

Lärm und Lärmschutz im Militärflugbetrieb

Von G. C. Oppliger und L. Pircher

Zu den Quellen größter Lärmintensität gehören die Antriebsaggregate moderner Flugzeuge. Die Bemühungen der Technik, den Lärm am Entstehungsort zu reduzieren, haben bis jetzt nur einen geringen Erfolg gezeigt. Der Pegel kann immer noch Werte erreichen, die die Schmerzschwelle des Ohres überschreiten. Die Wissenschaftler sind sich einig, daß bereits Lärmintensitäten von 80 bis 90 dB nach einer gewissen Zeitspanne zu bleibenden Hörverlusten führen. Bei größeren Intensitäten kommt es viel schneller zu einer Schwerhörigkeit, die den Betroffenen im täglichen Leben stark behindert. Es ist deshalb Aufgabe der Medizin, die gefährdeten Personen zu erfassen, sie aufzuklären und ihnen den geeigneten Hörschutz abzugeben.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine Übersicht der auf einem Militärflugplatz vorkommenden Lärmintensitäten zu geben sowie die Möglichkeiten einer individuellen Schutzmaßnahme zu zeigen.

Methodik

Für die *Lärmmessung* verwendeten wir den Rhode- und Schwarz-Pegelmesser mit Oktavbandfilter.

Die Messung erfolgte an zwei konventionellen Punkten:

1. *außerhalb* des Flugzeuges: ein Meter über dem Boden in zehn Meter Entfernung vom Ansatzpunkt des Hauptholmes am Rumpf vorne und in einem Winkel von 45° zur Flugzeuglängsachse.

2. im Flugzeug im Cockpit auf Kopfhöhe über dem Pilotensitz.

Die *dämpfende Wirkung des Schallschutzes* haben wir wie folgt bestimmt:

Bei einem größeren Kollektiv von normalhörenden jungen Piloten wurde die normale Hörschwelle von acht verschiedenen Frequenzen zwischen 250 und 8000 Hz bestimmt. Anschließend wurde die mit Schallschutz verständlicherweise höher gelegene Schwelle bestimmt; der Schwellenwertunterschied jeder einzelnen Frequenz ergibt die dämpfende Wirkung für die betreffende Frequenz.

I. Schallquellen

a) *Meßergebnisse bei Kolbenflugzeugen*

Wir haben die Schallpegel von zehn verschiedenen Typen jeweils bei Leerlauf und Vollast gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Bei der Bonanza Twin handelt es sich um ein zweimotoriges Flugzeug, was den relativ hohen Lärmpegel erklärt. Interessehalber geben wir die Resultate wieder, die wir bei der Messung beim Flugzeug Dornier-27 mit und ohne Spezialauspuffdämpfer, dem sogenannten Frankfurter Topf, erhalten haben. Wir möchten aber darauf hinweisen, daß diese Angaben für ein definitives Urteil nicht genügen.

	In der Kabine		Außen	
	Leerlauf	Vollast	Leerlauf	Vollast
Bonanza Twin	88	122	94	128
P-2	95	115	92	120
P-3	101	110	87	106
Fi-156	87	116	77	111
AT-16	102	127	96	122
Do-27	87	113	88	118
Do-27 mit Dämpfer	85	109	82	113
C-36	86	114	84	114
Bü-133 Jungmeister	98	114	84	104
Bu-131 Jungmann	86	115	81	105

Tabelle 1 Lärmpegel von Kolbenflugzeugen

b) Meßergebnisse bei Düsenflugzeugen

Es wurden drei verschiedene Typen von Jagdflugzeugen getestet. Die Messungen wurden ebenfalls an den beiden konventionellen Punkten durchgeführt.

	In der Kabine		Außen	
	Leerlauf	Vollast	Leerlauf	Vollast
DH-100	85	100	115	120
DH-112	86	98	124	128
Hunter	86	102	100	130

Tabelle 2 Schallpegel bei Düsenflugzeugen

c) Meßergebnisse bei Helikoptern

Bei dieser Flugzeugklasse erhoben wir alle Messungen durchgehend Punkt dreißig Meter senkrecht unter dem schwebenden Flugzeug.

	In der Kabine	Außen
Hiller (Kolbenmotor)	110	94
Djin SO 12 (Gasturbine)	105	93
Alouette SE 3130 (Gasturbine)	108	93

Tabelle 3 Lärmpegel von Helikoptern

Diese Zusammenstellungen ergeben wohl ein gutes Bild des Lärmausmaßes. Zwischen den Gruppen bestehen aber noch große qualitative Unterschiede, je nachdem, ob die Schallquellen aus Kolbenmotoren oder Düsenmotoren bestehen. Diese qualitativen Unterschiede lassen sich am besten an Hand einer Spektralbandanalyse demonstrieren. Die folgende Abbildung 1 zeigt, in wel-

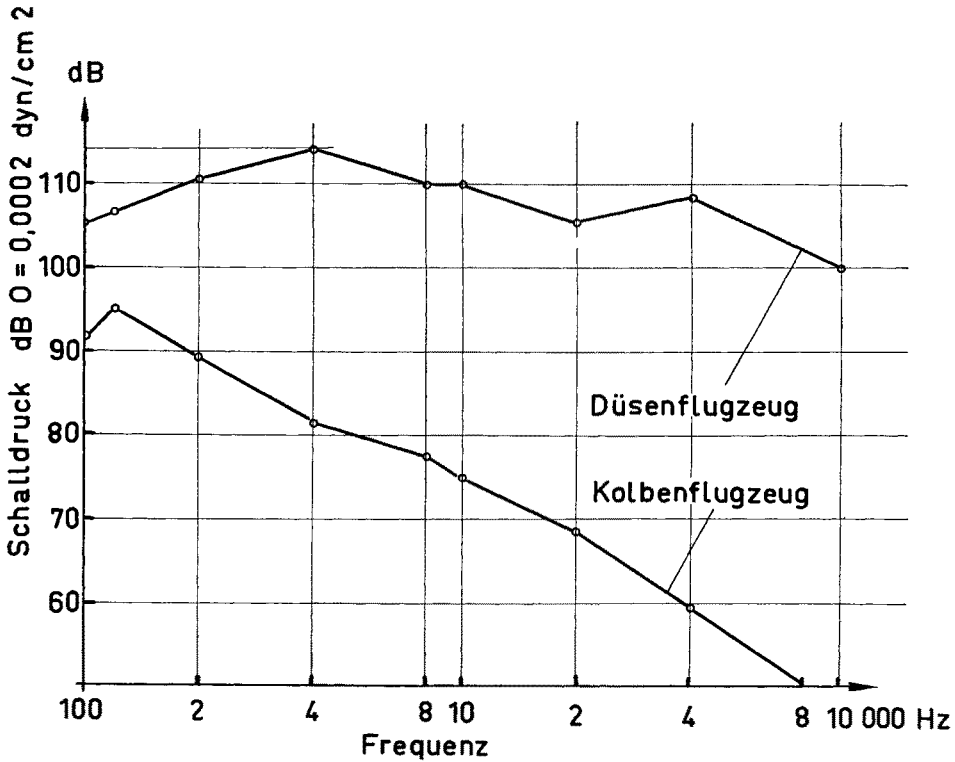


Abbildung 1 Spektralbandanalyse von Kolben- und Düsenmotorenlärm.

chem Ausmaß die einzelnen Frequenzen beim Düsen- und Kolbenmotor am Gesamtlärm beteiligt sind.

Bei Flugzeugen mit Kolbenmotoren liegt das Intensitätsmaximum zwischen den Frequenzen 100 und 200 Hz, die höheren Frequenzen beeinflussen den Charakter des Lärms kaum. Ganz im Gegensatz dazu besteht beim Düsenflugzeug eine gleichmäßige Verteilung der Intensitäten über dem ganzen hörbaren Bereich des Frequenzbandes. Ein weiteres Phänomen gewisser Düsentriebwerke kommt in dieser Darstellung nicht voll zur Geltung. Beim einstufigen Kompressor entsteht durch Sirenenwirkung ein reiner Ton hoher Intensität, dessen Frequenz mit der Drehzahl zunimmt.

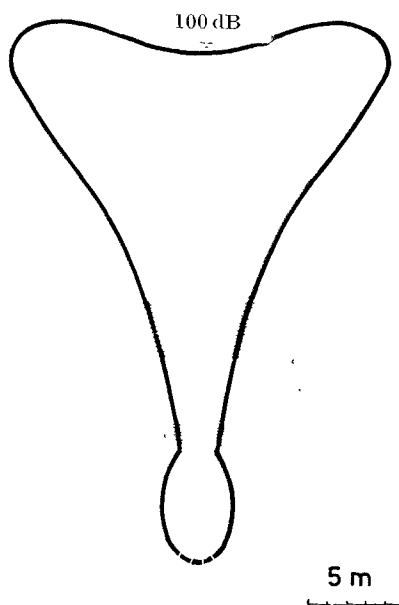


Abbildung 2 Schematische Darstellung der Schallausbreitung bei einem Düsenflugzeug (Iso-dB-Linie bei Leerlauf).

Zurückkommend auf unsere Pegelmessungen müssen wir feststellen, daß selbst bei unbelasteten Motoren an den von uns gemessenen Punkten Lärmintensitäten auftreten, die mit Sicherheit zu bleibenden Hörschäden führen. Überraschend sind die niederen Werte im Cockpit der Jagdflugzeuge; dies läßt sich auf den kräftigeren Bau der Kabine und den luftdichten Abschluß zurückführen.

In diesem Zusammenhang muß noch auf einen anderen Unterschied hingewiesen werden: Währenddem sich der Lärm beim Kolbenflugzeug im großen und ganzen gleichmäßig in der Umgebung ausbreitet, ist dies beim Jet nicht der Fall, sondern es besteht eine große Lageabhängigkeit. Aus der Abbildung 2 ist deutlich ersichtlich, daß der Schall in der Richtung der Lufteintrittsöffnungen besonders intensiv ist.

Auch beim Helikopter besteht eine Frequenzcharakteristik, die verschieden ist, je nachdem es sich um einen Kolbenmotor oder um eine Gasturbine handelt. Die beiden Typen sind einander in der Abbildung 3 gegenübergestellt.

Diese Resultate zeigen eindrücklich, daß das Bodenpersonal ganz ungewöhnlichen Lärmintensitäten ausgesetzt ist und ein genügender Schutz des Gehörs nur durch die wirksamsten Gehörschutzmittel erreicht werden kann.

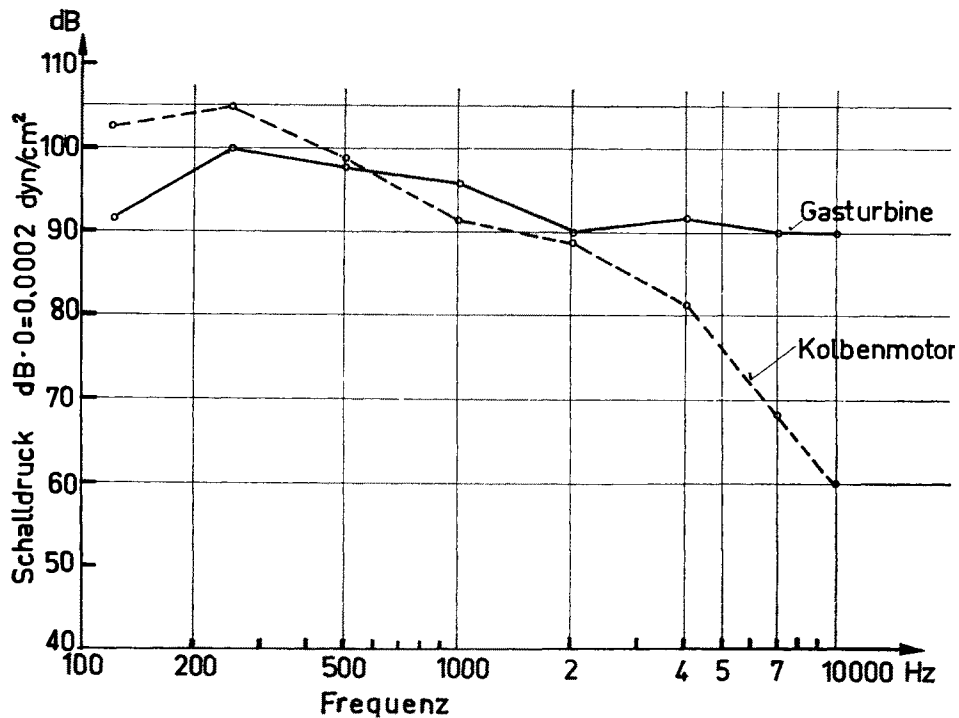


Abbildung 3 Spektralbandanalyse bei Helikoptern mit Kolbenmotor und Gasturbine

II. Schallschutz

Grundsätzlich können zwei Arten von Gehörschutz unterschieden werden:

1. *Einsteckgeräte*, das heißt Gummi- oder Plastikpfropfen, die den äußeren Gehörgang verschließen. Wird der Gehörgang durch Gummi, Plastik oder Wachkugeln vollständig abgeschlossen, so spricht man von einem Obturator. Oft wird wohl ein Hörschutz verlangt, wobei aber die Sprachverständigung so wenig als möglich tangiert werden soll. Dies wird durch eine Bohrung im Obturator und mit der richtigen Wahl von Hohlräumen erreicht, so daß die tiefen Frequenzen der Sprache (200–2000 Hz) weniger gedämpft werden als jene, die über 2000 Hz liegen und als besonders schädlich gelten; diese Einsteckgeräte werden auch Tiefbandfilter genannt.

2. *Muscheln*, die das ganze äußere Ohr abdecken.

Die mit den Einsteckgehörschutzgeräten erhaltenen Meßwerte sind in der Abbildung 4 wiedergegeben.

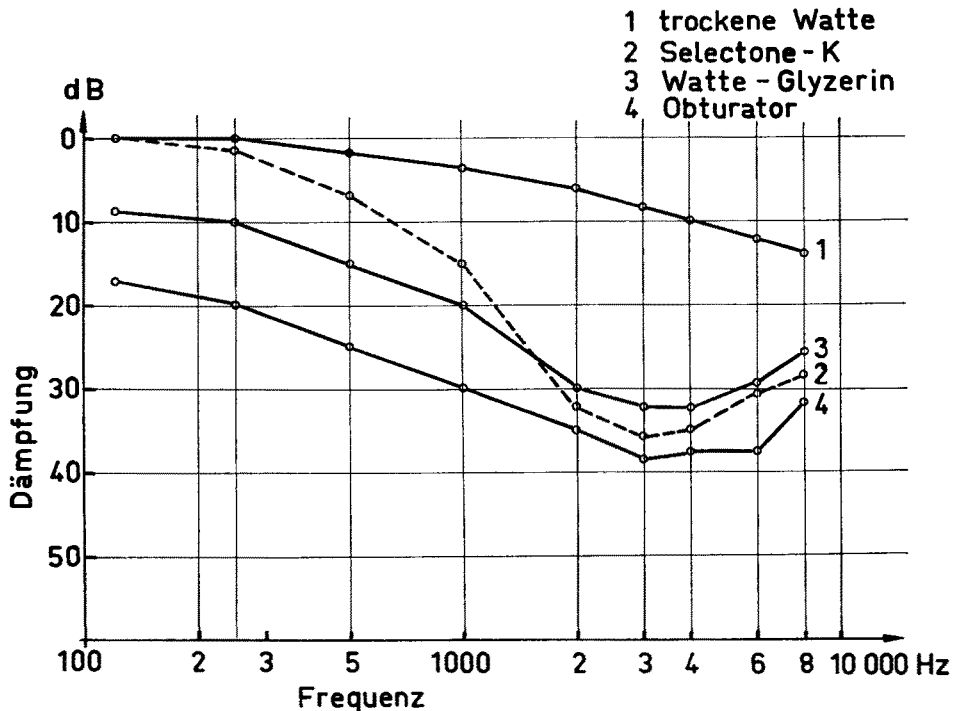


Abbildung 4 Schalldämpfkurven von Einsteckgehörschutzgeräten

Wie aus dieser Abbildung ersichtlich ist, stellt der Wachspfropf den Prototyp des Obturators dar mit großer dämpfender Wirkung über das ganze untersuchte Spektrum. Unsere Darstellung zeigt eindrücklich, wie illusorisch die Schutzwirkung trockener Watte ist. Die Forderung eines Tiefbandfilters erfüllt der Schallschutz vom Typ Selectone am besten, guter Schutz gegen hohe Frequenzen bei guter Sprachverständigung.

Die Meßergebnisse mit den Gehörschutzmuscheln sind in der Abbildung 5 dargestellt.

Die Gehörschutzmuscheln decken das äußere Ohr und auch einen Teil des knöchernen Schädels, wodurch nicht nur die Schallübertragung durch die Luft, sondern auch zum Teil diejenige durch den Knochen gedämpft wird. Muscheln haben dadurch eine größere Dämpfung als Obturatoren. Durch flüssigkeitsgefüllten Ring wird neuerdings ein fast idealer Abschluß zwischen Muschel und Kopf erreicht mit dementsprechend besserer dämpfender Wirkung.

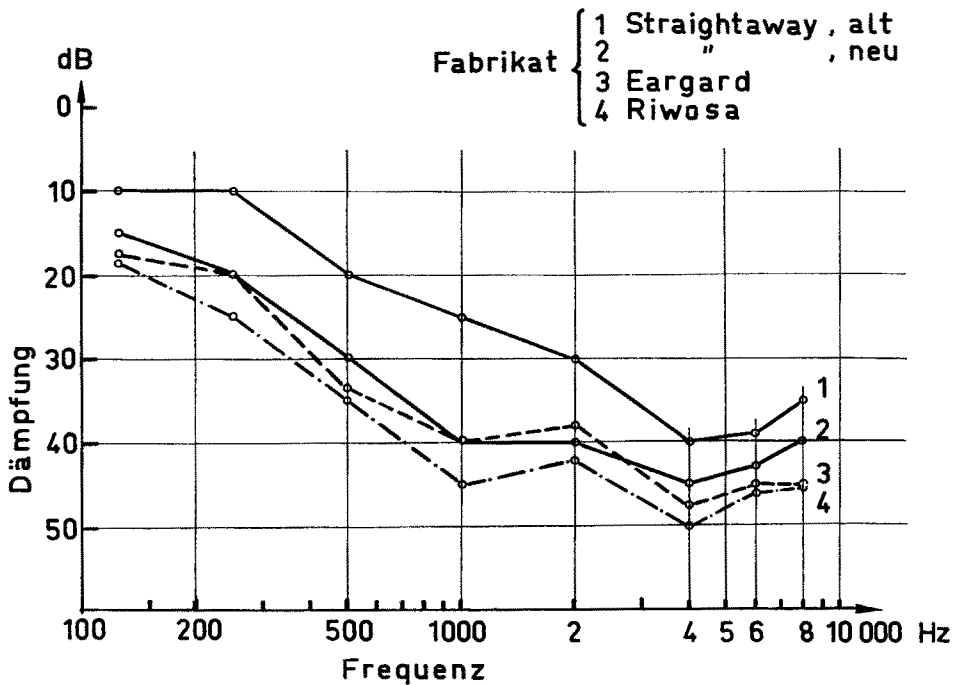


Abbildung 5 Schalldämpfungskurven von Gehörschutzmuscheln.

Zusammenfassung

Diese kleine Übersicht zeigt, daß auf Militärflugplätzen sehr hohe Lärmintensitäten auftreten, die mit Sicherheit nach kurzer Zeit zu massiven Lärmschäden führen. Da eine Sprachverständigung bei solchen Bedingungen ausgeschlossen ist, sollen zum Schutz grundsätzlich nur Obturatoren abgegeben werden. Bei Spitzenbelastung genügt aber selbst der Obturator nicht, so daß ein genügender Schutz nur mit der Kombination Obturator- und Schutzmuschel erreicht werden kann.

Résumé

Cette brève revue montre qu'on rencontre sur les aérodromes militaires de très hautes intensités sonores provoquant inévitablement et dans de brefs délais des troubles auditifs graves. Vu qu'une communication orale est exclue dans de telles conditions, on devrait utiliser principalement des bouchons d'oreille pour protéger le personnel. Lors d'intensités sonores exceptionnellement élevées les bouchons d'oreille ne suffisent plus et seule l'adjonction de coussins d'oreille permet d'obtenir une protection satisfaisante.