

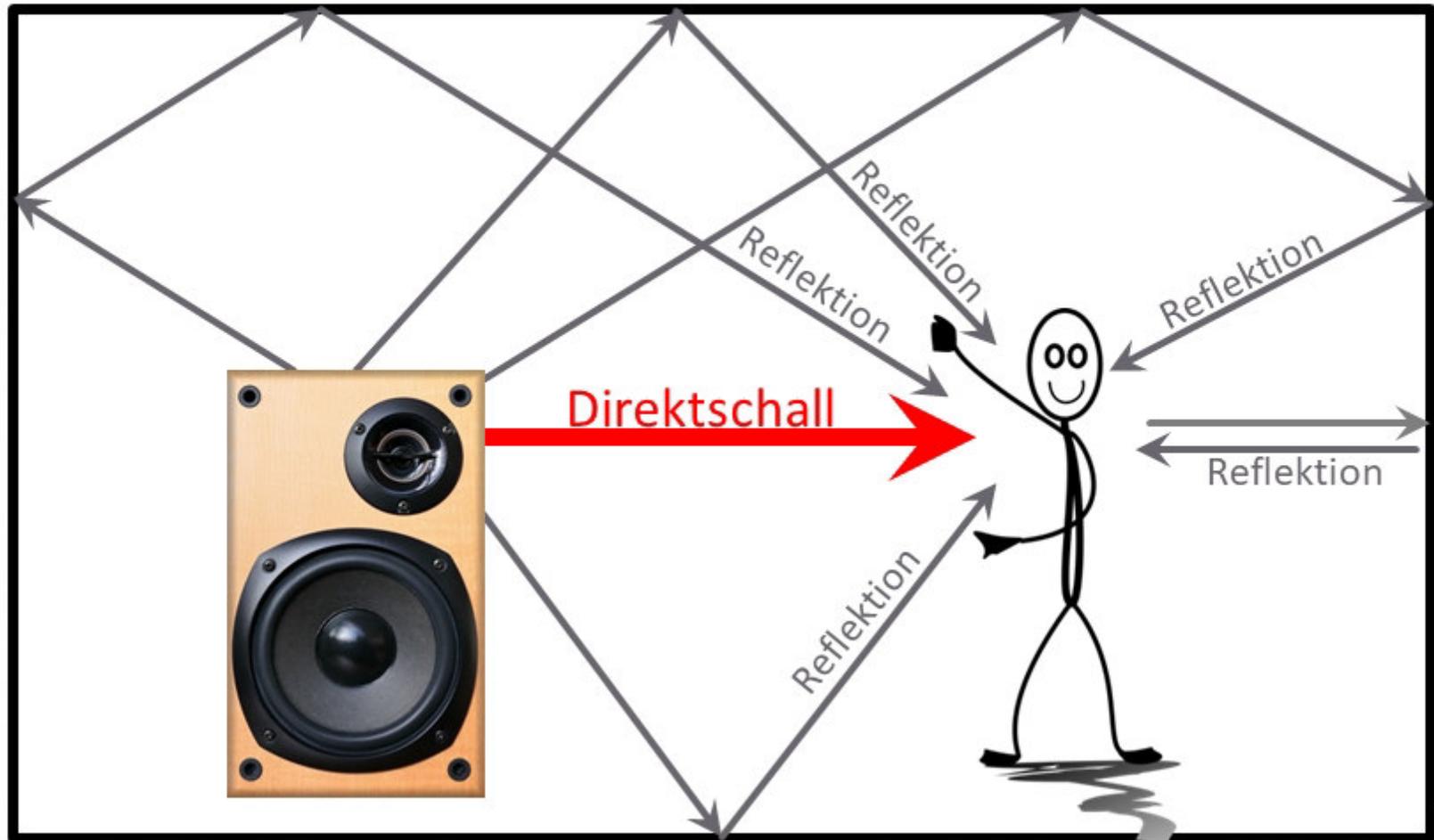
Physikalische Einwirkungen am Arbeitsplatz

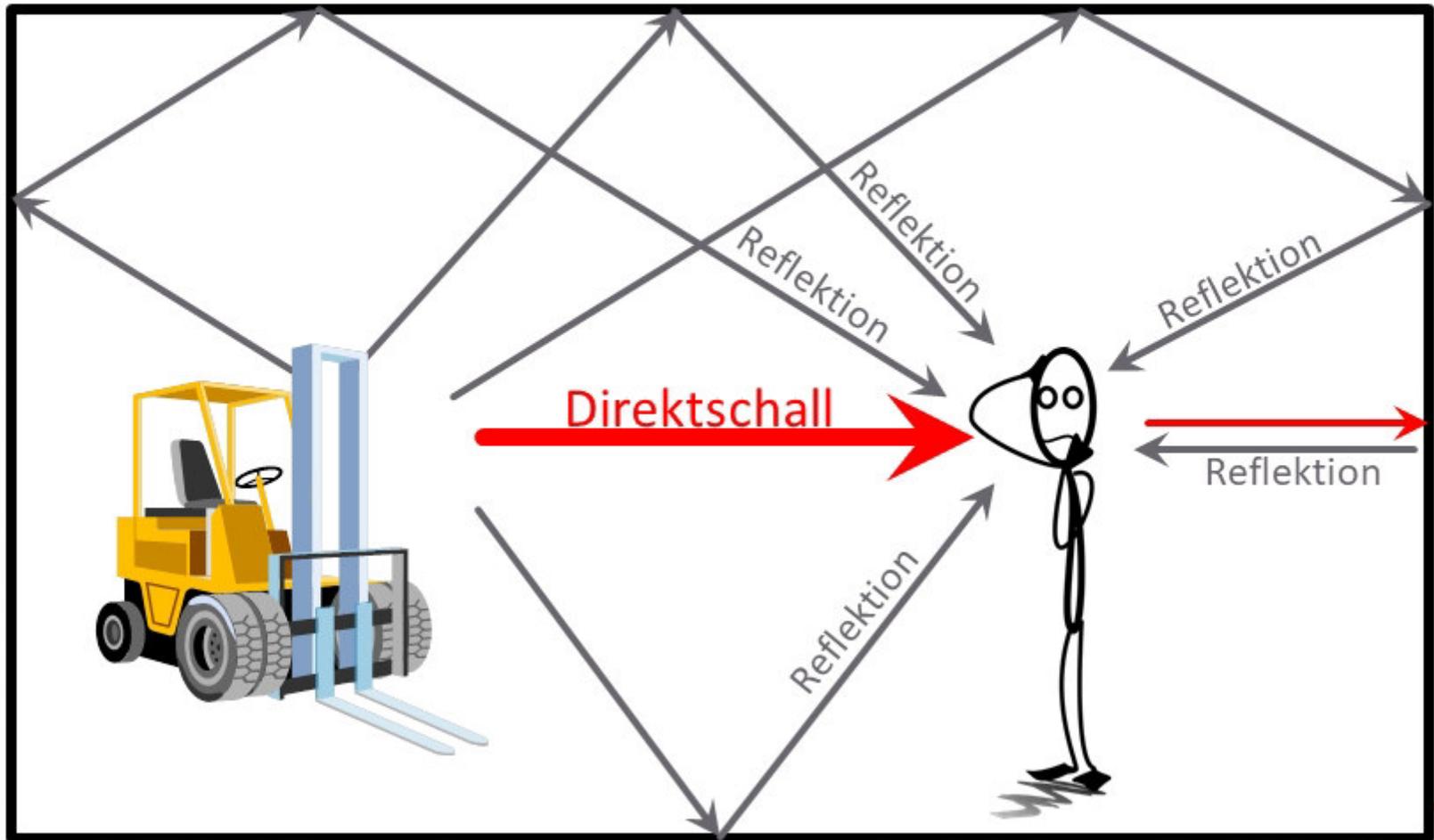
Messung und Bewertung der Raumakustik am Arbeitsplatz

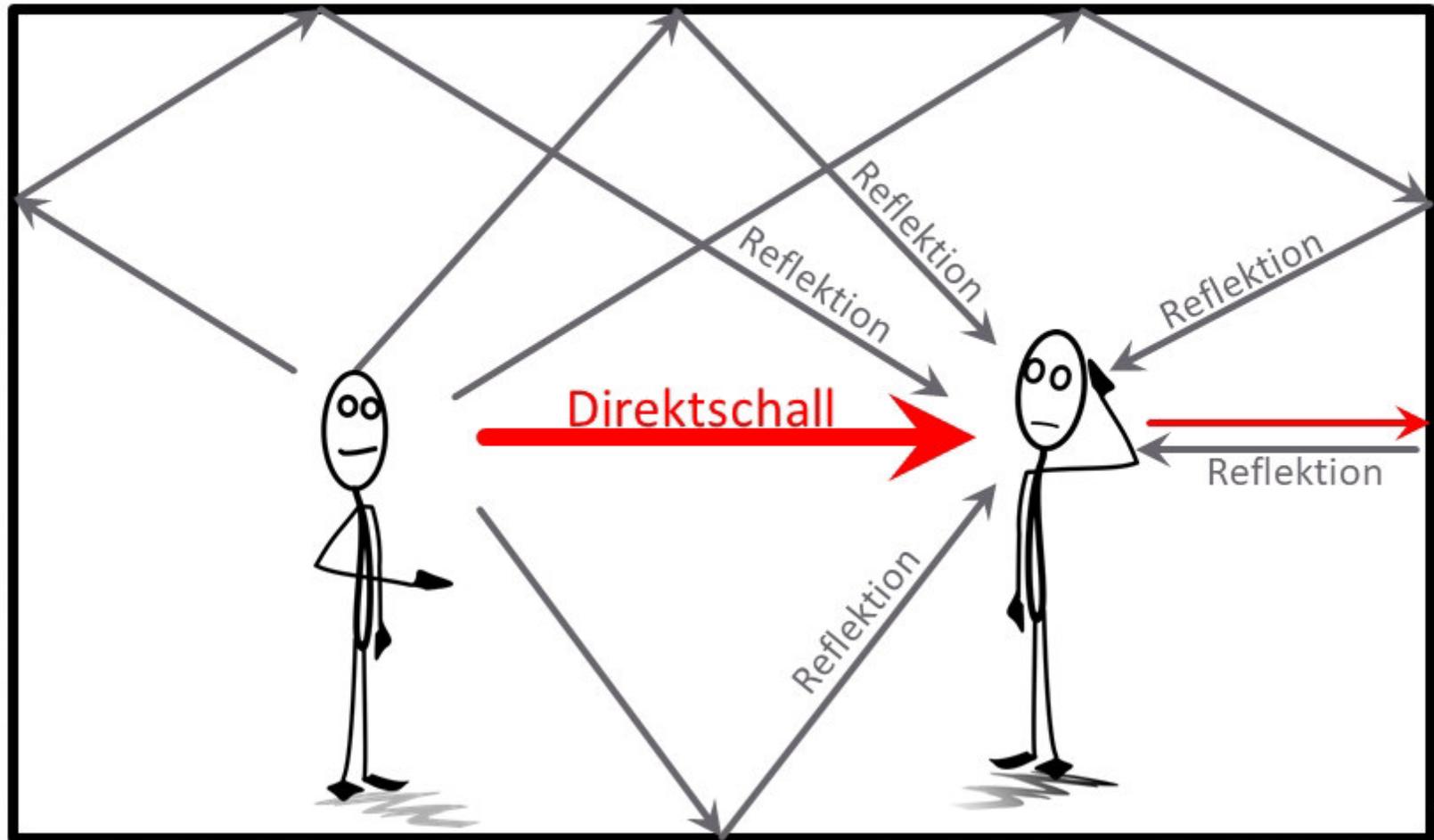
03.07.2019

GRUNDLAGEN DER AKUSTIK

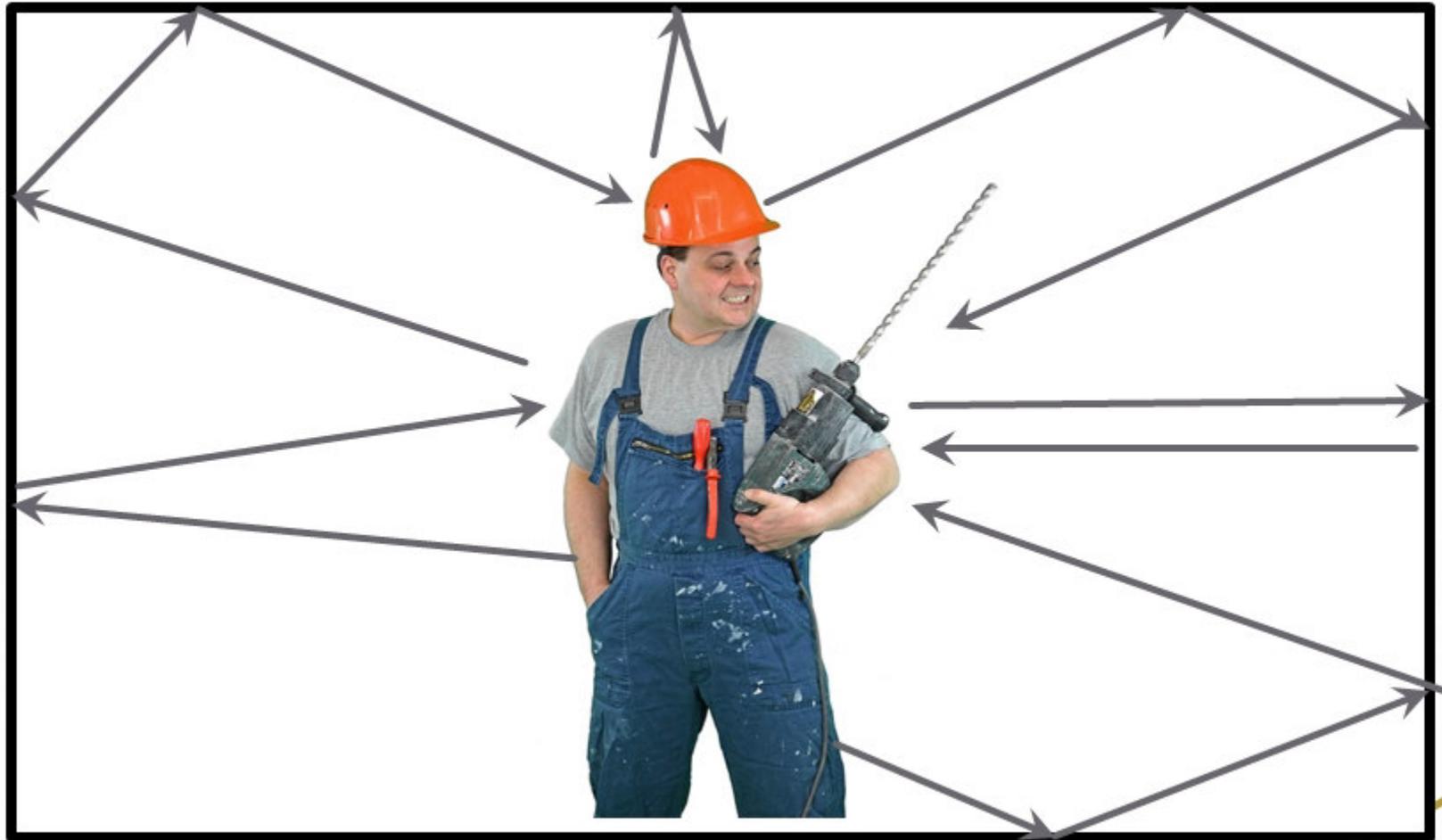
1. **Akustik:** Lehre vom Schall und seiner Ausbreitung
2. **Schall:** transportiert Energie ohne Materie
3. **Menschen:** hören Schall zwischen 20 Hz und 20 000 Hz







RAUMAKUSTIK UND LÄRM



ZENTRALE FRAGE

Wie wirkt Schall auf den Mensch im Raum?



STUDIEN UND FAKTEN



Lärm macht krank...

Lärm kostet Geld...

Lärm reduziert Lernleistung...

PISA Studien Ergebnisse...

Burn-out Rate...

Tinnitus...

**Alles seit Jahren bekannt und
in zig Studien belegt!**

SCHALL UND MENSCH

Wirkung von Schall auf den Menschen ist abhängig von:

1. **Schalldruckpegel**
2. **Informationsgehalt des Schallsignals**
3. **Art der Tätigkeit des Menschen im Raum**

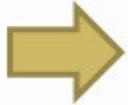
Lärm: unerwünschte Schallereignisse



MESSUNG

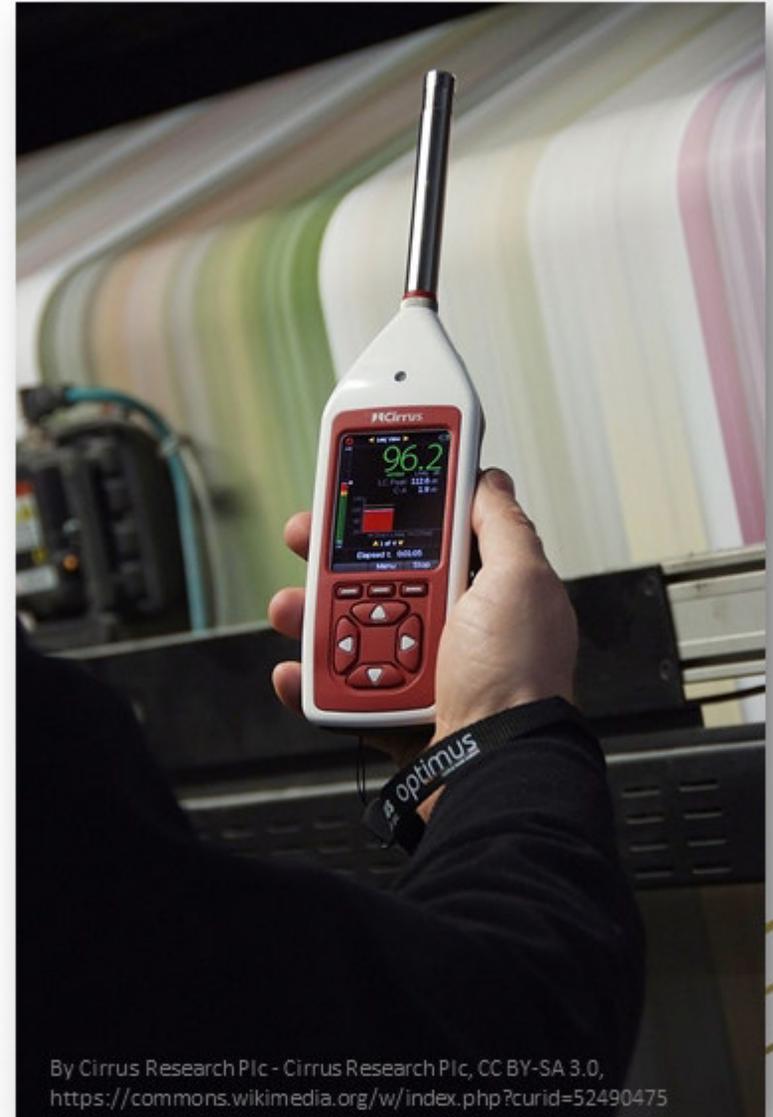
Frage:

„Wie laut ist es im Raum bzw.
am Arbeitsplatz?“



Messung des
Schalldruckpegels

Einheit: Dezibel dB



By Cirrus Research Plc - Cirrus Research Plc, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=52490475>

SCHALLDRUCKPEGEL



AURI AKUSTIK

20 dB(A)



60 dB(A)





SCHALLDRUCKPEGEL

80 dB(A)



SCHALLDRUCKPEGEL



AURI AKUSTIK

100 dB(A)



SCHALLDRUCKPEGEL



AURI AKUSTIK

130 dB(A)





Folgen der Lärmeinwirkung auf den Menschen

FOLGEN VON LÄRMEINWIRKUNG I

Physische Hörschäden, Hörverlust

Auslöser:

1. Einmalig, kurzzeitig sehr hoher Schalldruck
2. Dauerhaft hoher Schalldruck

 Meist vermeidbar!

GESETZLICHE VORGABEN

Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung

→ *Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung, Teil „Lärm“ (TRLV Lärm)*

1. Untere Auslösewerte: $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$ bzw. $L_{pC,peak} = 135 \text{ dB(C)}$
2. Obere Auslösewerte: $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ bzw. $L_{pC,peak} = 137 \text{ dB(C)}$

Hauptsächlich relevant für:

- Industriehallen
- Baustellen
- Maschinenarbeitsplätze

FOLGEN VON LÄRMEINWIRKUNG II

Psychische Belastung

keine Schädigung des Gehörs, aber der Gesundheit = Stress

Auslöser:

Dauerhafter Lärm, auch bei geringer Lautstärke



➔ Vermeidung nicht ganz einfach

Arbeitsstättenverordnung

→ *Technische Regeln für Arbeitsstätten - Lärm (ASR A3.7)*

Der Anwendungsbereich der ASR wird auf A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel unterhalb von 80 dB(A) festgelegt.

Hauptsächlich relevant für:

- Büros: Großraumbüro, offene Arbeitswelten
- Callcenter
- Kindergärten, Kitas, Schulen

TECHNISCHE REGELN FÜR ARBEITSSTÄTTEN (ASR)

Tätigkeit	Beispiel	Grenzwert für L_r
Tätigkeitskategorie I (hohe Konzentration oder hohe Sprachverständlichkeit)	<ul style="list-style-type: none"> - Besprechungen und Verhandlungen in Konferenzräumen - wissenschaftliches und kreatives Arbeiten - ärztliche Untersuchungen, Behandlungen und Operationen 	55 dB(A)
Tätigkeitskategorie II (mittlere bzw. nicht andauernd hohe Konzentration oder gutes Verstehen gesprochener Sprache)	<ul style="list-style-type: none"> - allgemeine Bürotätigkeiten 	70 dB(A)
Tätigkeitskategorie III (geringere Konzentration und Sprachverständlichkeit)	<ul style="list-style-type: none"> - allgemein industrielle und gewerbliche Tätigkeiten 	Soweit wie möglich zu reduzieren

Bewertung der Wirkung von Schall im Raum auf den Menschen anhand der physikalischen, messbaren Parameter:

1. Lärmpegel **&** **2. Nachhallzeit**

NACHHALLZEIT

Die Nachhallzeit ist die Zeit, die ein Schallsignal im benötigt, um nach seiner Anregung um 60 dB im Raum abzuklingen.

Die Nachhallzeit definiert den wahrgenommenen, akustischen Raumeindruck.

TECHNISCHE REGELN FÜR ARBEITSSTÄTTEN (ASR)

Raum	Grenzwert für die Nachhallzeit T In Oktavbändern von 250 Hz bis 2000 Hz
Callcenter (Büro für kommunikationsbasierte Dienstleistungen)	$T = 0,5 \text{ s}$
Mehrpersonen- und Großraumbüro	$T = 0,6 \text{ s}$
Ein- und Zweipersonenbüro	$T = 0,8 \text{ s}$
Räume in Bildungsstätten (Kitas, Schulen)	$T_{\text{soll}} = (0,32 \cdot \log V/\text{m}^3 - 0,17) \text{ s}$ mit $V = \text{Raumvolumen in m}^3$

GESETZLICHE VORGABEN ZUR MESSUNG UND BEWERTUNG

TRLV – Lärm

- Gültig für $L_{Aeq} \geq 80$ dB(A)
- Messung und Bewertung: Schalldruckpegel

TRLV Lärm, Teil 2, 2017
Ausgabe: August 2017
GMBl 2017 S. 609 (Nr. 34/05) (v. 05.09.2017)

Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung	TRLV Lärm	Teil 2: Messung von Lärm
--	-----------	--------------------------

Die Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Lärm) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm wieder.

Sie werden vom Ausschuss für Betriebsicherheit unter Beteiligung des Ausschusses für Arbeitsmedizin ermittelte bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Diese TRLV Lärm, Teil 2 „Messung von Lärm“ konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs die Anforderungen der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung und der Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen
- 3 Planung und Beauftragung der Durchführung von Lärmmessungen
- 4 Messgeräte
- 5 Erfassen der Lärmeinwirkung
- 6 Repräsentativer Arbeitsplatz
- 7 Bestimmung des Lärmexpositionspegels
- 8 Messunsicherheit, Genauigkeitsklassen
- 9 Vergleich des Tages-Lärmexpositionspegels mit Auslösewerten
- 10 Messbericht
- 11 Literaturhinweise

- Ausschuss für Betriebsicherheit - AG-Geschäftsbildung - BfA - www.bifa.de -

ASR A3.7 – Lärm

- Gültig für $L_{Aeq} < 80$ dB(A)
- Messung und Bewertung: Schalldruckpegel und Nachhallzeit

Ausgabe: Mai 2018

Technische Regeln für Arbeitsstätten	Lärm	ASR A3.7
--------------------------------------	------	----------

Die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für das Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten wieder.

Sie werden vom Ausschuss für Arbeitsstätten ermittelte bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gemacht.

Diese ASR A3.7 konkretisiert im Rahmen des Anwendungsbereiches die Anforderungen der Verordnung über Arbeitsstätten. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Inhalt

- 1 Zielsetzung
- 2 Anwendungsbereich
- 3 Begriffsbestimmungen
- 4 Extra-aurale und reversible aurale Lärmwirkungen
- 5 Pegelwerte für Tätigkeiten an Arbeitsplätzen in Arbeitsräumen sowie raumakustische Anforderungen an Arbeitsräume
- 6 Beurteilung von Gefährdungen durch Lärm beim Einrichten von Arbeitsstätten
- 7 Beurteilung von Gefährdungen durch Lärm beim Betreiben von Arbeitsstätten
- 8 Maßnahmen zum Lärmschutz

Anhang 1 Erläuterungen zu Punkt 4 - Extra-aurale und reversible aurale Lärmwirkungen
Anhang 2 Abschätzung der raumakustischen Kennwerte in Ergänzung zu Punkt 7.2

- Ausschuss für Arbeitsstätten - AGTA-Geschäftsbildung - BfA - www.bifa.de -



Praxis-Beispiel: Büro

AUSGANGSSITUATION

1. Kunde klagt über Lärm im Büro
2. Lärm-Messungen mit Handy wurden durchgeführt
3. Es wurden bereits akustische Maßnahmen ergriffen:
 - Schallabsorber an der Decke
 - Schalltrenn-Elemente an den Schreibtischen
 - akustische Elemente zwischen den Arbeitsplätzen
 - akustisch wirksame Vorhänge

→ Gesamtkosten ca. 25.000 bis 30.000 €

MESSUNG DES LÄRMPEGELS

Messposition	Beurteilungspegel L_r
M1	$(59,8 \pm 3)$ dB(A)
M2	$(61,8 \pm 3)$ dB(A)
M3	$(63,8 \pm 3)$ dB(A)
Mittelwert	$(61,8 \pm 3)$ dB(A)

Regelwerk	Grenzwert
ASR A3.7 (2018)	$L_r \leq 70$ dB(A)
VDI 2058 Blatt 3 (2014)	$L_r \leq 70$ dB(A)

Tätigkeitskategorie II

einfache oder eingeübte Bürotätigkeiten
und vergleichbare Tätigkeiten



NACHHALLZEIT

		Grenzwerte
Bandmittenfrequenz / Hz	Gemessene Nachhallzeit /s	ASR A3.7 (2018) /s
63	1,4	
125	0,88	
250	0,65	≤ 0,5
500	0,46	≤ 0,5
1000	0,38	≤ 0,5
2000	0,36	≤ 0,5
4000	0,34	
8000	0,32	



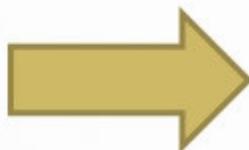
FAZIT

Lärmpegel:

nach ASR A3.7 ok

Nachhallzeit:

nach ASR A3.7 fast ok (250 Hz)



Maßnahmen:

mehr Absorption, um Nachhallzeit unter 250 Hz zu reduzieren

BLICKWINKEL ÄNDERN



Raumakustik \neq Lärmpegel

Raumakustik \neq Nachhallzeit

Raumakustik \neq Absorption

ERGEBNIS NACH OPTIMIERUNG: LÄRMPEGEL

Messposition	Beurteilungspegel L_r
Ursprünglicher Zustand	(61,8 ± 3) dB(A)
Nach Optimierung	(55,5 ± 3) dB(A)



Regelwerk	Grenzwert
ASR A3.7 (2018)	$L_r \leq 70$ dB(A)
VDI 2058 Blatt 3 (2014)	$L_r \leq 70$ dB(A)

Tätigkeitskategorie II

einfache oder eingeübte Bürotätigkeiten
und vergleichbare Tätigkeiten

ERGEBNIS NACH OPTIMIERUNG: NACHHALLZEIT

			Grenzwerte
Bandmittenfrequenz / Hz	Ausgangslage Nachhallzeit /s	Nach Optimierung Nachhallzeit /s	ASR A3.7 (2018) /s
63	1,4	1,16	
125	0,88	0,70	
250	0,65	0,40	≤ 0,5
500	0,46	0,33	≤ 0,5
1000	0,38	0,30	≤ 0,5
2000	0,36	0,33	≤ 0,5
4000	0,34	0,31	
8000	0,32	0,28	



ERGEBNIS NACH OPTIMIERUNG: AKUSTISCHE PARAMETER BÜRO

Akustische Kenngröße	Messlinie 1 / 2	Nach Optimierung	Zielwert
STI am nächstgelegenen Arbeitsplatz	0,79 / 0,83	0,25	< 0,3
Ablenkungsabstand, r_D	103 m / 33 m	3,7 m	$\leq 5m$
Räumliche Abklingrate des A-bewerteten SPL der Sprache, $D_{2,S}$	2,4 dB / 4,0 dB	9,0 dB	≥ 7 dB
A-bewerteter SPL der Sprache im Abstand von 4 m, $L_{P,A,S,4m}$	53,2 dB / 54,6 dB	47,9 dB	≤ 48 dB
Mittleres A-bewertetes Fremdgeräusch, $L_{P,A,B}$	26,6 dB / 26,6 dB	26,6 dB	≤ 35 dB



ACHTUNG: RAUMAKUSTIK IM BÜRO

Gesetzliche Vorgaben (ASR A3.7) definieren Mindestanforderungen

➔ Gute akustische Bedingungen dadurch nicht zwingend gegeben

**Optimale Gestaltung der Raumakustik
und Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben
nur möglich durch erweiterte
Messung und Bewertung**

Raumakustik

– der Luxus von heute ist die Notwendigkeit von morgen

Auri Akustik

Ingenieurbüro für Raumakustik

Dr.-Ing. Benedikt Kohout

Oberdorfstraße 24

68753 Waghäusel

www.auriakustik.de