

WOHNBAU

MIT

BETON

Ein Handbuch für den Praktiker

**Bauphysikalische
Gesichtspunkte**

Inhaltsverzeichnis

1	Am Bauplatz	3
2	Lärmschutz	3
3	Wärmeschutz	4
4	Von der Planung bis zur Nutzung	6
5	Spezielle Aspekte im mehrgeschoßigen Wohnbau	7
6	Bauphysikalische Kennwerte	8

Bei der Planung und beim Bau eines Wohnhauses kommt der Beachtung folgender bauphysikalischer Fragestellungen besondere Bedeutung zu:

- Fragen im Zusammenhang mit der
 - Energieeinsparung
 - Wärmedämmung
 - passiven Sonnenenergienutzung in Übergangszeiten etc.
- Detaillösung zur
 - Vermeidung von Feuchteschäden
- Vermeidung von Wärmebrücken
- richtigen Anordnung von dampfbremsenden Schichten im Bauteilaufbau etc.
- Lärmschutzmaßnahmen
 - innerhalb von Gebäuden oder Gebäudegruppen
 - gegenüber Lärmeinwirkungen von außen (Verkehrslärm).
- Das Brandverhalten der verschiedenen Baustoffe.

1 Am Bauplatz

Bereits die **Auswahl des Bauplatzes** hat Einfluß auf die wärme- und schallschutztechnischen Eigenschaften des zukünftigen Wohnhauses.

Ein Bauplatz, auf den auch im Winter die Sonne scheint, gibt die Möglichkeit, mit zweckmäßig angeordneten Fenstern im Winter die Sonnenenergie für die Raumheizung zu nutzen. Ein solcher Bauplatz ist zu bevorzugen. Zweckmäßig ist daher die Besichtigung im November bis Jänner.

Die Standortwahl des Wohnhauses auf dem Bauplatz kann ebenfalls das Innenklima beeinflussen. Richtig wird man das Haus so anordnen, daß es von der Wintersonne bestrahlt wird und daß es möglichst nur einen kleinen Teil des Gartens beschattet.

Das das Wohnhaus umgebende Klima wird neben der Sonneneinstrahlung wesentlich durch den Wind bestimmt. Ein Bauplatz mit starkem Wind wird höhere Heizkosten verursachen und auch andere Nachteile

bringen. Ein guter Indikator für Windstärke und Windrichtung sind die Bäume auf dem Bauplatz und in seiner Umgebung. Bäume, die stark einseitig ausgerichtet sind, weisen auf starken Windeinfluß hin! Wenn man einen solchen Bauplatz trotz Wind wählt, sollte man jedenfalls die Windrichtung bei der Anlage von Haustüre und Terrasse oder Balkon beachten.

Die Ruhe im Haus, die man sich für die nötige Erholung und Entspannung erwartet, ist durch den Lärm am Bauplatz beeinflusst. Man sollte daher auch genau prüfen, welche Lärmbelästigung auf dem Bauplatz auftritt durch Straßen, Schienenwege, Betriebe usw.

In Gebäuden an lauten Straßen wird man die Schlafräume jedenfalls an der straßenabgewandten Seite des Hauses errichten! Ebenso wird man darauf achten das Haus mit Garage und eventuellen Nebengebäuden als Schallabschirmung gegen die Straße auszurichten, um den Garten dahinter vor Lärm zu schützen.

2 Lärmschutz

Zum Schutz vor Störung durch den Lärm im eigenen Haus sind folgende Hinweise zu beachten:

Wenn ein höherer Lärmschutz zwischen zwei Räumen gewünscht wird (z.B. zwischen Wohnzimmer mit Fernseher und Radio einerseits und Kinderschlafzimmer andererseits), sollten diese Räume nicht durch eine Tür verbunden, sondern durch eine volle Wand getrennt sein. Der Schallschutz von Wänden ist umso höher, je schwerer (dicker) sie sind.

Türen liefern nur dann Schallschutz, wenn sie umlaufend dicht schließen (auch an der Bodenfuge!).

Für Decken zwischen dem Erdgeschoß und dem Obergeschoß ist ein hochwertiger Trittschallschutz erforderlich, das heißt, auf Massivdecken jedenfalls ein (auf Trittschalldämmplatten) "schwimmender Estrich", bei Holzbalkendecken ein Fußboden auf Mineralfaserplatten und eine abgehängte Decke.

Sollen zwei Familien in einem Haus wohnen, ist eine Wohnungstrennwand und Wohnungstrenndecke mit hohem Schallschutz erforderlich, der nur durch Bauweisen mit großer Masse (Bauteilgewicht) oder mit mehrschaligem Aufbau erzielt werden kann (vom Fachmann zu dimensionieren).

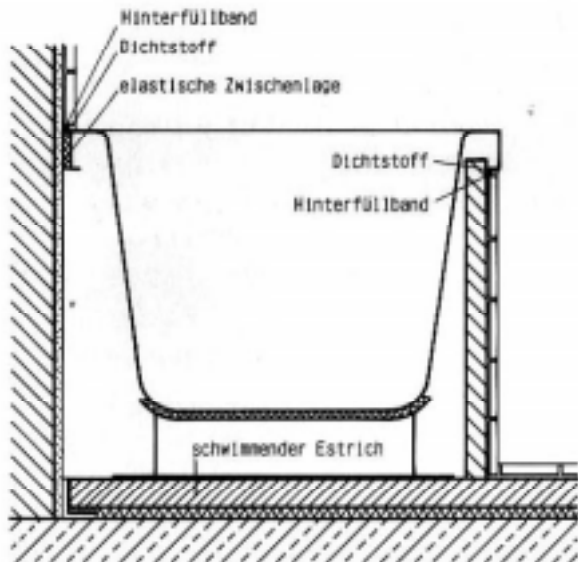
Zwischen Reihenhäusern ist ein hoher Schallschutz erforderlich, der am besten mit zwei massiven, durch eine Fuge (mit Mineralfasermatten) getrennten Wänden erfüllt wird. Diese Fuge ist auch wichtig zur Vermeidung der Übertragung von Trittschall durch die Stufen ins Nachbarhaus.

Wird die Trennwand nicht doppelschalig ausgeführt, müssen die Stiegen, die meist an der Trennwand liegen, einen hohen Trittschallschutz erhalten, der nur schwierig zu erreichen ist. Angaben zum Schallschutz enthält ÖNORM B 8115 Teil 1-4.

Hinsichtlich des Schallschutzes im Gebäudeinneren, ist, unter anderen Einflüssen auf die Lärmentwicklung durch Installationen und Sanitäreinrichtungen hinzuweisen.

Beispiel:

Skizze zur schalltechnisch günstigen Aufstellung von Badewannen (nach ÖNORM B 8115 Teil 4)



Beim Ausbau des Dachgeschosses ist auch auf den **Trittschallschutz der Decke** besonders zu achten; ein schalldämmender Fußboden aus Estrich auf Mineralfaserplatten oder geeigneten Fußbodenplatten (Holzspanplatten, Trockenestrich) auf Mineralfaserplatten und ein trittschalldämmender Belag sind unbedingt erforderlich, wenn das Obergeschoß ohne Lärmstörung für das Untergeschoß genutzt werden soll.

Körperschallschutz. Hervorgerufen durch haustechnische Einrichtungen, aber auch durch die Bewohner des Gebäudes kann es zu Körperschallanregungen der Tragstruktur kommen.

Die in diesem Zusammenhang bereits im Planungsstadium zu beachtenden Problembereiche sind unter anderem:

- Trittschallschutz der Trenndecken
- Abschirmung von Aufzugsanlagen
- Schalltechnische Trennung nicht schalldämmter Stiegenaufplatten von der Stiegenhauskonstruktion
- Abschirmung möglicher haustechnischer Lärmquellen
- Schalltechnisch günstige Anordnung von Trennfugen der Tragkonstruktion

Schallnebenwege. Innerhalb des letzten Jahrzehntes wurde - nach zahlreichen Versuchsdurchführungen und theoretischen Modelluntersuchungen - die Bedeutung von Schallnebenwegen hinsichtlich der von Trennteilen im eingebauten Zustand erreichbaren Schallpegeldifferenz erkannt und in den Berechnungsgrundlagen (ÖNORM B 8115 Teil 4, 1992) berücksichtigt.

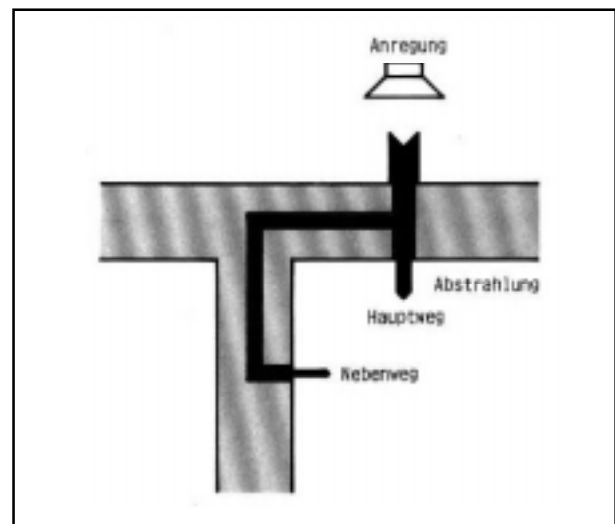


Bild 1: Beispiel für Schallübertragung über "Schallnebenwege"

3 Wärmeschutz

Der **Wärmeschutz der Außenbauteile** bestimmt die Heizkosten, die während der vielen Jahre der Bewohnung des Hauses entstehen; sie erreichen die Höhe der Baukosten. Durch entsprechend hohen Wärmeschutz läßt sich eine Halbierung der Heizkosten erreichen. Es lohnt sich deshalb, der Optimierung des Wärmeschutzes bei der Planung der Außenbauteile die nötige Zeit zu widmen und auch die Ausführung der wärmeschutztechnischen Maßnahmen bis ins Detail zu planen und zu überwachen.

Der optimale Wärmeschutz kann allerdings nicht generell angegeben werden; er hängt von den gewählten Baustoffen, von der Heizungsart, von der Nutzung, vom Nutzerverhalten und vom Klima ab und ist für ein geplantes Gebäude zu ermitteln.

Die **Auswahl der Baustoffe** hängt von vielen Gesichtspunkten ab; es gibt nicht "den besten Baustoff", sondern es sind von Fall zu Fall die Eigenschaften zu prüfen und vergleichend zusammenzustellen. Grundlage für den Vergleich ist die Kenntnis der Baustoffeigenschaften.

Den **Wärmeschutz eines Baustoffes** kennzeichnet die Wärmeleitfähigkeit (angegeben in W/mK); je kleiner die Wärmeleitfähigkeit, desto besser der Wärmeschutz; den Wärmeschutz eines Bauteils (z.B. Wand, Fenster) kennzeichnet der Wärmedurchgangskoeffizient [k-Wert, angegeben in W/m²K, Watt je m² und Kelvin = Wärme-energie (Leistung) je Einheit der Wandoberfläche und 1° Temperaturunterschied] oder für Wände auch der Wärmedurchlaßwiderstand

(D-Wert, angegeben in $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$). Je kleiner der Wärmedurchgangskoeffizient oder je größer der Wärmedurchlaßwiderstand, desto besser der Wärmeschutz.

Für eine dem hohen Stand der Wärmeschutztechnik entsprechende Außenwand müßte jedenfalls $k \leq 0,45 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ bzw. $D \geq 2,0 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ sein, für eine Decke gegen Dachboden oder ein Dach $k \leq 0,2 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$; letzteres ist nur mit hochwertigen Dämmstoffen zu erreichen. Für ein wärmeschutztechnisch gutes Fenster kann $k \leq 2,0 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ gefordert werden¹.

Den landläufig bekannten Diskussionen und dem Feilschen um den besseren k - Wert im Bereich der zweiten Dezimale sollten ein für allemal ein Ende bereitet werden. Betrachtet man nur die Außenwand eines einfachen 100 m^2 Einfamilienhauses und verbessert man hierbei den k - Wert von $0,5$ auf $0,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, so kommt das - je nach Hauslage - einer Einsparung von rund $150 - 250 \text{ Wh}$ gleich, wie wenn eine Glühbirne mit 150 W (250 W) immer brennen würde. Wenn jedoch mit geringem Aufwand Bauteile, die einen hohen k - Wert aufweisen, schon bei der Planung gegen solche getauscht werden können, die einen hohen Wärmeschutz aufweisen, so ist das sinnvoll und von Vorteil.

Die Informationen über den Wärmeschutz von Baustoffen können amtlichen Prüfzeugnissen entnommen werden. Auf dem Nachweis von wärmeschutztechnischen Angaben durch Prüfzeugnisse sollte man immer bestehen!

Ob es günstig ist, eine einschalige Wand oder eine Wand mit zusätzlicher Dämmschicht zu wählen, kann nicht generell gesagt werden. Wenn eine zusätzliche Dämmschicht vorgesehen ist, so ist zu entscheiden, ob innen oder außen. Zur Vermeidung von Wärmebrücken, Kondenswassergefahr und der Gefahr des Einfrierens von Leitungen in Außenwänden ist eine äußere Dämmschicht vorteilhaft; sie ist anspruchsvoller im Hinblick auf die Abdeckung; die innere Dämmung vermindert die Wärmespeicherfähigkeit der Wand; dies ist ein Nachteil, wenn man im Winter viel Sonnenenergie nutzen will; es ist ein Vorteil, wenn man Räume nur zeitweise beheizen will und insbesondere schnell aufheizen will. Die Innendämmung ist auch hinsichtlich der Detailausführung (z.B. Anschluß von Fensterlaibung, Zwischenwänden usw.) schwierig.

Jedoch darf nicht in Vergessenheit geraten, daß der Wärmeschutz die gesamte Gebäudehülle betrifft und nicht nur vom Wandbaustoff abhängig ist.

Die Optimierung der Außenbauteile, was den Wärmeschutz betrifft, kann einfach durch den Vergleich verschiedener Varianten mit Hilfe der in ÖNORM B 8135 beschriebenen Rechnung erfolgen. Man rechnet die

Heizlast für verschiedene Varianten, was jedoch in die Hand des Fachmannes gehört.

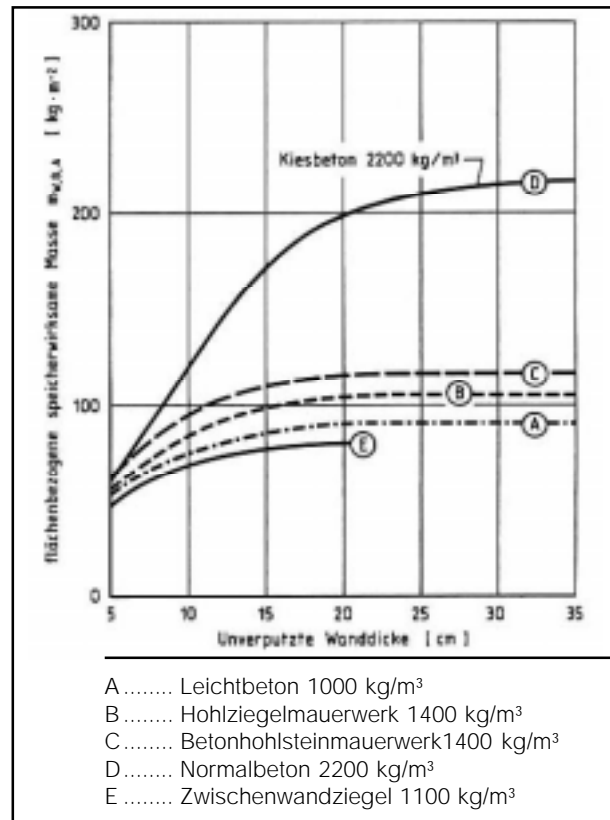


Bild 2: Flächenbezogene speicherwirksame Massen verschiedener Massivwände (beidseitig mit $1,5 \text{ cm}$ Kalkzementmörtel verputzt)

Bei der Wahl der **Größe der Fenster** ist nicht nur deren Wärmeverlust, sondern auch - je nach Sonneneinstrahlung im Winter - der Wärmegewinn zu beachten (die Berechnung kann nach ÖNORM B 8110 Teil 3 erfolgen). Allgemein kann gesagt werden, daß Süd-, Ost- und Westfenster jedenfalls einen Heizenergiegewinn bringen, wenn sie nachts durch Läden abgeschlossen werden. Fenster mit Außenläden dienen daher am besten der Heizenergieeinsparung; sie bringen tags Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und nachts durch den Wärmeschutz der Läden nur geringe Wärmeverluste. Die Außenläden dienen auch als Sonnenschutz im Sommer zur Vermeidung der Überhitzung durch Sonneneinstrahlung.

Um die durch Fenster eingestrahelte Sonnenenergie voll nutzen zu können, ist eine ausreichende Wärmespeicherung im Raum erforderlich (eine Berechnung ist nach ÖNORM B 8110 Teil 3, möglich); im allgemeinen ist die erforderliche Wärmespeicherung in Räumen mit massiven Wänden und Decken vorhanden.

Die manchmal geäußerten Bedenken gegen die hohe Wärmedämmung von Außenwänden (mit Vermeidung der Sonnenenergiegewinnung durch die Wände) können durch umfangreiche Berechnungen eindeutig widerlegt werden. Wärmeschutztechnisch richtig ist eine hohe Wärmedämmung der massiven Außenbauteile inklusive Decken und Sonnenenergiegewinn durch die Fenster.

¹ Diese Werte sind besser, als Bauordnungen oder ÖNORMEN derzeit fordern.

Der **Wärmeschutz der Außenbauteile** soll möglichst lückenlos sein. Besteht die Wand selbst aus wärmeschutztechnisch hochwertigen zementgebundenen Hohlblocksteinen, so ist darauf zu achten, daß die Steine unbeschädigt und lückenlos verlegt werden und jedenfalls mit entsprechend wärmedämmendem Mörtel vermauert werden; auch an Fensterüberlagern, Deckenrosten u.ä. darf der Wärmeschutz nicht vermindert werden. Auskragende Loggien oder Balkonplatten müssen ebenso wie massive Loggientrennwände entweder außen entsprechend wärmedämmend sein oder vom Gebäude durch eine Dämmschicht getrennt.

Auch eine Attika kann, wenn sie nicht allseitig mit einer Wärmedämmschicht verkleidet ist, eine Wärmebrücke bilden; das gleiche gilt für die Mauerbank, auf der der Dachstuhl aufliegt.

Wärmebrücken entstehen auch oft an den Fensterlaibungen; neben dünnen Einfachfenstern von nur ca. 5 cm Dicke kann das Mauerwerk nicht genügend Wärmedämmung haben! Das Fenster ist daher mit einer entsprechenden Dämmung einzubauen (mit nicht nachdrückendem Schaum ausschäumen); zusätzlich ist hier die außenliegende Dämmschicht bis

über die äußere Laibung zu führen. Auf die Dichtheit des Fenstereinbaues ist besonders zu achten.

Wärmebrücken stellen auch die Kellerwände in Verbindung mit der Kellerdecke und dem aufgehenden Mauerwerk dar; es ist daher zweckmäßig, die Kellerwand außen mit einer Dämmschicht aus extrudiertem Polystyrol zu dämmen; diese soll an die Dämmschicht an der Außenwand anschließen oder bis zum aufgehenden wärmedämmenden Mauerwerk geführt werden.

Den höchsten Wärmeschutz erfordert das Dach (die Decke gegen Dachboden); in der Regel werden 12 bis 15 cm Dämmschicht aus Mineralfaserplatten o.ä. genügen, um die Normanforderung zu erfüllen. Die Dämmschicht soll möglichst über der tragenden Platte liegen. Sofern die tragende Decke nicht eine Betonplatte ist (z.B. Holzbalkendecke), ist meist eine "Dampfsperre" (richtig: Dampfbremse) an der Unterseite der Decke erforderlich; dies gilt auch für das Dach im ausgebauten Dachgeschoß, wo über der innersten Schicht (meist einer Gipskartonplatte) eine Dampfsperre - üblich aus 0,1 mm Polyäthylenfolie - verlegt werden soll.

4 Von der Planung bis zur Nutzung

Die **Planung von Gebäudeform und Grundriß** hat ebenfalls wesentlichen Einfluß auf den Heizenergieverbrauch.

Je größer die Außenfläche im Verhältnis zum Wohnraum ist, desto höher der Heizenergieverbrauch!

Ein Haus mit vielen vor- und zurückspringenden Ecken hat hohe Wärmeverluste, Räume mit vielen Außenwänden sind schlecht zu heizen und erfordern die Aufstellung von Schränken und anderen Möbeln an Außenwänden, was zu Schwierigkeiten mit Kondenswasserbildung und Schimmel führen kann. Der Grundriß der Räume sollte stets so angeordnet werden, daß große wandabdeckende Möbel an Innenwänden und nicht an Außenwänden stehen.

Die Sonnenenergie im Winter kann am besten in Gebäuden genutzt werden, deren Längsseite gegen Süden gerichtet ist. An der Südseite werden die Wohnräume angeordnet, an der Nordseite Nebenräume. Südfenster erhalten im Winter (bei flachem Sonnenstand) die meiste Sonnenenergie, im Sommer (bei hohem Sonnenstand) sind sie weniger bestrahlt als Ost- oder Westfenster. Die ÖNORM B 8110 Teil 3 gibt genaue Anleitung, wie man das Sonnenenergieangebot und die damit zu erzielende Heizkostensparnis errechnen kann.

Zur Vermeidung von Bauschäden gehören nicht nur die richtige Auswahl von Baustoffen und der fachgerechte Einbau, sondern auch die **richtige Nutzung**

des Gebäudes. Insbesondere Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit bestimmen (neben dem Wärmeschutz der Außenbauteile) die Gefahr einer Wasserdampfkondensation mit nachfolgender Schimmelbildung an Außenbauteilen. Die Lufttemperatur sollte in allen genutzten Räumen auf etwa 20°C gehalten werden, die relative Luftfeuchtigkeit sollte nicht über 50 bis 60 Prozent ansteigen.

Da der Mensch und seine Tätigkeiten, wie Kochen, Waschen, ebenso wie Pflanzen Wasser abgeben, muß auf die Abfuhr dieses Wassers durch **Lüftung** geachtet werden. Moderne Fenster sind fugendicht - wie es auch im Interesse der Heizenergieeinsparung und des Komforts (Vermeidung von Zugerscheinungen) zweckmäßig ist. Es erfolgt daher in modernen Wohnhäusern

Tabelle 1

Fensterstellung	Luftwechselzahl (h^{-1})
Fenster zu, Türen zu	0 - 0,5
Fenster gekippt, Rolladen zu	0,3 - 1,5
Fenster gekippt, kein Rolladen	0,8 - 4
Fenster halb offen	5 - 10
Fenster ganz offen	9 - 15
Fenster und Fenstertüren ganz offen (gegenüberliegend)	20 - 40

nicht - wie früher bei undichten Fenstern - ein ständiger Luftwechsel durch die Fensterfugen. Öfteres Lüften durch Öffnen der Fenster ("Stoßlüftung") ist daher erforderlich, damit die Luftfeuchtigkeit nicht zu hoch ansteigt. "Gefährlich" im Hinblick auf Kondenswasserbildung ist das Mitheizen von Räumen durch Öffnen der Türen, z.B. abends das Anheizen eines ungeheizten

Schlafzimmers durch Öffnen der Türe zum Wohnzimmer. Ein Luftwechsel von mindestens 0,5 (das heißt, das gesamte Raumluftevolumen wird in zwei Stunden erneuert) sollte angestrebt werden. Wie dies mit geschlossenen oder geöffneten Fenstern erzielt werden kann, zeigt Tabelle 1.

5 Spezielle Aspekte im mehrgeschoßigen Wohnbau

Bei der Planung mehrgeschoßiger Wohnbauten sind aus bauphysikalischer Sicht unter anderem folgende, zusätzliche Aspekte zu berücksichtigen:

- Gewährleistung des Schallschutzes zwischen den einzelnen Wohneinheiten.
- Schallschutz zwischen den Wohneinheiten und allgemein zugänglichen Bereichen, wie Stiegenhaus, Gängen und vor allem Aufzugsanlagen.
- Besondere Berücksichtigung der Geräusentwicklung von haustechnischen Einrichtungen und Leitungen.
- Wärmeschutzaspekte, die sich aus den für mehrgeschoßige Wohnbauten typischen Bauformen ergeben.

Im einzelnen ist festzuhalten:

Laut ÖNORM B 8115 Teil 2 ist hinsichtlich des Luftschallschutzes zwischen Wohnungen und Gängen, Stiegenhäusern etc. eine mindesterforderliche bewertete Normschallpegelfrequenz von 55 dB (zwischen Räumen ohne Verbindung durch Türen) bzw. von 50 dB (Räume mit Verbindung durch Türen) einzuhalten. Zwischen aneinandergrenzenden Wohneinheiten gelten die gleichen Anforderungen.

Dabei sind neben den durch den Bauteil selbst gegebenen Luftschallschutz - der bei einschaligen, massiven Bauteilen in erster Linie vom Flächengewicht abhängt - Schallnebenwege zu berücksichtigen.

Wärmetechnisch interessante Bereiche sind - neben den unter dem Abschnitt für Einfamilienhäuser erwähnten Aspekten - unter anderem:

- Die Wärmedämmung von Decken über Durchfahrten oder nicht beheizten Tiefgaragen.
- Schutz vor Überwärmung in Maisonetten mit Galeriegeschoßen und großen Verglasungsflächen.
- Berücksichtigung der winterlichen Abkühlung zugänglicher Bereiche.

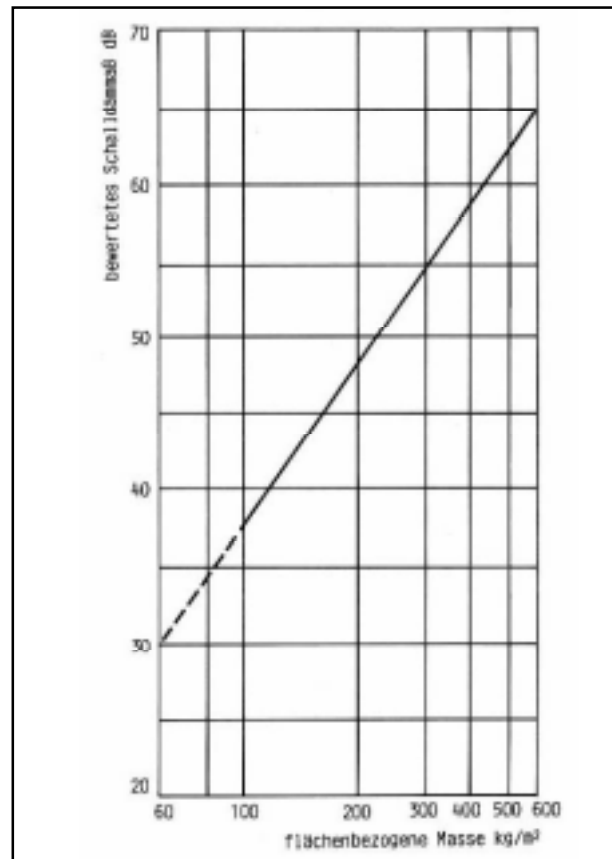


Bild 3: Zusammenhang zwischen flächenbezogener Masse und bewertetem Schalldämmmaß