

Gehörbelastung von Berufssängerinnen und -Sängern

Sarah Dupasquier, Beat W. Hohmann, Lukas Joller

Bereich Akustik, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt Suva, 6002 Luzern, Schweiz

1. Einleitung

Nach dem Einbezug der Berufsmusiker in das Gehörprophylaxeprogramm der Suva [1] stellte sich die Frage nach der Gehörbelastung von Berufssängern. Erste Messungen an Konservatorien ergaben unerwartet hohe Werte bis zu 115 dB(A) beim Einzelgesang. Weder in der Literatur noch im Internet waren Angaben zu typischen Mittelungs- oder Dauerschallpegeln am Ohr zu finden. Die Messungen wurden deshalb bei ausgebildeten Berufssängern und -sängerinnen fortgesetzt, um deren langfristige Gehörbelastung zu ermitteln.

2. Methoden

2.1 Messinstrumente

Mit integrierenden Schallpegelmessern Larson-Davis Typ 710 wurden pro Messung bzw. Teilmessung der Dauerschall- und der Maximalpegel (slow) sowie der Zeitverlauf im Minutenraster festgehalten. Frequenzanalysen wurden mit ¼"-Mikrofonen GRAS und B&K und dem Echtzeit-Terzbandanalysator Norsonic 830 durchgeführt. Wenn Aufzeichnungen erforderlich waren, wurden sie auf DAT-Recordern vorgenommen.

2.2 Erfassung des auf das Gehör einwirkenden Schalls

Wegen der Nähe und der frequenzabhängigen Richtwirkung der menschlichen Stimme [2] ist die Wahl des Messpunktes besonders kritisch. Um den auf das Gehör einwirkenden Schall möglichst realistisch zu erfassen, wurde ein Messmikrofon an einem Kopfbügel ca. 6 cm vor dem Ohr in der Verlängerung des Gehörgangs angebracht. Die frequenzabhängige Freifeldkorrektur an diesem Punkt bezogen auf frontalen Schalleinfall wurde im Labor mit einer Sängerin ermittelt und beträgt bei einem typischen Gesangsspektrum -1.5 bis -2 dB(A). Alle Messwerte wurden entsprechend korrigiert.

2.3 Innere Schallübertragung

In einem speziellen Versuchsablauf wurde überprüft, inwieweit die innere Schallübertragung zur Belastung des Innenohrs beiträgt. Im ersten Versuch wurde für kurze Gesangspassagen die Pegeldifferenz zwischen einem in der Mundhöhle einer Sängerin platzierten Miniaturmikrofon und dem Messpunkt beim Ohr bestimmt. Die Dämpfung vom Mund zum Ohr betrug rund 40 dB. Im zweiten Versuch wurde in der Mundhöhle einer Versuchsperson jener Schallpegel erzeugt und gemessen, der gerade zu einer Hörempfindung führte. Durch Vergleich mit der bekannten Hörschwelle (äquivalenter Freifeldpegel) konnte die Dämpfung auf dem inneren Schallweg ermittelt werden. Sie lag zwischen 45 und 60 dB, im Frequenzbereich 3 bis 6 kHz über 50 dB. Auf dem inneren Schallweg ist also die Dämpfung um 5 bis 10 dB grösser als auf dem äusseren. Für die Belastung des Innenohres kann deshalb die innere Schallübertragung vernachlässigt werden.

2.4 Ermittlung der Expositionszeiten/Phasen

Im Gespräch wurde die Tätigkeit der Berufssänger in verschiedene Phasen (Einsingen, Sprechübungen, Einstudieren, Markieren, Üben zu Hause, Proben, Auftritte/Konzerte) aufgeteilt und die jeweiligen Expositionszeiten erfragt. Für jede Phase gaben die Sänger während einiger Minuten ein typisches Gesangs- oder Sprachbeispiel.

Die effektive aktive Singzeit bei Aufführungen wurde anhand von CD-Einspielungen von Opern für mehrere Hauptrollen gestoppt. Sie beträgt maximal 1/3 der Aufführungsdauer. Ebenso wurde die geringe aktive Singzeit beim Erteilen von Unterricht für die Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels berücksichtigt.

2.5 Gehörtests

Für die Gehörtests wurde ein modifizierter digitaler Signalgenerator Neutrik MR-1 Minirator mit einem schalldämmenden Kopfhörer Peltor HT7A verwendet. Die Kalibrierung dieser Kombination erfolgte auf einem Kuppler B&K 4153 mit den Referenzwerten des bauähnlichen Audiometrikopfhörers Sennheiser HDA 200.

2.6 Wirkung des Stapedius-Reflexes

Die Wirkung des Stapediusreflexes für ein typisches Gesangsspektrum wurde mit Hilfe der frequenzabhängigen Dämpfungswerte aus der Literatur [5] berechnet. Diese Werte gelten für die willkürliche Auslösung des Reflexes, die wie bei der Auslösung durch die eigene Stimme unabhängig von der Lautstärke ist.

Zum Vergleich wurde die maximale Wirkung des Stapedius-Reflexes für ein durchschnittliches Industrielärm-spektrum (rosa Rauschen) ermittelt.

2.7 Interviews

Vor der Messung wurden die Sänger befragt zu ihrem Alter, ihrem Tätigkeitsbereich (Theater, Oper, Unterricht etc.), zur Anzahl Jahren mit aktiver Gesangsausbübung, zu den verschiedenen Phasen ihrer Tätigkeit sowie zur persönlichen Wahrnehmung von Bühnenpartnern, Chor oder Orchester.

Je nach Zugänglichkeit der einzelnen Interviewpartner konnten zusätzlich weitere Themen angesprochen werden wie berufsbedingter Stress [3], Gehörprobleme oder Kenntnisse zu und allfälliger Gebrauch von Gehörschutzmitteln [4].

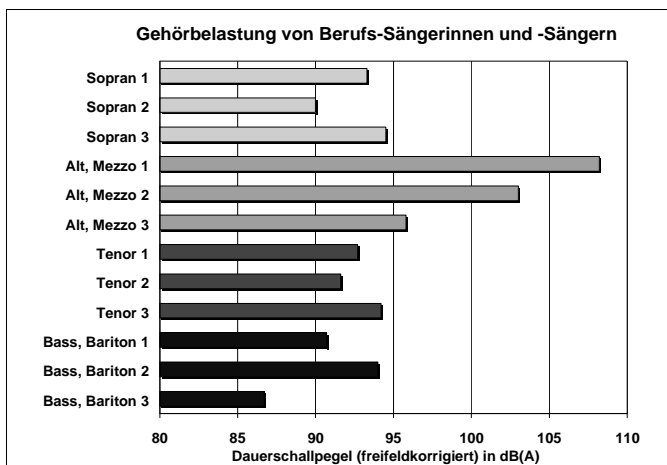
3. Resultate

3.1 Schallpegel vor dem Ohr (Phasen-Mittelungspegel)

Die Mittelungspegel für die verschiedenen Phasen und Stimmlagen bewegen sich in einem weiten Bereich von 75 dB(A) für Sprechübungen bis 109 dB(A) beim Einstudieren. Die höchsten Schallpegel wurden bei Sängerinnen der Stimmlage Alt/Mezzo gemessen.

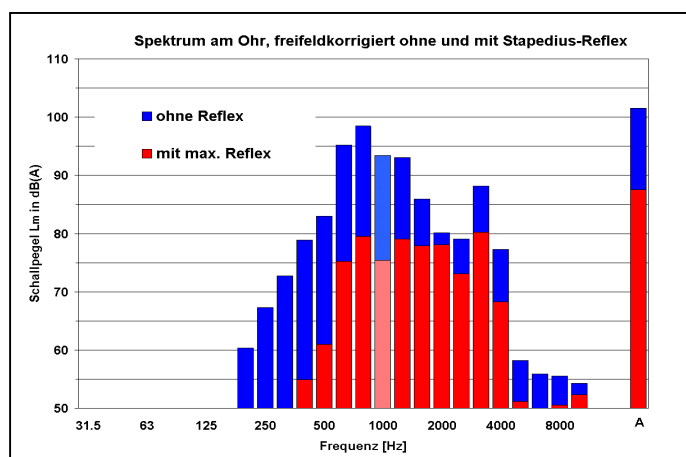
3.2 Dauerschallpegel L_{eq} (Gehörbelastung)

Aus den Mittelungspegeln und den Expositionszeiten der Phasen wurde für jeden Sänger der Dauerschallpegel auf 40 Stunden pro Woche errechnet (Figur):



3.6 Wirkung des Stapedius-Reflexes

Die Wirkung des Stapedius-Reflexes ergibt für ein typisches Gesangsspektrum eine Pegelminderung von 14 dB(A) (Figur 2). Bei Rosa Rauschen erreicht die Wirkung nur -7 dB(A).



4. Ergebnisse der Interviews

Die Frage der Gehörbelastung stiess bei den Berufssängern auf grosses Interesse, doch mochten sie sich kaum zu Gehör-Problemen oder -Beschwerden äussern - ein Tabu-Thema?

Keiner der Sänger war sich bewusst, dass die Belastung durch die eigene Stimme das Gehör gefährden kann. Sie wussten lediglich von Problemen bei geringer Distanz im Duettgesang. Temporäre Ohrgeräusche wurden nur von einer Person geschildert und auf Stress und Leistungsdruck im Beruf zurückgeführt.

Keiner der Sänger verfügte über Kenntnisse oder Erfahrungen zu Gehörschutzmitteln. Die Vorstellung, damit zu singen, bereitete ihnen grosse Mühe. Zur Kontrolle der eigenen Stimme sei das "freie Aussenherumhören" unabdingbar. Bereits ein am Kopf anliegender Hut wird als Störfaktor empfunden. Im Gegensatz zur eigenen Stimme empfinden die Sänger gewisse Instrumente aus dem Orchester [6] als störend und unangenehm.

5. Diskussion

Die berechneten Dauerschallpegel überschreiten die Grenzwerte für Lärm am Arbeitsplatz - in der Stimmlage Alt/Mezzosopran sogar sehr deutlich. Bei einem Dauerschallpegel von 110 dB(A) wäre nach ISO 1999-1990 nach 10 Jahren eine Gehöreinkünfte (Medianwert) von 60 dB bei 4 kHz zu erwarten!

Erstaunlicherweise weisen die Aussagen der Sänger und die durchgeführten Hörtests nicht auf Hörprobleme.

Eine teilweise Erklärung für diese Diskrepanz liegt darin, dass der durch die Stimme ausgelöste Stapedius-Reflex das Innenohr gegen eigenen Gesang besser schützt als gegen externe Schallquellen, weil er vorzeitig anspricht und beim Gesangsspektrum wirksamer ist als bei durchschnittlichen Lärmspektren, wie sie den Gehörschaden-Prognosemodellen zugrundeliegen.

Doch ist auch ein Selektionseffekt in Betracht zu ziehen: Nur Sänger/-innen, welche die verlangten Schallpegel nicht nur erzeugen, sondern auch ertragen können, überleben im heutigen Musikbetrieb.

Wenn von einer moderierenden Wirkung psychologischer Faktoren auf die Gehörschädigung ausgegangen wird, so dürfte sie beim eigenen Gesang ausgeprägter sein als bei jedem anderen Instrument, da der Sänger in sehr intimer Beziehung zu seiner Stimme steht.

6. Schlussfolgerungen

Nach den bisherigen Messungen liegen die durchschnittlichen Dauerschallpegel für die einzelnen Stimmlagen zwischen 94 dB(A) (Bass, Bariton, Tenor) und 104 dB(A) (Alt/Mezzo). Dass trotz diesen hohen Gehörbelastungen bei den untersuchten Sängern kaum Gehörprobleme auftreten, ist mindestens teilweise der Wirkung des Stapediusreflexes bei der eigenen Stimme zuzuschreiben. Weitere Faktoren sind aber in Betracht zu ziehen und vertieft abzuklären.

Literatur

- 1 Schweiz. Unfallversicherungsanstalt: Schallpegeltabelle Musik, Suva No. 86496 (1998)
- 2 Marshall, A. H. und Meyer J.: The Directivity and Auditory Impressions of Singers, *Acustica*, Vol 58 (1985)
- 3 Körpert, K., Pree-Candido M.: Lärmbelastung und Lärmschutz bei MusikerInnen, *AUVA-Report Nr. 29* (1999)
- 4 Hohmann, B.: Musik und Hörschäden, Suva No. 84001.d (1998)
- 5 Borg E., Zakrisson J.-E.: The Stapedius Muscle and Speech Reception, *Symp. Zool. Soc. London 37: 51-68* (1975)
- 6 Chasin, M.: *Musicians and the Prevention of Hearing Loss*, Singular Publishing, San Diego (1996)

Adresse der Autoren

Beat Hohmann, Sarah Dupasquier
Bereich Akustik
Suva
CH - 6002 Luzern
Fon ++41 41 419 54 94
Fax ++41 41 419 62 13
Beat_Hohmann@compuserve.com