

Raumakustik - Ausgeführte Beispiele für Büro- und Besprechungsräume

Dipl.-Phys. Joachim Zander *
Kurz und Fischer GmbH, Beratende Ingenieure,
Winnenden und Halle/Saale

1 Einleitung

In den letzten Jahren wurden in der Planung von Bürogebäuden bei den Bürokonzepten und bei der sommerlichen Kühlung von Bürobereichen teilweise neue Wege beschritten. Dadurch wurden auch auf dem Gebiet der Raumakustik neue Fragestellungen aufgeworfen.

Vor diesem Hintergrund werden die raumakustischen Kriterien und Anforderungen bei Büro- und Besprechungsräumen beschrieben und Beispiele sowie Ergebnisse aus der raumakustischen Beratungspraxis vorgestellt.

2 Raumakustische Anforderungen bei Besprechungsräumen

Übliche Besprechungsräume weisen ein Raumvolumen von ca. 50 m³ bis 250 m³ auf. Bei Besprechungsräumen wird eine gute Sprachverständlichkeit gefordert. Dementsprechend sind hier Anforderungen an angemessene Nachhallzeiten zu stellen.

Für Besprechungsräume ohne Multimedianoutzung können die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Richtwerte für die mittleren Nachhallzeiten bei 500 Hz nach DIN 18 041 [1] für den möblierten und besetzten Zustand herangezogen werden. Für kleinere Raumvolumina sind die vorgenannten Richtwerte für die Nachhallzeiten zu extrapolieren.

Raumvolumen	m ³	63	125	250
Soll-Nachhallzeit T _{Soll} (500 Hz) ±20 %	s	0,5 ¹⁾	0,6	0,7

¹⁾ extrapoliert

* Dipl.-Phys. Joachim Zander, Jahrgang 1964; Physikstudium an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen, Diplom 1992, 1993-1995 Studium der Bauphysik an der Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik, seit 1995 in Ingenieurbüros für Bauphysik in der bauphysikalischen Gesamtberatung mit Schwerpunkt Raumakustik tätig

Sofern in Besprechungsräumen eine Multimedianeutzung in Verbindung mit einer elektroakustischen Beschallungsanlage vorgesehen ist, kann für die anzustrebenden Nachhallzeiten der untere Bereich des Toleranzbereichs ($T_{\text{Soll}} - 20\%$ bis T_{Soll}) der vorgenannten Nachhallzeiten nach DIN 18 041 angewendet werden (siehe auch Richtwerte für die Nachhallzeiten nach [2] für Räume mit Tonwiedergabe).

Bei Besprechungsräumen handelt es sich in der Regel um nur spärlich möblierte Räume. Die Volumenkenzahl von üblichen Besprechungsräumen beträgt etwa $10 \text{ m}^3/\text{Person}$. In Bild 1 sind für diese Volumenkenzahl bei einem unmöblierten Besprechungsraum mit Teppichbelag ohne weitere raumakustische Maßnahmen die rechnerisch zu erwartenden Nachhallzeiten und die Anforderungen nach DIN 18 041 in Abhängigkeit des Volumens dargestellt.

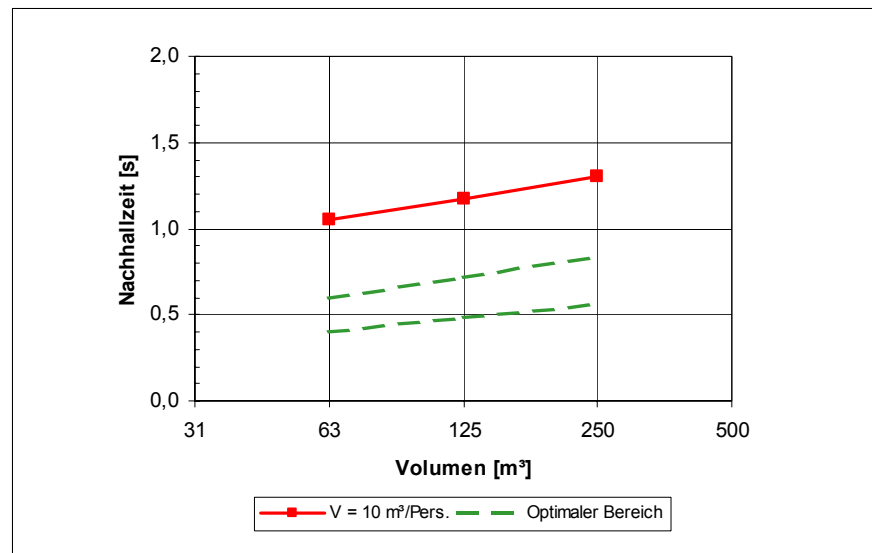


Bild 1: Anforderungen an die mittlere Nachhallzeiten in Besprechungsräumen in Anlehnung an DIN 18 041 und rechnerisch zu erwartende mittlere Nachhallzeiten (Mittelwert der 500 Hz und 1 kHz-Oktave) für unmöblierte Besprechungsräume mit Teppichbelag ohne weitere raumakustische Maßnahmen im üblich besetzten Zustand

Aus Bild 1 wird offensichtlich, dass die Anforderung an die mittlere Nachhallzeit in üblicherweise spärlich möblierten Besprechungsräumen nicht durch die alleinige Verlegung eines Teppichbelags eingehalten werden kann. Hierfür und zur Erzielung eines ausgeglichenen Frequenzverlaufs für die Nachhallzeit ist der Einbau von zusätzlichen schallabsorbierenden Bekleidungen erforderlich.

Der Frequenzverlauf der Nachhallzeit sollte in dem für Sprache relevanten Frequenzbereich von 250 Hz bis 2.000 Hz möglichst linear sein.

Die aus Gründen der Nachhallzeit erforderlichen schallabsorbierenden Akustikbekleidungen sind für eine optimale Sprachverständlichkeit vorzugsweise im Deckenrandbereich und an zwei nichtgegenüberliegenden Wänden im Bereich von 1 m bis 2 m über dem Fußboden anzuordnen.

In der Ausführungspraxis werden die aus Gründen der Nachhallzeit erforderlichen raumakustischen Maßnahmen häufig ausschließlich an der Deckenfläche der Besprechungsräume angeordnet. Bei natürlicher Sprache und üblicher Konferenztischbestuhlung wird auch bei dieser Anordnung in der praktischen Nutzung aufgrund der Schallstreuung durch die Köpfe und Oberkörper der am Besprechungstisch sitzenden Personen eine befriedigende Sprachverständlichkeit erreicht (Räume mit $V < \text{ca. } 150 \text{ m}^3$).

Bei Besprechungsräumen mit einer elektroakustischen Beschallungsanlage für Multimediavorführungen ist die Ausrichtung und Bündelungscharakteristik der Lautsprecher zu beachten. Ggf. ist zur Vermeidung von Flatterechos die Anordnung von raumakustischen Bekleidungen auf den von den Lautsprechern überstrichenen Wandflächen erforderlich.

3 Raumakustische Anforderungen bei Büroräumen

Raumakustische Maßnahmen in Büroräumen dienen der Schaffung von akustisch geeigneten Bedingungen am Arbeitsplatz („akustische Behaglichkeit“ und Schutz vor Lärm).

3.1 Kleine Büroräume

In kleinen Büroräumen treten häufig Beschwerden über zuviel Hall bzw. Dröhnen auf [3]. Ursache hierfür können zu lange Nachhallzeiten in dem für Sprache relevanten Frequenzbereich von 250 Hz bis 2.000 Hz sein. Des Weiteren können bei parallel zueinander angeordneten schallreflektierenden Raumbegrenzungsflächen ausgeprägte Raumresonanzen entstehen, die durch Sprache oder Arbeitsgeräusche angeregt werden können.

Aus der eigenen Beratungspraxis können in Übereinstimmung mit [4] für kleine Büroräume folgende optimale Nachhallzeiten (im Sinne einer Obergrenze) als Erfahrungswerte zur Erzielung guter raumakustischer Verhältnisse genannt werden:

Raumgruppe	Optimale Nachhallzeit in s
Einzelbüros	0,6 – 1,0
Kleinbüros	0,6 – 0,8

Im Frequenzbereich von 250 Hz bis 2.000 Hz ist ein möglichst linearer Frequenzverlauf der Nachhallzeit anzustreben.

In VDI 2569 [5] werden für kleine Büroräume keine konkreten Anforderungen an die raumakustischen Verhältnisse und nur prinzipielle Hinweise für die raumakustische Planung angegeben. Es heißt dort lediglich, dass die Halligkeit aus Gründen der Sprachverständlichkeit und einer akustischen Behaglichkeit gering sein sollte. Nach weiteren Angaben wäre dies bei üblicher Möblierung ohne zusätzliche Absorptionsflächen in der Regel gewährleistet, aber eine absorbierende Decke würde Vorteile für die akustische Behaglichkeit und die sprachliche Verständigung am Telefon bringen.

In Bezug auf diese Hinweise der VDI 2569 wurde eine Auswertung von eigenen Messungen der Nachhallzeiten in kleinen Büroräumen mit Teppichbelag (wie meist üblich) in Abhängigkeit der Möblierung und der Ausführung von raumakustischen Maßnahmen vorgenommen. Das Ergebnis für die mittleren Nachhallzeiten ist mit den Trendlinien in Bild 2 dargestellt.

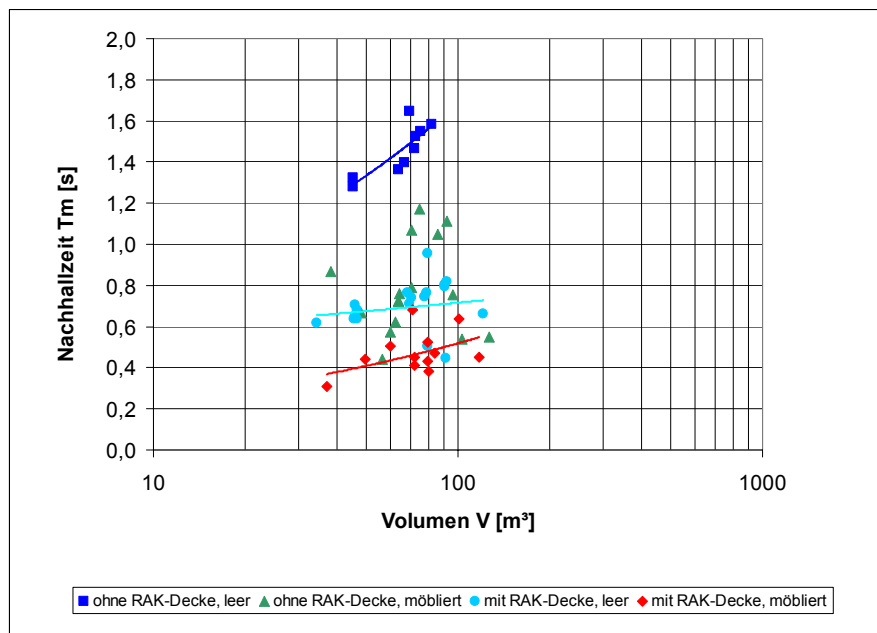


Bild 2: Messwerte der Nachhallzeit T_m (Mittelwert der Okta-ven von 250 Hz bis 2 kHz) in kleinen Büroräumen mit Teppichbelag in Abhängigkeit der Ausführung der Möblierung und von raumakustischen Maßnahmen

Für die mittlere Nachhallzeit in kleinen Büroräumen mit Teppichbelag ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- Durch die Möblierung kann die mittlere Nachhallzeit bedeutend gemindert werden.

- In Büroräumen ohne raumakustische Maßnahmen hängt die mittlere Nachhallzeit sehr stark von der Art der Möblierung ab (in Bild 2 Schwankungsbereich für T_m von 0,4 s bis 1,2 s).
- Die nach o. g. Tabelle empfohlenen Werte für die Nachhallzeit von kleinen Büroräumen ($T = 0,6 - 0,8$ s im Sinne einer Obergrenze) werden bei Büroräumen mit Teppichbelag in Verbindung mit der Möblierung teilweise eingehalten. Die Erfordernis des Einbaus von zusätzlichen schallabsorbierenden Bekleidungen hängt von der Art und dem Grad der Möblierung ab.
- Bei Ausführung einer schallabsorbierenden Deckenbekleidung werden die vorgenannten Empfehlungen für die Nachhallzeit unabhängig von der Art und dem Grad der Möblierung eingehalten.

Nur bei dichter Möblierung und Einrichtung von kleinen Einzelbüros, wie sie früher häufig anzutreffen war (z. B. großflächige offene Aktenregale, Gardinen, Teppichbelag), kann ggf. auf die Ausführung von zusätzlichen raumakustischen Maßnahmen verzichtet werden. Heute ist aufgrund neuer Technologien im Bürobereich (insbesondere Arbeiten am PC und elektronische Datenarchivierung) ein spärlicher Möblierungsgrad üblich, so dass in Einzelbüros zur Einhaltung der vorgenannten Richtwerte für die Nachhallzeit i. d. R. zusätzliche raumakustische Maßnahmen erforderlich sind.

Sofern Kleinbüros als kleine Mehrpersonenbüros genutzt werden, ist zur Reduzierung der gegenseitigen Störungen in jedem Fall die Ausführung von zusätzlichen raumakustischen Maßnahmen (insbesondere Ausführung einer schallabsorbierenden Deckenbekleidung) erforderlich.

Raumresonanzen zwischen parallelen schallreflektierenden Wänden können durch räumliche Strukturierung (z. B. Möbel) oder durch Schallabsorption (z. B. Vorhänge, Akustikbekleidungen) unterdrückt werden.

3.2 Große Büroräume (Mehrpersonenbüros)

Angaben zum Schutz gegen Lärm am Arbeitsplatz sind in § 15 der Arbeitsstättenverordnung enthalten. Demnach ist in Arbeitsräumen der Schallpegel so niedrig zu halten, wie es nach der Art des Betriebes möglich ist. Der Beurteilungspegel am Arbeitsplatz in Arbeitsräumen darf auch unter Berücksichtigung der von außen einwirkenden Geräusche höchstens betragen:

- 55 dB(A) bei überwiegend geistigen Tätigkeiten
- 70 dB(A) bei einfachen oder überwiegend mechanisierten Bürotätigkeiten und vergleichbaren Tätigkeiten

Zur Einhaltung der Beurteilungspegel von 55 dB(A) sind in großen Mehrpersonenbüros (MBs) großflächige raumakustische Maßnahmen sowie die gegenseitige Rücksichtnahme der Mitarbeiter durch geringe Lautstärke beim Sprechen (i. w. Telefonate) erforderlich.

Die Höhe der Lärmerzeugung innerhalb eines MBs ist im wesentlichen von folgenden Faktoren abhängig:

- Häufigkeit und Lautstärke von Gesprächen (Telefongespräche, kurze innerbetriebliche Abstimmungsgespräche etc.)
- Dichte der Arbeitsplätze
- Geräuscentwicklung durch Arbeitsmittel (PCs, Drucker, Kopierer, etc.)
- Hintergrundgeräuschpegel

In [4] werden für MBs folgende optimale Nachhallzeiten als Erfahrungswerte zur Erzielung guter raumakustischer Verhältnisse genannt:

Raumgruppe	Optimale Nachhallzeit in s
Mittelbüros	0,6 – 0,8
Großraumbüros	0,4 – 0,6
Telefonzentralen	0,4 – 0,6

In der VDI-Richtlinie 2569 werden detaillierte Hinweise und Empfehlungen zur Ausführung von raumakustischen Maßnahmen in großen MBs angegeben. Hierfür sollte das Verhältnis aus äquivalenter Schallabsorptionsfläche A und Raumvolumen V Werte von $A/V = 0,30 - 0,35 \text{ m}^{-1}$ aufweisen. Daraus ergeben sich rechnerisch nach der Formel von Sabine im Fall eines diffusen Schallfelds Werte für die Nachhallzeit von $T \approx 0,5 \text{ s}$.

Bei großen MBs wie Großraumbüros, bei denen Länge und Breite groß gegenüber der Höhe sind, handelt es sich im akustischen Sinn um Flachräume. Im Unterschied zu einem diffusen Schallfeld nimmt dort der von einer Geräuschquelle hervorgerufene Schalldruckpegel mit der Entfernung ab. Die Nachhallzeit ist aus diesem Grund kein ausreichendes bzw. geeignetes Kriterium zur Beurteilung und Auslegung der akustischen Eigenschaften eines Großraumbüros. In großen MBs ist neben einer angemessenen Reduzierung der Schalldruckpegel eine hohe Ausbreitungsdämpfung erforderlich.

Die Beurteilung der raumakustischen Qualität von großen MBs kann anhand der Schallausbreitungskurve (SAK) vorgenommen werden. Bei der SAK wird die Schalldruckpegel-

abnahme mit der Entfernung dargestellt. Aus der SAK können die raumakustischen Kennwerte DL2 für die Schalldruckpegelabnahme pro Abstandsverdoppelung bzw. DLf für die Pegelüberhöhung ermittelt werden.

Nach [4] sollte die Schalldruckpegelabnahme pro Abstandsverdoppelung im mittleren Entfernungsbereich von 5 - 16 m "für einen arbeits- und funktionsbereiten Arbeitsraum" mindestens 4 dB betragen. Nach VDI 3760 [6] ist bei großen MBs mit $V > 500 \text{ m}^3$ für gute raumakustische Bedingungen für DL2 ein Wert von 4 dB bis 5 dB erforderlich. Pegelabnahmen über 5 dB pro Abstandsverdopplung werden i. d. R. nur bei Kombination von Absorption und Abschirmung erreicht.

Die Schalldruckpegelabnahme pro Abstandsverdoppelung wird messtechnisch nach VDI 3760 [6] bestimmt. Die Schallausbreitungskurven können nach den in VDI 3760 angegebenen Algorithmen berechnet werden, wofür in der Regel wegen des Streukörperinflusses spezielle Computersimulationsprogramme eingesetzt werden.

Für ein Großraumbüro mit schallabsorbierender Decke ohne Teppichbelag und freier Sichtverbindung zwischen den Arbeitsplätzen wurden in den Oktaven von 125 Hz bis 4 kHz Messungen und Berechnungen der Schalldruckpegelabnahme mit der Entfernung vorgenommen. Da auf Höhe der Messpfade ($h = 1,50 \text{ m}$) freie Sichtverbindungen vorlagen, wurden die Berechnungen der Schalldruckpegelabnahme mit einem herkömmlichen Raumakustiksimulationsprogramm [7] vorgenommen. Die untersuchte Situation ist in Bild 3 dargestellt.

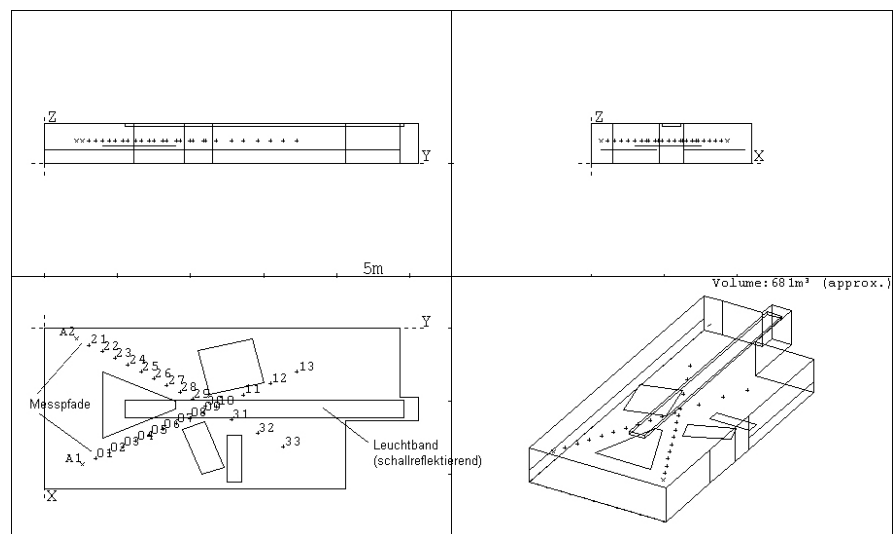


Bild 3: Modell des Großraumbüros mit Messpfaden für die Computersimulation (Längsschnitt, Querschnitt, Grundriss und Perspektive)

Die für das Großraumbüros vorgesehene Möblierung war in den im Grundriss von Bild 3 dargestellten Bereichen zunächst provisorisch dicht zusammengeschoben.

In Bild 4 sind die Ergebnisse für die berechnete und die gemessene Schalldruckpegelabnahme mit der Entfernung für den Gesamtpegel von 125 Hz bis 4 kHz dargestellt.

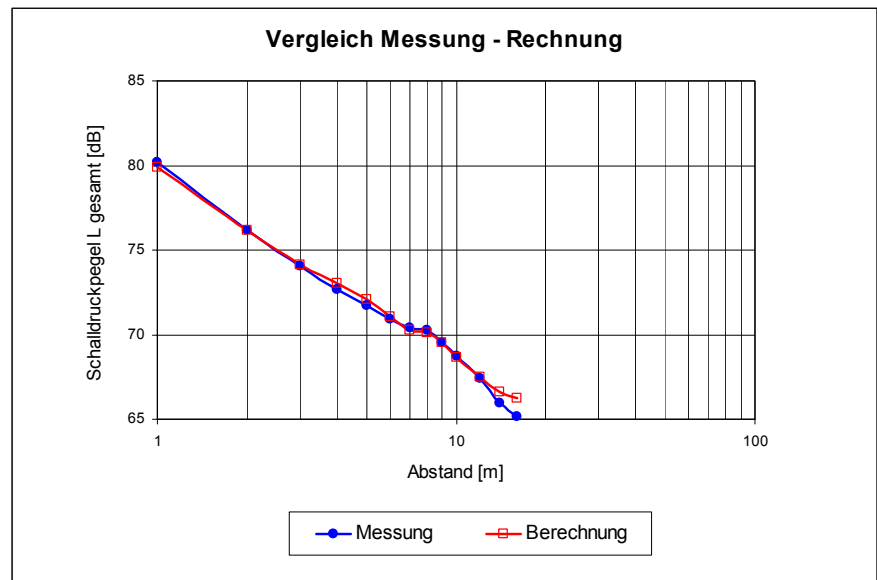


Bild 4: Ergebnisse für die gemessene und berechnete Schalldruckpegelabnahme in einem Großraumbüro mit der Entfernung für den Gesamtpegel

Aus Bild 4 ist insgesamt eine gute Übereinstimmung von Messung und Berechnung ersichtlich. Der Knick in der Schalldruckpegelkurve im Entfernungsbereich von ca. 7 m wird durch die schallreflektierende Ausbildung des Leuchtenbands hervorgerufen (s. Bild 3) und wird auch durch die Berechnung reproduziert.

Für die Bestimmung der Schalldruckpegelabnahme pro Abstandsverdoppelung DL2 nach VDI 3760 im mittleren Entfernungsbereich von 5 - 16 m aus den in den Oktaven von 125 Hz bis 4 kHz gemessenen und berechneten Kurven für die Schalldruckpegelabnahme ergaben sich folgende Werte:

	DL2 nach VDI 3760 im mittleren Entfernungsbereich von 5 - 16 m in dB						
f in Hz	125	250	500	1 k	2 k	4 k	Gesamt
Messung	3,9	4,0	5,6	2,9	3,9	4,1	3,9
Berechnung	4,0	4,3	4,2	3,0	3,4	3,5	3,6

Für den Gesamtpegel ergibt sich eine gute Übereinstimmung für DL2 zwischen Messung und Berechnung.

Eine noch bessere Übereinstimmung wäre bei genauerer raumakustischer Detaillierung der Raumumschließungsflächen und der Einrichtungsgegenstände in der Simulation zu erwarten. Beugungseffekte werden im Unterschied zur Messung durch die Berechnung mit einem Raumakustiksimulationsprogramm nicht erfasst. Befinden sich im Nahbereich des Messpfads für die Schalldruckpegelabnahme Streukörper mit Abmessungen in der Größenordnung der Wellenlänge, werden daher stets systematische Abweichungen zwischen Messung und Berechnung mit einem Raumakustiksimulationsprogramm auftreten.

4 Neue Bürokonzepte

Eine umfassende Darstellung aktueller Bürokonzepte und Zukunftsvisionen wird in [8] vorgenommen

- 4.1 Business-Club
- Ein aus den Kombibüros der 90er Jahre weiterentwickeltes modernes Bürokonzept ist unter dem Namen "Business-Club" bekannt. Dabei verfügt kein Mitarbeiter mehr über einen personengebundenen Arbeitsplatz (sog. Non-Territoriales Büro), wodurch eine bessere und flexiblere Ausnutzung der Büroarbeitsplätze möglich ist. In den Büroflächen werden dabei offene Bürobereiche als kollektiver Arbeitsplatz, Team- und Besprechungsräume sowie Cockpitbüros eingerichtet (s. Bild 5 und 6).

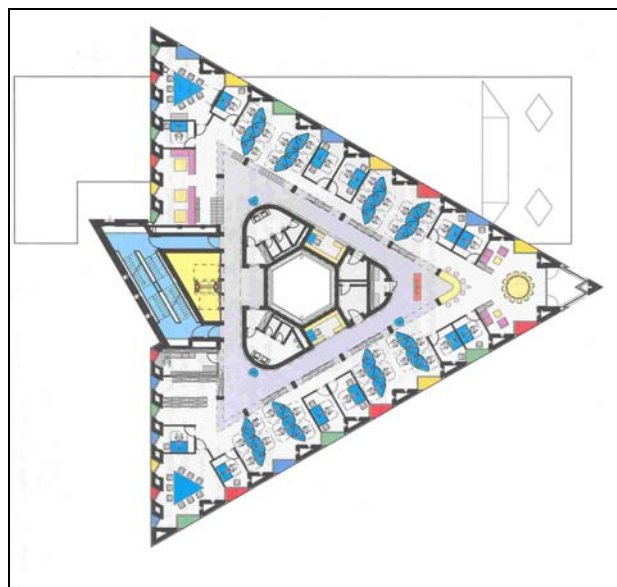


Bild 5: Beispiel eines Bürokonzepts nach dem Prinzip des "Business-Club" (s. [9]) – Gesamtgrundriss

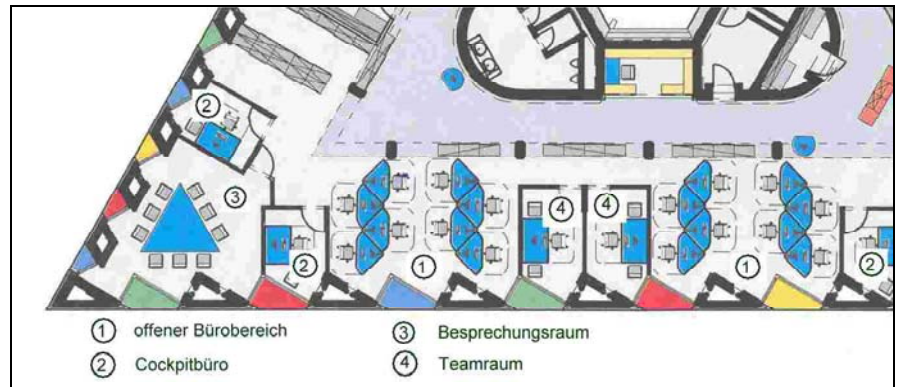


Bild 6: Vergrößerter Ausschnitt aus Bild 5

Bei den Cockpitbüros handelt es sich um Einzelbüros minimaler Größe, die im Bedarfsfall als Rückzugsbüro für konzentriertere Einzelarbeit dienen.

Die Mischung aus geschlossenen Büroräumen und offenen Bürobereichen lässt sich vorteilhaft für die raumakustischen Belange nutzen. Durch geeignete Anordnung und Verteilung der geschlossenen Räume (Team- und Besprechungsräume, Cockpitbüros, Serviceräume, EDV-Räume etc.) kann innerhalb der offenen Bürobereiche eine Untergliederung in kleinere Team- und Gruppenbereiche vorgenommen werden. Wie bei einer Untergliederung eines Großraumbüros mit Schirmwänden oder Möbeln kann dadurch zwischen den offenen Bürobereichen eine Erhöhung der Schallausbreitungsdämpfung erreicht werden.

Beim Bürokonzept "Business-Club" wird i. d. R. ein hohes Maß an Transparenz und Offenheit angestrebt. In der Konsequenz werden meist sämtliche Bürotrennwände zumindest im Wandbereich oberhalb einer rd. 90 cm hohen Brüstung vollständig mit Verglasungen ausgeführt.

In der Ausführungspraxis wird bei den Verglasungen nach der Erfahrung auf (transparente) Akustikmaßnahmen zu den offenen Bürobereichen verzichtet, wodurch sich in den offenen Bürobereichen durch Schallreflexionen von den Glasflächen der umgebenden Bürotrennwände eine Erhöhung der Schalldruckpegel ergibt.

Cockpitbüros werden mit minimalen Abmessungen (z. B. Breite 2,5 m, Länge 3 m) ausgeführt und sind nur mit der für die Einzelarbeit erforderlichen Grundeinrichtung (Schreibtisch, Bürostuhl, PC, ggf. Telefon) möbliert. Sofern die Cockpitbüros auch zum Telefonieren genutzt werden, ist eine schallreflektierende Ausführung sämtlicher Wandflächen in Kopfhöhe (wie z. B. bei Bürokonzepten mit transparenten Wänden) zu vermeiden. Da in Kopfhöhe weder eine schallzerstreuende Möblierung noch Absorptionsflächen an den Wandflächen vorhanden sind, ergeben sich deutlich wahr-

nehmbare Mehrfachreflexionen in der Horizontalebene zwischen den Wänden. Bei der Anregung des Raums durch natürliche Sprache (Telefonat) ergeben sich dadurch Beeinträchtigungen des akustischen Komforts und der Konzentrationsfähigkeit durch die störenden Mehrfachreflexionen. Durch die Anordnung von schallabsorbierenden Akustikbekleidungen an der Deckenfläche bzw. im Brüstungsbereich können zwar die nach Abschnitt 3.1 anzustrebenden Werte für die Nachhallzeiten erreicht werden, die störenden Mehrfachreflexionen zwischen den Wandflächen in Kopfhöhe werden dadurch jedoch nicht unterdrückt. Bei Cockpitbüros, die auch mit Telefonen ausgerüstet werden, sollten daher unbedingt Wandflächen in Kopfhöhe teilflächig mit schallabsorbierenden Bekleidungen ausgeführt werden.

4.2 Kühlkonzepte

Bei modernen Konzepten für die Kühlung von Bürobereichen wird versucht, die Speicherfähigkeit der Betondecken zu nutzen. Der hierfür erforderliche Verzicht auf geschlossene abgehängte schallabsorbierende Deckenbekleidungen steht in Konkurrenz zu den raumakustischen Erfordernissen.

In kleinen Büroräumen können die erforderlichen schallabsorbierenden Bekleidungen an den Wandflächen angeordnet werden.

Bei großen MBs ist aufgrund der erforderlichen Schallausbreitungsdämpfung eine schallabsorbierend wirksame Ausbildung der Decke unverzichtbar. Kompromisslösungen können hier durch die großflächige Ausführung von multifunktionalen Deckensegeln in Form von schallabsorbierend wirksamen Kühlsegeln realisiert werden. Der erforderliche Deckenbelegungsgrad durch schallabsorbierende Kühlsegel hängt im Einzelfall von der Art der Büronutzung und der Möblierung sowie von der Ausführung weiterer Akustikmaßnahmen (schallabsorbierende Wand- und Mobilierflächen, Schirmwände etc.) ab.

Eine weitere Neuerung aus jüngster Zeit ist die Ausführung einer betonkernaktivierten Decke in Bürobereichen zur Unterstützung der Kühlung. Dabei wird durch Kaltwasserzirkulation innerhalb der Betondecke eine Kühlung der Deckenfläche vorgenommen. Zur Wirksamkeit der Kühlung muss ein Strahlungsaustausch von der Decke in die Bürobereiche gewährleistet sein, so dass keine großflächig abgehängten Akustikdecken ausgeführt werden können.

In kleinen Büroräumen können die erforderlichen schallabsorbierenden Bekleidungen wiederum an den Wandflächen angeordnet werden.

Bei großen MBs mit betonkernaktivierter Decke kann eine schallabsorbierende Deckenausbildung durch Ausführung einer Baffeldecke vorgenommen werden, bei der die

schallabsorbierenden Akustikbekleidungen in Reihen senkrecht von der Decke abgehängt werden.

Bei einem Großraumbüro mit betonkernaktivierter Decke und Teppichbelag wurde im Deckenbereich der Arbeitsplätze vollflächig eine Baffeldecke ausgeführt. Dabei wurde eine speziell für dieses Objekt konzipierte und gestalterisch ansprechende Baffel mit hoher Lichtreflexion als Sonderanfertigung eingesetzt. Die Baffeln wurden aus 50 mm dicken und 100 mm hohen Melaminharzschaumplatten ausgeführt und mit einem Reihenabstand von 75 mm bzw. einem Luftabstand von 100 mm zur Decke abgehängt. Auf Schallschirme zwischen den Arbeitsplätzen wurde verzichtet. In Bild 7 sind die Ergebnisse für die gemessene Schalldruckpegelabnahme und die daraus nach VDI 3760 für den mittleren Entfernungsbereich von 5 - 16 m ermittelte Schalldruckpegelabnahme pro Abstandsverdopplung DL2 für die Oktaven von 125 Hz bis 4 kHz dargestellt.

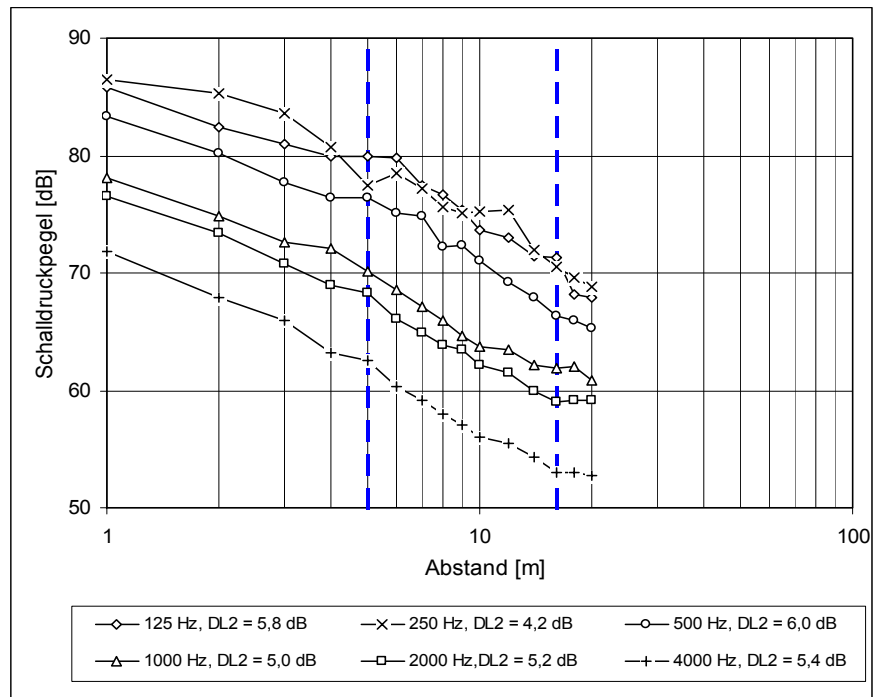


Bild 7: Messergebnisse für die Schalldruckpegelabnahme und Rechenwerte für DL2 im mittleren Entfernungsbereich von 5 - 16 m nach VDI 3760 in einem Großraumbüro ohne Schallschirme mit Baffeldecke

Aus den Messergebnissen der Oktaven von 125 Hz bis 4 kHz ergibt sich nach VDI 3760 eine Schalldruckpegelabnahme pro Abstandsverdopplung DL2 für den Gesamtpegel von 5,3 dB. Der nach [4] empfohlene Wert für die Schalldruckpegelabnahme pro Abstandsverdoppelung im mittleren Entfernungsbereich von 5 - 16 m von mindestens 4 dB wird erreicht. Die raumakustischen Verhältnisse in diesem Großraumbüro werden vom Nutzer positiv beurteilt.

6 Literatur

- [1] DIN 18 041:1968-10 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ (eine Überarbeitung der Norm ist geplant)
- [2] Fasold, W., Veres, E.: Schallschutz und Raumakustik in der Praxis, Verlag für Bauwesen Berlin, 1. Auflage 1998
- [3] Stöhr, H.: Zur Problematik der Nachhallzeit in kleineren Büroräumen. Fortschritte der Akustik, Tagungsband DAGA 1990, S. 863-66
- [4] „Lärmbekämpfung in der Industrie. Eine Übersicht für den Praktiker“, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt für Arbeitssicherheit, 4. Auflage, 1996
- [5] VDI 2569: 1990-01 „Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro“
- [6] VDI 3760: 1996-02 „Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen“
- [7] CATT-Acoustic v7, Computer Aided Theatre Technique, unlimited prediction commercial version 7, Bengt-Inge Dalenbäck, Gothenburg (Schweden)
- [8] Lippert, S., Nowak, K.: Veränderungen der Büroarbeitsplätze in der Zukunft – Realität und Zukunftsvisionen – Eine kritische Analyse von Büroarbeitsplätzen. Projektarbeit SS 2001 am Institut für Grundlagen der Planung an der Universität Stuttgart
- [9] Michael Wilford GmbH, IKB Baumanagement, Veldhoen + Company: A perfect match - B. Braun World Headquarters. 2001