

# Sprachverständlichkeitsminderung durch Schallschirme in Mehrpersonenbüros

Sascha Diver<sup>1</sup>, Christian Nocke<sup>2</sup>, Gerrit Höfker<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hochschule Bochum, Deutschland, Email: sascha.diver@hs-bochum.de, gerrit.hoefker@hs-bochum.de

<sup>2</sup> Akustikbüro Oldenburg, Deutschland, Email: nocke@akustikbuero-oldenburg.de

## Einleitung

Mehrpersonenbüros werden häufig so ausgelegt, dass der in ihnen herrschende Schallpegel möglichst gering ist, um eine hohe geistige Leistungsfähigkeit und Konzentrationsfähigkeit der arbeitenden Personen zu gewährleisten. Dieses Ziel wird über schallabsorbierende Maßnahmen und die daraus resultierende geringe Nachhallzeit erreicht. In offenen Bürolandschaften werden zudem unmittelbar gegenüber liegende Arbeitsbereiche durch Schallschirme von einander getrennt. Deren Wirkung wird vielfach durch die Schallpegelminderung abgeschätzt.

Ein niedriger Grundgeräuschpegel führt auch zu einer besseren Sprachverständlichkeit und so können die Raumnutzer durch Telefonate und Unterhaltungen anderer Mitarbeiter oder anderer Signale in ihrer Konzentrationsfähigkeit negativ beeinflusst werden. Zur Beurteilung der Wirksamkeit von Schallschirmen in Mehrpersonenbüros erscheint daher die Messung der Sprachverständlichkeitsminderung sinnvoller als die Messung der Schallpegelminderung. Dieser Ansatz wird bereits, beispielsweise von Schröder und Schanda [1] durch die Auralisierung von Räumen und durch Logatomtests, verfolgt. Bei den Logatomtests ist diese Vorgehensweise zur Beurteilung der Wirkung von Schallschirmen jedoch aufwendig und kann, wie Gottlob [2] beschreibt, durch subjektive Faktoren beeinflusst werden.

Vor diesem Hintergrund wurde daher die Auswirkung von Schallschirmen auf die Sprachverständlichkeit mit einem objektiven Messverfahren untersucht. Hierzu wurde der Sprachübertragungsindex STI, wie ihn Steeneken [3] beschrieben hat, herangezogen und in unterschiedlichen Räumen mithilfe des STIPA-Messverfahrens nach DIN EN 60268:2004 [4] gemessen. In einer Parameterstudie wurde die Auswirkung verschiedener Schallschirmabmessungen sowie Sender- und Empfängerabstände systematisch analysiert. Aus den Untersuchungsergebnissen wurde schließlich ein funktionaler Zusammenhang zur Wirkung von Schallschirmen auf die Sprachverständlichkeit ermittelt.

## Versuchsaufbau

In vier näherungsweise kubischen Räumen unterschiedlicher Volumina und akustischer Eigenschaften wurde ein in Höhe und Breite variabler Schallschirm eingesetzt und der STI bei unterschiedlichen Abständen von Sender und Empfänger zum Schallschirm bestimmt. Die Kenngrößen der untersuchten Räume sind in Tabelle 1 angegeben. Hierzu wurden ein spezielles Anregesignal verwendet, welches über einen Lautsprecher mit einer dem

menschlichen Kopf ähnlichen Richtcharakteristik abgestrahlt wurde. Sender und Empfänger wurden gemäß [5] in einer für sitzende Personen üblichen Ohrhöhe von 1,20 m angeordnet. Die STI-Werte der unterschiedlichen Versuchsaufbauten wurden mit den Werten ohne Schallschirm verglichen, welche zuvor in äquidistanten Schritten von 0,50 bis 3,00 m zwischen Sender und Empfänger ermittelt wurden. Die Differenz der ermittelten STI-Werte stellte die Wirkung des Schallschirms auf die Sprachverständlichkeit dar.

Aus der Kombination von fünf Schallschirmbreiten (0,80 / 1,00 / 1,20 / 1,60 / 2,00 m), elf Schallschirmhöhen (0,80 bis 1,80 m in 10-cm-Schritten) und drei Abständen von Sender und Empfänger zum Schirm (0,70 / 0,85 / 1,00 m) ergaben sich 165 Messwerte pro Raum. Diese wurden zur Erreichung einer ausreichenden statistischen Sicherheit als arithmetisches Mittel aus Messreihen zu je 10 Einzelmessungen bestimmt. Die Standardabweichung der Mittelwerte lag hierdurch bei weniger als 0,02 im Rahmen der möglichen Messgenauigkeit [4].

## Ergebnisse

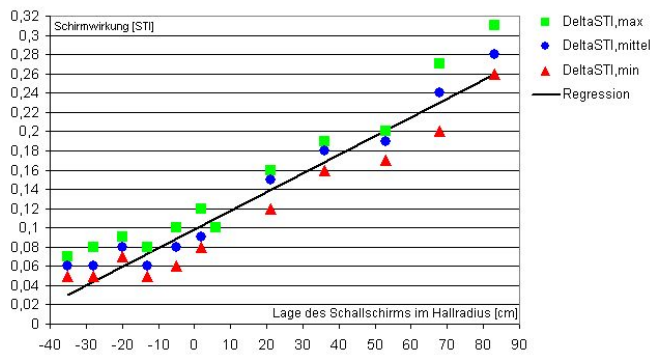
Eine erste deutliche Minderung des STI war bei Schallschirmhöhen von 1,20 m erkennbar und somit bei Lage der Schirmoberkante auf Höhe von Sender und Empfänger. Die größte Minderung lag zwischen 1,40 und 1,60 m vor. Eine Erhöhung des Schirms über dieses Maß hinaus führte nicht zu weiteren signifikanten Veränderungen.

Die Abnahme des STI war umso größer, je dichter der Schallschirm oder der Empfänger im Direktfeld lag. Bei einer Anordnung im Diffusfeld war dieser erwartungsgemäß geringer und lag gemäß DIN 18041:2004 [6] gerade noch im wahrnehmbaren Bereich von 0,03. Dies gilt analog für die gemessenen Schallschirmbreiten.

**Tabelle 1:** Kenngrößen der untersuchten Räume

| Raum | Kenngrößen          |        |                     |
|------|---------------------|--------|---------------------|
|      | V in m <sup>3</sup> | T in s | r <sub>H</sub> in m |
| 1    | 98                  | 0,76   | 0,65                |
| 2    | 358                 | 0,84   | 1,06                |
| 3    | 126                 | 0,51   | 0,72                |
| 4    | 1346                | 1,44   | 1,53                |

Zur Auswertung wurde die Position des Schallschirms auf den Hallradius bezogen, gemessen vom Sender. Dabei wird die Lage des Schirms innerhalb des Hallradius mit positiven und außerhalb des Hallradius mit negativen Werten angegeben. Die zugehörigen STI-Minderungen



**Abbildung 1:** STI-Minderung in Abhängigkeit von der Lage des Schallschirms im Hallradius (innerhalb Hallradius (+), außerhalb Hallradius (-))

sind in Abbildung 1 dargestellt. Es ist erkennbar, dass eine geringe Distanz zum Sender eine stärkere Schirmwirkung zur Folge hat. Über die Mittelwerte wurde eine Regression vorgenommen, aus der ein Ansatz zur Vorabschätzung der Schirmwirkung getroffen werden kann, wenn die raumakustischen Eigenschaften bekannt sind. Dieser Ansatz mit einem Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,95$  ist nachfolgend dargestellt.

$$STI_{\text{Schirm}} = STI_{\text{dist},2a} - \Delta STI_{\text{Schirm}} \quad (1)$$

mit

$$\Delta STI_{\text{Schirm}} = 0,0019 \cdot (r_H - a) + 0,10 \quad (2)$$

Dabei ist  $STI_{\text{Schirm}}$  der STI-Wert hinter dem Schirm im Abstand  $a$  in cm von der Schallquelle zum Schirm und gleichem Abstand des Empfängers zum Schirm,  $STI_{\text{dist},2a}$  der STI in einem Abstand von 2 zur Schallquelle bei ungehinderter Schallausbreitung ohne Schallschirm,  $r_H$  der Hallradius in cm nach der statistischen Nachhallzeittheorie und  $a$  der Abstand des Schallschirms zur Schallquelle in cm.

## Fazit

Unter den gegebenen Randbedingungen können Schirmhöhen von  $1,50 \text{ m} \pm 0,10 \text{ m}$  als ausreichend angesehen werden. Eine Erhöhung brachte keine signifikanten Verbesserungen mit sich. Die Lage des Schallschirms innerhalb des Direktfeldes sowie ein geringer Abstand von Sender und Empfänger zum Schirm führten zu einer starken Reduzierung des STI-Wertes, insbesondere, wenn der Empfänger ebenfalls im Direktfeld lag. Mit zunehmender Lage des Schirms im Diffusfeld beziehungsweise Abnahme des Direktschalls reduzierte sich dessen Schirmwirkung.

Der dargestellte Ansatz zeigt, bedingt durch die lineare Regression und die verhältnismäßig geringe Anzahl an Vergleichsmessungen, gewisse Unschärfen. Er kann jedoch zur groben Vorschätzung der Wirksamkeit eines

angedachten Einsatzes von Schallschirmen zur Minderung der Sprachverständlichkeit mit einfachen Hilfsmitteln und geringem wirtschaftlichen Aufwand dienen.

## Literatur

- [1] Schröder, E.; Schanda, U.: Vergleichende Untersuchungen raumakustischer Konzepte von Mehrpersonenbüros hinsichtlich Sprachverständlichkeit, Arbeitsgedächtnisleistung und Arbeitsbehaglichkeit durch Hörversuche. *Bauphysik* 29 (2007), Heft 5, S. 328-340
- [2] Gottlob, D.; Vogelsang, B.: Beurteilung von Schallimmissionen - Vorschriften - Normen - Richtlinien. In: Müller, G.; Möser, M (Hrsg.): *Taschenbuch der Technischen Akustik*. 3. erweiterte und überarbeitete Auflage. Springer, Berlin, 2004, S. 114-118
- [3] Steeneken, H. J. M.: On measuring and predicting speech intelligibility. Universität Amsterdam, Dissertation, 1992
- [4] DIN EN 60268-16:2004-01: Elektroakustische Geräte - Objektive Bewertung der Sprachverständlichkeit durch den Sprachübertragungsindex
- [5] DIN EN ISO 3382-1:2007-10: Messung von raumakustischen Parametern - Aufführungsräume
- [6] DIN 18041:2004-05: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen