

# Gefahren für Freizeitmusiker – Teil I

## Messtechnische Analysen von Schallimmissionen im Amateurochester

Mario PENZKOFER, Florian FINÉ, Karsten KLUTH

*Fachgebiet für Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Universität Siegen  
Paul-Bonatz-Str. 9-11, D-57068 Siegen*

**Kurzfassung:** In Deutschland gibt es mehr als eine halbe Millionen Freizeitmusiker, denen größtenteils kaum bewusst ist, welchen Gefahren ihr Gehör bei jeder Probe und jedem Auftritt ausgesetzt ist. Mit dem Ziel, die Musiker dahingehend zu sensibilisieren, mögliche Schutzmaßnahmen (Tragen von Gehörschutz, leiseres Spielen etc.) in Betracht zu ziehen, wurden mehrere Schallimmissionsmessungen während der Proben eines sinfonischen Freizeit-Blasorchesters durchgeführt. Die Ergebnisse belegen, dass auch im Amateurbereich Schallpegel von bis zu 117 dB(A) erreicht werden können, woraus sich bei einer durchschnittlichen Probendauer von zwei Stunden äquivalente Dauerschallpegel von mehr als 92 dB(A) ergeben. Eine zusätzlich erstellte Lärmtopographie zeigte weiterhin, dass diese hohen Schallpegel an allen Plätzen im Orchester erreicht wurden.

**Schlüsselwörter:** Lärm, Schallimmissionen, Orchester, Lärmtopographie, Gehörgefährdung, Tages-Lärmexpositionspegel

### 1. Einleitung

Musik wird generell als angenehm empfunden und muss auch manchmal laut sein, um ihre Wirkung entsprechend entfalten zu können (vgl. Pangert & Loock, 2004). Vor allem orchestrale Musik ist im Laufe der letzten Jahrhunderte immer lauter geworden. Um auch auf großen Bühnen bestehen zu können, entwickelten sich die Instrumentenkonstruktionen so, dass sie für größere Räume und Bühnen geeigneter wurden. Blech- und Holzblasinstrumente wurden schwerer und gleichzeitig lauter, Schlagzeuger benutzen größere Trommeln und Becken. Streicher wechselten von Darmsaiten zu Metallsaiten, damit sie unter den anderen Instrumenten hörbar blieben (vgl. BAuA, 2010). Diese Tatsache birgt allerdings durchaus Gefahren. Schwerhörigkeit ist unter Musikern die häufigste Berufskrankheit (Lenzen-Schulte, 2014). Ebenfalls können Tinnitus und wohl auch zeitweilige Hörschwellen-verschiebungen (TTS) auftreten. Letztere klingen zwar im Normalfall nach einigen Stunden Ruhe wieder ab, Schallereignisse werden aber lebenslang vom Körper aufsummiert (Pangert & Loock, 2004). In verschiedensten Untersuchungen von u.a. Haider & Groll-Knapp (1981), Billeter & Hohmann (2001) oder Jansson & Karlsson (1983) konnten Schallpegel während Orchesterproben und Aufführungen sowie auch bei Einzelübungen ermittelt werden, welche die unteren (80 dB(A) bzw. 135 dB(C)) und oberen Auslösewerte (85 dB(A) bzw. 137 dB(C)) der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV, 2007) für den Tages-Lärm-expositionspegel  $L_{EX,8h}$  bzw. den Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  überschritten. Der  $L_{EX,8h}$  stellt dabei einen über die Zeit gemittelten und auf eine Achtstundenschicht bezogenen Lärmexpositionspegel dar. Bei einer Überschreitung

der unteren Auslösewerte muss der Arbeitgeber Gehörschutz bereitstellen und die Mitarbeiter, die zudem Anspruch auf vorbeugende audiometrische Untersuchungen haben, informieren und unterweisen. Wird einer der oberen Auslösewerte überschritten, muss der Lärmbereich gekennzeichnet und ein Lärminderungsprogramm erstellt werden. Die Beschäftigten sind zudem verpflichtet Gehörschutz zu tragen und besitzen weiterhin Anspruch auf betriebsärztliche Untersuchungen. Allerdings wurde auch der in der Richtlinie 2003/10/EG angegebene und explizit auch auf Arbeitnehmer im Musik- und Unterhaltungssektor bezogene Tages-Lärmexpositionsgrenzwert von 87 dB(A) übertroffen, was zu einem unverzüglichen Ergreifen von Maßnahmen führen sollte. Dementsprechend sollten also auch professionelle Musiker, deren Anzahl in Deutschland im Jahr 2009 auf ca. 120.000 beziffert werden konnte (Lenzen-Schulte, 2009), einen Schutz vor zu hohen Schallpegeln erfahren, sei es durch technische (z.B. Verbesserung der Raumakustik, Abschirmung mit Plexiglaswänden), organisatorische (z.B. Gestaltung von Dienstplänen, Veränderung der Orchesteraufstellung) oder persönliche Maßnahmen (z.B. Gehörschutz; siehe hierzu auch Palonen et al., 2001; Oberdanner et al., 2002; Brockt, 2004). Zur weiteren Aufklärung professioneller Musiker darüber, welche gesundheitlichen Probleme bei langjährigem Musizieren auftreten können, existieren ebenfalls auch aktuelle Studien bspw. von Schink et al. (2014) oder Jansen et al. (2009).

Die mehr als 500.000 Freizeitmusiker in Deutschland, die natürlich nicht von den genannten Verordnungen berücksichtigt werden, sind sich hingegen kaum bereits über die Gefahren hoher Schallpegel bei regelmäßigen Orchesterproben bewusst. Verstärkt wird diese Problematik zusätzlich dadurch, dass solche Proben nur in den seltensten Fällen in Räumlichkeiten stattfinden, die der Orchestergröße auch angepasst sind. Beengte Platzverhältnisse verringern aber die Abstände zwischen den Ohren und dem Nachbarinstrument, wodurch der Lärmpegel – ausgelöst durch einen erhöhten Direktschall – zusätzlich ansteigt (u.a. Lorenz-Kierakiewitz et al., 2011).

## **2. Methodik**

Um dieses Defizit aufzuarbeiten und Freizeitmusiker, deren wöchentliche Spielzeit durchaus auch bis zu 20 Stunden betragen kann (siehe hierzu Finé et al., 2015), über mögliche Risiken aufzuklären und sie gleichzeitig auch für Schutzmaßnahmen zu sensibilisieren, wurden Schallimmissionen während verschiedener Proben eines sinfonischen Amateurblasorchesters gemessen. Weiterhin wurden stichprobenartig Audiometrien zur Feststellung von Hörschwellenverschiebungen bei ausgewählten Musikern durchgeführt. Zusätzlich sollte eine subjektive Befragung zum einen u.a. das persönliche Empfinden der Musiker während der Proben und darüber hinaus auch ihren Kenntnisstand über mögliche Gefahren und Schutzmöglichkeiten abbilden. Die Ergebnisse zur Audiometrie und zur subjektiven Befragungen können Finé et al. (2015) entnommen werden.

Zur Messung der Schallimmissionen kam der Schallpegelmesser XL2 der Firma NTi Audio zum Einsatz. Mit dem zugehörigen Mikrophon übertrifft der XL2 die Genauigkeitsklasse 1 der IEC 61672-1 (2002).

Da diese Studie zunächst nur einen Pilotcharakter darstellen sollte, wurden bislang insgesamt lediglich zehn Schallpegelmessungen während der Orchesterproben durchgeführt. Hierbei wurde allerdings versucht, verschiedene

Einflussgrößen zu berücksichtigen. So wurde nicht nur die Position des Schallpegelmessers variiert, um möglichst alle Instrumentengruppen zu erfassen, sondern auch in unterschiedlichen Probenräumen gemessen. Da die einzelnen Messergebnisse bekanntermaßen auch vom jeweils gespielten Werk und seiner individuellen Interpretation abhängen (u.a. Brusis, 2010), wurde auch hier versucht, ein möglichst großes Spektrum von Klassik bis Moderne in verschiedenen Kompositionen abzudecken.

Da die gesamte Probe als Wave-Audiodatei aufgenommen wurde, war es weiterhin nicht nur möglich eine Zeitstudie zu erstellen, sondern auch den gesamten Probenablauf nachzuvollziehen. Bei der späteren Analyse der Schallpegel ermöglichte das die Feststellung von Zeitpunkten besonders hoher Schallexpositionen und damit auch die Verbindung zum jeweils gespielten Werk bzw. dessen Abschnitt (Takt) sowie zur am stärksten beteiligten Instrumentengruppe.

### 3. Ergebnisse der Schallimmissionsmessungen

In Tabelle 1 sind die Messwerte dargestellt, die während der zehn Orchesterproben ermittelt werden konnten. Angegeben sind jeweils der Probenraum, der Messpunkt und die Messdauer sowie verschiedene Schallpegel.  $L_{AFmax}$  beschreibt dabei den A-bewerteten und mit dem Zeitfaktor „Fast“ versehenen Maximalschalldruckpegel der gesamten Messung. Der Wert  $L_{Aeq}$  gibt den A-bewerteten und über die Messzeit gemittelten äquivalenten Dauerschallpegel nach DIN 45641 (1990) an. Der C-bewertete Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  entspricht dem absoluten Spitzenwert (Scheitelwert) des Schalldrucks eines Schallimpulses und dient als Maß für die mechanische Gehörbelastung durch ein einzelnes Schallereignis (Maue, 2009).

**Tabelle 1:** Übersicht über die ermittelten Schallpegel während der Messungen

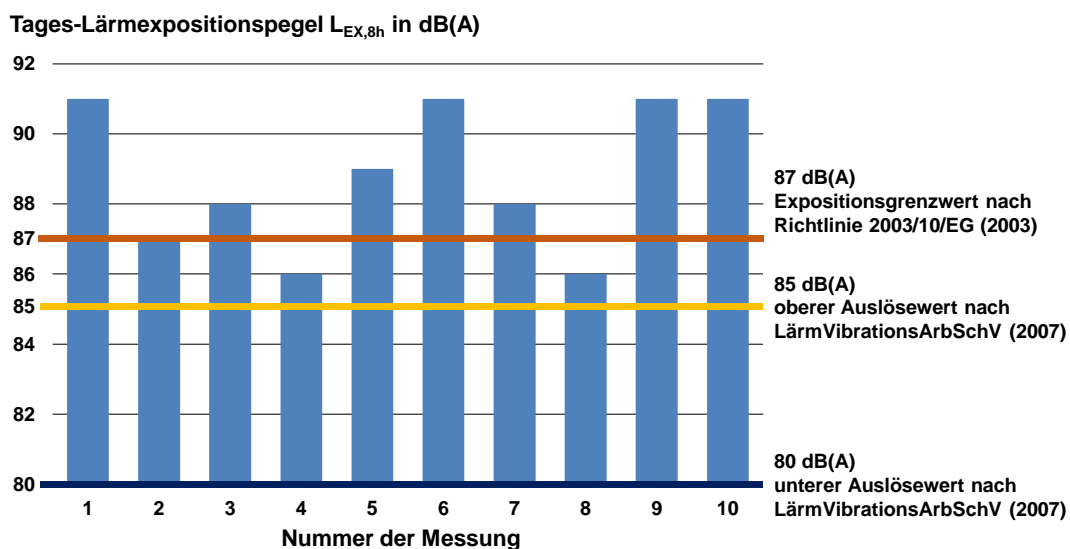
	Messort	Messpunkt	Messdauer	$L_{AFmax}$	$L_{Aeq}$	$L_{pC,peak}$
1	Gasthof	Bass-Klarinette	01:37:01 h	117 dB(A)	98 dB(A)	142 dB(C)
2	Gasthof	1. Trompete	00:43:54 h	111 dB(A)	97 dB(A)	132 dB(C)
3	Empore	Bass-Klarinette	01:43:39 h	110 dB(A)	95 dB(A)	123 dB(C)
4	Empore	1. Klarinette	01:47:32 h	107 dB(A)	92 dB(A)	125 dB(C)
5	Empore	1. Flöte	01:49:32 h	108 dB(A)	95 dB(A)	131 dB(C)
6	Gasthof	1. Horn	02:19:42 h	111 dB(A)	96 dB(A)	126 dB(C)
7	Gasthof	Alt-Saxofon	02:11:43 h	110 dB(A)	94 dB(A)	129 dB(C)
8	Gasthof	3. Klarinette	01:40:30 h	107 dB(A)	93 dB(A)	126 dB(C)
9	Konzertbühne	1. Trompete	02:30:59 h	112 dB(A)	96 dB(A)	132 dB(C)
10	Konzertbühne	Alt-Saxofon	02:34:48 h	110 dB(A)	96 dB(A)	130 dB(C)

Zu erkennen ist, dass in jeder Probe ein A-bewerteter maximaler Schalldruckpegel  $L_{AFmax}$  von mindestens 107 dB(A) am Ohr der jeweiligen Musiker erreicht wurde. Wird der Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  betrachtet, konnten generell mehr als 120 dB(C) in jeder Probe registriert werden. Während der ersten Messung konnte sogar ein

$L_{pC,peak}$  von 142 dB(C) am Ohr des ersten Trompeters aufgezeichnet werden, der direkt vor dem Schlagzeug positioniert war. Die Werte des über die Probenzeit gemessenen äquivalenten Dauerschallpegels nehmen ebenfalls besorgniserregende Werte ein. So erreichen sie bei allen Messungen mehr als 90 dB(A).

Eine genauere zeitliche Analyse der ermittelten Schallpegel zeigt zum einen, dass die Musiker auch mindestens die Hälfte der Probenzeit von lauter Musik exponiert waren. Zum anderen wurden in durchschnittlich 10% der Probenzeit Schallpegel von 100 dB(A) erreicht bzw. überschritten.

Auch wenn der Begriff des Tages-Lärmexpositionspegels  $L_{EX,8h}$  nicht für Tätigkeiten im Freizeitbereich definiert ist, lohnt es sich dennoch, die vorliegenden Schallpegel exemplarisch in  $L_{EX,8h}$  zu überführen. Unter der Annahme, dass in einer „Achtstundenschicht“ keine weiteren Expositionen vorhanden seien, würden sich die in Abbildung 1 dargestellten Tages-Lärmexpositionspegel ergeben.



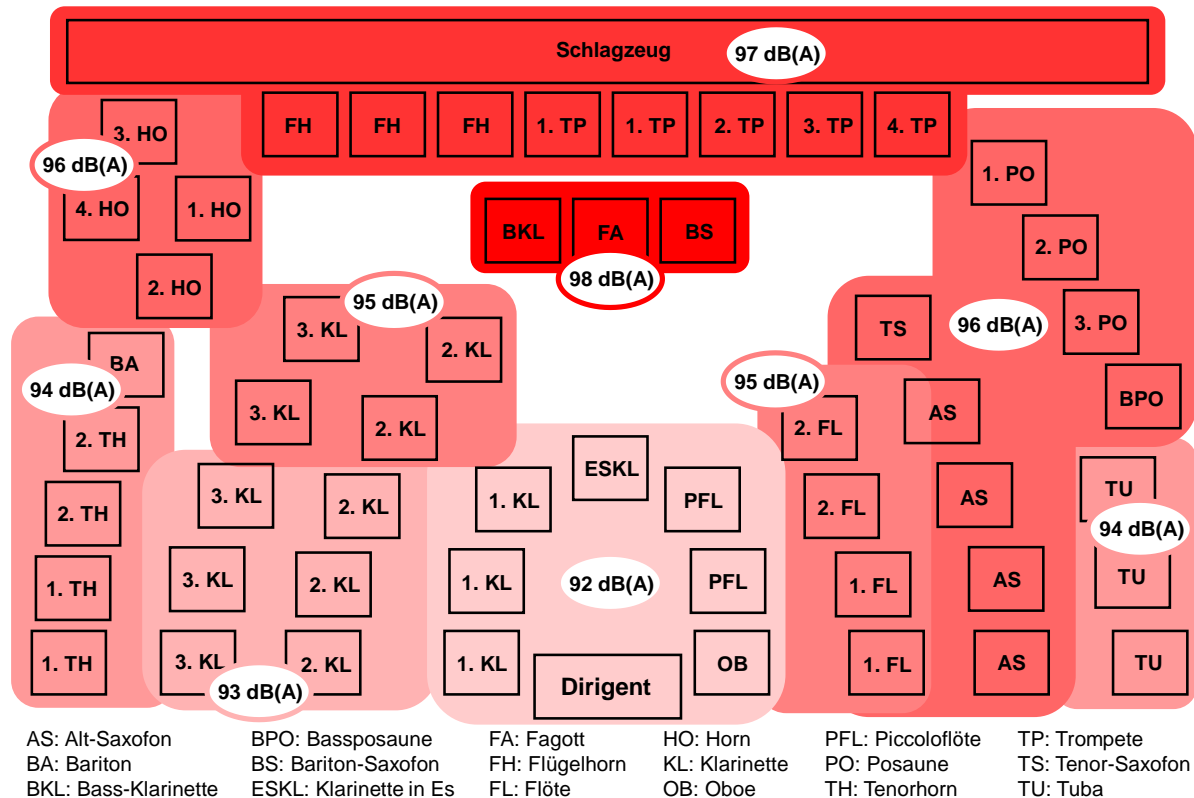
**Abbildung 1:** Errechnete Tages-Lärmexpositionspegel  $L_{EX,8h}$  mit Kennzeichnung der unteren und oberen Auslösewerte (nach LärmVibrationsArbSchV, 2007) und des Expositionsgrenzwertes (nach Richtlinie 2003/10/EG)

Die Beispielrechnung belegt, dass sowohl der untere als auch der obere Auslösewert der Lärm- und Vibrationsarbeitsschutzverordnung (2007) mit Werten von bis zu 91 dB(A) meist sogar deutlich überschritten wurde.

Um mögliche Lärmbereiche in der Aufstellung des Blasorchesters identifizieren zu können, wurden Schallpegelmessungen an verschiedenen Stellen im Orchester durchgeführt. So konnte die in Abbildung 2 dargestellte und auf den gemittelten äquivalenten Dauerschallpegeln  $L_{Aeq}$  basierende Lärmtopographie entwickelt werden.

Wie zu erkennen ist, treten die höchsten Pegel unmittelbar vor den Trompeten auf, also bei den tiefen Holzbläsern, wie Bass-Klarinette, Fagott und Bariton-Saxofon. Ebenfalls sind Hornisten und Posaunisten hohen Schallpegeln ausgesetzt, wobei die Hornisten wohl durch das eigene Register und die Posaunisten entscheidend durch das Schlagzeug belastet werden. Insgesamt verursachen die Schlagzeuger sehr hohe Pegel und gefährden damit natürlich nicht nur sich selbst, sondern auch die Trompeter, deren Köpfe meist nur 10 cm von Becken, Pauken oder Glockenspielen entfernt sind. Auch die Saxofonisten, Posaunisten und Flötisten sind hohen Dauerschallpegeln von 96 dB(A) ausgesetzt. Auf die ersten Klarinetten, die Es-Klarinette, die Piccolo-

flöten, die Oboe sowie auf den Dirigenten wirken mit 92 dB(A) die geringsten äquivalenten Dauerschallpegel ein. Das liegt wohl an ihrer Entfernung zu den lautesten Instrumenten und einer teilweisen Schallabsorption durch die im Schallfeld sitzenden Musiker. Ähnliches gilt wohl für die 2. und 3. Klarinetten, deren Dauerschallpegel nur um ein dB(A) höher ist. Tubisten und Tenorhornisten sitzen am Rande des Orchesters und sind daher größtenteils durch ihre selbst erzeugten Schallpegel belastet.



**Abbildung 2:** Lärmtopographie des sinfonischen Amateur-Blasorchesters (basierend auf den verschiedenen und in Tabelle 1 angegebenen Messungen)

#### 4. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass auch in Amateurorchestern Schallpegel erreicht werden können, die denen professioneller Ensembles durchaus gleichzusetzen sind. So konnten in nahezu jeder Probe Schallpegel mit Werten über 110 dB(A) registriert werden, was nach Bank (1995) dem Schallpegel eines Presslufthammers in 10 m Entfernung entspricht. Die hohen Pegel führen dazu, dass die oberen Auslösewerte der LärmVibrationsArbSchV (2007) nicht nur für den Tages-Lärmexpositionspegel  $L_{EX,8h}$  von 85 dB(A), sondern auch für den Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  von 137 dB(C) – teilweise sogar deutlich – überschritten wurden. Mit einem durchschnittlichen  $L_{pC,peak}$  von 130 dB(C) wurden die von der BAuA (2010) gemessenen Spitzenpegel von 115 dB(C) bei Blechbläsern ebenfalls weit übertroffen.

Mit Tages-Lärmexpositionspegeln jenseits von 85 dB(A) befinden sich die Musiker somit in ihrer Freizeit in einem Lärmbereich. Während diese Pegel auf dem beruflichen Sektor die Abarbeitung eines entsprechenden Maßnahmenkataloges

nach sich ziehen würde, sind diese Maßnahmen für die Verantwortlichen und die Musiker im Amateurbereich jedoch nicht bindend. Ihre Umsetzung wäre allerdings wohl auch mit einem großen finanziellen Aufwand verbunden, der von Musikvereinen sicherlich kaum zu stemmen wäre. Über die Verwendung von Gehörschützern – zumindest während der Proben – oder aber die weniger kraftvolle und damit leisere Interpretation verschiedener Kompositionen ist allerdings nachzudenken.

Bei der exemplarischen Berechnung des Tages-Lärmexpositionspegel muss weiterhin die getroffene Annahme berücksichtigt werden, dass die Musiker neben der Probenzeit keinen weiteren Schallimmissionen ausgesetzt sind. In den Befragungen von Finé et al. (2015) konnte jedoch festgestellt werden, dass die Musiker auch zum Teil in ihrem beruflichen Alltag von hohen Schallpegeln betroffen sind. Ruhepausen, die das Gehör zur Regeneration und zum Abbau ggf. entwickelter zeitweiliger Hörschwellenverschiebungen (TTS) dringend benötigt, können also oftmals nicht gewährleistet werden. Permanente Hörschwellenverschiebungen (PTS) können schlimmstenfalls die Folge sein. Ebenso gilt es zu Bedenken, dass vor allem viele junge Menschen zur Besetzung von Amateurorchestern und Spielmannszügen zählen. Diese sollten – wie bereits 1931 von Becher et al. gefordert – in jungen Jahren gezielt durch Aufklärungsmaßnahmen für die Gefahren einer Gehörgefährdung durch laute Freizeitbeschäftigungen (wie bspw. Musizieren, lautes Musik hören über Kopfhörer, Discotheken- und Konzertbesuche) sensibilisiert werden.

## 5. Literatur

- Bank M (1995) Basiswissen Umwelttechnik: Wasser, Luft, Abfall, Lärm, Umweltrecht. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage, Vogel Buchverlag, Würzburg.
- BAuA (2010) Safe and Sound. Ratgeber zur Gehörerhaltung in der Musik- und Entertainmentbranche. 2. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
- Becher S, Struwe F, Schwenger C, Weber K, Berger R (1931) Zur Geschichte der Lärmabwehrbewegung. Schalltechnik 1:1-9.
- Billeter T, Hohmann B (2001) Gehörbelastung von Orchestermusikern. Fortschritte der Akustik 27:386-387.
- Brockt G (2004) Schallschutz bei Orchestermusikern – 87 dB(A) Expositionspegel als Grenzwert. Proceedings of the joint congress CFA/DAGA 2004, 1:99-100.
- Brusis T (2010) Akuter Hörverlust beim Orchestermusiker. HNO 59:664-673.
- DIN 45641 (1990) Mittelung von Schallpegeln. Berlin: Beuth Verlag.
- Finé F, Penzkofer M, Kluth K (2015) Gefahren für Freizeitmusiker – Teil II. Audiometrische Untersuchungen und subjektive Befragungen im Amateurorchester. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) Verantwortung für die Arbeit der Zukunft. Dortmund: GfA-Press.
- Haider M, Groll-Knapp E (1981) Psychophysiological investigations into the stress experienced by musicians in a symphony orchestra. In Piperek M (Ed) Stress and Music. Wien: Wilhelm Braumüller.
- IEC 61672 (2002) Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications.
- Jansen EJM, Hellemann HW, Dreschler WA, de Laat JAPM (2009) Noise induced hearing loss and other hearing complaints among musicians of symphony orchestras. International Archives of Occupational and Environmental Health 82(2):153-164.
- Jansson E, Karlsson K (1983) Sound levels recorded within the symphony orchestra and risk for hearing loss. Scandinavian Audiology 12: 215-221.
- Lenzen-Schulte M (2014) Schwerhörigkeit bei Berufsmusikern. Dem Ohr ist Musik auch Lärm. FAZ vom 16. Mai 2014.
- Lorenz-Kierakiewitz KH, Lautenbach M, Vercammen M (2011) Schallpegel auf Orchesterpodien und Möglichkeiten der Schallpegelreduktion. Musikphysiologie und Musikermedizin 18(3):79-81.
- Maue JH (2009) Bedeutung des Spitzenschalldruckpegels für die Beurteilung industrieller Arbeitsplätze. Sicherheitsingenieur 8:52-55.

- Oberdanner H, Reintges F, Welzl-Müller K (2002) Persönlicher Gehörschutz für Musiker. In: Fortschritte der Akustik, DAGA02, Oldenburg: DEGA 02, 56-57.
- Palonen J, Huttunen K, Sorri M (2001) Plexiglass barriers used in hearing protection proved to serve as sound reflectors in military band. Proceedings of the 5th EFAS Congress, Bordeaux.
- Pangert R, Looock F (2004) Musikermedizin, Musikerarbeitsplätze. Eine Einführung für Orchestermusiker, Musikpädagogen und Studenten. GUV-Informationen 8626, Bundesverband der Unfallkassen.
- Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm), 17. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG.
- Schink T, Kreutz G, Busch V, Pigeot I, Ahrens W (2014) Incidence and relative risk of hearing disorders in professional musicians. Occupational and Environmental Medicine 71:472-476.
- Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (2007) Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) vom 06. März 2007 (BGBl. I S. 261), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 19. Juni 2010 (BGBl. I S.960).