

CREATE THE SOUND

**Leitfaden zum raumakustischen Komfort™
im Modernen Büro**



Zum Inhalt

Zukunftsorientiert.

Die Bedeutung des raumakustischen Komforts (RAC™) im **Modernen Büro**.

Lesen Sie weiter auf Seite 3.

Historisch.

Unser **Hörsinn** ist noch heute an die Aufnahme und Registrierung von Lauten in **natürlicher Umgebung** angepasst.

Lesen Sie weiter ab Seite 4.

Erwiesen.

Aus **arbeitswissenschaftlicher Sicht** haben sich zwei Faktoren in der offenen Bürolandschaft als besonders störend herausgestellt.

Lesen Sie weiter ab Seite 6.

Abstimmt.

Das ausgewogene Zusammenspiel von **Luft-, Licht- und Akustikklima** ist eine wesentliche Voraussetzung für die Akzeptanz und Funktionalität von Räumen.

Lesen Sie weiter ab Seite 8.

Erforscht.

Moderne Deskriptoren

ermöglichen eine optimale akustische Planung von Büroflächen.

Lesen Sie weiter ab Seite 15.

Durchdacht.

Die Definition der Bedürfnisse und eine bewusste Nutzerentscheidung sind die Basis für die **praktische Umsetzung** von raumakustischem Komfort (RAC™).

Lesen Sie weiter ab Seite 20.

Raumakustischer Komfort™ im Modernen Büro

Ganzheitliche Lösungen durch ganzheitliches Denken

Fraglos müssen Büros heute hohen Ansprüchen genügen. Nicht zuletzt auf Grund aktueller bauphysikalischer Entwicklungen wird die Planung einer sensiblen und anwendungsorientierten Raumgestaltung immer mehr zur Herausforderung. Dabei ist es heute ohne weiteres möglich, zeitgemäßen Anforderungen an die raumakustische, die lichtplanerische und die thermische Qualität gleichermaßen gerecht zu werden. Dazu ist jedoch in einer frühen Planungsphase ein ganzheitlicher Denkansatz nötig, der den Menschen, die spezifischen Eigenarten des jeweiligen Raumes und die darin stattfindenden Aktivitäten in den Blick nimmt.

Seit über 40 Jahren entwickelt Ecophon fortlaufend akustische Konzepte am Puls der Zeit. Wir wissen: Ein Raum und seine akustische Qualität sind entscheidend für das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit in einer Bürosituation. Raumakustischer Komfort™ (RAC™) von Ecophon geht dabei seit Jahrzehnten immer wieder weit über konventionelle Ansätze der Akustikplanung hinaus.

RAC™ = Mensch + Raum + Aktivität

So haben zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen der letzten Jahre gezeigt, dass für eine optimale akustische Arbeitsumgebung verschiedene akustische Eigenschaften wichtig sind. Allein die Beschreibung des Geräuschpegels in einem Büro reicht eben nicht aus, um dessen akustische Qualität hinreichend zu beschreiben. Die gezielte Auswahl entsprechender Deskriptoren ist der erste entscheidende Schritt zu einem optimalen raumakustischen Komfort, der Mensch, Raum und Aktivität gleichermaßen gerecht wird.

Room Acoustic Comfort™ (RAC™)

Der „raumakustische Komfort™“ ist ein Synonym für das ganzheitliche Ecophon Akustikkonzept. Ein guter raumakustischer Komfort beinhaltet die Anpassung der Akustik nicht nur an die jeweiligen Aktivitäten im Raum, sondern auch an dessen bauliche Gegebenheiten und die spezifischen Bedürfnisse der Nutzer. So kann RAC™ je nach gegebener Situation einen effektiven Schallabbau unterstützen, Kommunikation fördern, die Schallausbreitung begrenzen oder zu einer guten Sprachverständlichkeit beitragen.



Mensch und Akustik

Ziel ist es, für alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eine akustisch behagliche und leistungsfördernde Atmosphäre zu schaffen. Dies kann durch die Beachtung verschiedener raumakustischer Leitgedanken besser erreicht werden.

Hören ist eine multidimensionale Erfahrung

Schall entsteht, indem das Gleichgewicht der Luft durch mechanische Einwirkung erschüttert wird. Veränderungen des Luftdrucks breiten sich wellenförmig in alle Richtungen aus und erreichen schließlich unser Ohr. Dort, wo die Druckwelle durch den Gehörsinn aufgenommen wird, bestimmen physiologische und psychologische Faktoren darüber, wie wir das Geräusch deuten.

Auf dem Weg von seiner Quelle zum Hörkanal wird der Schall durch verschiedene physikalische Faktoren geprägt, die die Art unserer Geräuschwahrnehmung beeinflussen: durch den Raum und seine Möblierung wie auch durch die Form unseres Kopfes und des äußeren Ohres. Die individuelle Signalverarbeitung entsteht auf dieser sehr komplexen Grundlage. Schließlich prägen zudem persönliche Erfahrungen unsere endgültige Geräuschbeurteilung.

Geräuschbeurteilung

Negativ erlebte Geräusche nennen wir Lärm. Dieser kann selbst auf einem niedrigen Pegel, lange bevor Schäden am Gehör entstehen, zu Problemen führen. Die Sensibilität gegenüber Lärm variiert dabei von Person zu Person. Konzentrationsschwierigkeiten, Erschöpfung, Stress oder ein Nachlassen der Erinnerungsfähigkeit sind keine Seltenheit bei Personen, die beruflich dauerhaft Lärm ausgesetzt sind. Die körperliche Erholung wird vermindert, denn nachweislich erhöht sich die Herzfrequenz und sogar Schlafstörungen können entstehen.

Doch Geräusche können auch sehr positiv empfunden werden:
Erinnern Sie sich an Ihren letzten Wald- oder Strandspaziergang?

Der Natur nacheifern

Die Hauptfunktion des Gehörs unserer Vorfahren bestand im Warnen vor Gefahr, was in gefühlsmäßiger Vorbereitung auf Flucht oder Angriff resultierte. Heute nutzen wir unser Gehör meist zur Verständigung mit anderen Menschen. Neben den Lauten der Kommunikation werden wir dabei fortwährend mit vielen anderen Geräuschen konfrontiert. Besonders innerhalb von Städten werden sämtliche unserer alltäglichen Aktivitäten – vom Einkaufen bis zum Jogging – von Geräuschen begleitet.

Doch die Art der Hörwahrnehmung hat sich innerhalb der Jahrtausende nicht verändert. Noch immer werden wir stark von der Warnfunktion des Gehörs unbewusst gesteuert und sind daher durch ein unaufhörliches Hinhören geprägt. Unser Hörsinn ist noch heute an die Aufnahme und Registrierung von Lauten in natürlicher Umgebung angepasst. Allerdings erleben wir inzwischen den größten Teil des Tages, gar unseres Lebens, im umbauten Raum. Um unter diesen neuzeitlichen Bedingungen Wohlbefinden und optimale Leistungsfähigkeit zu erreichen, muss sich die akustische Raumgestaltung am Vorbild der Natur orientieren.

Der Elch und das Moderne Büro

Der Elch mit seinem besonders sensiblen Hörvermögen steht sinnbildlich nicht nur für unsere „schwedische Heimat“, sondern auch für eine natürliche Arbeitsumgebung, die Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden wirksam unterstützt.



Das Zusammenwirken von Schall und Raum

Zwar kann sich in der freien Natur der Schall in Form schwingender Luftteilchen über große Entfernungen ungehindert fortsetzen, allerdings nimmt der Schalldruck auf Grund der Luftabsorption schnell ab. Das Geräusch wird also mit zunehmender Entfernung zur Schallquelle immer leiser. In Innenbereichen ist diese unbehinderte Schallausbreitung jedoch nicht möglich. An sämtlichen Raumbegrenzungsflächen (Wänden, Decken, Mobiliar) werden die Schallwellen reflektiert. Zusätzlich zum Direktschall (dem Schallanteil, welcher allein durch die Schallquelle entsteht) nehmen wir auch reflektierten Schall wahr (die Schallanteile, die einmal oder mehrfach im Raum reflektiert werden). Dies führt in offenen Bürolandschaften bzw. Großraumbüros dazu, dass der Schallpegel im Raum überproportional ansteigt (Pegelüberhöhung) und sich Störgeräusche über vergleichsweise weite Distanzen ausbreiten. In Besprechungsräumen bewirken harte reflektierende Flächen sowohl für Redner als auch für Zuhörer eine verschlechterte Sprachverständlichkeit und damit eine vergrößerte Anstrengung. Schnelleres Ermüden bzw. Überhören wichtiger Informationen können in beiden Fällen die Folgen sein.

Aktivität und Akustik

Raumakustischer Komfort™ passt die Innenraumgestaltung der Nutzung an. Eine gelungene Büroraumakustik ist Voraussetzung für:

- **Verringerung des Lärms als Belastungsfaktor**
- **Bessere Sprachverständlichkeit, welche die Verständigung erleichtert ohne andere zu stören**
- **Niedrige Geräuschpegel, die berufsbedingten Hörschäden und Stresserkrankungen vorbeugen**
- **Bessere Arbeitsatmosphäre, die den Teamgeist und die Zufriedenheit der Mitarbeiter fördert**

Effizienz in der Gestaltung von Büros definiert sich heute nicht selten über eine intensive Flächennutzung, andererseits aber auch über die Mobilität im Raum und die Attraktivität der zur Verfügung gestellten Arbeitsflächen. Erfolgreiche Unternehmen stellen sich als „lernende und dynamische Organisation“ auf und nutzen geschickt die Verarbeitung von Informationen und deren Verknüpfungen. Durch eine offene Büroraumgestaltung werden diese Abläufe zusätzlich gestärkt und tragen zudem zu einer hohen Flächeneffizienz bei. Veränderungen in der Raumstruktur – vom Zellenbüro zur Bürolandschaft – erfordern eine Anpassung der Mitarbeiter an die neue Situation, vor allem die Akzeptanz der „Öffnung“ der persönlichen Bereiche. Wenn zusätzlich in dem Gebäude eine Vielzahl von Glaselementen, Betonwänden oder anderen schallharten Materialien als raumtrennende Elemente genutzt werden und das zu einer Beeinträchtigung der Raumakustik führt, steigen die Risiken einer Ablehnung der neuen Raumsituation extrem an.

Aktivitätsbasierte Raumgestaltung

Verschiedene Raumtypen sind idealerweise den Aktivitäten zugeordnet, die sie am besten unterstützen:

- Isolierte Büros für Gespräche mit besonderen Diskretionsanforderungen
- Ineinander greifende Raumformen, offene Bereiche und Flure für die Kombination verschiedener Tätigkeiten
- Kommunikationsräume für einen optimalen sprachlichen Austausch

Eine gute akustische Raumgestaltung bietet die Möglichkeit zur optimalen Konzentration auf die zu lösende Aufgabe, ohne dabei eine Separation der Mitarbeiter herbeizuführen. Die Herausforderung besteht deshalb darin, eine Umgebung zu schaffen, die für Kommunikation und Konzentration gleichermaßen geeignet ist.

Bewusstes Entscheiden

Voraussetzung für ein angenehmes Arbeitsumfeld ist vor allem die bewusste Entscheidung, welches Maß an Kommunikation und Verständigung zwischen den benachbarten Kollegen erlaubt bzw. gewünscht ist. Als Ergänzung zu offenen Flächen der Teamarbeit und des informellen Austauschs können Rückzugsgebiete sehr effektiv mit gesonderten Räumen oder klar abgetrennten Bereichen geschaffen werden. Für den raumakustischen Komfort in offenen Bürolandschaften gilt deshalb die Frage, wie stark die akustischen Maßnahmen im Raum die Ausbreitung des Schalls vermindern und gleichermaßen die sprachliche Qualität am jeweiligen Arbeitsplatz anheben. Denn in Büroumgebungen haben Umgebungsgeräusche eine spürbare Auswirkung auf Arbeitsleistung sowie psychisches und körperliches Wohlbefinden der Anwesenden. Schnell wirken Stimmen und Hintergrundgeräusche ablenkend und störend.

Kritische Faktoren

Die Auswirkungen von Umgebungslärm auf das Leistungsvermögen sind seit langer Zeit detailliert und nachhaltig erforscht. Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht haben sich zwei Faktoren als besonders störend herausgestellt:

Der Lautstärkepegel des Umgebungslärms beeinflusst die Wahrnehmung, indem er relevante Informationen verhüllt. Auch die Aufmerksamkeit des Gestörten sinkt, wenn unregelmäßige, impulshaltige Signale von der Aufgabe ablenken. Dies beeinträchtigt nachweislich bereits die Erledigung selbst gering qualifizierter Aufgaben.

Die Forschung zeigt, dass inhaltlich verständliche Störsignale die Informationsentschlüsselung wichtiger Botschaften stören. Die inhaltliche Verständlichkeit, etwa sprachlicher Äußerungen von Kollegen, beeinträchtigt die kognitive Leistungsfähigkeit in hohem Maße – insbesondere, wenn man für die zu lösende Aufgabe auf das Arbeits- oder Langzeitgedächtnis zurückgreifen muss. Dies zieht eine gesteigerte Anspannung und Ermüdung nach sich. Selbst wenn der Störungsgrad bei leiseren, gut verständlichen Störsignalen subjektiv häufig nicht als hinderlich empfunden wird, tritt diese Leistungsminderung ein.

Fazit

Das Arbeiten in offenen Bürolandschaften erfordert gute Sprachverständlichkeit über kurze Wege ebenso wie die Begrenzung der Schallausbreitung über lange Wege, um die Störung anderer Personen oder Arbeitsgruppen möglichst gering zu halten. Die Möglichkeit, benachbarte Kollegen leise und trotzdem deutlich anzusprechen, verringert das Störpotential im gesamten Raum und schafft dadurch besseren raumakustischen Komfort.

Lautstärkepegel

Planungsziel 1:

Eine akustisch hochwertige Büroplanung ist bestrebt, für den Nutzer eine möglichst leise Arbeitsatmosphäre zu schaffen.

Inhaltliche Verständlichkeit

Planungsziel 2:

Eine akustisch hochwertige Büroplanung ist bestrebt, gegenseitige Störungen der Nutzer weitmöglichst zu verhindern.

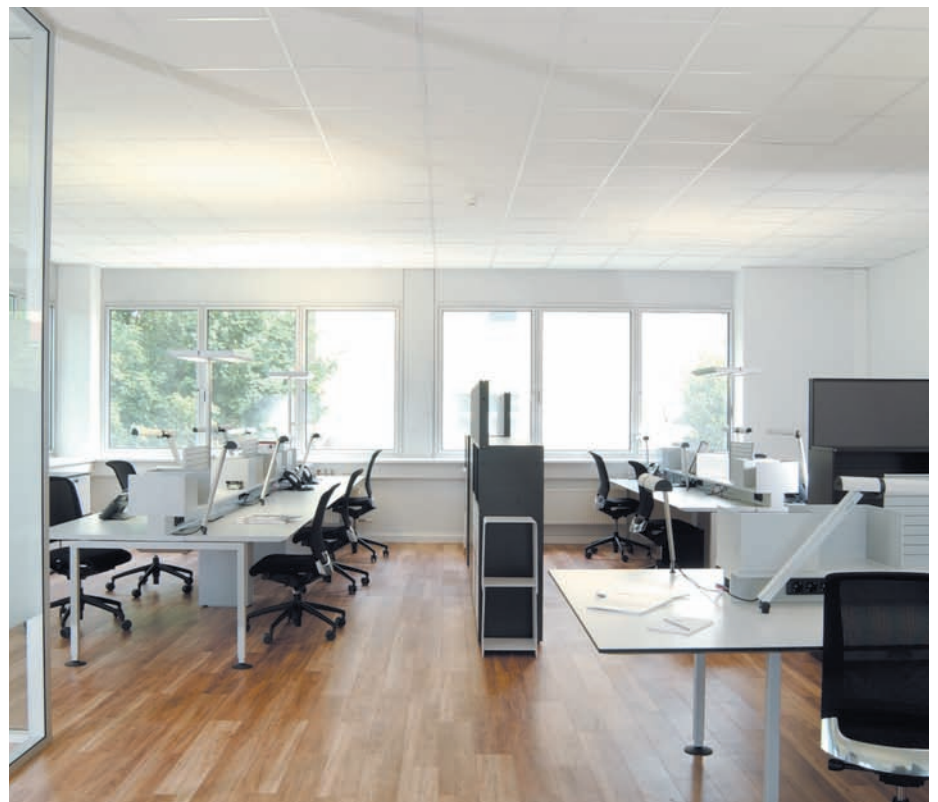


Ganzheitliche Bürogestaltung

**Eine intelligente Raumplanung bringt
Licht + Luft + Akustik unter einen Hut.**

Je früher, desto besser

Eine gelungene Bürogestaltung orientiert sich an den Kernbedürfnissen im Arbeitsalltag. Das ausgewogene Zusammenspiel von Luft-, Licht- und Akustikklima ist eine wesentliche Voraussetzung für die Akzeptanz und Funktionalität von Räumen. Deshalb kommt ihnen mit der speziellen Fachplanung in vielen Projekten die angemessene Bedeutung zu. Andererseits bleibt eine frühzeitige Abstimmung oftmals unbeachtet – und die Zusammenführung der akustischen, lichtplanerischen und thermischen Konzepte fällt in einer späten Planungsphase nicht immer leicht. Konflikte aus den unterschiedlichen Anforderungen von Licht-, Luft- und Akustikplanung führen dann zu teuren Lösungen oder zur teilweisen, oder schlimmstenfalls vollständigen Abwahl von wichtigen Funktionen. Um dies zu vermeiden, ist es unerlässlich, die spezifischen Anforderungen an die verschiedenen Raum- und Gebäudefunktionen so früh wie möglich festzulegen.



Faktor Licht

Licht spielt eine wesentliche Rolle dabei, wie wir einen Raum wahrnehmen. Eine gute Beleuchtung bestimmt in hohem Maße unser persönliches Wohlbefinden.

Unser Sehen ist auf Tageslicht eingestellt. Deshalb ist die Tageslichtbeleuchtung von Räumen so wichtig für unser visuelles Leistungsvermögen. Selbst für die Gleichwertigkeit von Arbeitsplätzen besteht ein großer Anspruch auf ausreichend Tageslicht.

Um damit auch die Innenzonen von großen Büroflächen zu bedienen, eignen sich Lichtkuppeln oder Innenhöfe. In Ergänzung zum Beleuchtungsniveau sind die Sichtverbindung nach außen und die Minimierung von Blendung und Spiegelungen wichtige Anforderungen an die Tageslichtbeleuchtung. Grundsätzlich sollten Beleuchtungsanlagen eine Ergänzung zum Tageslicht darstellen.

Raumbelichtung optimieren

Da die Beleuchtung in Bürogebäuden nach wie vor einen hohen Anteil am Energieverbrauch des Gebäudes darstellt, ist es eine wichtige planerische Aufgabe, durch geeignete Maßnahmen die Lichtausbeute [1] zu vergrößern. Dazu zählen etwa:

- verstärkte Tageslichtnutzung durch Lichtlenkung
- Beleuchtungskonzept
- effiziente Leuchtmittel

Doch nicht nur die Wahl der Leuchtmittel und des Beleuchtungskonzeptes wirkt sich effizienzfördernd aus. Auch die Beschaffenheit der Deckenoberfläche ist ausschlaggebend für die lichtseitige Raumwirkung. Die bewusste Entscheidung für eine Oberfläche unterstützt dabei nicht nur die Beleuchtungsstärke im Raum, sondern zugleich architektonische Gesichtspunkte, z.B. die Bewahrung des natürlichen Charakters von Licht und Oberflächen. Eine Schlüsselposition nimmt dabei nicht nur die quantitative Stärke, sondern auch die Art der Lichtreflexion und Lichtdiffusion durch die Decke ein. Diese wird bei hochwertigen Oberflächen durch den Retroreflexionskoeffizienten beschrieben. Bei hohen Sehanforderungen ist eine Kombination aus direkter und indirekter Beleuchtung zu empfehlen. Indirekte Beleuchtung bietet Vorteile, wenn es um die Vermeidung von Blendungseffekten oder störenden Reflexionen geht. Gerade dann sind die Beschaffenheit und Leistungsmerkmale der Deckenoberfläche von essentieller Bedeutung, denn sie können zu einer verbesserten Energieausnutzung und zu einer angenehmeren Lebens- und Arbeitsumgebung beitragen.

Retroreflexion – Mehr als Reflexion und Diffusion

Der Vorteil von hochwertigen weißen Deckenflächen liegt neben diesen technischen Aspekten auch in ihrer ästhetischen Schlichtheit. Der Retroreflexionskoeffizient misst in diesem Zusammenhang, inwieweit die Decke aus dem Sichtwinkel des Nutzers unverfälscht wahrgenommen wird. Decken mit einem hohen Retroreflexionsgrad nehmen Farben, die über das Fenster oder die Wände einfallen, weniger stark auf. Sie glänzen weniger und verändern ihre Erscheinung bei wechselnden Perspektiven kaum. Herkömmliche Deckenoberflächen besitzen einen Retroreflexionsgrad von 30 - 45, innovative Farbbeschichtungen dagegen zeigen mit einem besonders hohen Retroreflexionsgrad (> 60), was moderne Oberflächen heute leisten können.

Effizienzfördernd

Weißer Decken reflektieren das Licht besser als dunklere, bedingt durch eine gute Lichtreflexion und -diffusion. Somit senken sie den Bedarf an künstlicher Beleuchtung.

Lichtreflexion und Lichtdiffusion

Eine glanzfreie Erscheinung des Deckenmaterials und die diffuse Form der Lichtverteilung über die Decke unterstützen ein maximales Eindringen von Licht in den Raum.

[1] Während die Zielgröße der Lichtausbeute für Kunstlichtquellen durch Lumen pro Watt definiert wird, kann die Beleuchtung von Räumen sinngemäß durch die Relation jährliche Belichtung (Lux-Stunden) pro jährlicher Gesamtprimärenergieverbrauch dargestellt werden.

Oberflächenschutz

Für eine gleich bleibende Lichtqualität im Raum ist auch die dauerhafte visuelle Erscheinung der großformatigen Oberflächen wichtig. Leicht zu reinigende, schmutzabweisende Materialien sind besonders bei hellen Oberflächen zu empfehlen. Auch akustische Deckenelemente sollten daher robuste und kratzfeste Oberflächen bieten, um ästhetische und funktionale Anforderungen nachhaltig zu erfüllen.

Tageslicht kontra Sonnenschutz

Die Funktion der Raumbeleuchtung ist eng verknüpft mit anderen Funktionen, die die Gebäudehülle und die massiven Bauteile betreffen. Häufig konkurrieren hier Anforderungen miteinander. Tageslichtnutzung mit hohen Beleuchtungsstärken und freier Aussicht steht gegen Sonnenschutz und Reduzierung der solaren Wärmeeinträge. Für architektonische Konzepte, die zugunsten der Transparenz auf Sonnenschutz verzichten, müssen deshalb Alternativen gefunden werden, so etwa reflektierendes Glas als Sonnenschutz, um Blendeffekte zu vermeiden, oder mikrostrukturierte Oberflächen von Fenstern, um Tageslicht und Sonnenschutzeffekte zu erzielen.

Konsequenzen

- Fassade unter licht- und wärmetechnischen Gesichtspunkten planen
- Arbeitsplätze blendfrei anordnen
- Direktblendung begrenzen (Blickrichtung möglichst parallel zum Fenster)
- Reflexblendung begrenzen (Spiegelung auf Arbeitsoberflächen, z.B. Bildschirm)
- Wenn möglich, vollflächige Deckenbelegung mit hohen Reflexions-, Diffusions- und Retroreflexionskoeffizienten
- Nutzung von horizontalen bzw. freihängenden Deckenelementen zur Verstärkung der Beleuchtung durch hohe Lichtreflexions- und Diffusionseigenschaften
- Sensible Ausrichtung der Deckenelemente, um die Tageslichtausbeute zu unterstützen



Faktor Luft

Verdichtete Flächen und eine Vielzahl von Bürogeräten führen zu einem veränderten Bedarf nach Temperierung des Gebäudes.

Die Gebäudeklimatisierung in Bürogebäuden orientiert sich inzwischen hauptsächlich am Schutz vor sommerlicher Überhitzung. Für ein jeweils individuelles Energiekonzept stehen dabei passive und aktive Systeme zur Verfügung.

Voraussetzung für ein Gebäude mit behaglichem Innenraumklima und minimiertem Energieeinsatz bildet seine bauliche Gestaltung, das passive Konzept. Innenhöfe und Pufferzonen zur Wärmespeicherung, wärmedämmende Umschließungsflächen, kompakte Bauweise, Sonnenschutzmaßnahmen und wärmespeichernde konstruktive Bauteile zählen dazu.

Die wesentlichen Entscheidungen zur Gebäudegestaltung können ergänzt bzw. unterstützt werden von anlagentechnischen Lösungen, die technische Verfügbarkeit und Nutzerkomfort auf Basis eines aktiven Konzeptes effizienter und zügiger herstellen können. Dabei stehen Energie sparende Systeme, so etwa eine kontrollierte bedarfsgerechte Lüftung mit Wärmerückgewinnung, und die Nutzung regenerativer Energieformen im Vordergrund.

Betonkerntemperierung kontra Akustik?

Die Herausforderung liegt vordergründig in einer entsprechenden Koordination von Raumkühlung und akustischen Maßnahmen an Decken und Wänden. Eine frühzeitige Abstimmung beider Fachbereiche ermöglicht integrierte Konzepte, die sowohl den thermischen als auch den akustischen Ansprüchen gerecht werden.

Effizient für den Nutzer

Die individuelle Regelbarkeit von Frischluft und Temperatur wird als positiv empfunden.

Häufige Anwendung findet eine Art der Flächentemperierung, die niedrige Investitionskosten mit niedrigen Betriebskosten verbindet: die Betonkerntemperierung mit Nutzung von Erdwärme.

Fazit

Anlagentechnische Lösungen [1] dienen u.a. der Raumbelüftung und Klimatisierung. Sie sind nicht allein in ihrer Dimensionierung, sondern auch in ihrer Wirkungsweise abzustimmen auf das architektonische Konzept, auf die Nutzung und die zu erwartende Belegung der Räumlichkeiten. Dann entstehen Büroräume, die eine Flexibilität in der Nutzung bieten und in Wechselwirkung mit dem Nutzer effizient und unterstützend wirken. Am thermischen Wohlbefinden sind folgende raumbezogene Parameter maßgeblich beteiligt:

- Lufttemperatur
- Luftbewegungen
- Luftfeuchte
- mittlere Strahlungstemperatur der Umgebungsflächen.



Planungsgrößen

Das subjektive Empfinden der einzelnen Klimakomponenten unterscheidet sich natürlich individuell. Gesetzgebung und Normung haben aus arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen jedoch Größen abgeleitet, die an Büroarbeitsplätzen vorliegen sollten, da sie für ein ausgeglichenes Klimaempfinden sorgen.

Temperatur [2]

Im Kühlfall Wärmestrahlungsquellen meiden!

Die Lufttemperatur ist durch die Empfindlichkeit unserer Wärme- bzw. Kälterezeptoren in der Haut leicht wahrnehmbar. Sie ist mit 20°C für Büroräume auf einen engen Rahmen festgelegt. Da für den Nutzer nicht unterscheidbar ist, ob die klimatische Wahrnehmung durch die Luft oder die Wärmestrahlung von Oberflächen entsteht, ist die operative bzw. empfundene Raumtemperatur ein wichtiges Maß. Sie bildet den Mittelwert der Lufttemperatur und der Strahlungstemperatur der Oberflächen ab. Dabei gilt einzuhalten: im Winter 19 - 24°C, im Sommer 23 - 26°C.

Luftbewegungen

Zugluft vermeiden!

Luftbewegungen sind für den Wärmetransport erforderlich; eine unerwünschte Form ist jedoch die Zugluft. Zu hohe Luftbewegungen, die zu einer örtlichen Abkühlung führen können, werden als Zugluft wahrgenommen. Schwankungen der Luftgeschwindigkeit (Turbulenzen) werden auf der Haut als Temperaturschwankungen und daher als unangenehm empfunden. Bei einer Luftgeschwindigkeit <0,2 m/s tritt bis zu einer Lufttemperatur von 20°C keine Zugerscheinung auf.

Luftfeuchte

Luftfeuchte entsprechend der Temperatur regeln!

Eine große Spannweite von 30 - 70% relative Luftfeuchte wird als behaglich empfunden [3]. Dabei gilt, je höher die Luftfeuchte, desto intensiver wird die Temperatur wahrgenommen. Zu niedrige Luftfeuchten können Atemwegserkrankungen fördern.

Luftqualität und Lüfterneuerung

Genügend Sauerstoff bereitstellen!

Die Lüftung versorgt den Raum mit frischer Atemluft, die frei von Gerüchen und anderen gas- und staubförmigen Luftverunreinigungen ist. Nach neueren Untersuchungen [4] sollte die Kohlendioxidkonzentration von 1000 ppm nicht überschritten werden, da sonst bereits Befindlichkeitsstörungen auftreten können. Der benötigte Luftwechsel richtet sich nach der Personenbelegung, den in den Räumen vorhandenen Wärmelasten und Schadstoffquellen [5]. In vielen Gebäuden ist das Luftsystem auf die hygienisch minimal geforderten Luftwechselraten ausgelegt. Dies kann bei Änderungen in der Raumnutzung nachteilig sein.

[1] Raumlufttechnische (RLT) Anlagen umfassen sowohl Lüftungs- als auch Klimaanlage. Unter Klimaanlage werden die Anlagen zusammengefasst, die Lüftungs- und Luftbehandlungsfunktionen regeln: Kühlen, Heizen, Be- und Entfeuchtung.

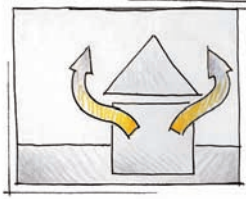
[2] Vgl. Arbeitsstättenrichtlinie Raumtemperaturen ASR 6/1.3 und DIN EN ISO 7730

[3] Vgl. DIN EN ISO 7730

[4] „Die Daten für Kohlendioxid bilden einen wesentlichen Indikator für die Raumluftqualität. Als Richtwert gilt allgemein, dass die Konzentration von 0,1 Vol.-% Kohlendioxid (1000 ppm bzw. 1800 mg/m³) - Pettenkoferzahl - nicht überschritten werden sollte.“ Vgl. Aufsatz „Beurteilung der Raumluftqualität an Büroarbeitsplätzen“ 2004 von N. Schlechter, K. Pohl, A. Barig u.a., Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz, Sankt Augustin

[5] Geringere Luftwechselraten als 2 h-1 sind aufgrund der Luftverunreinigungen im Büro nicht empfehlenswert. Vgl. Klaus Fitzner, Wandlung der Lüftungssysteme in Büros durch verringerte thermische Lasten, 2003, Herrman-Rischel-Institut für Heizungs- und Klimatechnik, TU Berlin

Unterschieden wird zwischen Systemen der Lüftung ...



Natürliche (Freie) Lüftung

Die natürliche Lüftung nutzt die direkte oder indirekte Zuführung von Außenluft. Sie bietet damit eine Lüfterneuerung, die infolge der natürlichen Druckunterschiede zwischen außen und innen entsteht (durch Wind und/oder Temperaturdifferenzen), ohne kraftgetriebene Ventilatoren zu verwenden. Mehrstöckige Erschließungs- und Aufenthaltsbereiche wie Atrien nutzen den sich einstellenden Kamineffekt durch den Auftrieb warmer Luft.

Technische (Mechanische) Lüftung

Entgegen der natürlichen Variante stellt die mechanische Lüftung eine kontrollierte Zuluftversorgung über gesteuerte Lüftungselemente sicher. Damit sorgt sie für das Wohlbefinden der anwesenden Personen, unabhängig von deren Tätigkeit oder der Wetterlage.

Die dichte Belegung von Gebäuden führt häufig dazu, dass die natürliche Lüftung an ihre Grenzen gerät. Dann wird die Gebäudetechnik durch technische Lüftung (Raumlufthexnische (RLT) Anlagen) ergänzt oder ersetzt. Diese sind inzwischen häufig variabel ausgelegt und somit an verschiedene Lastfälle (z.B. Sommer- oder Wintersituation) anpassbar.

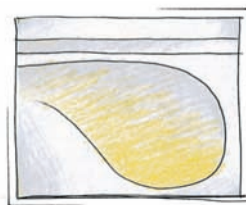
... und der Raumluffführung

RLT-Anlagen in der Büroanwendung bedienen sich hauptsächlich zweier Verfahren der Raumluffführung, die unterschiedliche Auswirkungen auf die Anwendbarkeit akustischer Systeme haben.



Quelllüftung

Bei der Quelllüftung von unten entsteht eine Temperaturschichtung im Raum. Diese soll im Aufenthaltsbereich (bis zur Höhe von 2,0 m) die Behaglichkeit gewährleisten. Die kühle Luft breitet sich am Boden aus, wärmt sich dort auf und steigt an den Wärmequellen (Personen, Geräte) im Raum auf. Die Kühlung findet dort statt, wo sie gebraucht wird. Die sich vertikal aufbauende Temperaturschichtung ist ein wichtiger Bestandteil des Wirkprinzips. In Verbindung mit Betonkerntemperierung oder Kühldecken kann die Behaglichkeit im Raum deutlich erhöht werden. Bei großen Fensterflächen im Raum kann die Temperaturschichtung gestört werden. Die Quelllüftung ist besonders wirksam bei Raumhöhen bis zu 3,0 m und üblichen Fensteranteilen im Raum.



Mischlüftung/Verdünnungslüftung

Bei der Mischlüftung wird Wärme durch Konvektion transportiert und es entsteht ein guter Temperatursausgleich im Raum und an den Umgebungsflächen. Die Luft wird von den Öffnungen an der Decke entlang nach unten in den Raum geführt, wo eine diffuse Strömung entsteht. Die Mischlüftung kann ihre Wirkung auch bei sehr großen Fensterflächen gut entfalten.

Faktor Akustik

Gute Akustik ist eine unverzichtbare Grundvoraussetzung für funktionelle Gebäude! Schallabsorption, Schallreflexion, Schallstreuung und Schallausbreitung sind wesentliche Aspekte des raumakustischen Komforts™.

Um es vorweg zu nehmen: Büroakustik ist ein komplexes Thema. Eine Analyse der Beziehungen zwischen dem Nutzer, den räumlichen Gegebenheiten und den dort stattfindenden Aktivitäten zeigt eine große Vielfalt heutiger Büroszenarien.

In jedem Fall aber wird die Hörwahrnehmung der Nutzer von verschiedenen akustischen Qualitäten geprägt, die sich direkt oder indirekt auf die Leistungsfähigkeit niederschlagen: Deutlichkeit, Stärke, Halligkeit und die räumliche Pegelminderung des Signals sind dabei die wesentlichen Kategorien der menschlichen Hörwahrnehmung:

Die **Halligkeit** beschreibt die Zeit, in welcher eine erzeugte Schallenergie im Raum abgebaut wird. Ein Raum mit vorwiegend harten Oberflächen wird als halliger empfunden, als ein stark möblierter, mit schallschluckenden Materialien ausgestatteter Raum.

Die **Deutlichkeit** schildert die Qualität der Sprachübertragung zu einem Zuhörer. In schallharten Räumen mit hohem Umgebungsgeräuschpegel ist die Verständigung meist deutlich erschwert. Eine gute Deutlichkeit ist besonders für Kommunikations- und Besprechungsräume eine wichtige Eigenschaft.

Die **(Laut-)Stärke** ist der Pegel, mit dem wir Schall empfinden. In schallharten Räumen werden höhere Lautstärken erzeugt als in Räumen mit zusätzlicher Schallabsorption. Die Stärke ist vor allem an jenen Orten maßgeblich, wo besonders auf niedrige Geräuschpegel geachtet wird.



Die **räumliche Pegelminderung** ist hingegen für die Wahrnehmung und Akzeptanz von offenen Bürolandschaften oder Großraumbüros von besonderer Bedeutung. Sie beschreibt die Abnahme des Schallpegels mit steigender Entfernung zur Schallquelle und wird in hohem Maß durch das Design eines Raumes (Form, Möblierung, Oberflächen usw.) beeinflusst. Grundvoraussetzung für eine hohe räumliche Pegelminderung ist aber eine stark absorbierende Ausstattung des Raumes. Neben der weiträumigen Raumgestaltung wird so die zunehmende Verwendung von schallharten Materialien an Decken und Wänden zur akustischen Herausforderung:

Die Idealkurve der Schallausbreitung findet sich in der Natur. Die Schallausbreitung im freien Feld nimmt bereits in wenigen Metern Entfernung stark ab. Das Diagramm zeigt, dass sich die Schallausbreitung in einem Raum mit Akustikdecke der Natur annähern kann, ganz im Gegenteil zu schallharten Räumen ohne akustische Maßnahmen. Gleichzeitig reduziert sich auch die Stärke eines Signals infolge des effizienten Schallabbaus. Damit kann bereits auf mittleren Raumdistancen ein vergleichsweise hohes Maß an Privatsphäre erreicht werden. Diese Eigenschaft schafft nicht nur dem Nutzer eine „natürliche“ Arbeitsumgebung, sondern wird auch der besonderen Nutzung im Büroalltag gerecht. Die Planung der Schallausbreitung im Raum gilt heute für Bürogebäude als wichtigste akustische Qualität, insbesondere, da dieser Aspekt es ermöglicht, die Beziehungen zwischen verschiedenen Raumpositionen zu definieren.

Speech Privacy Index (SPI oder PI)

Der PI ist ein wichtiges Maß, um die Vertraulichkeit bzw. den Grad an Verständlichkeit für einen nicht direkt am Gespräch beteiligten Zuhörer einzuordnen. Eine gute Privacy wird beispielsweise erreicht, wenn der Abstand zwischen dem Signal und dem Hintergrundgeräusch genügend klein ist, und somit das Sprachsignal von der Umgebung nicht mehr verstanden wird. Der PI reicht von 0 bis 100% (vollständige Ungestörtheit).

Privacy Distance d

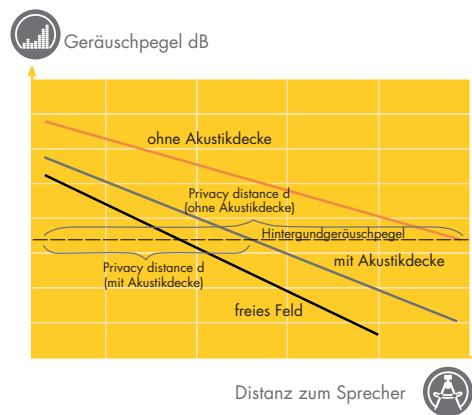
Die Übertragung kritischer, weil verständlicher Sprachfrequenzen soll nur auf einem kurzen Weg erfolgen. Für jemanden außerhalb dieser Distanz soll die Schallquelle sich nicht mehr störend auswirken, da sich das Geräusch unterhalb des Hintergrundgeräuschpegels befindet. Damit stellt sich auf diese Distanz eine gegenseitige Ungestörtheit ein bzw. der Charakter von Privacy.

Schalldruckpegelüberhöhung (DLf)

Im Gegensatz zum reflexionsfreien Raum, wie er unter üblichen Bedingungen nicht existiert, ist die Schallausbreitung durch zahlreiche Reflexionen beeinflusst. DLf zeigt die Differenz zwischen der tatsächlichen Schallausbreitung in einem Raum und der „natürlichen“ Schallausbreitung im Freifeld und weist so auf die Raumgüte hin.

Räumliche Schalldruckpegelabnahme bei Abstandsverdopplung (DL2)

Die Beschaffenheit der Oberflächen im Raum bestimmt das Energiefeld des Schalls. Der DL2 untersucht die Schalldruckpegelabnahme im verdoppelten Abstand zur Schallquelle und ist ein wichtiger Parameter zur Verdeutlichung der Schallausbreitung im Raum.



Für die Planung eines bestmöglichen raumakustischen Komforts kommt es also darauf an, in Abhängigkeit von Raum und Nutzung die relevanten akustischen Qualitäten zu definieren und diese durch entsprechende objektive Parameter zu beschreiben.

Deskriptoren

Neben konzeptionellen Überlegungen sind auch die physikalischen Rahmenbedingungen bei der Auswahl der akustischen Kriterien zu beachten. So beziehen sich viele klassische raumakustische Messkriterien (z.B. Messung der Nachhallzeit) und Richtwerte auf einfache, kubische Formen mit einer gleichmäßigen Schallfeldstruktur im Raum. Diese Verhältnisse treffen jedoch speziell für offene Bürolandschaften nicht zu: Hier werden die Raumdimensionen durch große Raumtiefen bestimmt. Auch die meist ungleichmäßige Verteilung der Absorption im Raum beeinträchtigt die für eine Bestimmung der Nachhallzeit erforderliche akustische Diffusität.

Am Seitenrand finden Sie eine Auswahl der wichtigsten raumakustischen Deskriptoren für die räumliche Pegelminderung.

Fazit

Insbesondere in großformatigen Räumen und Bürolandschaften ist die Ausbreitung des Schalls über große Entfernungen hinderlich. Eine gute akustische Grundversorgung über die Decke trägt deutlich zum Schallabbau im Nah- und Mittelbereich bei. Damit verkleinert sich der Radius, in dem Gespräche deutlich verstanden werden können.

Normative Anforderungen für Büroarbeitsplätze

Allgemeine Planungsgrundlagen und normative Lösungsansätze finden sich in allen wesentlichen Werken der Büroplanung und Bildschirmarbeitsplatzgestaltung. Sie enthalten Mindestangaben zum Schallschutz, um Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer zu gewährleisten.

VDI 2569

Die Richtlinie **VDI 2569** „Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro“ befindet sich derzeit in Überarbeitung. Die Angaben aus der Fassung von 1990 dienen der schalltechnischen Optimierung von Büroräumen mit dem Ziel, Belastungen und Beanspruchungen durch Lärm, insbesondere Störungen und Beeinträchtigung der sprachlichen Kommunikation zu begrenzen bzw. zu vermeiden. Die VDI 2569 definiert dazu entsprechende Geräuschgütemerkmale für Einzel- und Mehrpersonenbüros sowie für unterschiedliche Tätigkeiten. Dies betrifft maximal auftretende Schalldruckpegel von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung.

Berufsgenossenschaftliche Informationen

Die Berufsgenossenschaften und die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin schreiben in ihrem Leitfaden für die Gestaltung von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen einen Beurteilungspegel von max. 55 dB für überwiegend geistige Tätigkeiten fest, weisen jedoch explizit darauf hin, dass „auch Geräusche weit unterhalb dieser Grenzwerte [...] unangenehm und lästig wirken und dadurch besonders Konzentration [und] Entscheidungszeiten [...] beeinträchtigen“.

BGI 650; Ausgabe Januar 2006

Empfehlungen zur Schallabsorption DIN 18041

Die deutsche Raumakustiknorm DIN 18041 empfiehlt für Büroräume (als Raum der Gruppe B; vgl. links) akustische Maßnahmen, „[...] die eine dem Zweck angepasste Sprachkommunikation über geringe Entfernungen ermöglichen. [...] [Diese] basieren auf der Erhöhung der Schallabsorption und dienen der Verringerung des Gesamtstör-schalldruckpegels [...]“.

In Anlehnung an die DIN EN ISO 11654 nennt die DIN 18041 Orientierungswerte für mit Schallabsorbieren zu belegende Decken- bzw. Wandflächen, bezogen auf die Raumgrundfläche (siehe nebenstehende Kästen).

Maximale Hintergrundgeräuschpegel nach VDI 2569:

Einzelbüros:
30 - 35 dB [1]

Mehrpersonenbüros:
30 - 45 dB

Besprechungsräume:
30 - 35 dB

[1] Für Dauergeräusche von Lüftungstechnischen Anlagen ohne auffällige Einzeltöne sind auch bis zu 40 dB angemessen.

Anwendungsbereich	<ul style="list-style-type: none"> • Call Center und Büros mit starkem Kommunikationsverkehr • Lesesäle/Bibliotheken • Werkräume • Verkaufsräume 			
	Absorptionsklasse „höchst absorbierend“ α_w	Absorptionsklasse „höchst absorbierend“ α_w	Absorptionsklasse „hoch absorbierend“ α_w	Absorptionsklasse „absorbierend“ α_w
Absorptionsleistung des Absorbers	1,00 - 0,90	0,85 - 0,80	0,75 - 0,60	0,55 - 0,30*
zu belegende Raum- bzw. Wandfläche**	90% 100%	110%	120% 150%	160% 200%

* Absorber mit $\alpha_w < 0,45$ sind für diesen Anwendungsbereich nicht geeignet

Anwendungsbereich	<ul style="list-style-type: none"> • Mehrpersonen- oder Großraumbüros mit Büromaschinen • Operationssäle, Krankenzimmer • Schalterhallen • Bürgerbüros 			
	Absorptionsklasse „höchst absorbierend“ α_w	Absorptionsklasse „höchst absorbierend“ α_w	Absorptionsklasse „hoch absorbierend“ α_w	Absorptionsklasse „absorbierend“ α_w
Absorptionsleistung des Absorbers	1,00 - 0,90	0,85 - 0,80	0,75 - 0,60	0,55 - 0,30*
zu belegende Raum- bzw. Wandfläche**	70% 80%	80% 90%	90% 120%	130% 200%

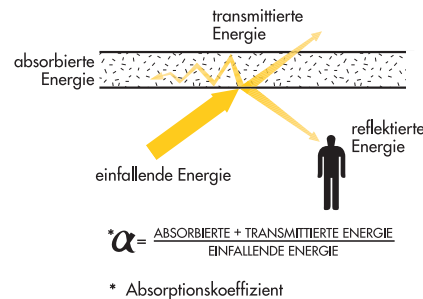
* Absorber mit $\alpha_w < 0,35$ sind für diesen Anwendungsbereich nicht geeignet

** Die Angaben gelten in üblicher Geschosshöhe. Fremdbelegte Flächen, z.B. durch Beleuchtung, Lüftungsauslässe, Friese etc., müssen aus der absorptionswirksamen Fläche herausgerechnet werden!

Schallabsorptionsklassen

Wenn Schall auf Oberflächen trifft, wird er, je nach Beschaffenheit des Materials, entweder von diesem aufgenommen und in andere Energieformen umgewandelt (Absorption), das Material durchdringen (Transmission) oder von diesem in den Raum zurückgeworfen (Reflexion). Durch messtechnische frequenzabhängige Bestimmung dieser drei Vektoren lässt sich über den Schallabsorptionsgrad α_w die akustische Leistungsfähigkeit eines Absorbers beschreiben:

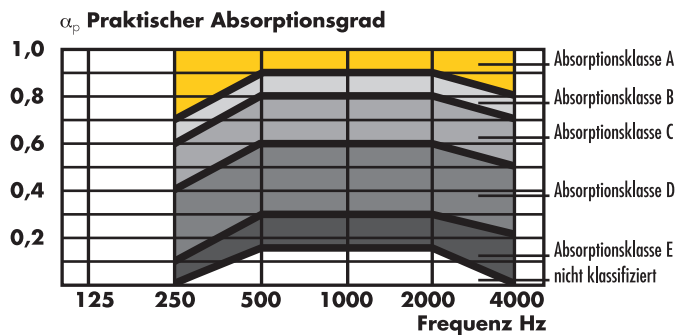
$\alpha_w = 0$ entspricht 100% Reflexion; $\alpha_w = 1,0$ entspricht 100% Absorption.



Hinweis:

Die ermittelten Absorptionsgrade stehen dabei immer im Zusammenhang mit der jeweils im Hallraum aufgebauten Konstruktion (z.B. Abhängenhöhe) und gelten ausschließlich für diese Bedingung!

Zur einfacheren Bewertung der einzelnen Materialien werden sie gemäß DIN EN ISO 11654 in Absorptionsklassen A bis E eingeordnet. Diese basieren auf den Einzelwerten des gewichteten Schallabsorptionsgrades α_w . Für die Bestimmung der Absorptionsklasse eines Produktes wird bei diesem Verfahren die Absorptionsfähigkeit über den gesamten sprachrelevanten Frequenzbereich (250 - 4.000 Hz) berücksichtigt, wobei der jeweils schlechteste Einzelwert für die Einordnung maßgeblich ist.



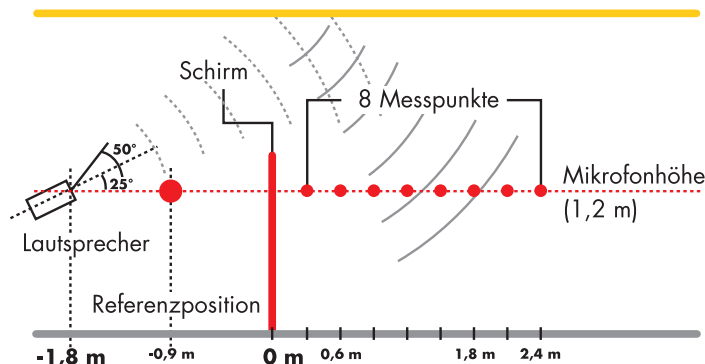
Prüfungen von unabhängigen Instituten sichern bei Ecophon-Absorbern die Korrektheit der angegebenen Absorptionsklassen. Kontinuierliche interne Qualitätskontrollen, kombiniert mit zufälligen Stichproben durch das Institut, gewährleisten jederzeit die zugesicherten Materialeigenschaften. Zögern Sie nicht, entsprechende Zertifikate anzufordern!

Artikulationsklassen

Die Verbesserung der Privatsphäre bzw. der Diskretion (sog. „Speech Privacy“) ist in Bürolandschaften ebenso wie in anderen offenen Bereichen ein häufig gefordertes Planungsziel, um trotz der Offenheit eine möglichst ungestörte Arbeitsatmosphäre zu gewährleisten. In einem solchen Fall ist die akustische Trennung von nahegelegenen Arbeitsplätzen zur Direktschallunterbrechung ein wichtiges Gestaltungselement. Im Zusammenspiel mit Trennwänden oder Raumteilern bekommt die Deckenfläche jedoch eine zusätzliche Funktion: Während bislang vor allem ihre absorbierende Eigenschaft von Interesse war, steht nun ihr Beitrag zur Schallausbreitung in den Raum im Mittelpunkt. Beide Parameter sind zwar im Wirkprinzip miteinander verbunden, dennoch lässt sich die Frage nach der Schallausbreitung mit den üblichen Absorptionskoeffizienten nicht zufrieden stellend beantworten.

Bislang gibt es im europäischen Kontext noch kein allgemein anerkanntes Verfahren, mit dieser Problematik umzugehen. In den USA existiert hingegen seit vielen Jahren ein weit verzweigtes System normativer Aussagen zur Schallausbreitung in Großraumbürolösungen, die noch zaghafte, aber zunehmend auch im europäischen Raum und Normwesen diskutiert werden. So liefert die von der ASTM entwickelte **Artikulationsklassifizierung** verlässliche Aussagen über den Beitrag einer Deckenfläche zur Schallausbreitung über Stellwände hinweg.

Das in den USA genormte Messverfahren zur Bestimmung der Articulation Class (AC) orientiert sich stark an der praktischen Problematik in offenen Großraumlösungen:



ASTM E 1111: Messmethode zur Bestimmung der Schallausbreitung

Ausgehend von einem Referenzarbeitsplatz hinter einer absorbierenden Trennwand wird die von der Deckenfläche unterstützte Schallausbreitung an verschiedenen Messpunkten ermittelt. Die gemessenen Pegelreduktionen an jedem Messpunkt werden frequenzabhängig gewichtet, summiert und gerundet. Der Messpunkt mit dem schlechtesten Ergebnis kennzeichnet den AC-Wert des Deckenmaterials. Im Ergebnis liefert das Verfahren einen abstrakten Zahlenwert, der das Verhalten der Deckenfläche jedoch recht genau beschreibt.

Dabei gilt: Je höher der AC-Wert eines Materials, desto stärker wird die Privacy empfunden bzw. sinkt die Privacy distance d . Der National Research Council Canada (NRC) empfiehlt für Büroräume einen minimalen AC-Wert von 180.

Fazit

Für eine gelungene Akustikatmosphäre in der offenen Bürolandschaft gilt es, bei der Auswahl des absorbierenden Deckenmaterials zusätzlich zur Absorptionsklasse A die Artikulationsklasse ≥ 180 zu beachten.

AC-Werte mit Materialbeispielen

AC 220	•	
AC 210	•	
AC 200	•	z.B. mikroperforierte Farboberfläche auf 40 mm Glaswollabsorber
AC 190	•	
AC 180	•	z.B. mikroperforierte Farboberfläche auf 20 mm Glaswollabsorber
AC 170	•	
AC 160	•	z.B. genadelte Farboberfläche auf 16 mm MF-Platte
AC 150	•	z.B. gelochte 13 mm GK-Platte mit Akustikvlies

Akustische Lösungen für die Praxis

Die akustischen Eigenschaften eines Raumes werden durch dessen Form, die Größe, die absorbierenden Eigenschaften seiner Oberflächen sowie die Möblierung bestimmt.

Je nach baulicher Situation und Raumstruktur ist es die Aufgabe der akustischen Planung, Lösungen zu finden, die all diese Faktoren mit einbeziehen und die Absorption, die Ausbreitung und Verteilung des Schalls im Raum entsprechend der gewünschten Raumnutzung regulieren. Voraussetzung für ein angenehmes Arbeitsumfeld ist dabei eine bewusste Nutzerentscheidung, welches Maß an Kommunikation und Verständigung zwischen benachbarten Kollegen erlaubt bzw. gewünscht ist.

Mit einer vorausschauenden Planung ist es dem Fachplaner für Akustik dann möglich, das Bürokonzept und die räumlichen Bedingungen so aufeinander abzustimmen, dass sowohl den akustischen als auch den lichtplanerischen und thermischen Anforderungen Rechnung getragen werden kann. Für die Bedarfsklärung der raumakustischen Gestaltung ist ein Prozess in drei Schritten empfehlenswert.



Drei Schritte zu raumakustischem Komfort:

1. Schritt:

Grundversorgung des Raumes mit Absorption: Absorptionsplanung

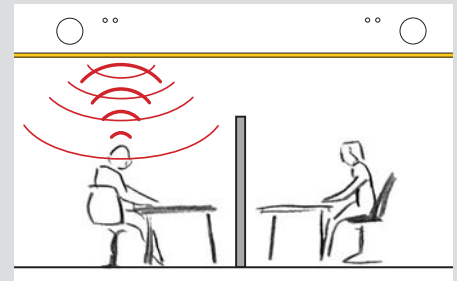
- Analyse der zur Verfügung stehenden Flächen für einen effizienten Schallabbau im Raum
 - Steht die Deckenfläche (voll oder anteilig) zur Verfügung?
 - Können ergänzend Wandpaneele installiert werden?
 - Können Möbeloberflächen die Absorption im Raum ergänzen?
- Auswahl und Platzierung von akustisch hochwirksamen Materialien

Eine ausreichende Absorptionsfähigkeit des Raumes ist die Grundvoraussetzung einer jeden gelungenen akustischen Raumplanung – mangelnde Absorption lässt sich durch andere Maßnahmen (z.B. Abschirmung) kaum kompensieren! Für eine akustische „Grundversorgung“ bietet sich die vollflächige Belegung der Decke mit Absorptionsmaterial an. Doch auch die Verwendung von Deckensegeln oder Baffeln kann diese Aufgabe übernehmen.

 - Die Wahl der „akustischen“ Deckenbelegung ist auf die baulichen Gegebenheiten, wie z.B. Betonkerntemperierung, Beleuchtung und Belüftung des Raumes, abzustimmen.
 - Generell gilt: je größer die sog. „äquivalente“ Absorptionsfläche, desto leiser wird der Raum und erlaubt gedämpftere Gespräche.
 - Die DIN 18041 nennt für verschiedene Raumtypen Orientierungswerte für die akustische Grundversorgung an Absorption.

Ecophon Empfehlung

100% Belegung der Deckenfläche mit Absorbern der Absorptionsklasse A gem. DIN EN ISO 11645



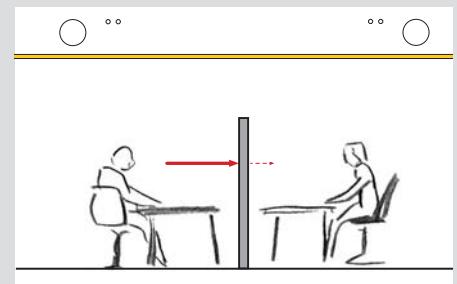
2. Schritt:

Direktschallunterbrechung durch Abschirmung

Eine bewusste Zonierung mit definierten Rückzugsgebieten und separaten Räumen ermöglicht auch in offenen Bürolandschaften ein hohes Maß an Privacy (Privatsphäre) und schafft damit Vertraulichkeit. Um bereits auf kurzen Distanzen eine Reduzierung von visuellen und auditiven Störungen zu erreichen, ist darüber hinaus eine effiziente Abschirmung der Arbeitsplätze unverzichtbar. Zusätzlich zu absorbierenden Deckenflächen ist die Anwendung von streuenden Elementen oder absorbierenden Wandflächen sinnvoll. Streukörper führen zu einer effizienteren Nutzung der Akustikdecke und verbessern somit die akustische Atmosphäre.

Ecophon Empfehlung

Bewusste Nutzerentscheidung über Zonierung und Abschirmung.



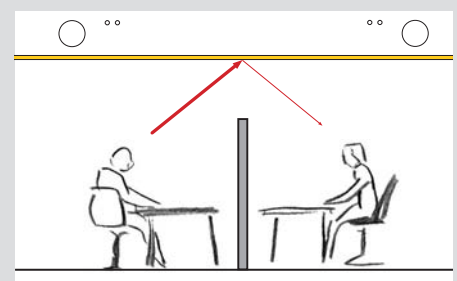
3. Schritt:

Kontrolle der Schallausbreitung

Die Raumbegrenzungsflächen (vor allem die Deckenfläche) bestimmen – insbesondere in Kombination mit Trennwänden – in hohem Maße die Schallausbreitung im Raum. Die Artikulationsklassifizierung (AC) nach ASTM E 1111 bietet ein geeignetes Verfahren, um die Eigenschaften der Decke bezüglich einer gerichteten Schallübertragung objektiv einzuordnen. Eine hohe Artikulationsklasse ermöglicht eine bessere Vertraulichkeit (Privacy).

Ecophon Empfehlung

Deckenmaterial mit Artikulationsklasse (AC) > 180 für akzeptable Vertraulichkeit am Arbeitsplatz



Praxis Spezial: Betonkerntemperierung und Akustik

Die Kühlung moderner Bürogebäude durch Betonkerntemperierung (BKT) hat sich in den letzten Jahren in Europa zu einem elementaren Bestandteil der Gebäudetechnik entwickelt. Für konventionelle akustische Lösungen im Deckenbereich ist dieser Trend eine Herausforderung. Die thermische wie die akustische Anwendungsforschung zeigen jedoch: es gibt Möglichkeiten beiden Aspekten durch eine frühzeitige und ganzheitliche Planung gerecht zu werden.

Grundsätzliche Überlegungen

Die Vorzüge der Betonkerntemperierung liegen darin, eine komfortable Raumtemperatur infolge großer Speichermassen und lediglich geringer Temperaturdifferenzen zwischen System und Raum herzustellen. Um diese wirtschaftliche Art der Beheizung, vor allem aber Kühlung von Räumen umfangreich zu nutzen und dabei mindestens die thermische Grundlast im Gebäude abzudecken, müssen grundsätzliche Entscheidungen über die Ansprüche an das Gebäude und den Raum getroffen werden.



1 Die Basisentscheidungen zum Gebäudetyp und der Gebäudestruktur bilden die Voraussetzung für die Verbindung des akustischen Konzeptes mit der Funktionsweise der Betonkerntemperierung.

Basisentscheidungen zum Gebäude

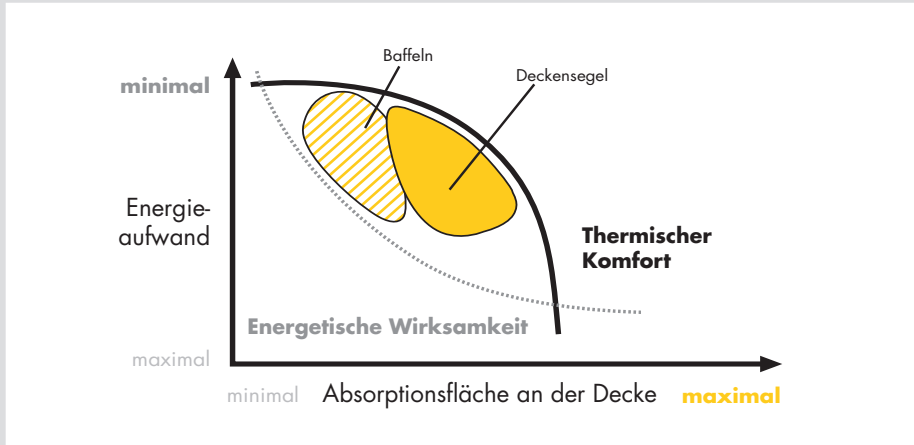
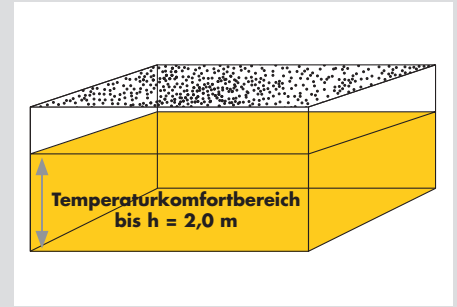
Die Anwendung der Betonkerntemperierung benötigt ein integrales Gebäudekonzept aus Architektur, Bauphysik und Gebäudetechnik und beachtet folgende Faktoren:

- Begrenzung der Kühl- und Heizlasten durch Gebäudegestaltung und -konstruktion
- Größtmögliche Bauschwere zur thermischen Speichermöglichkeit
- Akzeptanz einer eingeschränkten individuellen und genauen Regelbarkeit der Solltemperatur
- Anpassung des Lüftungssystems an das thermische Konzept

Konkurrierende Ansprüche an die Deckenfläche

Von den vier Faktoren des thermischen Komforts (wie auf Seite 13 beschrieben) lässt sich durch eine Betonkerntemperierung nur die operative Raumtemperatur beeinflussen. Um dabei ein adäquates Maß an Wirksamkeit zu erreichen, muss in der Regel ein wesentlicher Teil der Deckenfläche unverdeckt bleiben. Gleichzeitig benötigt die akustische Konditionierung des Raumes ebenfalls große Anteile der Deckenfläche, denn zum einen kann das notwendige Maß an Absorptionsfläche über andere Raumbegrenzungsflächen oder Einrichtungsgegenstände nur schwer erreicht werden, zum anderen ist die Artikulationsklasse der Deckenfläche ein entscheidender Faktor für die Privacy im Raum (vgl. Seite 19).

Untersuchungen in der Klimakammer haben jedoch gezeigt, dass der thermische Komfort im Raum nicht allein von der energetischen Effizienz der BKT abhängt. So ist die Oberflächentemperatur an der Decke nur ein Einflussfaktor für die operative Raumtemperatur, welche wiederum die Behaglichkeit im Aufenthaltsbereich des Raumes bis zu einer Höhe von 2,0 m bestimmt. Messungen haben in diesem Zusammenhang gezeigt, dass es Spielraum für die Verwirklichung von akustischem und thermischem Komfort und energetischer Effizienz in Bürogebäuden mit BKT gibt. Die untenstehende schematische Darstellung macht mit dem Feld, welches sich zwischen der Kurve des thermischen Komforts (schwarze Linie) und der Kurve der energetischen Wirksamkeit (grau gepunktete Linie) erstreckt, diese Spanne in Abhängigkeit von der Deckenbelegung deutlich.



Akustik ist unverzichtbar!

Die Entscheidung für das erforderliche Maß an raumakustischem Komfort orientiert sich an Raumform und -größe, Raumbelastung und Aktivität. Es gilt zu bedenken, dass die Einschränkung oder der Verzicht auf effektive Akustikmaßnahmen sich kontinuierlich leistungsmindernd auswirken können.

Für den Einsatz in betonkernaktivierten Gebäuden, in denen nur eine geringe „Störung“ der thermisch aktivierten Deckenfläche durch Akustikmaßnahmen erlaubt ist, können akustisch höchstwirksame Baffelelemente oder kleinformatische Deckensegel eine vermittelnde Lösung darstellen. Allerdings ermöglichen nur eine bewusste Auswahl und Platzierung der akustischen Elemente eine zuverlässige Wirkungsweise des thermischen Systems.

Die Anpassung der akustischen Lösung an das Lüftungssystem

Im Hinblick auf eine wirksame Betonkerntemperierung ist nicht nur der Anteil der akustisch genutzten Deckenfläche zu berücksichtigen. Auch die Art der Luftführung trägt erheblich zum thermischen Komfort bei. Eine durchdachte Wahl von Akustik-elementen und eine sorgfältige Planung der Raumlüftung ist Grundvoraussetzung für eine effektive Abfuhr der Wärmelasten über die Decke. Dabei sind folgende Fälle zu unterscheiden:



2

Die Bedeutsamkeit von raumakustischem Komfort innerhalb des Gesamtkonzeptes ist zu fixieren.



3

Die Luftführung im Raum unterstützt den Temperatur-austausch mit der Decke je nach Wahl der akustischen Elemente.

Quelllüftung

Wenn die Kühllast im Sommer größer ist, als durch die Betonkerntemperierung abgedeckt wird, bietet sich die Nutzung der Quelllüftung zur Zusatzkühlung an.

Vorteil: Unterstützung der Komforttemperatur im Aufenthaltsbereich durch kühle Luft, die vom Boden aufsteigt.

Thermische Aspekte: Baffeln behindern bei der Quelllüftung die Abführung der warmen Luft an die Decke weniger als Deckensegel. Die Abluftöffnungen sollten unbedingt so angebracht sein, dass der Temperatur-austausch an der Decke ausreichend stattfinden kann, bevor die Luft abgesaugt wird.

Grundsätzlich gilt: Je größer die Abhängöhe und der Abstand zwischen den Baffelementen ist, desto geringer ist der Einfluss auf die thermische Wirksamkeit.

Akustische Aspekte: Die absorbierenden Eigenschaften von Baffeln sind von verschiedenen Faktoren, wie z.B. dem Reihenabstand, abhängig. Insbesondere das Abhängen der Baffeln erhöht deren akustische Wirksamkeit.

Mischlüftung

Wenn der Wärmebedarf im Winter größer ist, als durch die Betonkerntemperierung abgedeckt wird, kann die Mischlüftung zur Zusatzheizung genutzt werden.

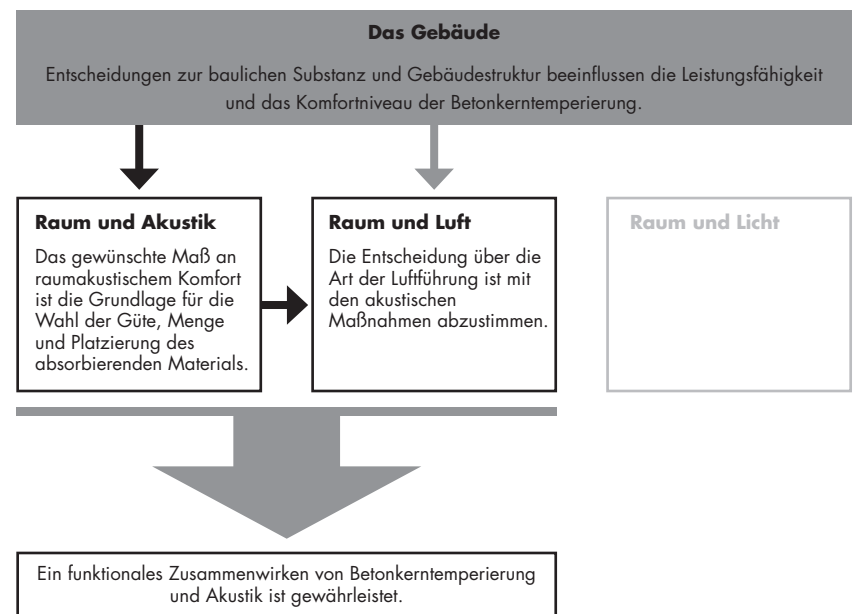
Vorteil: Gleichmäßige Temperaturverteilung im gesamten Raum.

Thermische Aspekte: Die höheren Strömungsgeschwindigkeiten der Mischlüftung werden durch Deckensegel wenig beeinflusst, insbesondere, wenn eine größere Abhänghöhe besteht (mind. 200 mm).

Grundsätzlich gilt: Je größer die Abhänghöhe und der horizontale Abstand zwischen den Deckensegeln, desto geringer ist der Einfluss auf die thermische Wirksamkeit.

Akustische Aspekte: Die absorbierenden Eigenschaften von Deckensegeln sind von verschiedenen Faktoren, wie z.B. der Abhänghöhe, dem Abstand der Segel zueinander oder der Anordnung im Raum, abhängig. Das Abhängen der Deckensegel verbessert im Allgemeinen ihre akustische Wirksamkeit aufgrund von absorbierten rückseitigen Reflexionen.

Grundlagen für das funktionale Zusammenwirken von Betonkerntemperierung und Akustik



Akustische Elemente für den Einsatz in Bürogebäuden. Ein Überblick.

Akustikdecke

Grundsätzlich schafft die Verwendung einer geschlossenen Akustikdecke die optimalen Voraussetzungen für raumakustischen Komfort. Die Akustikdecken von Ecophon erreichen die bestmögliche akustische Klassifizierung mit der Schallabsorptionsklasse A.

Je nach Bedarf zurückhaltend im Deckenbild oder Raumstruktur und Fuge betonend

Deckensegel

In allen Räumen, die eine besondere Flexibilität und Freiheit im Deckenraum benötigen, können Deckensegel eine gute akustische Grundversorgung liefern und zusätzlich bestimmte Raumzonen betonen. Doch auch als Ergänzung zu Akustikdecken der Schallabsorptionsklasse A können Deckensegel verwendet werden, um Bereiche zu schaffen, die optisch und akustisch klar definiert sind.

Designelemente für gute Akustik

Baffeln

Baffeln gelten als typische Antwort auf Betonkerntemperierung. Aber auch dort, wo Leichtigkeit und Durchblick bis zur Massivdecke im Vordergrund stehen, können Baffeln begeistern. Die flächenmäßig reduzierten Akustikelemente müssen jedoch durch Wandabsorber und, falls möglich, akustisch wirksame Friesbereiche ergänzt werden, um den raumakustischen Komfort zu maximieren.

Elegant und rahmenlos

Wandpaneele

Für kleine wie auch große Räume empfiehlt sich grundsätzlich die Verwendung von vertikalen Absorptionsflächen. Diese schaffen auch bei einer nicht-diffusen Schallfeldstruktur eine ausgeglichene akustische Atmosphäre. Insbesondere, wenn die akustisch nutzbare Deckenfläche sehr klein ausfällt, sind Wandpaneele zudem eine unverzichtbare Ergänzung, um genügend schallabsorbierende Flächen zu schaffen. Insbesondere in Verbindung mit Betonkerntemperierung tragen Wandpaneele effizient zum Schallabbau im Raum bei, ohne den thermischen Komfort zu beeinträchtigen. Die Wandpaneele von Ecophon erreichen die Schallabsorptionsklasse A.

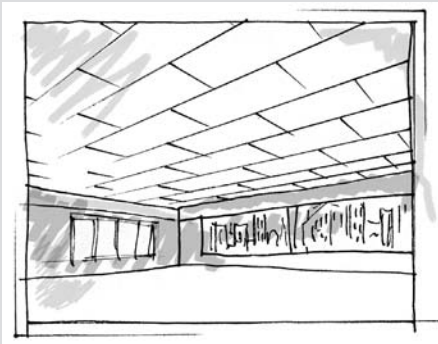
Akustikelemente für vielfältigen Einsatz

Akustikfries

Bei betonkerntemperierten Decken ist es empfehlenswert, Material der Absorptionsklasse A im untemperierten Randbereich oder im Bereich von Abkofferungen einzubringen. Die Positionierung in den Raumecken bewirkt einen effizienten Schallabbau. Die Platten können direkt auf die Rohdecke geklebt werden. Die direkt montierten Frieslösungen von Ecophon erreichen die Schallabsorptionsklasse A.

Akustischer Nutzen in Randbereichen

In jeder Situation die passende Lösung



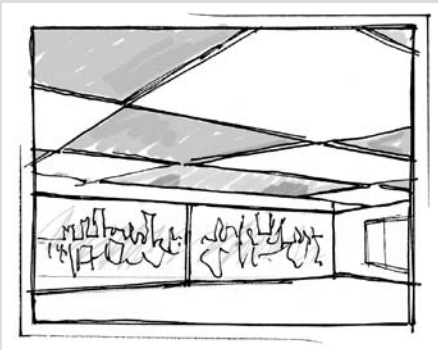
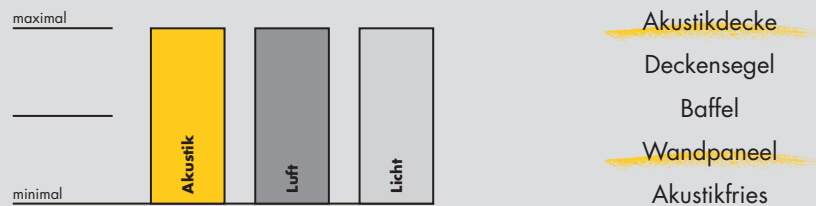
Für ideale Akustik in kleinen und großen Räumen

Akustik. Maximaler raumakustischer Komfort entsteht durch eine Akustikdecke, zum Beispiel Ecophon Focus™ Dg. Wandpaneele, zum Beispiel Ecophon Wall Panel™ C, können in besonders kritischen Bereichen das Konzept ergänzen. Selbst bei kleineren Abhänggehöhen (z.B. 75 mm) erreicht die Akustikdecke die Schallabsorptionsklasse A gemäß DIN EN ISO 354 und die Artikulationsklasse AC(1.5)=180 gemäß ASTM E 1111 und E 1110. Die Lösung entspricht den Empfehlungen der DIN 18041.

Licht. Die Akustikdecke stellt eine besonders diffuse und glanzfreie Reflexion her, die für eine effiziente Tages- und Kunstlichtnutzung geeignet ist. Lichtreflexionsgrad 85% (davon über 99% diffuse Reflexion) bei einem gleichzeitigen Retroreflexionsgrad von 61.

Temperierung und Lüftung sind auf vielfältige Weise möglich.

Ergebnis: Die nahezu konfliktfreien Voraussetzungen in der Raumgestaltung führen für Licht, Luft und Akustik zu einem maximalen Ergebnis. Allerdings wird mit einem konventionellen Kühl- bzw. Heizsystem der thermische Komfort bei vergleichsweise hohem Energieverbrauch erreicht.



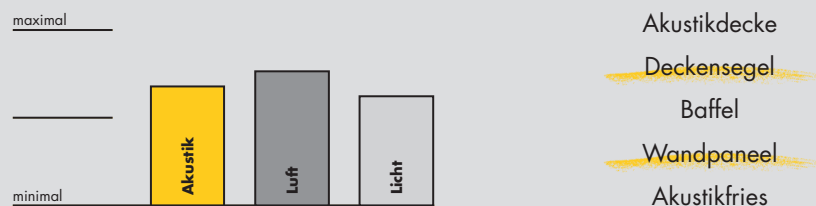
Effiziente Akustik durch Deckensegel

Akustik. Eine gute akustische Grundversorgung entsteht durch Deckensegel, zum Beispiel Ecophon Master™ Solo S, die gleichmäßig im Raum angeordnet sind und somit zu einer Begrenzung der Schallausbreitung im Raum beitragen. Der raumakustische Komfort wird erhöht durch Wandpaneele, zum Beispiel Ecophon Wall Panel™ C. Um die Empfehlungen der DIN 18041 umzusetzen, kann es erforderlich sein, die Absorptionsflächen im Raum durch Möbeloberflächen zu ergänzen.

Licht. Eine partielle Aufhellung des Deckenbereichs ist durch die Deckensegeloberflächen gewährleistet. Dies unterstützt sowohl die Tageslichtnutzung als auch die indirekte Beleuchtung mit einem Lichtreflexionsgrad von 85% (davon über 99% diffuse Reflexion) bei einem gleichzeitigen Retroreflexionsgrad von 61.

Temperierung und Lüftung. Die Geschossdecken werden zur Betonkerntemperierung genutzt. Eine mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung kann im Winter zusätzlich heizen. Die Mischlüftung versorgt auch groß dimensionierte Räume mit erheblichen Fensteranteilen mit genügend Frischluft. Die Temperatur bewegt sich trotz der akustischen Nutzung der Deckenfläche im Komfortbereich.

Ergebnis: Die überschaubare Größe der Deckensegel von 1200x1200 mm und die Abhänghöhe von 200 mm tragen zu einem ausgeglichenen Akustik- und Klimakomfort bei.



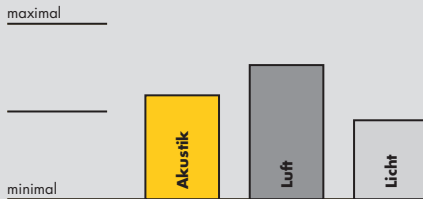
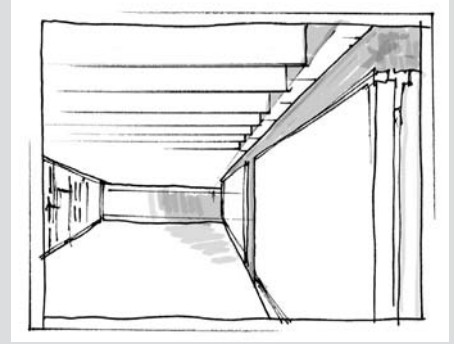
Raffinierte Akustik mit vertikalen Elementen

Akustik. Die akustische Grundversorgung entsteht durch Baffeln, zum Beispiel Ecophon Master™ Office Baffel. Empfohlen wird eine Baffelanordnung im Reihenabstand von 200 mm bei einer Baffelhöhe von 300 mm. Ein Akustikfries, zum Beispiel Ecophon Master™ B, und Wandpaneele, zum Beispiel Ecophon Wall Panel™ C, erhöhen den raumakustischen Komfort. Um die Empfehlungen der DIN 18041 umzusetzen, kann es erforderlich sein, die Absorptionsflächen im Raum durch Möbeloberflächen zu ergänzen.

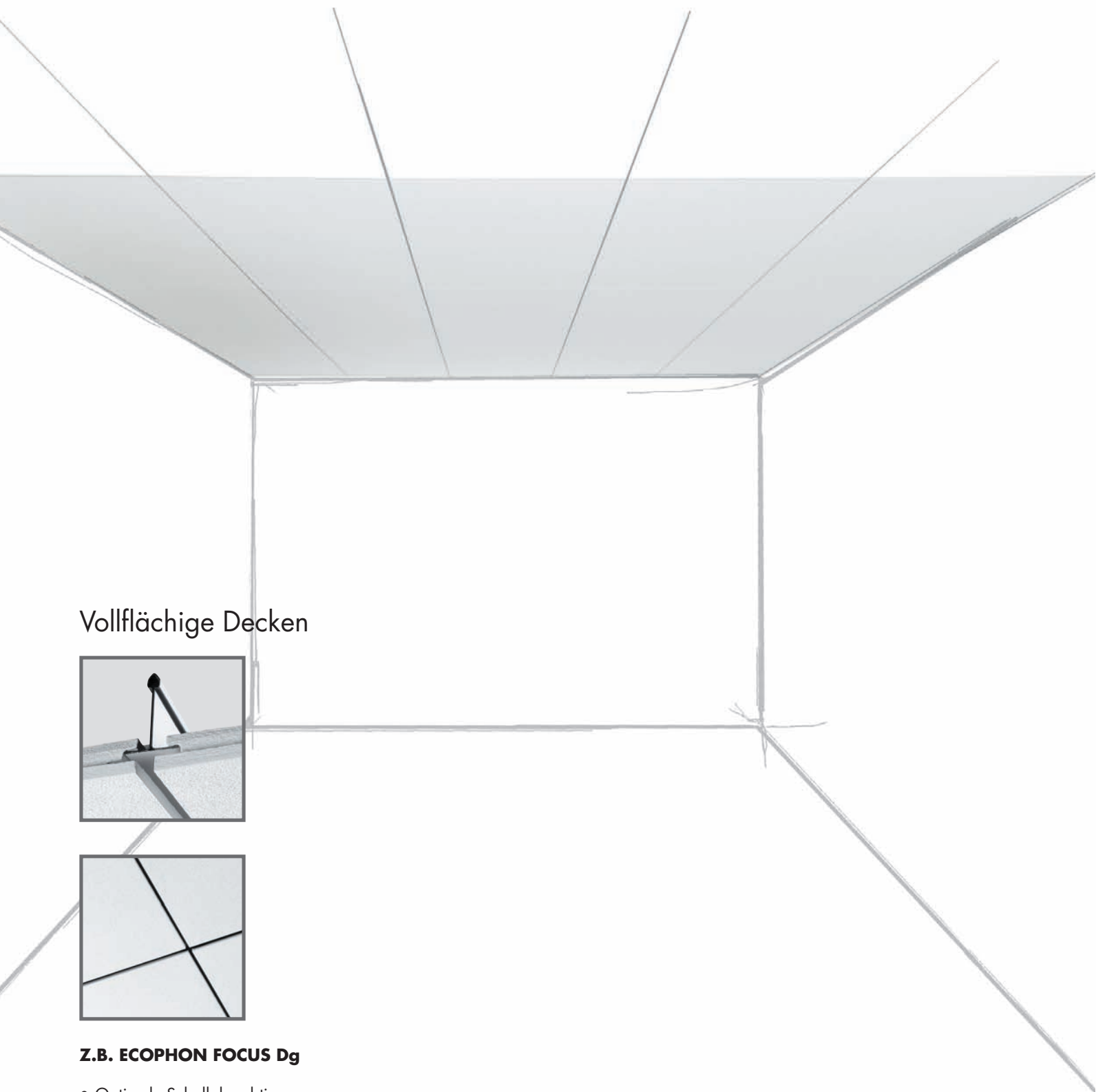
Licht. Eine entsprechende Ausrichtung der Baffeln kann zwar das Eindringen von Tageslicht in den Raum durch die rechtwinklige Anordnung zur Fensteröffnung unterstützen, allerdings bietet eine Baffellösung insgesamt weniger Reflexionsflächen für die Lichtreflexion.

Temperierung und Lüftung. Die Geschossdecken werden zur Betonkern-temperierung genutzt. Die Lüftungsanlage versorgt die Räume mit einer Zusatzkühlung im Rahmen der Quelllüftung. Damit entsteht im Aufenthaltsbereich des Raumes eine zuverlässige und effizient bereitgestellte Komforttemperatur. Trotz der Unregelmäßigkeiten im Deckenbereich durch die Baffeln entsteht eine störungsfreie Luftschichtung. Die Temperatur bewegt sich trotz der akustischen Nutzung der Deckenfläche im Komfortbereich.

Ergebnis: Die Gesamtlösung aus den benannten Akustikelementen führt zu einer hochwertigen Akustik im Raum. Die Art der Belüftung und der akustischen Maßnahmen unterstützen eine effektive Kühlung.



- Akustikdecke
- Deckensegel
- Baffel
- Wandpaneel
- Akustikfries



Vollflächige Decken

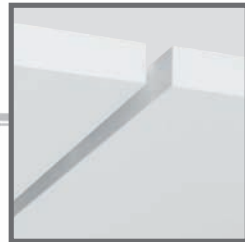


Z.B. ECOPHON FOCUS Dg

- Optimale Schallabsorbtion
- Hochwertiges Design
- Schwebende Decke
- Oberflächentechnologie Akutex FT
- Halbverdecktes, bewährtes System
- Individuelle Demontage einzelner Platten
- Geringe Abhängöhe

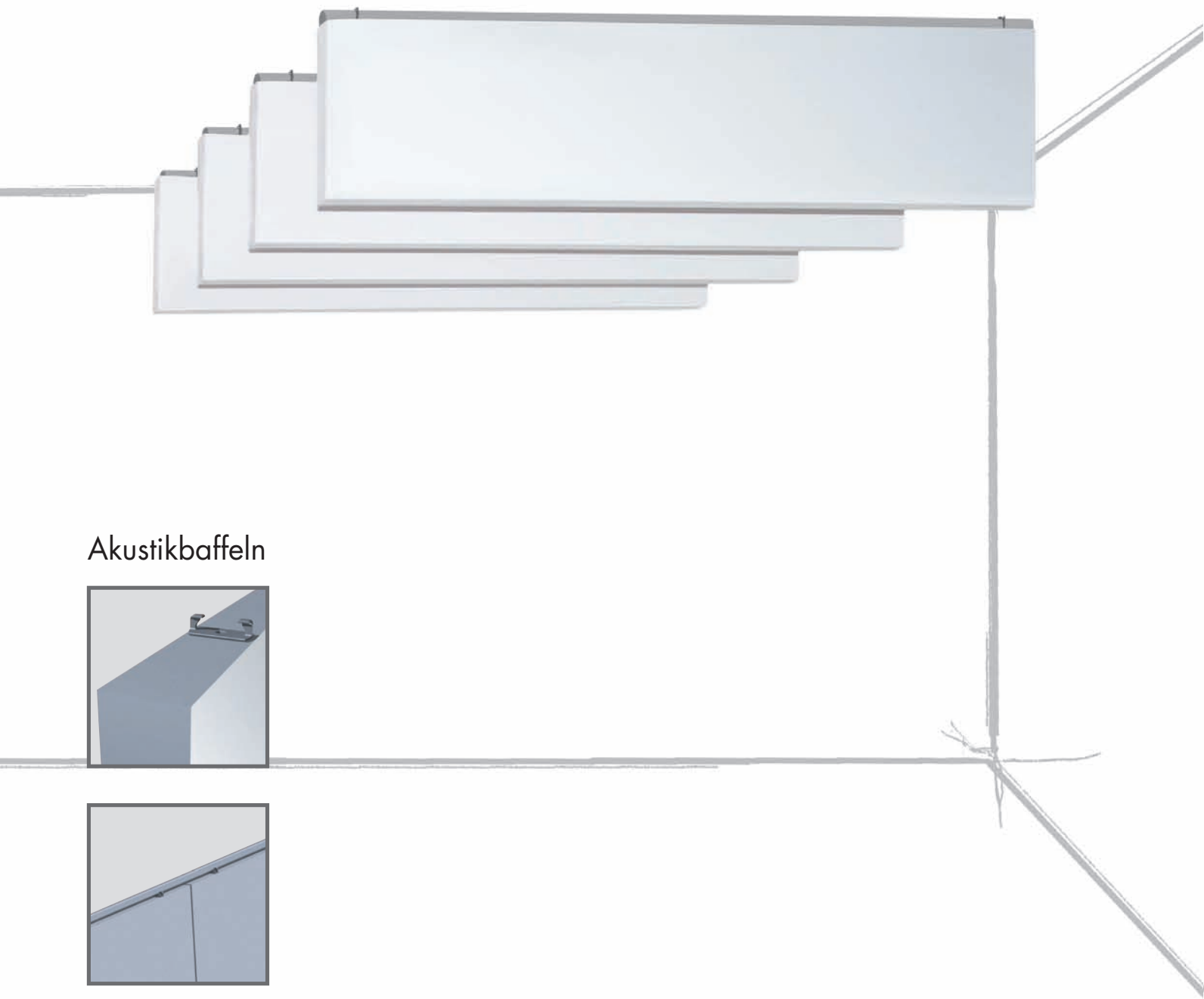


Deckensegel



ECOPHON MASTER SOLO S

- Beste Schallabsorption
- Oberflächentechnologie Akutex FT
- Dezente justierbare Seilabhängung
- Einzelemente
- Keine Profile
- Beste Integration – auch bei bereits vorhandenen Installationen
- Ein Designelement für gute Akustik



Akustikbaffeln



ECOPHON MASTER BAFFEL

- Hohe Schallabsorption
- Filigrane scharfkantige Elemente
- Rahmenlos und präzise
- Oberflächentechnologie Akutex FT
- Vollständige Flexibilität in der Anordnung
- Einfache und sichere Montage,
auch während des laufenden Betriebs



Wandpaneele

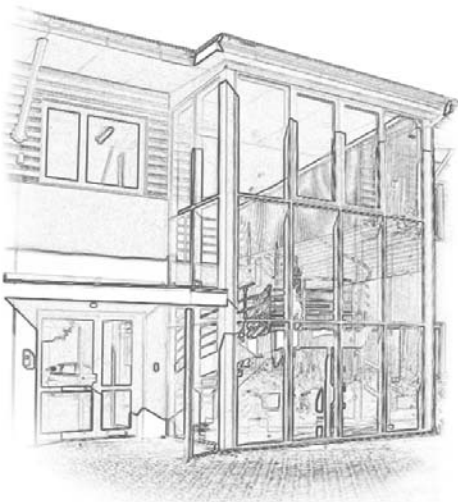


ECOPHON WALL PANEL

- Beste Schallabsorption
- Diverse Gestaltungsmöglichkeiten mit 13 verschiedenen Farben
- Als Alternative oder Ergänzung zu Akustikdecken
- Schnelle Direktmontage an der Wand
- Weitgehend unempfindlich gegenüber taktiler Beanspruchung
- Pinnwandtauglich

Ecophon hört hin

Über viele Jahre haben sich die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Unternehmens Ecophon mit dem Hören und Zuhören beschäftigt, um an Arbeits- und Kommunikationsstätten das Wohlbefinden und Leistungsvermögen der Nutzer zu unterstützen. Mit diesem Anspruch wurde es Ecophon möglich, typische wie auch außergewöhnliche architektonische Anforderungen zu beantworten.



Ecophon setzt sich ein

Ecophon hat sich entschlossen, für das eigene Büroerweiterungsprojekt konsequent auf die Optimierung der Energieeffizienz durch Erdwärme zu setzen. Die baukonstruktiven Maßnahmen werden mit besonderem Augenmerk auf die Vermeidung von Wärmebrücken und Herstellung von Winddichtigkeit umgesetzt. Deshalb wird es künftig ausreichend sein, die benötigte Heizenergie über Wärmepumpentechnik zu erzeugen. Diese Systeme können aus der vorhandenen Umwelt, wie Erdreich, Wasser und Luft, ca. 75% des Wärmeenergiebedarfs bereitstellen, und zwar ohne auf konventionelle Energiequellen wie Gas und Öl zurückzugreifen.

Im Ergebnis werden jährlich bis zu 82% Endenergie (Strom und Erdgas als aufbereitete Energieformen) und immerhin rund 50% an CO₂-Emissionen eingespart. Nach der Systematik der Energie-Einsparverordnung (EnEV 2007) wird das gesamte Gebäude nach Fertigstellung in die Energieeffizienzklasse A eingeordnet.

Saint-Gobain Ecophon GmbH
Taschenmacherstraße 8
D-23556 Lübeck

Deutschland
Telefon +49 (0451) 8 99 52-01
Telefax +49 (0451) 8 99 52-11
Internet www.ecophon.de

Österreich
Telefon +43 (02266) 628 16-800
Telefax +43 (02266) 628 16-850
Internet www.ecophon.at