

V. Künkel, H. Drotleff, S.- R. Mehra

Akustisch psychologischer Vergleich von realen und virtuellen Mehrpersonenbüros

1. Einleitung

Die Beurteilung der Raumakustik von Mehrpersonenbüros hat sich in den letzten Jahren verändert. Das Hauptaugenmerk liegt heute nicht mehr nur auf der Reduzierung des Schallpegels und der Nachhallzeit, sondern auf einer nutzungsorientierten Raumakustik. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass die Sprachverständlichkeit, ausgedrückt durch den Sprachübertragungsindex (STI), in Büroräumen auf ein Mindestmaß reduziert werden muss.

2. Ziel der Arbeit und Untersuchungsrahmen

Zur Beurteilung der raumakustischen Qualität von Mehrpersonenbüros werden verschiedene Büroszenarien in einem virtuellen Büro, dem „High-Performance Indoor Environment“ Labor HiPIE-Labor des Fraunhofer IBP, im Rahmen der Arbeit [1], akustisch umgesetzt. In diesem können ohne erheblichen Zeit- und Kostenaufwand psychoakustische Tests durchgeführt werden.

Um die Untersuchungen im HiPIE-Labor durchführen zu können, ist als erstes ein quantitativer Vergleich zwischen realen Bürotypen und virtuellen Räumen raumakustisch und psychoakustisch durchzuführen, deren Qualität zu beurteilen und die Bedingungen, unter denen der Vergleich möglich ist, zu identifizieren. Dies erfolgt zunächst durch raumakustische Messungen in einem realen Großraumbüro. Hierbei werden zwischen den Arbeitsplätzen im Raum Impulsantworten aufgezeichnet. Es werden die Übertragungswege so gewählt, dass Einflüsse wie Schallschirme, Ecken oder Entfernungen enthalten sind. Daraufhin wird das untersuchte Büro im HiPIE-Labor nachgebildet, worauf eine erneute Messung von Impulsantworten vorzunehmen ist. Es erfolgt ein Vergleich der Frequenzspektren, die in Bild 1 zwischen realem und virtuellem Büro dargestellt sind. Wie zu erkennen, weicht das Frequenzspektrum des virtuellen Büros (blau), insbesondere im tiefen Frequenzbereich, deutlich vom Spektrum des realen Büros (rot) ab.

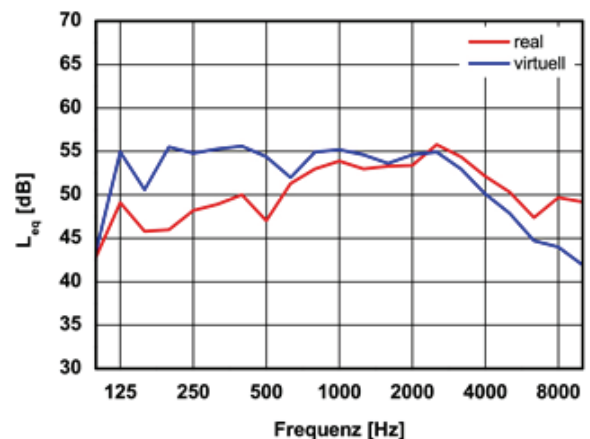


Bild 1: Vergleich der Frequenzspektren vom gemessenen L_{eq} des Großraumbüros und des virtuellen Nachbaus des Büros im HiPIE-Labor an einer Quellposition.

Um den Grund für diese Differenzen zu analysieren, ist eine genauere Untersuchung des Systems erforderlich. Zunächst wird betrachtet, wie groß der Einfluss des Systems „Laborraum“ ist. Dabei zeigt sich, dass der Schall im tieffrequenten Bereich durch die in Leichtbauweise konstruierten Umschließungsflächen des Labs hindurchgeht. So ergibt sich eine Veränderung des Signalspektrums im virtuellen Großraumbüro aufgrund der Raumeigenschaften. Da sich nach einer Korrektur der Messergebnisse um diesen Einfluss dennoch kein identischer Frequenzgang zwischen realem und virtuellem Büro einstellt, wird im nächsten Schritt das Spektrum der elektroakustischen Anlage analysiert. Die Untersuchungen zeigen, dass sich die Ergebnisse des Frequenzspektrums aus dem „Laborraum“ sowie die der elektroakustischen Anlage des Frequenzspektrums, nachteilig verändern. Nach Korrektur der ermittelten Einflüsse aus den gemessenen Daten des virtuellen Büros ergeben sich die in Bild 2 dargestellten Frequenzverläufe.

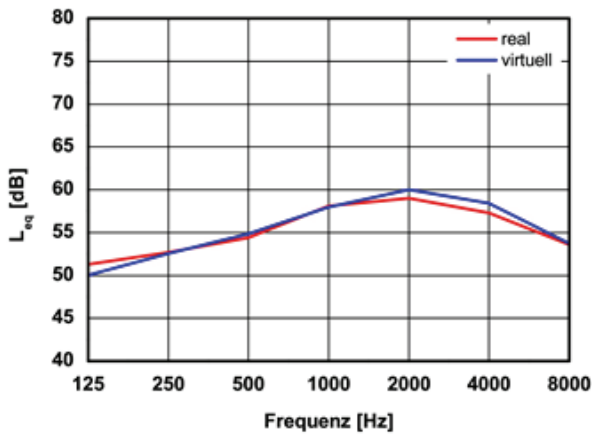


Bild 2: Vergleich der Frequenzspektren vom gemessenen L_{eq} des Großraumbüros und des virtuellen Nachbaus des Büros einschließlich der Korrektur um die Raumeigenschaften und der elektroakustischen Anlage.

3. Gegenüberstellung der Büros

In einem zweiten Schritt erfolgte die Gegenüberstellung der realen und virtuellen Büros anhand eines psychoakustischen Vergleiches mittels Leistungstests und subjektiver Bewertung der Signale mit Probanden. Eine ausgewählte Anzahl der gemessenen Impulsantworten wurden mit „trockenen“ Sprachsignalen, welche die Realität darstellen, gefaltet. Für dieselben Übertragungswege waren die gefalteten Sprachsignale im virtuellen Büro aufgenommen worden. Mit den sich daraus ergebenden Schallen erfolgten anschließende Probandentests. Dabei mussten die Probanden Kurzzeitgedächtnisaufgaben unter gleichzeitiger Beschallung unterschiedlich verständlicher Sprachsignale, aus dem realen und dem virtuellen Großraumbüro, bearbeiten. Die Schallszenarien wurden den Versuchspersonen über Kopfhörer dargeboten. Deren Auswertung erfolgte über statistische Tests.

4. Auswertung der Gegenüberstellung

Die Ergebnisse der Tests sind in Bild 3 dargestellt. Es zeigt sich, dass es keine signifikanten Unterschiede der Fehlerraten bei dem Kurzzeitgedächtnistest zwischen dem HiPIE-Labor und dem realen Büro gibt. Auch in Bezug auf die subjektive Befragung nach der empfundenen Lästigkeit der einzelnen Schallszenarien ist zu erkennen, dass die Unterschiede zwischen realem und virtuellem Großraumbüro nicht signifikant sind. Die Auswertung der psychoakustischen Tests lieferte also trotz des physikalischen Unterschiedes der Frequenzspektren,

siehe Bild 1, eine Gleichwertigkeit des virtuellen Großraumbüros mit dem des realen. Obwohl die physikalische Differenz groß ist, ergaben sich psychoakustisch keine signifikanten Unterschiede zwischen realem und virtuellem Büro. Dies lässt sich insofern begründen, dass das menschliche Gehör bei tiefen Frequenzen weniger empfindlich ist. Insbesondere in diesem Bereich sind messtechnisch die Pegeldifferenzen der Vergleichsmessungen besonders erheblich. Bei 4 kHz hingegen, wo das menschliche Gehör besonders empfindlich ist, sind die Differenzen nur gering.

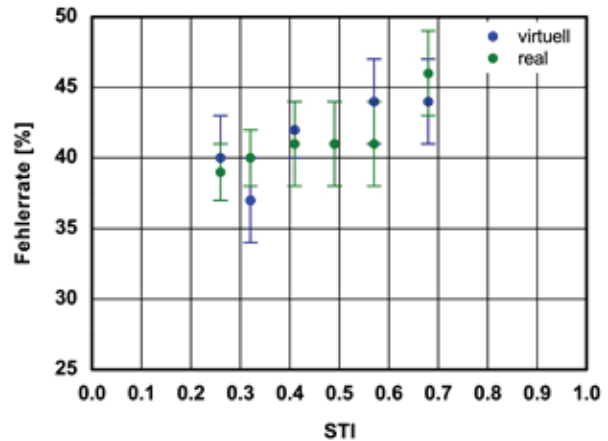


Bild 3: Vergleich des virtuellen und realen Großraumbüros anhand der Fehlerrate in Abhängigkeit von sechs unterschiedlichen STI-Werten.

5. Fazit

Eine Abbildung der Realität im HiPIE-Labor ist in physikalischer Hinsicht nicht möglich, sollte aber künftig durch eine herstellerseitige Mess- und Einstellprozedur in der Hardware ermöglicht werden. Der psychologische Vergleich, der hier durchgeführt wird, zeigt, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen realem und virtuellem Büro gibt. Weitere akustische und psychologische Untersuchungen sind in Zukunft erforderlich, um eine weitreichende Nutzung des Labors zu gewährleisten. Schon jetzt sind Schallszenarien für Probandentests mit Kopfhörern im HiPIE-Labor einfach und flexibel herstellbar.

Literatur

- [1] Künkel, V.: Akustischer und psychologischer Vergleich realer und virtueller Mehrpersonenbüros. Diplomarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2011).



Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhlinhaber: Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Klaus Sedlbauer

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

Email: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de