

## Musikermedizin

# Gehörbelastung von Berufssängerinnen und -Sängern

S. Dupasquier, B. W. Hohmann, L. Joller, Luzern

## 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  $\frac{1}{4}$ "-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

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 Audiometrie-Kopfhörers Sennheiser HDA 200.