

# Lärmbelastung beim Fallschirmspringen

Christian Burkhart

Akustikbüro Schwartzberger und Burkhart, Parkstrasse 7A, 82343 Pöcking, Germany

Christian.Burkhart@akustikbuero.com

## Einleitung

„Wer nicht hören kann, muss leiden“ kann es im fortgeschrittenen Alter einmal heißen, denn die Beeinträchtigung des Hörvermögens stellt sicherlich einen deutlichen Verlust an Lebensqualität dar. Der Grund dafür liegt in der Lärmbelastung, der wir im Laufe unseres Lebens im Beruf und auch in der Freizeit ausgesetzt sind. In Deutschland gibt es circa 6000 Aktive Fallschirmspringer die in ihrer Freizeit ungefähr 300.000 Sprünge jährlich ausführen. Die meisten Springer betreiben diese Sportart in ihrer Freizeit, viele sind jedoch beruflich als Ausbilder oder Tandemmaster täglich tätig. Während des Steigfluges – in der Regel auf eine Höhe von 4000 m über Grund – ist man dabei dem Lärmpegel im Flugzeug ausgesetzt. Dieser Steigflug dauert je nach Flugzeugtyp 10 bis 30 Minuten. Meist handelt es sich um einfache Flugzeuge ohne aufwändige Flugzeughüllen. Bereits mit dem Öffnen der Tür steigt dieser Lärmpegel deutlich an, die Flugzeuge reduzieren zwar zum Absetzen der Springer ihre Geschwindigkeit, sie beträgt aber noch immer circa 140 bis 180 km/h. Anschließend nach dem Absprung findet aufgrund der Erdanziehung eine Beschleunigung statt, nach ungefähr 10 Sekunden erreichen die Springer ihre Endgeschwindigkeit - je nach Körperhaltung – von 180 bis 300 km/h. Durch die vorbeiströmende Luft entstehen Verwirbelungen an Körperteilen (Rumpf, Beine, Arme und Kopf) und damit recht hohe Schallpegel. Die Freifallphase dauert bei einer Absprunghöhe von 4000 m je nach Körperhaltung zwischen 40 und 60 Sekunden. Bei der Ausübung des Sports ist man somit regelmäßig besonderen akustischen Belastungen ausgesetzt, die trotz Helm zu irreparablen Schäden des Gehörs führen können, deshalb ist es nur konsequent, sich mit dem Gefährdungspotenzial, vor allem aber mit den (einfachen) Gegenmaßnahmen auseinanderzusetzen, um unliebsame Spätfolgen zu vermeiden.

## Messergebnisse

Der Pegel-Zeit-Verlauf in Bild 1 zeigt den typischen Verlauf eines Sprunges. Nach dem Einsteigen in das Flugzeug erkennt man zunächst das Rollen zum Startpunkt und anschließend den Start. Im Steigflug sinkt der Schallpegel dann vermeintlich ab, dies liegt jedoch daran, dass der Schallpegel  $L = 20 \times \log(p/p_0)$  auf den Bezugsdruck der Hörschwelle auf Meereshöhe ( $p_0 = 20 \text{ mPa}$ ) definiert ist. Da mit zunehmender Höhe der Luftdruck sinkt (circa halber Luftdruck in 5500 m Höhe) nimmt der Schalldruckpegel scheinbar ab, zur Korrektur müsste auf die dargestellten Schallpegel jeweils ein höhenabhängiger Korrekturwert von 0 ... 2,5 dB addiert werden. Ab circa 16 Minuten nimmt der Pegel zu, weil die Vorbereitung auf den Sprung beginnt und der Helm aufgesetzt wird. Kurz vor dem Exit erkennt man das der Motor gedrosselt und die Tür geöffnet wird. Direkt nach dem Exit nimmt der Schallpegel kurz ab, um dann jedoch mit steigender Fallgeschwindigkeit deutlich anzusteigen. Im Freifall wird der Schallpegel maßgeblich durch die, von der Fallgeschwindigkeit abhängigen Strömungsgeräusche verursacht. Circa eine Minute nach dem Exit steigt der Schallpegel kurzzeitig deutlich an, der in der Regel im Helminneren mit

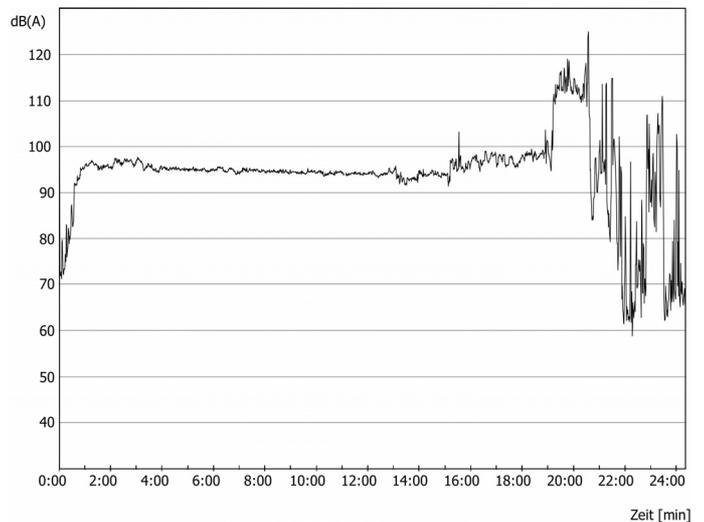


Bild 1: typischer Pegel-Zeit-Verlauf  
circa 18 Minuten Steigflug, Stehen in der Tür, Freifall, am Ende des Freifalls Höhenwarner, Schirmfahrt, Landung

geführte Höhenmesser signalisiert das Ende des Freifalls, anschließend beginnt die Schirmfahrt mit deutlich geringeren Schallpegeln. Der gesamte Sprungablauf dauert circa 22 Minuten.

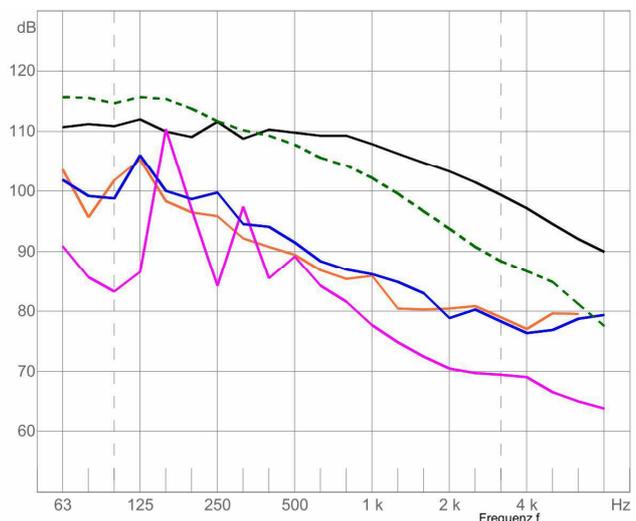


Bild 2: Frequenzverlauf des Schallpegels im Innenraum von 3 Absetzflugzeugen im Steigflug (blau, orange und lila), im Freifall (grün gestrichelt) und im Windtunnel (schwarz)

Die Geräuschsituation im Freifall ist nicht vom Flugzeug, jedoch entscheidend von der Körperhaltung abhängig. Die hier gezeigten Messergebnisse wurden beim so genannten Formationspringen (4er RW), d.h. in einer Flughaltung auf dem Bauch ermittelt. Beim Freefly (Körperhaltung senkrecht kopfüber) werden aufgrund des geringeren Luftwiderstandes deutlich höhere Geschwindigkeiten von bis zu 300 km/h und damit höhere Schallpegel erreicht. Die Abhängigkeit vom

Flugzeugtyp ist in Bild 2 zu erkennen, bisher wurden 3 verschiedenen Typen untersucht. Besonders auffällig ist der Lila-farbene Kurvenverlauf aufgrund der deutlichen Resonanzen, die vom Propeller und der Rumpfform herrühren. Weiterhin ist in Bild 2 der spektrale Verlauf im Freifall dargestellt (gestrichelte grüne Kurve).

Aufgrund der zwischenzeitlich auch im Freizeitsportbereich fortgeschrittenen Professionalisierung wird die in der Regel sprungfreie Winterzeit durch intensives Training in Windtunneln genutzt. Hierbei schweben die Springer auf einem Luftstrom, der durch eine oder mehrere Rotoren erzeugt wird. Durch die unmittelbare Nähe zu den Rotoren sind die Sportler einem gegenüber dem Freifall höheren Schallpegel ausgesetzt. In Bild 2 ist der spektrale Verlauf ebenfalls dargestellt (durchgezogene schwarze Linie). Die Tabelle 1 zeigt zusammenfassend die messtechnisch ermittelten Schallpegel, jeweils gemessen im äußeren Gehörgang, in Tabelle 2 sind die dazugehörigen Einwirkzeiten angegeben:

Situation	Pegelbereich	Mittelwert
Steigflug	98,8 ... 99,1 dB(A)	99,0 dB(A)
Freifall	113,8 ... 117,9 dB(A)	115,8 dB(A)
Windtunnel	113,7 ... 121,8 dB(A)	118,7 dB(A)

Tabelle 1: Messergebnisse

Situation	Einwirkzeit einzeln	Anzahl/Tag	Typische Einwirkzeit/Tag
Steigflug	15 ... 30 min	4 ... 12	1 ... 5 Std.
Freifall	45 ... 60 s	4 ... 12	3 ... 12 Min.
Windtunnel	1 ... 2 min	60	1 ... 2 Std.

Tabelle 2: Einwirkzeiten

### Beurteilung

Aus den Messergebnissen und den typischen Einwirkzeiten lassen sich die Beurteilungspegel für die beiden Situationen ‚Sprungtag‘ und ‚Windtunnel-Tag‘, jeweils bezogen auf einen 8-stündigen (Arbeits)-Tag berechnen. Die Ergebnisse sind in den Bildern 3 und 4 dargestellt. Als Grenzwerte kann zunächst der obere Auslösewert von 85 dB(A) gemäß der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (Lärm-VibrationsArbSchV) angegeben werden. Meine persönliche Abwägungsschwelle habe ich bisher 5 dB niedriger entsprechend der unteren Auslöseschwelle der Verordnung bei 80 dB(A) angesetzt. Bestätigt wird diese Betrachtungsweise durch die Auslöse- und Expositionsgrenzwerte der EG Richtlinie „Lärm“ (2003/10/EG) mit 80 dB(A).

Für die beiden Situationen „Sprungtag“ und „Windtunnel-Tag“ bedeutet dies, dass die Grenzwerte der LärmVibrationsArbSchV und der EG-Richtlinie „Lärm“ ohne Gehörschutz deutlich überschritten werden. Um einen zulässigen und damit sinnvollen Bereich zu erreichen ist für den „Sprungtag“ ein Gehörschutz mit einer Schutzwirkung von mindestens 15 dB und für den „Windtunnel-Tag“ ein Gehörschutz von mindestens 30 dB erforderlich, wie aus den Bildern 3 und 4 zu erkennen ist.

Bei der Auswahl eines geeigneten Gehörschutzes sind einige Besonderheiten zu beachten. So sollte die Dämmwirkung der Gehörschützer nicht zu groß und möglichst gleichmäßig sein, um sich im Steigflug verständigen zu können und um einen akustischen Höhenwarner zuverlässig wahrzunehmen. Besonders wichtig ist die Sicherstellung des Druckausgleichs im Außenohr während des Freifalls (circa Luftdruckverdoppelung während der Freifallphase), das Außenohr darf nicht luftdicht abgeschlossen werden. Zwischen dem Trommelfell und dem Gehörschutz entsteht ein kleiner,

abgeschlossener Luftraum. Der Luftdruck im Inneren des Ohres passt sich automatisch oder bewusst durch Druckausgleich über die Eustachische Röhre (Tube) an, dies gilt jedoch nicht für den entstehenden Luftraum außerhalb des Ohres. Wegen des großen Druckunterschieds ist das jedoch sehr wichtig, deshalb dürfen im Freifall nur Gehörschutz verwendet werden,

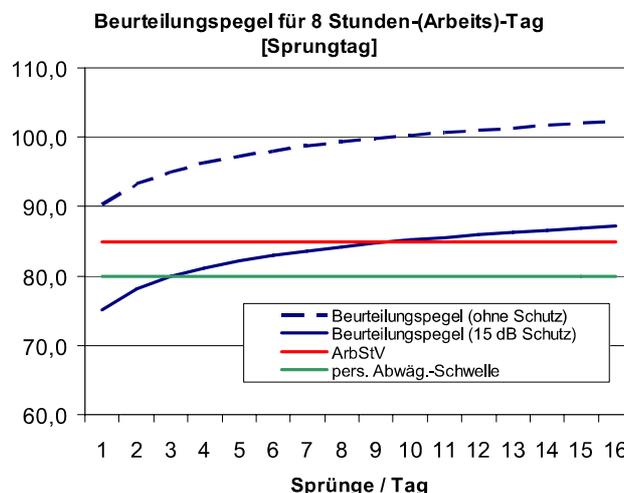


Bild 3: Beurteilungspegel ohne und mit 15 dB Gehörschutz in Abhängigkeit von der Sprunganzahl/Tag

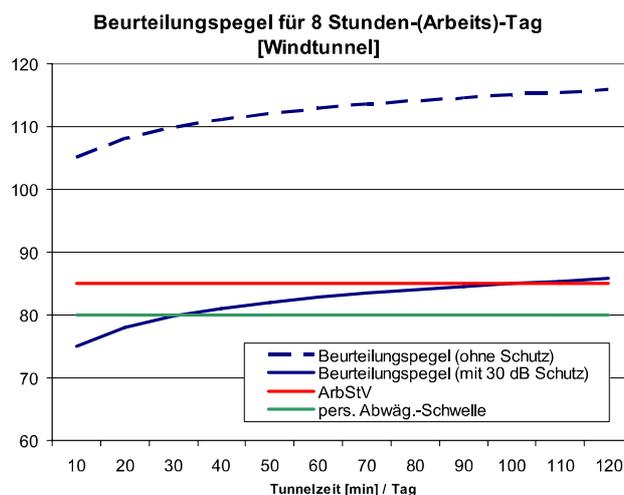


Bild 4: Beurteilungspegel ohne und mit 30 dB Gehörschutz in Abhängigkeit von der Windtunnelzeit/Tag

die offenporig oder einen möglichst großen Querschnitt im Filter aufweisen. Im Windtunnel spielt das keine Rolle, dort kann jeder beliebige Gehörschutz verwendet werden! Die meisten „Einmal-Stöpsel“ zum Zusammendrücken erfüllen zwar die Anforderung der Geräuschabsenkung, sie lassen aber in der Regel keinen zuverlässigen Druckausgleich zu und bieten auch keine gleichmäßige Dämpfung. Für den Windtunnel sind sie also geeignet, für den Freifall nicht. Die beste Lösung sind individuell angepasste Silikonstöpsel (z.B. Elacin) mit auswechselbarem Filter. Für den Freifall wird ein Filter mit 15 dB verwendet, der durch seinen großen Querschnitt einen problemlosen Druckausgleich zulässt. Der Filter kann für den Einsatz im Windtunnel einfach durch einen geschlossenen Einsatz oder einen Filter mit höherer Dämmwirkung ersetzt werden, so dass man auch hier seinen angepassten und somit angenehm zu tragenden Ohreinsatz verwenden kann.

# Impressum



<p><b>Veranstalter</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fachhochschule Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering (ISAVE)</li><li>• <a href="#">Heinrich-Heine-Universität, Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin</a></li><li>• <a href="#">Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA)</a></li></ul> <p><b>unter Mitwirkung von</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG)</a></li><li>• <a href="#">Informationstechnische Gesellschaft (ITG) im VDE</a></li><li>• <a href="#">NALS im DIN und VDI</a></li></ul>	  
<p><b>Verlag und Bezug</b></p> <p>Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. Voltastraße 5 Gebäude 10-6 13355 Berlin <a href="http://www.dega-akustik.de">www.dega-akustik.de</a></p> <p><b>CD-Vervielfältigung</b></p> <p>CDpress GmbH &amp; Co. KG Mühlstr.16 72622 Nürtingen</p> <p><b>Zitierhinweis</b></p> <p>Fortschritte der Akustik - DAGA 2011</p> <p>Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <a href="http://dnb.d-nb.de">http://dnb.d-nb.de</a> abrufbar.</p> <p>Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), Berlin, 2011 ISBN: 978-3-939296-02-7</p>	