Prof. Dr.-Ing. Karsten Kluth

Die unterschätzte Gefahr – Der Einsatz von Kapselgehörschützern bei sehr lauten Impulsschallereignissen

© dpa/Pleul

Die Jagd: Ruhe vor dem Knall

© dpa

Der Hochsitz, ein Ort der Erholung

- 1990: 311.000 Jägerinnen und Jäger in Deutschland
- Heute: über 397.000 Jägerinnen und Jäger
- Unterteilt in Berufs- und Hobbyjäger
- Ziel: keine negative Beeinflussung der Gesundheit durch Beruf oder Hobby

Gewehrschuss: bis zu 165 dB für 1 ms

Der Hochsitz, ein Ort der Gefährdung

- Gesundheitliche Auswirkungen
  - Temporary Threshold Shift (TTS)
  - Permanent Threshold Shift (PTS)
  - Senke
  - Ohrgeräusche (Tinnitus)
- Soziale und ökonomische Auswirkungen

© dpa

Der Mündungsknall

Explosion der Treibladung

↓

Geschoss wird durch den Lauf getrieben

↓

Geschoss verlässt den Lauf

↓

Gase expandieren schlagartig

↓

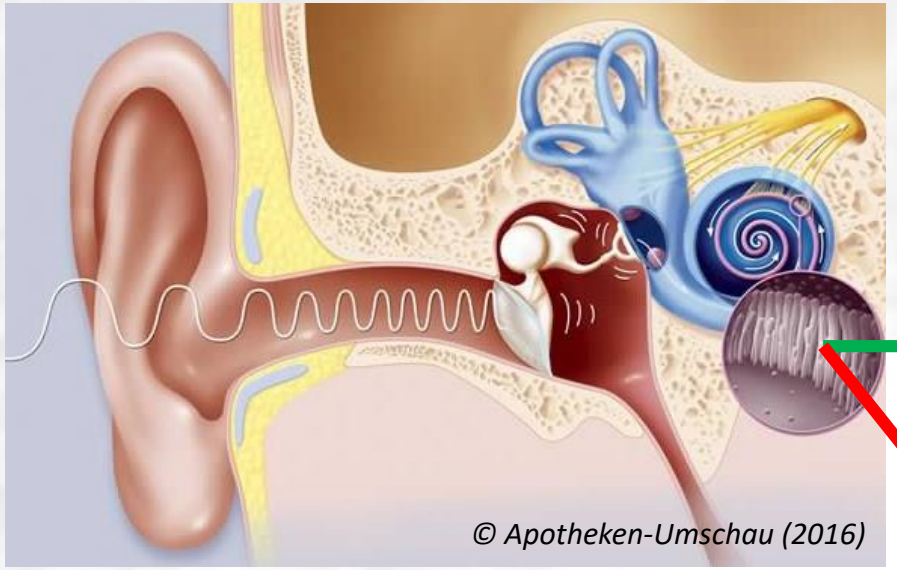
Mündungsknall bis 165 dB

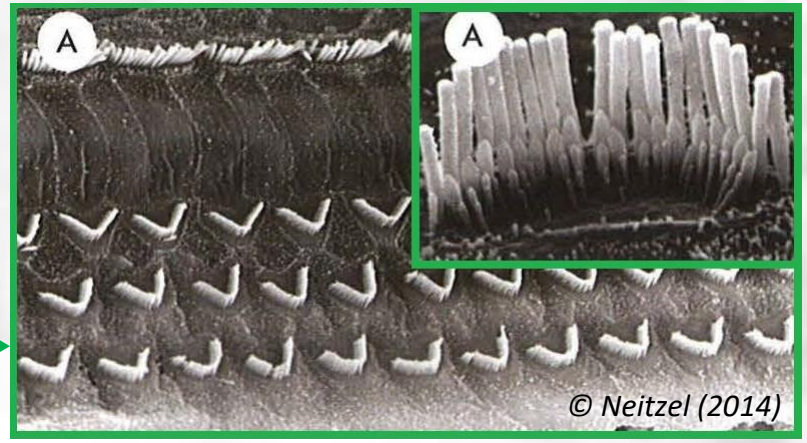
↓

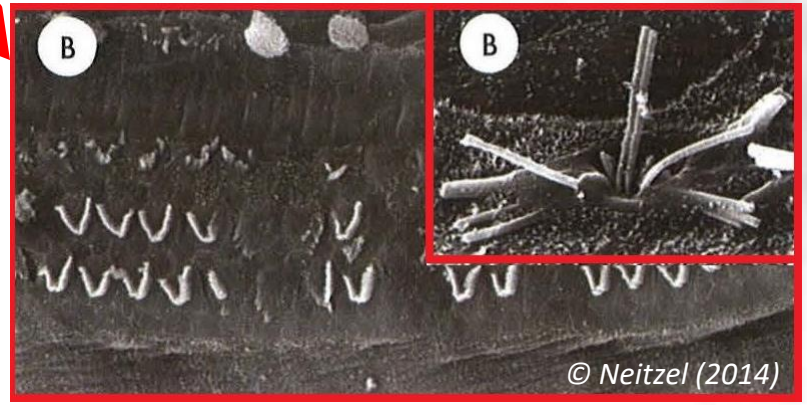
Geschossknall

→ Waffenmechanik/Körperschall → Fluggeräusch des Geschosses → Kugelaufschlag

Das menschliche Gehör: Schädigung der Haarzellen

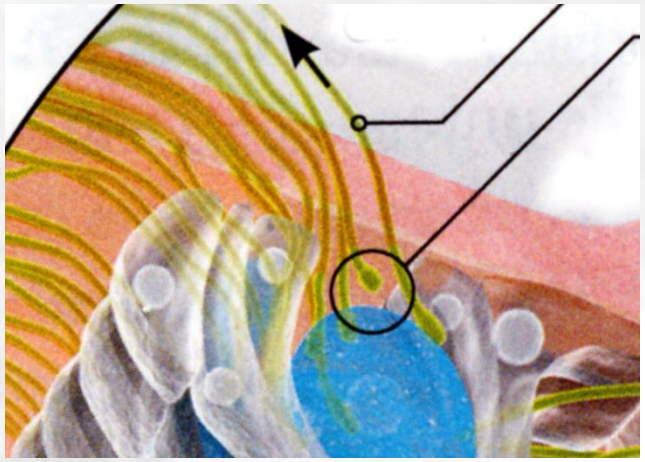


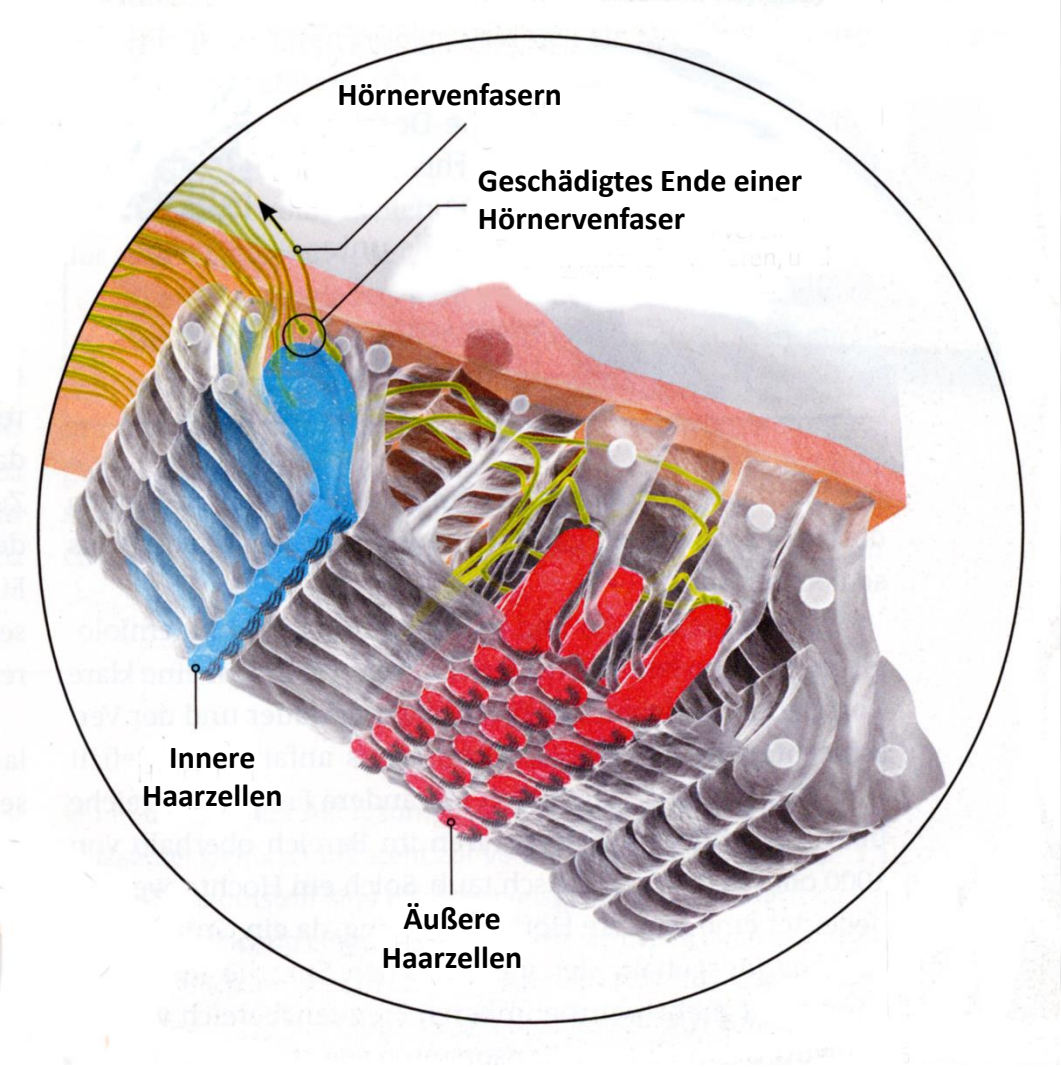




Großes Schädigungspotenzial für die Haarzellen

Das menschliche Gehör: Schädigung der Nerverleitungen



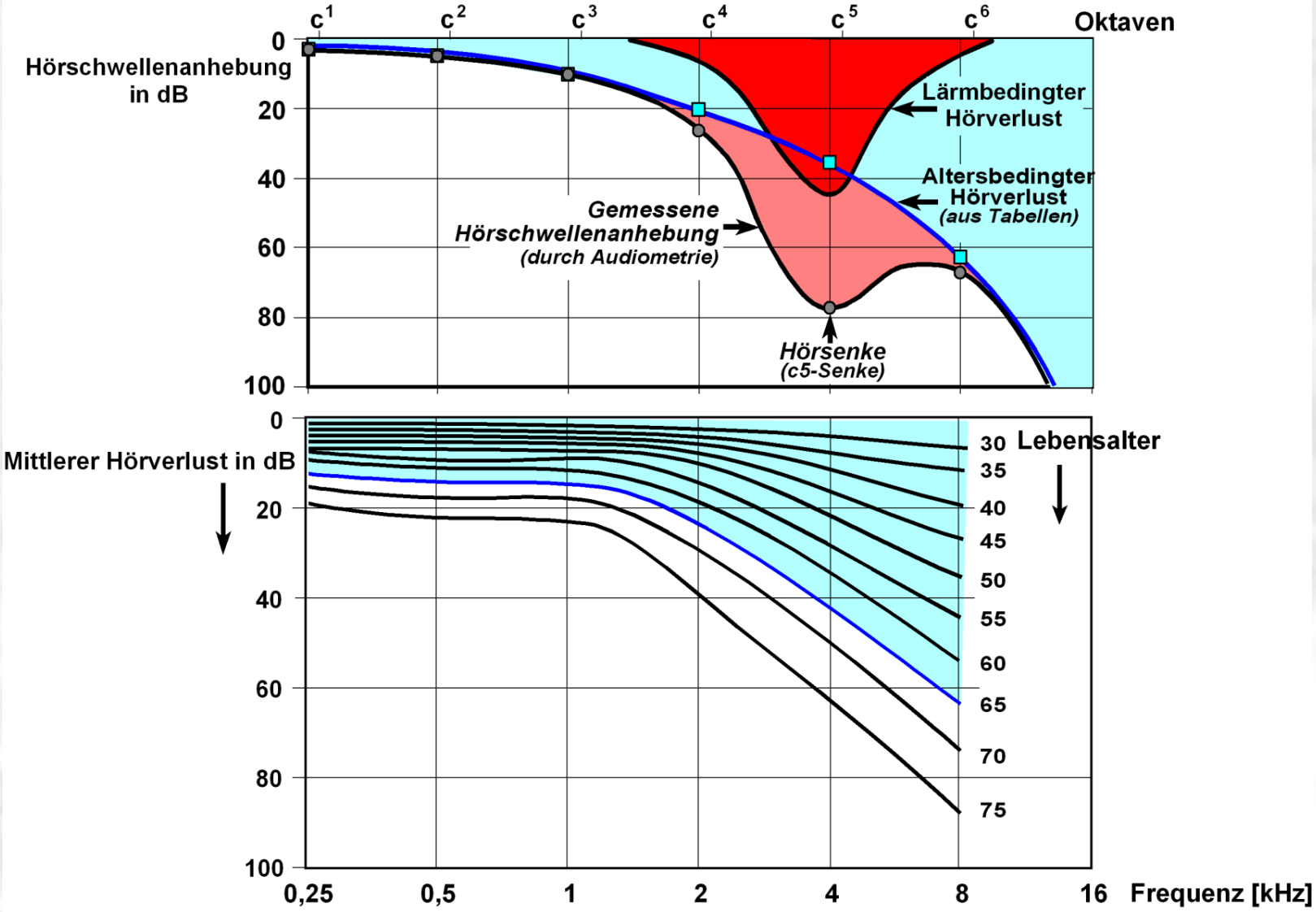


Hohe Schallpegel schädigen die Enden der Hörnervenfasern.

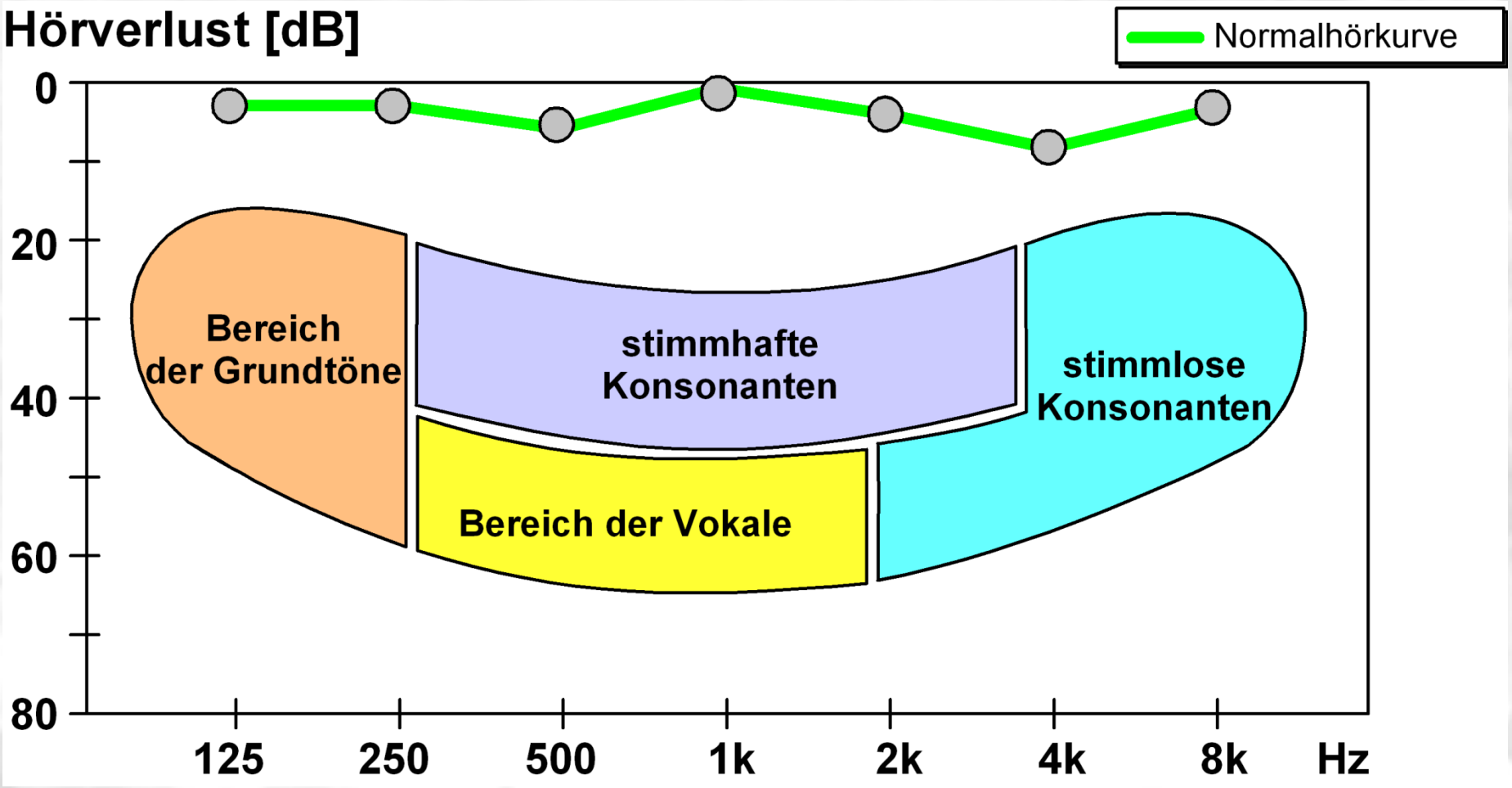
Dadurch gehen deren Verbindungen zum Innenohr verloren, und die Hörfähigkeit nimmt ab.

© Spektrum der Wissenschaft

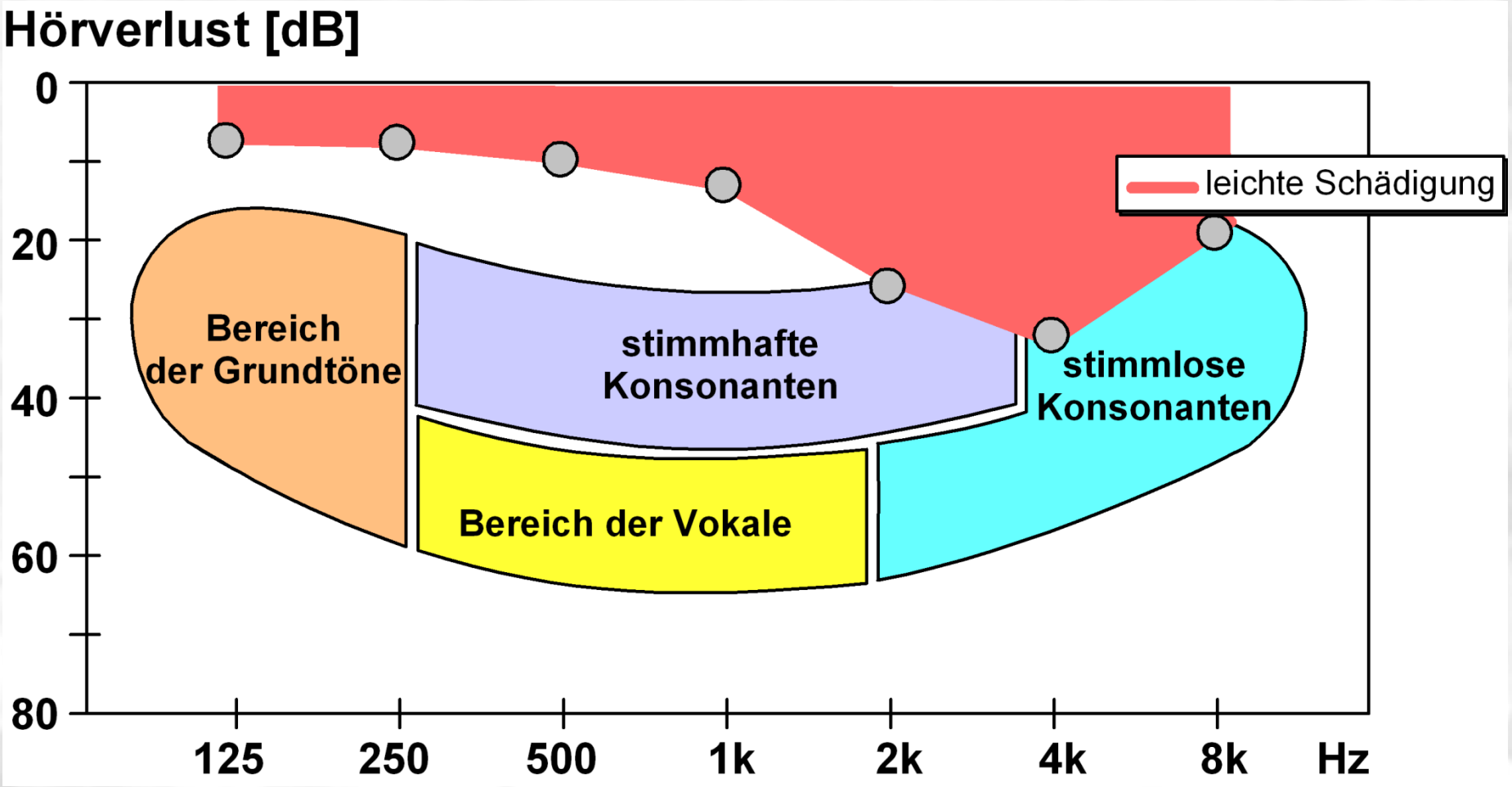
Lärm- und altersbedingter Hörverlust



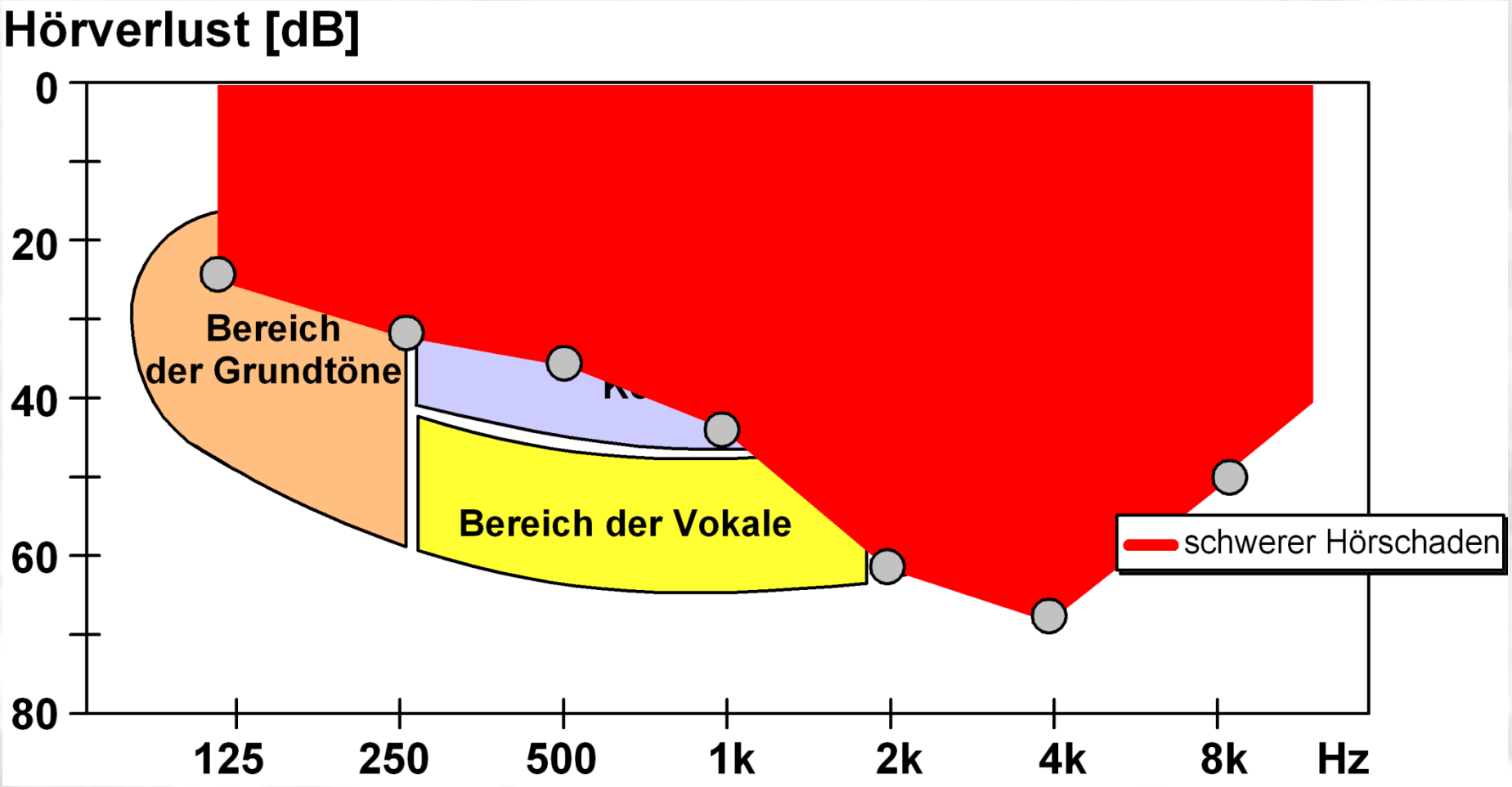
Hörverlust, wie er für normale Gespräche in 1 m Abstand normal ist



Hörverlust, wie er für normale Gespräche in 1 m Abstand normal ist



Hörverlust, wie er für normale Gespräche in 1 m Abstand normal ist

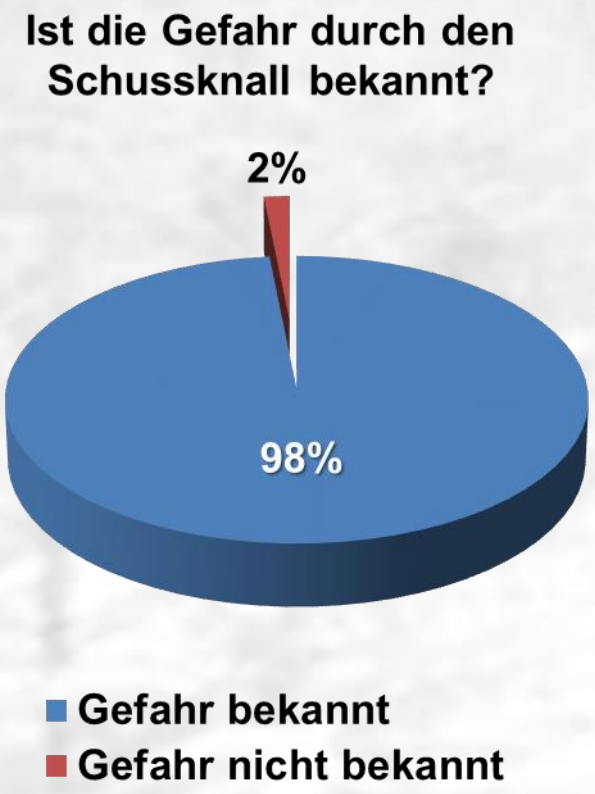


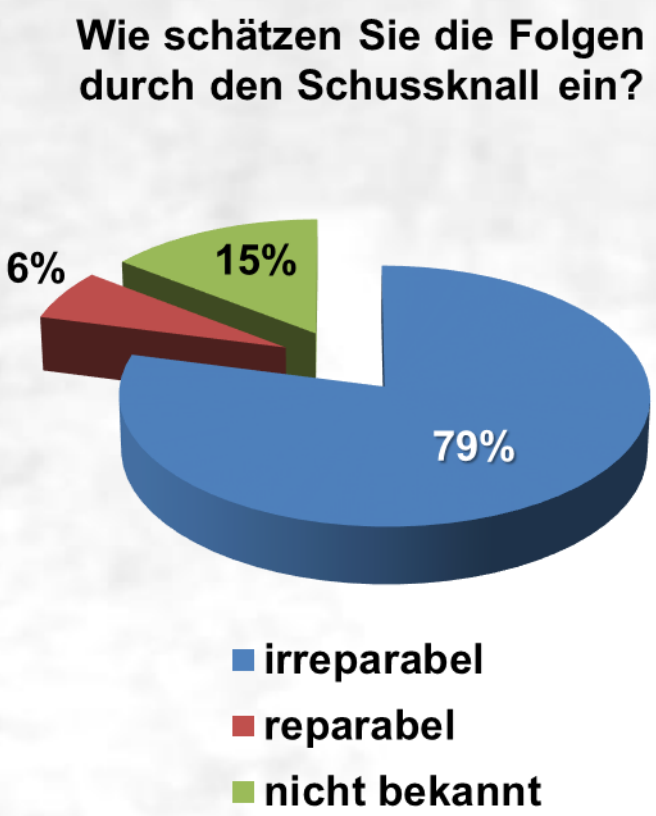
Hörverlust, wie er für normale Gespräche in 1 m Abstand normal ist

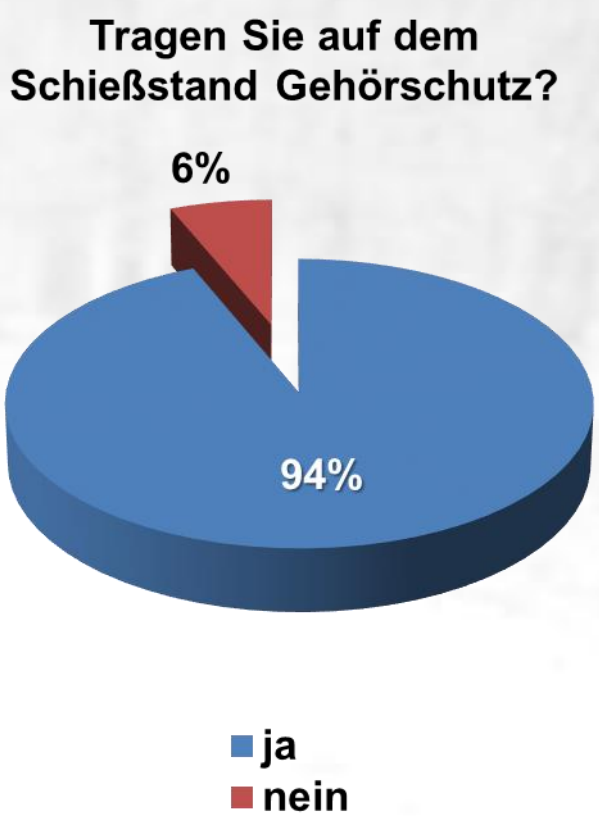
Ä E Ö I EI

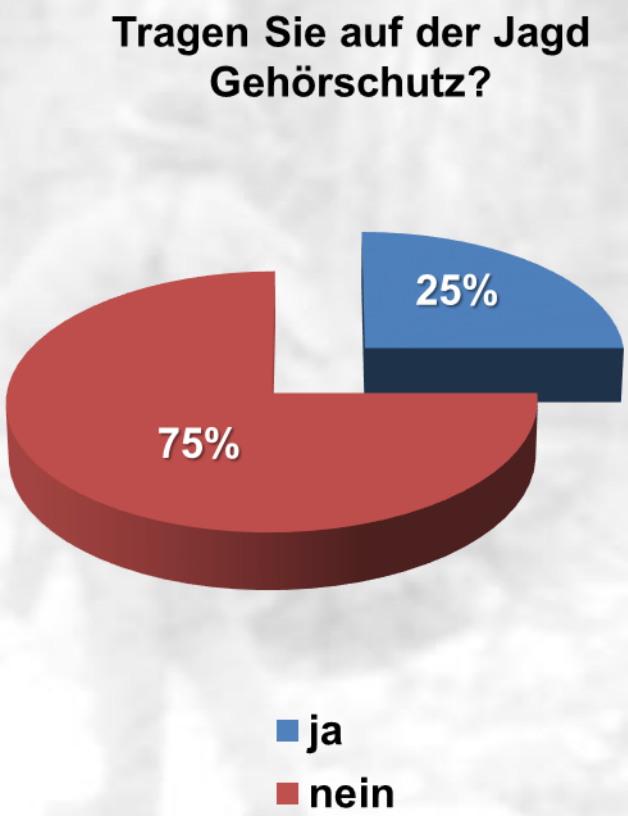
LÄRMSCHWERHÖRIGKEIT

Aussagen zum Schussknall und zur Verwendung von Gehörschutz, n=61



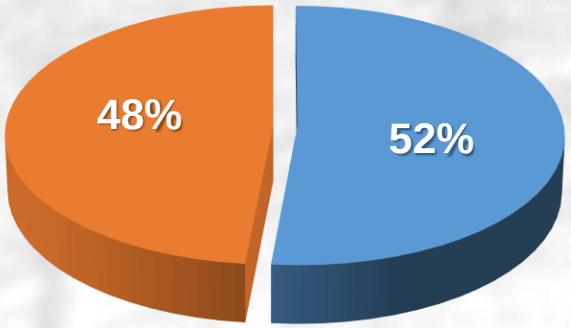






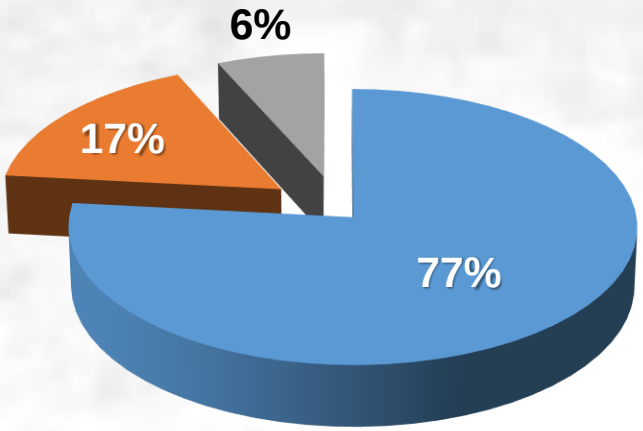
Aussagen zum Schussknall und zur Verwendung von Gehörschutz, n=61

Verspüren Sie eine Beeinträchtigung nach dem Schuss?



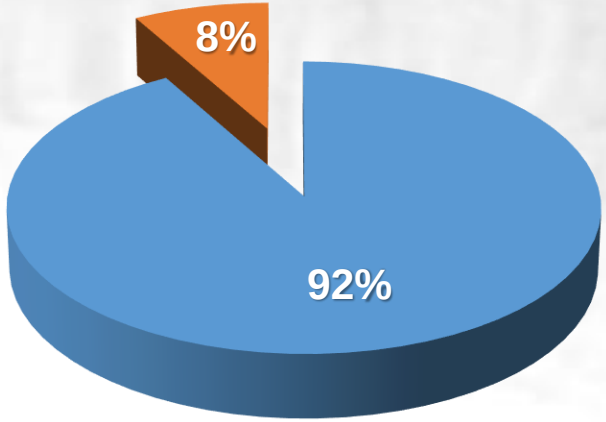
- nein
- nach dem Schuss

Wie lange dauert die Beeinträchtigung?



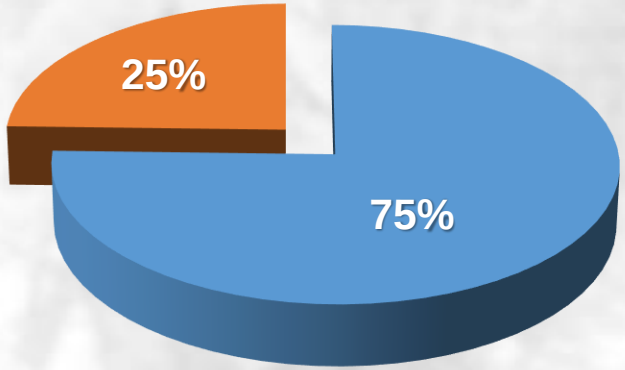
- 1 Stunde
- 6 Stunden
- nächster Tag

Ist der Schalldämpfer als primärer Schallschutz bekannt?



- Schalldämpfer bekannt
- Schalldämpfer unbekannt

Begrüßen Sie die bundesweite Einführung des Schalldämpfers?



- begrüße die Einführung
- begrüße die Einführung nicht

Audiometrische Untersuchung von 20 Jäger:innen

Die Hörfähigkeit von 20 Personen wurde analysiert

- 4 Jägerinnen und 16 Jäger
- 18 Hobby-Jäger:innen und 2 Jäger,
  welche die Jagd als Hobby und Beruf ausübten
- Alter: 22 bis 75 Jahre
- Große Vielfalt an Berufen

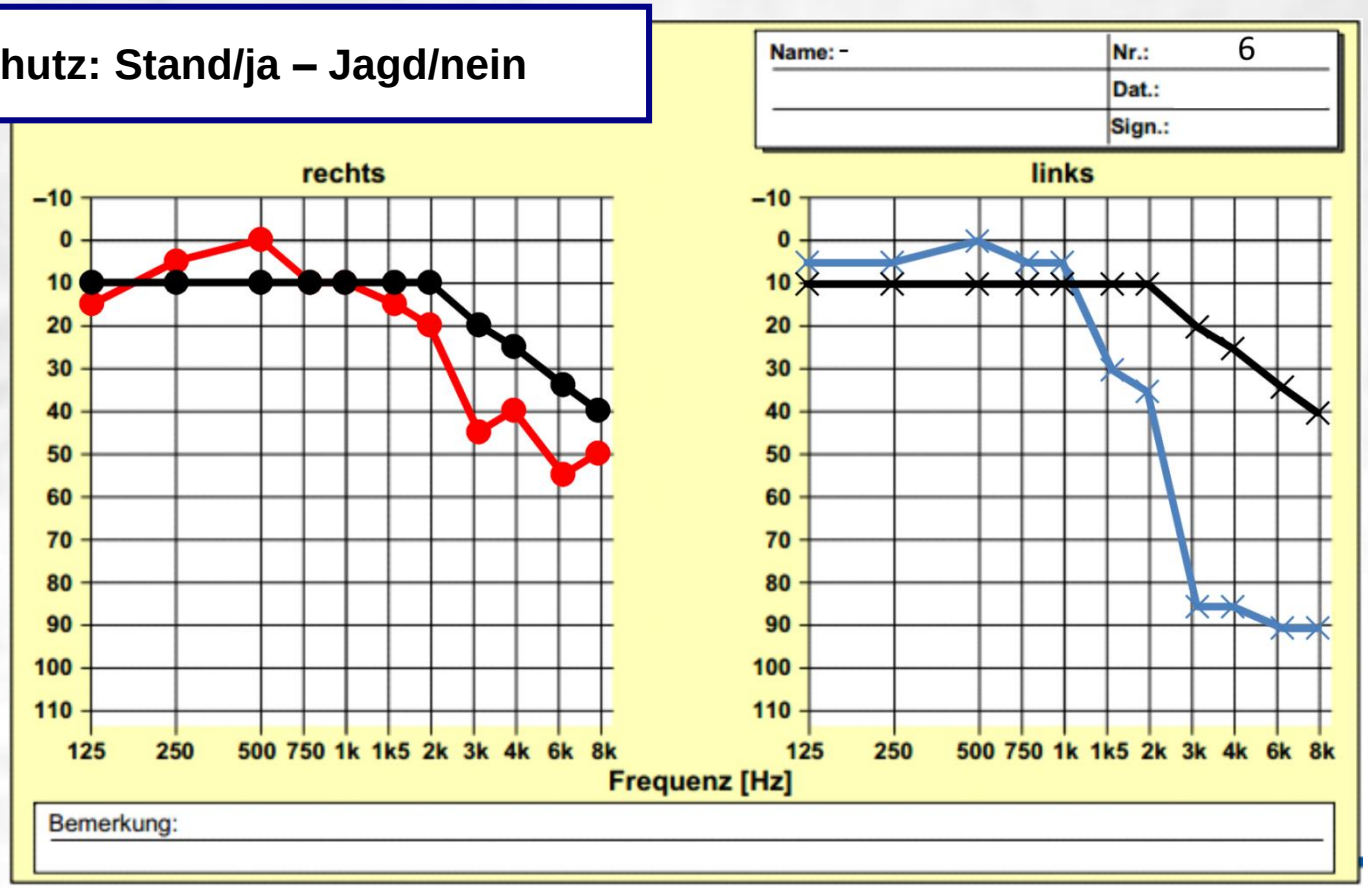
Hypothesen im Zusammenhang mit der Audiometrie von Jäger:innen

- Hörschwellenverschiebungen können festgestellt werden
- Die Hörschwellenverschiebung am rechten und linken Ohr ist je nach Waffengebrauch (Links- oder Rechtsschütze) unterschiedlich

Bockhoff AC5 Audiometer

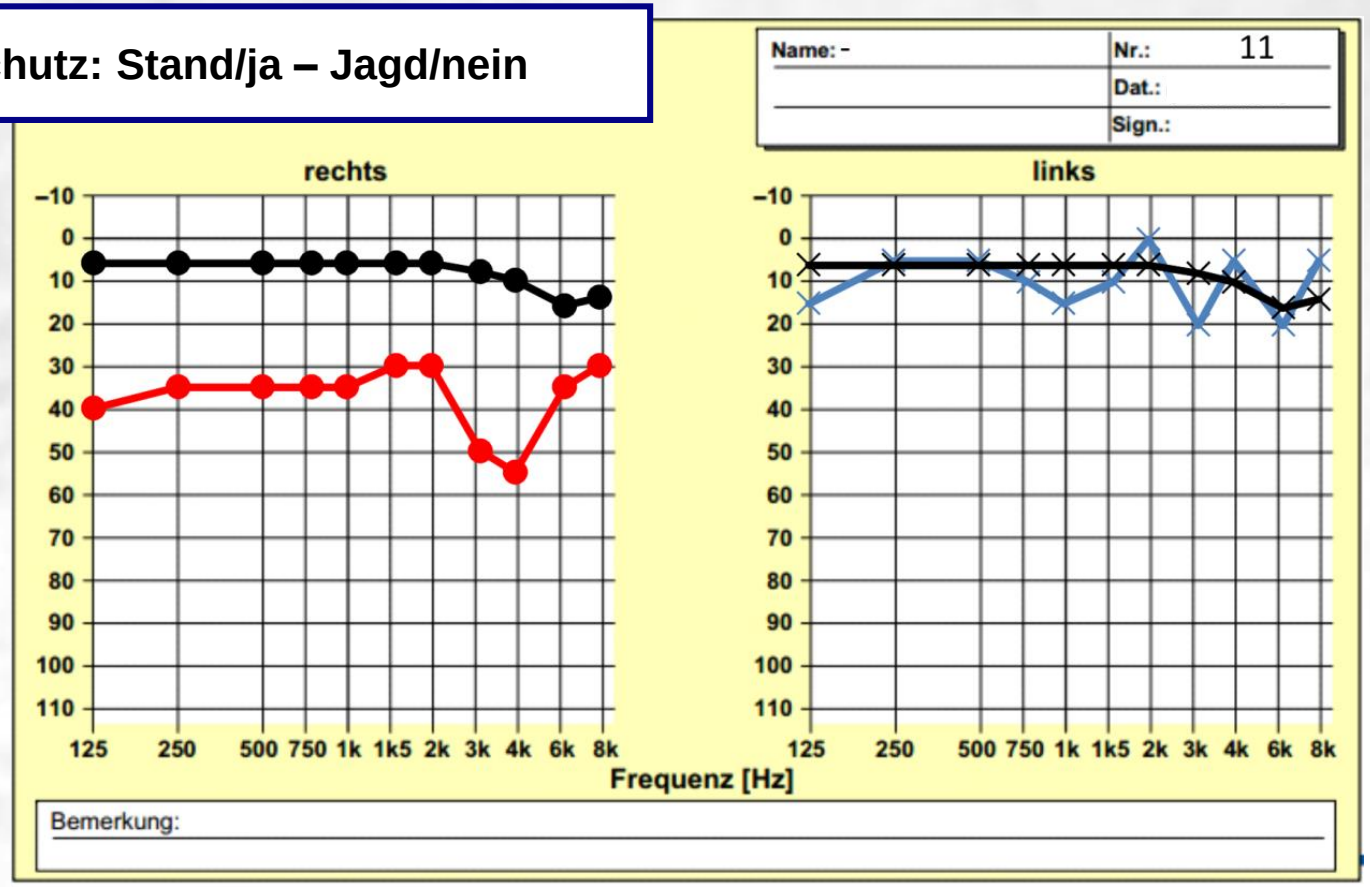
Audiometrische Untersuchung von 20 Jäger:innen

- **Proband Nr. 06: Rechtsschütze, 58 Jahre, 10 Schuss/Woche, Jagd seit 27 Jahren**
- **Gehörschutz: Stand/ja – Jagd/nein**



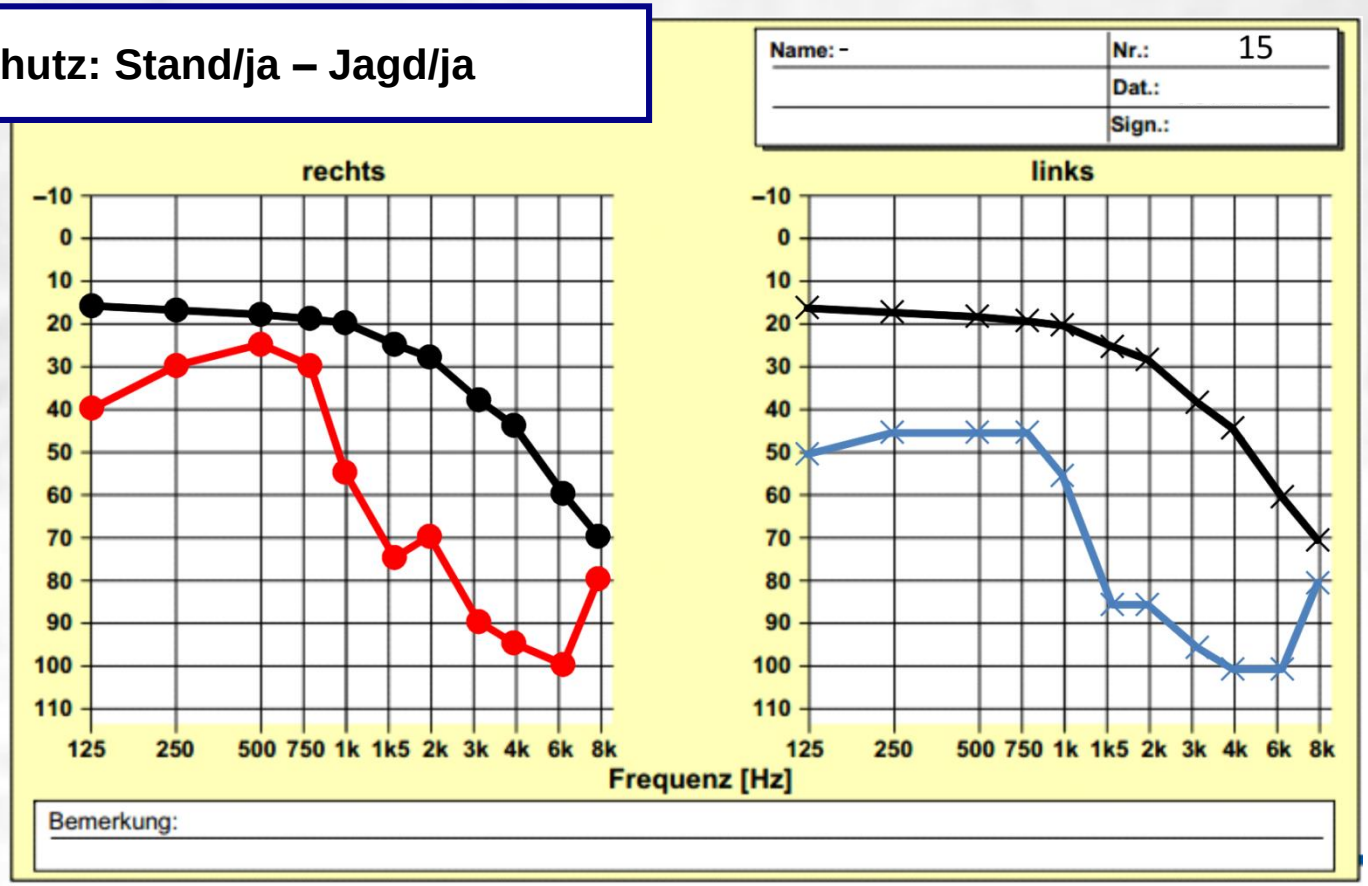
Audiometrische Untersuchung von 20 Jäger:innen

- **Proband Nr. 11: Linksschütze, 31 Jahre, 1 Schuss/Woche, Jagd seit 15 Jahren**
- **Gehörschutz: Stand/ja – Jagd/nein**



Audiometrische Untersuchung von 20 Jäger:innen

- **Proband Nr. 15: Linksschütze, 75 Jahre, 2 Schuss/Woche, Jagd seit 51 Jahren**
- **Gehörschutz: Stand/ja – Jagd/ja**



Messsystem zur Überprüfung von Kapselgehörschützern

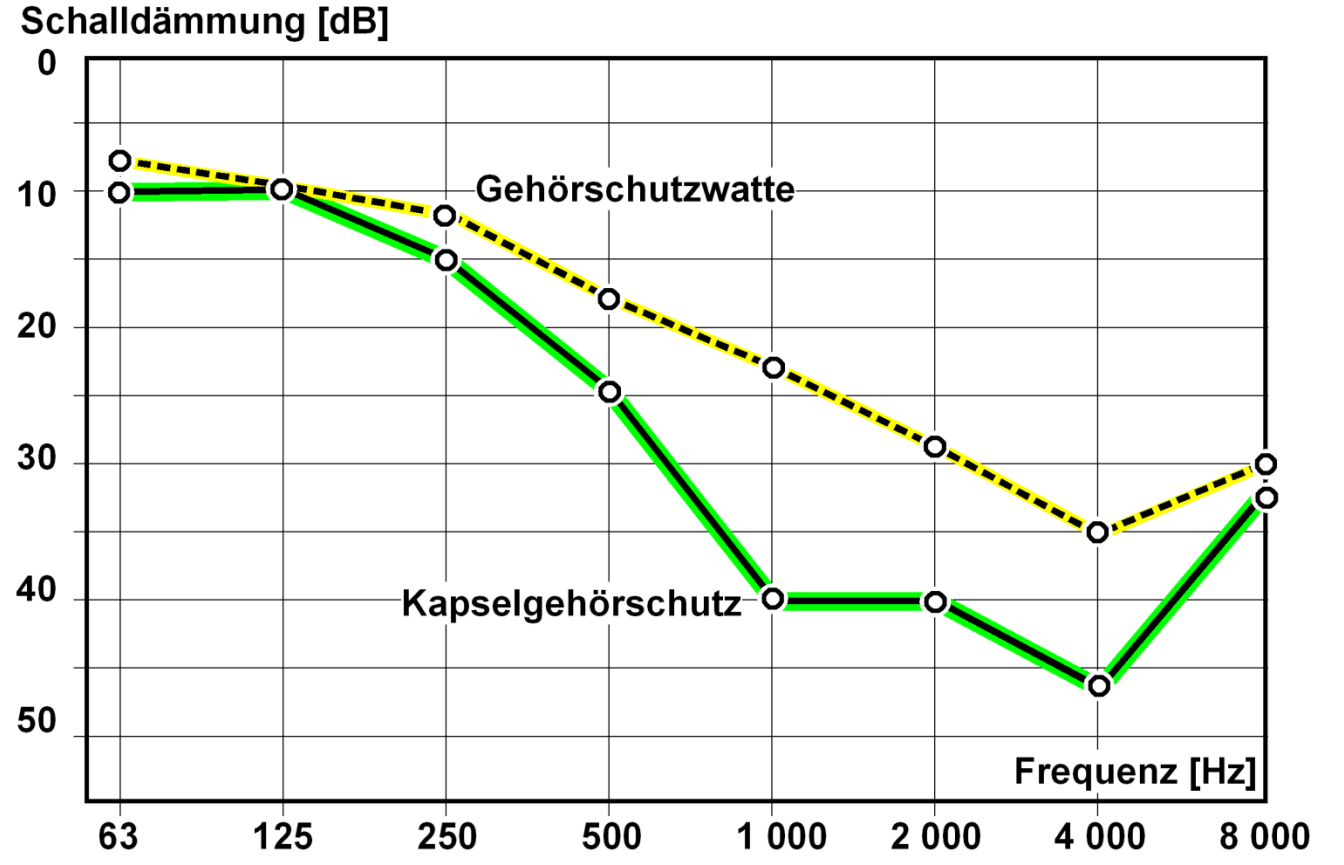
- Untersuchung mit dem 2-Kanal Lärmdosimeter Svantek SV 102+ (mit In-Ear-Mikrofon)
- Simultane Messung der Lautstärke sowohl unterhalb des Gehörschutzes im Gehörgang als auch außerhalb des Gehörschutzes
- Ermittlung tatsächlicher Dämmwerte von Kapsel-Gehörschutzmitteln
- **Fragestellung: Messung eines Abhebens der Kapseln durch die Druckwelle nachweisbar?**

Außenmikrofon

In-Ear-Mikrofon

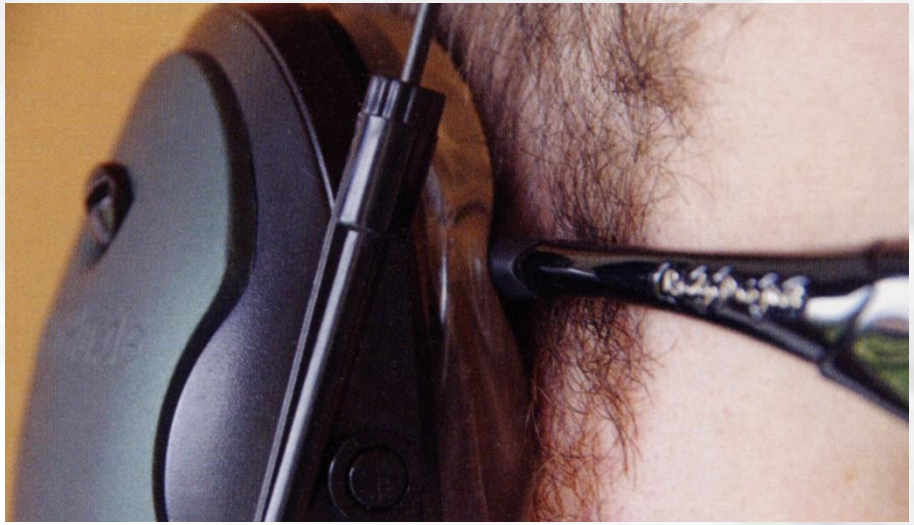
© Svantek (2016)

Gesamtdämmwerte beim kombinierten Einsatz von Gehörschutzmitteln



8 dB	10 dB	12 dB	18 dB	23 dB	28 dB	35 dB	30 dB
+10 dB	+10 dB	+15 dB	+25 dB	+40 dB	+40 dB	+46 dB	+32 dB
18 dB	20 dB	27 dB	≈40 dB	≈40 dB	≈40 dB	≈40 dB	≈40 dB

Fehler bei der Verwendung von Kapselgehörschützern



© Neitzel, (2014)

Im Anschlag stößt der Hinterschaft häufig gegen den Kapselgehörschutz und verursacht ein ungewolltes Geräusch.

Im schlechtesten Fall bilden sich Lärmbrücken durch das Anheben oder Verschieben der Kapsel.

Auch bei der Verwendung besonders anschmiegsamer Gelpolster bilden sich bei Brillenträgern häufig gefährliche Schallbrücken durch eine schlechte Abdichtung. Dicke Brillenbügel sind dabei gefährlicher als schmale.

Fehler bei der Verwendung von Kapselgehörschützern

Auch bei der Verwendung besonders anschmiegsamer Gelpolster bilden sich bei Brillenträgern häufig gefährliche Schallbrücken durch eine schlechte Abdichtung. Dicke Brillenbügel sind dabei gefährlicher als schmale.

Kapselgehörschützer als möglicher Schädigungsgrund?

Mögliche Ursachen:

- **Falsche Benutzung**
- **Rückstoß bewegt den Gehörschutz**
- **Stoßwelle bewegt den Gehörschutz**

Schallpegelmessung (Schießstand Eichen)

Druckwelle als möglicher Schädigungsgrund?

Mögliche Ursachen:

- **Es handelt sich um einen Verdichtungsstoß**
- **Druckwelle breitet sich kugelförmig aus**
- **Druckwelle ist abhängig vom Gasvolumen und dem Mündungsgasdruck**

Schlierenaufnahme (Settles, 2004)

Mündungsbremse als möglicher Schädigungsgrund?

Mögliche Ursachen:

- **Mündungsbremse reduziert den Rückstoß**
- **Mündungsbremse lenkt das Gas in Richtung Schütze**
- **Verwendung häufig bei „starken“ Kalibern**
- **Hypothese: Vermutlich hoher Einfluss auf den Gehörschutz**

Mündungsbremse Roedale C22

Mündungsbremse Prechtl

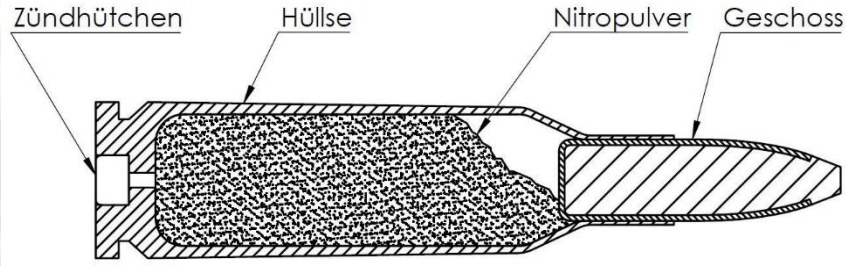
Lauflänge, Patrone und Schalldämpfer als möglicher Schädigungsgrund?

Mögliche Ursache Lauflänge:

- Kurzer Lauf = hoher Druck
- Kurzer Lauf = „Pulverblitz“
- Subjektiv unangenehm und höhere Belastung des Gehörschützers

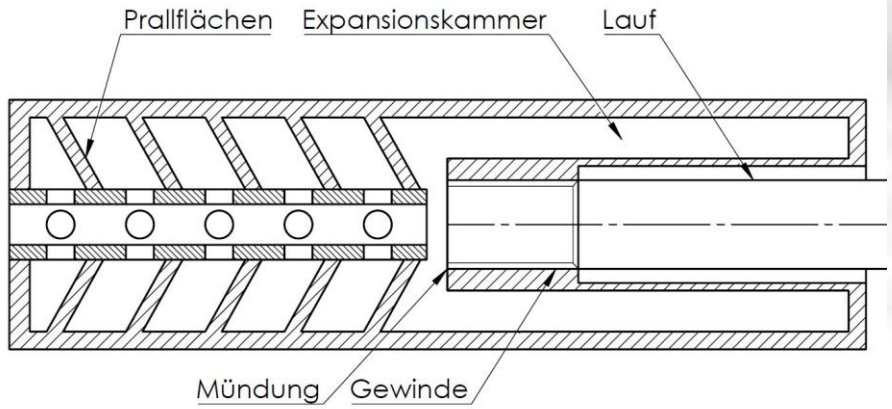
Mögliche Ursache Patrone:

- Kaliber bestimmt Maximaldruck
- Laborierung bestimmt Mündungsgasdruck
- Druckunterschiede bis 200 bar



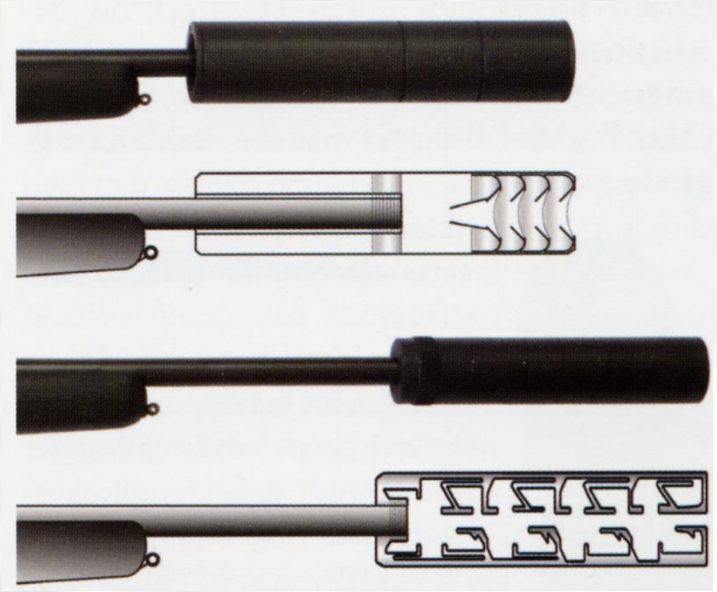
Mögliche Ursache Schalldämpfer:

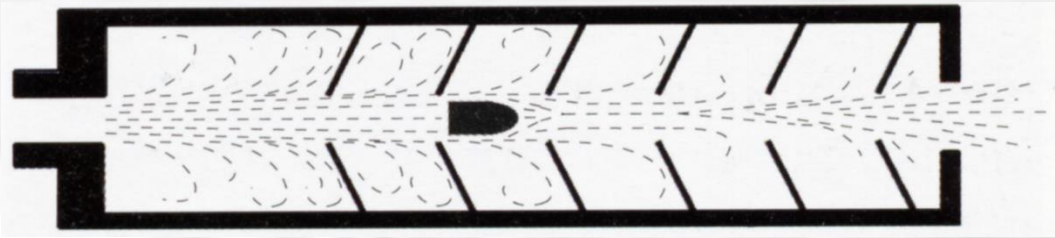
- Reduziert den Schalldruckpegel und Rückstoß
- Reduziert den Mündungsgasdruck und verlängert die Ausströmzeit
- Vermutlich geringerer Einfluss auf den Gehörschutz



Aufbau Schalldämpfer (Sonic 50)

Schalldämpfer als möglicher Schädigungsgrund?

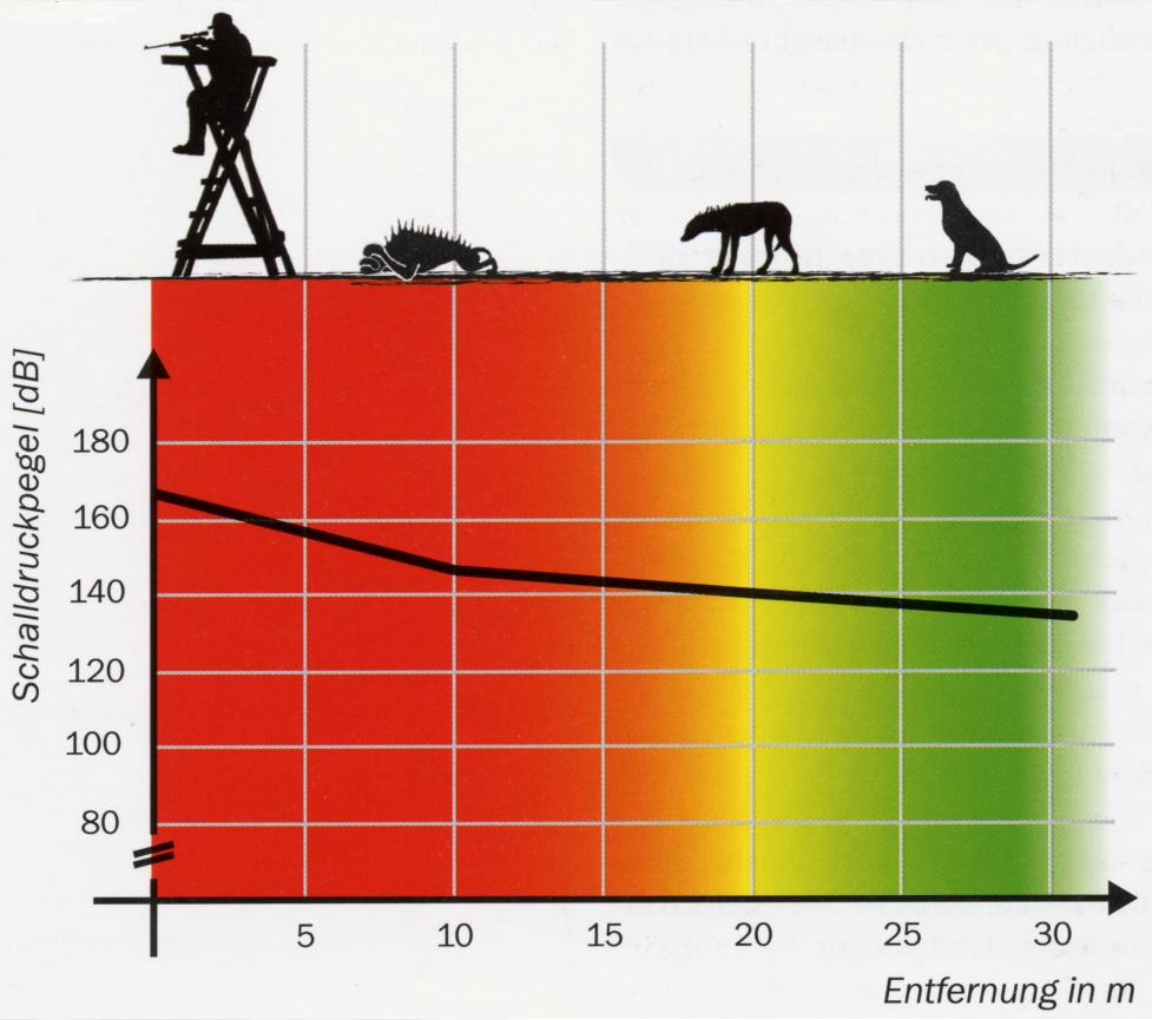


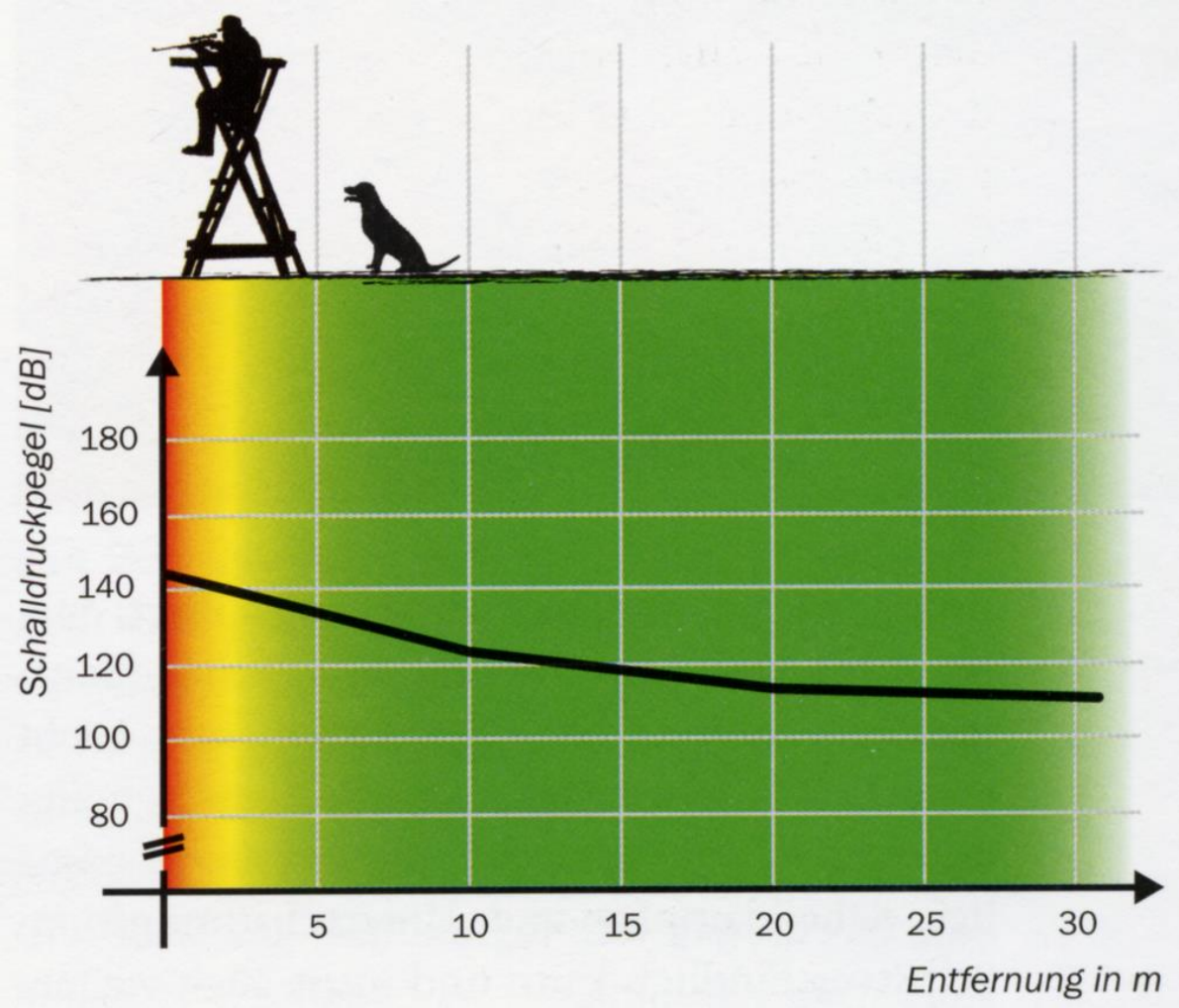


© Neitzel, (2014)

Waffe	Patrone	Schusslärm (Mün) ungedämpft	Schusslärm (Ohr) ungedämpft	Lärmreduktion Dämpfer (Mün)	Lärmreduktion Dämpfer (Ohr)
Pistole SIG-Sauer P226	9 mm	160,5 dB	157,7 dB	33,1 dB	28,1 dB
Pistole Glock 21	.45 ACP	162,5 dB	162,5 dB	30,7 dB	33,9 dB
Sturmgewehr Colt M4	.223 Rem	164,0 dB	155,0 dB	26,6 dB	29,8 dB
Büchse Remington 700	.308 Win	165,7 dB	157,2 dB	26,8 dB	26,0 dB

Und was sagt der Hund zum Thema?





© Neitzel, (2014)

Schutz des Gehörs – Vorgehensweise nach dem TOP-Prinzip

Technischer (primärer) Schallschutz → Schalldämpfer

(Diekmann, 2014)

Organisatorischer (sekundärer) Schallschutz → Beim Schuss schwer umsetzbar

Persönlicher (tertiärer) Schallschutz → Aktiver oder passiver Gehörschutz

Kapselgehörschutz
aktiv/passiv

Ohrstöpsel
passiv

Otoplasten
aktiv/passiv

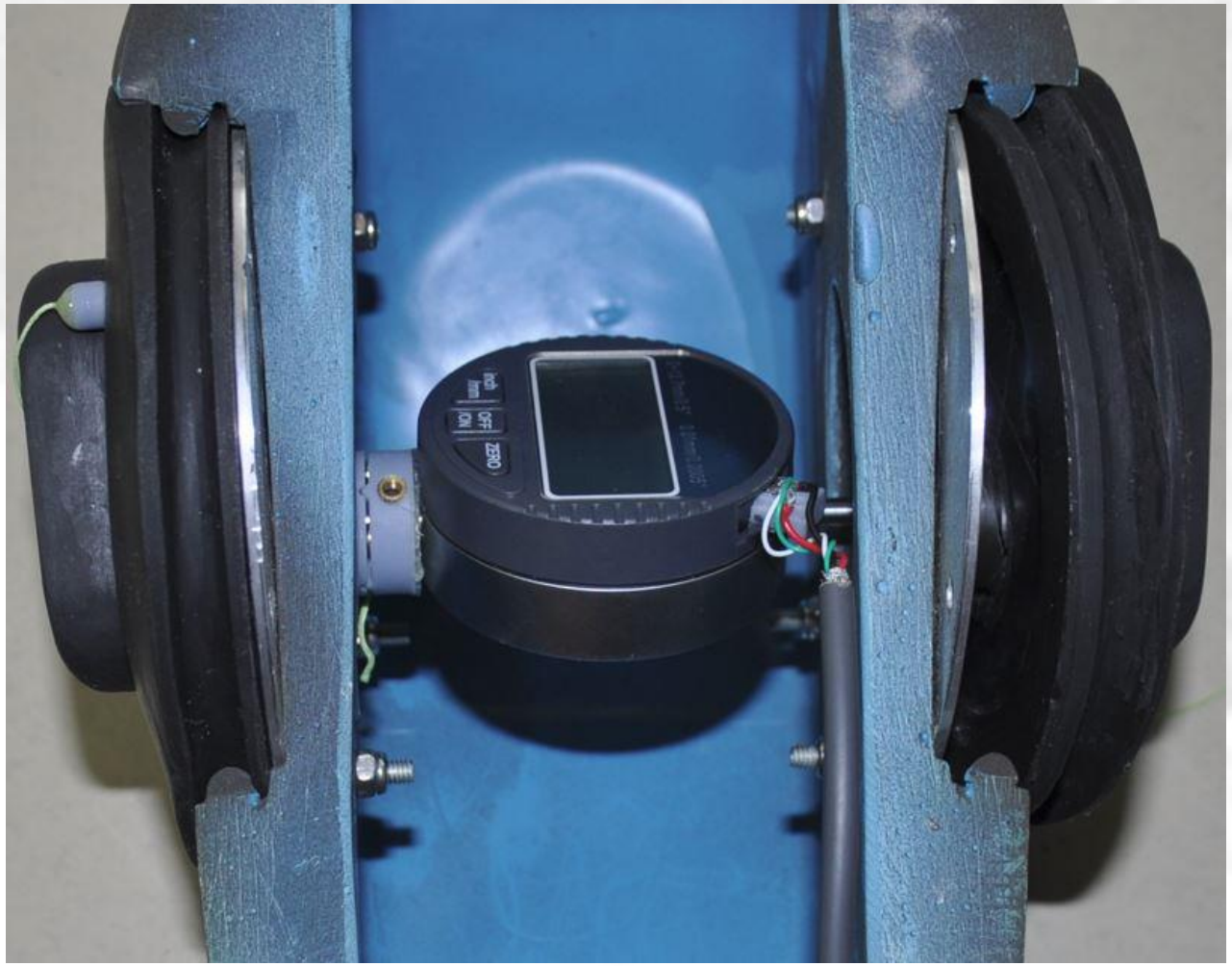
Materialauswahl für die Schussversuche

- Jagdbüchse Ruger American Rifle
- Gehörschutz Optime II
- Kaliber .308 Win (7,62x51 NATO)
- Pulverladung 49,1 grain (768 bar)
- Schalldämpfer „Sonic 50“

Versuchswaffe mit Schalldämpfer

Versuch 1: Messung der mechanischen Bewegung mittels Messuhr

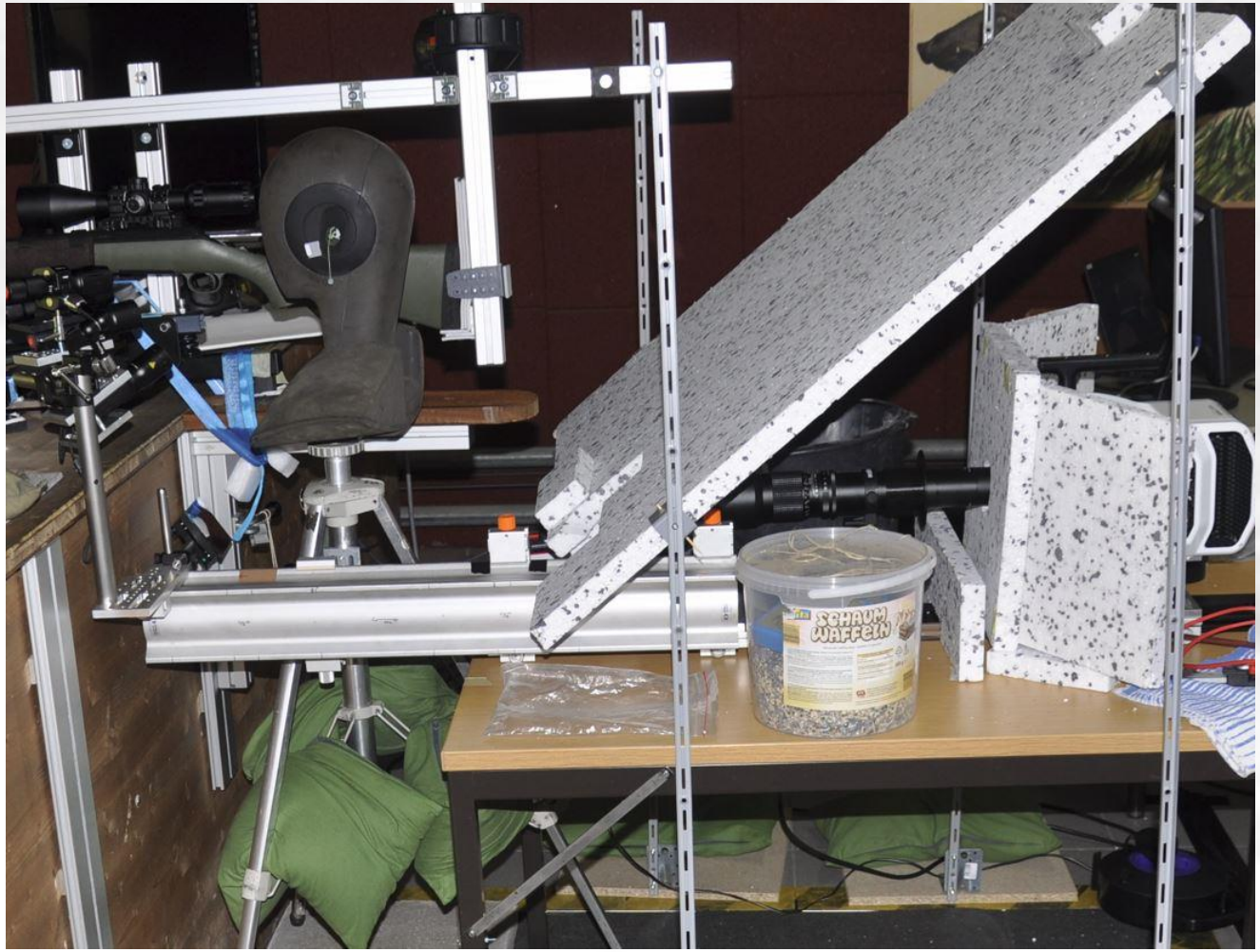
- **Digitale Messuhr ohne Rückstellfeder**
- **Kunstkopf schützt den Messaufbau**



Montage der Messuhr im Kunstkopf

Versuch 2: Messung unter Verwendung einer Hochgeschwindigkeitskamera

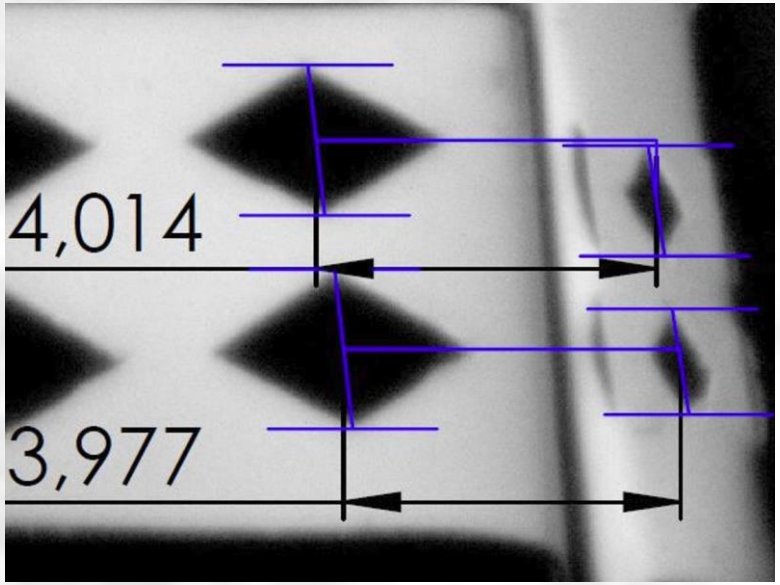
- Bildrate 3000 fps
- Betrachtung des Spalts mittels Spiegels
- Schutz vor Stoßwelle und Pulverpartikeln
- Stabilisierung des Aufbaus durch Gewichte



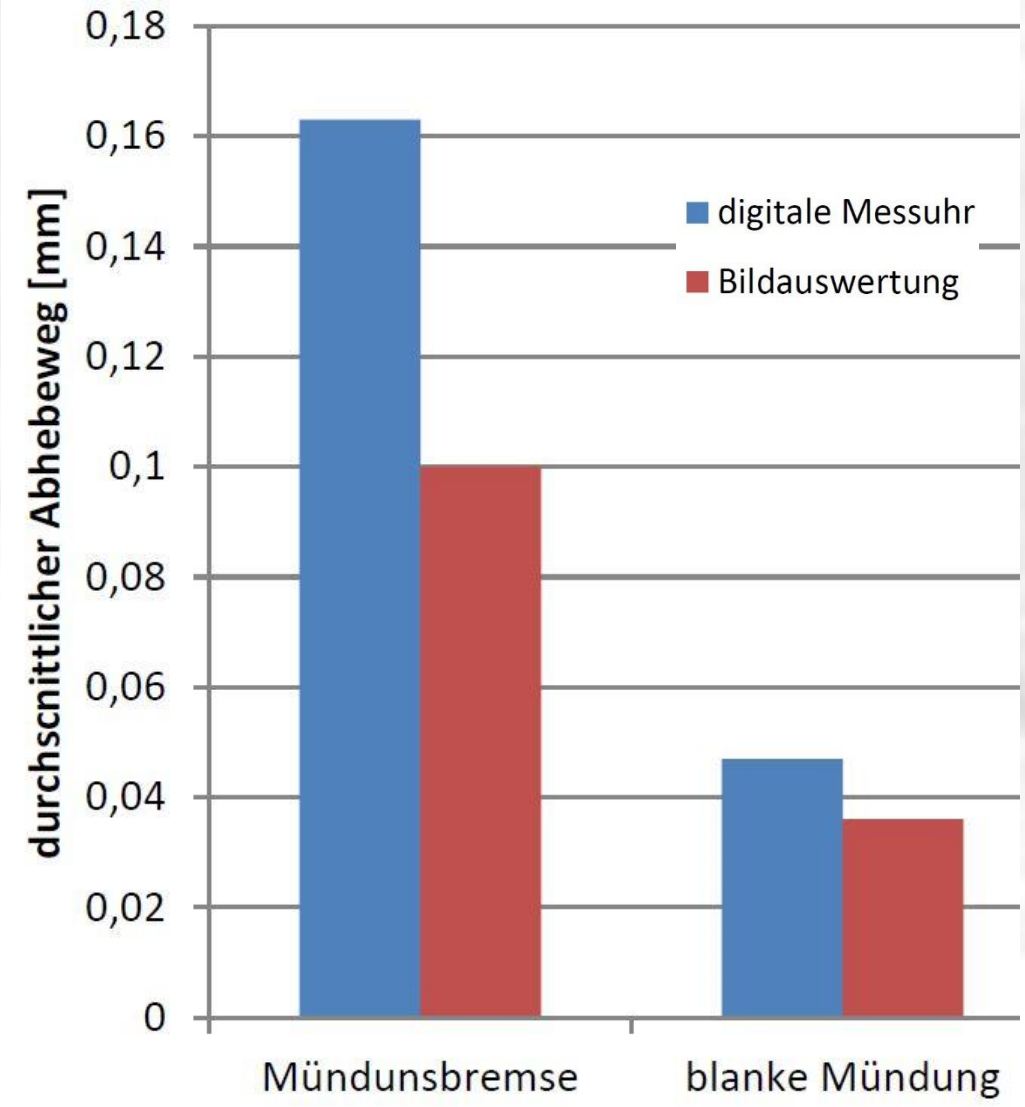
UHS Versuchsaufbau

Messergebnis: Abheben des Gehörschützer möglich

- **Mehrere Bewegungen messbar**
- **Zweite Bewegung durch Reflexion der Stoßwelle**
- **Geringe Bewegung ohne Aufsatz (Blanke Mündung)**
- **Keine Bewegung bei Verwendung eines Schalldämpfers**



Bildauswertung mittels Rautenmuster



Fazit

- Unter Verwendung von Großkaliberwaffen kann es bei Verwendung einer Mündungsbremse oder bei blanker Waffe zum Abheben des Kapselgehörschützers an der abgewandten Ohrseite kommen

- Kapselgehörschützer allein bieten keinen ausreichenden Schutz.
  Sie sollten immer in Verbindung mit Gehörschutzstöpseln verwendet werden

- Alternativ:
  Kombinierte Wirkung aus Schalldämpfer und Kapselgehörschützer erstrebenswert

- Doch Vorsicht: Schalldämpfer bewirken ein Schallreduktion von „nur“ 30 dB.
  Bei einer Ausgangslautstärke von 165 dB reichen sie allein nicht aus

- Der Schutz des Gehörs ist bei der Jagd nicht tief im Bewusstsein verankert

- Ergebnisse sind nicht übertragbar auf Kleinkaliberwaffen.
  Das Abheben einer Gehörschutzkapsel konnte dort nicht nachgewiesen werden

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karsten Kluth
Universität Siegen – Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Ergonomie
kluth@ergonomie.uni-siegen.de
www.ergonomie.uni-siegen.de