: Bewertung zweier durchschnittlicher Schultage (Mittelungspegel = äquivalenter Dauerschallpegel (24 h))

Audiometrische Untersuchung

Nachdem wir nun über die Schallemission informiert sind, schauen wir uns die Hörfähigkeit der Probanden an, indem wir Audiogramme erstellten. Bei den Musikern für jeden Probanden 2, eines vor und das andere unmittelbar nach der Probe, bei der Vergleichsgruppe verständlicherweise nur eines. Die statistisch ermittelten Standard-Audiogramme jeder Reihe verglichen wir untereinander. Um vergleichbare Ergebnisse zu bekommen, sortierten wir alle Audiogramme

mit Hörverlusten über 20 dB in eigene Gruppen, üblicherweise ist das ein Kriterium für eine explizite Hörminderung. Die Gruppen mit Hörminderungen sind mit „1“, die ohne mit „0“ gekennzeichnet. Abb.9 zeigt die Auflistung der Gruppen, sowie deren Eigenschaften (z.B. Durchschnittsalter). Interessanterweise weisen die „jungen“ Gruppen prozentual weniger Hörverluste auf, als „ältere“. Wir schließen daraus, dass das Alter eine wichtige Rolle spielt! Bei den „älteren“ Musikern ist der Anteil der Probanden mit verringertem Hörvermögen deutlich höher.

gruppe		Alter in Jahren				Personen					
Ober-	Unter-	Altersgruppe	Durchschnitt	Min	Max	Anzahl "0"	Prozent	Anzahl "1"	Prozent	Gesamt	
V-Gruppe	V-Gruppe jung	10-20	16,4	28,3	11	19	46	83,6	9	16,4	55
	V-Gruppe alt	21-65	49,2		26	61	11	68,8	5	31,3	16
Musiker	Musiker jung	10-20	16,8		14	20	15	83,3	3	16,7	18
	Musiker alt	21-65	31,0		21	42	5	45,5	6	54,5	11

Summe: 100

Abb.9: Aufschlüsselung der einzelnen Gruppen

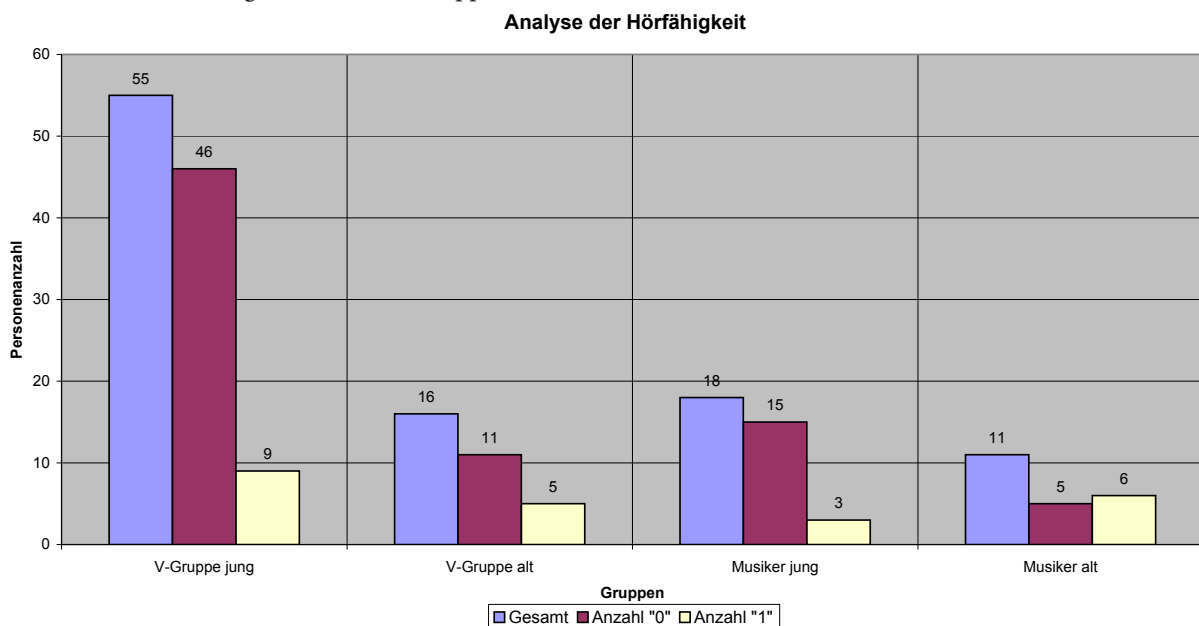


Abb.10: Personenanzahlen in den Gruppen mit Bewertung „0“ und „1“

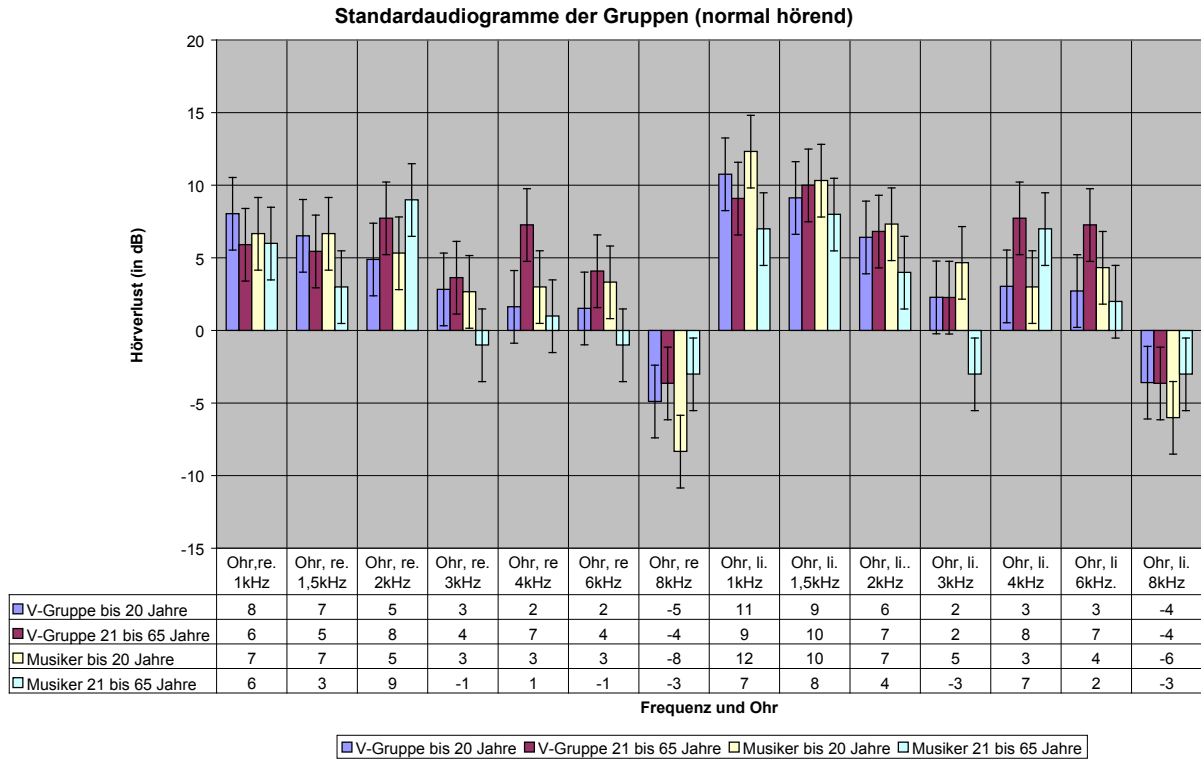


Abb.11: Standard-Audiogramme der Gruppen (Bewertung „0“); Fehlerbalken für alle Audiogramme: ± 2,5 dB

Abb.11 zeigt den Vergleich der Hörfähigkeit der einzelnen Gruppen („0“=normal hörend) unter Berücksichtigung der untersuchten Frequenzen. Man sieht eine gewisse Symmetrie bez. linkem („Ohr, li“) und rechtem Ohr („Ohr, re“). Gruppe 3 (M 21-65) ist in 10 von 14 Kategorien besser als Gruppe 1 (V bis 20)! Dies entspricht nicht der Erwartung.

Abb.12 zeigt die Differenzen der Hörfähigkeit vor und nach der Probe bezogen auf Gruppe 1 („0“). Bei Überlappung des Fehlerbalkens um 50% gehen wir von gleicher Hörfähigkeit aus. Dies ist bei 12 von 14 Kategorien der Fall. Die beiden anderen differieren nur geringfügig. Das hatten wir so nicht erwartet, passt aber zu dem ermittelten Beurteilungspegel.

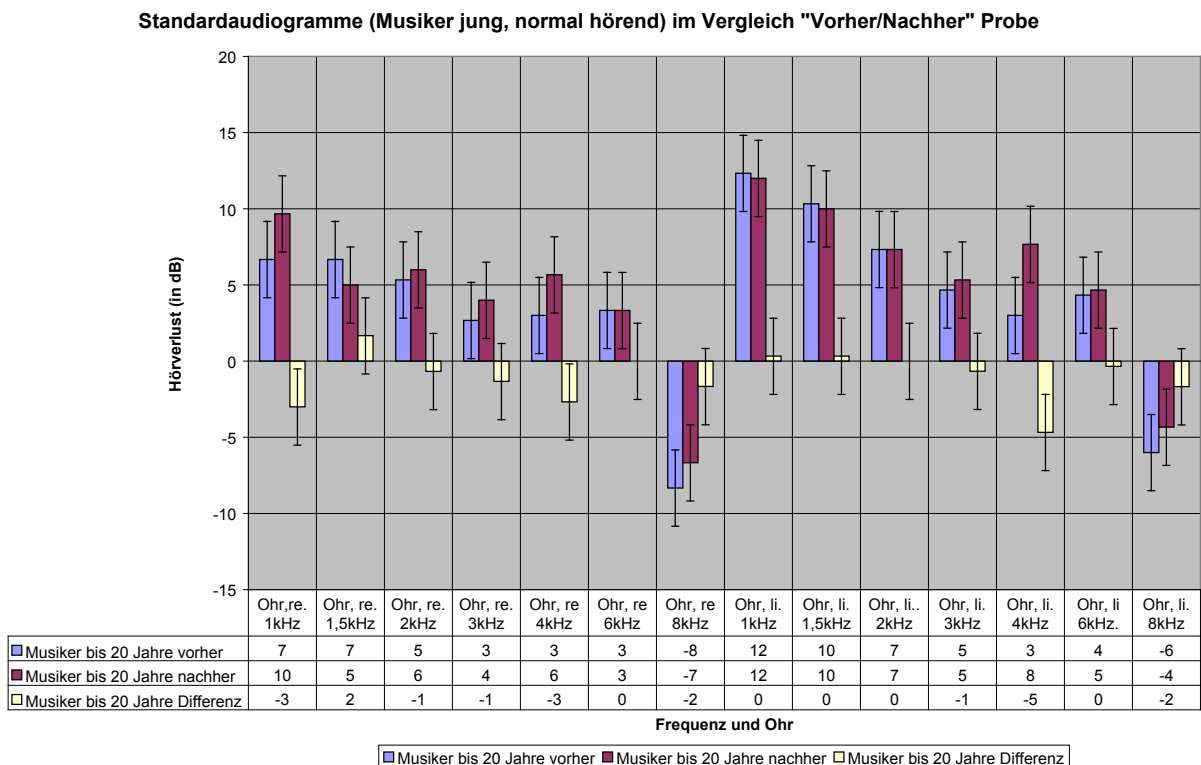


Abb.12: Standard-Audiogramme „Vorher/Nachher“ bis 20 Jahre (Bewertung „0“) mit Differenzen

Standardaudiogramme (Musiker alt, normal hörend) im Vergleich "Vorher/Nachher" Probe

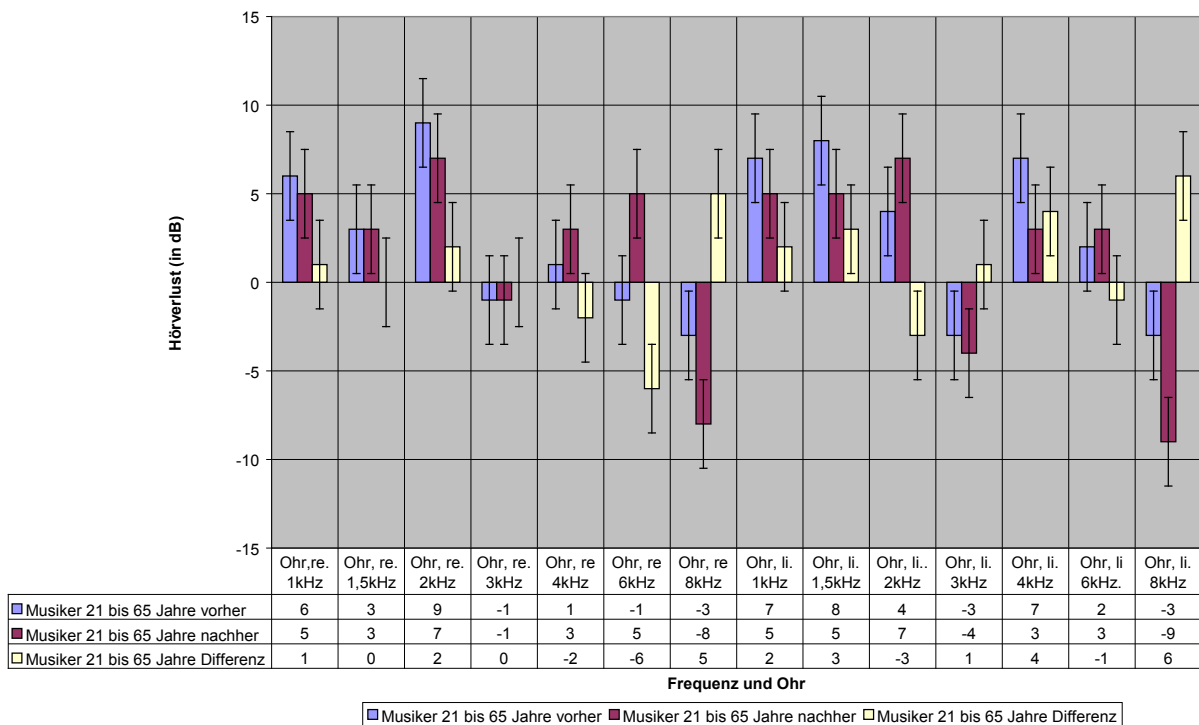


Abb.13: Standard-Audiogramme „Vorher/Nachher“ 21 bis 65 Jahre (Bewertung „0“) mit Differenzen

Abb.13 zeigt die Differenzen der Hörfähigkeit vor und nach der Probe bezogen auf Gruppe 3 („0“). Bei Überlappung des Fehlerbalkens bis 50% gehen wir von gleicher Hörfähigkeit aus. Dies ist bei 11 der 14 Kategorien der Fall. Bei 6kHz haben wir rechts eine Verschlechterung um 6 dB, bei 8kHz beidseitig eine Verbesserung! um 5 bzw. 6 dB. Das hatten wir nicht erwartet.

Abb.14 zeigt die Häufungen der Hörbeeinträchtigungen der 4 Gruppen mit Bewertung („1“). Bei der V-Gruppe bis 20J liegen alle 14 Werte unter dem kritischen Wert von 20 dB(A), bei V-Gruppe 21-65J liegen 6 von 14 darüber, bei den Musiker bis 20J haben wir 1 von 14 darüber und die Musiker 21-65 sind bei allen 14 Werten unkritisch. Das hatten wir so nicht erwartet.

Standardaudiogramme der Gruppen (schlechter hörend)

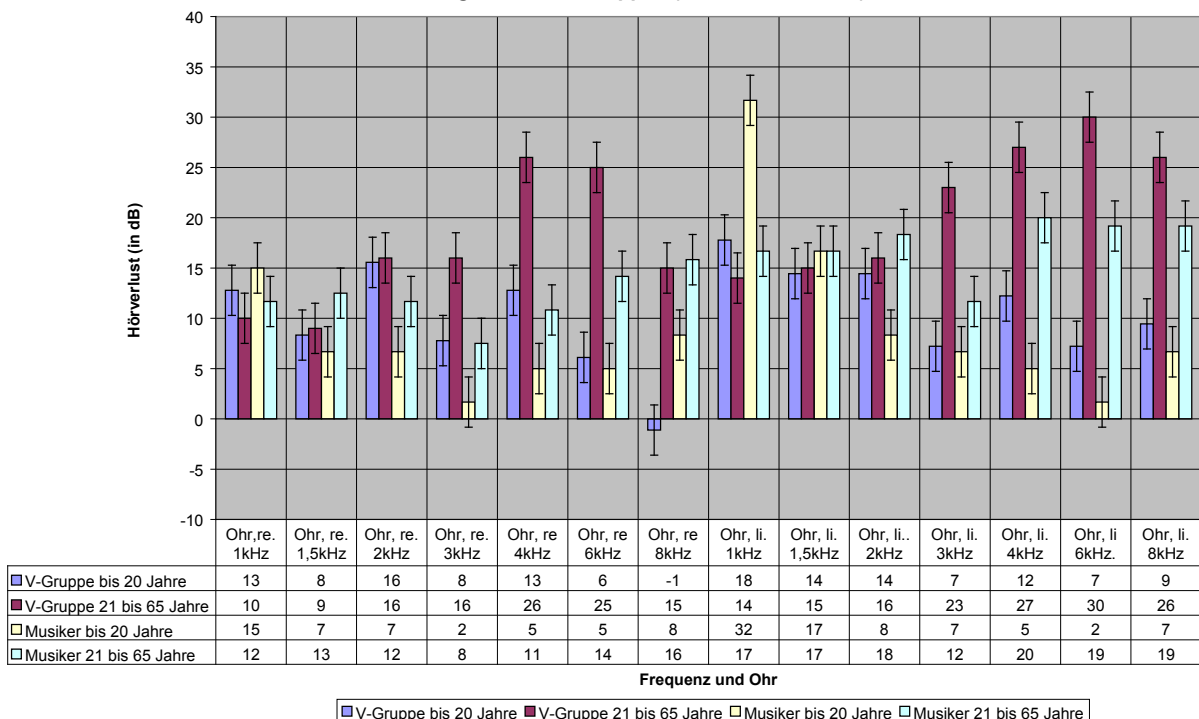


Abb.14: Standard-Audiogramme der Gruppen (Bewertung „1“)

Standardaudiogramme (Musiker jung, schlechter hörend) im Vergleich "Vorher/Nachher" Probe

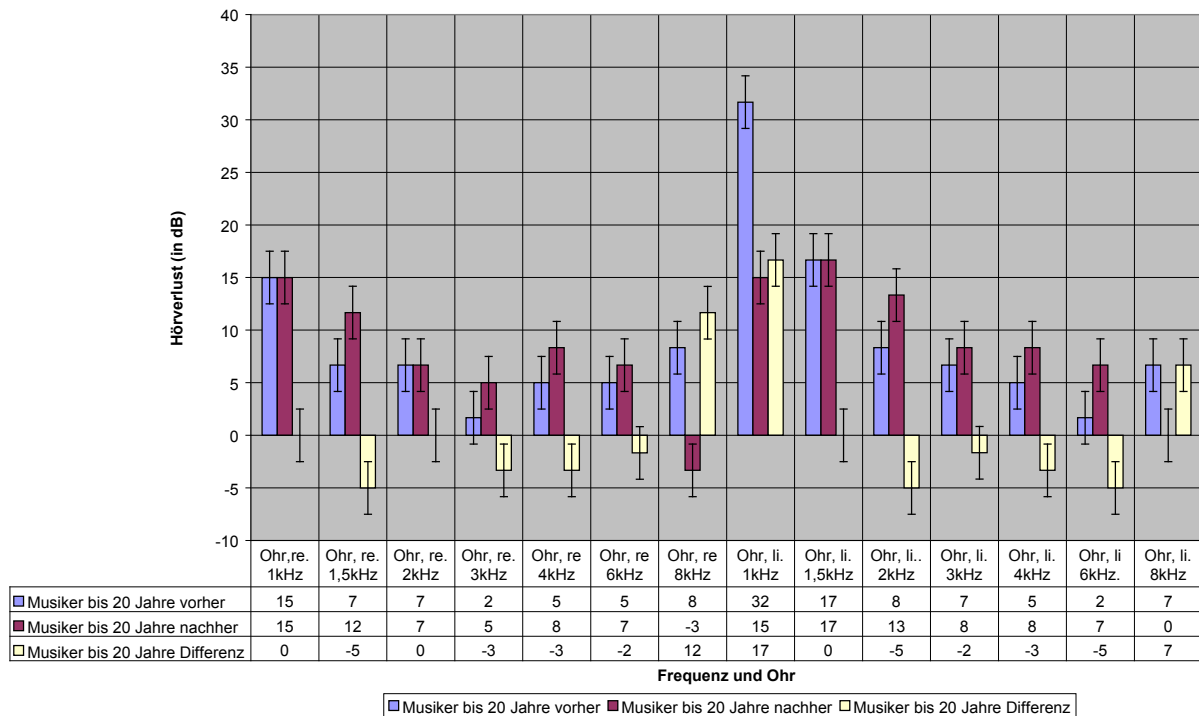


Abb.15: Standard-Audiogramme „Vorher/Nachher“ bis 20 Jahre (Bewertung „1“) mit Differenzen

Abb.15 zeigt beim Vorher-/Nachhervergleich der Gruppe 1 (Musiker bis 20J) 6 Differenzen, davon erstaunlicherweise 3 Verbesserungen: 8kHz rechtes und linkes, sowie 1kHz linkes Ohr. Insbesondere die beidseitige Verbesserung erstaunt uns sehr. Es stellt sich die Frage, ob es möglicherweise eine Art „Trainingseffekt“ gibt.

Abb.16 zeigt beim Vorher-/ Nachhervergleich der Gruppe 3 (Musiker 21-65J) 6 Differenzen, davon ebenfalls erstaunlicherweise 2 deutliche Verbesserungen: 8kHz rechtes und linkes Ohr. Genau die gleiche Beobachtung wie bei Abb.15. Die Frage nach dem „Trainingseffekt“ wird noch interessanter!

Standardaudiogramme (Musiker alt, schlechter hörend) im Vergleich "Vorher/Nachher" Probe

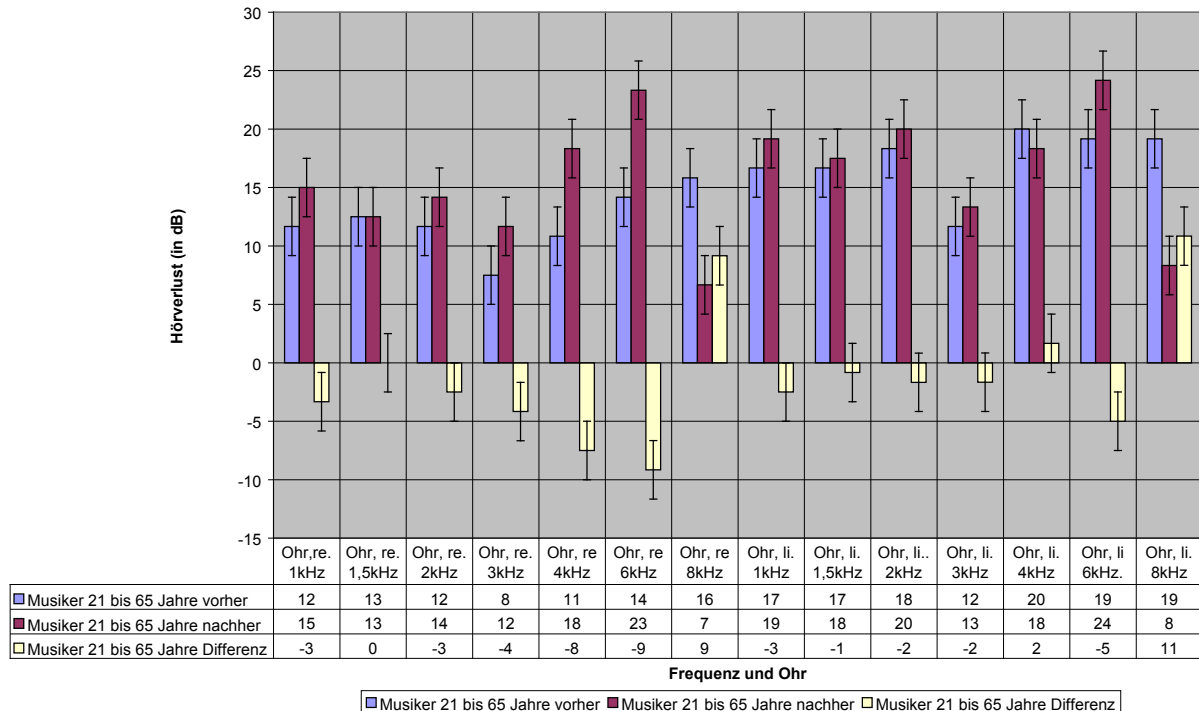


Abb.16: Standard-Audiogramme „Vorher/Nachher“ 21 bis 65 Jahre (Bewertung „1“) mit Differenzen

Auswertung des Fragebogens

Der von uns aufgestellte Fragebogen ist inhaltlich sehr umfangreich, da wir anfangs nicht genau wussten welche Sekundärinformationen wir im Laufe der Studie benötigen würden und bedingt durch die anonyme Datenerhebung eine spätere Ergänzung nicht möglich war. An dieser Stelle beschränken wir uns also auf die rele-

vanten Teile. Abb.17 zeigt die schlechten Erfahrungen der Musiker mit Gehörschutz, die mangelnde Akzeptanz und andererseits die hohe Zahl an Beschwerden nach der Probe. Interessanterweise ist der Anteil an bereits bekannten Hörschädigungen (z.B.: Tinnitus) bei den Bandmitgliedern und den Vergleichsprobanden nahezu gleich (ca. 24%). Das hatten wir keinesfalls erwartet!

Nr.	Frage aus dem Fragebogen	ja	%	nein	%
1.	Hast du dich über das Thema „Hörschäden bei Musikern“ schon einmal informiert?	16	55,17	13	44,83
2.	Wurde das Thema schon in deiner Band angesprochen?	11	37,93	18	62,07
3.1.	Sind bei dir Hörschäden bekannt? (Musiker) (vorwiegend Tinnitus)	7	24,14	22	75,86
3.2.	Sind bei dir Hörschäden bekannt? (Vergleichsgruppen) (vorwiegend Tinnitus)	17	23,94	54	76,06
4.	Hast du schon einmal mit einem Gehörschutz musiziert?	12	41,38	17	58,62
5.	Welche Erfahrungen hast du damit gemacht?	4x sehr gute, 2x sehr schlechte, Mittelwert: befriedigend			
6.	Konnten damit die angesprochenen Beeinträchtigungen des Gehörs reduziert werden?	im klaren Mittel: Gute Erfahrungen			
7.	Beeinträchtigt dich der Gehörschutz beim Musizieren, da du z.B. andere Instrumente nicht mehr richtig heraushören kannst?	im klaren Mittel: Schlechte Erfahrungen			
8.1.	Hältst du es für sinnvoll einen Hörschutz für die Zeit der Probe (und des Übens) einzuführen? (Musiker)	6	20,69	23	79,31
8.2.	Hältst du es für sinnvoll eine maximale Lautstärke bei Konzerten und Discos festzulegen? (Vergleichsgruppe)	44	61,97	27	38,03
9.	Welches Instrument empfindest du als unangenehm laut?	2x Saxophon, 2x Schlagzeug, 12x Trompete			
10.	Findest du die Pausenzeit ausreichend für die Regenerierung deines Gehörs?	im klaren Mittel: ist gut			
11.	Hattest du nach Proben Hörbeschwerden?	14	48,28	15	51,72
12.	Wenn ja, wie schnell sind diese Beeinträchtigungen verschwunden?	ca.20 min			

Abb.17: Auszug und Auswertung des Fragebogens

Abb.18 vergleicht die Standard-Audiogramme der Blasinstrumentengruppen nach der Probe. Am besten schneiden die Posaunen, vor den Trompeten und den

Saxophonen ab. Die tiefen Frequenzen sind allgmeiner schlechter, als die hohen. Das ist unerwartet. Die Werte für linkes und rechtes Ohr sind symmetrisch.

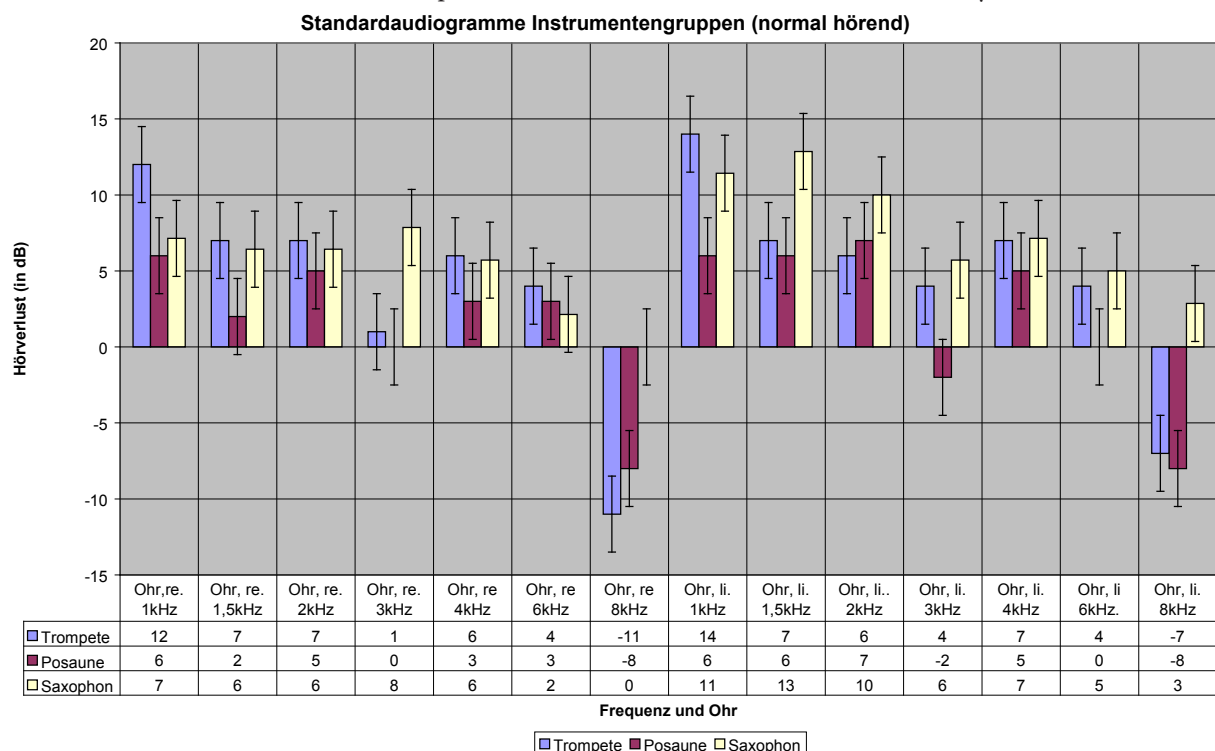


Abb.18: Standard-Audiogramm der Blasinstrumentengruppen (Bewertung „0“) nach der Probe

Diskussion

Betrachtung des Messfehlers

Zunächst einmal möchten wir auf die Bedeutung der Fehlerangaben hinweisen. Wir setzen für unsere Messungen zwei verschiedenartige Messgeräte ein. Das Schalldruckmessgerät liefert die Daten per Bus an einen PC, sodass wir hier keine Ablesefehler erwarten, sondern lediglich den gerätespezifischen Fehler. Bei dem Audiometer ist dies anders, hier werden halbautomatisch Werte auf ein Blatt aufgetragen und später abgelesen. Die Maßeinteilung wird innerhalb eines 10 dB Rasters auf 5 dB geschätzt, es liegt also ein vorrangig statistischer Fehler vor und nur ein kleiner systematischer. Durch die logarithmische Skala ist die Einbeziehung der Fehlerbereiche besonders wichtig!

Grundlegende Aufgabenstellung

Grundlegende Aufgabenstellung war die Beurteilung des Gefahrenpotentials bezüglich Hörschädigungen bei den Proben der Big-Bands unserer Schule. Laut Abb.17 hatten 48,28% der befragten Musiker diverse Hörbeschwerden, wie Pfeifen im Ohr, eingeschränktes Hörvermögen, etc., nach Proben. Dies sehen wir als Bekräftigung für die Notwendigkeit dieser Untersuchung. Wir erwarteten bei den Proben Schalldruckpegel weit über den zulässigen Werten, erhöhte Rate von Hörschädigungen bei Musikern, starke, reversible Hörbeeinträchtigungen nach Proben und eine hohe Akzeptanz von Gehörschutzlösungen.

Messung bei Proben

Im ersten Schritt ermittelten wir die Mittelungs- und Beurteilungspegel bei 4 Bandproben (Abb.1 u. 2). Wir ermittelten die Schalldruckpegel an 4 verschiedenen Stellen im Proberaum, bei den jeweiligen Instrumentengruppen (Abb.3, 4 u. 5), eine simultane Messung an den einzelnen Musikern wäre eine deutliche Verbesserung. Bezüglich des Grenzwertes hielten wir uns an die gültigen Vorschriften BGV B3 und die EN2003/10/EG in den gültigen Fassungen. Der dort vorgegebene maximale Beurteilungspegel (Abb.2) wurde dabei jeweils (zumindest mit dem oberen Fehlerwert) leicht überschritten. Dieser Beurteilungspegel kann einmal durch Verringerung des Mittelungspegels (was aber die Musik verfälschen würde und somit inakzeptabel ist), durch Verwendung von Gehörschutz bei den Musikern (was aber gemäß Abb.17 von 79,31% der befragten Musikern abgelehnt wird), oder aber durch Anpassung der Probedauer reduziert werden.

Nach Auswertung der Fragebögen (Abb.17) wird die Probedauer, die Pausenlänge und die Lautstärke von den Bandmitgliedern als angenehm und ausreichend angesehen. Da der Grenzpegel dabei nur leicht überschritten wurde, liegt der Verdacht nahe, dass die Musiker ein gewisses Gespür für ihre Belastbarkeit entwickeln, dies

ist ein Punkt für weitere Untersuchungen und soll so im Raum stehen bleiben.

Messung bei einem Life-Konzert

Die Lautstärke im Proberaum ist also geringer als wir annahmen. Wie verhält es sich aber bei einem Konzert? Hierzu machten wir mit (leider) geringem Aufwand Messungen bei dem Konzert „Benefiz für Kids“ in Rüsselsheim, wo mit einer leistungsfähigen Verstärkeranlage nebst Bühnenmonitoren beschallt wurde. Hier hatten wir einen Mittelungspegel von $109 \text{ dB(A)} \pm 2 \text{ dB}$ und einen Beurteilungspegel von $105 \text{ dB(A)} \pm 2 \text{ dB}$ (Abb.6), was weit über die zulässige Grenze geht!

Der Beurteilungspegel verteilt den Mittelungspegel, der ein äquivalenter Schalldruckpegel (Formel siehe oben) für einen abgeschlossenen Einzelzeitraum T_i ist, auf einen definierten Gesamtzeitraum T (in unserem Fall 8 Std.). Damit ist gemeint, dass Zeiten mit hohem Mittelungspegel (die Spitzenwerte dürfen dabei laut Vorschrift nicht über 140 dB(A) gehen) durch Zeiten mit niedrigem Mittelungspegel, gewissermaßen als Ruhezeiten, ausgeglichen werden. Wir erkennen die große Wichtigkeit von Lärm reduzierten Phasen!

Akustische Tagesabläufe

Hierzu errechneten wir modellhaft die „akustischen Abläufe“ eines Tages mit und ohne Probe (Abb.8). Den dazu notwendigen Mittelungspegel unserer Schule bestimmten wir durch Messungen an 5 typischen Stellen (Abb.7). Der Wert von $78 \text{ dB(A)} \pm 2 \text{ dB}$ ist erstaunlich hoch. Beim Tag ohne Probe lagen wir mit $74 \text{ dB(A)} \pm 2 \text{ dB}$ ($L_{\text{eq},24\text{h}}$ = äquivalenter Dauerschallpegel bezogen auf 24 Stunden) dicht beim präventivem Richtwert von 75 dB(A) und beim Probetag allerdings mit $81 \text{ dB(A)} \pm 2 \text{ dB}$ schon leicht über dem kritischen Toleranzwert von 80 dB(A) . Hier sind dringend Verbesserungen notwendig! Für die Freizeitgestaltung ist jeder selbst verantwortlich, es müsste aber intensiv aufgeklärt werden. Der Lärmpegel an unserer Schule ist dagegen das Resultat vieler verschiedener Komponenten. Angefangen von der zu lauten Schulklingel (101 dB(A)), baulichen Maßnahmen, bis hin zum Lärm der Schüler gibt es viele Ansatzpunkte zur Reduktion. **Wir meinen:** das Vermeiden von irreversiblen Hörschädigungen ist einige Mühe wert. **Es muss mehr Ruhezeit zur Regenerierung des Gehörs geben!**

Audiometrische Untersuchung

Die ermittelten Beurteilungspegel der Proben waren im Grenzbereich des von der EU vorgegebenen Höchstwertes von 85 dB(A) und daher seitens der behördlichen Vorgaben (mit Ausnahme der intensiven Bandprobe, die leicht darüber lag) unkritisch. Aber was bedeutet das in der Realität? Ist dieser vorgegebene Wert realistisch? Das konnten wir nur durch Messungen und Vergleich der Hörfähigkeiten, mittels der statistisch bestimmten Standard-Audiogramme, beantworten.

Vergleich der Gruppen (normal hörend)

Im direkten Vergleich erwarteten wir die Vergleichsgruppe bis 20 Jahre an erster Stelle gefolgt von Musikern bis 20J, Vergleichsgruppe 21-65J und Musiker 21-65J. Erstaunlicher Weise ist die letzte Gruppe in 10 von 14 Kategorien besser als die erste. Das Feld ist ziemlich dicht. Das linke Ohr ist etwas schlechter als das rechte. Das ist eine Beobachtung, die man weiterverfolgen sollte. Möglicherweise hängt das von der Spielweise des Instrumentes ab. Bei den Musikern bis 20 J normal hörend (Abb.12) gibt es wider Erwarten beim Vergleich „Vor und Nach“ der Probe kaum Unterschiede, bei den Musikern 21-65J normal hörend sieht es nicht viel anders aus, bei 8kHz haben wir sogar eine beidseitige Verbesserung!

Vergleich der Gruppen (geminderte Hörfähigkeit)

Das Standard-Audiogramm der jüngeren Gruppen (Abb.14) ist deutlich inhomogener als das der älteren. Spontane Erklärung könnte die altersbedingte Hörbeeinträchtigung sein. Da die Literatur hierfür Korrekturwerte anbietet ist eine weiterführende Untersuchung geplant. Bei beiden Gruppen zeigen sich Verbesserungen der Hörfähigkeit beim Vergleich „Vor und Nach“ der Probe, die wir so absolut nicht erwartet hatten und die wir uns momentan nur mit einer Art „Trainingseffekt“ des Gehöres erklären können. Insbesondere die Tatsache, dass dieser Effekt bei beiden Gruppen bei der gleichen Frequenz von 8kHz beidseitig auftritt, ist außerordentlich erstaunlich.

Wir haben also gezeigt, die gesetzliche Regelung ist realistisch angesetzt, die Musiker haben durch die Proben keine Verschlechterung der Hörfähigkeit erzielt. Es stellte sich nunmehr die Frage, wie unterscheiden sich die Hörfähigkeiten der einzelnen Instrumentengruppen?

Vergleich der Instrumentengruppen

Bei diesem Vergleich erwarteten wir bezüglich der Hörfähigkeit ein schlechtes Abschneiden der Posaunisten, da die Trompeten während der Probe hinter ihnen spielen und die Trompeten von der Mehrheit der Musiker (Abb.17) als besonders laut genannt wurden. Wie man in Abb.18 leicht sieht, liegen die Posaunisten bei der Hörfähigkeit nach der Probe leicht vor den Trompeten und den Saxophonen. Bass, Piano, Gitarre und Dirigent haben wir wegen der geringen Probandenzahl nicht berücksichtigt. Fazit: Die Sitzordnung unserer Bands haben keinen nennenswerten Einfluss auf die Beeinträchtigung des Hörvermögens durch eine Probe. Das erscheint uns auch erklärbar, da die Musiker länger alleine, als mit dem Orchester proben.

Laut Auswertung der Fragebögen haben viele Musiker nach der Probe Hörbeschwerden wie: Pfeifen, Druck oder Hörminderung, die nach einer Zeitspanne deutlich unter einer Stunde abklingen. Darüber hinaus klagen einige über permanente Hörschäden, wie z.B. Tinnitus, allerdings ist der prozentuale Anteil bei der

Vergleichsgruppe nahezu identisch, sodass diese Hörbeschwerden nicht auf das Musizieren zurückgeführt werden können. Mit den Abläufen der Proben sind die Musiker sehr zufrieden. Interessanterweise spricht sich die Mehrheit gegen die Verwendung von Gehörschutz aus. Sie geben aber auch an, nicht ausreichend über das Thema informiert zu sein und haben nur geringe Erfahrung im Umgang mit Gehörschutz für Musiker. Hier ist dringend Aufklärung, vor allem in praktischer Form nötig. Nach unserer Untersuchung kann durch lange und intensive Proben die Hörfähigkeit von Musikern beeinträchtigt werden, bei Konzerten ist diese Gefahr noch weit größer, insoweit haben wir unsere Arbeitshypothese bestätigt. Das Ausmaß ist allerdings – zumindest bei den Proben - geringer als angenommen. Da die Akzeptanz von Gehörschutz bei Musikern eher gering ist und die Lautstärke ein wichtiger Teil der künstlerischen Darbietung ist, sollte zumindest durch eine sinnvolle Zeitbegrenzung und Pausendauer, der akustische Beurteilungspegel unter dem Grenzwert gehalten werden. Darüber hinaus sollten die Musiker vor und nach der Probe **auf höhere Schalldruckpegel verzichten** um das Gehör zu regenerieren!

Um zukünftig die Musiker vor Gehörschädigungen zu schützen, muss der Beurteilungspegel reduziert und kontrolliert werden. Dazu gibt es zwei Ansätze:

1. **Der Mittelungspegel wird reduziert**, was durch die Verwendung eines geeigneten Gehörschutzes erreicht werden kann. Hierzu sind umfangreiche Informationen notwendig. Eine Sichtung der angebotenen Systeme und Erfahrungsaustausch mit anderen Musikern ist sinnvoll.
2. **Die Probe wird organisatorisch hinsichtlich der zeitlichen Abläufe optimiert**, das heißt die effektive Wirkdauer der hohen Schalldruckpegel muss angepasst werden, was durch eine Messeinrichtung zur Ermittlung des Beurteilungspegels im Proberaum erwirkt werden kann.
3. **Optimierung der Raumakustik** im Proberaum

Wir sehen verschiedene Möglichkeiten die Arbeit fortzuführen. Einmal wollen wir die ermittelten Grundlagenwerte durch bessere Ausrüstung (z.B. Mehrkanalmessgeräte) und durch mehr Probanden und Vergleichsmessungen verfeinern. Zum Anderen liegt ein großes Potential im Finden von Lösungen zur Kontrolle des Beurteilungspegels, in der Sensibilisierung der Musiker und natürlich in der Auswertung bisher nicht berücksichtigter Informationen aus den Fragebögen.

Auf die Frage „Hören Musiker wirklich schlechter?“, **müssen wir antworten**, sie hören ähnlich gut wie Nicht-Musiker, aber es ist ein Gefahrenpotenzial eindeutig vorhanden, das es abzuwenden gilt. Es liegt anscheinend daran, dass die Proben unbewusst von den Musikern gut dosiert werden und die vorgegebenen Grenzwerte des Schalldrucks nicht wesentlich überschritten werden.

Kurzfassung

Mit unserer Untersuchung „Hören Musiker wirklich schlechter?“ wollen wir das Gefahrenpotential bezüglich der Hörfähigkeit von Big-Band-Musikern durch hohe Schallpegel bei Orchesterproben analysieren.

Hierzu ermittelten wir Mittelungs- und Beurteilungspegel gemäß der aktuellen Vorschriften bei 4 Bandproben und bei einem Live-Konzert mit PA-Beschallung. Die Werte der Proben waren hart an der Grenze, die des Konzerts dagegen weit darüber. Maßnahmen zum Schutze der Musiker sind also notwendig.

Für eine umfassende Beurteilung untersuchten wir die Tageslärmbelastung eines Schülers für einen Tag ohne und einen mit Probe. Hier ermittelten wir hohe Pegel. Ohne Probe lag der äquivalente Dauerschallpegel (bezogen auf 24 Stunden) dicht beim präventivem Richtwert und beim Probetag allerdings schon leicht über dem kritischen Toleranzwert! Daher ist eine Reduzierung, z.B. durch Verzicht auf Ohrhörer und laute Freizeitbeschäftigungen, sehr empfehlenswert. Ausgesprochene Ruhezeiten sind kaum vorhanden, die Lärmbelastung in der Schule ist ebenfalls sehr hoch. Wir regen eine intensive Diskussion der Beteiligten zur Lärminderung an und werden weitere Messungen durchführen.

Mittels sogenannter Audiogramme, eine schematische Messung der Hörfähigkeit bei verschiedenen Frequenzen an beiden Ohren, ermittelten wir den Zustand des Gehöres von 100 Probanden, die wir in 4 Gruppen unterteilen: Musiker 10 bis 20 Jahre alt, Musiker 21 bis 65 Jahre alt und jeweils dazu eine Vergleichsgruppe mit Personen die nicht Mitglieder der Schulbands sind. Die Musiker audiometrierten wir jeweils vor und nach der Probe, die Vergleichsprobanden natürlich nur einmal. Die Resultate verglichen wir untereinander mittels statistisch ermittelter Standard-Audiogramme, die jeweils die Hörfähigkeit einer speziellen Gruppe repräsentierten. Darüber hinaus untersuchten wir alle Personen mit erkennbar vorheriger Hörminderung (über 20 dB(A) geringere Hörfähigkeit bei mindestes einer Frequenz) separat, um repräsentative Standard-Audiogramme zu erhalten.

Zusätzlich füllte jeder Proband einen anonymisierten Fragebogen bezüglich seines Umfeldes, seiner Hörge-

wohnheiten, Vorschäden des Gehörs und musikalischer Parameter aus. Die Daten wurden mittels einer Datenbank statistisch ausgewertet, die gewonnenen Werte flossen teilweise in die Untersuchung ein, die restlichen dienen weiterführenden Untersuchungen.

Aus den Vergleichen kann man keine nennenswerten Unterschiede bei den Musikern vor und nach der Probe feststellen. Ebenso zeigt der Vergleich mit den Nicht-Musikern keine Auffälligkeiten. Bei den Probanden mit vorab geminderter Hörfähigkeit ermittelten wir sogar eine Verbesserung der Hörfähigkeit im oberen Frequenzbereich auf beiden Ohren, was wir uns zur Zeit nicht erklären können.

Die Messungen an den Probanden zeigen, dass der über die EU vorgegebene Wert des maximalen Beurteilungspegels sinnvoll angesetzt ist. Obwohl die Probelautstärken im Grenzbereich waren, wurden keine nennenswerten Hörbeeinträchtigungen festgestellt.

Da der Beurteilungspegel sowohl von der Lautstärke, also dem Mittelungspegel und der Zeitdauer, in der dieser Mittelungspegel wirkt, abhängt, müssen bei den Proben und Auftritten auch beide Parameter berücksichtigt werden, was durch eine entsprechende Messanordnung überprüft und geregelt werden kann. Durch Verwendung von Gehörschutz und baulichen Veränderungen zur raumakustischen Optimierung können die Schalldruckpegel drastisch reduziert werden.

Weil die Musiker gemäß Auswertung der Fragebögen nur sehr unzureichend von diesen Themen informiert sind und die Notwendigkeit des Gehörschutzes abstreiten, sowie von einer Beeinträchtigung der künstlerischen Darbietung ausgehen, besteht ein großer Informationsbedarf.

Unsere Arbeitshypothese: **„Das Hörvermögen von Musikern unserer Big-Bands wird bei den Orchesterproben ohne ausreichenden Gehörschutz beeinträchtigt“**, hat sich so nicht bestätigt, obwohl die gemessenen Schallpegel der Proben hart an der vorgeschriebenen Grenze lagen. Der Mangel an Ruhezeiten zur Reduktion des äquivalenten Dauerschallpegels verschlechtert die Situation und es sollte jeder Musiker für mehr persönlichen Ausgleich und Schutz sorgen. **Dazu ist ausführliche Information und Sensibilisierung für das Gefahrenpotential notwendig!**

Neuigkeiten

Zwischenzeitlich konnten wir an unserem Projekt weiterarbeiten und dabei die – durch kritische Betrachtungen - gewonnenen Erkenntnisse einfließen lassen. Auf Grund der guten Platzierung erlangten wir öffentliches Interesse und erhielten wichtige Unterstützung. Insbesondere unserer Schule, stellvertretend für viele Einzelpersonen, als auch deren Förderverein möchten wir herzlich für die fürsorgliche Hilfe und die Finanzierung des dringend benötigten Dosimeters danken!

Kritische Auseinandersetzung – Weiterführung:

1. Die *Verteilung der Probanden* innerhalb der Gruppen war nicht optimal, insbesondere sollten weitere Musiker, vor allem ältere, untersucht werden. Da die schulinterne Big Band bereits nahezu komplett audiometriert und befragt wurde, wendeten wir uns an die HR-Big Band bezüglich neuer Probanden. Leider war eine Zusammenarbeit in den letzten Monaten auf Grund von CD-Aufnahmen der Band nicht möglich. Die Ausweitung der Messungen auf nichtschulische Bands ist ein nächster Schritt. Die Stärke der 4 Gruppen wurde in den letzten Wochen angepasst. Wir haben nun vollständig die schulinternen Big Bands vermessen.

Die gewonnenen Ergebnisse unterstützen die ursprünglichen Resultate und bestätigen unsere Messungen.

2. *Verbesserung/Vereinfachung der Messmethode* durch Einsatz eines „akustischen Dosimeters“ (Abb.19): Zunächst hofften wir darauf, dass die Fachhochschule uns ein solches Gerät ausleihen kann. Leider war dem nicht so, wir fragten bei dem „Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie“ und bei dem „Akustischen Labor“ von Opel nach: Leider ohne Erfolg. Keiner Institution war es möglich, uns ein Dosimeter auszuleihen. Wir überzeugten unsere Schule von der Notwendigkeit des Kaufs. Die neuen Messergebnisse (mit dem Dosimeter) zeigen deutliche Tendenzen von Beurteilungspegeln jenseits 85 dB. Insbesondere fiel der schnelle Anstieg der Dosis bei den Posaunengruppen während Trompetensolos auf. Wie die ursprüngliche Messungen

Was geschah nach der vergangenen Präsentation?

zeigten, sind Posaunisten verstärkt gefährdet. Der Dosiswert stieg in 30 Minuten um circa 70% an. Die Messungen mit dem Dosimeter können in Ohrnähe durchgeführt werden und stellen somit eine direkte Verbesserung der Messmethodik dar. Abb.20 zeigt das Messprotokoll aller Messbänke (E1-E5). Auffällig ist, dass der Dirigent (Nr. 9 und 14) mit 88 dB(A) erwartungsgemäß hoher Lärmbelastung ausgesetzt ist, doch Posaunisten (Nr.

5) und Saxophonisten (Nr. 10) über diesem Pegel liegen. Werte von nahezu 91 dB(A) zeigen erneut:

Es besteht die Gefahr von Hörminderungen, es muss dringend an Lösungen gearbeitet werden!

3. *Ausweitung der Messungen auf Schüler und Lehrer:* Bei Lehrern

ist die Ansicht, dass die Schule extrem laut sei, stark manifestiert. Uns interessierte die tatsächliche Lärmbelastung von Schülern (Abb.20 orange unterlegt) als auch von Lehrern (grün). In mehreren ausgedehnten Informationsveranstaltungen gewannen wir hierzu Probanden. Erstaunt hat uns die Tatsache: Lehrer sind einer geringeren täglichen Lärmbelastung ausgesetzt als Schüler (Nr. 1 und 14). Wie ist das erklärbar? Lehrer sind im Unterricht hohen Pegeln ausgesetzt, die aber im Vergleich mit dem Pausenhof und dem Bistro, hier befinden sich die Schüler in Pausen, eher in den Hintergrund treten. Die Dosis steigt während eines Aufenthalts im Bistro erschreckend schnell in die Höhe. Die gegen die Erwartung sprechenden Werte lassen sich erklären. Oberstufenschüler haben ihren eigenen Trakt mit Pausenhof. Der Schulalltag mit Pausen ist meist leiser. Die Kursstärke im Vergleich zu einer 10. Klasse (26

ist mit 16 Schülern gering. Aus Gründen von Klausuren und dem Abitur waren die Messmöglichkeiten begrenzt. Es sollte ein repräsentativer Tag vermessen werden, das ist bei Klausuren von bis zu 4 Stunden nicht der Fall. In Abb.20 fällt Messreihe Nr. 8 unangenehm auf: Besuch eines Rockkonzerts. Über 5416% der maximalen Lärmbelastung lassen an Hörminderungen wenig Zweifel offen. Dennoch zeigen sich bei diesem Probanden, der auch in der Big Band spielt, keine nennenswerten Hörminderungen. **Das Ohr muss eine unheimliche Regenerationsfähigkeit haben, die aber auch Grenzen kennt.** Es zeichnet sich ab, bei regelmäßigen Besuch von solchen Konzerten sind nicht nur Musiker gefährdet. Auch bei Zuhörern muss gründlich informiert und sensibilisiert werden. Die Gefahr lässt sich nicht ignorieren!



Abb.19: Dosimeter PCE-355 mit Mikrofon

Nr.	Bank	Datum	Start	Ende	Dauer (h)	Dosis (%)	TWA	über 115dB	Proband	Funktion	Messart
1	E1	10.03.08	07:47	13:26	05:39	54,71	82,4	Ja	Torben Friedrich	Schüler	Schultag
2	E2	11.03.08	07:51	13:09	05:18	198,9	88,0	Ja	Torben Friedrich	Schüler	Schultag
3	E3	12.03.08	07:47	13:18	05:31	18,44	77,7	Nein	Lucas Hamann	Schüler	Schultag
4	E4	19.03.08	07:51	15:54	08:03	37,91	80,8	Nein	Lucas Hamann	Schüler	Schultag
5	E5	19.03.08	15:55	20:34	04:39	514,7	92,1	Nein	Torben Friedrich	Posaunist	Probe
6	E4	16.04.08	16:09	18:51	02:42	209,6	88,2	Nein	Simon Matthes	Trompeter	Probe
7	E5	17.04.08	06:43	13:15	06:32	57,58	82,6	Ja	Luca Friedrich	Schüler	Schultag
8	E1	18.04.08	21:43	00:02	02:19	5416	102,3	Ja	Torben Friedrich	Konzert-Besucher	Rock-Konzert
9	E2	19.04.08	09:58	16:22	06:24	311,3	89,9	Nein	Jens Hunstein	Dirigent	Probe
10	E3	23.04.08	16:11	21:00	04:49	711,8	93,5	Nein	Mona Lösel	Saxophonistin	Probe
11	E1	25.04.08	07:49	21:29	14:20	132,8	86,2	Ja	Christian Drischler	Schüler	Schultag
12	E2	29.04.08	07:28	13:32	06:04	6,45	73,1	Nein	Herr Benz	(Physik-) Lehrer	Schultag
13	E3	30.04.08	07:48	14:55	07:07	13,99	76,5	Nein	Herr Pisch	(Physik-) Lehrer	Schultag
14	E5	30.04.08	16:11	18:56	02:45	216	88,3	Nein	Jens Hunstein	Dirigent	Probe
15	E4	07.05.08	07:04	13:14	06:10	10,51	75,2	Nein	Jan Friedrich	Schüler	Schultag
16	E1	09.05.08	07:54	13:20	05:26	42,79	81,3	Ja	Herr Martini	(Musik-) Lehrer	Schultag
17	E2	09.05.08	18:12	19:45	01:33	115,5	85,6	Nein	Torben Friedrich	Posaunist	Probe
18	E3	14.05.08	07:58	13:16	05:18	0,87	64,4	Nein	Frau Krämer	(Deutsch-) Lehrerin	Schultag
19	E4	14.05.08	15:53	18:56	03:03	78,53	84,0	Nein	Fritz Röder	Gitarrist	Probe
20	E5	15.05.08	09:34	22:02	12:27	2,79	69,5	Nein	Christian Drischler	Schüler	(Schul-)Tag

Abb.20: Messprotokoll aller Messreihen des Dosimeters (Toleranz: $\pm 1,5$ dB)
Farberklärung: Schüler (orange), Lehrer (grün), Musiker (blau), Sonstiges (rot)
Bezeichnungen: Bank (Messreihen E1-E5), Dauer (Exposure Time h), Dosis (Lärm dosis in %, 100% entsprechen 85 dB(A) Beurteilungspegel auf 8 Stunden), TWA (Beurteilungspegel in dB(A) bezogen auf 8 Stunden), über 115 dB (Spitzenpegel von mehr als 115 dB vorhanden?)
Peaks von mehr als 140 dB konnten bei keiner Messreihe gemessen werden.

Maßnahmen

Die ursprünglichen Messergebnisse zeigen es, die nachfolgenden bestätigen es: Musiker sind der Gefahr von Hörminderungen ausgesetzt. Die Pegel während Proben sind grenzwertig. Zusätzliche Diskotheken- oder Konzertbesuche trüben dieses Bild weiter. Welche Maßnahmen können für Musiker getroffen werden, welche sind technisch umsetzbar und erzielen sie überhaupt eine Verbesserung? Das sind die Fragen, die uns interessieren. **Unsere Arbeit wird zunehmend praktischer.** Die Qualität der Maßnahmen bewerten wir an Hand zweier Kriterien: Erstens die Wirksamkeit, zweitens die Akzeptanz unter den Musikern. Beide bedingen zusammen den Erfolg oder Misserfolg!

Mögliche Maßnahmen und deren Wirkung:

1. Die *Lärmbelastung muss optimiert* werden. Zum einen kann dies durch eine kürzere Probezeit, zum anderen durch leiseres Spielen erreicht werden. Es ist schwer die Musikinstrumente leiser zu spielen, so dass die vollständige Band leiser spielt. Es zeigt sich, dass Musiker schnell wieder in ihre alte Lautstärke verfallen. Die Probezeiten zu verkürzen, stieß auf einige Konflikte. Die Bandmitglieder spielen gerne Musik, sie möchten so lange wie irgend möglich zusammen spielen. Auch stehen Auftritte bevor, die ausgedehnte Probewochenenden erfordern. Die Probezeit zu verkürzen, scheint keine auf Dauer umsetzbare Maßnahme zu sein. Gleichwohl kann aber die Lärmbelastung bezogen auf 24 Stunden gesenkt werden. Längere Ruhephasen für das Gehör und der Verzicht von Konzert-, Diskobesuchen an Probetagen schonen und entlasten das Gehör. **Die Musiker müssen sensibilisiert werden.** Wir veranstalteten mehrere Informationsveranstaltungen, in denen wir Musiker, aber auch Nichtmusiker, auf die Gefahr aufmerksam machten. **Das subjektive Lärmempfinden kann durch gezielten Vergleich mit dem Dosimeter geschult werden.** In diesem Sektor sehen wir hohes Potenzial.
2. Der Trompetenschall gelangt direkt in das Ohr der Posaunisten: Die *Abstände der Musiker* untereinander und zwischen den Instrumentengruppen kann vergrößert werden. Während der Proben versuchen die Musiker gleiche Sitzpositionen wie bei Konzerten einzunehmen. Bei Konzerten ist auf der Bühne wenig Platz. Wie auf der Titelseite gezeigt, ist man bedacht, den Zusammenhalt der Band durch örtliche Nähe auszudrücken. Auch teilte uns der Dirigent mit, dass durch größere Abstände das Dirigieren und der Bandüberblick leiden. Obwohl Musiker dieser Maßnahme etwas skeptisch gegenüberstehen, konnte gezeigt werden, dass dadurch der Schall besser verteilt wird. Man muss einen Kompromiss zwischen „Bandoptimum“ und Abstand der Musiker finden. Auf jeden Fall sollte der Abstand von den Instrumentengruppen weitestgehend vergrößert werden.
3. Für einige Blasinstrumente gibt es sogenannte *Schalldämpfer*, das sind gelöcherte Platten, die man vor den Trichter des Instruments montiert. Vergleichsmessungen an einer Posaune zeigten, die Lärmbelastung wurde nicht maßgeblich verkleinert. Rücksprachen mit der Bundeswehr ergaben, dass diese Platten wohl mehrere Dezimeter dick sein müssten. Auf Grund des Gewichts und des Aussehens solcher Platten stören sie den Musiker erheblich. Schalldämpfer sind keine akzeptable Präventivmaßnahme.
4. *Gehörschutz* ist mit die naheliegendste Maßnahme. Der Fragebogen ergab, dass Musiker jedoch gerne auf Gehörschutz verzichten. Er sei unkomfortabel. Außerdem könne man sich untereinander schlechter heraushören. Dieses gegenseitige Aufeinanderhören hat in einer Big Band hohe Bedeutung. Der Musiker achtet auf andere Instrumente und passt dadurch seine Spielweise in Dynamik und Rhythmus an. Gehörschutz störe diesen Prozess. Vergleichsmessungen, ergaben, dass Musiker mit Gehörschutz gar lauter spielen. Sie hören andere aber vor allem sich selbst „anders“. Aus diesen Gründen wird Gehörschutz von Musikern nicht als dauerhafte Maßnahme angesehen.
5. Die *Optimierung der Raumakustik* ist eine umfangreiche und komplizierte Maßnahme zur Reduktion des indirekten Schallanteiles. Es erfordert viel Erfahrung und Kompetenz, um tatsächliche Verbesserungen zu erzielen. Besondere Schallschutzmaterialien können in den Proberaum eingebaut werden. Darin sehen wir eine Möglichkeit zum Schutz der Musiker. Allerdings sind solche Materialien teuer, so dass man schnell finanzielle Grenzen der Schule erreicht. Dennoch sind wir bei der Ausarbeitung wirksamer Materialien.
6. *Schallschutzwände*, meist aus Plastik, werden oft als Schallschutzmaßnahme betrachtet. Unsere Messungen ergaben, dass die Lärmbelastung der Musiker dadurch aber deutlich zunimmt. Solche Wände absorbieren den Schall nicht vollständig, sie reflektieren ihn. Somit ist der Musiker durch den eigenen Schall und durch den reflektierten deutlich einer höheren Lärmdosis ausgesetzt, als ohne Wand.
7. Mit Hilfe des *Dosimeters* konnten wir mehrere Musiker während Proben vermessen, ohne, dass sie sich gestört fühlten. Die Prozentangabe der maximalen Lärmbelastung gibt dem Musiker ein gutes Mittel zur Selbstbeurteilung und Regulierung seiner persönlichen Lärmbelastung an die Hand. Dadurch kann auch die Einzelprobe zu Hause überprüft werden. Prozentangaben sind für den Musiker, aussagekräftiger als der Beurteilungspegel. 100% zeigen ihm, es ist besser aufzuhören, hingegen 85 dB(A) sind für ihn nur eine Zahl. Obwohl beide Angaben dasgleiche ausdrücken! Die Anschaffung weiterer Dosimeter ist notwendig.

Wir listeten sieben denkbare Präventivmaßnahmen zum Schutz des Musikers auf. Dabei scheiterten einige an der mangelnden Akzeptanz unter den Musikern. Sie sind an ihrer Musik fixiert, selbst unter Aufopferung und Selbstkasteiung. Die Aufnahmebereitschaft von Musikern bezüglich Hörminderungen ist gering. Für sie zählt die Band und der erfolgreiche Auftritt. Etwaige Schäden, die durch die eigene Musik auftreten können, werden bedenkenlos in Kauf genommen. Aus diesem Grund ist die Sensibilisierung von Musikern mehr als schwierig. Man muss auch die Position der Bandmitglieder betrachten. Es sind Hobbymusiker, teilweise sogar noch Schüler. Sie verdienen damit nicht, wie kommerzielle Profimusiker, ihren Unterhalt. Dass sie sich in diesem Alter der Gefahr von Hörminderungen aussetzen, hat negativen Einfluss auf ihre Zukunft. Nicht alle Musiker werden später tatsächlich Vollmusiker. **Ist das Gehör einmal geschädigt, gibt es keine Heilungsmöglichkeit.** Man vermisst erst etwas, wenn man es nicht mehr hat!

Trotz dieser Sturheit freuen wir uns, in dem Dosimeter eine akzeptierte Präventivmaßnahme gefunden zu haben. Musiker stört dieses kleine Messgerät beim Spielen nicht. Es wird somit auch nicht gleich kategorisch ausgeschlossen. Musiker nutzen tatsächlich dieses Gerät und orientieren ihre Lärmbelastung an dem Prozentwert. Sie sind froh, dass die Einweisung für die fach-

gerechte Benutzung des Gerätes kurz und unkompliziert ist. Der Fakt, dass die Lärmbelastung schnell auf 100% steigt, vermittelt dem Musiker direkt, es besteht wirklich eine Gefahr. Dieses persönliche Erlebnis haftet mehr, als jede Informationsveranstaltung. Dennoch wird für eine Konzertvorbereitung gerne die 100%-Grenze überschritten. **„Der Zweck heiligt die Mittel“**, so wurde uns mitgeteilt. An dieser Stelle müssen wir weiter sensibilisieren und informieren. Hörminderungen treten nicht nur bei normalen Proben auf.

Die Messmöglichkeiten mit einem einzigen Dosimeter ist nicht optimal. Vielmehr müsste jeder Musiker ein solches Gerät besitzen und einsetzen. **Die Ausstattung aller Musiker mit Dosimeter** und zusätzlichen Informationen über Gehörschäden ist unsere Empfehlung. Der hohe Preis des Dosimeters erscheint dies zu erschweren. Doch Gesundheit und Lebensqualität sind mehr Wert als Geld, für Heute und auch für Morgen, für junge und auch für ältere Musiker. **Hörminderungen schränken die Lebensqualität drastisch ein**, dessen muss man sich bewusst sein!

„[...] nur meine Ohren, die sausen [...] fort. Ich kann sagen, ich bringe mein Leben elend zu; seit zwei Jahren fast meide ich alle Gesellschaften, weil's mir nun nicht möglich ist, den Leuten zu sagen: ich bin taub.“

(Ludwig van Beethoven, 1770-1827)

Anhang



Bild 1: Audiometer Philips HP8745/01



Bild 2: Messmikrofon mit Anschluss an CESVA



Bild 3: Trompetengruppe



Bild 4: Posaunengruppe



Bild 5: Schalldruckpegelmessgerät CESVA SC310



Bild 6: Saxophongruppe



Bild 7: Sitzverteilung der vollständigen Band