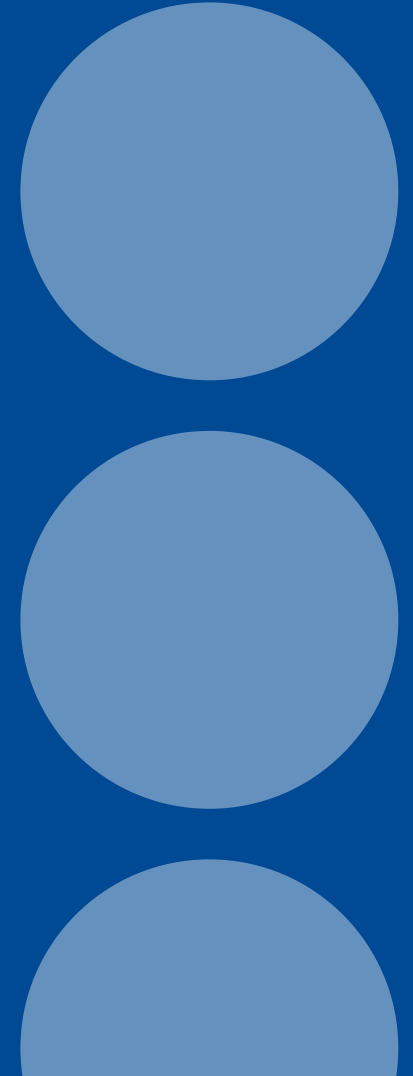


# Messung und Beurteilung von Mehrpersonenbüros

Stand der Wissenschaft,  
Nationale und internationale Vorgaben,  
Praxis bei Messung und Beurteilung

acoustex, Fachmesse für Noise-Control und Sound-Design  
Jan Selzer, 01. Oktober 2019



# Wissenschaftlicher Background

Was ist bekannt über

- Störwirkung im Büro?
- Wohlbefinden und Produktivität der Beschäftigten?

Welche Messverfahren und Beurteilungsgrundlagen lassen sich hieraus ableiten?

## Wissenschaftlicher Background

- Beschäftigte in Mehrpersonenbüros adressieren folgende Probleme
  - Störung durch Lärm (Gespräche und Telefonate)<sup>1</sup>
  - fehlende Privatsphäre<sup>2</sup>
- Sprache und deren Verständlichkeit beherbergen die größte Störwirkung im Büro und haben - unabhängig vom Schalldruckpegel - Einfluss auf die kognitive Leistung.<sup>3</sup>
- Kognitive Leistungsminderung korreliert mit Messgrößen für Sprachverständlichkeit
  - *Speech Transmission Index* STI - Sprachübertragungsindex<sup>4</sup>
  - Auf dem STI basierender Ablenkungsabstand  $r_D$ <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Hochschule Luzern und SECO-Arbeit und Gesundheit: *SBiB-Studie. Schweizerische Befragung in Büros* (2010).

<sup>2</sup> Kim, J. and de Dear, R. *Workspace satisfaction: The privacy-communication trade-off in open-plan offices*. Journal of Environmental Psychology 36 (2013), 18-26. doi: 10.1016/j.jenvp.2013.06.007

<sup>3</sup> Schlittmeier, S.J. et al.: *The impact of background speech varying in intelligibility: Effects of cognitive performance and perceived disturbance*. Ergonomics 51 (2008), S. 719-736.

<sup>4</sup> Liebl, A. et al.: *The relationship between the speech transmission index and measures of cognitive performance*. Proceedings of Forum Acousticum, 2011.

<sup>5</sup> Haapakangas, A. et al.: *Distraction distance and perceived disturbance by noise – An analysis of 21 open-plan offices*. The Journal of the Acoustical Society of America 141 (2017), S. 127-136.

- ~~• Fördert die Kommunikation~~
- Kostenersparnis,  
u.a. in Miete und Betriebskosten



- Direkte Kommunikation sinkt, während mehr digital kommuniziert wird<sup>6</sup>
  - Fast doppelt so hoher Krankenstand in Open Plan und Shared Desk Offices im Gegensatz zu Einzelbüros<sup>7</sup>
- 
- Verringerte Produktivität
  - Auswirkungen auf Mitarbeitermotivation

<sup>6</sup> Bernstein, E.S. und Turban, S.: *The impact of the 'open' workspace on human collaboration*. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 373 (2018) Nr. 1753.

<sup>7</sup> Bodin Dielsson, C. et al.: *Office design's impact on sick leave rates*. Ergonomics 57 (2014) Nr. 2, S. 139-147.

# Messverfahren

- Einfach handhabbares, aber aussagekräftiges Messinstrument ist notwendig.
- Umfragebasierte Bewertung der Arbeitsbedingungen
- Messung von akustischen Parametern
  - Schalldruckpegel:
    - Beurteilungspegel  $L_r$ <sup>8</sup>
    - Perzentilpegeldifferenz  $L_{AF,10\%} - L_{AF,90\%}$ <sup>9</sup>
    - „Liveliness“ – Eingruppierung in vier Schalldruckpegelgruppen<sup>10</sup>
  - Raumakustische Parameter, wie bspw. Nachhallzeit, Abklingrate der Sprache, STI ...

<sup>8</sup> Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.7 „Lärm“, 2018.

<sup>9</sup> 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 (2019), 71-77.

<sup>10</sup> Vellenga, S., Bouwhuis, T., Höngens, T.: *Proposed Method for Measuring ‚Liveliness‘ in Open Plan Offices.* 24th International Congress on Sound and Vibration, London (2017).

# Nationale und internationale Grundlagen

Messung und Beurteilung von Mehrpersonenbüros auf  
Grundlage von Technischen Regeln, Normen und Richtlinien

# Übersicht über Technischen Regeln, Normen und Richtlinien

- Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A1.2 „Raumabmessungen und Bewegungsflächen“
- Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.7 „Lärm“
- DIN EN ISO 3382-3:2012-05, Akustik – Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 3: Großraumbüros.
- VDI 2569:2019-10, Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro.
- NF S 31-199, Acoustique – Performances acoustiques des espaces ouverts de bureaux; Akustik – Raumakustische Leistungen offener Büroflächen.

# Grundlagen

## ASR A1.2 „Raumabmessungen und Bewegungsflächen“

Definition von verschiedenen Bürotypen, u.a. [3.8 – 3.10]

- „Zellenbüros sind Einzel- oder **Mehrpersonenbüros** [..., letztere] umfassen in der Regel bis sechs Büro- oder Bildschirmarbeitsplätze“
- „**Gruppenbüros** [...] bis zu 25 Büro- oder Bildschirmarbeitsplätze, die mit Stellwänden oder flexiblen Raumgliederungssystemen deutlich voneinander abgegrenzt werden.“
- „**Großraumbüros** [...] auf einer Fläche von 400 m<sup>2</sup> oder mehr umfassenden Grundfläche [...]“

Flächenbedarf je Arbeitsplatz einschl. Möblierung und anteiliger Verkehrsfläche im Raum [5 (4)]

- Zellenbüros: 8 – 10 m<sup>2</sup>
- Großraumbüros, angesichts des höheren Verkehrsflächenbedarfs und ggf. Störwirkungen (z. B. akustisch, visuell) 12 – 15 m<sup>2</sup>



# Grundlagen

## ASR A3.7 „Lärm“

Tätigkeitsbezogene Beurteilungspegel  $L_r$  unterteilt in drei Tätigkeitskategorien

- I. Hohe Konzentration oder hohe Sprachverständlichkeit:  $L_r \leq 55$  dB
- II. Mittlere Konzentration oder mittlere Sprachverständlichkeit:  $L_r \leq 70$  dB
- III. Geringe Konzentration oder geringe Sprachverständlichkeit: „... *Beurteilungspegel unter Berücksichtigung betrieblicher Lärminderungsmaßnahmen soweit wie möglich zu reduzieren.*“

Nachhallzeiten in Oktavbändern von 250 Hz bis 2000 Hz sollen nicht überschritten werden:

Raumnutzung	Nachhallzeit $T$ [s]
Callcenter (Büro für kommunikationsbasierte Dienstleistungen)	0,5
Mehrpersonen- und Großraumbüro	0,6
Ein- und Zweipersonenbüro	0,8

# Grundlagen

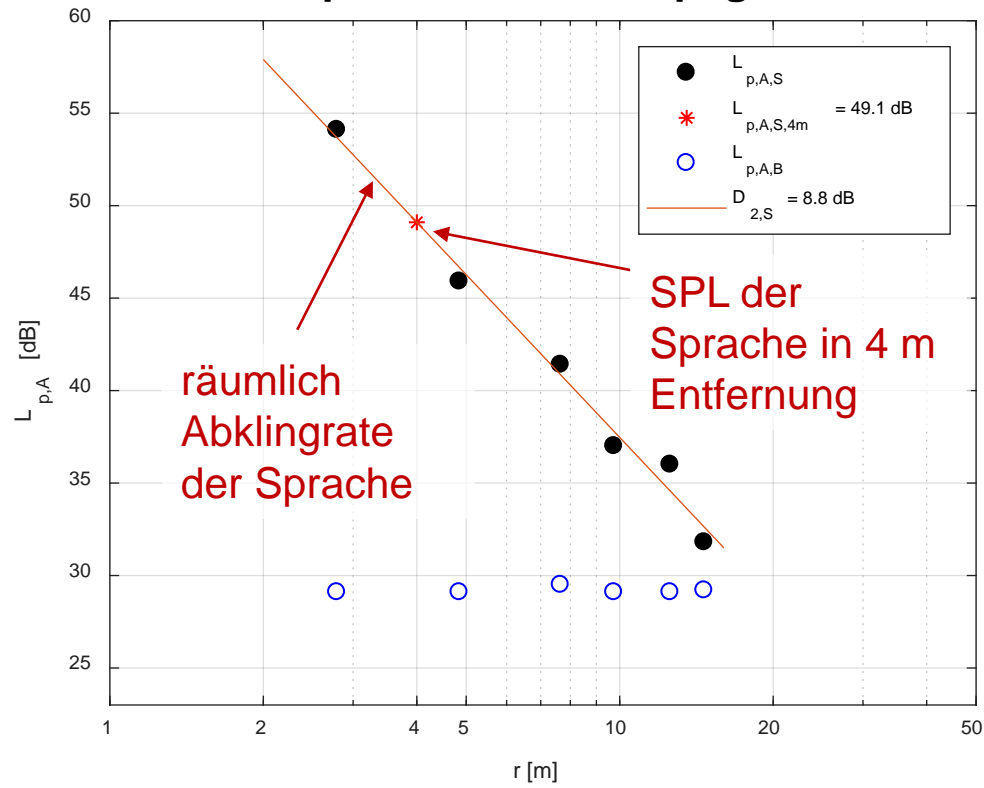
## DIN EN ISO 3382-3

Voraussetzungen für die Messung

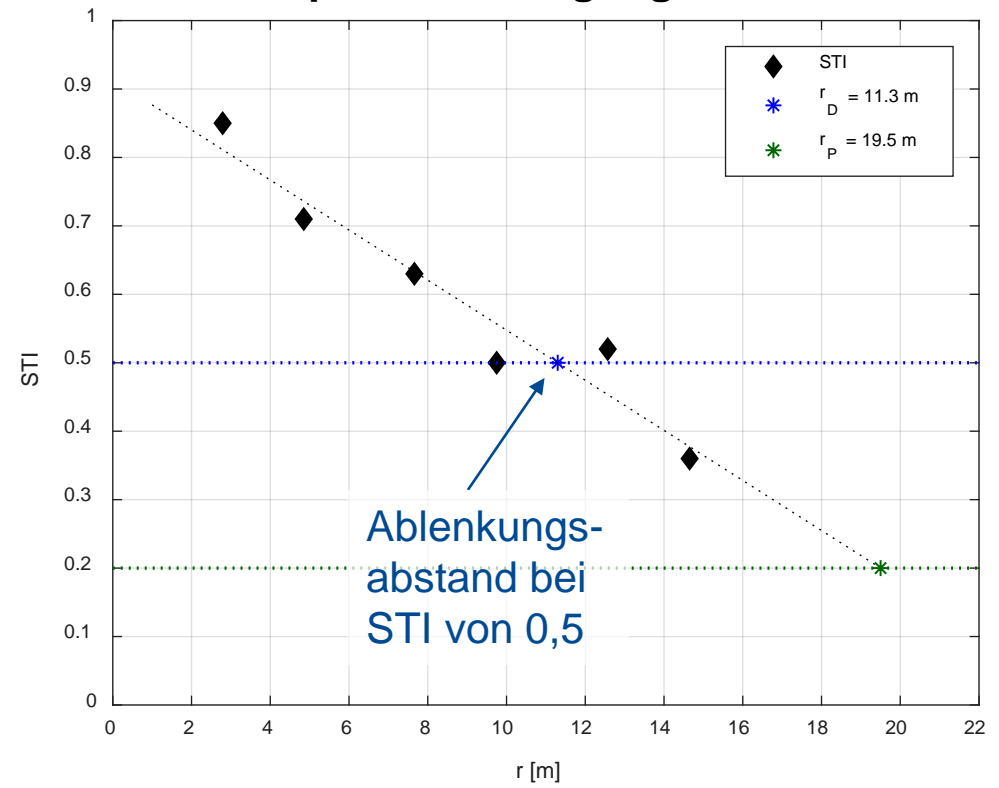
- Omnidirektionale Schallquelle mit bekanntem Schalleistungspegel
- Schallquelle für STI-Messungen
- Schallpegelmessgerät der Klasse 1 (Funktionen: Oktavbandanalyse, Nachhallzeit, STI)
- Auswertesoftware
  - Kommerziell *oder*
  - Excel *oder*
  - IFA-Büroakustikrechner ([3382-3.ifa.dguv.de](http://3382-3.ifa.dguv.de))
- Alternative: All-in-One-System zur Ermittlung der Raumimpulsantwort auf Basis von DIN EN ISO 18233
- Zeit

# Grundlagen DIN EN ISO 3382-3

### Sprachschalldruckpegel



### Sprachübertragungsindex



# Grundlagen

## VDI 2569:2019-10

Ermöglicht die Beurteilung von Mehrpersonen- und Großraumbüros anhand der Parameter

$T$  Nachhallzeit, in s

$L_{NA,Bau}$  Störschalldruckpegel bauseitiger Geräusche, in dB

$D_{2,S}$  räumlich Abklingrate der Sprache, in dB

$L_{p,A,S,4\text{ m}}$  A-bewerteter Schalldruckpegel der Sprache in einem Abstand von 4 m, in dB

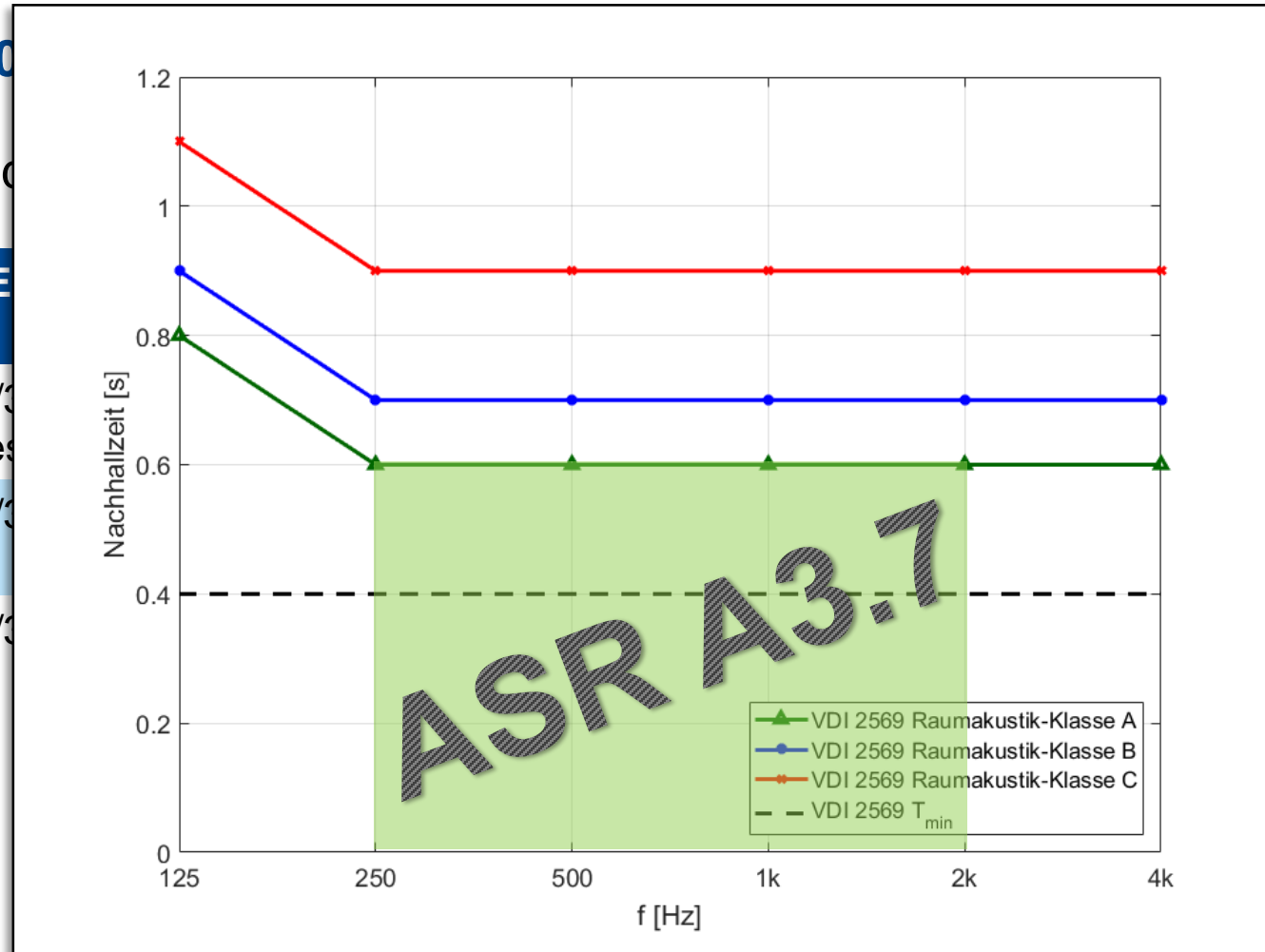
Einstufung der Messpfade in *Stufen der Schallausbreitung*

Stufe der Schallausbreitung	$D_{2,S}$ [dB]	$L_{p,A,S,4\text{ m}}$ [dB]
1	$\geq 8$	$\leq 47$
2	$\geq 6$	$\leq 49$
3	$\geq 4$	$\leq 51$

# Grundlagen VDI 2569:2019-10

Klassifizierung in d

Raumakustik-Klasse	E
A	2/3 res
B	2/3 2, 2,
C	1/3 2, 2,



	$L_{NA,Bau}$ [dB]
it	$\leq 35$
ruktion,	$\leq 40$
ion,	$\leq 40$

# Grundlagen

## Messvorschriften nach DIN EN ISO 3382-3 und VDI 2569

### Nach DIN EN ISO 3382-3

- in Abwesenheit der Beschäftigten
- vier, besser sechs bis zehn Messpositionen pro Messlinie
- Messlinie im Abstandsbereich von 2 bis 16 m zur Schallquelle
- erste Messposition am nächsten Arbeitsplatz auf der Messlinie
- Mikrofon und Schallquelle im Abstand von mind. 0,5 m von Tischen und 2 m von reflektierenden Oberflächen
- Einzelne Betrachtung jeder Bürozone

### Zusätzliche Anforderung nach VDI 2569

- Kein Schallschirm zwischen Quellen- und erster Mikrofonposition erlaubt
- Richtungsänderungen von mehr als 30° von Messpunkt zu Messpunkt sollten vermieden werden
- Anzahl der Messpfade hängt von der Anzahl der Arbeitsplätze ab

# Grundlagen

## NF S 31-199 Mars 2016

Unterscheidet vier Tätigkeiten

- Telefonie-basierter Schwerpunkt, kommunikationsintensive Arbeit
- Gemeinsame Arbeit, Teamarbeit
- geringe Zusammenarbeit, konzentriertes Arbeiten
- Kundenempfang und Kundenkontakt

Es werden Empfehlungen nach Tätigkeitskategorie aufgeführt für

- Schalldruckpegel am Arbeitsplatz  $L_{Aeq}$
- Schwächung  $D_n$  zwischen den Arbeitsplätzen
- Nachhallzeit  $T$  und räumliche Abklingrate der Sprache  $D_{2,S}$  in der offenen Fläche

# Grundlagen

NF S 31-199 Mars 2016

“

*Eine gute akustische Diskretion  
zwischen zwei nahe beieinander befindlichen Teams  
muss gewährleistet werden.*



# Grundlagen

NF S 31-199 Mars 2016

“ “ *Führen von Gesprächen kann nicht in Betracht gezogen werden, sowohl um Kollegen nicht zu stören, als auch aus Vertraulichkeitsanforderungen. Rückzugsbereiche müssen daher eingeplant werden.*

# Praxis und Zusammenfassung

- Aktuelle Praxis bei der Messung und Beurteilung von Mehrpersonenbüros
- Zusammenfassung und Empfehlungen

## Häufige Fehler in der Praxis

- Unwirksame Schallschirme durch
  - Nutzung in halliger Umgebung
  - Nutzung als Design-Element
- Anbringen von großflächigen Bildern und Kalendern auf Schallschirmen
- Bauakustische Ankopplung an laute Bereiche
- Überstreichen von Absorbern mit gewöhnlicher Farbe
- Kein Zonierungskonzept



Die Gestaltung eines Open Plan Offices ist ein multidimensionales Optimierungsproblem

## Praxis bei Messung und Beurteilung

- Messung und Beurteilung auf Grundlage der ASR A3.7 ist realisierbar.
- Messung nach DIN EN ISO 3382-3 und Beurteilung nach VDI 2569 ist kompliziert.
- Messung der „Liveliness“ oder der Perzentilpegel sind zeitaufwendig.
  
- Die Prognose, Messung und Beurteilung der akustischen Arbeitsbedingungen in Mehrpersonenbüros ist komplex.
- Die Einhaltung raumakustischer Kenngrößen führt nicht unweigerlich zu einer guten Perzeption der Arbeitsumgebung.
- Weitere Umgebungsfaktoren sind nicht außer Acht zu lassen und können den Einfluss auf die Wahrnehmung der akustischen Umgebung verstärken.

## Empfehlungen zur akustischen Gestaltung

- Ausreichend Absorption (Akustikdecke in der Regel Grundvoraussetzung)
- Reduzierung der Sprachverständlichkeit durch Schirmung
- An Tätigkeit angepasste Raumbereiche errichten
  - gleiche Tätigkeiten in gleichen Bereichen
  - nicht mischen
  - Akustik der Bereiche gezielt an Tätigkeit anpassen
- Ausreichende Anzahl an Rückzugs- und Besprechungsräumen
- Einbeziehung der Beschäftigten in die Planung
- Festgelegte Kommunikations- und Verhaltensregeln

Tätigkeitsanalyse





**IFA**

Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung



**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](http://www.dguv.de/ifa)

**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit.**

