

A. Röhl, E. Veres, S.-R. Mehra, R. Balci\*

## Raumakustische Qualität unterschiedlicher Arbeitsplätze in einem Großraumbüro

### 1. Einleitung

Die Raumakustik von Großraumbüros ist ein bekanntes Problem. Die offenen und transparenten Strukturen fördern zwar die Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen den Mitarbeitern, führen jedoch zwangsläufig zu gewissen Einbußen bei der Konzentration. Eine nutzungsgerechte Großraumbüro-Akustik basiert dabei auf die drei Hauptkriterien: geringe Nachhallzeit, minimale Sprachverständlichkeit und niedriger Grundgeräuschpegel.

Die Diskrepanz zwischen den sich teilweise widersprechenden Anforderungen stellt eine große Herausforderung in der raumakustischen Planung dar. Darüber hinaus zeichnen sich Großraumbüros durch eine individuelle und oftmals komplexe Raumgestaltung aus, was zu unterschiedlichen raumakustischen Bedingungen an den einzelnen Arbeitsplätzen führt. Ein Umstand, der die Planung und Vorausberechnung raumakustischer Parameter deutlich erschwert. Die klassische Berechnung der Nachhallzeit stößt dabei an ihre Grenzen, da sie die Akustik des Raumes nur pauschal beschreibt. Im Fall von Großraumbüros erscheint eine Simulationssoftware als sinnvoll, da sie nicht nur die Berechnung pauschaler sondern auch platzbezogener akustischer Parameter ermöglicht. Zudem sehen aktuelle Forschungsberichte die Unterschiede als so gravierend an, dass eine Klassifizierung von Büroarbeitsplätzen vorgeschlagen wird.

### 2. Ziel der Arbeit

Im Rahmen einer messtechnischen Untersuchung [1] sollte gezeigt werden, ob sich derart große Unterschiede zwischen einzelnen Arbeitsplätzen in einem Großraumbüro feststellen lassen, sodass anhand ausgewählter raumakustischer Parameter eine Einteilung in Güteklassen möglich ist. Als Untersuchungsobjekt dient dabei ein Großraumbüro, welches sich durch seine komplizierte Raumgeometrie und individuelle Arbeitsplatzgestaltung auszeichnet (Bild 1).



Bild 1: Fotografische Aufnahme des untersuchten Großraumbüros.

Zudem soll die Nachhallzeit abgeschätzt werden, um zu zeigen, inwieweit die Messergebnisse mit Hilfe der Sabine'schen Nachhall-Formel angenähert werden können.

### 3. Untersuchungsrahmen

Die Messungen erfolgten mittels der Maximum-Length-Sequence-(MLS)-Messtechnik. Gemessen wurde an acht Mikrofonpositionen mit jeweils zwei verschiedenen Lautsprecherpositionen. Aus den so gewonnenen Raumimpulsantworten wurden folgende raumakustische Kenngrößen berechnet:

- Schalldruckpegel ( $L_p$ ) [dB]
- Nachhallzeit ( $T_{20}$ ) [s]
- Anfangsnachhallzeit (EDT) [s]
- Deutlichkeitsgrad ( $D_{50}$ ) [dB]
- Deutlichkeitsmaß ( $C_{50}$ ) [dB]
- Speech Transmission Index (STI) [-]

Es soll dabei untersucht werden, ob es einen Zusammenhang zwischen der Nachhallzeit und der Sprachverständlichkeit gibt.

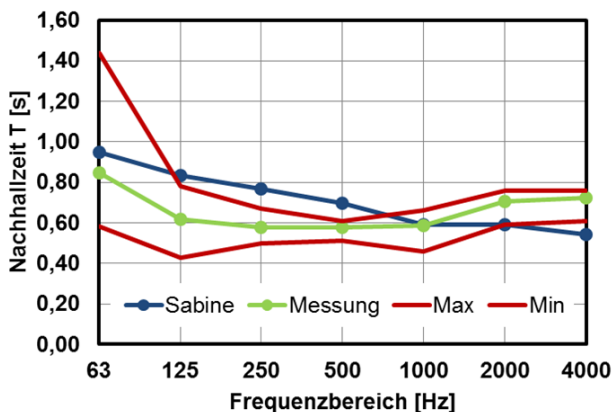
### 4. Ergebnisse

Die berechnete Nachhallzeit ergab einen über den Frequenzgang gemittelten Wert von  $T = 0,71$  s, mit deutlich tieffrequenten Anteilen, was durch die entsprechenden angenommenen Absorptionseigenschaften der Raumbegrenzungsflächen und des Inventars begründet ist.

\* Werner & Balci, Beratende Ingenieure, Esslingen am Neckar

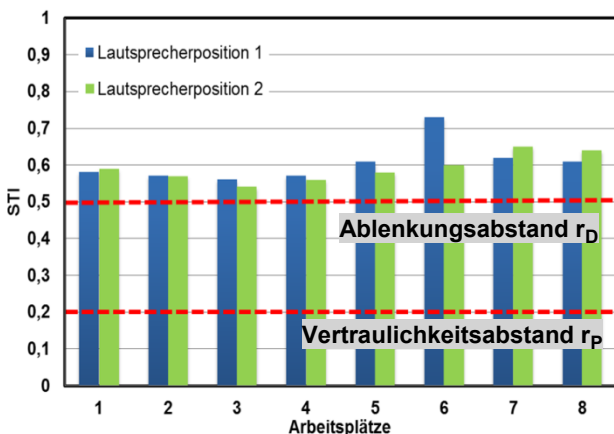
Bild 2 zeigt die nach Sabine berechneten (blau) und die gemessenen mittleren Nachhallzeiten (grün) in Abhängigkeit von der Frequenz. Die beiden roten Kurven markieren den Schwankungsbereich zwischen den in den einzelnen Messpunkten (Arbeitsplätzen) ermittelten Extremwerten. Diese weisen auf eine deutliche örtliche Schwankung der Nachhallzeiten insbesondere bei 63 Hz und 125 Hz hin.

Die berechneten Nachhallzeiten liegen zwischen 125 Hz und 500 Hz sowie bei 4 kHz außerhalb des gemessenen Schwankungsbereichs.



**Bild 2:** Grafische Darstellung der nach Sabine berechneten und der gemessenen (über alle Messpositionen gemittelten) Nachhallzeiten in Abhängigkeit von der Frequenz mit Angabe der höchsten (Max) und niedrigsten (Min) Messwerten [1].

Die weiteren aus der Raumimpulsantwort ermittelten Kenngrößen zeigen noch deutlichere Schwankungen an den einzelnen Arbeitsplätzen. Bild 3 zeigt exemplarisch hierfür einen Vergleich der an acht untersuchten Arbeitsplätzen gemessenen STI-Werte. Zwischen der Nachhallzeit und der Sprachverständlichkeit konnte anhand der Messungen kein Zusammenhang festgestellt werden.



**Bild 3:** Grafische Darstellung der an acht Arbeitsplätzen ermittelten STI-Werte [1].

In Anlehnung an [2] wurden die Arbeitsplätze anhand der STI-Werte in zwei Gruppen eingeteilt. Gruppe 1 (Arbeitsplätze 1 bis 5) verzeichnet dabei insgesamt niedrigere Werte ( $STI \leq 0,6$ ) und ist aus der Sicht der Sprachverständlichkeit an Büroarbeitsplätzen besser einzustufen als Gruppe 2 (Arbeitsplätze 6 bis 8 mit  $STI > 0,6$ ). Die

STI-Werte aller untersuchten Arbeitsplätze liegen dennoch oberhalb des Ablenkungsabstandes  $r_D$ , der für einen  $STI \leq 0,5$  definiert ist. Dadurch ist auch der Vertraulichkeitsabstand  $r_P$ , der auf einen  $STI \leq 0,2$  festgelegt ist, bei allen Arbeitsplätzen deutlich überschritten.

Bei dem Versuch, die untersuchten Arbeitsplätze in Güteklassen einzuteilen, zeigte sich erneut den Widerspruch zwischen Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit. Ginge es beispielsweise nach dem Kriterium EDT, so hätten die Arbeitsplätze von Gruppe 2 (Arbeitsplätze 6 bis 8) die besseren raumakustischen Bedingungen als Gruppe 1. Nach dem Kriterium der Sprachverständlichkeit (Bild 3) ergibt sich jedoch die Beurteilung umgekehrt.

## 5. Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass die vorhandene Nachhallzeit durchaus zufriedenstellend ist. Für ein Großraumbüro, in dem konzentriertes Arbeiten möglich sein sollte, ist die Sprachverständlichkeit jedoch deutlich zu hoch. Eine nutzungsgerechte Großraumbüro-Akustik setzt jedoch voraus, dass die genannten Hauptkriterien (geringe Nachhallzeit, minimale Sprachverständlichkeit und niedriger Geräuschpegel) gleichzeitig erfüllt werden. Eine reine Nachhallzeit-Betrachtung ist daher nicht zielführend und demzufolge ist eine einfache Annäherung mit Hilfe der Formel nach Sabine nicht hinreichend präzise. Neue Erkenntnisse messen vor allem der Sprachverständlichkeit eine große Bedeutung bei. In diesem Zusammenhang gilt der STI als neue Führungsgröße im Hinblick auf die Raumakustik von Großraumbüros [3]. Anhand dieser und weiterer platzbezogener Kenngrößen konnten beim untersuchten Büro messtechnisch wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen festgestellt werden. Diese Erkenntnis macht deutlich, dass für die raumakustische Planung von Großraumbüros eine aufwändige Simulationssoftware erforderlich ist, die es erlaubt, nicht nur pauschale sondern platzbezogene Parameter zu berechnen sowie eine Klassifizierung, wie sie in aktuellen Forschungsberichten angedacht ist, durchaus sinnvoll wäre [2]. Beim untersuchten Beispiel ist das Kriterium „minimale Sprachverständlichkeit“ nicht erfüllt.

## Literatur

- [1] Röhl, A.: Raumakustische Qualität unterschiedlicher Arbeitsplätze in einem Großraumbüro. Bachelorarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik der Universität Stuttgart (2013).
- [2] Hongisto, V., Virjonen, P. und Keränen, J.: Determination of acoustic in open plan offices and suggestions for acoustic classification. 19<sup>th</sup> International Congress on Acoustics (ICA), Madrid, Spain (2007).
- [3] Liebl, D., Drotleff, H., Sedlbauer, K., Schleuniger, F. und Uygun, A.: Raumakustische Zielgrößen und Maßnahmen zur Optimierung der kognitiven Leistungsfähigkeit sowie des akustischen Komforts in Mehrpersonenbüros. Bauphysik 33 (2011), H. 2, S. 87-93.



Universität Stuttgart  
Lehrstuhl für Bauphysik

## Lehrstuhl für Bauphysik

Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, Tel.: 0711/685-66578, Fax: 0711/685-66583

E-Mail: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de