

# RAUMAKUSTIK IN GROSSRAUMBÜROS

Bauphysikapéro 2018  
Thiébaut Parent

# THIÉBAUT PARENT



**Projektingenieur**  
Drees & Sommer

MSc. Gebäudetechnik & Energie

## Beruflicher Werdegang

- Seit 2014 Drees & Sommer Schweiz AG (CH), Projektingenieur Bauphysik  
2012- 14 Prona AG, Biel (CH) – Projektingenieur Bauphysik  
2012 Transsolar Energietechnik GmbH, Stuttgart (DE), Diplomarbeit  
2011 Solares bauen, Strasbourg (FR), Praktikant

## Funktionen

- Bauphysik
- Wärme- und Feuchteschutz
- Schallschutz/Bauakustik
- Raumakustik

## Persönliche Referenzprojekte (Auszug)

- Neubau/Sanierung Gymnasien Strandboden, Biel
- Neubau Meret Oppenheim Hochhaus – Wohn- und Bürogebäude, Basel
- Neubau Roche Bau 10 (BSN) - Betriebs- und Servicegebäude, Basel
- Sanierung Roche Bau 21 - denkmalgeschütztes Bürogebäude, Basel
- Neubau Roche Bau 261 (LSL) – Produktions- und Bürogebäude, Kaiseraugst
- Neubau Roche Bau 02 - Bürogebäude, Basel
- Neubau Roche pRED Center - Labor- und Bürogebäude, Basel



**73 %**

**STÖRENDER LÄRMPEGEL  
AM ARBEITSPLATZ**

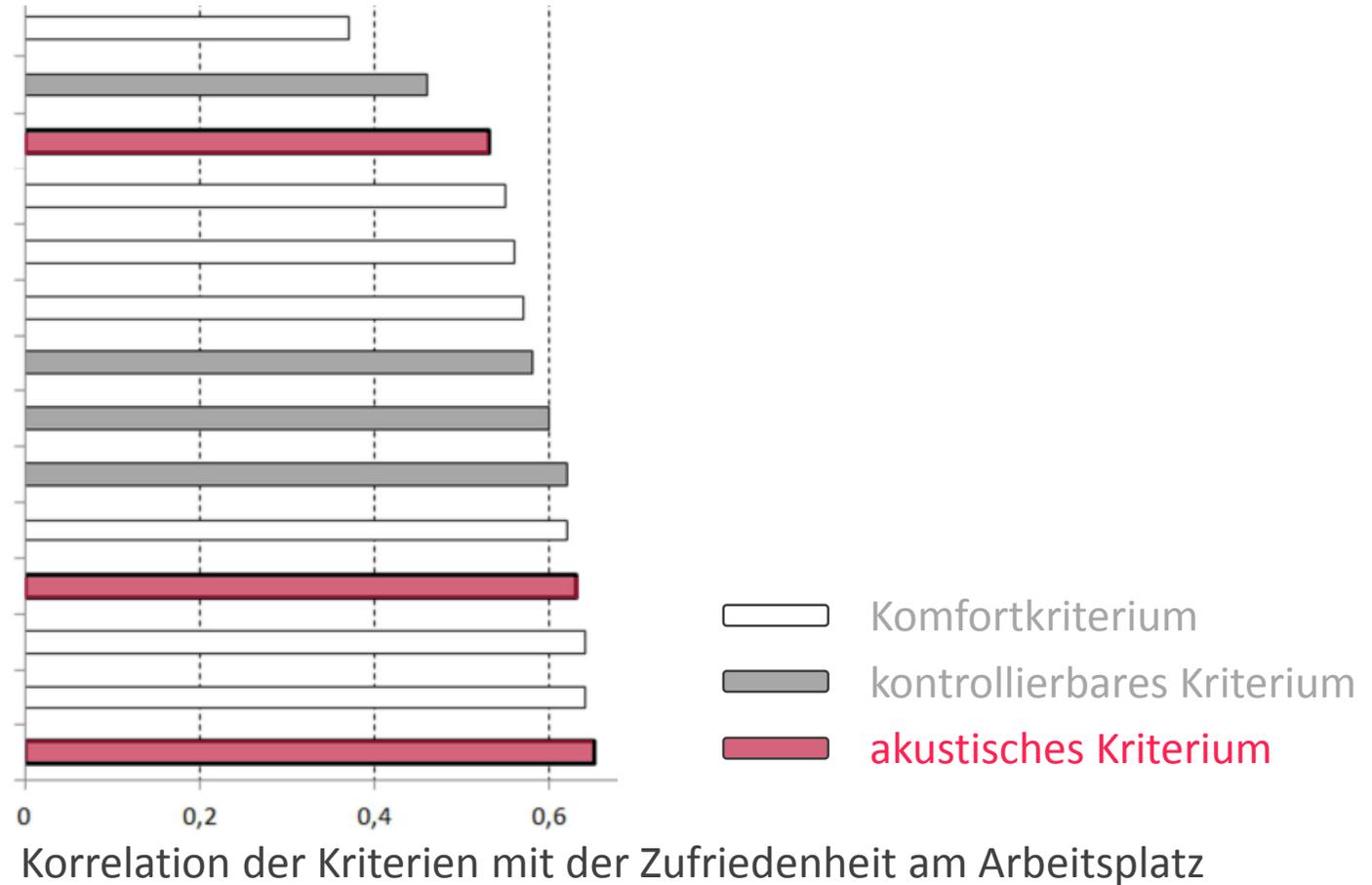
**53%**

**ICH KANN  
PRODUKTIV ARBEITEN**

*Quelle: Deloitte & Leesman, Work+Place Survey, November 2013*

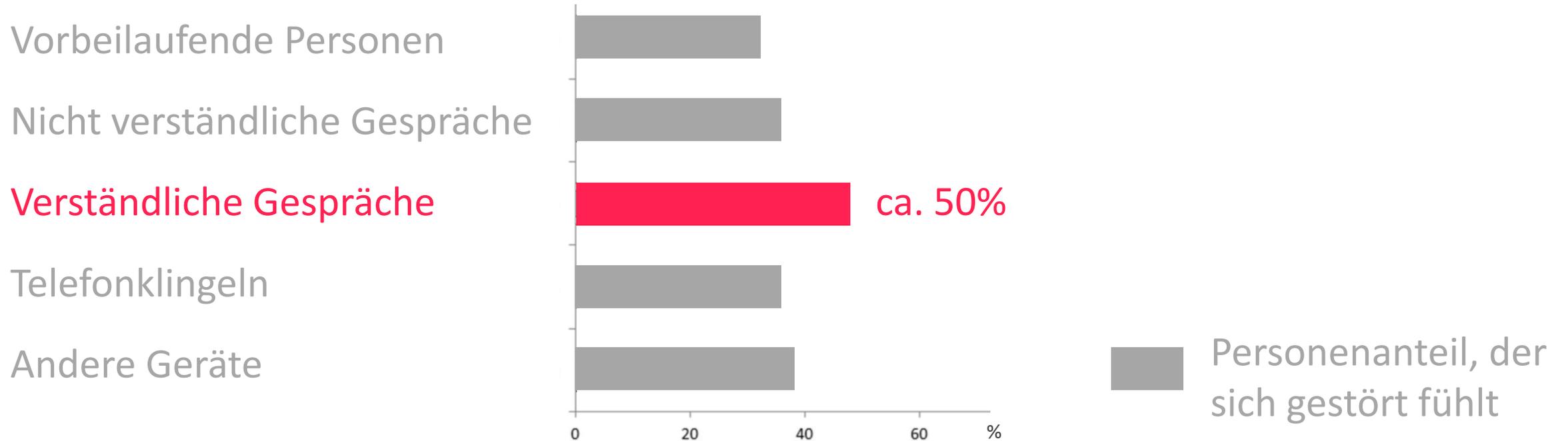
# QUALITÄTSKRITERIEN DER ZUFRIEDENHEIT AM ARBEITSPLATZ

- Visueller Bezug nach aussen
- Arbeitsumgebung personalisieren
- Private Gespräche haben können**
- Sauberkeit
- Arbeitsmaterialverfügbarkeit
- Beleuchtung
- Sich isolieren können
- Temperaturkontrolle
- Sich am AP konzentrieren können
- Luftzirkulation
- Akustische Stimmung**
- Anordnung des APs
- Möblierung
- Geräusche steuern können**



Quelle: «Le bruit dans les open-spaces : acoustique et perception», note scientifique et technique NS 352, Institut National de Recherche et de Sécurité, P. Chever, Juni 2017

## WAHRNEHMUNG DER STÖRGERÄUSCHE

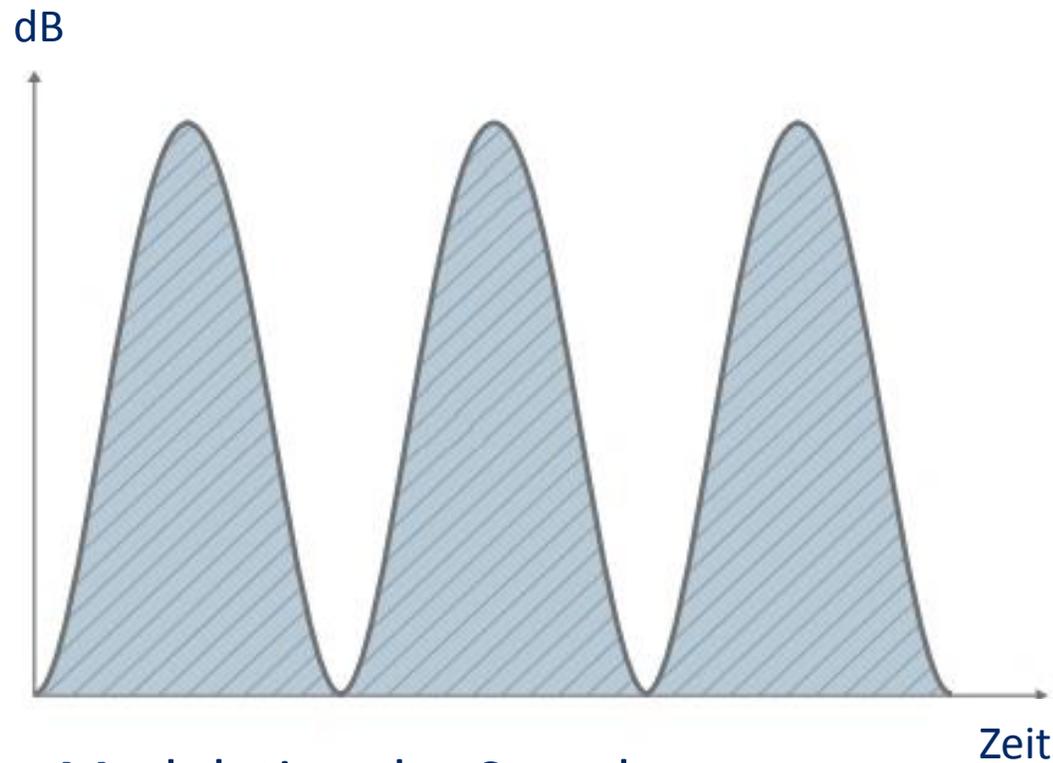


Quelle: «Le bruit dans les open-spaces : acoustique et perception», note scientifique et technique NS 352, Institut National de Recherche et de Sécurité, P. Chever, Juni 2017

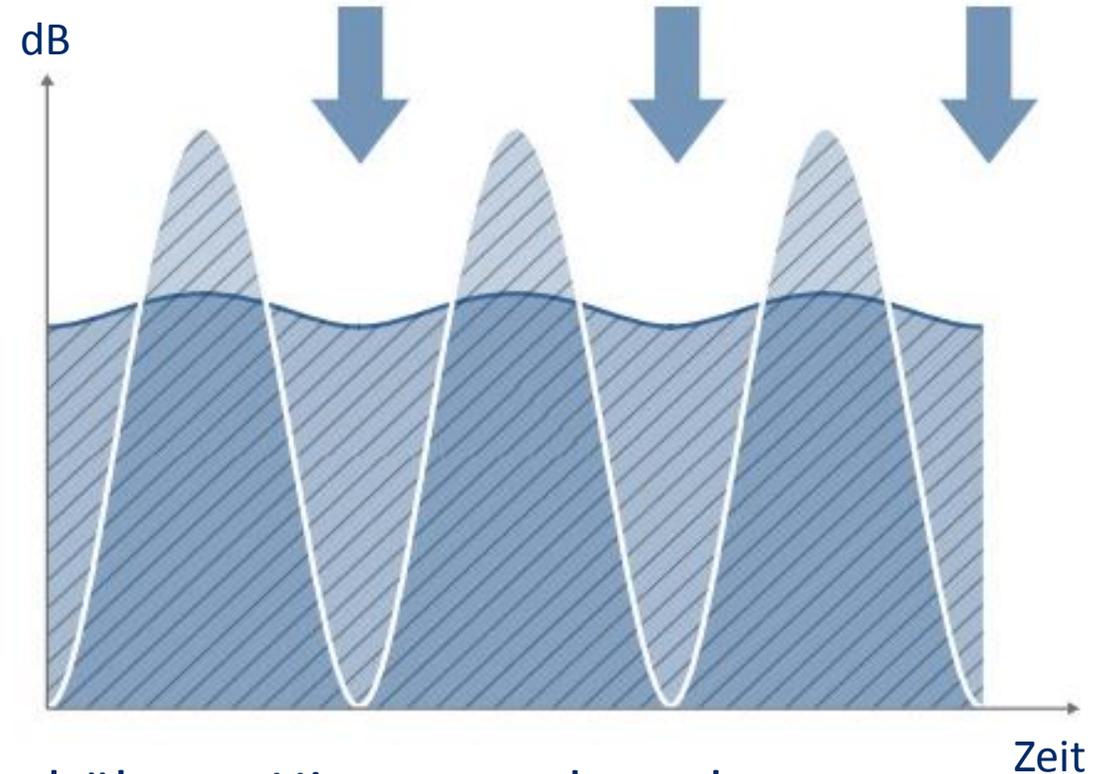
**Akustische Faktoren** haben einen grösseren Einfluss auf das Wohlbefinden der Mitarbeiter im Grossraumbüro als die Temperatur, die Beleuchtung oder die Luftqualität!

**Verständliche Gespräche** bilden den Hauptstörfaktor!

# SPRACHVERSTÄNDLICHKEIT



Modulation der Sprache  
wichtig für die Verständlichkeit



höherer Hintergrundpegel  
= **Füllung** der Modulation  
= Reduzierung der Verständlichkeit

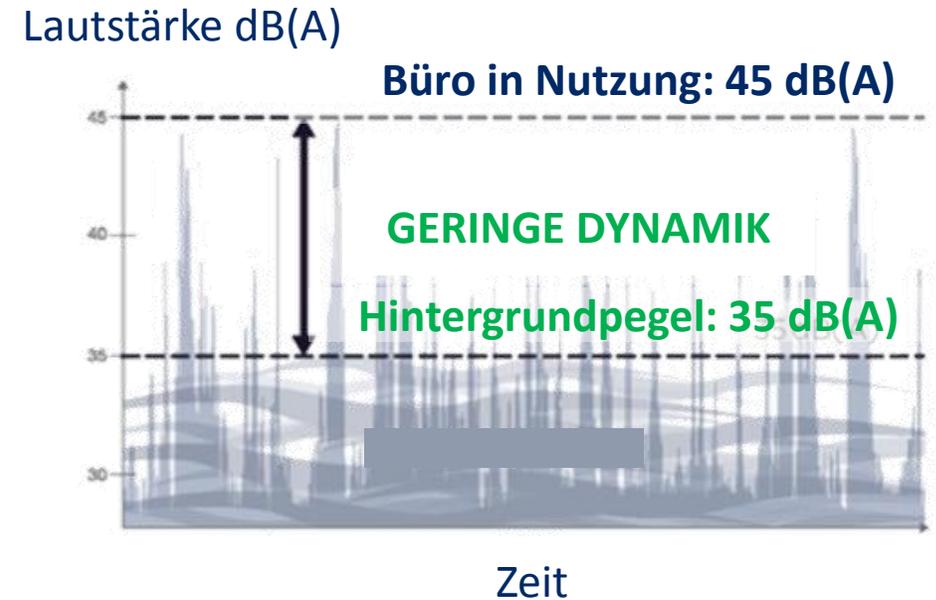
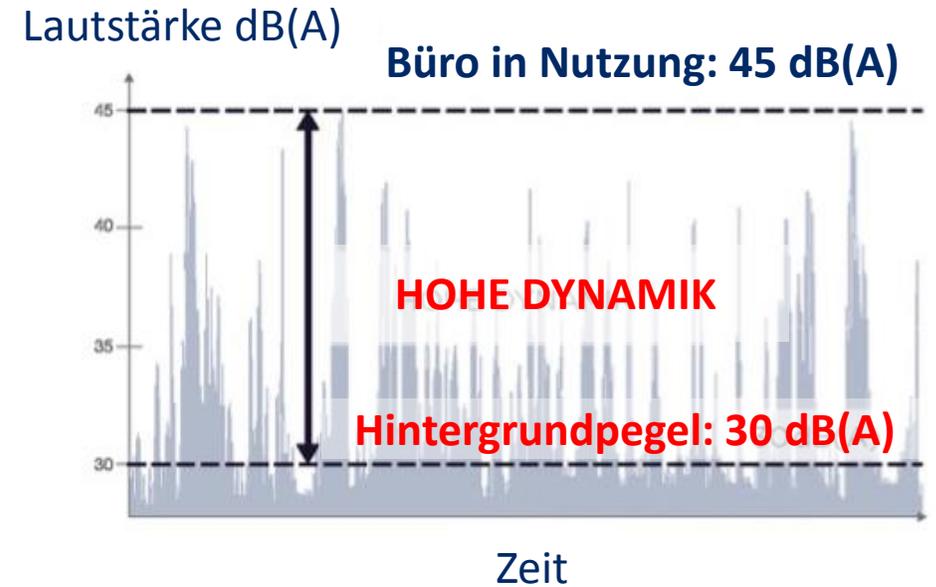
# GERÄUSCHPEGEL UND SPRACHVERSTÄNDLICHKEIT

Hohe Dynamik

⇒ Sprache ist gut verständlich!

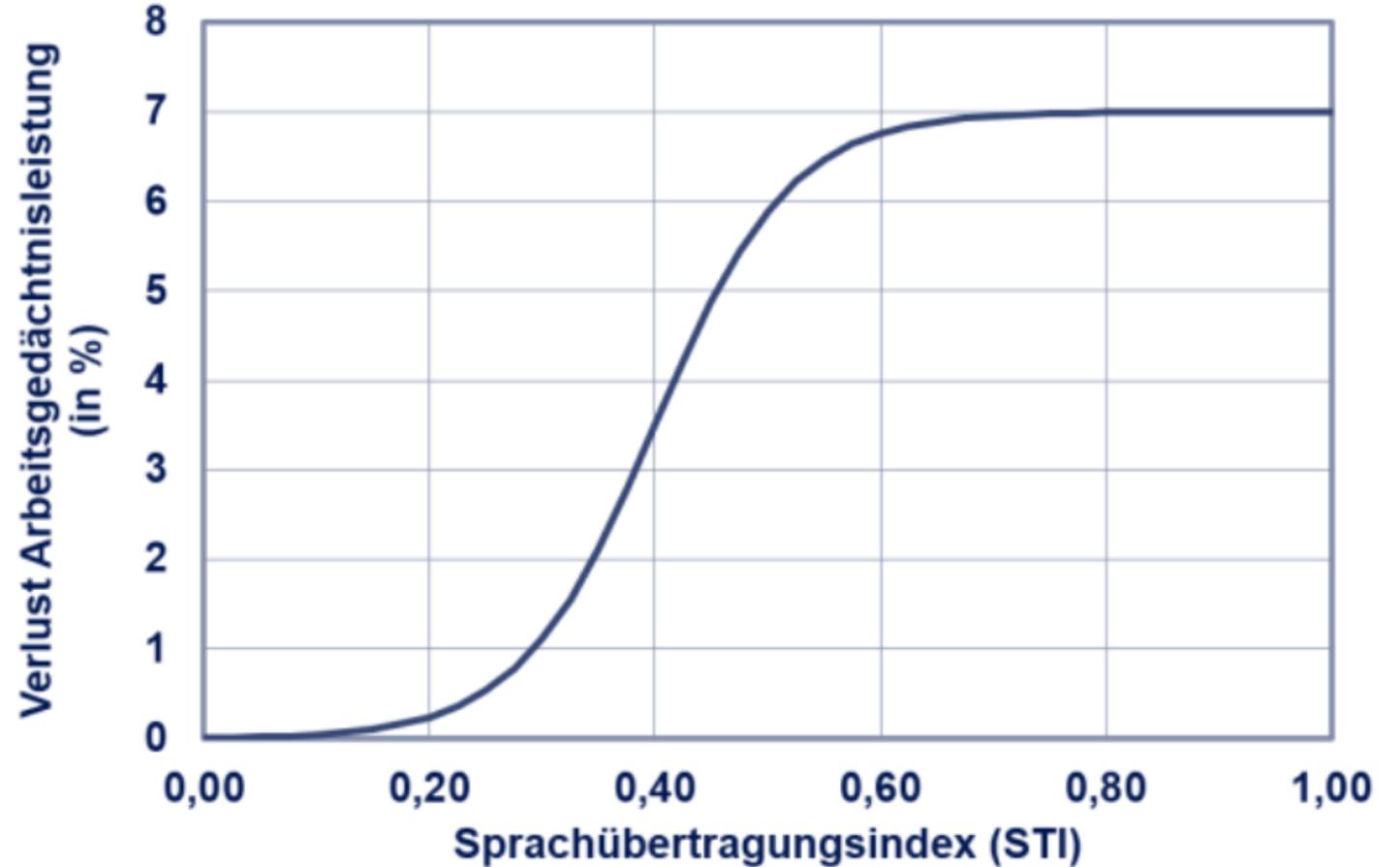
Geringe Dynamik

⇒ Reduzierung der Sprachverständlichkeit



# SPRACHVERSTÄNDLICHKEIT UND ARBEITSLEISTUNG

**Ab STI = 0.5:  
Leistungsabnahme  
um **ca. 6%****



A modern office interior with glass partitions, desks, and office chairs. The scene is dimly lit, with a blue tint. The text is overlaid on the left side of the image.

**1- RAUMAKUSTIK**

**2- HINTERGRUNDPEGEL**

**3- NUTZEREINBEZIEHUNG**

**4- KEY FACTS & BEISPIELE**



# RAUMAKUSTIK

# WAS SAGEN DAS ARBEITSGESETZ UND ANDERE NORMEN?

## ARBEITSGESETZ

**ArGV3 (Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz): Einhaltung eines der drei folgenden Kriterien**

1. Mittlerer Schallabsorptionsgrad  $\alpha_s \geq 0.25$
2. Maximale Nachhallzeit
3. Schalldruckpegelabnahme pro Distanzverdoppelung  $D_{L2}$  (Abklingrate)

## WEITERE NORMEN

**DIN18041** (volumen- und nutzungsabhängige empfohlene Nachhallzeiten)

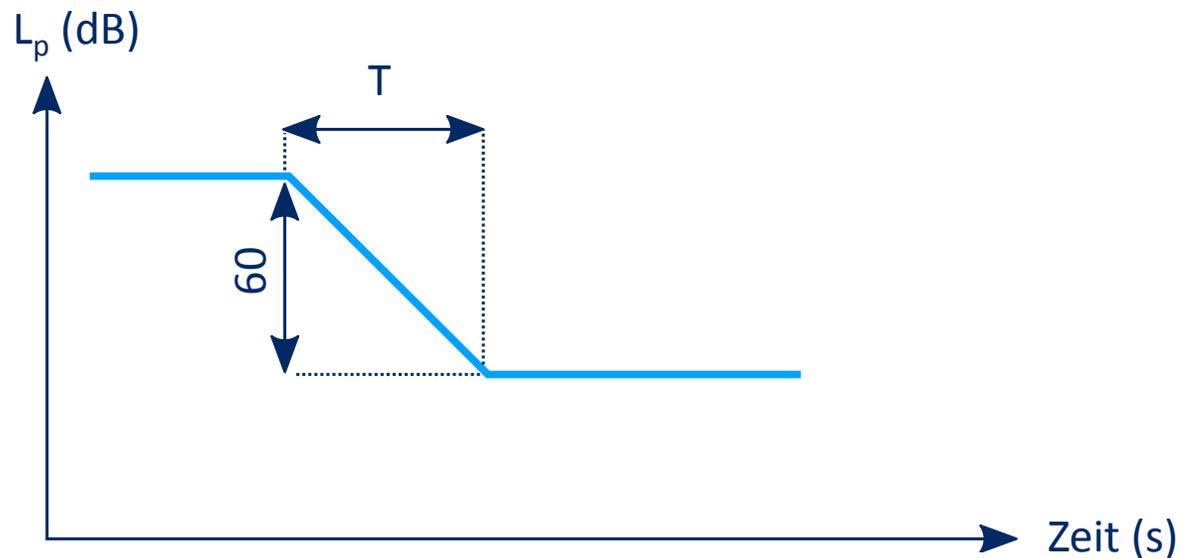
**EN-ISO 3382-3: drei Kriterien für die Bewertung der Raumakustik in Grossraumbüros**

1. Schalldruckpegelabnahme pro Distanzverdoppelung  $D_{2,s}$  ( $\approx$  Abklingrate)
2. A-bewerteter Pegel der normalen Sprache in 4m Abstand  $L_{p,A,S,4\text{ m}}$
3. Ablenkungsabstand  $r_D$

**VDI 2569: Deutsche Richtlinie zur raumakustischen Gestaltung von Grossraumbüros**

⇒ In Normen oder Richtlinien wird der Fokus oft nur auf die räumliche Gestaltung gelegt!

# NACHHALLZEIT



Raumvolumen [m <sup>3</sup> ]	Maximale Nachhallzeit [s]
<50	0.5
50-200	0.5-0.8
200-1'000	0.8-1.2
1'000-5'000	1.2-1.4

*Empfehlung gem. ArGV3*

Eine **Nachhallzeit** zwischen ca. 0.5 - 0.7 s ist in Grossraumbüros angemessen.

## EMPFEHLUNGEN FÜR GROSSRAUMBÜROS GEMÄSS EN-ISO 3382-3

	Schlechte akustische Bedingungen	Mittlere akustische Bedingungen	Gute akustische Bedingungen
Räumliche Abklingrate des A-bewerteten SPL der Sprache $D_{2,s}$	$D_{2,s} < 5 \text{ dB}$	$5 \text{ dB} \leq D_{2,s} < 7 \text{ dB}$	$D_{2,s,m} \geq 7 \text{ dB}$
A-bewerteter SPL der Sprache im Abstand von 4 m $L_{p,A,S,4m}$	$L_{p,A,S,4m} > 50 \text{ dB}$	$50 \text{ dB} \geq L_{p,A,S,4m} > 48 \text{ dB}$	$L_{p,A,S,4m} \leq 48 \text{ dB}$
Ablenkungsabstand $r_D$	$r_D > 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} \geq r_D > 5 \text{ m}$	$r_D \leq 5 \text{ m}$

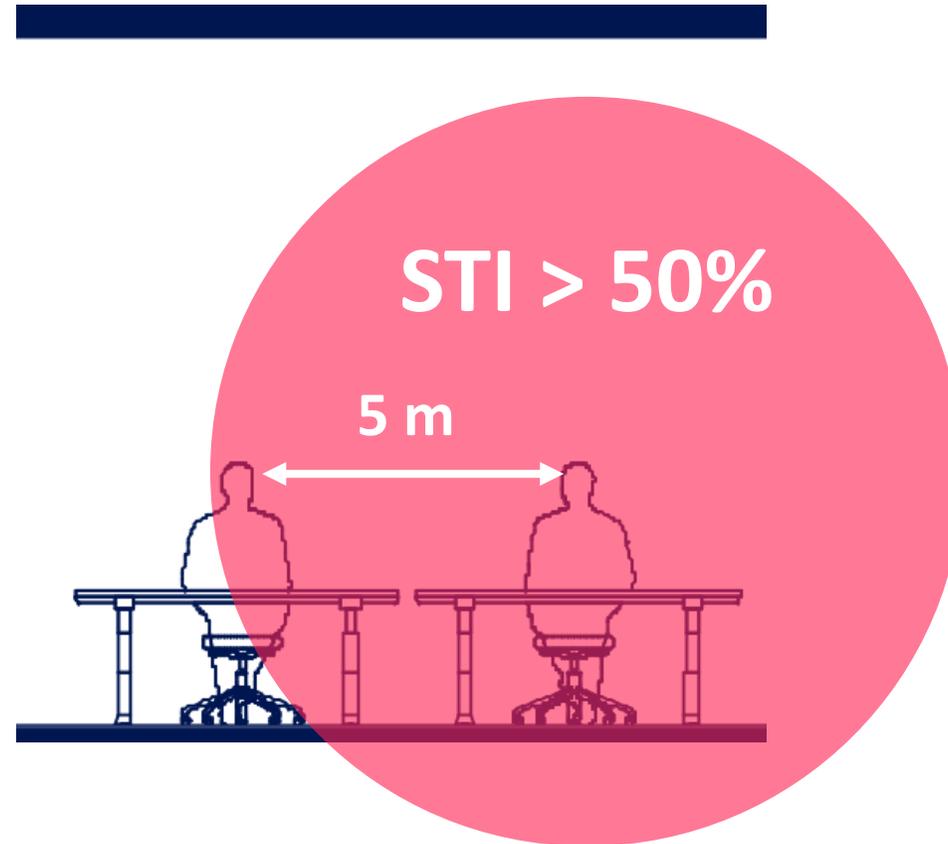
Quelle: EN-ISO 3382-3: Neue raumakustische Parameter für Grossraumbüros für Messung und Prognose, Kurt Eggenschwiler, EMPA Dübendorf

## DER ABLENKUNGSABSTAND $r_D$ ALS ANGEMESSENES BEWERTUNGSKRITERIUM

- Die raumakustische Qualität im Grossraumbüro kann durch die Reduzierung von  $r_D$  verbessert werden. Dies erfordert die gleichzeitige Nutzung von Schallschirmen, Absorption im Raum und der Möblierungsoberflächen sowie ggf. Sound Masking.
- Der Ablenkungsabstand  $r_D$  kann alleine als Bewertungskriterium für die raumakustische Qualität in Grossraumbüros angewendet werden.
- Die raumakustischen Bedingungen sollten nicht nur anhand der Bewertung von  $L_{p,A,S,4m}$  und  $D_{2,s}$  ausgewertet werden.

Quelle: «Distraction distance and perceived disturbance by noise – An analysis of 21 open-plan offices», Haapakangas et al., The Journal of the Acoustical Society of America, 2017

Normale Gespräche unter 5 m sind immer gut verständlich!  
 $r_D < 5$  m in der Praxis nicht realisierbar!



# EINFLUSS RÄUMLICHER MASSNAHMEN AUF DIE RAUMAKUSTIK

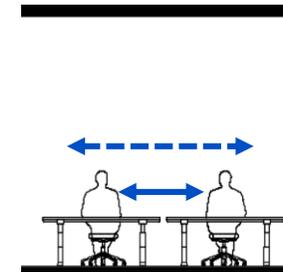
Arbeitszonen  
räumlich trennen



Gruppengrösse  
reduzieren



Abstand zwischen  
Arbeitsplätzen erhöhen



Reduzierung der  
Nachhallzeit



Reduzierung der  
Schallübertragung



Reduzierung der  
Sprachverständlichkeit

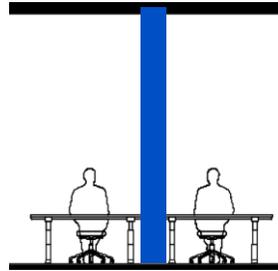


**Gesamtbewertung**

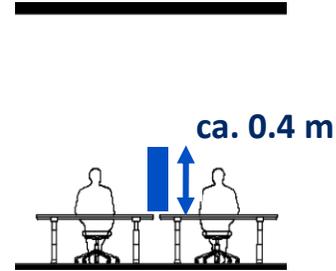


# EINFLUSS GESTALTERISCHER MASSNAHMEN AUF DIE RAUMAKUSTIK

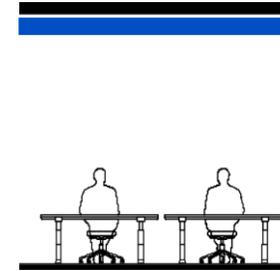
Raumhohe Trennung



Tischteiler



Schallabsorption an der Decke



Reduzierung der Nachhallzeit



(falls absorbierend)



(falls absorbierend)



Reduzierung der Schallübertragung



Reduzierung der Sprachverständlichkeit

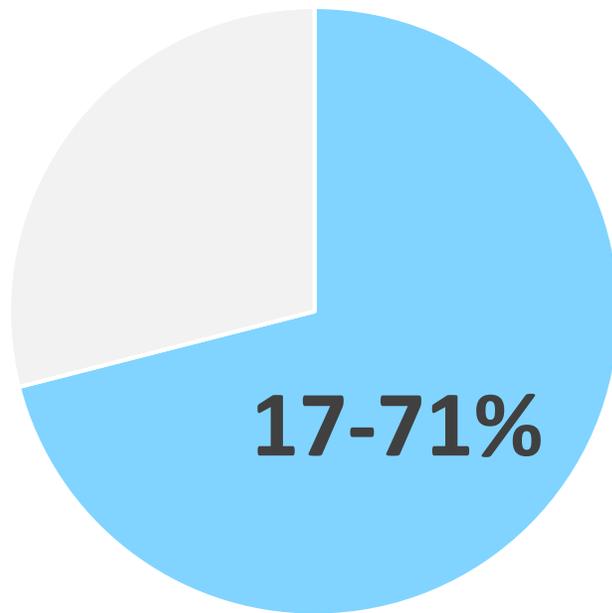


**Gesamtbewertung**

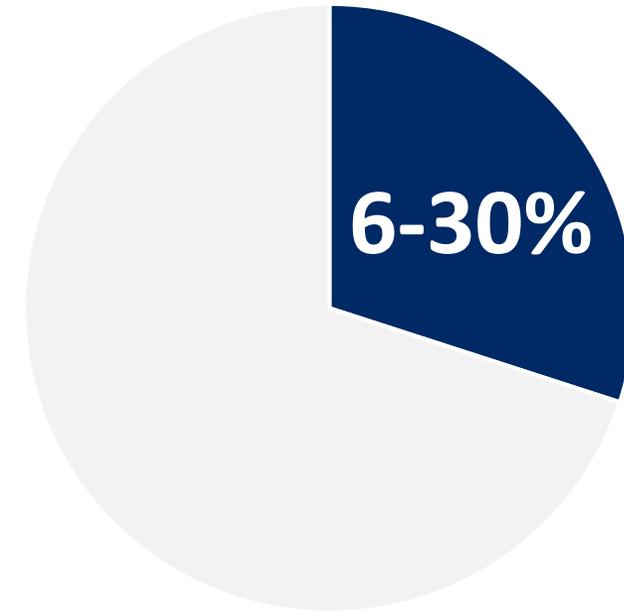


# STÖRUNG DER MITARBEITER DURCH SPRACHE IN GROSSRAUMBÜROS

## OHNE RÜCKZUGSMÖGLICHKEIT



## MIT RÜCKZUGSMÖGLICHKEIT



Quelle: «Distraction distance and perceived disturbance by noise – An analysis of 21 open-plan offices», Haapakangas et al., The Journal of the Acoustical Society of America, 2017

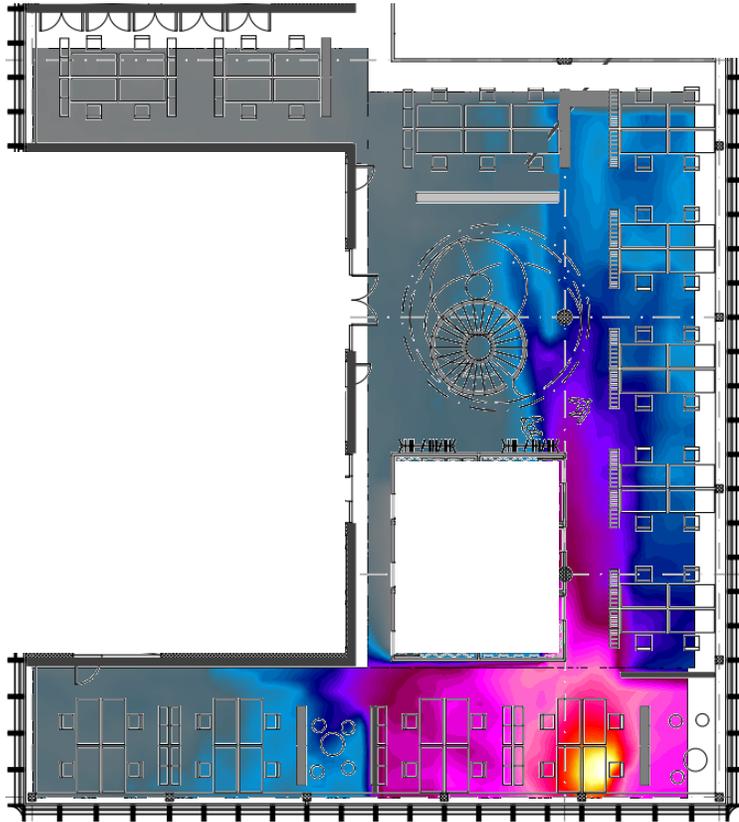


# HINTERGRUNDPEGEL

# SPRACHVERSTÄNDLICHKEIT (STI)

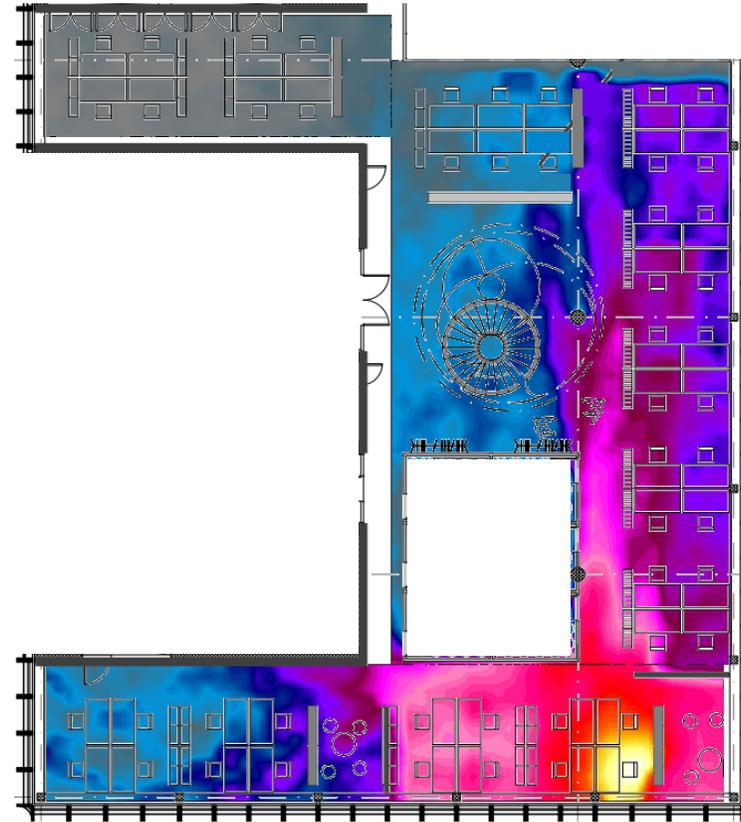
1 Sprecher

Hintergrundpegel: 35 dB(A)

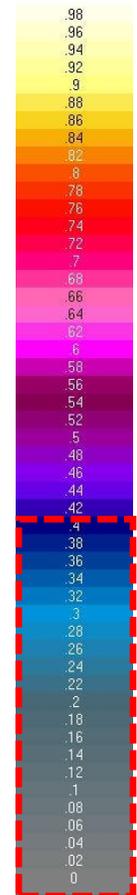


1 Sprecher

Hintergrundpegel: 30 dB(A)



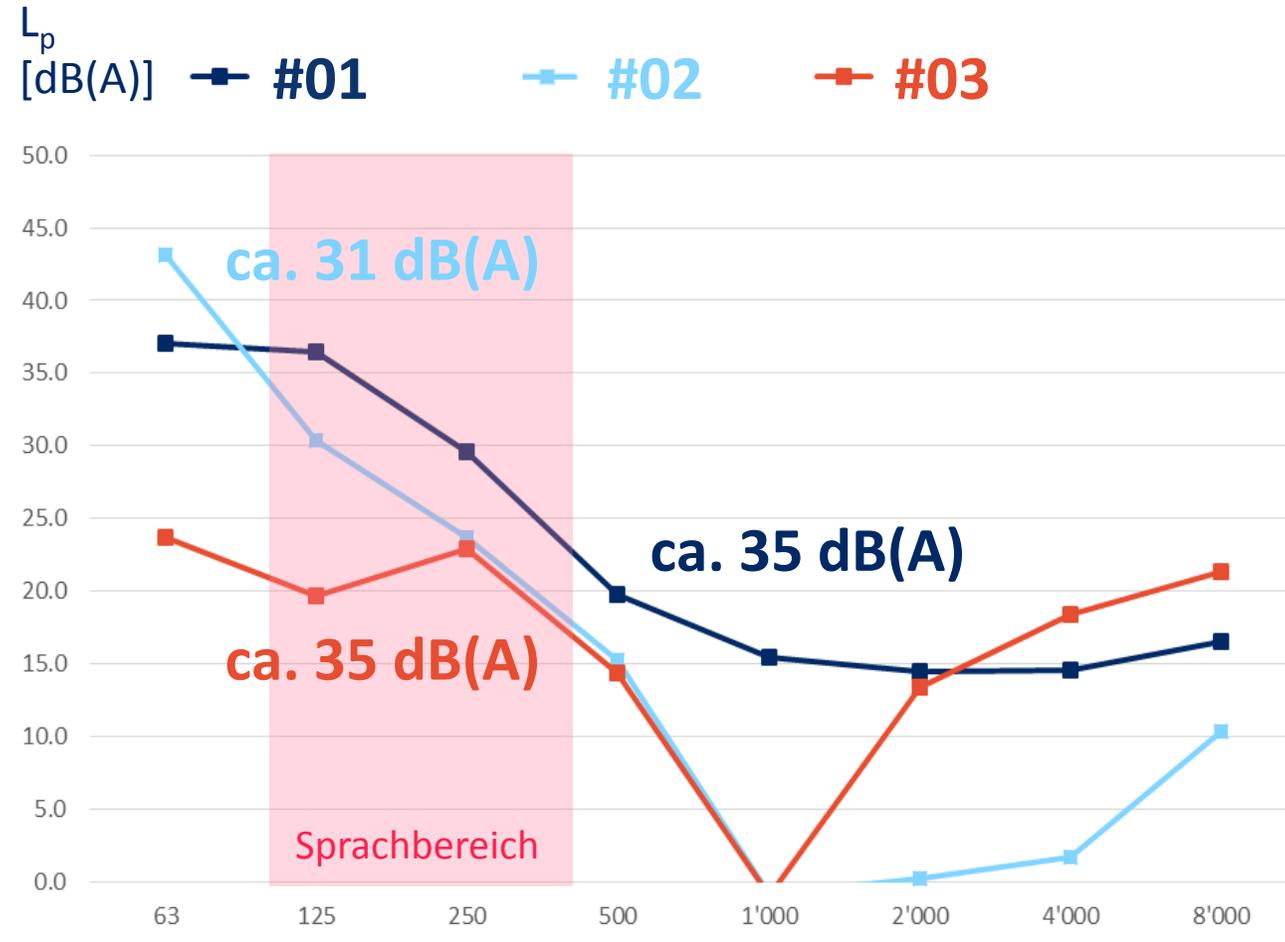
STI - Skala



Ziel

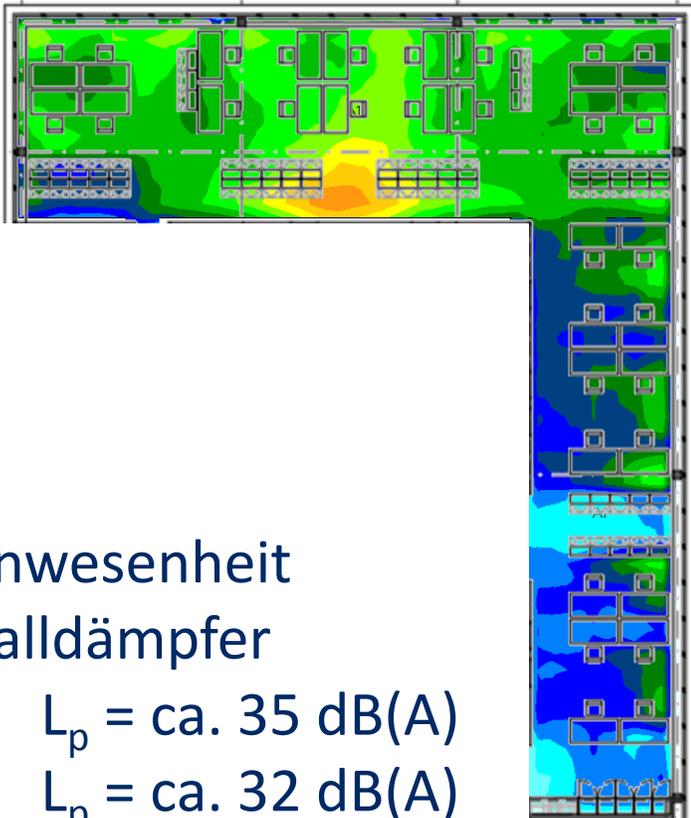
Ist eine gezielte Auslegung der Lüftungsanlage zur Erhöhung des Hintergrundgeräuschpegels sinnvoll?

# SCHALLDRUCKPEGEL IN 1M ABSTAND VON ZUL-AUSLÄSSEN – 3 LÜFTUNGSNETZE



- Der Lüftungspegel hängt vom Lüftungsnetz und deren Komponenten ab.
- Stark abweichende Frequenzgänge.

# DER LÜFTUNGSPEGEL IM RAUM IST NICHT KONSTANT!



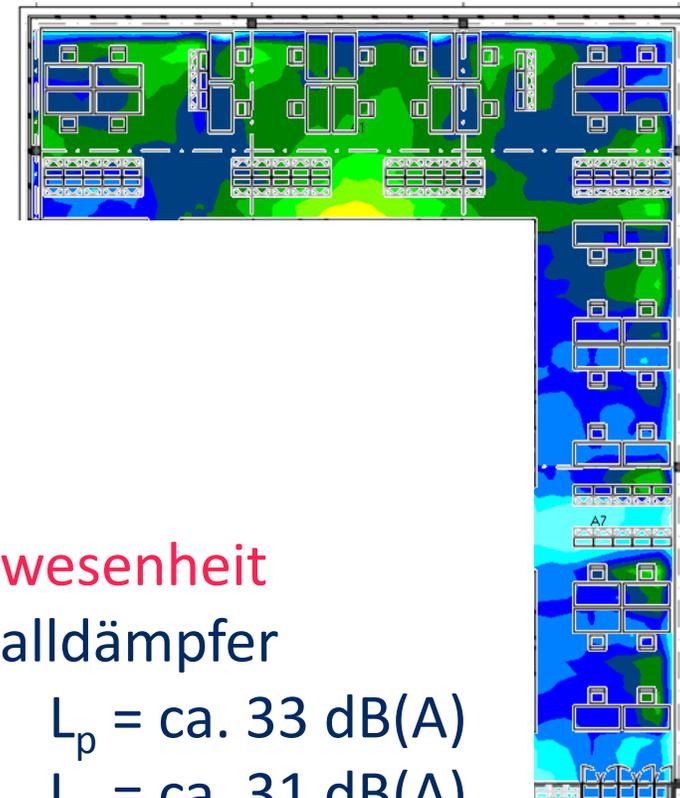
## Fall 1

100% Anwesenheit

Mit Schalldämpfer

Nord  $L_p = \text{ca. } 35 \text{ dB(A)}$

Est  $L_p = \text{ca. } 32 \text{ dB(A)}$



## Fall 2

70% Anwesenheit

Mit Schalldämpfer

Nord  $L_p = \text{ca. } 33 \text{ dB(A)}$

Est  $L_p = \text{ca. } 31 \text{ dB(A)}$

$L_p$  (dB(A))

41-42

40-41

39-40

38-39

37-38

36-37

35-36

34-35

33-34

32-33

31-32

30-31

29-30

28-29

Ziel

(akustische Simulation des Lüftungspegels auf 1.20 m Höhe)

## WICHTIGE ERKENNTNISSE

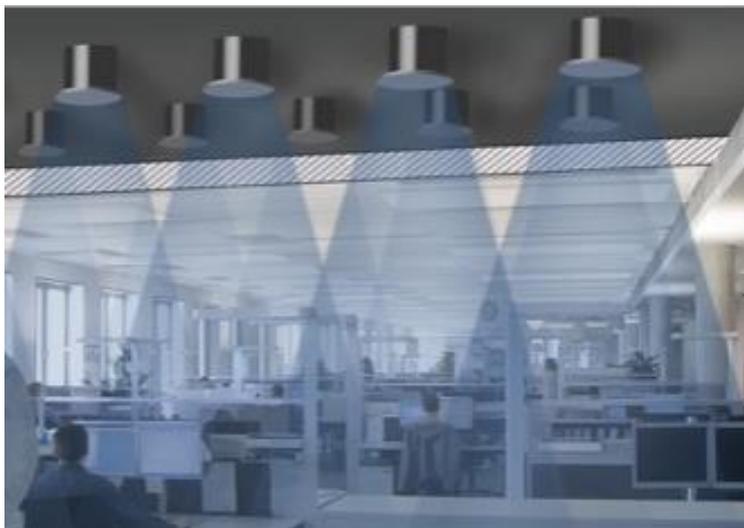
1. Der Lüftungspegel kann **nicht aktiv gesteuert** werden!
2. Die Anwendung der **Lüftung als Steuerungsparameter der Raumakustik ist ungeeignet.**
3. Mit Schalldämpfer vor dem Auslass sind in der Regel **Lüftungsgeräuschpegel  $\leq 35$  dB(A)** im Raum zu erwarten.
  - ⇒ Hohe Dynamik bei sprechenden Personen
  - ⇒ Hohe Sprachverständlichkeit zu erwarten!

## US NORM ASTM E 111 - 02

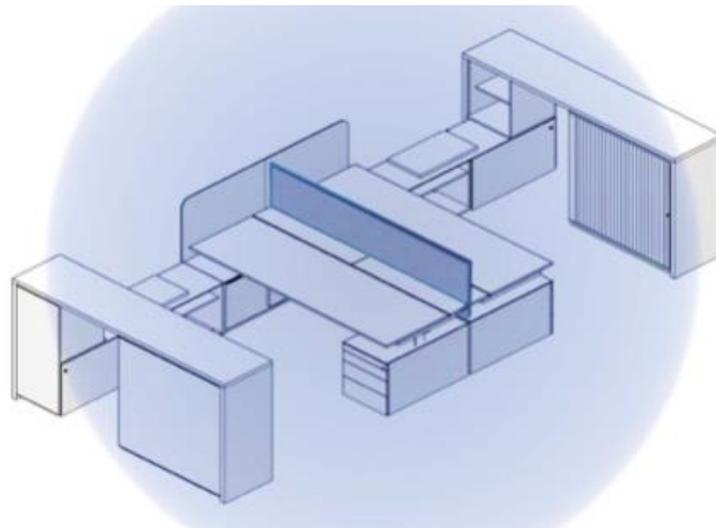
«Im Open Space kann eine **ausreichende Privatheit** durch den Einsatz von nicht raumhohen **Raumgliederungselementen** (Stellwänden) **allein nicht erreicht** werden. Vielmehr ist hier die Verwendung von Sound Masking Systemen ergänzend erforderlich.»

## SOUND MASKING SYSTEME

Lautsprecher (LS) hinter abgehängten Decke



LS im Stellwandelement  
(z.B. Tischteiler)



LS frei einsetzbar  
(z.B. Untertischgerät)



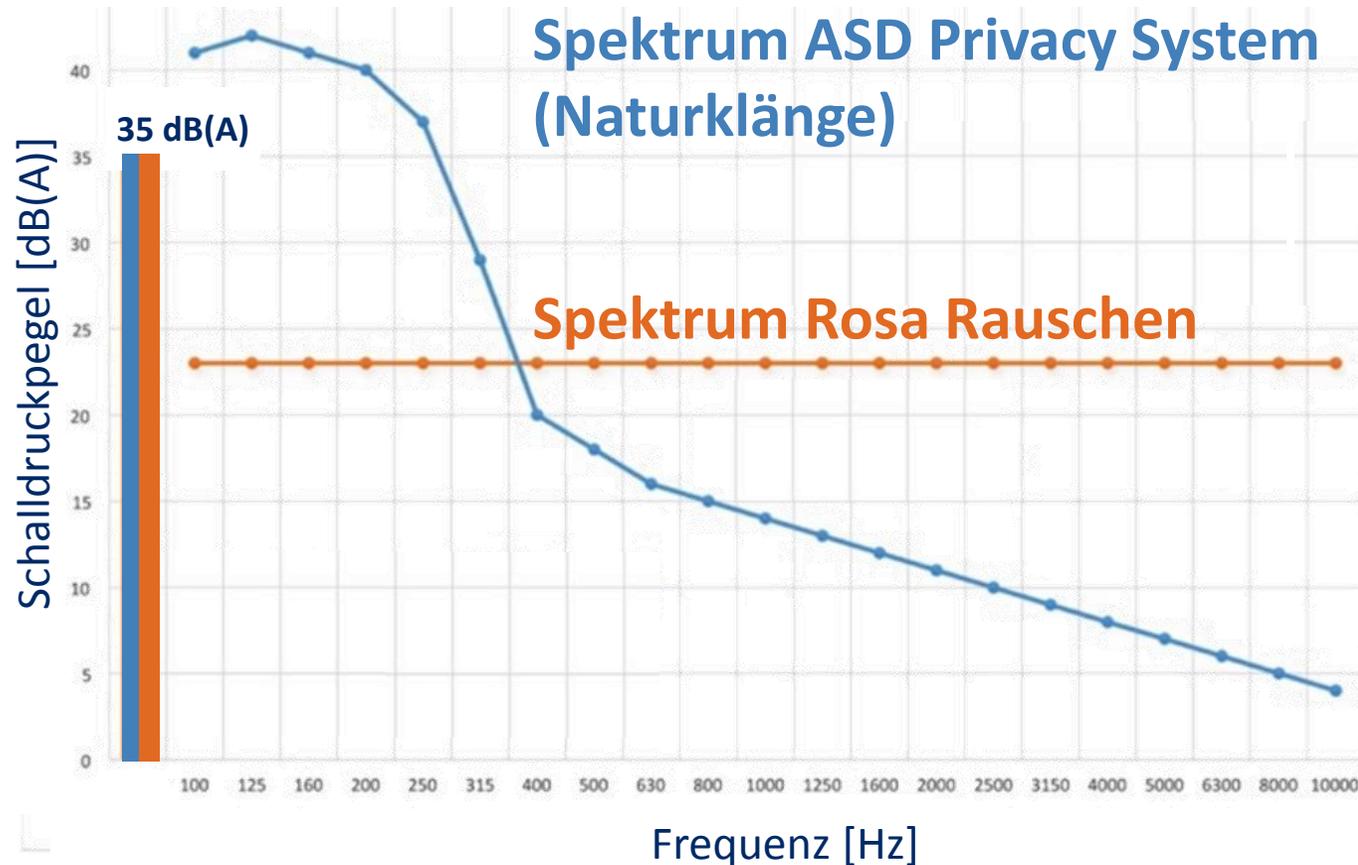
**Ziel: Reduzierung der Sprachverständlichkeit** durch Reduzierung der Dynamik zwischen Sprach- und Grundgeräuschpegel

Quelle: soundcomfort GmbH

## SOUND MASKING SYSTEME - ZU BEACHTEN

- Einsatz nur gekoppelt mit raum- & bauakustischen Massnahmen sinnvoll
- Wirksamkeit im relevanten Frequenzbereich (250-4000 Hz)
- Flächendeckend und homogen (nicht lokalisierbar)
- Informationslos (z.B. keine Staccato Musik, Nachrichten usw.)
- Naturgeräusche oder «gemischte Naturklänge» vorstellbar
- Einbindung der Mitarbeiter empfehlenswert (Nachrüstung bez. Akzeptanz oft kritisch)
- Abwägung der Wirksamkeit gegen die Akzeptanz essentiell
  - ⇒ von den Nutzern akzeptierte Geräusche mit hoher Maskierwirkung bei geringem Pegel sind zu bevorzugen

# NATURKLÄNGE VS ROSA RAUSCHEN : EINE UNTERSCHIEDLICHE WAHRNEHMUNG!



- Schalldruckpegel beider Systeme: **35 dB(A)**
- Empfundener Lautstärkepegel:  
**53 phon**  
**50 phon**
- **Naturklänge werden um ca. 3 phon leiser wahrgenommen!**



# NUTZEREINBEZIEHUNG

## SPIELREGEL IM GROSSRAUMBÜRO

-  Im Open Space generell im **leisen Ton** sprechen
-  **Telefon leise einstellen** (oder Vibrationsmodus) ; **Computerlautsprecher** deaktivieren
-  Längere Telefonate in **Telefonboxen**/Sitzungszimmer durchführen
-  **Headsets** bei unvermeidlichen Telefonate am AP anwenden
-  Bereiche für **private Gespräche** schaffen
-  **Zeichen vereinbaren**, wenn man nicht gestört werden möchte (z.B. rote Ampel)
-  Generell **Rücksicht** nehmen und aufmerksam sein

Usw.

## HEADSETS

**Mit Headsets** wird um ca. 6 dB(A) leiser telefoniert!



**54 dB(A)**

**48 dB(A)**



# KEY FACTS & BEISPIELE

## KEY FACTS



## DREES & SOMMER - STUTTGART



**Akustiksegel als Lichtelement**

**Grünwand als Raumtrenner**

**Teppich**

**Gute Personenverteilung**

**Quiet Booth & Telefonzellen**



## ROCHE BAU 2 - BASEL



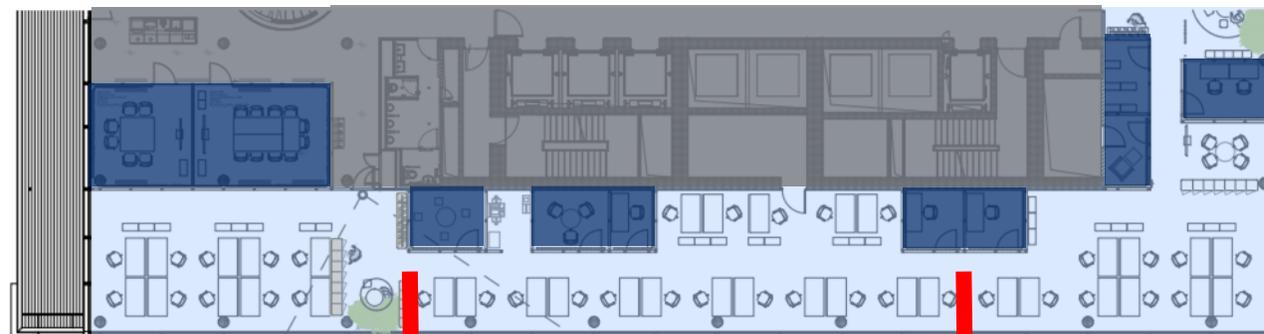
Akustisch wirksame HK-Decke

Teppich

**Raumhohe Glastrennung**

Reduzierte Gruppengrößen

Separate Quiet Booth/Sitzung



# HELSANA - ZÜRICH



**Akustiksegel**

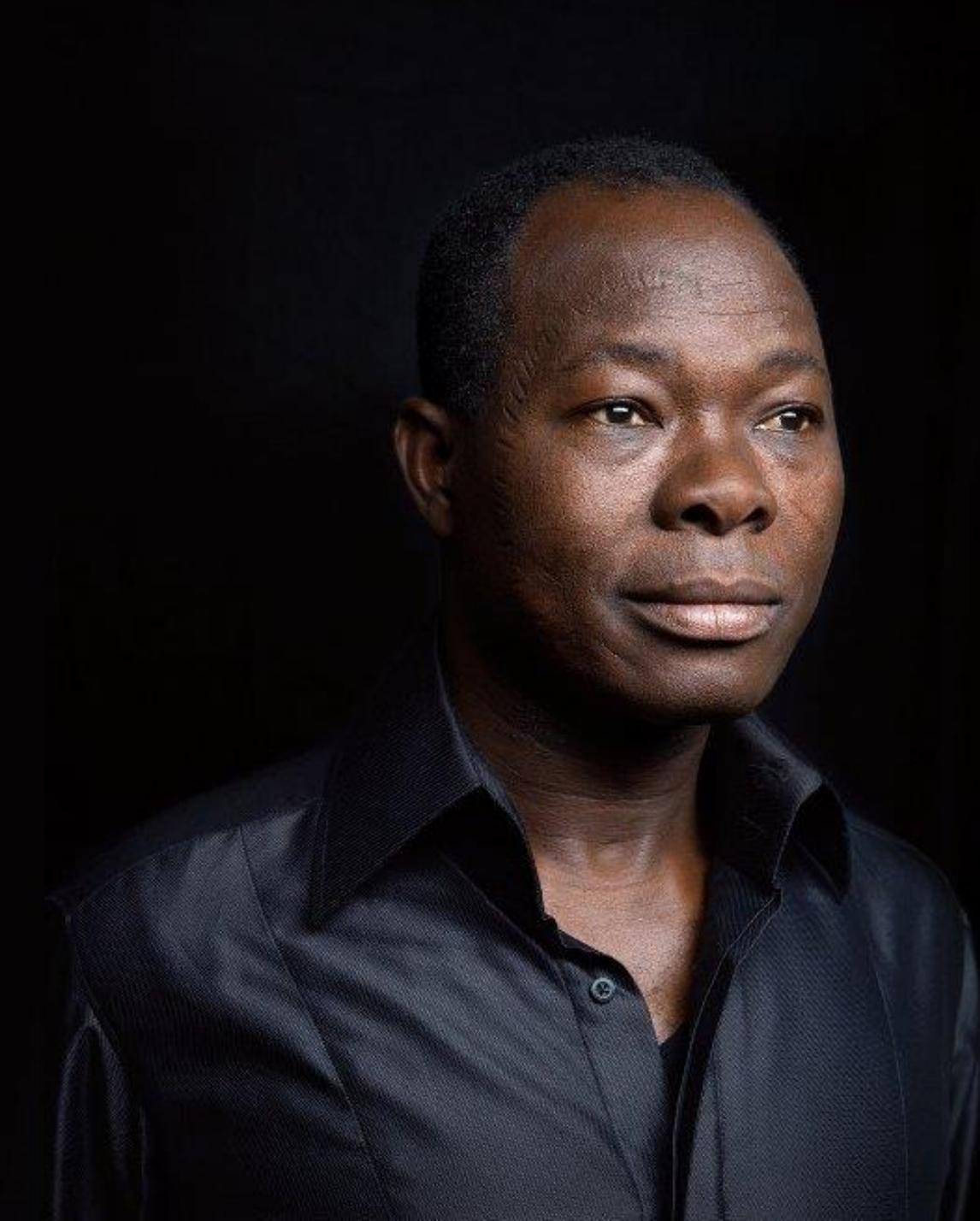
**Räumliche Trennung anhand  
Quiet Booth & Telefonzellen**

**Reduzierte Gruppengrößen**

## ASTELLAS - WALLISELLEN



**Dezentral & raumhoch  
getrennte Gesprächsbereiche**



*Francis Kéré*

*„Wir bauen für Leute“*



**Thiébaud PARENT**

+41 78 860 29 70

thiebaut.parent@dreso.com

Linkedin: Thiébaud Parent