

Kombination von thermisch aktivierten Bauteilsystemen (TABS) und hohen raumakustischen Anforderungen: Akustische und thermische Ergebnisse einer Felduntersuchung

Rainer Machner¹, Yoan Le Muet²

¹ Saint-Gobain Ecophon, 23556 Lübeck, Deutschland; rainer.machner@ecophon.de

² Saint-Gobain Ecophon, 60290 Rantigny, Frankreich; yoan.lemuet@ecophon.fr

Einleitung

Die Kühlung moderner Bürogebäude durch thermisch aktivierte Bauteilsysteme (TABS) hat sich in den letzten Jahren in Europa zu einem elementaren Bestandteil der Gebäudetechnik entwickelt. Eine Lösung zur Anpassung der Temperatur besteht darin, den Betonkern der Decke als Massespeicher zu nutzen. Erwähnenswert ist, dass diese Art der Technik nicht kompatibel mit klassischen abgehängten Akustikdecken ist, so dass Alternativen wie Deckensegel- oder Baffelsysteme zum Einsatz kommen müssen. Ein Verzicht von akustischen Maßnahmen an der Raumdecke widerspricht den aktuellen Erkenntnissen der akustischen Gestaltung von Mehrpersonenbüros und anderen offenen Bürostrukturen. Primär zeigt sich dies durch eine resultierende störende Schallausbreitung [1].

Die Tatsache, dass notwendige akustische Maßnahmen unterhalb der kühlenden oder heizenden Rohdecke installiert werden, hat Einfluss auf die Strahlung des Betonspeichers sowie auf die Konvektion im Raum. Wie können wir nun die akustischen und thermischen Auswirkungen dieser Maßnahme quantifizieren? Um diesen Zusammenhang zu untersuchen, wurden dynamische Messungen in den Sommermonaten von Juni bis August 2012 im „Woopa“ Gebäude in Vaulx-en-Velin (Frankreich), durchgeführt. Das Ziel dieser Untersuchung war es, die Reduktion der Kühlleistung durch ein abgehängtes Deckensegelsystem durch Messen des Temperaturanstiegs im Raum zu quantifizieren.

Thermische Messungen

Konfiguration

Um die langfristige Wirkung der Deckenbelegung mit Akustikmaterial auf die Kühlleistung zu untersuchen, wurden die thermischen sowie akustischen Verhältnisse nach aktuellen Standards im Bürogebäude Woopa unter verschiedenen Belegungsgraden mit Deckensegeln unterhalb der betonkernaktivierten Decke festgehalten. Die Messungen wurden in einem Mehrpersonenbüro (6 Arbeitsplätze) und in zwei Zweipersonenbüros durchgeführt.

Zweck der thermischen Messungen war es, die Temperaturdifferenz in den Räumen beeinflusst durch die akustischen Deckensegelelemente zu bestimmen. Das Gebäude verfügt über eine klassische Betonkernaktivierung (durch Wasserrohrsysteme in den Betonkern eingebettet) mit einer mechanischen Zwangsbelüftung in der Betondecke. Die im Folgenden als „Test-“ und „Referenzraum“ bezeichneten Räume wurden zusätzlich mit Heiz-Kühlkonvektoren bestückt, um die im Nutzungsfall (durch Personen und andere erzwungenen Konvektionsquellen) auftretenden konvektiven Luftanteile zu simulieren. Dieser

Aspekt wird sonst in vergleichbaren Labormessungen (nach z. B. EN 14240) zum Einfluss auf die Kühlleistung nicht berücksichtigt.

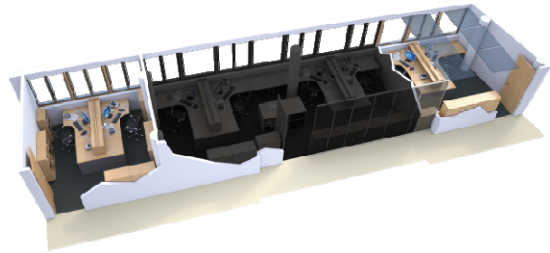


Abbildung 1: Referenz (links) und Testraum (rechts)

Ergebnisse

Bei einer Deckenbelegung von 50% mit Deckensegeln (Ecophon Solo Square, 1200 x 1200mm, Materialstärke 40mm) zeigte sich ein maximaler Unterschied in der Temperatur zwischen Test und Referenzraum von maximal 0,30°K mit einer Standardabweichung von 0,06°K. In Abb. 3 sind die Temperaturabweichungen für verschiedene Tage zwischen Test- und Referenzraum bei 50%iger Belegung dargestellt.

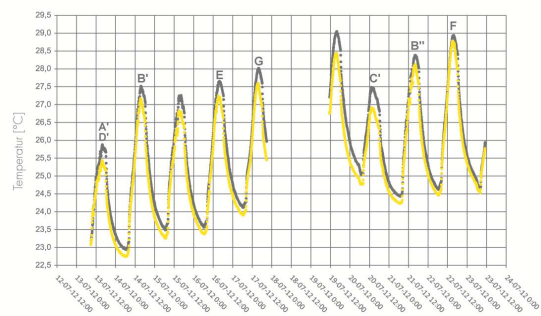


Abbildung 2: Thermische Messungen im Test und Referenzraum (Testraum mit 50% Belegung)

Akustische Messungen

Konfiguration

Die akustischen Messungen wurden in einem Mehrpersonenbüro und in einem Zweipersonenbüro durchgeführt. Für diesen Teil der Untersuchung wurden schallabsorbierenden Deckensegel (Ecophon Solo Square, 1200 x 1200mm, Materialstärke 40mm) montiert. Die lichte Raumhöhe bis zur Unterkante der Deckensegel betrug 2,52m und der Abstand zur Betondecke 22cm. Die Messungen

wurden im ersten Schritt ohne Akustikbelegung und im Weiteren mit einer Belegung mit Deckensegeln von 56% der Fläche durchgeführt. Zudem wurde an einem Raume eine Fläche aus schallabsorbierenden Elementen der Absorptionsklasse A nach DIN EN ISO 11654 ausgebildet.

Verschiedenen Messstrecken nach den Vorgaben der ISO 3382-3 (2012) wurden bestimmt und folgenden Kriterien abgeleitet: Räumliche Abklingrate des A-bewerteten Schalldruckpegels der Sprache (D_{2S}), A-bewerteter Sprachschallpegel in einem Abstand von 4m ($L_{p,A,S,4m}$) sowie die Nachhallzeiten.

Ergebnisse

Mehrpersonenbüro

Der Parameter der räumlichen Abklingrate D_{2S} zeigt sich stark von dem Vorhandensein bzw. Fehlen der Absorption an der Decke beeinflusst. Die Ergebnisse belegen eine deutlich bessere Schallpegelkontrolle mit einem D_{2S} von 2,3 auf 5,1 dB (A) durch die 56%tige Belegung mit Deckensegeln. Wenn wir die weiteren Ergebnisse aus Tabelle 1 mit den Darstellungen innerhalb der ISO 3382-3 vergleichen, sind wir bei einer Kombination der genannten Deckensegelbelegung und unter Hinzunahme von schallabsorbierenden Maßnahmen an den Wandflächen (Variante *bw* [Pfad mit und in Richtung des Schallabsorbers an der Wand]) in der Lage einen Wert von 7dB zu überschreiten.

Die Ergebnisse des $L_{p,A,S,4m}$ sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 1: Räumliche Abklingrate des Sprachschallpegels D_{2S}
[*aw*: mit Schallabsorber an der Wand und Pfad weg von diesem;
bw: mit Schallabsorber an der Wand und Pfad in seine Richtung;
bwo: ohne Schallabsorber an der Wand und Pfad in dieselbe Richtung wie in *bw*]

Decken- belegungsgrad	Pfad <i>aw</i>	Pfad <i>bw</i>	Pfad <i>bwo</i>
56%	5,1	7,6	5,1
0%	2,3	3,8	2,2

Tabelle 2: Sprachschallpegel in 4m $L_{p,A,S,4m}$
[*aw*: mit Schallabsorber an der Wand und Pfad weg von diesem;
bw: mit Schallabsorber an der Wand und Pfad in seine Richtung;
bwo: ohne Schallabsorber an der Wand und Pfad in dieselbe Richtung wie in *bw*]

Decken- belegungsgrad	Pfad <i>aw</i>	Pfad <i>bw</i>	Pfad <i>bwo</i>
56%	50,8	52,1	51,2
0%	52,3	54,1	52,8

Zweipersonenbüro

Die Ergebnisse aus den akustischen Messungen im kleinen Büro sind in Tabelle 3 dargestellt. Ohne Deckensegel liegt die Nachhallzeit bei einem Mittelwert (500/2000Hz) von 0,9s mit einem deutlichen Anstieg ab dem Oktavband von 1kHz. Begründet durch die geringe Raumdifusität zeigen sich die Ergebnisse zwischen der 50 und 70%tigen Belegung der Deckenfläche mit einem Mittelwert von 0,4s nicht sehr unterschiedlich. Es zeigt sich trotz weiterer Erhöhung der

Menge an Absorption von mehr als 50% keine weitere Reduktion der Nachhallzeit, was auch nach aktuellen Erkenntnissen der Behaglichkeit nicht notwendig erscheint.

Tabelle 3: Nachhallzeiten im Zweipersonenbüro

Decken- belegungsgrad	Nachhallzeit (s) Mittelwert 500/2000Hz
70%	0,4
50%	0,4
0%	0,9

Fazit

Die Auswirkungen von abgehängten Deckensegeln auf den thermischen und akustischen Komfort in einem realen Gebäude wurden untersucht. Für die Akustik zeigte dies, dass es mit einem Deckenbelegungsgrad von 50% keine Schwierigkeiten gibt behagliche Nachhallzeiten zu erreichen. Für das kleinere Büro konnte mit 50%tiger Belegung ein gutes Maß der notwendigen Absorption aufgezeigt werden.

Für das Mehrpersonenbüro scheint klar, dass die 56%tige Belegung der Deckenfläche alleine nicht genügt, um die entscheidende räumliche Abklingrate zu erreichen. Jedoch zeigt sich diese Belegungsdichte mit Deckensegeln als gute Basis und die entscheidende Verortung für die Grundkonditionierung der Raumakustik eines Mehrpersonenbüros. Unter der Hinzunahme von Schallabsorbern an den Wandflächen und schallabsorbierenden Schirmungsmaßnahmen lassen sich ermutigende Resultate verwirklichen, die in einer offene Bürosituation zu einem akustischen Komfort führen können. Die Hinweise der in der ISO 3382-3 genannten Werte bzgl. des D_{2S} sowie des $L_{p,A,S,4m}$ sollten weiter untersucht und diskutiert werden.

In Bezug auf thermischen Komfort zeigte diese Studie zunächst, dass die Anwesenheit von abgehängten Deckensegeln nur einen geringen Einfluss auf den thermischen Komfort hat. Das dennoch sehr praxisnahe Szenario im Test- und Referenzraum des Woopa Gebäudes gibt jedoch den entscheidenden Hinweis eines möglichen Kompromisses von Thermik und Akustik an der Raumdecke im Falle von TABS. Unter der angewandten Methode können wir nachweisen, dass eine Belegung der Deckenfläche mit Deckensegeln von 50% lediglich zu einem durchschnittlichen Anstieg der Raumtemperatur von maximal 0,30°K führt. Teil der Erklärung dieses sehr geringen Temperaturanstiegs sind die durch die Deckensegel veränderten Konvektionsverhältnisse und der Übergang eines Radiationssystems in ein Konvektionssystem. Alle diese Ergebnisse müssen nun durch weitere Messungen anderer Szenarien bestätigt und weiter untersucht werden.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 3382 – Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 3 Großraumbüros