



# Musik und Hörschäden

Informationen für alle,  
die Musik spielen oder hören

**suvaliv**

Sichere Freizeit

# Inhalt

- 3 Intro
- 4 Lautstärke und Schallpegel
- 7 Tonhöhe und Frequenz
- 8 Unser Gehör: hoch entwickelt und verletzlich
- 10 Hörverlust und Ohrenpfeifen
- 11 Ist Ihr Gehör in Gefahr?
- 12 MP3 im Ohr
- 14 Laute Lautsprecher. Tipps für Besucher von Konzerten und Musiklokalen
- 15 Laute Lautsprecher. Tipps für Profis
- 16 Mit Pauken und Trompeten. Tipps für Orchestermusiker
- 17 In der Band. Tipps
- 18 Gehörschutz – weniger ist mehr
- 19 Zugaben

## **Suva**

Freizeitsicherheit  
Postfach, 6002 Luzern

## **Auskünfte**

Tel. 041 419 58 51

## **Bestellungen**

[www.suva.ch/waswo](http://www.suva.ch/waswo)  
Fax 041 419 59 17  
Tel. 041 419 58 51

Musik und Hörschäden  
Informationen für alle,  
die Musik spielen oder hören

## **Verfasser**

Beat W. Hohmann, Dr. sc. techn. ETH  
Suva, Bereich Physik

Abdruck, ausser für kommerzielle Nutzung,  
mit Quellenangabe gestattet.  
1. Auflage – September 1985  
Vollständige Überarbeitung – Dezember 2008  
24. Auflage – Mai 2012 – 100 000 bis 120 000 Exemplare

## **Bestellnummer**

84001.d

## **Das Modell Suva**

### **Die vier Grundpfeiler der Suva**

- Die Suva ist mehr als eine Versicherung: sie vereint Prävention, Versicherung und Rehabilitation.
- Die Suva wird von den Sozialpartnern geführt. Die ausgewogene Zusammensetzung im Verwaltungsrat aus Arbeitgeber-, Arbeitnehmer- und Bundesvertretern ermöglicht breit abgestützte, tragfähige Lösungen.
- Gewinne gibt die Suva in Form von tieferen Prämien an die Versicherten zurück.
- Die Suva ist selbsttragend; sie erhält keine öffentlichen Gelder.

# Intro

Musik ist etwas Wunderbares. Sie vermag Herzen zu rühren und Körper in Bewegung zu versetzen. Musik hat aber auch noch eine andere Seite. Oder um es mit einem leicht abgewandelten Reim des Dichters Wilhelm Busch auszudrücken: «Musik wird störend dann empfunden, wenn sie mit allzu viel Lärm verbunden.» Wenn Musik sehr laut ist, stört sie nicht nur, sondern kann Hörstörungen oder gar Hörschäden verursachen – Wagner im Orchestergraben genauso wie Madonna im Kopfhörer.

Ein Hörschaden beeinträchtigt sowohl das Musikhören als auch die Fähigkeit zu musizieren. Damit Musik für Sie weiterhin ein Genuss bleibt, und Ihr Ohr nicht eines Tages die Töne nur noch als Störung wahrnimmt, engagiert sich die Suva seit Jahren gegen Lärm am Arbeitsplatz und in der Freizeit.

Die vorliegende Broschüre richtet sich an alle, die mit Musik zu tun haben und sich ihr gutes Gehör erhalten wollen.

Den Soundtrack zu dieser Broschüre liefert die CD Audio Demo 3 mit ihren 99 Hördemonstrationen [ . . ].

## **C'est le son qui fait la musique**

Musik ist Schall. Doch was ist Schall? Schall besteht aus raschen Druckschwankungen in der Luft. Sie werden zum Beispiel von Musikinstrumenten hervorgerufen oder auch von der Membran eines Lautsprechers.

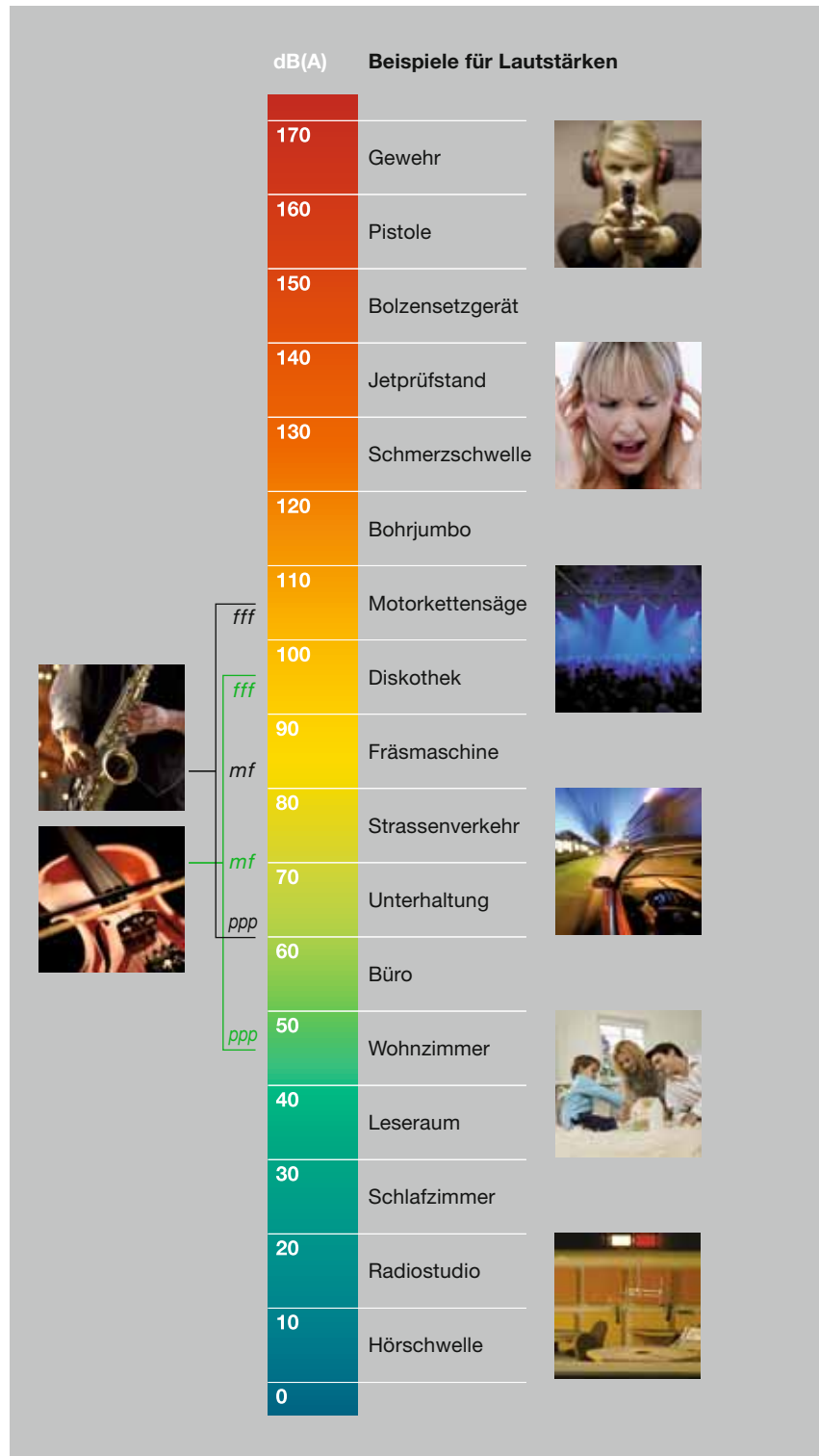


# Lautstärke und Schallpegel

Wenn sich die Lautsprechermembran nur schwach bewegt, bewirkt sie nur geringe Druckschwankungen in der Luft. Wenn sie aber grosse Bewegungen ausführt, ergibt dies stärkere Druckschwankungen, also einen grösseren Schalldruck. Der Schalldruck, der bei einem normalen Gespräch ans Trommelfell dringt, beträgt weniger als ein Millionstel des normalen Luftdrucks. Auch an der Schmerzgrenze ist der Schalldruck noch kleiner als ein Tausendstel des Luftdrucks. Das zeigt, wie empfindlich das Ohr ist und welch riesigen Schalldruckbereich es verarbeiten kann.

Man verwendet für den Schalldruck ein logarithmisches Mass, das auch besser der Lautstärkeempfindung entspricht: den Schall(druck)pegel in Dezibel, abgekürzt dB. Der leiseste noch hörbare Ton (Hörschwelle) hat einen Schallpegel von etwa 0 dB. Die Schmerzschwelle liegt bei ungefähr 125 dB. Schon 3 dB mehr entsprechen einer Verdoppelung der Schallenergie; für doppelte Lautstärke braucht es aber ca. 10 dB mehr, das heisst eine Verzehnfachung der Schallenergie [14].

Von Natur aus ist das Ohr auf tiefe Töne weniger empfindlich als auf hohe [4]. Bei gehörbezogenen Schallmessungen berücksichtigt man dies mit dem genormten A-Filter, das tiefe Frequenzen abschwächt (bei 50 Hz zum Beispiel um 30 dB). Der Schallpegel wird dann in dB(A) angegeben.



Die Abbildung zeigt, welche Schallpegel im Alltag auftreten [18].

## Dauerschallpegel

Weil für das Gehör die Gesamtbelastung (die Schallenergie) zählt, ist der energie-äquivalente Dauerschallpegel  $L_{eq}$  (Mittelwert) ausschlaggebend und nicht der viel höhere Spitzenpegel, der kurzzeitig auftritt.

## Schallpegel messen

Einfache Schallpegelmesser gibt es ab 50 Franken. Sie zeigen allerdings nur den Momentanpegel in dB(A) an. Für Musikmessungen müssen sie über die gedämpfte Anzeigeart «Slow» verfügen. Daraus kann dann der  $L_{eq}$  abgeschätzt werden. Integrierende Schallpegelmesser, die den  $L_{eq}$  fortlaufend errechnen, gibt es ab ca. 500 Franken. Mit welchen Apps – und welchen Einschränkungen! – iPhones und andere Smartphones den Schallpegel messen können, siehe [www.suva.ch/musikgehoer](http://www.suva.ch/musikgehoer).



Preisgünstiger Schallpegelmesser (links), integrierender Schallpegelmesser (rechts).

## Schallpegel schätzen

Steht kein Schallpegelmesser zur Verfügung, so lässt sich der Schallpegel in einem Raum daraus abschätzen, wie weit man sich noch verständigen kann [20/21/22]. In einer Distanz von einem Meter zum Sprechenden gelten folgende Erfahrungswerte:

bis 70 dB(A)	Unterhaltung in normaler Lautstärke möglich
bei 80 dB(A)	Verständigung mit erhobener Stimme möglich
bei 90 dB(A)	Verständigung auch mit Rufen schwierig
bei 100 dB(A)	Verständigung nur mit grösstem Stimmaufwand möglich
ab 105 dB(A)	keine Verständigung mehr möglich

## Musikschallpegel

Es ist keine Frage des Musikstils, ob die Musik auf die Ohren schlägt: Während bei Rock- und Popmusik der Gedanke an hohe Schallpegel nahe liegt, wird oft übersehen, dass dies ebenso bei Blasmusik oder «Guggemusik» zutrifft – ganz ohne Verstärker oder Lautsprecher.

	Schallpegel	
	Bereich	typisch
Rockkonzert, im Zuhörerbereich	90 – 105	<b>100 dB(A)</b>
Rock- und Jazzmusik, im Übungslokal	90 – 105	<b>102 dB(A)</b>
Club/Diskotheek, auf der Tanzfläche	90 – 100	<b>98 dB(A)</b>
Club/Diskotheek, an der Bar	85 – 95	<b>90 dB(A)</b>
MP3-Spieler, mit Ohrhörern	60 – 110	<b>85 dB(A)</b>
Stereoanlage	60 – 100	<b>80 dB(A)</b>
Blasmusikprobe, im Schulzimmer	90 – 95	<b>90 dB(A)</b>
Guggenmusik, im Übungsraum	95 – 105	<b>100 dB(A)</b>

## Gehörbelastung im Orchester

Im Zuschauerraum erreicht klassische Musik selten über 80 dB(A). Ganz anders im Orchester, denn die Musiker sind auf der Bühne oder im Orchestergraben dem Schall der Instrumente auf kürzeste Distanz ausgesetzt.

In der Suva-Studie zur Langzeitbelastung von Orchestermusikern wurde neben Proben und Aufführungen auch das individuelle Üben berücksichtigt. Daraus wurde die Gesamtbelastung (Lärmexpositionspegel  $L_{Ex}$ ) ermittelt. Und weil viele Orchestermusiker zusätzlich Unterricht erteilen, sind in der Tabelle auch für diese Situation Erfahrungswerte enthalten.



Orchestre de la Suisse Romande  
Foto: Dorothea Muller

## Gehörbelastung durch akustische Instrumente und Gesang

Auch ausserhalb von Orchestern ist die Gehörbelastung durch akustische Instrumente nicht zu unterschätzen. So erreicht eine Blockflöte am Ohr im Mittel 86 dB(A) und ein Saxophon sogar 95 dB(A). Beim Klavier und auch bei Kirchenorgeln liegt hingegen der Dauerschallpegel meist unter 85 dB(A). Eindrücklich sind die Schallpegel, die am Ohr einer Sängerin oder eines Sängers durch die eigene Stimme erzeugt werden, nämlich über 95 dB(A), manchmal sogar über 100 dB(A). In einem Chor liegen die Schallpegel typischerweise um 85 dB(A).

	Üben, individuell	Proben, Aufführungen	Gesamt- belastung	Unterrichten*
Instrument, Register	$L_{eq}$ dB(A)	$L_{eq}$ dB(A)	$L_{Ex}$ dB(A)	$L_{eq}$ dB(A)
Violine	90	90	<b>89</b>	84
Viola	90	89	<b>89</b>	83
Cello	84	87	<b>87</b>	79
Kontrabass	81	87	<b>85</b>	75
Harfe	87	91	<b>89</b>	81
Klarinette	92	91	<b>92</b>	87
Oboe	85	88	<b>86</b>	83
Fagott	87	90	<b>89</b>	83
Querflöte, Piccolo	94	91	<b>91</b>	85
Horn	93	92	<b>92</b>	89
Trompete	94	92	<b>92</b>	91
Posaune	96	96	<b>95</b>	91
Tuba	93	91	<b>92</b>	90
Schlagzeug	93	89	<b>91</b>	89
Dirigent	–	85	<b>83</b>	–

\*Vorausgesetzt, der Lehrer spielt während eines Fünftels der Lektion selber auf dem betreffenden Instrument.

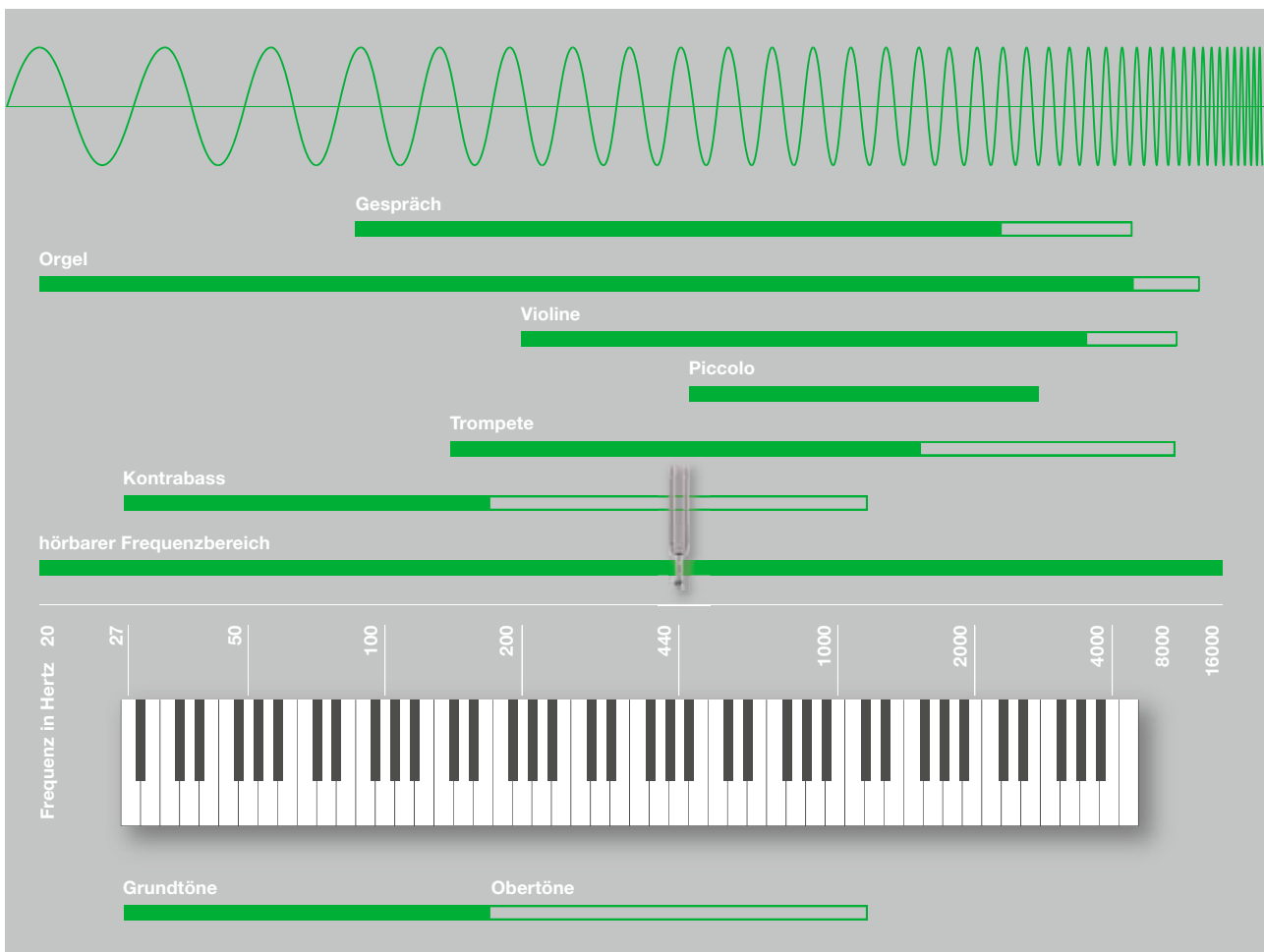
# Tonhöhe und Frequenz

Wenn eine Lautsprechermembran nur langsam schwingt, strahlt sie einen tiefen Ton ab, also ein Brummen. Wenn sie sehr rasche Schwingungen ausführt, entsteht ein hoher Ton, also eher ein Pfeifen. Die Anzahl Schwingungen pro Sekunde ist die Frequenz in Hertz, abgekürzt Hz. 1000 Schwingungen pro Sekunde entsprechen einem Kilohertz (kHz). Jede Verdoppelung der Frequenz nehmen wir als einen Oktavsprung wahr [6].

Der internationale Stimmtton a' (Stimmgabel) liegt bei 440 Hz, die ersten Töne des Radiozeitzeichens haben eine Frequenz von 1000 Hz (1 kHz) [6, 5. Ton].

Der Pfeifton eines alten Röhrenfernsehgerätes (Ton abgedreht) hat knapp 16 kHz [6, 9. Ton]. Hören Sie diesen Ton noch?

Unter allen Musikinstrumenten weist die Kirchenorgel den grössten Grundtonumfang auf: von 16 oder 32 Hz bis 8 kHz [7].



# Unser Gehör: hoch entwickelt und verletzlich

## Das Aussenohr

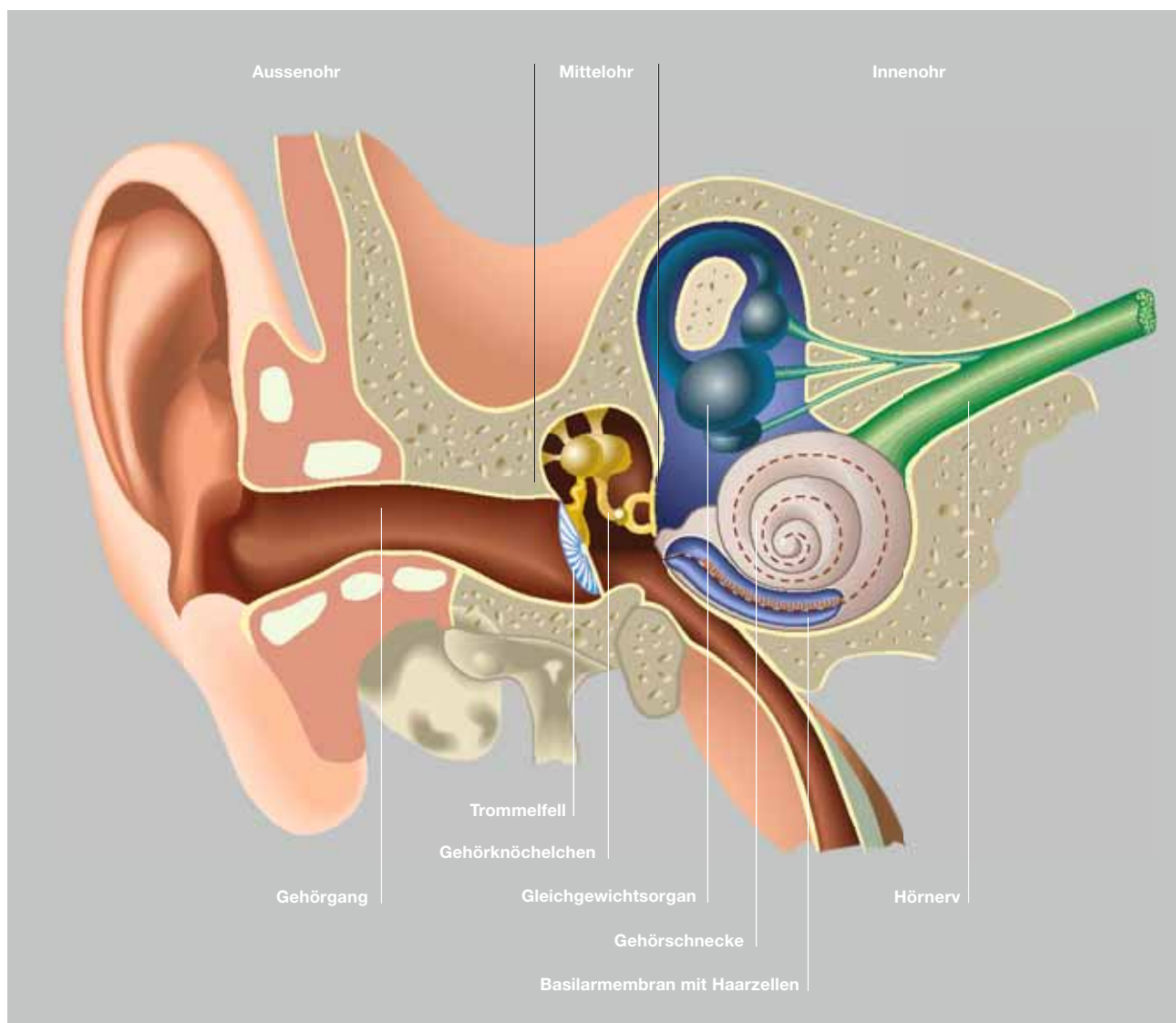
Zum Aussenohr gehören die Ohrmuschel (sie hilft bei der Ortung von Schallquellen) und der Gehörgang. Der Gehörgang wird vom Trommelfell abgeschlossen, das wie die Membran eines Mikrofons auf die Druckschwankungen reagiert.

## Das Mittelohr

Im Mittelohr werden die Bewegungen des Trommelfells von drei Knöchelchen – den kleinsten in unserem Körper – optimal verstärkt, zum Teil begrenzt und ans Innenohr weitergeleitet.

## Das Innenohr

Im Innenohr sitzt gut geschützt die Gehörschnecke (Cochlea). Sie hat nur gerade die Grösse einer Erbse, ist mit Flüssigkeit gefüllt und in Längsrichtung durch die Basilarmembran unterteilt.





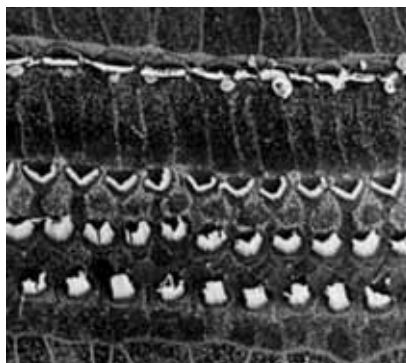
## Haarzellen

Der Schall versetzt die Basilarmembran selektiv in Schwingung: Bei den höchsten Tönen spricht sie ganz vorne an, während tiefe Töne bis ins Innerste der Schnecke vordringen. Es findet also eine Frequenzanalyse statt. Auf der Basilarmembran sitzen die eigentlichen Aufnehmer, nämlich die etwa 5000 inneren Haarzellen, die elektrische Impulse an die Hörnerven abgeben, sobald sich die Basilarmembran bewegt. Das Gehirn wertet diese Impulse bis ins feinste Detail aus. Ebenso wichtig sind aber die ca. 20'000 äusseren Haarzellen. Als Verstärker-Elemente optimieren sie das Verhalten der Basilarmembran ständig auf das zu verarbeitende Signal hin.

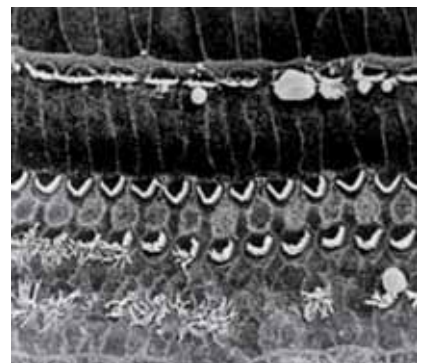
Erst das perfekte Zusammenspiel dieser Elemente ermöglicht die fantastischen Leistungen:

- Zwischen Hörschwelle und Schmerzschwelle besteht ein Schalldruckverhältnis von 1 zu 1 Million.
- Der Frequenzumfang von 20 Hz bis 10 oder 20 kHz (je nach Alter) umfasst 3 Dekaden!
- Dazu kommen ein hervorragendes Auflösungsvermögen und eine hoch entwickelte Richtungserkennung: Wir können noch Signale unterscheiden, bei denen teure Analysegeräte bereits Mühe haben [36] – zum Beispiel aus einem ganzen Orchester ein einzelnes Instrument heraushören und dessen Melodie verfolgen – oder die Richtung eines Klickgeräuschs auf 3° genau orten [37].

Die Haarzellen reagieren sehr verletzlich auf Überlastungen, während Trommelfell und Mittelohr erst bei Explosionen Schaden nehmen: Bei einer übermässigen Lärmbelastung nimmt zuerst die Empfindlichkeit der Haarzellen ab, wobei das Gefühl entsteht, man habe Watte in den Ohren. Davon kann sich das Ohr in ruhigen Phasen wieder erholen. Kritisch wird es, wenn sich solche Überlastungen häufen: Die Erholung bleibt unvollständig, und die Haarzellen sterben mit der Zeit ab. Weder Operationen noch Medikamente können sie wieder zum Leben erwecken. Zuerst geschieht dies im Frequenzbereich um 4 kHz, wo das gesunde Ohr am empfindlichsten ist.



Innere (oben) und äussere Haarzellen intakt



Haarzellen, durch Überlastung geschädigt

# Hörverlust und Ohrenpfeifen

Eine Gehörüberlastung kann eine Höreinbusse oder Ohrgeräusche zur Folge haben.

## Hörtest

Das Audiogramm stellt die Hörfähigkeit bei den verschiedenen Frequenzen im Vergleich zur Normalhörschwelle junger Personen dar. Wenn der Prüftönen erst bei einem höheren Schallpegel wahrgenommen wird, ist diese Differenz in dB als Hörverlust nach unten einzutragen. Je höher also die Kurven liegen, desto besser [34, Hörtest]. Bei den höchsten Tönen ist eine Abnahme mit zunehmendem Alter auch ohne Lärm normal (weisse Kurven).

Das abgebildete Audiogramm mit einem Einbruch von 40 bis 50 dB bei 4 und 6 kHz ist typisch für die Folgen einer Gehörüberlastung. Bei 4000 Hz liegt dieses Audiogramm unter der Durchschnittskurve für 60-jährige Männer ohne Lärmbelastung, so dass ein lärmgeschädigtes Gehör im wahrsten Sinn des Wortes «alt aussieht». Der Hörverlust betrifft bei der Sprache vorerst nur die Zischlaute, bei der Musik die klangformenden Obertöne und wird deshalb nicht sofort bemerkt. In lärmiger Umgebung allerdings ist das Verstehen von Sprache bereits stark erschwert [47–51]. Wenn sich der Schaden weiter in die Sprachfrequenzen ausbreitet und verstärkt, wird die Verständigung auch in ruhiger Umgebung schwierig. Zudem verschlechtert eine Lärmschädigung das Auflösungsvermögen des Gehörs: Alles schwimmt in einem Klangbrei [61–65].

Ein Hörcheck kann auch mit der Suva-CD «AUDIO DEMO 3» [34] und einem Schallpegelmesser durchgeführt werden. Die CD bietet zudem einen speziellen Hochtonhörtest [35].

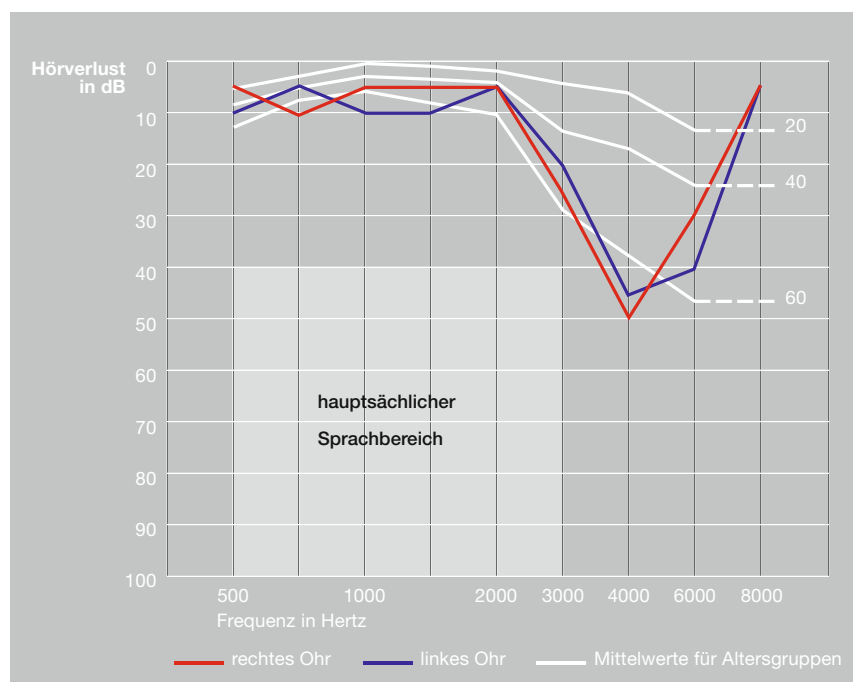
## Ohrgeräusche

Nach einer Überlastung des Gehörs treten häufig Ohrgeräusche auf wie Rauschen, Pfeifen, Surren, Klingeln usw. (Tinnitus) [2]. Wenn sie nicht mehr verschwinden, ist dies für manche Betroffene noch viel belastender als eine Höreinbusse. Denn die Ohrgeräusche stören dann am meisten, wenn man seine Ruhe haben möchte: beim Einschlafen [3]. Wenn das Pfeifen oder Rauschen nach 12 Stunden nicht verschwunden ist [3], sollten Sie einen Ohrenarzt konsultieren.

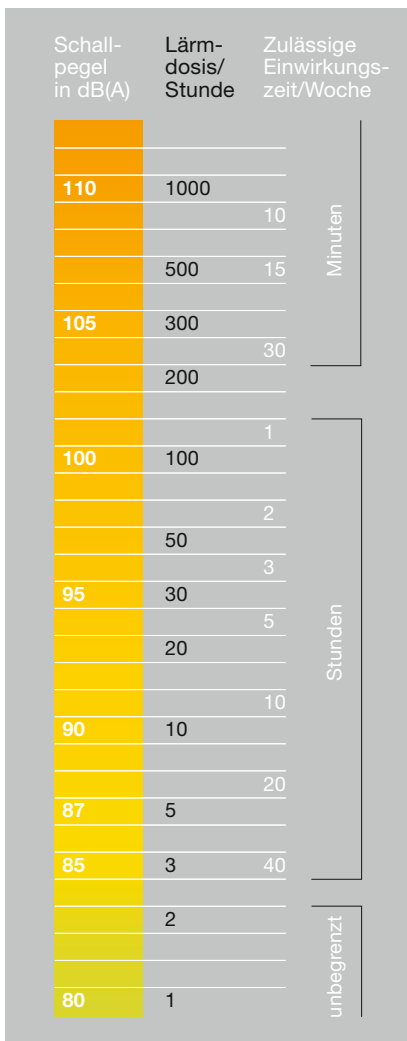
Wer sich darauf einrichten muss, mit einem Tinnitus zu leben, erhält Beratung bei der Schweizerischen Tinnitus-Liga ([www.tinnitus-liga.ch](http://www.tinnitus-liga.ch)).

## Warnsignale

Achten Sie auf die Warnsignale, mit denen das Gehör gegen Überlastung protestiert. Jedes auch nur vorübergehende Taubheitsgefühl zeigt an, dass ein solcher Pegel auf die Dauer schadet. Die Vertäubung äussert sich vor allem bei hohen Tönen, z. B. darin, dass man das Ticken einer Uhr schlechter hört als sonst. Auch Ohrgeräusche nach grosser Schallbelastung sind als «Gelbe Karte» zu betrachten.



# Ist Ihr Gehör in Gefahr?



Das Risiko eines lärmbedingten Hörverlusts hängt nicht davon ab, ob man den Schall als angenehm oder unangenehm empfindet. Die Erfahrungen und Grenzwerte für Industrielärm gelten deshalb auch für Musik. Entscheidend für das Risiko ist – ausser bei Knallen und Explosionen – nicht der höchste Pegel, der irgendwann auf das Gehör einwirkt, sondern der Lärmexpositionspegel, der sich aus dem Schallpegel und der Belastungsdauer ergibt. An Arbeitsplätzen sind Gehörschutzmittel ab einem Lärmexpositionspegel von 85 dB(A) obligatorisch. Jede Halbierung der Belastungsdauer erlaubt einen um 3 dB höheren Pegel (gleiche Schallenergie).

Auf der linken Skala der Grafik sind die Schallpegel eingetragen, auf der rechten Skala lässt sich die maximal zulässige Einwirkungszeit in Minuten oder Stunden pro Woche für den betreffenden Pegel ablesen.

Zwei Beispiele: Laute Musik im Kopfhörer mit 95 dB(A) kann den Ohren während 4 Stunden pro Woche zugemutet werden. Der mittlere Schallpegel bei einem zweistündigen Rockkonzert sollte nicht über 98 dB(A) liegen.

## Ist es zu viel? Ihre «Lärmpunkte» zeigen es!

Wenn Sie wissen wollen, ob Sie Ihren Ohren insgesamt zu viel zumuten, müssen Sie alle wesentlichen Belastungen addieren. Aber Dezibel darf man nicht einfach zusammenzählen. Deshalb sind in der Grafik zusätzlich die schwarzen Zahlen enthalten. Sie geben die «Lärmpunkte» (Lärmdosis\*) pro Stunde an und sind mit der jeweiligen Anzahl Stunden pro Woche zu multiplizieren. Wo Sie sich mit Gehörschutzpfropfen oder -kapseln schützen, dürfen Sie die betreffende Punktzahl durch 100 teilen. Zählen Sie nun wie im unten stehenden Beispiel alle Ihre «Lärmpunkte» (Punkte pro Woche) zusammen.

\*Für Akustiker: ein «Lärmpunkt» entspricht 144 Pa<sup>2</sup>s oder 0,04 Pa<sup>2</sup>h

Ihre Lärmpunkte					
	Pegel	Punkte/h	h/Woche	Punkte/Woche	
Disco	93	20	4	80	Grenzwert
Konzert	100	100	2	200	ohne Gehörschutz
Kopfhörer	95	30	4	120	laut eingestellt
<b>Total</b>				<b>400</b>	<b>eindeutig zu viel!</b>

Bei der Summe gilt:

- Liegt Ihre Gesamtpunktzahl unter 100, so sind Sie auf der sicheren Seite.
- 100 bis 200 Punkte bedeuten: Wenn Sie so weitermachen, gefährden Sie Ihr Gehör.
- Bei mehr als 200 Punkten müssen Sie dringend etwas ändern.

# MP3 im Ohr

MP3-Player (z.B. iPod) sind in aller Ohr. Die technischen Wunderwerke sind ultrakompakt und bieten viel Speicherplatz, hohe Klangqualität und lange Betriebsdauer. Wenn nur eines nicht wäre: die hohen Schallpegel!

## Normkonform und doch gefährlich

Weil die Einhaltung der Norm EN 50332 in Frankreich und der Schweiz gesetzlich gefordert ist (im übrigen Europa noch nicht), halten fast alle in Europa verkauften MP3-Geräte den Grenzwert von 100 dB(A) ein. Allerdings verwendet die Norm ein standardisiertes Testgeräusch. Aktuelle Musik wird aber so aufbereitet, dass sie möglichst laut wirkt und die digitale Aufzeichnung voll ausnützt. So erreicht diese Musik höhere Dauerschallpegel als das Testgeräusch, nämlich bis zu 105 dB(A). Mit «hoch gezüchteten» Austauschhörern liefern die Geräte oft noch einige Dezibel mehr als mit den Originalhörern. Ebenso führt das Austricksen der Software zu noch gefährlicheren Schallpegeln. Diese Umgehung ist nur okay, wenn man das MP3-Gerät zusammen mit einem eher leisen Hifi-Kopfhörer verwendet.

## Die Lautstärke im Griff

Einen Vorteil hat das Musikhören mit diesen Geräten: Man entscheidet selbst, was man auf seine Ohren loslässt. Gemäss einer Studie der Suva hören Jugendliche rund 100 Minuten pro Tag Musik und wählen mehrheitlich «vernünftige» Schallpegel um 80 Dezibel. Etwa 7 Prozent der Befragten (darunter doppelt so viele Jungen wie Mädchen) hören aber so lange und so laut Musik, dass sie ihr Gehör aufs Spiel setzen. Gehören Sie dazu?



## Die richtige Einstellung

Die richtige Einstellung der Lautstärke ist entscheidend. Aber mit ihren rudimentären Lautstärkeanzeigen lassen MP3-Player den Benutzer im Ungewissen über den Schallpegel im Ohr. Dabei könnten sie – ähnlich dem Bordcomputer im Auto – den Lärmexpositionspegel errechnen und warnen, bevor die Reserven des Gehörs aufgebraucht sind (diese Idee hat Apple zum Patent angemeldet). Bis solch intelligente Geräte erhältlich sind, stützt man sich am besten auf die Erfahrungswerte in der nebenstehenden Tabelle. Sie gelten für MP3-Geräte nach Euro-Norm mit Originalhörern.

Das heisst zum Beispiel, dass mit einem MP3-Player, dessen Lautstärkeskala von 0 bis 20 reicht, in der Einstellung «16» während zehn Stunden pro Woche «aktuelle», auf maximale Lautstärke getrimmte Musik gehört werden darf. Frühere Pop-Musik, Oldies, wenn sie nicht nachträglich aufbereitet («remastered») und verdichtet wurden, oder Jazztitel erreichen den Maximalpegel jeweils nur kurz, ihr Durchschnittspegel liegt um 5 bis 10 dB tiefer. Deshalb sind

Was MP3-Geräten fehlt:  
die Schallpegelskala

Einstellung	Maximale Hördauer in Stunden pro Woche		
	aktuell	Oldies, Jazz	klassische Musik
Maximallautstärke (100%)	1	4	16
90% der Maximallautstärke	3	12	50
80% der Maximallautstärke	10	40	unbeschränkt
70% der Maximallautstärke	30	unbeschränkt	unbeschränkt
60% der Maximallautstärke	unbeschränkt	unbeschränkt	unbeschränkt

sie gehörverträglicher, und bei gleicher Lautstärkeeinstellung liegt viel längeres Hören drin. Noch mehr gilt dies bei klassischer Musik: Wer will, kann voll aufgedreht gefahrlos täglich eine Oper oder eine ganze Symphonie geniessen.

Wichtig ist aber, nicht nur auf den MP3-Player zu hören, sondern auch auf die eigenen Ohren. Rauscht oder pfeift da etwas? Dann sollten Sie Ihren Ohren einen Tag Ruhe gönnen und in Zukunft die Lautstärke deutlich zurückdrehen.

### Und noch etwas: Vorsicht, Unfall!

Mit dem Hörer des MP3-Players im Ohr sollte man keinesfalls ein Fahrzeug lenken. Aber auch zu Fuss leben Sie mit Musik im Ohr nicht ungefährlich. Schon bei einer Lautstärke, die für das Gehör noch unkritisch ist, nehmen Sie auf der Strasse viel zu spät wahr, was sich Ihnen von hinten nähert.

Ob MP3-Hören am Arbeitsplatz zulässig ist, erfahren Sie aus der Suva-Checkliste 67121.d.



# Laute Lautsprecher

## Tipps für Besucher von Konzerten und Musiklokalen

### Laut und deutlich

Nach der Schall- und Laserverordnung (LSV, Seite 15) müssen die Lokale oder Veranstaltungen den zu erwartenden Schallpegel deutlich deklarieren, wenn er über 93 dB(A) Stundenmittelwert liegt.

An Live-Konzerten ist im Publikum mit einem Schallpegel von 100 dB(A) zu rechnen. Wenn ein Konzert weniger als 2 Stunden dauert, ist das gerade noch okay. Bei längeren Veranstaltungen oder Festivals ist Gehörmanagement angesagt: Gehörschutz bereithalten, Pausen einschalten.

### Eine Frage des Standorts

Ihr Standort bestimmt ganz wesentlich die Gehörbelastung. Halten Sie bei Konzerten und Festivals Abstand von den Lautsprechertürmen. Der Sound ist meistens besser in der Mitte, wo auch das Mischpult installiert ist. Bei aufgehängten Line-Arrays («Lautsprecher-Bananen») dürfen Sie eine gleichmässige Pegelverteilung voraussetzen – der Standort ist dann weniger kritisch.

### Mach mal Pause

Pausen sind für das Gehör mehr als nur lärmfreie Zeiten: Es kann sich erholen. Wenn eine Veranstaltung 96 dB(A) überschreitet und mehr als 3 Stunden dauert, muss eine Zone mit weniger als 85 dB(A) vorhanden sein. Wenn es am Festival «um die Wurst geht», sucht man sich besser einen etwas abseits gelegen Verpflegungsstand.

### Sie sind nicht allein...

...wenn Ihnen die Musik zu laut ist, denn eine Mehrheit der Jugendlichen findet die Lautstärke an Musikveranstaltungen zu hoch. Bei den Mädchen und jungen Frauen sind es sogar zwei Drittel, die mit akustischem Imponiergehabe wenig

anfangen können. Deshalb dürfen Sie es dem DJ ohne weiteres zu verstehen geben, wenn er zu stark aufdreht: Reklamieren statt leiden!

### Gehörschutz

Wenn Sie keine eigenen Gehörschutzpfropfen dabei haben, so bedienen Sie sich mit den vom Veranstalter angebotenen Gehörschutzpfropfen. Dabei handelt es sich oft um Schaumstoffpfropfen (Typ A, Seite 18). Klanglich besser und mehrfach verwendbar sind vorgeformte Kunststoffpfropfen (Typ B). Solche mit Filter (Typ C) bieten zum Preis von 40 Franken schon sehr guten Klang. Übrigens: Die Bässe spürt man mit dem Körper. Pfropfen in den Ohren schmälern dieses Feeling nicht.



# Laute Lautsprecher

## Tipps für Profis

### Schallgrenzwerte

Die revidierte Schall- und Laser-Verordnung ist seit 2012 in Kraft. Ein Maximalschallpegel  $L_{A\text{Fmax}}$  von 125 dB(A) darf in keinem Fall überschritten werden. Grundsätzlich ist ein Stundenmittelwert von 93 dB(A) einzuhalten, doch sind – ausser wenn sich die Veranstaltung an Jugendliche unter 16 Jahren richtet – bis zu 100 dB(A) zulässig, sofern die folgenden Massnahmen getroffen werden: Meldung an die Behörde, Information des Publikums über Schallpegel und Risiken, kostenlose Abgabe von Gehörschutzmitteln, Überwachen des Schallpegels mit einem  $L_{\text{eq}}$ -Schallpegelmessgerät. Für Veranstaltungen über 96 dB(A) von mehr als 3 Stunden Dauer ist zusätzlich die elektronische Aufzeichnung des Schallpegelverlaufs gefordert und eine Ausgleichszone mit weniger als 85 dB(A).

### Wie laut soll Musik sein?

Einen Dauerschallpegel von 100 dB(A) empfinden rund 55 Prozent der Zuhörer als angemessen, rund 40 Prozent aber bereits als zu laut und nur Einzelne als zu leise. Der optimale Schallpegel liegt also für das Publikum (und erst recht für das Gehör) unter 100 dB(A).

### Lautsprecher

Lautsprecherboxen müssen so aufgebaut sein, dass die Mittelhochtonsysteme niemals direkt in die Ohren der Zuhörer strahlen, sondern darüber hinweg. Auch sollte zwischen den Zuhörern und den Lautsprechern immer ein genügender Abstand eingehalten werden. Aufgehängte Lautsprechersysteme oder solche mit Hochständer sind deshalb bes-

ser als solche, die direkt auf oder neben der Bühne aufgetürmt werden. Für grossflächige Beschallungen sind gekrümmte Line-Arrays optimal, da sie überall einen gleichmässigen Schallpegel und guten Klang ermöglichen.



Line-Array

Foto: Audio Performance, Echallens (VD)

### Qualität statt Quantität

Das Publikum schätzt es, wenn es nicht mit einem Soundbrei zuge-dröhnt wird, sondern den Gesang und die einzelnen Instrumente in guter Qualität wahrnimmt. 50 Jahre nach Einführung der zweikanaligen Stereophonie und 30 Jahre nach den Quadrofonie-Konzerten von Pink Floyd wäre auch Surround-Sound in Betracht zu ziehen, denn er wirkt bei gleichem Schallpegel eindrücklicher.

### Raumplanung

Ein Musiklokal sollte nicht nur architektonisch, sondern mindestens so sehr akustisch durchgestaltet sein. Mit einer geschickten Anordnung

der Lautsprecher und gezielter Schallabsorption wird der Sound besser, und die hohen Pegel bleiben auf die Tanzfläche beschränkt. Am besten wird von Anfang an ein Limiter eingeplant.

### Der Barman als Laut-Sprecher

Die Beschäftigten in Musiklokalen sind den hohen Schallpegeln länger ausgesetzt als die Gäste. Für sie gilt der Grenzwert für Lärm am Arbeitsplatz von 85 dB(A). In einem Club sollte sich die Bar nicht gerade im Kreuzfeuer der Lautsprecher befinden, sonst werden Besucher und Barkeeper unfreiwillig zu Laut-Sprechern, die sich gegenseitig anschreien müssen. Meist herrschen an der Bar 90 oder gar 95 dB(A), die Mitarbeitenden müssen also ihr Gehör schützen. Damit sie sich mit den Besuchern verständigen können, brauchen sie geeignete Kunststoffpfropfen (Typ C, Seite 18) (und nicht Schaumstoffpfropfen, wie sie gratis an die Besucher abgegeben werden). Licht- und Tontechniker haben etwa 95 dB(A) auf den Ohren, das Abräumpersonal kaum weniger.

### Sicherheit – auch für die Ohren

An Konzerten sind Sicherheitsleute oft gezwungen, sich in der Sperrzone vor den Lautsprechern aufzuhalten. Da tut Gehörschutz not. Wenn mit Funk und Ohrhörern gearbeitet wird, müssen die Ohrhörer die Musik genügend dämmen, damit das Gehör geschont wird und die Kommunikation sichergestellt ist.

# Mit Pauken und Trompeten

## Tipps für Orchestermusiker

Mehr als ein Beruf – eine Berufung ist das Musizieren für viele Musiker. Und ein gutes Gehör die unerlässliche Voraussetzung dazu. Diesem Kapital gilt es Sorge zu tragen.

### Schallbelastung

Die Tabelle auf Seite 6 macht es deutlich: Die gesamte Schallbelastung durch Üben, Proben und Aufführungen erreicht bei allen Orchestermusikern zwischen 85 und 95 dB(A) und gefährdet über kurz oder lang das Gehör. Besser sieht es für Kammer- oder Barockmusiker aus: Hier liegt die Gehörbelastung um 5 bis 10 dB tiefer (Ausnahme: Solovioline). Meist überschätzen Orchestermusiker die Belastung durch die Kollegen und unterschätzen die Gefährdung durch ihr eigenes Instrument. So erzeugt beispielsweise die Geige am Ohr der Geigerin einen Dauerschallpegel von 90 dB(A).

### An der Quelle

Mit richtigem Üben können Sie Ihr Gehör entlasten, indem Sie z. B. gezielt und konzentriert an schwierigen Stellen arbeiten, wenn möglich piano statt forte. Dämpfer mit Mithörelektronik oder elektronisch verstärkte Instrumente (z. B. «Silent Brass» oder «Silent String» von Yamaha) ermöglichen leiseres Üben, auch zum Wohle der Nachbarn. Und mentales Training – seit Jahren im Sport erfolgreich praktiziert – führt Sie lautlos zu Höchstleistungen und gibt Sicherheit beim Auftritt.



Schweizer Jugend-Sinfonie-Orchester, Zürich, mit Plexischirmen

### Mehr Abstand

In der Nähe der Instrumente nimmt der Pegel mit der Distanz rasch ab. Mehr Abstand zu lautstarken Instrumenten entspannt die Situation.

### Niveau-Differenzen

Eine Höhenstaffelung des Orchesters ergibt nur dann eine Entlastung, wenn die Stufen mindestens einen Meter hoch sind. Andernfalls befinden sich die Schalltrichter von Trompeten und Posaunen auf Ohrhöhe der Mitmusiker. Wenn eine ausreichende Höhenstaffelung nicht möglich ist, ist das Musizieren auf gleicher Ebene vorzuziehen.

### Grabenkämpfe in der Oper

Noch im 18. Jahrhundert spielten die Musiker auf der Ebene des Parketts. Erst später wurden sie in den Orchestergraben «versenkt». Meist werden die lautesten Instrumente unter der Überdeckung platziert, und der Schall bleibt gefangen (am meis-

ten bei den Hörnern, die seitlich abstrahlen): Die Musiker im Graben leiden, ebenso der Klang im Zuschauerraum. Wenn ein Regisseur die Bühne vergrößern und den Orchestergraben noch mehr eindecken will, muss sich das Orchester wehren, bevor es ganz «begraben» wird. Tieftonabsorption hilft gegen Dröhnen, genügt aber nicht. Statt den Schall im Graben von Absorptionsmaterialien schlucken zu lassen, sollte man ihn besser zum Dirigenten und den Zuschauern lenken.

### Schallschirme

Schallschirme aus Acrylglas (siehe Foto oben) können vor hohen Tönen von hinten schützen. Aber gleichzeitig werfen sie den Schall zurück und sind deshalb in der hinteren Reihe unbeliebt. Im Schirm können Bündelungseffekte und Klangverfärbungen auftreten. Abhilfe schaffen gezielt angebrachte Absorptionsflächen und eine nach vorn geneigte Montage,



# In der Band

## Tipps



Hearwig im Orchestre de la Suisse Romande,  
Foto: ERGOrama SA

so dass der Schall von hinten nach oben abgelenkt wird. Die «Schallschutz-Kopfstütze Hearwig» schützt gegen Schall von hinten, aber nicht von oben (z. B. von der Überdeckung des Orchestergrabens). Auch der «Hearwig» kann den Klang des eigenen Instruments verfärbt.

### Gehörschutz

Die beste Lösung für Berufsmusiker sind otoplastische Gehörschützer (Typ D). Wenn es schnell gehen muss, können vorgeformte Kunststoffpfropfen des Typs C helfen.

### Vorbilder mit Vorbehalt

Die Alt-Stars von Rock, Pop, Blues und Jazz haben die heutige Musikkultur geprägt. Aber manche von ihnen haben neben Geld und Ruhm auch schwere Gehörschäden davongetragen. Das sollte ihren Nachfahren nicht passieren. Voraussetzung sind Kenntnisse über das Gehör, akustische Massnahmen im Übungsraum, ein cleverer Einsatz moderner Tontechnik – und die Überzeugung, dass musikalische Qualität nicht durch Lautstärke zu ersetzen ist.

### Schallpegelmesser

Wenn für Instrumente und Verstärkeranlagen tausende von Franken investiert werden, sollte ein Schallpegelmesser für 50 bis 100 Franken auch noch drin liegen (Seite 5). Schliesslich geht es um Ihr wichtigstes Instrument: das Gehör.

### Vom Übungskeller zum Probestudio

Damit das Schlagzeug den andern Instrumenten nicht eine unnötig hohe Lautstärke aufzwingt und das Ganze ausser Kontrolle gerät, sollten die Wände und die Decke des Übungslokals mit schallschluckenden Platten verkleidet werden. Solche gibt es günstig in Baumärkten zu kaufen. Die Platten nagelt man auf einen Holzrost aus Dachlatten, die vorgängig an die Wände montiert wurden. Das verbessert die Wirkung bei tiefen Tönen. Ein Teppich und halbhohe absorbierende Stellwände um das Schlagzeug herum bringen schon fast Studio-Feeling in den Übungskeller – und eine entsprechend bessere Kontrolle über das musikalische Ergebnis.

### Auf der Bühne

Wenn das Schlagzeug direkt ins Publikum strahlt, müssen die übrigen Instrumente umso mehr verstärkt werden, um nicht unterzugehen. Ein absorbierender Bühnenbereich und halbhohe absorbierende Stellwände beim Schlagzeug helfen in diesem Fall und verschaffen Spielraum beim Mix.

### Monitoring

Besonders kritisch für das Gehör sind die Bühnenlautsprecher wegen ihrer Lautstärke und dem ständig drohenden Rückkopplungspfeifen. Mit einem lautstärkebegrenzten(!) Im-Ohr-Monitoring sind Sie besser dran.

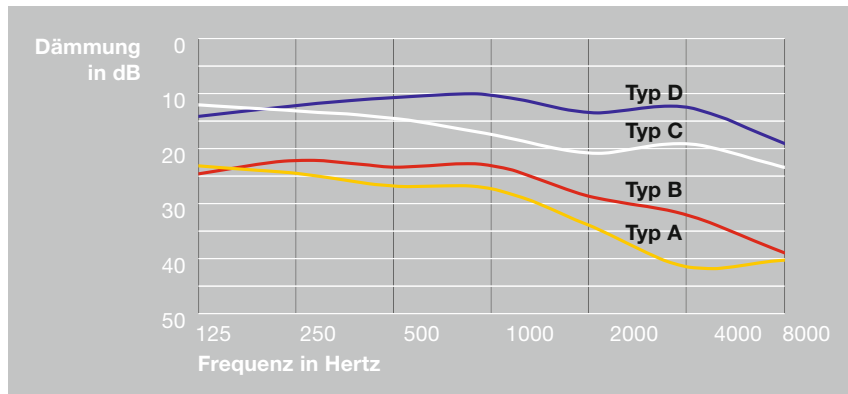
### Gehörschutz

Musikoptimierte Kunststoffpfropfen (Typ C) oder gar musiktaugliche Otoplasten (Typ D) sind die richtige Lösung.

# Gehörschutz – weniger ist mehr

## Gehörschutz für Musik

Vor wenigen Jahren noch unvereinbar, heute von der «Streetparade» bis zum Orchestergraben fast schon selbstverständlich: Gehörschutz und Musik [44]. Eine ungleiche Dämmung bei tiefen und hohen Frequenzen verzerrt den Klang. Eine horizontale Kennlinie hingegen verringert nur den Schallpegel, bewahrt aber den Klang. Etwa 15 dB Dämmung genügen vollauf für einen sicheren Schutz.



### Schaumstoffpfropfen (Typ A)

Gehörschutzpfropfen aus Schaumstoff für den Einmalgebrauch sind sehr wirksam, wenn man sie richtig anwendet: zum Würstchen rollen, in den Gehörgang einführen und während der Ausdehnphase 30 Sekunden lang den Finger draufhalten. Sie sind bei Grossverteilern, in Baumärkten, Apotheken oder bei der Suva für weniger als 1 Franken pro Paar erhältlich. Allerdings nehmen sie zu viel Sound weg (starke Dämmung, vor allem bei hohen Tönen).



### Kunststoffpfropfen (Typ B)

Für Musik schon wesentlich besser geeignet und zudem mehrfach verwendbar sind Kunststoffpfropfen vom Typ «Artifit» oder «Ultrafit» (u. a. erhältlich bei der Suva für 4 Franken pro Paar in der Plastikdose). Der Schutz ist vollauf genügend, aber der Klang kommt wesentlich besser durch – das lohnt sich!



### Kunststoffpfropfen, musikoptimiert (Typ C)

Spezielle Pfropfen wie «Elacin ER-20S» oder «Ultratech» haben ein Filter eingebaut, das für eine dosierte Dämmung und einen ausgeglichenen Klang (horizontalere Dämmkurve) sorgt. Sie sind für ca. 40 Franken pro Paar in Musikfachgeschäften, bei Schutzmittellieferanten oder bei der Suva erhältlich.



### Otoplastischer Gehörschutz (Typ D)

Die beste Lösung sind individuell angepasste otoplastische Gehörschützer in Hifi-Qualität (sehr flache Dämmkurve, z. B. Elacin ER-15), die für etwa 300 Franken pro Paar von Hörgeräteakustikern oder Spezialfirmen angefertigt werden.

# Zugaben

## Internet

Zu weiteren Informationen führt [www.suva.ch/musikgehoer](http://www.suva.ch/musikgehoer), zum Beispiel:

- Publikationen der Suva
- Hinweise auf Schallmessgeräte verschiedener Preisklassen
- Hinweise auf Gehörschutzmittel
- Angebote des Bundesamtes für Gesundheit, speziell für Schulen
- Gehörschutzrechner für Orchester-  
musiker der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung
- Kleinplakat 55249.d «Lautstärke  
nur wenig zurückdrehen genügt»
- Telefon-Hörcheck von Pro Audito

## Schallpegelmesser

Beim Team Akustik (Bereich Physik) der Suva in Luzern können Sie kleine Profi-Geräte mit  $L_{eq}$ -Anzeige (Seite 5) für 40 Franken pro Woche mieten.

## Audio Demo 3

Was Schall ist, was unser Gehör leistet und wie sich eine Gehörschädigung auswirkt, führt die Suva-CD «Audio Demo 3» mit 99 Hördemonstrationen vor Ohren. Sie ist gratis erhältlich (Bestellnummer 99051).

Für den Einsatz in der Schule steht kostenlos eine Begleitdokumentation mit Erklärungen und Hintergrundinformationen zur Verfügung (Bestellnummer 86905.d). Zusammen mit einem Schallpegelmesser kann die CD auch für einen Hörtest eingesetzt werden.

## Schallpegeltabelle Musik

Gehörbelastung von Musikern, 3 Seiten, Bestellnummer 86496. d/f/i, gratis

## Augen- und Gehörschutzmittel

Verkaufsdokumentation, 31 Seiten, Bestellnummer 88001.d, gratis

## Napo – Schluss mit Lärm,

DVD, 8 Minuten, Bestellnummer DVD 355.d/f/i/e, gratis

## Gehör in Gefahr.

### Schutz vor Lärm am Arbeitsplatz

DVD, 8 Minuten, Bestellnummer DVD 309. d/f/i, gratis

## Adressen

Für Auskünfte und Beratung zur Gehörgefährdung, zu Schallmessgeräten und Limitern sowie Schallschutzmassnahmen:  
Suva, Team Akustik,  
Postfach 4358, 6002 Luzern,  
Tel. 041 419 54 22 oder 419 58 55

Für Auskünfte zu Gehöruntersuchungen für Berufsmusiker:  
Suva, Bereich Audiometrie,  
Postfach 4358, 6002 Luzern,  
Tel. 041 419 53 15

Für Bestellungen von Publikationen, DVD und CD:  
Suva, Kundendienst,  
Postfach 4358, 6002 Luzern,  
[www.suva.ch/waswo](http://www.suva.ch/waswo)  
Tel. 041 419 58 51, Fax 041 419 59 17

Für Bestellungen von Gehörschutzmitteln:  
Suva,  
Bereich Sicherheitsprodukte,  
Postfach 4358, 6002 Luzern,  
Tel. 041 419 52 22 oder 419 55 24,  
Fax 041 419 58 80

**Suva**  
Freizeitsicherheit  
Postfach  
6002 Luzern  
[www.suva.ch](http://www.suva.ch)

**Bestellnummer**  
84001.d  
Ausgabe Mai 2012