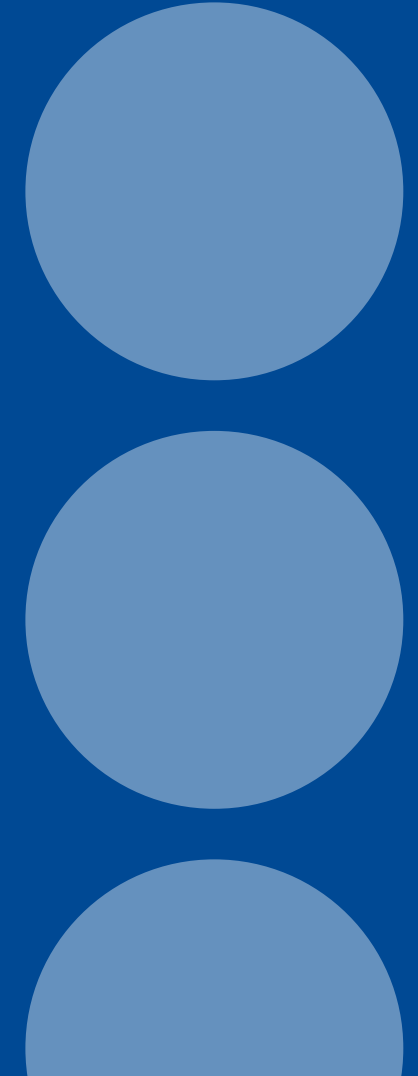


ASR A3.7 hinsichtlich Wissenschaft und Praxis

Extra-aurale Lärmwirkungen
Praxis bei Messung und Beurteilung

Herbstworkshop des Fachausschusses Lärm der DEGA
22. November 2019, Jan Selzer, M.Sc.



Ausgabe: Mai 2018

<p>Technische Regeln für Arbeitsstätten</p>	<p>Lärm</p>	<p>ASR A3.7</p>
--	--------------------	------------------------

- Stellt Mindestanforderungen an den Schutz Beschäftigter vor **extra-auralen Lärmwirkungen**
- Unterscheidet zwischen **Tätigkeiten** mit unterschiedlichen Anforderungen an die Konzentration und Sprachverständlichkeit
- Beschreibung auf Basis **schalldruckpegelbasierter** und **raumakustischer** Kenngrößen

Extra-aurale Lärmwirkungen

Lärmwirkungen

Abgrenzung zu auralen (gehörschädigenden) Wirkungen

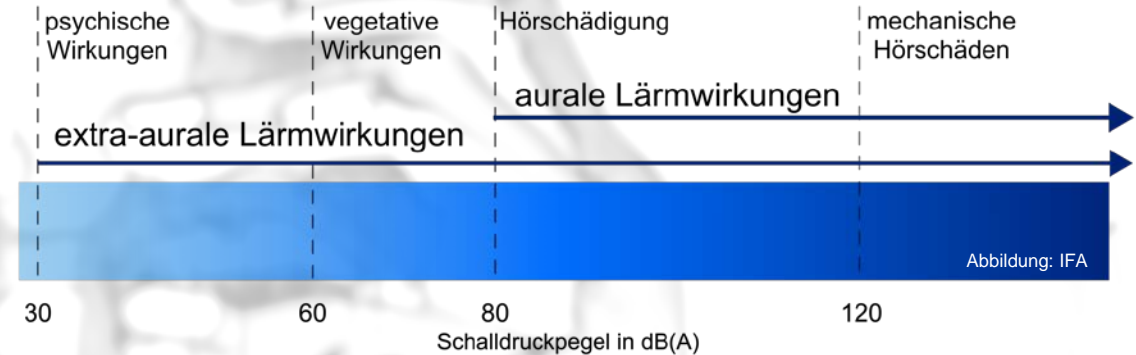
- *Temporary Threshold Shift* (TTS)
- Irreversible Schäden
 - Knall- und Explosionstraumata,
 - Innenohrschädigung.

z. B. Lärmschwerhörigkeit

Extra-aurale Lärmwirkungen sind u. a. zu beobachten in

- physiologischen Wirkungen,
- psychischen Wirkungen,
- Leistungsminderung und Unfallgefahr.

Extra-aurale Lärmwirkungen



“

...sind physiologische, psychische und soziale Wirkungen von Schall auf den Menschen, mit Ausnahme der Wirkungen, die das Hörorgan betreffen.

– ASR A3.7

Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.7 „Lärm“, GMBI 2018.

Extra-aurale Lärmwirkungen

Physiologische extra-aurale Lärmwirkungen

- Aktivierung des
 - zentralen und vegetativen Nervensystems,
 - Herz-Kreislauf-Systems.
- Ausschüttung von Hormonen
- Beeinflussung von Herzschlagvolumen und Blutdruck
- Erhöhung des Muskeltonus
- Reduzierung der Magen- und Darmaktivität
- Nachweis in unterschiedlichen Studien für Pegelbereiche ab ca. 60 dB(A) aufwärts.

Ising, H.; Sust, C.A.; Rebentisch, E.: *Lärmbeurteilung – Extra-aurale Wirkungen*. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 98, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1996.

Extra-aurale Lärmwirkungen

Psychische extra-aurale Lärmwirkungen

- Belästigung (*annoyance*)
- Beeinträchtigung der Konzentration,
- Verärgerung,
- Reizbarkeit und Aggressivität,
- Angst,
- Nervosität.
- Für Pegelbereich ab 30 dB(A) angesetzt.

Einflussfaktoren

- Kontrolle,
- Zeitdruck,
- Komplexität der Tätigkeit,
- Verantwortung,
- Lärmempfindlichkeit,
- Gesundheitszustand,
- weitere Umgebungsfaktoren

...

Extra-aurale Lärmwirkungen

Weitere psychische und psycho-soziale Wirkungen

- Minderung der Konzentration, Ablenkung
 - Erhöhung der Unfallgefahr,
 - verringerte Motivation,
 - höhere Fehlerrate.
- Verringerung der Sprachverständlichkeit
 - Fehlentscheidungen durch Missverständnisse,
 - erhöhte Höranstrengung.
- Maskierung von Nutzsignalen
- Erschöpfung → längere Regenerationsphasen.

Beschreibungsgrößen

Beschreibungsgrößen

Beurteilungspegel als Beschreibungs- und Beurteilungsgröße zum Schutz vor extra-auralen Lärmwirkungen, bestehend aus

- A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschalldruckpegel L_{Aeq} ,
- darauf angewendeten Zuschlägen für Informations- und Tonhaltigkeit K_T ,
- Impulshaltigkeitszuschlag K_I ,
- Summe beider Zuschläge maximal 6 dB.

Beurteilung von Tätigkeiten einer Tätigkeitskategorie von mind. einer Stunde.

Nachhallzeit in Oktavbändern von 250 Hz bis 2000 Hz als Beschreibungsgröße nach Raumnutzungsart *Büro, Bildungsstätte, sonstige Räume mit Sprachkommunikation.*

DIN 45645-2:2012-09, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 2: Ermittlung des Beurteilungspegels am Arbeitsplatz bei Tätigkeiten unterhalb des Pegelbereiches der Gehörgefährdung.

Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.7 „Lärm“, GMBI 2018.

Zuschläge

Impulszuschlag

“ *Die Zeitbewertung I ist weder geeignet, impulsartige oder impulshaltige Geräusche hinsichtlich ihrer Lautstärke zu bewerten, noch dazu, die Gefahr von Hörschäden abzuschätzen oder die Impulshaltigkeit eines Geräuschs zu bestimmen.*

Zuschläge

Impulszuschlag, Beispiel aus einer Laborstudie

- 32 Probanden in Laborstudie
 - Synthetisch erzeugte periodische Geräusche (Impuls) mit 55 dB(A) bei zwei unterschiedlichen Spektren
 - Stationäre Geräusche mit 49 – 70 dB(A)
- Abhängigkeit von Pegeldifferenz D_L [dB] und *Onset rate* R_{on} [dB/s]
- Ergebnis: Zuschläge von 0 bis 8 dB

Rajala, V. and Hongisto, V.: *Annoyance of impulsive sounds – a psychoacoustic experiment involving synthetic sounds*. 23rd International Congress on Acoustics, ICA 2019 in Aachen.

Rajala, V. and Hongisto, V.: *Annoyance penalty of impulsive noise - the effect of impulse onset*. Building and Environment, Journal Pre-proof Nov. 2019.

Zuschläge

Ton- und Informationshaltigkeitszuschlag

- Ermittlung mittels perzeptiver Auffassung der Messperson durch Hervortreten und Dominanz des Geräuschs.

Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit:

$K_T = 0$ dB falls ein Ton oder ein Geräusch mit Informationsgehalt im Arbeitsgeräusch nicht besonders hervortritt.

$K_T = 3$ dB falls ein Ton oder ein Geräusch mit Informationsgehalt im Arbeitsgeräusch hervortritt, aber gegenüber dem Arbeitsgeräusch nicht dominant ist.

$K_T = 6$ dB falls ein Ton oder ein Geräusch mit Informationsgehalt im Arbeitsgeräusch hervortritt und gegenüber dem Arbeitsgeräusch dominant ist.

Zuschläge

Tonzuschlag

- Unterschiedliche Ermittlungsmethoden verfügbar:
 - Tone-to-Noise Ratio (TNR), Prominence Ratio (PR), beide ECMA-74¹,
 - DIN 45681²,
 - Psychoacoustic tonality nach Aures und Terhardt und Tonality unit hearing model Sottek (tuHMS)³ ...
- Untersuchungen zur Wahrnehmung der Tonhaltigkeit und deren Lästigkeit im Arbeitskontext folgen im PEROSH Projekt „Tonal Noise“⁴

¹ Standard ECMA-74, *Measurement of Airborne Noise emitted by Information Technology and Telecommunications Equipment*, 16th edition (June 2019).

² DIN 45681:2005-03, *Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen*.

³ Becker, J.; Sottek, R.; Lobato, T.: *Progress in Tonality Calculation*, 23rd International Congress on Acoustics, ICA 2019 in Aachen.

⁴ PEROSH: *Dose-response model for annoyance perception of tonal noise*, CIOP-PIB, IFA, INRS, <https://perosh.eu/research-projects/perosh-projects/tonal-noise/> (Kick-Off: July 2019).

Zuschläge

Tonzuschlag, Beispiel aus einer Laborstudie

- 40 Probanden in Laborstudie
 - Bestimmung der Lautheit und Lästigkeit von tonhaltigen und nicht-tonhaltigen Geräuschen bei Pegelstufen von 25 und 35 dB(A)
 - Geräusche variierten in *tonal audibility* ΔL_{ta} und Frequenz
- Abhängigkeit von der Tonfrequenz und *tonal audibility*
- Ergebnis
 - ❖ Lästigkeitszuschläge nach DIN 45681 und ISO 1996-2 stimmen nicht mit den Ergebnissen dieser Studie überein
 - ❖ Zuschläge im Bereich von 0 bis 12 dB

Oliva, D.; Hongisto, V.; Haapakangas, A.: *Annoyance of low-level tonal sounds - Factors affecting the penalty*. Building and Environment 123, 404-414, 2017.

DIN 45681:2005-03, *Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen*.

ISO 1996-2:2017-07, *Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of sound pressure levels*.

Pegelbasierte Beschreibungsgrößen

Weitere **pegelbasierte** Beschreibungsgrößen

- Perzentilpegeldifferenz $L_{AF,10\%} - L_{AF,90\%}$
 - 89 Geräuschumgebungen
 - Bewertung der Lästigkeit und Untersuchung der Arbeitsgedächtnisleistung
 - Signifikante Korrelation zwischen Lästigkeit/Leistungsminderung und $L_{AF,10\%} - L_{AF,90\%}$
 - Zusammenhang zwischen L_{Aeq}/L_r und den Parametern **nicht** vorhanden

Renz, T., Leistner, P., Liebl, A.: *Use of energy-equivalent sound pressure levels and percentile level differences to assess the impact of speech on cognitive performance and annoyance perception.* Applied Acoustics 153, 71-77, 2019.

Beschreibungsgrößen

Weitere Beschreibungsgrößen zur Darstellung der kognitiven Belastung (Leistungsminderung)

- **Schwankungsstärke**¹ im Zusammenhang mit *Irrelevant Sound Effect*
- **Speech Transmission Index**^{2, 3} (STI)
 - Beschreibung der Sprachübertragung in Open Plan Offices
 - Korrelation zwischen Ablenkungsabstand r_D – als STI-abhängiger Größe – und Anzahl der durch Lärm belästigten Personen im Büro³

¹ Schlittmeier, S.J.; Weißgerber, T.; Kerber, S. et al.: *Algorithmic modeling of the irrelevant sound effect (ISE) by the hearing sensation fluctuation strength*. *Atten Percept Psychophys* 74, 194-203, 2012.

² Hongisto, V.: *A model predicting the effect of speech of varying intelligibility on work performance*. *Indoor Air* 15, 719-736, 2008.

³ Haapakangas, A.; Hongisto, V.; Eerola, M. et al.: *Distraction distance and perceived disturbance by noise – An analysis of 21 open-plan offices*. *J Ac Soc Am* 141(1), 127-136, 2017.

Zusammenfassung

Die **pegelbasierte Darstellung** extra-auraler Lärmwirkungen ist **nicht** ausreichend und beschreibt die Mehrdimensionalität des Problems nur ungenügend.

Unter anderem sind der Geräuschcharakter, die Perzeption der Betroffenen und die dazugehörigen Moderatoren Teil des **Wirkungsmechanismus** und müssen in eine korrekte Darstellung extra-auraler Lärmwirkungen einbezogen werden.

Weitere Messgrößen müssen für die richtige Darstellung der extra-auralen Lärmwirkung untersucht und betrachtet werden.

Eine zuverlässige, instrumentelle Ermittlung der Belastung durch nicht-gehörschädigenden Lärm am Arbeitsplatz ist ein Forschungsziel.

Jan Selzer, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Referat Lärm

Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA),
Alte Heerstr. 111, 53757 Sankt Augustin

+49 30 13001-3424
jan.selzer@dguv.de

www.dguv.de/ifa

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit.**

