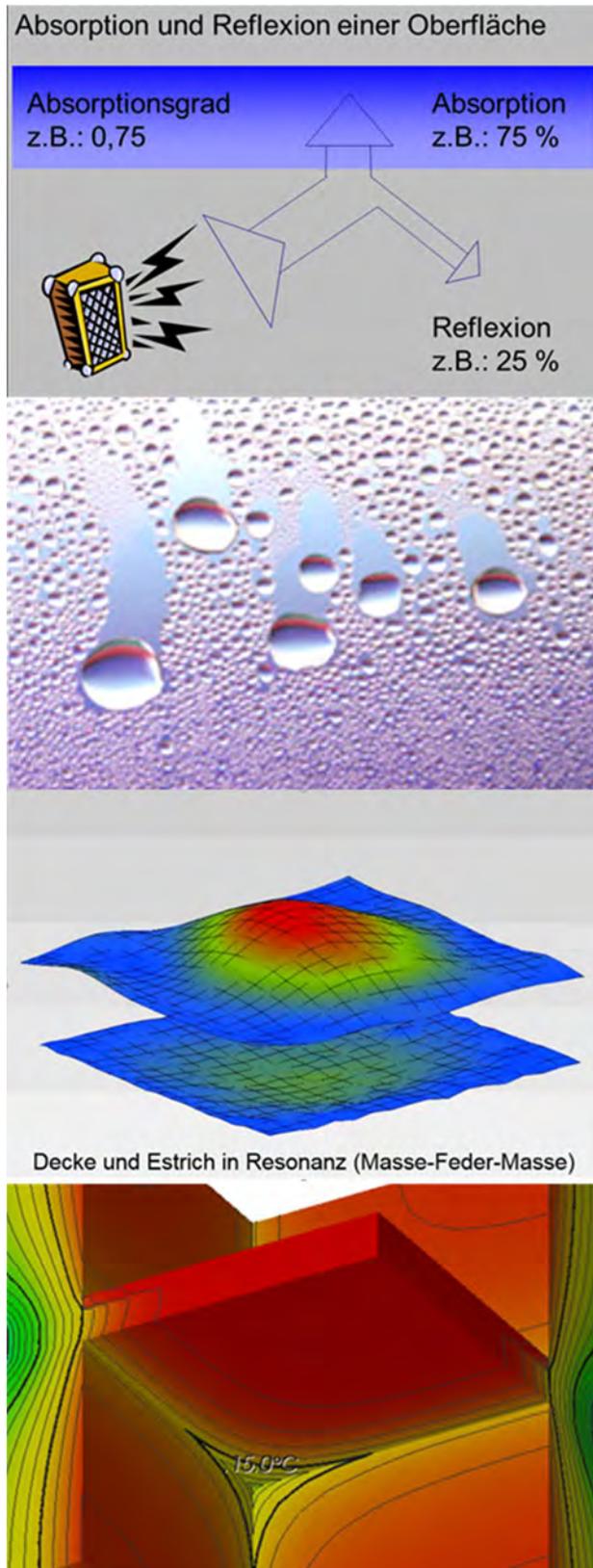


BauphysikerInnen-Treffen 2025

2. Oktober 2025

TU Wien

Prechtlsaal
Karlsplatz 13
1040 Wien



Programm

- 09:00 Eintreffen
- 09:15 **Begrüßung**
Clemens Häusler, MSc, bauphysik.at, A-2511 Pfaffstätten
- 09:30 **ÖNORM B 8115-4: 2026 - Massivbau**
Clemens Häusler, MSc, bauphysik.at, 2511 Pfaffstätten
- ÖNORM B 8115-4: 2026 - Holzbau**
Dr. Bernd Nusser, Holzforschung Austria, 1030 Wien
- 11:00 Pause
- 11:30 **passive Kühlung - aber richtig: automatisierte Fensterlüftung**
DI Markus Winkler, Universität für Weiterbildung Krems, 3500 Krems
- kontrolliert undichte Fassade**
Dr. Julia Bachinger, Holzforschung Austria, 1030 Wien
- 13:00 Mittagspause
- 14:00 **Schallschutz bei Glasfassaden**
Adi Stippl, MSc, AluKönigStahlGmbH, 1150 Wien
- Wandlüfter - Energieeinsparung und Akustik**
Dr. Jan Krüger, HFT Stuttgart, D-70174 Stuttgart
- 15:30 Pause
- 16:00 **g'scheite Zertifizierung - bessere Bauphysik**
Dr. Annekatriin Koch, Larix Engineering GmbH, 1010 Wien
- klimaverträglicher CO₂-Fußabdruck im Bestand - ist das möglich?**
Robert Borsch-Laaks, Sachverständiger für Bauphysik, D-52066 Aachen
- 17:30 Ende Vorträge
- 18:30 Hocketse
TU Wien - Prechtsaal (EG neben Haupteingang), Karlsplatz 13, 1040 Wien



MSc DI(FH)

Clemens HÄUSLER

Ingenieurbüro für Bauphysik

bauphysik.at
Josef Stadlmann-Gasse 1
A-2511 Pfaffstätten

info@bauphysik.at

Geboren 1966 in Wien, absolvierte seine Schulausbildung in Österreich (HTL Mödling, Ing. für Hochbau) und studierte danach in Deutschland (FHT Stuttgart, DI(FH) für Bauphysik) und England (University of Southampton, MSc of Sound and Vibrations). Nach einem halbjährigen Forschungsauftrag am Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart (mikroperforierte Absorber), arbeitete er von 1995 bis 2000 in der Deutschen Industrie.

Ende 2000 startete er als selbstständiger Berater in Deutschland und Österreich für Hersteller von Akustikdecken. Seit 2003 ist er freiberuflicher Bauphysiker und als Experte im Österreichischen Normungsinstitut (ON-K 208 »Schall«, Vorsitzender seit 2017, ON-K 175 »Wärme«, Vorsitzender seit 2024) tätig. Seit Anfang 2009 ist er (stolzer) Inhaber des Einzelunternehmens »bauphysik.at«

»bauphysik.at« ist ein klassisches Bauphysikbüro (gegründet von Architekt DI Franz Kalwoda 1980), das sich auf die Kernbereiche Akustik-Schall-Wärme-Feuchte konzentriert. Im Fokus steht die Sanierung von Bestandsobjekten sowie die Planung komplexer (Nichtwohn-) Gebäude, insbesondere Bildungseinrichtungen.

ÖNORM B 8115-4: 2026

Was bringt die Neuausgabe hinsichtlich der Schallschutzplanung im Massivbau

DI(FH) Clemens Häusler, MSc, info@bauphysik.at

bauphysik.at
A-2511 Pfaffstätten bei Wien

Vorbemerkung

Die aktuelle Ausgabe der ÖNORM B 8115-4 »Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen« stammt aus dem September 2003, also stolze 22 Jahre alt. Die Überarbeitung der Norm startete am 9. Dezember 2015 vor fast 10 Jahren, jetzt ist die Norm inhaltlich (fast) fertig und soll Ende 2025 zum Entwurf der Öffentlichkeit vorgelegt werden. „So Gott will“ werden wir im ersten Halbjahr 2026 einen neuen Teil 4 haben.

Die Überarbeitung soll vor allem den Holzbau in ein neues Planungszeitalter führen, aber auch im (klassischen) mineralischen Massivbau gibt viele Ergänzungen und Optimierung. Vor allem die unglaubliche Entwicklung im Holzmassivbau hatte großen Einfluss auf die Überarbeitung. 2015 hatten wir Holzmassiv noch nicht im Fokus, aber mit der Zeit wuchs der Wunsch Holzmassiv analog zu Mineralischmassiv durchgehend zu berechnen. Allerdings ergab sich durch die Berechnung von Holzmassiv auch eine Wechselwirkung auf den mineralischen Massivbau und es war unumgänglich hier ein paar Anpassungen vorzunehmen.

Durch den stark gewachsenen Umfang musste auch die Struktur erneuert werden und auch wenn die Physik von Holzmassiv eher jener von Mineralischmassiv entspricht, wurde die Trennung im Mineralisch und Holz durchgezogen.

1. Einleitung

Die grundsätzliche Berechnung im mineralischen Massivbau basiert weiterhin auf der EN 12345-1 und EN 12354-2, bei fehlenden Daten wird vor allem auf die DIN 4109 zugegriffen bzw. verwiesen. Hier eine kleine Liste der wichtigsten Änderungen bzw. Ergänzungen:

- Einführung einer Prognosesicherheit von 2 dB (Sicherheitsbeiwert)
- Massegesetz einschaliger Bauteile und zweischaliger Bauteile überarbeitet
- Vorsatzschalen deutlich erweitert
- Trittschallschutz Flankenübertragung detailliert und pauschal
- schwimmender Estrich neu inklusive Kombination schwimmender Estrich und Bodenbelag
- Technische Anlagen mit konkreten Zahlenwerten ergänzt
- Viele Anlagen mit zusätzlichen Informationen

Dabei wurden Grafiken und Tabellen stets mit entsprechenden Gleichungen ergänzt, um für die praktische Anwendung gleicher Ergebnisse der Softwareprogramme zu erzielen.

2. Allgemein

2.1 Prognosesicherheit

Die Berechnungen der Norm enthaltenen keine Sicherheitszuschläge für Abweichungen gegenüber der Ausführung im Labor, durch Toleranzen der Fertigung oder vereinfachten physikalischen Modellannahmen. Bei gleichwertiger Materialwahl, Ausführung und Konstruktion kann davon ausgegangen werden, dass im Mittel eine Übereinstimmung der Rechenergebnisse mit den Messergebnissen vor Ort erzielt wird.

Eine ausreichende Prognosesicherheit (Konfidenzniveau $\geq 90\%$) ist anzunehmen, wenn die berechneten Werte ($R'_{res,w}$ bzw. $D_{2m,nT,w}$, $D_{nT,w}$, $L_{nT,w}$) mit einem Sicherheitsbeiwert von 2 dB versehen werden. Liegen genauere Erkenntnisse vor, kann die Prognosesicherheit auch mit geringeren Sicherheitsbeiwerten erreicht werden.

2.2 Einfluss Raumgeometrie

Bei einem größeren Raumvolumen ergibt sich bei normgemäßer Planung und Messung ein höherer Schallschutz, gleichzeitig ergibt sich aber im Gebrauch eine höhere Nutzungsfrequenz, welche auch eine höhere Luft- und Trittschallbelastung hervorruft.

Eine Verdoppelung der Raumtiefe (Abmessung normal zum Trennbauteil) bewirkt einen um 3 dB besseren Schallschutz, unabhängig ob Luftschall- oder Trittschallschutz.

Beim Luftschall hat eine größere Trennbauteilfläche keinen unmittelbaren Einfluss (Pegeldifferenz ist unabhängig von Bauteilfläche) auf den Schallschutz. Der Schallschutz verbessert sich lediglich indirekt aufgrund des geringer werdenden Flächenanteils der Flankenbauteile.

Beim Trittschall bewirkt eine Verdoppelung der Trennbauteilfläche unmittelbar eine Verbesserung des Trittschallschutzes um 3 dB (ein Trittschallhammerwerk auf doppelter Fläche), zusätzlich verbessert sich der Schallschutz aufgrund des geringer werdenden Flächenanteils der Flankenbauteile.

Da eine größere Deckenfläche in der Regel auch eine höhere Lärmbelastung bewirkt (doppelte Fläche gleich doppelter Personenzahl) ergibt eine größerer Deckenfläche subjektiv keinen höheren Schallschutz.

Um den realen Einfluss der Deckenfläche nicht zu überschätzen, wird die Deckenfläche beim Trittschallschutz rechnerisch auf maximal 25 m² begrenzt.

2.3 Referenzraum

Grundsätzlich hat der Nachweis für den ungünstigsten Raum zu erfolgen, dies gilt gleichermaßen für unterschiedliche Übertragungsarten (Außenlärm, Luft- und Trittschall), Übertragungswege (horizontal, vertikal), Kombination von Bauteilen sowie die Geometrie der Räume.

Alternativ kann, unbenommen von den tatsächlichen Gegebenheiten, ein Referenzraum zugrunde gelegt werden:

- ungünstigstes Trennbauteil
- Abmessungen Referenzraum (Aufenthaltsraum): 4,0 x 2,5 x 2,5 m (l x b x h)
- maximale Anzahl ungünstiger Flankenbauteile (z.B. Eckraum)

Wird der Nachweis unter diesen Bedingungen erfüllt, so gelten alle anderen Kombinationen ebenfalls als erfüllt, dies gilt aufgrund der geringeren Anforderungen auch für geometrisch ungünstigere Nebenräume.

2.4 Resonanzfrequenz

Die Resonanzfrequenz f_0 errechnet sich aus Gleichung (1), alle daraus resultierenden vereinfachten Gleichungen für gleich Massen bzw. sehr ungleiche Massen sowie für Mineralwolle als Steifigkeit wurden gestrichen (diese führten einerseits zu Anwendungsfehlern und sind andererseits durch die Software entbehrlich geworden).

$$f_0 = \frac{1000}{2 \cdot \pi} \sqrt{s' \cdot \left(\frac{1}{m_1'} + \frac{1}{m_2'} \right)} \text{ in Hz} \quad (1)$$

f_0	Resonanzfrequenz in Hz
s'	dynamische Steifigkeit der Zwischenschicht in MN/m ³
m_1', m_2'	flächenbezogene Massen der Schalen in kg/m ²
1000/2 π	in der Literatur näherungsweise mit 160 angegeben

Bei mehreren Schichten ergibt sich die dynamische Gesamt-Steifigkeit aus Gleichung (2):

$$s'_{ges} = \frac{1}{\left(\frac{1}{s'_1} + \frac{1}{s'_2} + \frac{1}{s'_3} + \dots\right)} \text{ in MN/m}^3 \quad (2)$$

$s'_{1,2,3, \dots}$ dynamische Steifigkeit der einzelnen Schichten

Bei Berücksichtigung der Unterkonstruktion ergibt sich die Steifigkeit der Gesamtkonstruktion aus der Steifigkeit des Hohlraums und der Steifigkeit der Unterkonstruktion aus Gleichung (3), Angaben zur Steifigkeit von gängigen Unterkonstruktion befinden sich im Anhang der neuen Norm.

$$s'_{ges} = s'_{HR} + s'_{UK} \text{ in MN/m}^3 \quad (3)$$

s'_{HR} dynamische Steifigkeit des Hohlraums (Luft und/oder schallabsorbierende Einlage) in MN/m^3

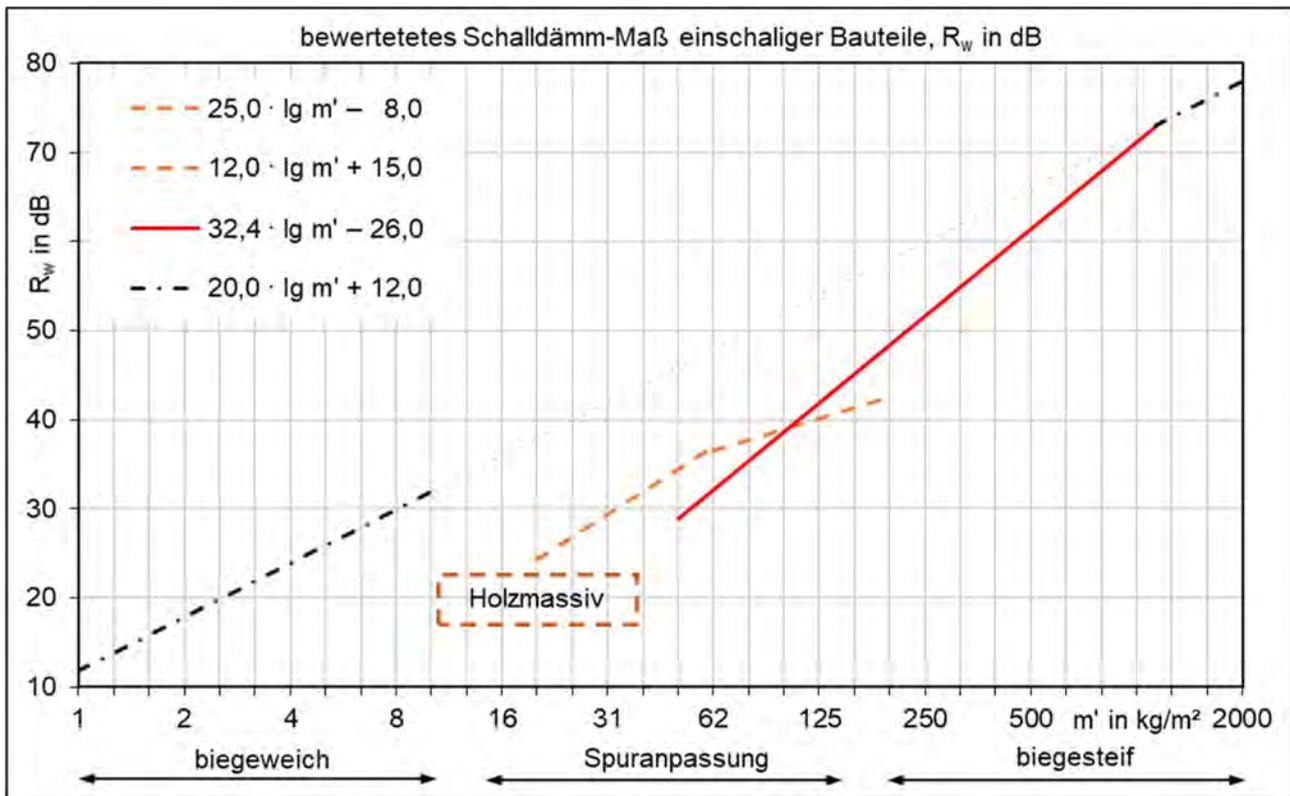
s'_{UK} dynamische Steifigkeit der Unterkonstruktion in MN/m^3

3. Mineralischer Massivbau

3.1 Massegesetz einschaliger Bauteile

Überlegt wurde das neue Massegesetz der DIN 4109 zu übernehmen, aber letztendlich wurde entschieden die österreichische Tradition fortzusetzen und das deutsche Massegesetz im Anhang zu würdigen (insbesondere als das neue deutsche Massegesetz von 2016 - ganz im Gegensatz zu alten von 1989 - fast exakt dem österreichischen entspricht). Das Massegesetz an sich ist blieb also unverändert, wurde allerdings erweitert damit es über den gesamten Massebereich anwendbar wird.

Abbildung 1: Massegesetz akustisch einschaliger Bauteile



Der Rechenwert für das bewertete Schalldämm-Maß R_w von einschaligen biegeweichen Bauteilen ab 1 kg/m^2 kann gemäß Gleichung (4) ermittelt werden:

$$R_w = 20 \cdot \lg m' + 12 \text{ in dB} \quad (4)$$

m' flächenbezogene Masse in kg/m^2

Biegeweiche Platten haben in der Regel eine flächenbezogene Masse im Bereich von 1 kg/m^2 bis 10 kg/m^2 . Mittels mehrerer dünner (vMassegesetz einschaliger Bauteileerkleber oder verschraubter) Platten (ohne kraftschlüssige Verbindung) kann die akustisch wirksame flächenbezogene Masse aber auf 20 kg/m^2 , 40 kg/m^2 oder mehr erhöht werden, ohne die Koinzidenzfrequenz ungünstig zu verändern (z. B. Verbundsicherheitsglas, mehrlagige Gipsplatten).

Der Rechenwert für das bewertete Schalldämm-Maß R_w von biegesteifen einschaligen Bauteilen ab 50 kg/m^2 kann gemäß Gleichung (5) ermittelt werden, die Spektrumanpassungswerte C bzw. C_{tr} nach Gleichung (6) bzw. (7):

$$R_w = 32,4 \cdot \lg m' - 26,0 \leq 20 \cdot \lg m' + 12 \text{ in dB} \quad (5)$$

$$C = -2 \text{ in dB} \quad (6)$$

$$C_{tr} = 16 - 9 \cdot \lg m' \text{ in dB mit: } -5 \leq C_{tr} \leq -2 \quad (7)$$

R_w bewertetes Schalldämm-Maß in dB

m' flächenbezogene Masse in kg/m^2

C Spektrum-Anpassungswert C in dB

C_{tr} Spektrum-Anpassungswert C_{tr} in dB

3.2 Massegesetz zweischaliger Bauteile

Die Schalldämmung zweischaliger massiver Trennwände ergibt sich aus dem bewerteten Schalldämm-Maß einer gleichschweren einschaligen Wand, der Qualität der akustischen Trennung (Resonanzfrequenz) und der Flankenübertragung, vereinfacht kann dies nach Gleichung (8) berechnet werden:

$$D_{nT,w} = R_{w m'_{1+2}} - K + \Delta R_{w,Tr} + 10 \cdot \lg \frac{0,16 \cdot V}{T_0 \cdot S_s} \text{ in dB} \quad (8)$$

$R_{w m'_{1+2}}$ bewertete Schalldämm-Maß R_w mit der flächenbezogenen Masse beider Schalen

K Einfluss Resonanzfrequenz, $K = 20 \cdot \lg (f_0/31)$, $K_2 \geq 0 \text{ dB}$ (f_0 nach Abschnitt 5.1.4)

$\Delta R_{w,Tr}$ zweischalige Gebäudetrennwände, $\Delta R_{w,Tr} = 12$ bis 3 dB (Tabelle 1)

Tabelle 1 enthält Korrekturwerte für zweischalige Gebäudetrennwände für Luft- und Trittschall, die Differenz beträgt 3 dB . Dies liegt an der Art der Anregung, während beim Luftschall Wand und Boden angeregt wird, so wird beim Trittschall nur der Boden angeregt.

Tabelle 1 — Korrekturwert $\Delta R_{w,Tr}$ ($\Delta L_{w,Tr}$) für zweischalige Gebäudetrennwände

Zeile	Situation	Beschreibung	$\Delta R_{w,Tr}$ ($\Delta L_{w,Tr}$) in dB
1		vollständige Trennung der flankierenden Bauteile ab Oberkante Bodenplatte auch gültig für alle darüber liegenden Geschosse, unabhängig von der Ausbildung der Bodenplatte und der Fundamente	12 (15)
2		Außenwände im darunterliegenden Geschoss durchgehend mit $m' \geq 450 \text{ kg/m}^2$ Bodenplatte durchgehend $m' \geq 450 \text{ kg/m}^2$ Anmerkung: in der Regel aufgrund der Bauwerksabdichtung.	9 (12)
3		Außenwände im gleichen Geschoss durchgehend mit $m' \geq 450 \text{ kg/m}^2$ Bodenplatte durchgehend $m' \geq 450 \text{ kg/m}^2$ Anmerkung: in der Regel aufgrund der Bauwerksabdichtung	3 ^a (6)
4		Außenwände getrennt Bodenplatte getrennt Fundament getrennt	9 ^b (12)
5		Außenwände getrennt Bodenplatte getrennt Fundament nicht getrennt	6 ^b (9)
6		Außenwände getrennt Bodenplatte durchgehend $m' \geq 450 \text{ kg/m}^2$	6 ^b (9)

^a ohne detaillierte Betrachtung der flankierenden Bauteile $D_{nT,w} \leq 65 \text{ dB}$
^b ohne detaillierte Betrachtung der flankierenden Bauteile $D_{nT,w} \leq 70 \text{ dB}$

3.3 Vorsatzschalen

Das bewertete Luftschallverbesserungsmaß kann wie folgt berechnet werden:

$$\Delta R_w = 64 - 21 \cdot \lg f_0 - R_w/4,5 \text{ in dB} \tag{9}$$

ΔR_w bewertetes Luftschallverbesserungsmaß in dB

R_w bewertete Schalldämm-Maß des Bezugsbauteils (Wand/Decke) in dB

f_0 Resonanzfrequenz der Vorsatzschale in Hz, für f_0 von 30 bis 160 Hz

Für Resonanzfrequenzen zwischen 1000 bis 5000 Hz wird die Verschlechterung durch die Vorsatzschale auf – 10 dB bis – 3dB begrenzt, die Werte können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 2 — Luftschallverbesserung einer Vorsatzschale

Zeile	Resonanzfrequenz f_0 in Hz	ΔR_w in dB
1	20 bis 5000	$64 - 21 \lg f_0 - R_w/4,5$
2	1000 ^a	≥ -10
3	5000 ^a	≥ -3
^a Zwischenwerte werden interpoliert.		

Die Veränderung der Spektrumanpassungswerte ΔC und ΔC_{tr} wird in Abhängigkeit von der Resonanzfrequenz wie folgt berechnet:

$$\Delta C = f_0/70 - 6 \leq 0 \text{ in dB} \quad (10)$$

$$\Delta C_{tr} = f_0/50 - 10 \leq 0 \text{ in dB} \quad (11)$$

Die Berechnung gilt gleichermaßen für Vorsatzschalen aus biegeweichen Platten wie auch für Wärmedämmverbundsysteme, für Mineralischmassiv ebenso wie für Holzmassiv.

Tabelle 3 — Luftschallverbesserung Vorsatzschale ÖNORM B 8115-4 2023 bzw. 2026

f_0 Hz	ΔR_w in dB je nach R_w Bauteil - 2003							ΔR_w in dB je nach R_w Bauteil - 2026						
	40	45	50	55	60	65	70	40	45	50	55	60	65	70
25	15	13	10	8	5	3	0	26	25	24	22	21	20	19
31	15	13	10	8	5	3	0	24	23	22	20	19	18	17
40	15	13	10	8	5	3	0	21	20	19	18	17	16	15
50	15	13	10	8	5	3	0	19	18	17	16	15	14	13
63	15	13	10	8	5	3	0	17	16	15	14	13	12	11
80	14	11	9	6	4	1	0	15	14	13	12	11	10	8
100	12	9	7	4	2	0	0	13	12	11	10	9	8	6
125	10	8	5	3	0	0	0	11	10	9	8	7	6	4
160	8	5	3	0	0	0	0	9	8	7	5	4	3	2

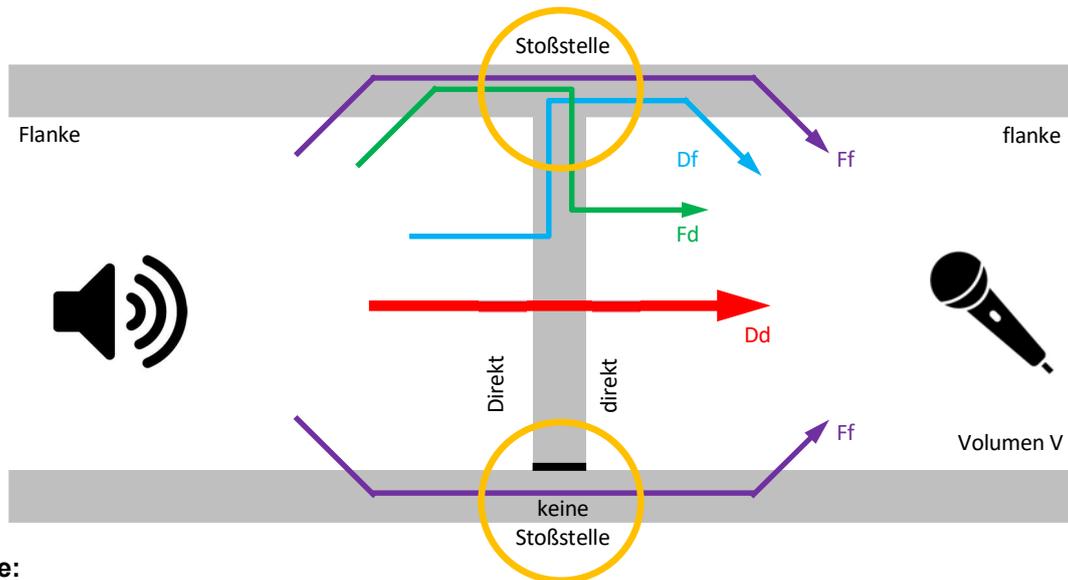
3.4 Trittschallschutz Flankenübertragung

Während die Berechnung des Luftschallschutzes unverändert bleibt, wird die Berechnung des Trittschallschutzes analog zum Luftschallschutz eingeführt.

Für jeden Übertragungsweg (siehe Abbildung 3) wird der bewertete Norm-Trittschallpegel aus den Eingangsdaten für die Bauteile und die Stoßstellen analog, wie zum Luftschallschutz ermittelt. Bei der Verwendung üblicher Software ergibt sich der Trittschallschutz bei der Berechnung der Luftschallübertragung automatisch.

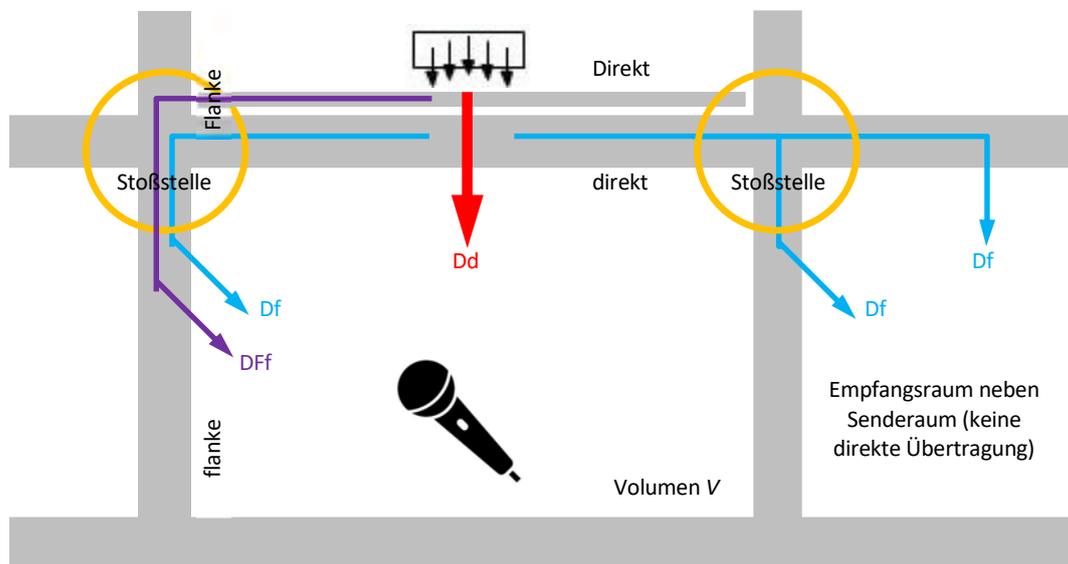
Diese detaillierte Berechnung der Trittschallübertragung kann auch bei der Berechnung von Treppen verwendet werden.

Abbildung 2: Wege der Luftschallübertragung

**Legende:**

- Dd Direkschalldämmung von „D“ Senderraum zu „d“ im Empfangsraum
 Df Flankenschalldämmung von Direkt „D“ Senderraum zu flanke „f“ im Empfangsraum
 Fd Flankenschalldämmung von Flanke „F“ Senderraum zu direkt „d“ im Empfangsraum
 Ff Flankenschalldämmung von Flanke „F“ Senderraum zu flanke „f“ im Empfangsraum

Abbildung 3: Wege der Trittschallübertragung

**Legende:**

- Dd Direkschalldämmung von „D“ Senderraum zu „d“ im Empfangsraum
 Df Flankenschalldämmung von Direkt „D“ Senderraum zu Flanke „f“ im Empfangsraum
 DFF Flankenschalldämmung von Direkt „D“ zu Flanke „F“ Senderraum zu Flanke „f“ im Empfangsraum

Die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ ergibt sich wie folgt:

$$D_{nT,w} = -10 \lg \left[10^{-\frac{D_{nT,Dd,w}}{10}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-\frac{D_{nT,Ff,w}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{-\frac{D_{nT,Fd,w}}{10}} + \sum_{f=1}^n 10^{-\frac{D_{nT,Df,w}}{10}} + \frac{V_0}{V} \sum_{j=1}^m 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}} \right] \quad (12)$$

$D_{nT,Dd,w}$ bewertete Standard-Schallpegeldifferenz für die Direktübertragung durch den Trennbauteil in dB

$D_{nT,Ff,w}$ bewertete Standard-Schallpegeldifferenz für den Übertragungsweg Ff in dB

$D_{nT,Fd,w}$ bewertete Standard-Schallpegeldifferenz für den Übertragungsweg Fd in dB

$D_{nT,Df,w}$ bewertete Standard-Schallpegeldifferenz für den Übertragungsweg Df in dB

$D_{n,j,w}$ bewertete Norm-Schallpegeldifferenz technischer Elemente $D_{n,e,w}$ bzw. Nebenwegen $D_{n,s,w}$ in dB

Der bewertete Standard-Trittschallpegel $L_{nT,w}$ ergibt sich wie folgt:

$$L_{nT,w} = 10 \lg \left(10^{\frac{L_{n,w}}{10}} + \sum_{f=1}^n 10^{\frac{L_{n,Df,w}}{10}} \right) - 10 \lg \frac{V}{V_0} \quad \text{in dB} \quad (2)$$

$L_{nT,w}$ bewerteter Standard-Trittschallpegel in dB

$L_{n,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel direkte Übertragung in dB

$L_{n,Df,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel Flankenübertragung über Weg Df in dB

3.5 Trittschallschutz Flankenübertragung pauschal

In vielen Fällen ist die Flankenübertragung beim Trittschall gering (wenn die Flanken ähnlich schwer sind wie die Rohdecke), deshalb bleibt auch die pauschale Berücksichtigung der Flankenübertragung erhalten. Allerdings wird in der neuen Norm unterschieden ob mit oder ohne Unterdecke.

3.6 schwimmender Estrich

Die Trittschallminderung von schwimmend verlegten Massivestrichen wird in Ausgabe 2026 nach Gleichung (14) ermittelt, in der Ausgabe 2023 war es Gleichung 15, welche in der EN 12354-2 zu Gleichung 16 wurde.

$$\Delta L_w = 85 \text{ dB} - 30 \lg f_0 \quad (14)$$

$$\Delta L_w = 14,8 \lg(m'/60) - (14,0 + 1,5 (m' - 60)/200) \lg(s'/5) + 34 \quad (15)$$

$$\Delta L_w = 13 \lg m' - 14,2 \lg s' + 20,8 \text{ dB} \quad (16)$$

ΔL_w bewertete Trittschallminderung durch eine Deckenauflage in dB

f_0 Resonanzfrequenz schwimmender Estrich in Hz

m' flächenbezogene Masse Massivestrich in kg/m^2

s' dynamische Steifigkeit der Zwischenschicht (Trittschalldämmung) in MN/m^3

Der Unterschied von Gleichung (14) zur Gleichung (16) beträgt bei einer Rohdecke von 460 kg/m^2 (ca. 200 mm STB) im Mittel ca. 0,4 dB (ca. -0,4 bis 1,3 dB bzw. im praktisch relevanten Bereich ca. -0,1 bis 0,8 dB), bei 320 kg/m^2 (STB ähnlich Prüfstand) im Mittel ca. 1,0 dB, d.h. die Rechenwerte nach Gleichung 14 liegen auf der sicheren Seite. Bei einer Rohdecke von 100 kg/m^2 (z.B. Holzmassiv) beträgt der Unterschied im Mittel ca. 4,1 dB (1,7 bis 6,4 dB bzw. im praktisch relevanten Bereich 3,2 bis 5,2 dB).

Ist die Rohdecke deutlich schwerer als der schwimmende Estrich, dann ist das Ergebnis der unterschiedlichen Gleichungen praktisch gleich, deshalb spielt dies bei einer massiven Stahlbetondecke auch keine Rolle, je ähnlicher die beiden Massen werden, desto größer wird der Einfluss der Rohdecke auf die Resonanzfrequenz

und somit auf die Verbesserung des schwimmenden Estrichs. Für die Anwendung bei Holzmassivdecken ist diese Umstellung deshalb unverzichtbar.

3.7 Kombination schwimmender Estrich und Bodenbelag

Bei Anordnung eines Bodenbelages auf einem schwimmenden Estrich (bzw. Doppel- oder Hohlraumboden) dürfen die bewerteten Trittschallminderungen nicht addiert werden, die frequenzabhängige Trittschallminderung jedoch darf addiert werden. Die errechnete bewertete Trittschallminderung für einen schwimmenden Estrich und einem weichfedernden Bodenbelag kann nach Gleichung 17 ermittelt werden. Wie ersichtlich ist die Kombination zweier Trittschallminderungen gering.

$$\Delta L_w = \Delta L_{1w} + (\Delta L_{2w} - 18 \text{ dB}) \text{ in dB für } \Delta L_{2w} > 18 \text{ dB, sonst } \Delta L_w = \Delta L_{1w} \quad (3)$$

ΔL_w bewertete Trittschallminderung aus Estrich und Bodenbelag

$\Delta L_{1,w}$ bewertete Trittschallminderung schwimmender Estrich

$\Delta L_{2,w}$ bewertete Trittschallminderung weichfedernder Bodenbelag

Tabelle 4 — Kombination schwimmender Estrich $\Delta L_{1,w}$ und weichfedernder Bodenbelag $\Delta L_{2,w}$

Zeile	$\Delta L_{1,w}$ in dB	$\Delta L_{2,w}$ in dB	ΔL_w in dB
1	18	≤ 18	≤ 18
2	20	≤ 18	≤ 20
	20	20	20
3	22	≤ 18	≤ 22
	22	20	24
	22	22	26
4	24	≤ 18	≤ 24
	24	20	26
	24	22	28
	24	24	30
6	26	≤ 18	≤ 26
	26	20	28
	26	22	30
	26	24	32
	26	26	34

Bis zu einer bewerteten Trittschallminderung $\Delta L_w \leq 18$ dB bewirken weichfedernde Bodenbeläge bei tiefen Frequenzen (125 Hz) praktisch keine Verbesserung, weshalb auch die Addition der Einzahlwerte keine Verbesserung bringt. Bei hohen Frequenzen (ab 500 Hz, jedenfalls ab 1000 Hz) bewirken aber auch relativ harte Gummi-, Kunststoff oder Linoleumbeläge eine deutliche Verbesserung, dies ist zwar unbedeutend bei korrekt schwimmenden Estrichen aber absolut relevant bei mit Schallbrücken behafteten Estrichen.

4. Technische Anlagen

Technische Anlagen sind fest mit dem Gebäude verbundene technische Einrichtungen und Systeme, die der funktionsgerechten Nutzung, Bewohnbarkeit oder dem Betrieb von Gebäuden dienen, wie z. B. Heizungs-, Sanitär- und Elektroinstallationen, Aufzüge oder Lüftungsanlagen, Sonnenschutzsysteme, Tore und Türen, unabhängig davon, ob diese mit Fremdkraft (z. B. elektrisch) oder manuell bedient werden.

Bei manueller Bedienung von Technischen Anlagen, z.B. Türen, Tore, Sonnenschutz, wird eine sachgemäße Bedienung bzw. zur Einhaltung der Grenzwerte in der Nacht eine sachgemäße Bedienung unter Rücksichtnahme auf die Mitbewohner vorausgesetzt (siehe ÖNORM B 8115-5 Punkt 5.8).

4.1 Aufzüge

Grundsätzlich wird in Wohngebäuden die Ausführung zweischaliger Schächte aus biegesteifen Schalen empfohlen.

4.1.1 zweischaliger Schacht aus biegesteifen Schalen

Bei einer zweischaligen Ausführung von Aufzugsschächten aus biegesteifen Schalen wird, in Abhängigkeit von der gewünschten Klasse, folgende Mindestanforderung an die Resonanzfrequenz gestellt:

- Klasse C: $f_0 \leq 80$ Hz (z.B. mit $m' \geq 400$ kg/m² (Masse beider Schalen) und $s' \leq 20$ MN/m³)
- Klasse B: $f_0 \leq 50$ Hz (z.B. mit $m' \geq 650$ kg/m² (Masse beider Schalen) und $s' \leq 15$ MN/m³)
- Klasse A: $f_0 \leq 31$ Hz (z.B. mit $m' \geq 900$ kg/m² (Masse beider Schalen) und $s' \leq 8$ MN/m³)

Die schachtseitige Schale ist von Schachtgrube bis zum Schachtkopf von der raumseitigen Schale durchgehend getrennt auszuführen. Ohne Schachtgrube bzw. Schachtkopf reduziert sich der Schallschutz im untersten bzw. obersten Stockwerk um 5 dB.

4.1.1 einschaliger Schacht aus biegesteifer Schale

Bei einer einschaligen Ausführung von Aufzugsschächten aus biegesteifen Schalen für die Schallschutzklasse C gegen einen Aufenthaltsraum („Schutzziel Schlaf“) werden folgende Mindestanforderungen an die flächenbezogene Masse und an die Resonanzfrequenz der gegebenenfalls zusätzlichen Vorsatzschale gestellt:

- $m' \geq 650$ kg/m² ($R_w \geq 65$ dB),
- $m' \geq 450$ kg/m² ($R_w \geq 60$ dB) plus Vorsatzschale $f_0 \leq 50$ Hz,

Bei einer einschaligen Ausführung von Aufzugsschächten aus biegesteifen Schalen für die Schallschutzklasse C gegen Nebenräume werden folgende Mindestanforderungen an die flächenbezogene Masse und an die Resonanzfrequenz der gegebenenfalls zusätzlichen Vorsatzschale gestellt:

- $m' \geq 450$ kg/m² ($R_w \geq 60$ dB) gegen Nebenraum,
- $m' \geq 320$ kg/m² ($R_w \geq 55$ dB) plus Vorsatzschale $f_0 \leq 50$ Hz.

ANMERKUNG Die Vorsatzschale an sich verbessert den Schallschutz der Schachtwand um ≥ 10 dB, aufgrund der flankierenden massiven Decken und Wänden reduziert sich die Gesamtverbesserung aber auf etwa 5 dB. Eine weitere Verbesserung der Gesamtübertragung würde demnach eine Vorsatzschale mit $f_0 \leq 50$ Hz an allen massiven Flanken erfordern.

4.2 Druckwasserleitungen

Bei durchgehend körperschallentkoppelter Montage von Druckleitungen kann, auf der dem Bauteil abgewandten Seite, von den Schallpegeln gemäß Tabelle xy ausgegangen werden.

Tabelle 5 — Schallpegeln von Druckleitungen

Zeile	flächenbezogenen Masse m'	$L_{Aeq,nT}$ in dB	$L_{AFmax,nT}$ in dB
1	≥ 220 kg/m ²	20	25
2	≥ 320 kg/m ²	15	20

4.2 Abwasseranlagen

Bei durchgehend körperschallentkoppelter Montage von Abwasserleitungen kann, auf der dem Bauteil abgewandten Seite von den Schallpegeln gemäß Tabelle 6 ausgegangen werden.

Tabelle 6 — Schallpegeln von Abwasserleitungen

Zeile	flächenbezogenen Masse m'	Abwasser ^a		WC
		$L_{Aeq,nT}$ in dB	$L_{AFmax,nT}$ in dB	$L_{AFmax,nT}$ in dB
1	$\geq 220 \text{ kg/m}^2$	25	30	35
2	$\geq 320 \text{ kg/m}^2$	20	25	30
3	$\geq 450 \text{ kg/m}^2$	15	20	25

^a bei vertikalen Abwasserleitungen erhöhen sich die Werte mit Verzug (45°) um 5 dB bzw. mit Umlenkung ($2 \times 45^\circ$) um 10 dB

5. Anlagen

Die Anlagen der neuen Norm enthalten eine Fülle unterschiedlichster Informationen, z.B.:

- Richtwerte Schalldämmung Gläsern und Fenstern
- Richtwerte Bauanschlussfugen
- Schalldämmung von GK-Ständerwänden
- Schallschutz von Holzdecken und Holzwänden
- Resonanzfrequenz von dreischaligen Bauteilen
- Resonanzfrequenz von Verbindungen
- Norm-Flankenschallpegeldifferenz von Leichtbauflanken
- Stoßstellendämmung von Mineralischmassiv und Holzmassiv
- Dynamische Steifigkeit von Trittschall-Dämmplatten und Dämmstoffen

6. Fazit

Die neue Norm enthält für den klassischen Massivbau eine Vielzahl von Änderungen und Ergänzungen, hinzu kommt ein komplett neu integrierter Berechnungsansatz für den Holzrahmen und insbesondere für den Holmassivbau. Durch den stark gewachsenen Umfang musste auch die Struktur erneuert werden, sodass auch für jahrelang geübte Nutzer eine große Umstellung zu erwarten ist.

Wünschenswert wäre ein starker Rückfluss aus der Praxis, damit die Norm immer besser wird, stets auf dem aktuellen Stand bleibt und die nächste Anpassung in weniger als 23 Jahren erscheinen wird.

Literatur

- [EN 12354-1] ÖNORM EN ISO 12354-1, Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Luftschalldämmung zwischen Räumen (2017)
- [EN 12354-2] ÖNORM EN ISO 12354-2, Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Trittschalldämmung zwischen Räumen (2017)
- [ÖN B 8115-2] Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Methodik zur Ermittlung von Schallschutzniveaus, 2021-04
- [ÖN B 8115-5] Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Klassifizierung, 2021-04
- [DIN 4109-32] DIN 4109-32 Schallschutz im Hochbau – Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau
- [DIN 4109-33] DIN 4109-33 Schallschutz im Hochbau – Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau, 2016-07

CURRICULUM VITAE



Dr.
Bernd Nusser

Holzforschung Austria
Franz Grill Straße 7
A-1030 Wien

b.nusser@holzforschung.at

geboren am 1. April 1978 in Bad Saulgau (D)

- seit 2020 Leiter des Simulationszentrums bei der Holzforschung Austria
- seit 2016 Leiter des Fachbereichs Bauphysik bei der Holzforschung Austria
- 2013 F&E-Projektkoordinator für Bauphysik bei Saint-Gobain Isover Österreich/Deutschland
- 2012 Abschluss des Doktorats an der TU Wien zum Feuchteschutz von flachgeneigten hölzerne Dachkonstruktionen
- 2007 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Holzforschung Austria im Fachbereich Bauphysik, Hygrothermik
- 2007 Abschluss Masterstudium "Holztechnik" an der Hochschule Rosenheim (D)
- 2005 Wissenschaftliche Hilfskraft am Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Holzkirchen (D), Hygrothermik
- 2005 Abschluss Diplomstudium "Holzbau und Ausbau" an der Hochschule Rosenheim (D)
- 1997 Abschluss zum Tischlergeselle, Bautischlerei

Autor zahlreicher Fachpublikationene und Mitglied in nationalen Normenkremien zum Wärme-, Feuchte-, und Schallschutz in Gebäuden.

ÖNORM B 8115-4:2026

Was bringt die Neuauflage hinsichtlich der Schallschutzplanung im Holzbau?

DI Alexander Stenitzer, a.stenitzer@holzforschung.at

Dr. Bernd Nusser, b.nusser@holzforschung.at

Holzforschung Austria
A-1030 Wien

Vorbemerkung

Ein Jahr nach Einführung des Euro als nationale Währung wurde die bisher letzte Version der ÖNORM B 8115-4 veröffentlicht und ist bis zum heutigen Tag gültig. Seit 23 Jahren tragen die darin enthaltenen „[...] Anleitungen und Beispiele für die Auswahl der Bauteile und Bauteilkombinationen [...]“ zur Einhaltung des „[...] baulichen Schallschutz[es] gemäß ÖNORM B 8115-2 [...]“ [1] bei. Im Hinblick auf die Entwicklungen im Schallschutz in den letzten beiden Jahrzehnten ist dies ein sehr langer Zeitraum. Die Erkenntnisse aus einer Vielzahl an Forschungsprojekten werden in die Überarbeitung der ÖNORM B 8115-4, welche 2026 veröffentlicht werden soll, eingearbeitet und sollen die Schallschutzplanung einen deutlichen Schritt voranbringen. Speziell für die Holzbauplanung wird es einige Neuerungen geben; die weitreichendsten (geplanten) Änderungen werden in diesem Beitrag zusammengefasst.

Überarbeitung – WOZU?

Zwar hat sich die Anwendung der ÖNORM B 8115-4:2003 in der Schallschutzplanung als hilfreich erwiesen, allerdings gehen die in den letzten 2 Jahrzehnten gewonnenen Erkenntnisse aus Wissenschaft und Praxis, nicht spurlos an der Aktualität der Norm vorüber. Die notwendige Überarbeitung im Bereich des Holzbaus wird dabei nicht nur vom steigenden Holzbauanteil, sondern auch durch die zunehmende Anzahl an wissenschaftlichen, bauakustischen Publikationen deutlich. Dies zeigt Abbildung 1 sehr deutlich. In der linken Grafik wird der Anteil an Holzbauten (nach [2]) im Vergleich zum gesamten Gebäudebestand in Österreich [3] im Zeitraum von 2000 bis 2021 dargestellt. Weiters ist in der rechten Grafik die Anzahl an Suchergebnissen auf Google Scholar (aufgerufen am 05.09.2025) bei Anwendung von themenrelevanten Schlagwörtern zum Schallschutz im Holzbau in deutscher und englischer Sprache in den letzten 25 Jahren dargestellt. Die Suchergebnisse stehen stellvertretend für das steigende Forschungsinteresse in diesem Bereich.

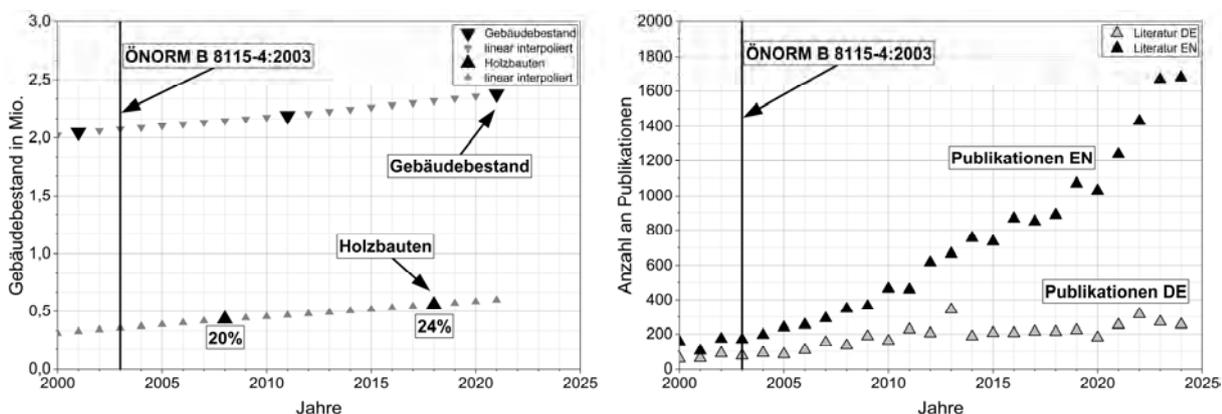


Abbildung 1: Auf der linken Seite ist der Gebäudebestand [3] in Österreich sowie der Anteil an Holzgebäuden nach [2] von 2000 bis 2021 dargestellt. Auf der rechten Seite wird für englische und deutsche Schlagwörter zum Thema „Schallschutz im Holzbau“ die Anzahl der Suchergebnisse auf Google Scholar im Zeitraum der letzten 25 Jahre abgebildet.

Durch die Überarbeitung der bauakustischen Planungsnorm ergeben sich auch für den Holzbau relevante Änderungen. Neben einer expliziten Berücksichtigung des Holzbaus in den jeweiligen Hauptabschnitten sowie einer kurzen Definition der Holzrahmen- und Holzmassivbauweise sind die größten Änderungen bei der Schalldämmung auf Bauteilebene sowie beim Luft- und Trittschallschutz im Gebäude zu finden. Weiters soll im Anhang der neuen ÖNORM B 8115-4 die Resonanzfrequenz von mehrschaligen Bauteilen detaillierter behandelt werden. Diese geplanten Neuerungen werden untenstehend näher erläutert.

1. Bauteilebene: Luft- und Trittschalldämmung

Liegen konkrete Messwerte für Bauteile vor, sollten diese jedenfalls bevorzugt angewandt werden. Sind Messwerte nicht direkt verfügbar, wird sowohl für Holzrahmen- als auch Holzmassivbauteile darauf verwiesen, dass bauakustische Kennwerte auch Bauteilkatalogen wie z.B. dataholz.eu [4] entnommen werden können. Diese unterliegen oftmals Messwerten oder qualifizierten Bewertungen auf Basis ähnlicher Bauteile. Alternativ dazu gibt es auch Neuerungen bzgl. der Berechnung der Schalldämmung von Bauteilen.

1.1. Berechnung

Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ sowie das bewertete Schalldämm-Maß R_w kann für Holzrahmenbauteile nicht zuverlässig berechnet werden, weshalb auch keine Methodik hierfür in der ÖNORM B 8115-4:2026 angegeben wird.

Für Holzmassivbauteile wiederum wird als Neuerung die Möglichkeit angeführt, Einzahlwerte von rohen Holzmassivdecken $L_{n,eq,w}$ analog zum mineralischen Massivbau in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse m' nach Gleichung 1 zu berechnen.

$$L_{n,eq,w} = 128 - 22 \cdot \lg m' \quad \text{in dB} \quad \text{für } m' \geq 50 \text{ kg/m}^2 \quad (1)$$

Der Einfluss des Fußbodenaufbaus, z.B. die Trittschallminderung ΔL_w (gemessen oder berechnet) aufgrund einer möglichen Beschwerung und/oder der dynamischen Steifigkeit kann nach Gleichung 2 dann abgezogen werden. Sofern auch eine Untersicht angebracht wird, kann das Verbesserungsmaß ΔR_w (gemessen oder berechnet) ebenfalls vom Einzahlwert der rohen Holzmassivdecke abgezogen werden:

$$L_{n,w} = L_{n,eq,w} - \Delta L_w - \Delta R_w \quad \text{in dB} \quad (2)$$

Weiters wird im Anhang die Möglichkeit geboten, den quantitativen Einfluss einer, im Vergleich zu einem bekannten Aufbau sich ändernden Beschwerung, Trittschalldämmung (vgl. Tabelle 1) und Zementestrichs abzuschätzen.

Tabelle 1: Abschätzung der Änderung des bewerteten Norm-Trittschallpegels bei unterschiedlicher dynamischer Steifigkeit der Trittschalldämmung (Werte finden sich in der überarbeiteten Norm).

Steifigkeit s' MN/m ³	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
ΔL_{zu10} in dB		0														

1.2. Bauteilkatalog: Decken

Speziell für den Schallschutz von Decken wird es für Bestandsdecken (Tramdecken) sowie aktuelle Holzrahmen- und Holzmassivdecken Tabellen mit den häufigsten Aufbauten geben (vgl. Abbildung 2). Diese wurden mit der Holzbaubranche auf Relevanz und Vollständigkeit abgestimmt. Mithilfe von ergänzenden Tabellen kann bei abweichenden Aufbauten nun auch der Einfluss der dynamischen Steifigkeit der Trittschalldämmplatte oder der Masse der Beschwerung auf die Trittschalldämmung der Decke abgeschätzt werden (vgl. Tabelle 1). Damit ergeben sich zuverlässige Trittschallkennwerte für eine Vielzahl an typischen Deckenaufbauten.

The image displays three tables of technical specifications for ceiling construction variants. Each table includes cross-section diagrams, material descriptions, and acoustic performance data (Lw, Rw, Cc, Ctr).

Table 1 (Left): Deckenaufbau

- 1. Estrich auf TSD 10 MN/m², „alte“ Trenndecke mit Füllung, Schüttung 40 bis 120 kg/m³, Putz auf Putzträger 15 kg/m²
- 2. Estrich auf TSD 10 MN/m², „alte“ Trenndecke ohne Füllung, dazw. Mineralwolle ≥ 200 mm, Putz auf Putzträger 15 kg/m²
- 3. Estrich auf TSD 10 MN/m², „alte“ Trenndecke ohne Füllung, dazw. Mineralwolle ≥ 200 mm, Putz auf Putzträger 15 kg/m²

Table 2 (Middle): Deckenaufbau

- 1. Estrich auf TSD 10 MN/m², Holz- oder Holzwerkstoffplatte, Balken unterseitig sichtbar
- 2. Estrich auf TSD 10 MN/m², Holz- oder Holzwerkstoffplatte, Deckenbalken, e = 0,25 mm, dazw. Mineralwolle ≥ 200 mm, Leattung, Gipsplatte m² 2-0,5 kg/m² *
- 3. Estrich auf TSD 10 MN/m², Holz- oder Holzwerkstoffplatte, Deckenbalken, e = 0,25 mm, dazw. Mineralwolle ≥ 200 mm, Leattung, Gipsplatte m² 2-0,5 kg/m² *
- 4. Estrich auf TSD 10 MN/m², Holz- oder Holzwerkstoffplatte, Deckenbalken, e = 0,25 mm, dazw. Mineralwolle ≥ 200 mm, Schwingdämmträger, f_s = 50 Hz, Gipsplatte m² 2-0,5 kg/m² *
- 5. Estrich auf TSD 10 MN/m², Holz- oder Holzwerkstoffplatte, Deckenbalken, e = 0,25 mm, dazw. Mineralwolle ≥ 200 mm, Schwingdämmträger, f_s = 30 Hz, Gipsplatte m² 2-0,5 kg/m² *

Table 3 (Right): Deckenaufbau

- 1. Estrich auf TSD 10 MN/m², 160 mm Holzmassivdecke, Holz umseitig sichtbar
- 2. Estrich auf TSD 10 MN/m², 160 mm Holzmassivdecke, Mineralwolle ≥ 50 mm, Leattung, Gipsplatte m² 2-0,5 kg/m² *
- 3. Estrich auf TSD 10 MN/m², 160 mm Holzmassivdecke, Mineralwolle ≥ 50 mm, Federstreifen, f_s = 30 Hz, Gipsplatte m² 2-0,5 kg/m² *
- 4. Estrich auf TSD 10 MN/m², 160 mm Holzmassivdecke, Mineralwolle ≥ 50 mm, Schwingdämmträger, f_s = 50 Hz, Gipsplatte m² 2-0,5 kg/m² *
- 5. Estrich auf TSD 10 MN/m², 160 mm Holzmassivdecke, Mineralwolle ≥ 50 mm, Schwingdämmträger, f_s = 30 Hz, Gipsplatte m² 2-0,5 kg/m² *

Footnotes:

- * ohne Schüttung, * Schüttung 60 kg/m³, * Schüttung 90 kg/m³, * Schüttung 120 kg/m³
- * Putz 10 kg/m² statt 15 kg/m², ΔL = 3 dB
- * kann auch mit einer hochwertig entkoppelten Unterdecke (f_s < 30 Hz, Nachweis erforderlich) ersetzt werden

Abbildung 2: Geplanter Bauteilkatalog für die häufigsten Varianten von Bestands-, Holzrahmen- und Holzmassivdeckenaufbauten in der ÖNORM B 8115-4:2026.

2. Gebäudeebene: Luftschallschutz

In der aktuell gültigen ÖNORM B 8115-4 aus dem Jahr 2003 findet der Holzbau zwar Erwähnung, vielmehr als einige beispielhafte Knotenausbildung im Anhang ist bzgl. Luftschallschutz aber nicht zu finden. In der zukünftigen ÖNORM B 8115-4:2026 werden hingegen auch Möglichkeit zur luftschallbezogenen Vorbemessung von Holzbaufanken aufgeführt werden.

2.1. Holzmassivbau

Für den Holzmassivbau kann hierbei das allgemeine Verfahren nach ÖNORM EN ISO 12354-1:2017 [5] aufgegriffen werden, nach welchem die einzelnen Flankenwege energetisch addiert werden (hier nicht angegeben). Die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,ij,w}$ für den jeweiligen Übertragungsweg ij errechnet sich dabei wie folgt aus den bewerteten Schalldämm-Maßen der flankierenden Bauteile $R_{i,w}$ und $R_{j,w}$, der Verbesserung durch Vorsatzschalen auf Send- und/oder Empfangsseite $R_{ij,w}$ und dem Stoßstellen-Dämm-Maß K_{ij} . Hinzu kommt eine geometrische Korrektur der Raumsituation, die vom Volumen des Empfangsraumes V und der Länge der Verbindung zwischen Trennbauteil und Flankenbauteil l_j bestimmt wird:

$$D_{nT,ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \cdot \lg \frac{0,16 \cdot V}{T_0 \cdot l_j} \quad \text{in dB} \quad (3)$$

2.2. Holzrahmenbau

Im Gegensatz dazu stehen im Holzrahmenbau ein vereinfachtes Verfahren und ein detailliertes Verfahren zur Verfügung. Diese unterscheiden sich dahingehend, dass beim vereinfachten Verfahren alle am Knoten beteiligten Bauteile eine Schalldämmung (Direkt- und Flankenschalldämmung) aufweisen müssen, die 5 dB über der Anforderung liegt. Damit ist man zwar auf der sicheren Seite, aber es birgt auch das Risiko der Überbemessung, was sich schlussendlich in den Kosten niederschlägt. Die Kennwerte der Direkt- und der Flankenschalldämmung können hierbei entweder Messwerten (falls vorhanden) oder Bauteildatenbanken entnommen werden.

Nach dem detaillierten Verfahren werden die einzelnen Übertragungswege (direkt und Flanke) energetisch addiert. Die Eingangskennwerte der einzelnen Übertragungswege müssen wiederum Messwerten oder Bauteildatenbanken entnommen werden. Aufgrund der hohen Anzahl an Bauteilkombinationen im Holzrahmenbau, bei aktuell noch eher geringer Datenlage zur Flankenschalldämmung, stößt die Vorbemessung

von Holzrahmenbauknoten nach dem detaillierten Verfahren jedoch häufig noch an ihre Grenzen. Daten können beispielsweise der DIN 4109-33:2016 [6] oder dem Anhang der überarbeiteten Norm selbst entnommen werden.

3. Gebäudeebene: Trittschallschutz

Aus Sicht der Autoren ergeben sich mit der Veröffentlichung der neuen ÖNORM B 8115-4 die größten Änderungen für den Holzbau im Bereich des Trittschallschutzes. Zum einen gilt das für die Trittschalldämmung der einzelnen Bauteile, wie in Abschnitt 1 schon beschrieben. Zum anderen ist die für die Praxis wichtige Vorbemessung der flankierenden Trittschallübertragung auch in der überarbeiteten Norm von hoher Relevanz. Die wesentlichen flankierenden Übertragungswege im Holzbau sind in Abbildung 3 dargestellt.

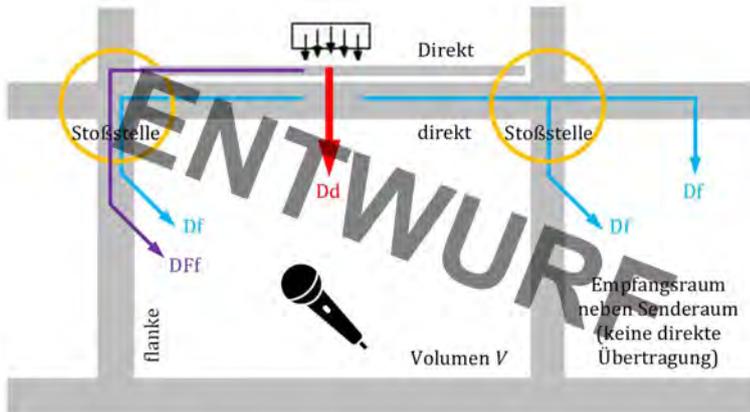


Abbildung 3: Relevante Übertragungswege durch Körperschallanregung im Holzbau nach ÖNORM B 8115-4:2026.

Vorausgesetzt der Trittschallschutz wird primär über den Fußbodenaufbau erzielt, kann die Flankenübertragung über Holzständer- oder Holzmassivwände mittels pauschaler Korrektur der Flankenübertragung abgeschätzt werden (siehe Abbildung 4).

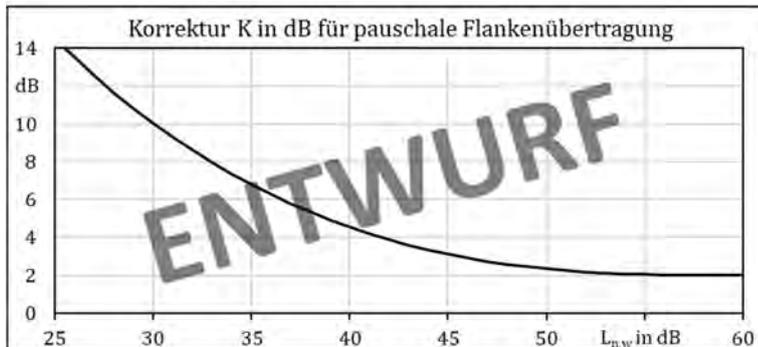


Abbildung 4: Geplante pauschale Abschätzung der Flankenübertragung in Abhängigkeit des bewerteten Norm-Trittschallpegels der Deckenkonstruktion nach ÖNORM B 8115-4:2026.

Für eine exaktere bzw. gesonderte Berücksichtigung mehrerer Leichtbaufanken sind in der Planungsnorm folgende Methoden angeführt:

- Vorbemessung auf Basis von Prüfstandmessungen gemäß ÖNORM EN ISO 10848-3:2017 [7]
- Tabellenverfahren mit einheitlicher Berücksichtigung der maßgeblichen Flanke nach DIN 4109-2:2018 [8] oder gesonderter Berücksichtigung jeder Flanke nach ÖNORM EN ISO 12354-2:2017 [9] mit Anpassungen nach [10].
- Detailliertes Verfahren nach ÖNORM EN ISO 12354-2:2017 [9] für Massivholzbauteile

Die genannten Methodiken werden folgend beschrieben.

3.1. Prüfstandmessungen gemäß ÖNORM EN ISO 10848-3:2017 [7]

Die zuverlässigste Vorbemessung des Schallschutzes basiert auf Messwerten des Norm-Flankentrittschallpegels, wie sie z.B. in [11] und [12] zu finden sind. Sind diese für die einzelnen Flankenwege verfügbar, so kann die Trittschalldämmung inkl. flankierender Anteile als energetische Addition der einzelnen Anteile unter Berücksichtigung der vorliegenden Geometrien zuverlässig berechnet werden.

3.2. Tabellenverfahren nach DIN 4109-2:2018 [8] oder ÖNORM EN ISO 12354-2:2017 [9]

Dieses Verfahren basiert auf Korrekturwerten K_1 und K_2 , die angeben, um wieviel die Ausführung eines Bauteilknotens die Trittschalldämmung reduziert. Diese Korrekturwerte basieren auf Messwerten und spiegeln die beiden maßgeblichen Flankenübertragungswerte D_f und D_{ff} im Holzbau wider (vgl. Abbildung 3). Im einfachsten Fall (alle Flanken werden als gleich angenommen) können die Korrekturwerte zum Trittschallpegel des Trennbauteils addiert werden. Will man die Flanken gesondert betrachten, können Messwerte herangezogen werden, oder der Weg D_f für jede Flanke gesondert ermittelt werden. Auf Basis der Übertragung über D_f (K_1) ergibt sich für jede Flanke ein K_2 , wodurch die gesamte Flankenübertragung (inkl. D_{ff}) über diese Flanke bestimmt werden kann. Die energetische Summe unter Berücksichtigung der Stoßstellenlängen aller flankierenden Anteile ergibt den gesamten Norm-Trittschallpegel durch Flankenübertragung. In [13] wird gezeigt, dass mit der gesonderten Betrachtung der einzelnen Flanken eine präzisere Prognose möglich ist als über das pauschale Verfahren über die maßgebliche Flanke. Somit gelingt eine präzisere Vorbemessung, was wiederum Kosten spart.

3.3. Detailliertes Verfahren nach ÖNORM EN ISO 12354-2:2017 [9] für Massivholzbauteile

In diesem Verfahren werden alle Anteile der flankierenden Übertragung, einzeln berechnet und abschließend energetisch addiert.

Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ der Decke kann entsprechend Abschnitt 1.1 berechnet oder einer Messdatenbank entnommen werden. Der bewertete Norm-Trittschallpegel durch Flankenübertragung über den jeweiligen Weg ij wird analog zu Gleichung 4 ermittelt, wobei neben dem äquivalenten bewerteten Norm-Trittschallpegel der Rohdecke $L_{n,eq,w}$, der Trittschallminderung durch Deckenauflagen ΔL_w , dem Schalldämm-Maß des trennenden R_w und flankierenden Bauteils $R_{ij,w}$ sowie die Luftschallverbesserung durch Vorsatzschalen $\Delta R_{j,w}$, das Stoßstellendämm-Maß K_{ij} eine entscheidende Rolle spielt. Hinzu kommt eine geometrische Korrektur der Raumsituation, die von der Trennfläche S_s sowie von der Länge der Verbindung zwischen Trennbauteil und Flankenbauteil l_j bestimmt wird:

$$L_{n,ij,w} = L_{n,eq,w} - \Delta L_w + \frac{R_w - R_{ij,w}}{2} - \Delta R_{j,w} - K_{ij} - 10 \lg \frac{S_s}{l_j} \quad \text{in dB} \quad (4)$$

Die Methode kann normativ nicht nur für die mineralische Massivbauweise, sondern auch für die Holzmassivbauweise eingesetzt werden. Das Stoßstellendämm-Maß K_{ij} spielt bei der Holzmassivbauweise eine zentrale Rolle. Nachdem dieses bisher nicht zuverlässig für Holzrahmenbauteile ermittelt werden kann, ist dieses Verfahren aktuell auf Massivholzbauteile beschränkt. Zukünftig könnte sich das jedoch ändern, da es mittlerweile auch Untersuchungen zum Stoßstellendämm-Maß von Knoten in Holzrahmenbauweise gibt (z.B. [14]).

Für Holzmassivbauteile kann dieses Verfahren jedoch gute Ergebnisse liefern, wobei der vermehrte Einsatz von schalldämmenden Lagern in den Bauteilstößen die Vorbemessung aufgrund des oftmals unbekanntes Stoßstellendämm-Maßes K_{ij} erschwert. Die Möglichkeiten an Knotenvarianten (Lagertyp in Kombination mit Verbindungsmittel) sind vielfältig, belastbare (Labor-)Messwerte hingegen überschaubar. Im Zuge der Normungsarbeit wurden Messergebnisse aus [15–17] sowie [18] statistisch ausgewertet und ähnlich zum Vorschlag in [16, 17] tabellarisch kategorisiert. Damit können unterschiedliche Flankenausbildungen in der frühen Phase der Planung abgeschätzt werden. Wie diese tabellarische Zusammenfassung in der ÖNORM B 8115-4:2026 aller Voraussicht nach abgebildet wird, ist in Abbildung 5 (ohne Kennwerte) zu sehen.

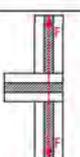
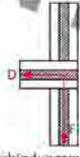
	Zwischen- schicht						
Verbindungsmittel	ge- schäumte Kunst- stoffe (12,5 mm)	Vollzellen- gummi (10 mm)	Nicht ge- schäumte Kunst- stoffe (6 mm)	Kork (10 mm)	starre Einlage	keine	
Schraube entkoppelt	Zwischen- schicht						
Winkel 2fach entkoppelt							
Schraube	geschäumte Kunststoffe 12,5 mm	Vollzellen- gummi 10 mm	Nicht ge- schäumte Kunststoffe 6 mm	Kork 10 mm	starre Einlage	keine	
Winkel 1fach entkoppelt							
Winkel							

Abbildung 5: Tabellen mit Stoßstellen-Dämmmaßen in Abhängigkeit der Zwischenschicht sowie der Verbindungsmittel zur Vorbemessung der Flankenübertragung im Massivholzbau.

4. Resonanzfrequenz

In der ÖNORM B 8115-5:2021 [19] ist die Resonanzfrequenz eines Bauteils erstmals als mögliches (ergänzendes) Klassifizierungskriterium integriert. Die Mehrschaligkeit von Bauteilen, vor allem im Holzbau, erschwert jedoch das Unterfangen, diese zu ermitteln. In der aktuell gültigen ÖNORM B 8115-4:2003 [1] ist die Methodik zur Ermittlung der Resonanzfrequenz für zweischalige Bauteile beschrieben. Für drei oder mehr Schalen ist kein Verfahren, sei es durch Berechnung oder durch Messung, zur Ermittlung der Resonanzfrequenz angeführt. Dass die gegebene Situation insgesamt eine Herausforderung darstellt wird in [20] gezeigt. In der überarbeiteten ÖNORM B 8115-4 soll die Berechnung der maßgeblichen Resonanzfrequenz bei Mehrschaligkeit als eigener Abschnitt im Anhang integriert werden, um die Klassifizierung nach ÖNORM B 8115-5:2021 zu erleichtern.

5. Forschung für die Planungspraxis

Wie gezeigt wurde, werden in die kommende ÖNORM B 8115-4:2026 viele holzbauspezifische Forschungsergebnisse der letzten Jahre mit einfließen. Vor allem im Bereich der flankierenden (Trittschall)Übertragung, die in der Praxis aufgrund der Komplexität oftmals nur pauschal berücksichtigt wird, werden Methoden aufgezeigt, die die Vorbemessung erleichtern. Weiters werden Bauteilkataloge zur Verfügung gestellt, die sowohl Bestandsaufbauten als auch typische neue Bauteile abdecken. Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die vorgestellten Neuerungen allesamt noch im Entwurfsstatus sind. Kleinere Änderungen sind damit nicht auszuschließen. Für die zukünftige bauakustische Planung von Holzbauten lohnt sich jedenfalls ein Blick in die, noch zu veröffentlichende, Planungsnorm ÖNORM B 8115-4:2026.

6. Literaturverzeichnis

[1] ÖNORM B 8115-4: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen. Ausgabe 2003.

[2] Teischinger, A.; Stingl, R.; Praxmarer, G.O.: Holzbauanteil in Österreich – Statistische Erhebung aller Holzbauvorhaben in den Jahren 1998-2008-2018. Institut für Holztechnologie und Nachwachsende Rohstoffe - BOKU, Wien, Österreich Ausgabe 2019.

[3] Statistik Austria: Gebäude- und Wohnungszählungen 1971 bis 2021., 2023, https://www.statistik.at/fileadmin/pages/354/Ergebnisse_im_Ueberblick_Gebaeude_1971_2021.ods [Zugriff am: 09.09.2025].

- [4] Holzforschung Austria: dataholz.eu – Online-Bauteilkatalog mit bauphysikalischen und ökologischen Daten für Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilfügungen für den Holzbau, <https://www.dataholz.eu/>.
- [5] ÖNORM EN ISO 12354-1: Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Baueigenschaften. Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen. Ausgabe 2017.
- [6] DIN 4109-33: Schallschutz im Hochbau - Teil 33: Daten für die rechnerische Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Holz-, Leicht- und Trockenbau. Ausgabe 2016.
- [7] ÖNORM EN ISO 10848-3 - Akustik - Messung der Flankenübertragung von Luftschall, Trittschall und Schall von Gebäudetechnischen Anlagen zwischen benachbarten Räumen im Prüfstand und am Bau - Teil 3: Anwendung auf Typ B-Bauteile, wenn die Verbindung wesentlichen Einfluss hat. Ausgabe 2017.
- [8] DIN 4109-2: Schallschutz im Hochbau - Teil 2: rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen. Ausgabe 2018.
- [9] ÖNORM EN ISO 12354-2: Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Baueigenschaften. Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen. Ausgabe 2017.
- [10] *Rabold, A.; Schneider, M.; Fischer, H.-M. et al.*: Neue Berechnungsverfahren zur Trittschallübertragung. In: Bauphysik 42 (2020), Heft 4, S. 160-172.
- [11] *Stenitzer, A.; Nusser, B.; Lux, C.*: Trittschallschutz durch verbesserte Flanken – Teil 1: Holzrahmenbauweise. In: Holzbau - die neue quadriga, Heft 3. Kastner, Wolnzach (D), 2024, S. 44-47.
- [12] *Bacher, S.; Fritz, F.; Kleemann, L. et al.*: Vertikale Flankenübertragung von Holztafelwänden – Untersuchungen zur vertikalen Flankenübertragung von Holztafelwänden bei Luft- und Trittschallanregung von Holzdecken zur Erweiterung des Nachweisverfahrens nach DIN 4109. ift Rosenheim Ausgabe 2022.
- [13] *Blödt, A.*: Schallschutz im Holzbau – Differenzierte Flankenbewertung bei der Trittschallübertragung, Berlin. Ausgabe 2020.
- [14] *Neusser, M.; Bednar, T.*: Measurement and estimation of the flanking impact sound transmission in timber frame building constructions. In: ICA 2022 – 24th International Congress on Acoustics, Gyeongju, Korea, 2022.
- [15] *Nusser, B.; Stenitzer, A.; Germer, L. et al.*: Trittschallschutz durch verbesserte Flanken – Teil 2: Holzmassivbauweise. In: Holzbau - die neue quadriga, Heft 4. Kastner, Wolnzach (D), 2024.
- [16] *Blödt, A.; Neusser, M.; Dolezal, F.*: Kategorisierung der Stoßstellendämmung im Massivholzbau – Teil 2: Anwendung elastischer Zwischenlager im Massivholzbau und Prognose der bauakustischen Eigenschaften. In: Holzbau - die neue quadriga, Heft 2. Kastner, Wolnzach (D), 2023, S. 20-25.
- [17] *Dolezal, F.; Neusser, M.; Blödt, A.*: Kategorisierung der Stoßstellendämmung im Massivholzbau – Teil 1: Quantifizierung der Wirksamkeit von Maßnahmen an der Stoßstelle mit Messwerten im L-Stoß. In: Holzbau - die neue quadriga, Heft 2. Kastner, Wolnzach (D), 2023, S. 16-19.
- [18] Hochschule Rosenheim: Vibroakustik Bauteil Datenbank - VaBDat, <https://www.vabdat.de/> [Zugriff am: 09.09.2025].
- [19] ÖNORM B 8115-5: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 5: Klassifizierung. Ausgabe 2021.
- [20] *Nusser, B.; Lux, C.; Neusser, M. et al.*: Resonanzfrequenzen und Trittschallübertragung - Forschung zur Schallschutznormung im Holzbau – Endbericht. Holzforschung Austria; TU Wien; TU Graz; TGM. Wien/Graz, Österreich. Ausgabe 2024.



DI
Markus WINKLER

CURRICULUM VITAE

Universität für Weiterbildung Krems – Donau Universität Krems
Department für Bauen und Umwelt
Zentrum für Bauklimatik und Gebäudetechnik

Dr.-Karl Dorrek-Straße 30
A-3500 Krems a.d. Donau

markus.winkler@donau-uni.ac.at

Dipl.-Ing. Markus Winkler (Bauingenieurwesen/TU Wien) leitet seit 2025 stellvertretend das Department für Bauen und Umwelt und parallel das Zentrum für Bauklimatik und Gebäudetechnik an der Universität für Weiterbildung Krems. Seine Themen- bzw. Forschungsschwerpunkte bilden dort seit 2012 u.a. energieeffiziente klimaresiliente Gebäudekonzepte, passive Kühlstrategien, Innenraumkomfort und die damit verbundene Nutzer_innenzufriedenheit unter Anwendung thermisch dynamischer Gebäudesimulation.

Davor war Markus Winkler mehrere Jahre als Bauphysiker in einem Wiener ZT Büro tätig.

Eines seiner aktuellen Forschungsgebiete stellt „ventilative cooling“ als passive Kühlstrategie von Gebäuden dar.

Neben der operativen Projektleitung in Forschungs- und Auftragsforschungsprojekten ist er Studienprogrammleiter des Weiterbildungs-Masters Building Innovation (MEng), sowie kürzerer Weiterbildungsformate auf dem Gebiet der Bauphysik und Gebäudetechnik an seinem Zentrum.

passive Kühlung – aber richtig: automatisierte Fensterlüftung

DI Markus Winkler, markus.winkler@donau-uni.ac.at

Universität für Weiterbildung Krems – Donau Universität Krems
A-3500 Krems a.d. Donau

1. Einleitung

Die Überwärmung von Gebäuden stellt aktuell eine der zentralen Herausforderungen im Gebäudesektor dar, unabhängig davon ob Neubau oder Bestand. Um die Energie- und Ressourcenverbräuche sowie Emissionen durch Gebäudekühlung nicht anzutreiben, sind passive Kühlkonzepte jetzt und auch zukünftig das Mittel der Wahl, um behagliche Raumtemperaturen und Schutz vor Überwärmung zu gewährleisten. Dabei kann eine natürliche Nachtlüftung aufgewärmte Speichermassen wieder entladen, womit die Speicherkapazität für den nächsten Beladezyklus bereitsteht.

In Gebäuden mit unzureichenden „Kapazitäten“, die bei Idealbedingungen die Wärmeabfuhr über Öffnungen in der Gebäudehülle steuern könnten, wird das Kühlpotential bei weitem nicht ausgeschöpft. Heutige sensorbasierte Regelungen sind nicht in der Lage, die thermischen Trägheiten von Gebäuden derart mitzubedenken, sodass es nachts zu einer maximalen Wärmeabfuhr aus den Bauteilen kommt. Weder in Wohngebäuden manuell noch durch automatisierte Fensteröffnung in Nicht-Wohngebäuden kann derzeit das Maximum an Wärmeabfuhr erzielt werden, wenn gleichzeitig die Einhaltung einer Mindest-Komforttemperatur morgens gefordert ist.

Dabei ist das Risiko erhöhter Innenraumtemperaturen bereits in den jährlichen Übergangszeiten infolge des klimawandelbedingten Temperaturanstiegs (siehe Abb. 1) deutlich zu beobachten. Nachtlüftung über Fensteröffnungen stellt jedoch an zahlreichen Standorten nach wie vor eine außerordentlich energieeffiziente Maßnahme zur Vermeidung bzw. Minimierung der Überwärmung von Gebäuden dar (vgl. ÖNORM B 8110-3). Das Potential bzw. dessen Wirkung ließ sich bisher primär anhand der mehr oder weniger intuitiven Anwendung durch Nutzer_innen im privaten Wohnumfeld ableiten. Im Zweckbau und insbesondere in Dienstleistungsgebäuden erfordert diese Art der Lüftung, bedingt durch die grundsätzliche Abwesenheit von Personen nachts, jedoch eine entsprechende Automatisierung, um wirken zu können und gleichzeitig auch die notwendige Regen- und Windsicherheit zu gewährleisten. Hierzu finden sich in der Praxis bisher nur einige ausgewählte Beispiele mit entsprechenden Nachtlüftungskonzepten, z.B. in Schulen.

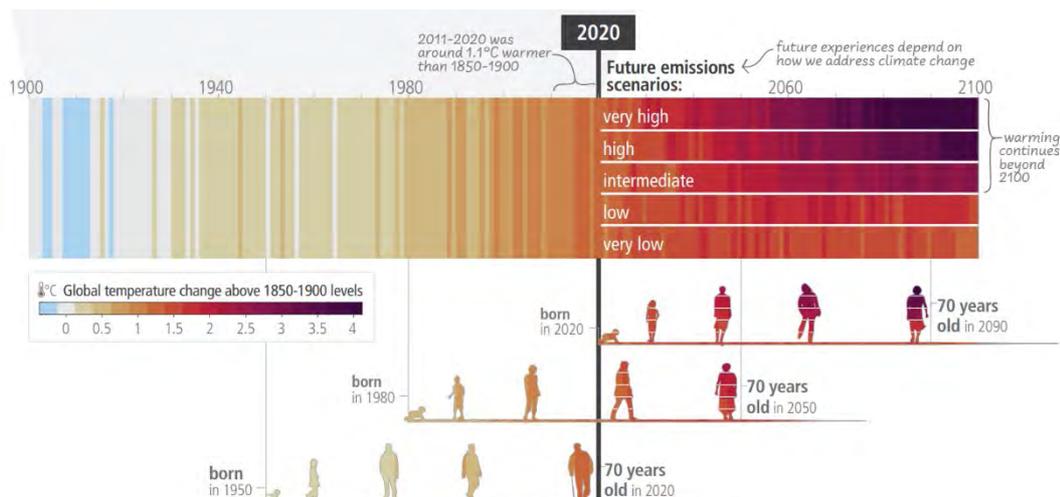


Abbildung 1: Globale Temperaturentwicklung. aus: IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

In diesem Beitrag wird anhand empirisch ermittelter Daten aufgezeigt, welche Luftwechselraten bei unterschiedlichen Lüftungsszenarien nachts für passive Kühlstrategien für das Kühlpotential angesetzt werden können und welche Planungsgrundsätze sich daraus ableiten. Diese sind eine weitere Basis für Berechnungsgrundlagen zur Vermeidung sommerlicher Überwärmung als auch für den aus diesem Projekt entstandenen „Ventilative Cooling“ Leitfaden.

2. Ziel(e)

Um den Energie- und Ressourcenverbrauch durch Gebäudekühlung nicht weiter anzutreiben, müssen Planungs- und Kühlstrategien weitgehend ohne Einsatz energieintensiver, mechanischer Kühlkonzepte entwickelt werden. Dabei wurde das Ziel verfolgt, passive ventilative und v.a. automatisierte Nachtkühlstrategien zu entwickeln. Im Fokus stand dabei die Abkühlung von Speichermassen durch natürliche Nachtlüftung. Da sich selbst bei sehr effektiver Außenbeschattung bei längeren Hitzeperioden Bauteile in Gebäuden erwärmen, kann nur durch zielgerichtete periodische «Entwärmung» dieser ein Gebäude längerfristig kühl gehalten und angenehm temperiert werden.

Im mit Ende 2024 abgeschlossenen Forschungsprojekt CoolBRICK (<https://www.donau-uni.ac.at/coolbrick>) aus der FFG-Programmlinie Collective Research wurde mittels zweier identer Feldtestkuben (siehe Abb. 2) an der Bauakademie Salzburg über ein Langzeitmonitoring empirisch eine neue Datengrundlage geschaffen, damit Planungsschaffende fundierte Nachtlüftungskonzepte umsetzen können. Erstmals wurden dabei Nachtluftwechselraten (LWR) direkt im Feld bei unterschiedlichen Fensteröffnungsstellungen und Wetterrandbedingungen über mehrere Monate hinweg gemessen. Zur Bestimmung der nächtlichen Luftwechselraten kam die bisher eher kaum angewandte, da aufwändige, Konstant-Emissions-Methode (KEM) zum Einsatz, die in die Tracergas-Methodik einzuordnen ist. In Abhängigkeit der jeweils anliegenden Randbedingungen ließen sich damit unterschiedliche, jedoch in Clustern zusammenfassbare LWR ermitteln, die für die Auslegung von Nachtlüftungskonzepten und deren Kühlpotentiale von entscheidender Relevanz sind.

Zur praktischen Planung von Nachtlüftungskonzepten ist daher die Verfügbarkeit von abgesicherten Datengrundlagen über die sich bei unterschiedlichen Lüftungsvarianten (einseitige/Quer- und Kaminlüftung mit Kipp-/Drehflügeln) einstellenden Luftvolumenströme bzw. Luftwechselraten von essenzieller Bedeutung. Idealerweise basieren diese wie hier auf umfangreichen Messreihen.



Abbildung 2: Ziegelkuben in Gelb an der Bauakademie Salzburg (vor Projektstart), Südost Ansicht ©ZAB

3. Grundlagen und Methodik der Forschung

Methodisch folgte das Projekt CoolBRICK einem Ansatz aus empirischer und simulationsbasierter Analyse der beiden identen Ziegelkuben. Über die Projektlaufzeit wurde ein Langzeitmonitoring an beiden Ziegelkuben durchgeführt, mit dem Ziel, die nächtlichen Luftwechselraten anhand von Tracergasmessungen zu bestimmen. Die monolithischen Außenwände der beiden Kuben (kurz Z1 und Z2 genannt) bestehen aus wärmedämmenden Hochlochziegeln (Eder Trionic XP 50), die Stahlbetondecken sowie Fundamentplatten sind entsprechend wärmegeklämt. Die natürlichen Luftwechsel erfolgten über je ein nord- und ein südseitiges Vertikalfenster sowie ein Flachdachfenster, die allesamt außenliegende Verschattungseinrichtungen aufwiesen, welche grundsätzlich unter Tags aktiv waren. Über die installierte MSR-Technik wurden u.a. die Bauteil-, Oberflächen-, Luft- und operativen Temperaturen gemessen. Weiters dienen Differenzdrucksensoren an jeder außenluftberührten Gebäudeoberfläche dazu, den Luftdruckunterschied jeder Fassadenseite (innen/außen) ermitteln zu können. Eine Wetterstation (Froggit WH4000SE) zur Erfassung der lokalen Außenbedingungen befand sich in ca. 4,5 m Höhe, unmittelbar neben dem Kubus Z2, in dessen Innerem sich auch die Inneneinheit (Funkempfänger) der Wetterstation befand. Auf dem Flachdach von Z2 wurde ein Pyranometer vom Typ SPN1 des Herstellers Delta-T für die separate Messung von Diffus- und Globalstrahlung zur Ermittlung der Direktnormalstrahlung, als Eingangsgröße für das Klimadatenfile der Gebäudesimulation, installiert. Innerhalb und außerhalb von Z2 befanden sich CO₂-Sensoren für die Tracergasmessungen. Das Spurengas CO₂ aus entsprechenden Stahlflaschen gelangte von außen geregelt über Emissionsröhrchen an zahlreichen Stellen in das Innere von Z2, wo es durch unterschiedliche Nachtlüftungsszenarien entsprechend unterschiedlich verdünnt wurde. Über die Verdünnung der CO₂-Konzentrationen in Abhängigkeit der Temperaturdifferenzen zwischen Innen- und Außenraum, Windgeschwindigkeiten und -richtungen wurde auf die LWR zurückgerechnet.

Grundlagen der zum Einsatz gelangten Konstant-Emissions-Methode (KEM)

Die Bestimmung der LWR durch natürliche Lüftungsvorgänge erfolgte bislang häufig über die Messung von Konzentrationsabfällen nach geplant gestoppten Eindosungsvorgängen (concentration decay method). Bei Querlüftung erhält man so meist über einen sehr kurzen Zeitraum < 0,5 h unmittelbar nach Fensteröffnung anfänglich hohe und danach abklingende LWR. Folglich sind die Ergebnisse nicht unmittelbar auf ganze Lüftungsnächte umlegbar, da diese Art von Momentaufnahme nicht repräsentativ für übliche Nachtlüftungszeiträume > 6 bis 10 h ist. Kontinuierlich wechselnde Rand- bzw. Wetterbedingungen während einer Nacht verlangten nach einer geeigneteren Methodik.

Nachstehende Abb. 3 zeigt den schematischen Ablauf einer Tracergasmessung, wobei man zwei relevante Verfahren unterscheidet: Konzentrations-Abfall-Methode (KAM) und Konstant-Emissions-Methode (KEM).

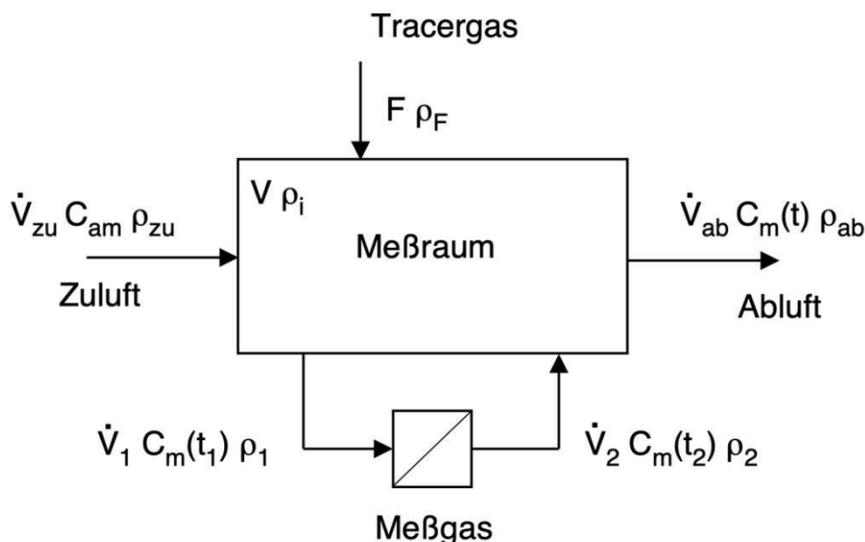


Abbildung 3: Schema Tracergasmethodik für eine Messzone mit einem Tracergas¹

¹ Anton Maas (1995): Experimentelle Quantifizierung des Luftwechsels bei Fensterlüftung. Seite 8

Bei der KAM wird das Tracergas in den Raum eingedost, aktiv mittels Ventilators durchmischt und ab dem Zeitpunkt der Fensteröffnung beide Vorgänge gestoppt. Über die Dauer des Konzentrationsabfalls auf einen bestimmten Zielwert kann die Luftwechselrate bestimmt werden:

Die Berechnung der Luftwechselrate nach KAM erfolgt nach folgender Gleichung 1:

$$n = \frac{\ln(C_{CO_2,i,t_{start}} - C_{CO_2,a}) - \ln(C_{CO_2,i,t_{Ende}} - C_{CO_2,a})}{t_{Ende} - t_{start}}$$

Gleichung 1: Berechnung der Luftwechselrate auf Basis der Konzentrations-Abfall-Methode (KAM)²

Es bedeutet:

$C_{CO_2,i}$ CO₂ Konzentration innen zum Zeitpunkt t, in ppm

$C_{CO_2,a}$ CO₂ Konzentration außen zum Zeitpunkt t, in ppm

t Zeit, in h

Dabei gilt für die Konzentrations-Abfall-Methode, dass nur Momentaufnahmen aufgrund der tendenziell kurzen Messreihen (Mittelungszeitraum ≤ 1 h) bei Fensterlüftung möglich sind. Jedoch ist anzumerken, dass diese Art der Messung gegenüber anderen Methoden schneller durchführbar und dadurch auch kostengünstiger ist.

Bei der im Projekt CoolBRICK bis auf anfängliche KAM-Versuche beinahe ausschließlich angewandten KEM wurde das Tracergas auch während des Lüftungsvorgangs eingedost und damit die natürlich schwankende CO₂-Konzentration über ganze Lüftungsnächte erfasst. Die dazugehörigen Luftwechselraten werden nach folgender Gleichung bestimmt:

$$n = \frac{\dot{V}_{CO_2}}{(C_{CO_2,i} - C_{CO_2,a}) * V_{Raum}}$$

Gleichung 1: Berechnung der Luftwechselrate der Konstant-Emissions-Methode (KEM)³

Es bedeutet (ergänzend zu Gl. 1):

\dot{V}_{CO_2} Volumenstrom CO₂, in m³/h

V_{Raum} Raumvolumen, in m³

Der entscheidende Vorteil der KEM besteht folglich aus unzähligen aneinandergereihten Momentaufnahmen der LWR bei sich kontinuierlich verändernden Randbedingungen während der betrachteten Lüftungsnächte.

4. Untersuchte Nachtlüftungsvarianten und gemessene Luftwechselraten

Der offenbare Teil der Südfenster wurde mit Kettenantrieben und deutlich weiter offenbaren Kippflügeln ausgestattet. Die Nordfenster erhielten ebenfalls derartige Möglichkeiten. Die Balkontür als Zutrittsöffnung in der Ostwand der Kuben wurde nicht für Nachtlüftungszwecke herangezogen. In die beiden Flachdächer wurde nachträglich je ein elektrisch öffnendes Flachdachfenster zur Umsetzung von Kaminlüftungsszenarien eingesetzt. Alle drei Vertikalverglasungen waren mit außenliegenden Raffstores sowie das Flachdachfenster mit einer außenliegenden Markisette parallel zur Verglasung ausgestattet. Die beiden Kuben erfuhren geländebedingt eine Horizontverschattung durch den im Süden gelegenen Untersberg.

² Weis, Norbert u.a. (2019): Qualitätssicherung der Bestimmung der Luftwechselrate in Innenräumen - ein Methoden Vergleich. Seite 108

³ Weis, Norbert u.a. (2019): Qualitätssicherung der Bestimmung der Luftwechselrate in Innenräumen - ein Methoden Vergleich. Seite 96

In den Kuben konnten mittels Fernzugriff (Loxone Steuerung) die Nord- und Süd Fenster sowie das Dachfenster automatisiert in verschiedenen Stufen geöffnet bzw. geschlossen werden, während parallel und ebenso automatisiert die KEM (Konstant Emission Methode) bei offenen Fenstern weiterlief. Die Ansteuerung der Fenster übernahm in der letzten Ausbaustufe eine modellprädiktive Regelung (MPC). Diese vorausschauende Steuerung auf Basis von KI-Modellen sorgt in der Nacht für einen hohen Luftwechsel (ventilative Kühlung) mit maximalem Wärmeabtransport, damit die Speichermassen, die unter Tags Wärme aufgenommen haben, wieder entladen werden.

Für die unterschiedlichen Messreihen wurden vorab drei Fensteröffnungsstellungen definiert, welche von 32 % über 50 % bis 100 % Öffnung, ausgehend vom maximalen Kettenfahrweg an der Fensterhauptschließkante, reichten. So konnten im Jahr 2024 während der Sommermonate bis in den Herbst 72 Messreihen durchgeführt werden, die als Ergebnis hochaufgelöste LWR zur Folge hatten. Die nachfolgende Abb. 4 zeigt den Innenraum von Z2 und schematisch die Lüftungsmöglichkeiten samt Teilen des Tracergas-Equipments.

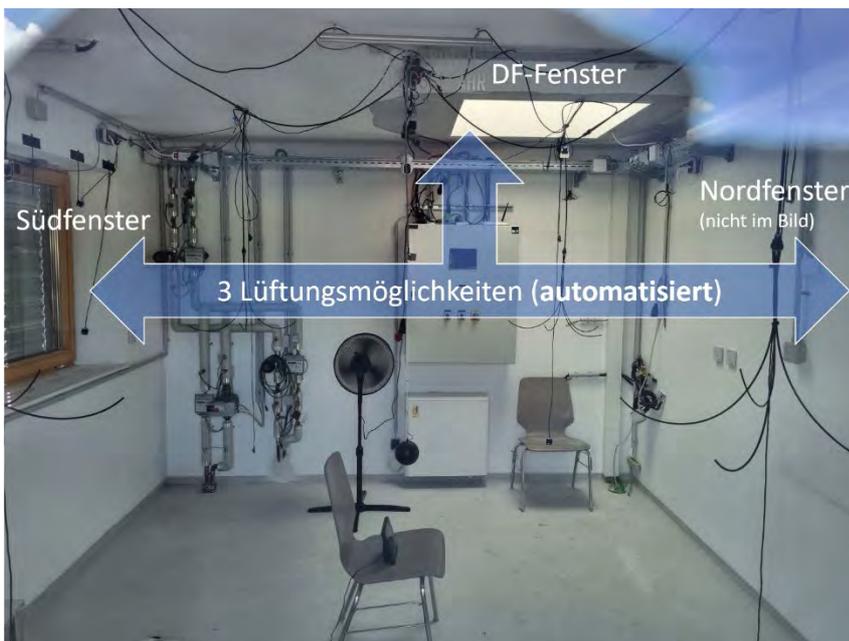


Abbildung 4: Schematisch dargestellte automatisierte Lüftungsmöglichkeiten im Kubus Z2 mit einigen Komponenten des Tracergas-Equipments

Innerhalb des Projektes wurden 2024 dabei acht unterschiedliche Lüftungsszenarien, die sich in Fensteröffnungsweiten und in der Anzahl gleichzeitig geöffneter Fenster unterschieden, untersucht. Von einseitiger Lüftung (jeweils via Südfenster) bis Querlüftung in jeweils unterschiedlichen Kippstellungen über Kaminlüftungen bis hin zu einer allseitigen Öffnung („Vogelhauslüftung“) konnten so verschiedene Varianten hinsichtlich der sich ergebenden LWR getestet werden (siehe nachfolgende Abb. 5).

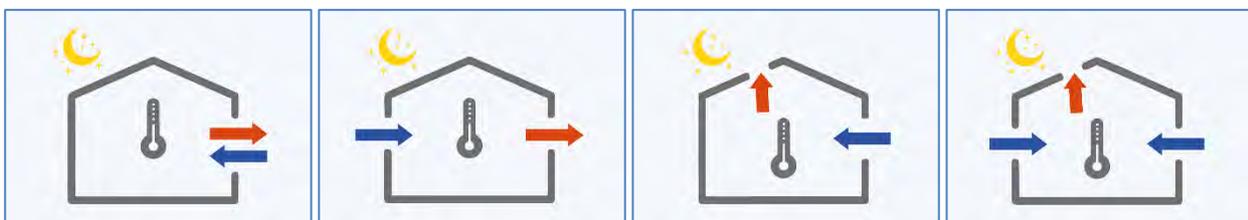


Abbildung 5: Lüftungsvarianten: einseitige Lüftung, Querlüftung, Kaminlüftung, „Vogelhauslüftung“

Tabelle 1 verdeutlicht weiterführend die untersuchten Öffnungsstellungen samt deren Öffnungsweiten an der Hauptschließkante und Öffnungsflächen bzw. effektive Strömungsquerschnitte. Letztere sind bauphysikalisch beim Vertikalfenster kleiner, da bei einseitiger Lüftung hier nach Norm nur die beiden Dreiecksquerschnitte anrechenbar sind.

Tabelle 1: Fensteröffnungsstellungen Vertikal- und Flachdachfenster sowie sich einstellende Öffnungs- bzw. Strömungsquerschnitte

Fensteröffnungsstellungen		
Kettenfahrweg % von max. Weite	Lichte Öffnungsweite an Hauptschließkante cm	Normativer Strömungsquerschnitt bei einseitiger Lüftung Öffnungsquerschnitt m ²
32 %	10,0	0,05 0,15
50 %	19,5	0,15 0,30
100 %	45,5	0,50 0,90
Dachfenster nur 100 %	18,5	0,35 0,35 (ident bei Kaminlüftung)

Übersicht der acht untersuchten Lüftungsvarianten nach deren zeitlicher Abfolge 2024 (siehe auch Abb. 6):

1. Querlüftung 32 %
2. Querlüftung 50 %
3. Lüftung einseitig mit Südfenster 50 %
4. Kaminlüftung – Südfenster 50 % und Dachfenster 100 %
5. Lüftung einseitig mit Südfenster 32 %
6. Querlüftung 100 %
7. Vogelhauslüftung – Fenster Nord und Süd 32 % und Dachfenster 100 %
8. Kaminlüftung – Vertikalfenster 32 % und Dachfenster 100 %

Abb. 6 stellt die gemittelten nächtlichen LWR aller acht Lüftungsvarianten aus 2024 dar. Die Blockpfeile verdeutlichen parallel dazu den Strömungsweg, die strichlierte Linie bei $LWR = 4 \text{ h}^{-1}$ soll folgendes Minimum darstellen: Im Vergleich zur alten ÖNORM B 8110-3 (2012) mit einer rechnerisch ansetzbaren LWR von max. 3 h^{-1} bei Vorhandensein von mindestens drei geöffneten (Fassaden-) Ebenen wird in CoolBRICK von einem Minimum von 4 h^{-1} ausgegangen (siehe horizontale Linie in Abb. 6), wenn zumindest eine Querlüftung vorliegt. Ein Balken steht für einen Mittelwert pro Nachtlüftung.

Klar zeigt sich: Bei größeren Öffnungsgraden bzw. -winkeln sowie Anzahl geöffneter Fenster werden höhere LWR erreicht. Einseitige Lüftungsvarianten erzielen zu niedrige LWR für adäquate Kühlpotentiale.

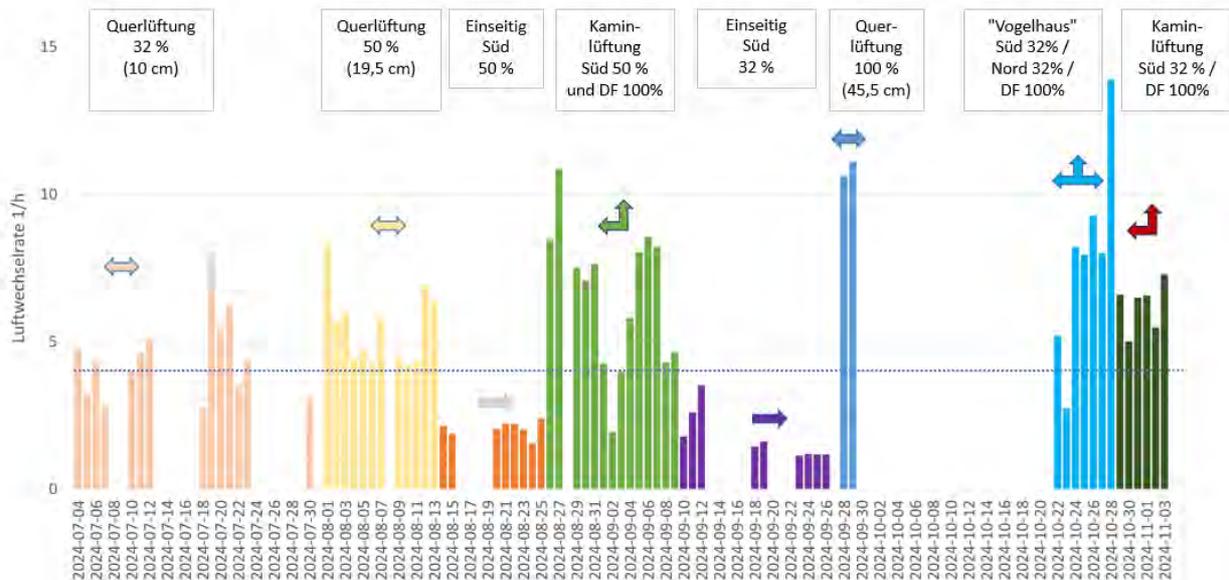


Abbildung 6: LWR und Lüftungsvarianten über Sommer und Herbst 2024 in Z2 (mit Tracergas)

5. Modellprädiktive Regelung (MPC) der automatisierten Fensteröffnungen und deren Auswirkungen

Neben einer anfangs uhrzeitbasierten sowie sensorbasierten Regelung der Öffnung und Schließung der Fenster wurde eine vorausschauende Steuerung auf Basis von KI-Modellen entwickelt (model predictive control, MPC), die eine optimale durchgehende Fensteröffnung samt Erhalt einer vorgegebenen morgendlichen Komfort-Mindesttemperatur in den Übergangszeiten erzielte. So konnte auf nicht vorhersagbare geänderte Randbedingungen auf dem «Pfad» einzelner Lüftungs Nächte kontinuierlich und prädiktiv reagiert werden. Im Vergleich zu einer sensorbasierten Regelung, die Innen- und Außentemperaturen abgleicht und daraufhin die Fensterflügel ggf. mehrfach pro Nacht stellt, erreicht die MPC eine maximale Wärmeabfuhr (Tiefentladung der Bauteile) bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Wiedererwärmungseffekten nach Fensterschließung. Vorgegebene Mindestlufttemperaturen in der Früh können so nachts temporär maximal unterschritten werden und dies unter der Prämisse einer einmaligen Öffnung und Schließung der Fenster.

Zur Veranschaulichung einer MPC dient nachfolgende Abb. 7: Im Laufe einer Nacht können unvorhersehbare Ereignisse wie z.B. größere Außentemperaturschwankungen auftreten, die nicht mit hoher Wahrscheinlichkeit vorhersagbar sind, auf die jedoch kontinuierlich zu reagieren ist, um die Zieltemperatur in der Früh nicht zu unterschreiten.

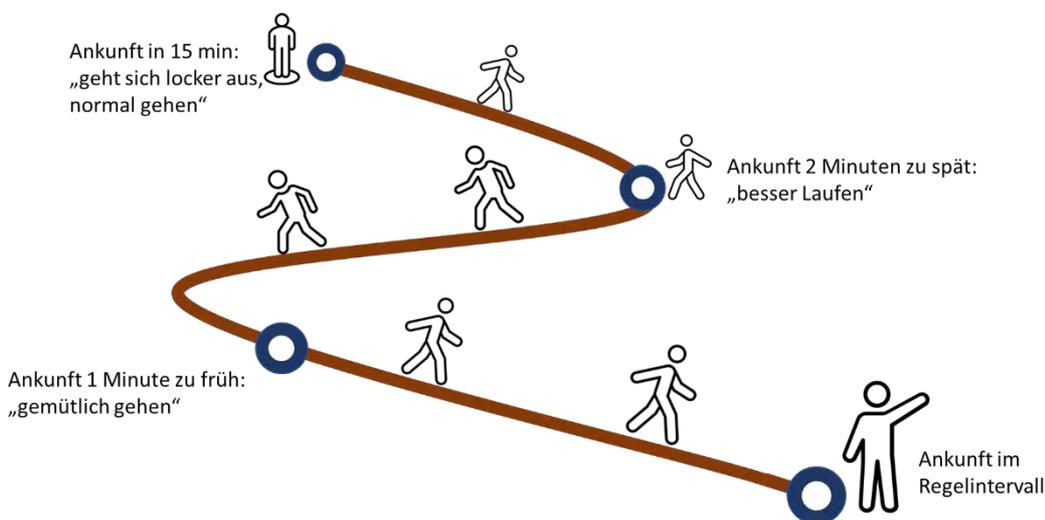


Abbildung 7: Veranschaulichung des prädiktiven Verhaltens einer MPC

Die Ergebnisse der MPC sind optimal durchgehende Fensteröffnungen bei geringem Verschleiß der Fenster- und Antriebskomponenten, damit maximale «Entwärmung» der Bauteile (Kühlpotential) bei gleichzeitigem Komforttemperaturerhalt v.a. in den Übergangszeiten.

6. Ergebnisse für die LWR in Abhängigkeit unterschiedlicher Randbedingungen

Im Gegensatz zu Abb. 6 zeigt Abb. 7 Stundenmittelwerte der LWR in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit bei einseitiger und Querlüftung sowie Öffnungsweite der einzelnen Fenster.

Mittels Ausgleichsgeraden lässt sich verdeutlichen, dass sich im Fall der einseitigen Lüftung praktisch unabhängig der häufig vorgeherrschten niedrigen mittleren Windgeschwindigkeit Luftwechselzahlen um bzw. kleiner 2 h^{-1} einstellten. Die Öffnungsweite des Südfensters sowie unterschiedliche Windgeschwindigkeiten hatten nur einen untergeordneten Einfluss auf die LWR, was so auch in der Praxis bei einseitiger Lüftung festgestellt werden kann. Höhere mittlere Windgeschwindigkeiten traten während dieser Versuche am Standort nicht auf.

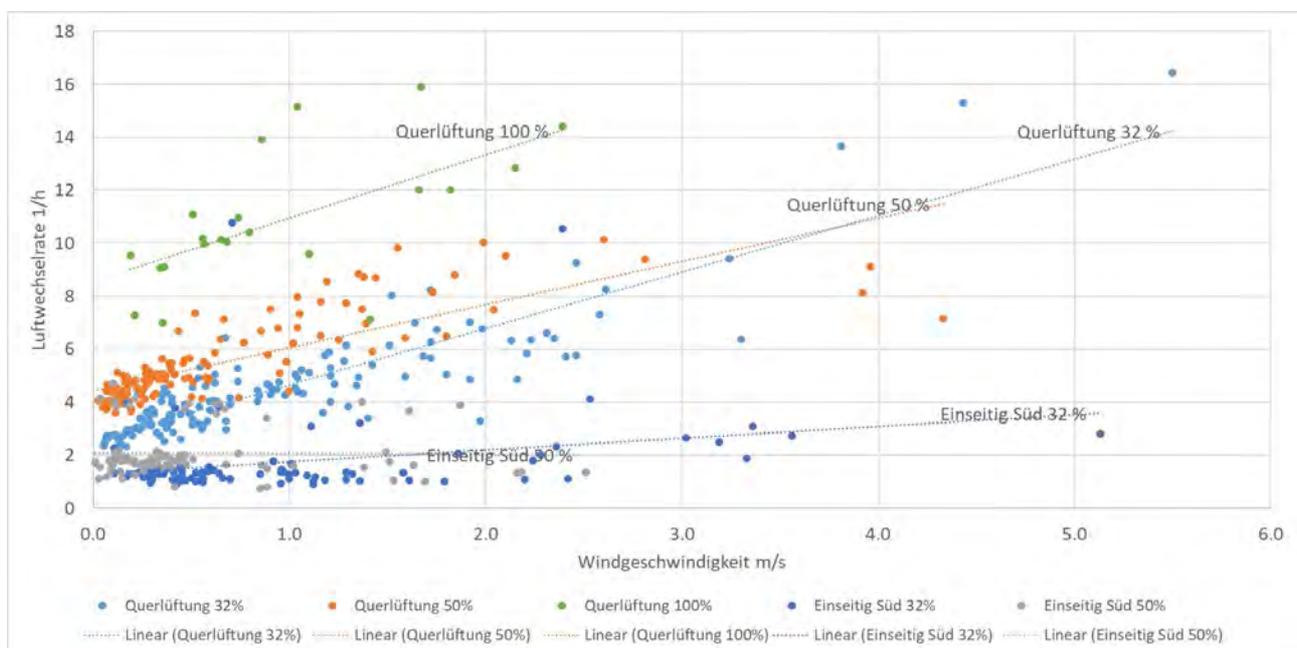


Abbildung 8: Luftwechselraten in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit bei einseitiger und Querlüftung

Im Unterschied zur einseitigen Lüftung ließen sich bei Querlüftung je nach Öffnungsweite und Windgeschwindigkeit deutlich unterschiedlich hohe Luftwechselraten feststellen. Am Beispiel der Querlüftung mit einer Öffnungsweite von 50 % (vgl. Tab. 1) stellten sich bereits bei kleinen mittleren Windgeschwindigkeiten zwischen 0,1 und 0,5 m/s Luftwechselzahlen von ca. 4 h^{-1} ein. Bei steigenden Windgeschwindigkeiten $> 1 \text{ m/s}$ wurden durchaus bis zu 8-fache stündliche Luftwechsel erreicht bzw. überschritten.

Abb. 9 zeigt die Abhängigkeit der Luftwechselrate von der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen aller acht Lüftungsvarianten. Dabei kann grundsätzlich festgehalten werden, dass die Luftwechselrate weniger von der sich einstellenden Temperaturdifferenz als von der maximalen Öffnungsfläche der Fenster abhängig war. Höhere Temperaturunterschiede führten nicht zwangsläufig zu höheren LWR. Während der Nachtstunden mit ΔT im niedrigen einstelligen Bereich wurden bereits bei Querlüftung 50 % hohe LWR über 8 h^{-1} erzielt.

Auffällig zeigte sich ein nahezu absolutes Minimum einer ermittelten LWR über alle Lüftungsszenarien hinweg bei ca. 1 h^{-1} , die auch bei größerem ΔT nicht signifikant höher wurde. Auf der anderen Seite der Skala erreichten die LWR deutlich zweistellige Werte (Stundenmittelwerte).

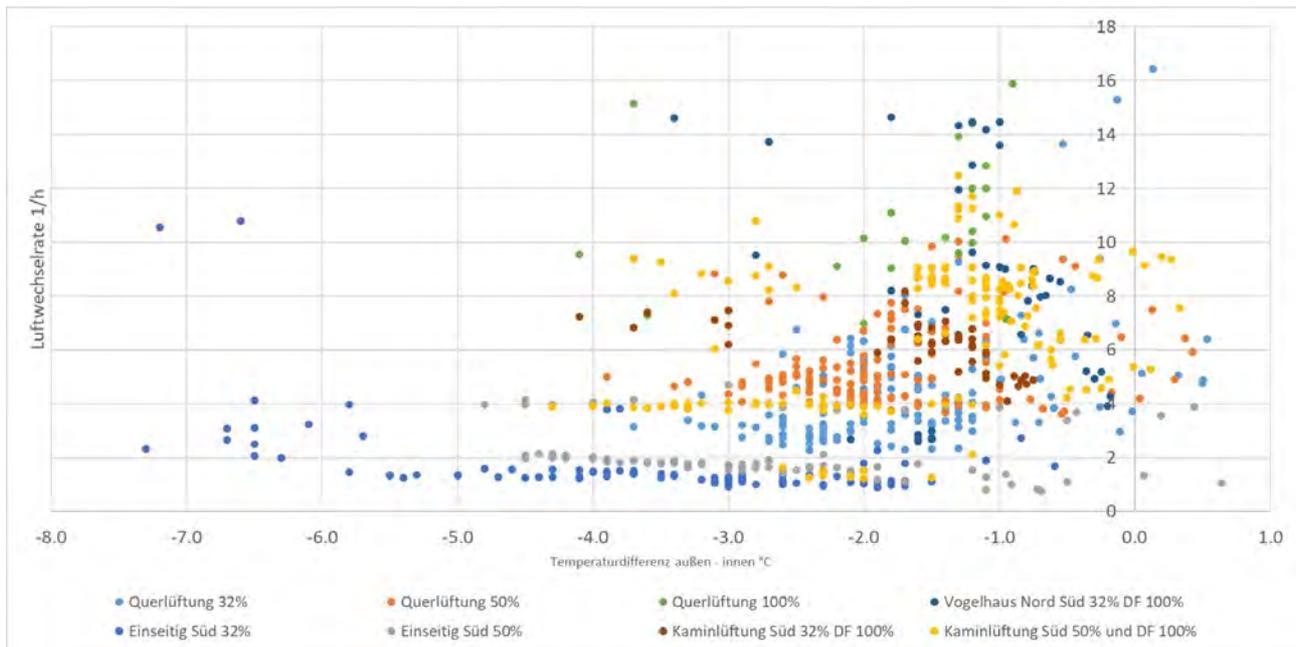


Abbildung 9: Luftwechselrate in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz (außen minus innen)

Am Beispiel der einseitigen Lüftung 50 % stellte sich ein ca. 2-facher Luftwechsel ein, unabhängig der Temperaturdifferenz. Anhand der Querlüftungsvarianten 32/50/100 % Öffnungsweite ergaben sich aufsteigend 3- bis 16-fache Luftwechsel, wobei vereinzelt Ausreißer festzustellen waren, die sich vor allem aufgrund der deutlich volatilsten Randbedingungskomponente Windgeschwindigkeit erklären ließen. Ebenso zeigte sich bei Kaminlüftung (Öffnung des Südfensters und des Flachdachfensters) der geringe Einfluss der Temperaturdifferenz auf die sich einstellenden LWR. Diese reichten bis auf wenige Ausreißer nach unten von ca. 4 bis 12 h⁻¹, jedoch wiesen die meisten Stunden dabei Temperaturdifferenzen von Null bis 2 K absolut auf. Die Maximalvariante, hier als „Vogelhauslüftung“ bezeichnet (3 Ebenen geöffnet), zeigte dabei das volatilste Bild an Luftwechselraten von ca. 2 bis 14-fachen Luftaustausch pro Stunde, das wiederum auf unterschiedlichste Windgeschwindigkeiten zurückführbar war.

Eine windrichtungsabhängige Luftwechselrate ließ sich im Zuge der Messungen nicht konkret bestätigen.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Mittels Konstant-Emissions-Methode, eine Variante der Tracergasmethode, konnten erstmals über sehr lange Zeiträume (mehrere Sommermonate) an realen Kuben Luftwechselraten indirekt gemessen werden. Es zeigte sich, dass der Einfluss geringster Windereignisse (Druckdifferenzen zwischen Innen und Außen) entscheidender auf die Höhe der Luftwechselrate war als die üblicherweise geringen Temperaturdifferenzen zwischen Innen und Außen analog typischer Sommernächte. Bereits bei sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten < 0,5 m/s und bei mehr als einer offenen Fensterebene konnten adäquate, zur passiven Kühlung taugliche LWR deutlich > 4 h⁻¹ festgestellt werden. Die Fensterflügel waren dazu ca. doppelt so weit zu kippen, als es der Standardbeschlag gewährleisten hätte.

Für einseitig gelüftete Räume ist der Nachweis der Sommertauglichkeit von ausgewählten Räumen nach ÖN B 8110-3 auf Basis von Temperaturdifferenzen ohne Mitbetrachtung von Windeinflüssen im periodisch eingeschwungenen Zustand durchaus eine gute Näherung, da sich in den jeweiligen Lüftungsszenarien keine signifikante Windabhängigkeit zeigte. Ein adäquates Kühlpotential in den Sommermonaten ist aufgrund der niedrigen gemessenen LWR nicht erreichbar.

Besteht jedoch die Möglichkeit einer Querlüftung, so zeigten sich am Standort (Bauakademie Salzburg) bereits bei sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten hohe LWR. Selbige Aussage gilt für Formen der Kaminlüftung. Der Nachweis nach Norm erfolgt derzeit jedoch ohne äußere Windeinflüsse und erscheint damit wenig praxisgerecht.

Thermisch dynamische Simulationen berücksichtigen zwar Windgeschwindigkeit und -richtung, über- bzw. unterschätzen je nach Lüftungsvariante das Maß der LWR.

Handlungsempfehlungen

Aus CoolBRICK abgeleitet ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen zur Erzielung von Nachtlüftungseffekten zur passiven Kühlung:

- querlüftbare Grundrisse planen (Neubau) bzw. wieder herstellen (Bestand); bedeutet offene Innentüren in der Praxis in den Nächten mit Nachtlüftungserfordernis
 - Windschneisen am Standort nicht beeinträchtigen - dienen als „Katalysator“ für Querlüftungsströme
- wenn Kippen, so sind die Standardfensterbeschläge derzeit nicht ausreichend weit offenbar
 - neue Beschläge (Entwicklung) oder
 - offene Drehflügel zielführender aufgrund des größeren Strömungsquerschnitts
- Speichermasse muss zur Bewirtschaftbarkeit vorhanden sein – dämpft Tageshöchsttemperatur in Innenräumen
- Nachtlüftung bereits ab dem Frühjahr als Maßnahme gegen frühzeitige Überwärmung der Innenräume
- Erfordernis der Automatisierung der Öffnung und Schließung für maximales Kühlpotential und v.a. im Frühjahr zur Komforttemperatureinhaltung
- Außenliegender Sonnenschutz ist obligatorisch bei passiven Kühlstrategien
- Erfordernis der Änderung der Planungsgrundlagen für den Sommertauglichkeitsnachweis nach ÖN B 8110-3 bei Querlüftung aufgrund Relevanz von geringsten Windereignissen
- Erfordernis der Änderung der OIB-Richtlinie 6 (2023) hinsichtlich Ansetzbarkeit von Nachtlüftung bei Wohngebäuden an geeigneten Standorten

CURRICULUM VITAE



DI, Dr. techn.

Julia BACHINGER

Holzforschung Austria

Franz Grill-Straße 7
1030 Wien

j.bachinger@holzforschung.at

Die promovierte Architektin Julia Bachinger ist seit 2014 an der Holzforschung Austria beschäftigt. Zuvor war sie in Vorarlberg und der französischsprachigen Schweiz in der örtlichen Bauaufsicht und in Bauphysik-Büros tätig. An der Holzforschung Austria leitete sie die Gruppe Hygrothermik und übernahm ab September 2023 die Leitung des Bereichs Fenster und Türen. Sie ist in zahlreichen Forschungsprojekten tätig und Mitglied von mehreren nationalen und internationalen Normengremien rund um Fenster und Türen.

Kontrolliert undichte Fassade

Herausforderungen und Lösungen für natürlich belüftete Räume

DI, Dr. Julia Bachinger¹, j.bachinger@holzforschung.at

DI, DI(FH) Dr. Matthias Schuss², matthias.schuss@tuwien.ac.at

DI Roman Meixner¹, r.meixner@holzforschung.at

DI, Dr. Ulrich Pont², ulrich.pont@tuwien.ac.at

¹Holzforschung Austria
Franz Grill-Straße 7, 1030 Wien

²TU-Wien, Institut für Architekturwissenschaften, Forschungsbereich Bauphysik und Bauökologie
Karlsplatz 13, 1040 Wien

Die Reduktion der unkontrollierten Lüftungswärmeverluste ist ein wesentlicher Teil für eine effiziente Beheizung von Innenräumen mit möglichst reduziertem Heizenergieverbrauch. Die dichtere Gebäudehülle führt jedoch zu unzureichenden Raumluftqualitäten bzw. Schimmelp Problemen in Innenräumen. Als einzig sinnvolle Lösung wird häufig die Installation von mechanischen Lüftungsanlagen gesehen. Der vorliegende Beitrag versucht Alternativen aufzuzeigen, die aus unterschiedlichen Gründen sinnvoll sein können.

1. Hintergrund

Lüftung war im historischen Baubestand immer eine dem Fenster zugeordnete Funktion. Neben der Öffenbarkeit für eine Stoß- bzw. Querlüftung bestand bei Fenstern bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts eine für heutige Verhältnisse sehr hohe Luftundichtheit.

Diese Luftundichtheit resultierte unter anderem aus nicht vorhandenen oder wenig effizienten Fensterdichtungen, Rissen in wenig elastischen Fensterkitten oder Bändern, die nicht oder nur schwer einstellbar waren (siehe Abbildung 1). Die Auswirkungen dieser Fensterbestandteile und deren Einfluss auf die Luftdichtheit des Fensters konnte die Holzforschung Austria (HFA) in Untersuchungen zur Sanierung von modernen Holzfenstern und Kastenfenstern aufzeigen [1], [2], [3], [4].

Neue Fenstersysteme mit modernen 3-fach Dichtungen, elastischen Dichtstoffen und einstellbaren Beschlägen bieten eine hohe Luftdichtheit. Neben den Fenstern besteht heute auch eine Anforderung an die Luftdichtheit des Bauanschlusses bzw. der gesamten Gebäudehülle.

Abbildung 1: Links: historische Fensterdichtung, rechts: Fetschenband eines Kastenfensterflügels



2. Warum lüften?

Durch die verbesserte Luftdichtheit von Fenstern und Türen (bzw. aller Außenbauteile) ist nur mehr wenig grundlegender Luftaustausch vorhanden. In Wintermonaten, in denen die Innenräume beheizt werden, ist das Ziel der Lüftung entweder das Feuchtemanagement oder eine gesunde Raumluftqualität (Schadstoff-Belastung). In den Sommermonaten steht das Temperaturmanagement im Vordergrund. Der notwendige Luftwechsel unterscheidet sich dabei gravierend. Der notwendige Luftwechsel für eine kühlungswirksame Nachtlüftung in den Sommermonaten liegt in etwa beim 10-fachen wie der übliche hygienische Luftwechsel in den Wintermonaten.

In beiden Fällen ist eine bestimmte Luftwechselrate über bestimmte Zeitfenster bzw. andere Regelparameter gefordert. Unkontrollierter Luftwechsel kann zu unzureichender Behaglichkeit bzw. zu erhöhtem Energieverbrauch (Heizung oder Kühlung) führen. Das Ziel jeder Lüftung ist also ein kontrollierter Luftwechsel.

3. Lüftung in der Heizperiode

Grundlagen: Luftwechsel vs. Luftvolumenstrom

Für die Beurteilung der Lüftungseffektivität wird häufig der Luftvolumenstrom herangezogen. Der Luftvolumenstrom [m^3/h] gibt zwar an, welches Luftvolumen pro Stunde ausgetauscht wird. Allerdings findet sich darin keine Information zum betrachteten Raum und dem darin vorhandenen Luftvolumen. Der Luftwechsel (=Luftwechselrate) [h^{-1}] liefert dagegen die Information, welches Luftvolumen pro Stunde im betrachteten Raum / Wohnung ausgetauscht wird.

Für Überlegungen zur Lüftungseffektivität in einem Gebäude/Raum/Wohnung ist also der Luftwechsel die aussagekräftigere Kenngröße. Zum allgemeinen Vergleich von z.B. Lüftungsgeräten oder Lüftungsöffnungen ist der Luftvolumenstrom die aussagekräftigere Kenngröße.

Typische notwendige Luftwechselraten für die Heizperiode werden in Abbildung 1 in Abhängigkeit der Qualität der thermischen Gebäudehülle (Wärmebrücken) und der Raumnutzung dargestellt.

Abbildung 1: Schimmelpilzvermeidende Mindestlüftung bei typischen Nutzungsbedingungen in Abhängigkeit von Gebäude- und Raumkonstellation [6; zitiert in [5, S.163]]

Raum	schimmelpilzvermeidende Mindestlüftung				
	Neubau		Volumenstrom –	Sanierung	
	Luftwechsel MFH ^(*)	EFH ^(**)		Luftwechsel MFH ^(*)	EFH ^(**)
Wohnzimmer	0,15 h ⁻¹	0,15 h ⁻¹	10 m ³ /h	0,25 h ⁻¹	0,20 h ⁻¹
Schlafzimmer	0,30 h ⁻¹	0,20 h ⁻¹		0,60 h ⁻¹	0,40 h ⁻¹
Kinderzimmer	0,35 h ⁻¹	0,25 h ⁻¹		0,70 h ⁻¹	0,45 h ⁻¹
Küche	0,25 h ⁻¹	0,20 h ⁻¹	8 m ³ /h	0,40 h ⁻¹	0,35 h ⁻¹
Bad	0,45 h ⁻¹	0,30 h ⁻¹		0,60 h ⁻¹	0,45 h ⁻¹
^(*) ≥ 17 m ² Wohnfläche/Person ^(**) ≥ 30 m ² Wohnfläche/Person					

Stoßlüftung vs. Spalllüftung

Noch immer wird für die Lüftung von Wohnräumen die Stoßlüftung mehrmals täglich empfohlen. In einer von Helmut Künzel herausgegebenen Publikation zu „Wohnungslüftung und Raumklima“ [5] argumentierte Robert Borsch-Laaks bereits 2009, warum die geregelte Spalllüftung einer Stoßlüftung vorzuziehen ist. Er erkannte, dass in den Oberflächen gespeicherte Feuchtigkeit durch Stoßlüftung nur schwer abgeführt werden kann. [5, S.313ff], [7]

Das Prinzip der Lüftung in der Heizperiode funktioniert durch das „Hereinlüften“ von kalter Luft mit geringerer absoluter Luftfeuchte. (Dabei liegt die relative Luftfeuchte (rel. LF) der kalten Luft über der rel. LF der warmen Innenluft.) Sobald die kalte, trockene Außenluft erwärmt wird, kann sie entsprechend Feuchte aufnehmen. Zur erfolgreichen Reduktion der Innenfeuchte durch Lüftung gehört also gleichzeitig ein Aufheizen der Luft.

Bei Stoßlüftung erfolgt ein kurzzeitiger Luftaustausch durch Lüften. Es wird zwar Luft ausgetauscht, aber die in den Raumboberflächen gespeicherte Feuchte wird nur verzögert durch die trockenere Raumluft aufgenommen. Sobald diese Feuchte aufgenommen wurde, sollte wieder gelüftet werden. Krus et. al [5, S.231ff] kommen in einer simulationsbasierten Studie zu dem Schluss, dass bei Stoßlüftung über den Tag gemittelt höhere Luftwechselraten notwendig sind und der Energieverbrauch für die Heizung bei Stoßlüftung in den meisten untersuchten Fällen höher ist als bei konstantem Luftwechsel.

Zu einer ähnlichen Aussage kommt eine simulationsbasierte Studie der TU-Wien [1], die ebenfalls die Feuchtepufferung der raumumschließenden Oberflächen berücksichtigt. Abbildung 2 zeigt die relative Luftfeuchte in einem Wohnraum in einem Altbau. Durch undichte Fenster im Altbau liegt die relative Luftfeuchte bei normaler Nutzung und Lüftung (2x täglich 10 Minuten Stoßlüftung) zwischen 30 % und 40 % rel. LF. Erfolgt ein Fenstertausch und somit eine Anhebung der Luftdichtheit der Gebäudehülle, liegt die rel. LF bei gleichem Nutzerverhalten fast durchgehend über 60 % rel. LF. Im Neubau, wo auch die restliche Gebäudehülle eine höhere Luftdichtheit aufweist, kommt die rel. LF bei gleichem Nutzerverhalten noch etwas höher zum Liegen.

Einen Vergleich der resultierenden rel. LF im Wohnraum eines Neubaus in Abhängigkeit der Lüftungsstrategie zeigt Abbildung 3. Die durch 2 oder 4x täglich resultierenden rel. LF im Wohnraum liegen beinahe durchgehend über 60 % bzw. 55 %. Für eine hygienische Nutzung der Innenräume liegt die rel. LF zu hoch. Es ist erkennbar, dass erst durch 7x täglich mind. 10 Minuten Stoßlüften ein Niveau der rel. LF im Wohnraum erreichbar ist, das einer hygienischen Nutzung entspricht. Durch (unkontrollierte) Spalllüftung reduziert sich die rel. LF auf einen Bereich um ca. 30 %.

Fazit: Eine Stoßlüftung von 7x täglich oder öfter ist für Nutzer nicht praktikabel. Eine unkontrollierte Spalllüftung jedoch reduziert die Luftfeuchte bereits zu stark, was einerseits aus gesundheitlichen Aspekten nicht empfehlenswert ist und andererseits zu unnötig hohem Energieverbrauch führt. Eine kontrollierte, bedarfsgesteuerte Spalllüftung stellt eine sinnvolle Alternative dar.

Abbildung 2: Relative Luftfeuchte im Wohnraum in einem Altbau (blau), einem sanierten Altbau (Fenstersanierung) (rot) und einem Neubau (grün), (Simulationsstudie mit Energy +) [1]

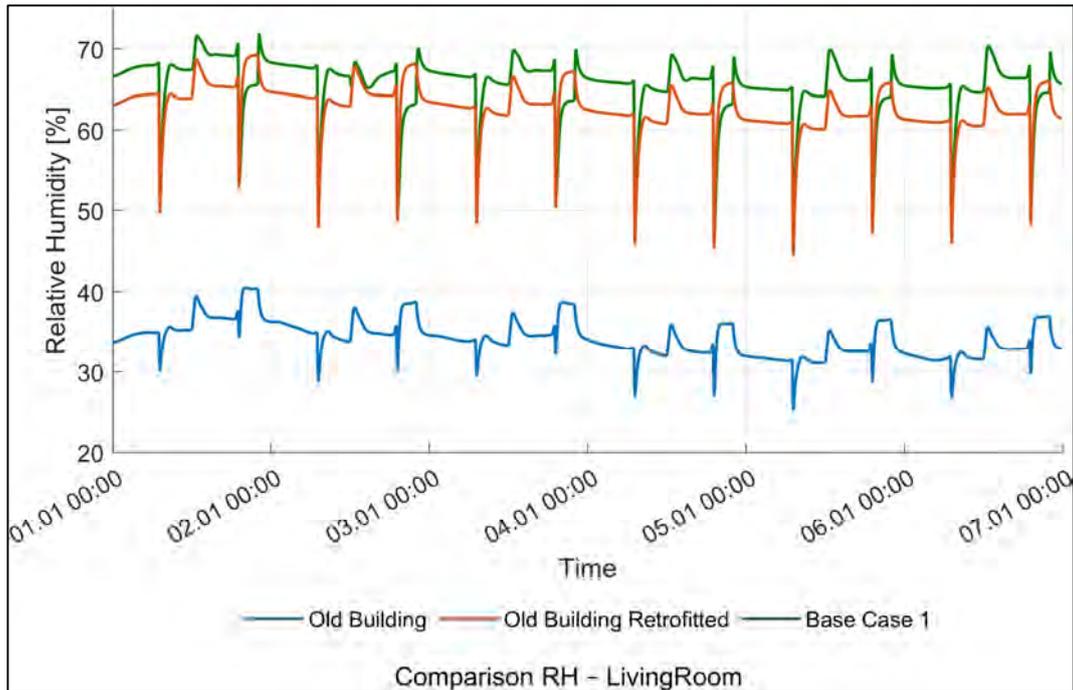
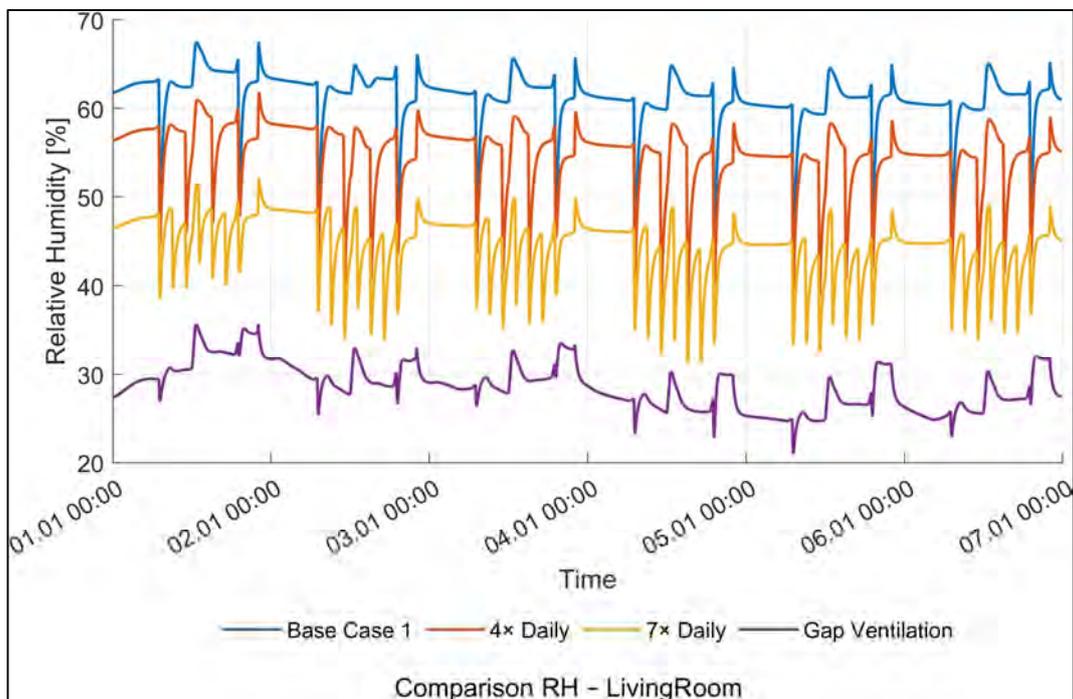


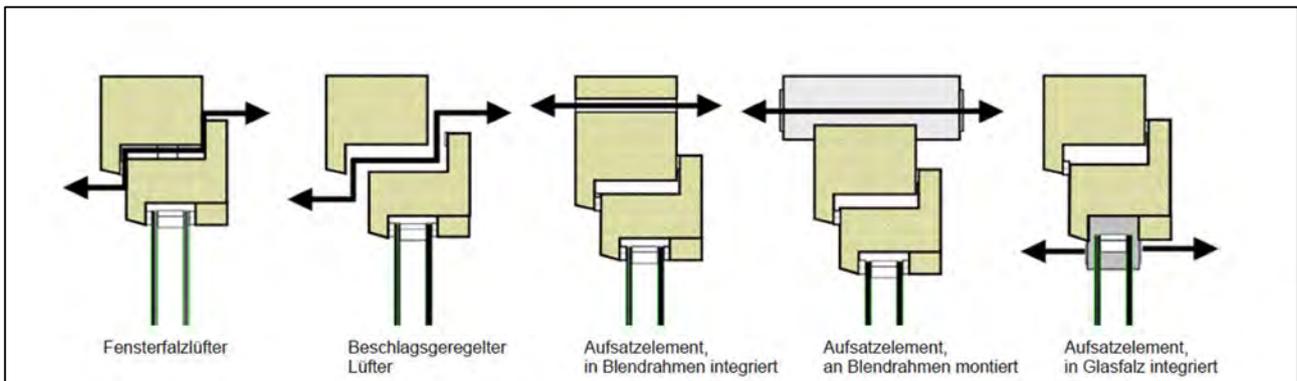
Abbildung 3: Relative Luftfeuchte im Wohnraum eines Neubaus bei Stoßlüftung je 10 Minuten: 2x täglich (Base Case), 4x täglich, 7x täglich und Spaltlüftung (Simulationsstudie mit Energy +) [1]



4. Lösungsansätze Spaltlüftung

Für die konkrete Ausführung von Spaltlüftungen existieren mittlerweile einige Lösungen am Markt, da in Deutschland gemäß DIN 1946 [9] die nutzerunabhängige Lüftung sichergestellt werden muss. Abbildung 3 gibt einen Überblick über mögliche Anordnungen von Spaltlüftungen am Fenster.

Abbildung 3: Beispiele für Spaltlüftungen am Fenster (=Fensterlüfter) [8]



Fensterfalzlüfter werden üblicherweise bereits bei der Produktion der Fenster in den Blendrahmen integriert. Manche Fensterfalzlüfter sind auf der Innenseite der Fenster sichtbar. Es gibt jedoch auch in den Falz integrierbare Lüfter, die bei geschlossenem Fenster nicht sichtbar sind. Eine Planung der Fensterfalzlüfter vor der Fensterproduktion ist notwendig, um die entsprechende Integration in den Blendrahmen zu ermöglichen.

Eine Integration der Regelung der Spaltlüftung über den Beschlag (= Beschlags geregelter Lüfter) ist in üblichen Dreh-Kipp-Beschlägen möglich. Dabei wird die Spaltlüftung durch ein geringes Abheben des Fensterflügels aus der Dichtebene geregelt. Zur Aktivierung wird der Fenstergriff auf 45° gestellt. Dies ermöglicht eine sehr einfache, nutzerzentrierte Bedienung der Lüftung und eine bedarfsorientierte Lüftungsaktivierung durch den Nutzer.

Aufsatzelemente im und auf dem Blendrahmen (bzw. auch seitlich angebaute Elemente) müssen vor der Fensterproduktion eingeplant werden. Für viele Fenstersysteme existieren entsprechende Aufsatzelemente, die manuell bzw. zum Teil auch mechanisch gesteuert werden können. Auch Elemente mit Wärmerückgewinnung stehen auf dem Markt zur Verfügung.

Im Glasfalz integrierte Lüfter sind im österreichischen und deutschen Raum eher unüblich.

Steuerung der Fensterlüftung

Für die notwendige, hygienische Lüftung in der Heizperiode wird auf Basis der oben angeführten Studien eine kontrollierte, bedarfsorientierte Spaltlüftung empfohlen. Die Umsetzung dieser „Steuerung“ erfolgt heute üblicherweise über manuelle Steuerung der Spaltöffnung. Eine nützliche Hilfestellung für die Steuerung der Spaltlüftung stellt für den Nutzer ein Hygrometer mit gleichzeitiger standortabhängiger Information zu den anzustrebenden Feuchtigkeiten dar. Ein Schritt in eine modernere Umsetzung wäre eine Messstation in der Wohnung, die die notwendigen Informationen direkt an eine App weiterleitet und dem Nutzer entsprechende Handlungsanweisungen gibt.

Künftig könnte auch eine Integration der Steuerung der bedarfsorientierten, kontrollierten Spaltlüftung in die Haustechnikanlage stattfinden, sodass dem Nutzer die Steuerung gänzlich abgenommen wird. Erste Fenstersysteme, die diese Steuerung für die Heizperiode aber auch für die Kühlperiode (mit größeren Lüftungsquerschnitten) mitbringen wurden bereits entwickelt [10].

Literatur

- [1] Meixner, Roman et al.: Forschungsbericht ErKa – Qualifizierungsinitiative zur (thermischen) Ertüchtigung von Kastenfenstern, Hrsg. Holzforschung Austria, voraussichtlich 11/2025
- [2] Meixner, Roman; Schuss, Matthias; Bachinger, Julia; Pont, Ulrich: Airtightness of refurbished box-type windows – A case study, International Conference on Moisture in Buildings - ICMB25, 23-24 October 2025, Guimarães, Portugal
- [3] Schober, Peter; Hauer, Karin: Fenster-Upgrade – Qualifizierungsinitiative für ein Holzfenster-Upgrade, Hrsg. Holzforschung Austria 2023
- [4] Bachinger, Julia; Hauer, Karin; Schober, Peter: Fenster – Upgrade: Untersuchung des Potenzials der Sanierung von Holzfenstern. In: Holzbau, die neue quadriga. Heft 3/2025. S.14ff
- [5] Künzel, Helmut (Hg.): Wohnungslüftung und Raumklima. Grundlagen, Ausführungshinweise, Rechtsfragen. Fraunhofer IRB Verlag 2009. ISBN 978-3-8167-6796-1
- [6] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen -BMVBW- (Förd.); TU Dresden, Institut für Thermodynamik und Technische Gebäudeausrüstung (Ausf. Stelle); Arbeitsgruppe Raumklimatologie Erfurt der Universität Jena (Mitarb.); Ingenieurbüro für Bauphysik Hauser und Partner, Baunatal (Mitarb.); Richter, W.; Hartmann, T.; Kremonke, A.; Reichel, D.: Gewährleistung einer guten Raumluftqualität bei weiterer Senkung der Lüftungswärmeverluste. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 1999
- [7] Borsch-Laaks, Robert: Stoßlüftung oder Spaltlüftung? Der richtige Umgang mit dem Fenster zur Raumentfeuchtung. In: Holzbau, die neue quadriga. Heft 2/2025. S.25ff
- [8] ift-Richtlinie LU 02/1, Fensterlüfter Teil 2: Empfehlungen für die Umsetzung von Lüftungstechnischen Maßnahmen im Wohnungsbau, März 2010
- [9] DIN 1946-6 12 2019, Raumlufttechnik - Teil 6: Lüftung von Wohnungen - Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung, DIN Deutsches Institut für Normung, Dezember 2019
- [10] KDM Innovation GmbH, Abstell-Schiebefenster mit dem Beschlag MOVISTA, URL: <https://www.kdm-inno.com/de> zuletzt abgefragt: 29.9.2025



Dipl.-Wirt.-Ing. (FH), M-Sc.

Adi STIPPL

ALUKÖNIGSTAHL GmbH
Goldschlagstraße 87-89
A-1150 Wien

a.stippl@alukoenigstahl.com

geboren 1967 in Klosterneuburg verfügt über mehr als 35 Jahre Berufserfahrung in der Bau- und Metallbaubranche mit Schwerpunkt auf Fassadenbau, Konstruktion und Projektmanagement. Nach einer Lehre als Feinmechaniker sowie Weiterbildungen zum Werkmeister Maschinenbau und Wirtschaftsingenieur an der HTL TGM absolvierte er ein Studium des Wirtschaftsingenieurwesens und Industrial Management an der FH Mittweida.

Nach seiner praktischen Ausbildung in der mechanischen Fertigung führte ihn sein Weg rasch in die Konstruktion von Fenster- und Fassadensystemen. In einem kleineren Metallbauunternehmen übernahm er zunächst eine Doppelfunktion, in der er Konstruktion, Produktion und Montage leitete. Dort verantwortete er Projekte von der Planung bis zur Abnahme und sammelte wertvolle Erfahrungen in der Bauabwicklung.

1996 trat er in das Ingenieurbüro AFC Aluminium Fassaden Consulting ein, ein spezialisiertes Planungsbüro für Fassadenbau-Großprojekte. Dort war er bis 2004 als Projektleiter tätig, verantwortete die Werk- und Montageplanung und leitete ein Team, das für die technische Umsetzung und Koordination großer Bauvorhaben zahlreicher europäischer Metallbauer zuständig war.

Im Anschluss übernahm er bei Pagitz Metallbau, einem traditionsreichen Unternehmen im STRABAG-Konzern, die Verantwortung für Planung, Einkauf und Kalkulation. Sein Schwerpunkt lag auf dem Aufbau einer Metallbaukalkulation auf Basis der Bauabwicklungssoftware iTwo, einschließlich der Entwicklung einer Kalkulationsstruktur und Soll-Ist-Vergleiche für Produktion und Montage. Dabei arbeitete er eng mit STRABAG zusammen und sammelte wertvolle Einblicke in die Arbeitsweise und Aufgabengebiet eines Generalunternehmers.

Von 2008 bis 2020 war er erneut bei AFC Aluminium Fassaden Consulting als Büroleiter tätig. Dort verantwortete er die Bereiche Werk- und Montageplanung sowie Consulting und betreute zahlreiche nationale wie internationale Projekte in den Phasen Planung, Ausschreibung, Vergabe und begleitende Kontrolle.

Seit 2020 ist er beim Systemhaus Alukönigstahl als Technischer Leiter tätig und leitet die Bereiche Architekturberatung, Technisches Büro und Kalkulation. Alukönigstahl ist ein führender Anbieter von Aluminium-, Stahl- und Kunststoffsystemen für Fenster, Türen und Fassaden sowie exklusiver Vertriebspartner von Schüco und Jansen. Mit technischer Beratung, umfassendem Service und internationaler Projekterfahrung unterstützt das Unternehmen Architekten, Planer und Verarbeiter bei der Realisierung energieeffizienter und nachhaltiger Bauprojekte.

Schallschutz bei Glasfassaden

Einflussfaktoren und Optimierungsmaßnahmen

Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Adi Stippl, M.Sc, a.stippl@alukoenigstahl.com

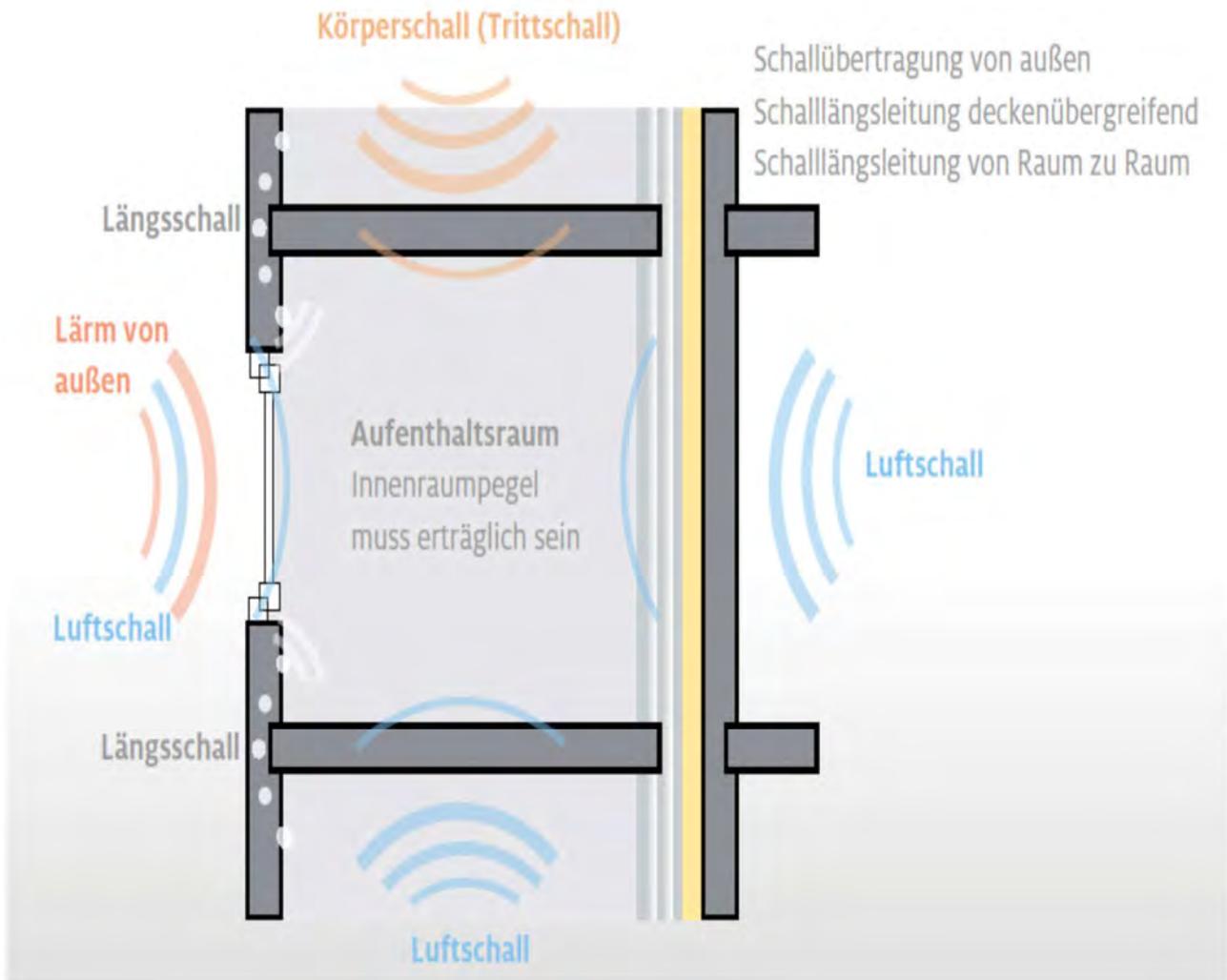
ALUKÖNIGSTAHL GmbH
A-1150 Wien, Goldschlagstraße 87-89

Einleitung

Der Schallschutz von Fassaden ist ein zentraler Bestandteil moderner Bauplanung. Neben Wärmeschutz und Energieeffizienz entscheidet insbesondere die akustische Qualität über den Wohn- und Arbeitskomfort. Gerade in urbanen Lagen mit starkem Verkehrsaufkommen oder in der Nähe von Bahnlinien und Flughäfen sind leistungsfähige Fassaden notwendig, um störende Außengeräusche effektiv zu reduzieren. Der Beitrag beleuchtet verschiedene Fassadentypen und deren akustische Eigenschaften. Im Fokus stehen konstruktive Prinzipien, Einflussfaktoren und praxisnahe Optimierungsmaßnahmen, die Architekten und Planer bei der Umsetzung nutzen können.

Ziel des Vortrags ist es, das optimale Einsatzgebiet sowie die Möglichkeiten zur Optimierung von Luft- und Körperschall zu verstehen und praxisnah anzuwenden. Dadurch soll gewährleistet werden, dass sowohl in der Planungsphase als auch in der Ausführungsphase ein höchstmöglicher Grad an akustischer Sicherheit erreicht wird.

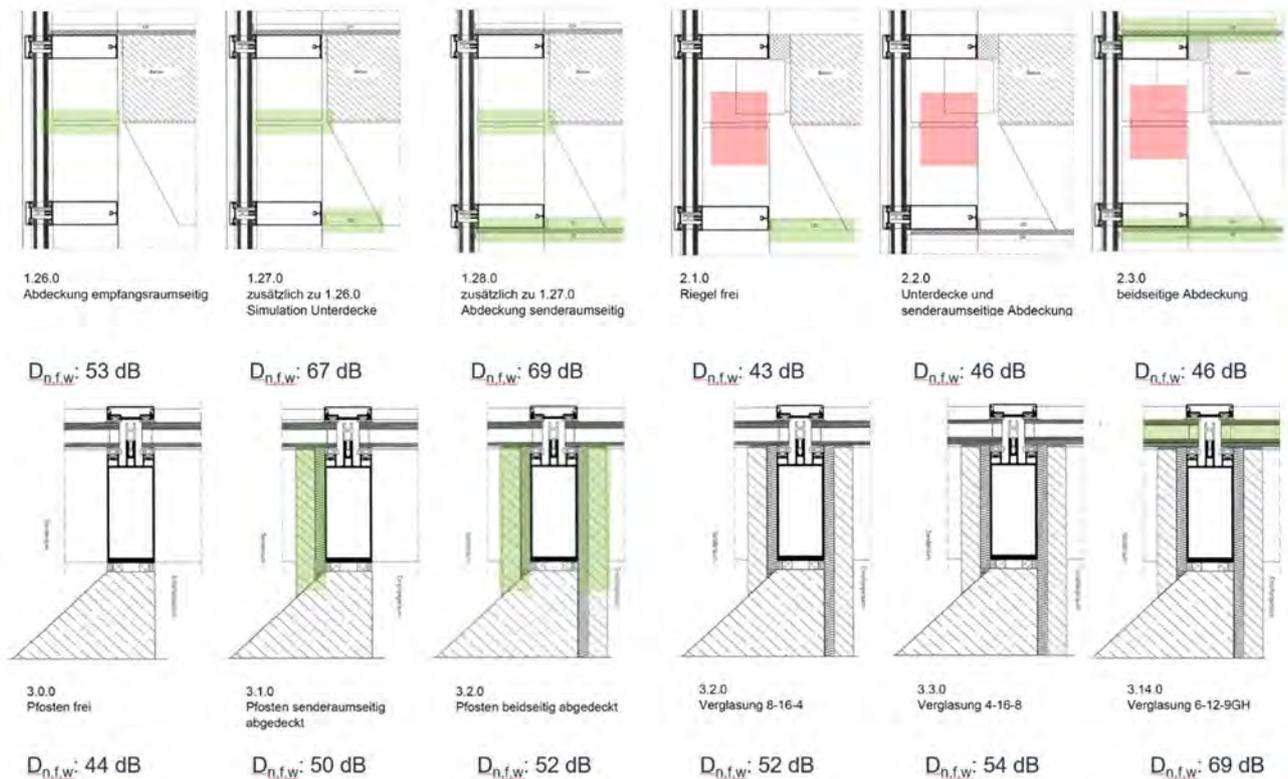




Planungsparameter Gebäudehülle

Anwendung	Funktionen	Erweiterte Anwendungen
<ul style="list-style-type: none"> • Schutz vor Außeneinflüsse 	<ul style="list-style-type: none"> • Lichtdurchlass 	<ul style="list-style-type: none"> • Barrierefreiheit
<ul style="list-style-type: none"> • Tageslichtversorgung - Reduktion Kunstlicht 	<ul style="list-style-type: none"> • Belüftung 	<ul style="list-style-type: none"> • Brandschutz
<ul style="list-style-type: none"> • Sichtverbindung zur Außenwelt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmedämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Smart-Technologies
<ul style="list-style-type: none"> • Belüftung und Luftzirkulation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sommerliche Überwärmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheit
<ul style="list-style-type: none"> • Gestaltungselement für Fassaden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Schallschutz 	<ul style="list-style-type: none"> • Insektenschutz
	<ul style="list-style-type: none"> • Wetterschutz 	<ul style="list-style-type: none"> • Sonnenschutzarten
	<ul style="list-style-type: none"> • Gestaltung und Design 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheitseinrichtungen

1. Pfosten-Riegel-Fassade



1.1. Beschreibung

Die Pfosten-Riegel-Fassade ist eine häufig eingesetzte Konstruktion im modernen Fassadenbau. Sie besteht aus einem tragenden Raster aus vertikalen Pfosten und horizontalen Riegeln, die gemeinsam eine Tragstruktur für große Glasflächen oder opake Füllelemente bilden. Typisch ist die geschossübergreifende Ausführung, die eine hohe Transparenz und flexible Gestaltungsmöglichkeiten bietet.

1.2. Anwendung – Gebäudetypen und Bereiche

Pfosten-Riegel-Fassaden kommen vor allem bei Bürogebäuden, öffentlichen Bauten, Einkaufszentren und Hochhäusern zum Einsatz. Sie eignen sich besonders für Bereiche mit großen Glasflächen, etwa Eingangszonen, Atrien oder repräsentative Gebäudefronten. Durch ihre modulare Bauweise sind sie sowohl für Neubauten als auch für Sanierungen anwendbar.

1.3. Einflussfaktoren Luftschall

Die Schalldämmung gegen Luftschall hängt in erster Linie vom Glasanteil ab. Entscheidend sind:

- Verglasung: Dicke, Aufbau (z. B. asymmetrische Isolierverglasung) und Akustikfolien beeinflussen den R_w -Wert deutlich.
- Rahmenanteil: Ein höherer Glasanteil wirkt sich meist positiv auf die Schalldämmung aus.
- Baukörperanschlüsse: Undichte oder falsch ausgeführte Fugen reduzieren die akustische Leistung erheblich.

Typische Werte liegen ohne Zusatzmaßnahmen bei ca. $R_w = 30\text{--}35$ dB, mit hochwertigen Gläsern und optimierten Anschlüssen sind bis zu 48 dB möglich.

1.4. Einflussfaktoren Längsschall

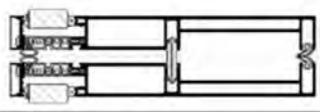
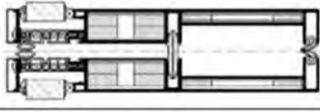
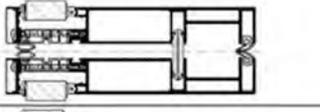
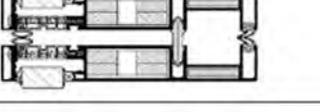
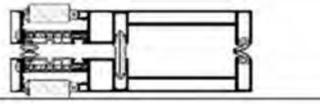
Da Pfosten-Riegel-Fassaden geschoss- und raumübergreifend konstruiert sind, spielt die Längsschallübertragung (horizontal und vertikal) eine wesentliche Rolle.

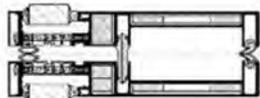
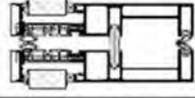
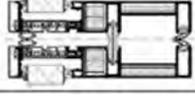
- Horizontale Längsschalldämmung: wird durch die Pfosten beeinflusst. Verbesserungen sind durch Profulfüllungen (Fermacell, Schaumstoff, Mineralwolle) oder zusätzliche Abdeckungen möglich, die Werte bis +58 dB erzielen können.

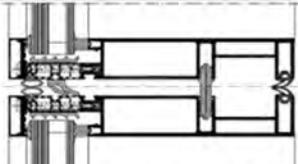
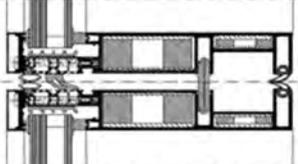
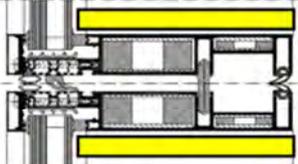
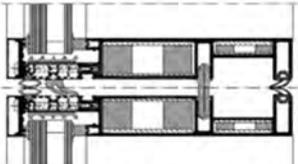
- Vertikale Längsschalldämmung: wird maßgeblich durch Riegel im Deckenbereich bestimmt. Zusatzriegel, Abdeckungen oder Pfostenentrennungen können die vertikale Längsschalldämmung deutlich verbessern.
- Profilgeometrie und Bautiefe: wirken sich auf die Längsschalleitung aus – geringere Bautiefen reduzieren meist die Schallweiterleitung.
- Profiltrennung: Entkopplung der Profile bringt durch die Unterbrechung des Körperschalls eine deutliche Verbesserung der Werte. Im horizontalen Stoß wird das durch eine Koppeldichtung erreicht. Beim vertikalen Stoß werden die Pfostenprofile unterbrochen und durch eine Koppelkonsole schalltechnisch entkoppelt, wobei das Dichtungssystem durchlaufend ist.

2. Elementfassade



Messblatt	Bautiefe in mm	Profilnummer	Profilquerschnitt	Fugenbreite in mm	Beschwerung / Dämmschaum	$D_{n,e,w}$ (C;C _{tr}) in dB
1	255	505250		15	ohne	51 (-2;-5)
2	255	505250		15	Stahl / Dichtband / Stahl	68 (-2;-8)
3	180	505220		15	ohne	55 (0;-2)
4	180	505220		15	Stahl / Dichtband / Stahl	68 (-2;-7)
5	180	505720		15	ohne	49 (-1;-2)

6	180	505720		15	Stahl / Dichtband / Stahl	67 (-2;-7)
7	130	505200		15	ohne	59 (0;-3)
8	130	505200		15	Stahl / Dichtband / Stahl	67 (-2;-7)

Meßbl. Nr	Zeichnung	Maßnahme	$D_{n,f,w}$ (C;C _{tr}) in dB
1		Profile ohne Maßnahme, Elementstoßfuge offen, Verglasung innen 6 mm	52 (-1;-3)
2		Profile gefüllt (Variante 2), Elementstoßfuge offen Verglasung innen 6 mm	61 (-1;-4)
3		Profile gefüllt (Variante 2), beidseitig abgeschottet, Elementstoßfuge offen, Verglasung innen 6 mm	67 (-2;-8)
4		Profile gefüllt (Variante 2), beidseitig abgeschottet, Elementstoßfuge abgedichtet Verglasung innen 6 mm	68 (-2;-8)
5		Profile gefüllt (Variante 2), beidseitig abgeschottet, Elementstoßfuge abgedichtet Verglasung innen 12 VSG SI	68 (-2;-8)
6		Profile gefüllt (Variante 2), Elementstoßfuge abgedichtet Verglasung innen 12 VSG SI	62 (-1;-5)
7		Profile gefüllt (Variante 2), Elementstoßfuge offen Verglasung innen 12 VSG SI	62 (-2;-5)
8		Profile gefüllt (Variante 2), Elementstoßfuge offen, Obere Profilhalbschale durchgehend (vertikaler Fugenversatz „Wilder Verband“) Verglasung innen 6 mm	61 (-1;-4)
9		Wie vor, mit Deckschalen	61 (-2;-5)

2.1. Beschreibung

Die Elementfassade ist eine vorgefertigte Fassadenkonstruktion, bei der großformatige Elemente im Werk produziert und auf der Baustelle montagefertig angeliefert werden. Diese Elemente bestehen in der Regel aus einem Rahmenprofil mit integrierter Verglasung oder opaken Füllelementen. Der hohe Vorfertigungsgrad ermöglicht eine kurze Montagezeit und hohe Qualitätssicherung. Akustisch zeichnet sich die Elementfassade durch eine konstruktive Entkopplung der Elemente aus, was positive Auswirkungen auf die Schalldämmung hat.

2.2. Anwendung – Gebäudetypen und Bereiche

Elementfassaden finden ihren Einsatz vor allem bei großvolumigen Gebäuden wie Büro- und Verwaltungsbauten, Hotels, Krankenhäusern oder Hochhäusern. Besonders geeignet sind sie für Projekte mit engen Bauzeiten, da der hohe Vorfertigungsgrad die Montagezeit auf der Baustelle deutlich reduziert. Zudem bieten sie eine gleichbleibend hohe Ausführungsqualität und sind daher für komplexe Großprojekte mit hohen Anforderungen an Optik und Bauphysik geeignet.

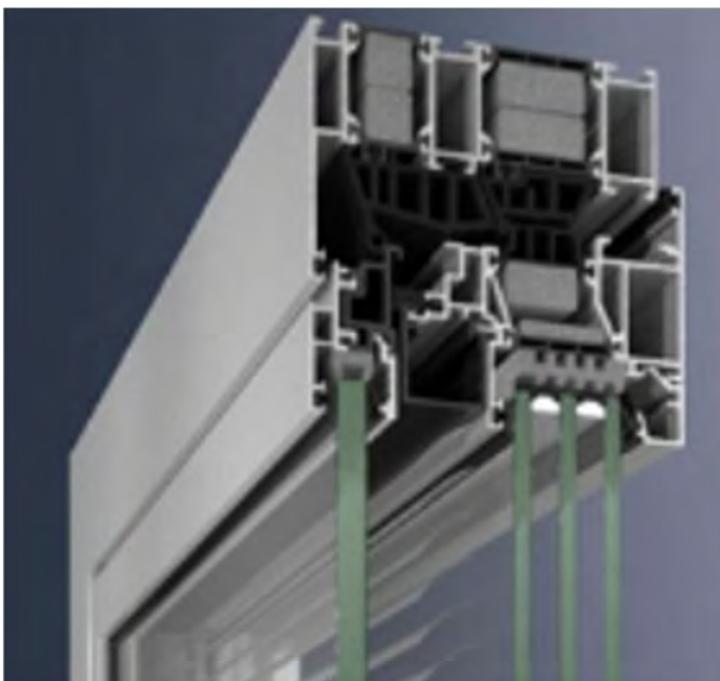
2.3. Einflussfaktoren Luftschall

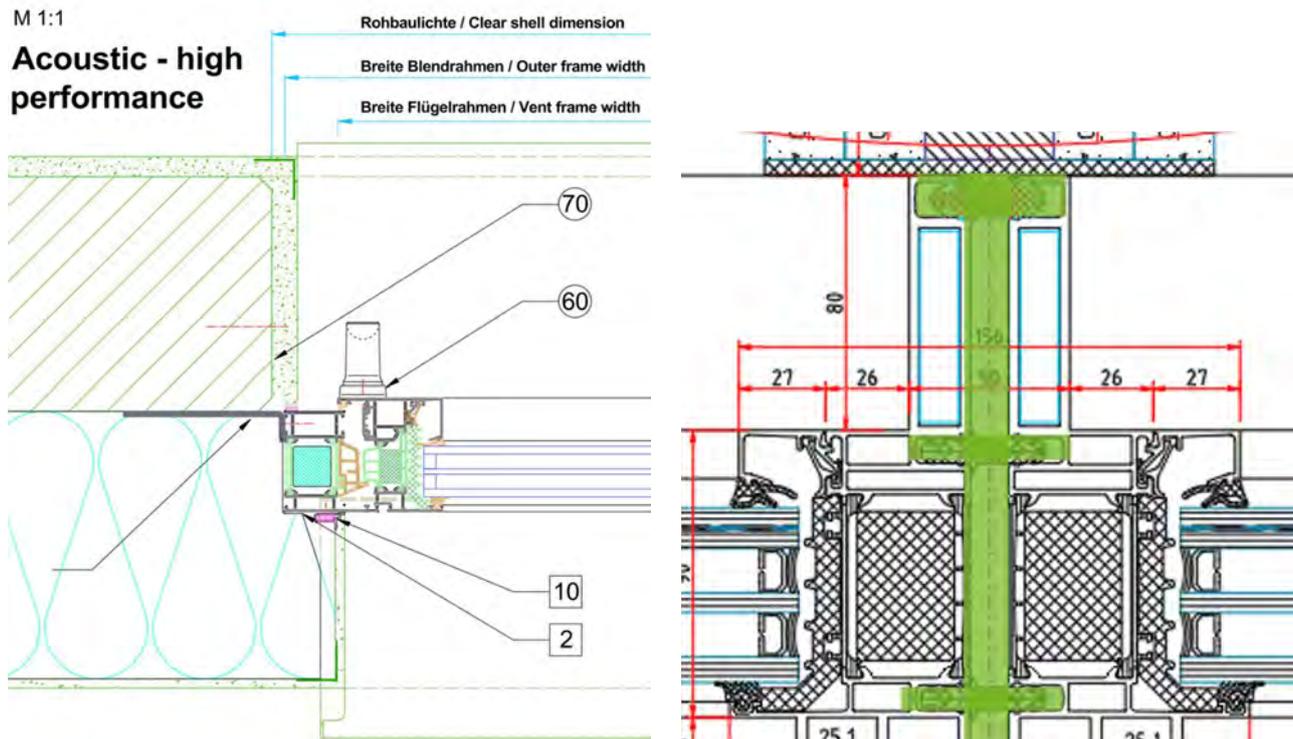
Die Schalldämmung gegen Luftschall wird maßgeblich durch die eingesetzte Verglasung bestimmt. Mehrscheiben-Isoliergläser mit asymmetrischem Aufbau und Akustikfolien erzielen besonders gute Werte. Auch die Dichtigkeit der Elementrahmen und die fachgerechte Abdichtung der Anschlussfugen sind entscheidend. Typische Werte liegen bei $R_w = 33\text{--}43\text{ dB}$, können aber durch optimierte Verglasungen und Fugenabdichtungen auf über 48 dB gesteigert werden.

2.4. Einflussfaktoren Längsschall

Ein wesentlicher Vorteil der Elementfassade liegt in der reduzierten Längsschallübertragung durch die konstruktive Entkopplung der einzelnen Module. Dennoch wirken sich die Elementstöße direkt auf die akustische Performance aus. Offene Stoßfugen mindern die Schalldämmung erheblich, während abgedichtete Fugen mit Dichtbändern oder Beplankungen Verbesserungen ermöglichen. Auch die Füllung der Rahmenprofile mit Sandwichmaterialien wie Stahlblech oder Mineralwolle trägt dazu bei, die horizontale und vertikale Längsschalldämmung zu erhöhen. Die genannten Maßnahmen ermöglichen eine Verbesserung von bis zu 16 dB .

3. Fenster





3.1. Beschreibung

Fenster sind zentrale Bauelemente der Fassade, die sowohl Transparenz als auch Licht- und Luftzufuhr ermöglichen. Sie bestehen aus einem Rahmenprofil, Verglasung und Dichtungen. Akustisch stellen Fenster eine besondere Herausforderung dar, da sie im Vergleich zu massiven Wandbauteilen schwächer dämmen und durch ihre Baukörperanschlüsse anfällig für Schallübertragungen sind.

3.2. Anwendung – Gebäudetypen und Bereiche

Fenster werden in nahezu allen Gebäudetypen eingesetzt – von Wohngebäuden über Büro- und Verwaltungsbauten bis hin zu Schulen, Krankenhäusern und Hotels. Besonders in lärmbelasteten Stadtlagen oder an stark befahrenen Straßen sind sie ein entscheidender Faktor für den Schallschutz und den Wohnkomfort. Spezielle Akustikfenster kommen dort zum Einsatz, wo höchste Anforderungen an den Lärmschutz bestehen.

Besonders bei Bürogebäuden werden häufig sogenannte Fensterbänder eingesetzt. Hierbei ist insbesondere auf die Ausbildung der angrenzenden Trennwände zu achten, die im Optimalfall mit einem Koppelstoß und geeigneten Dichtungen **schallentkoppelt** ausgeführt werden.

Üblicherweise werden bei der Planung folgende Trennwandtypen unterschieden:

- Typ 1: Mietertrennwand
- Typ 2: Besprechung / Büro
- Typ 3: Büro / Büro
- Typ 4: Sonderanforderungen, z. B. Abtrennungen von Besprechungsräumen für Vorstand oder Aufsichtsrat mit erhöhten Schallschutzanforderungen.

3.3. Einflussfaktoren Luftschall

Die Schalldämmung gegen Luftschall wird vor allem durch die Verglasung bestimmt. Mehrscheiben-Isoliergläser, asymmetrische Aufbauten und Akustikfolien können die Dämmwerte erheblich verbessern. Standardfenster erreichen Werte von $R_w = 33\text{--}39$ dB, während hochwertige Verbundfenster bis zu 58 dB erzielen können. Auch die Profilkonstruktion spielt eine Rolle: schmalere Profile mit weniger Hohlräumen führen zu besseren Schalldämmwerten. Die fachgerechte Ausführung der Baukörperanschlüsse ist essenziell, da fehlerhafte Fugen die Dämmleistung stark beeinträchtigen.

3.4. Einflussfaktoren Längsschall

Die Längsschallübertragung ist vor allem bei Fensterbändern oder gekoppelten Fenstern relevant. Hier kann sich Schall horizontal entlang der Rahmen ausbreiten. Verbesserungen lassen sich durch profilinterne Füllungen (z. B. Fermacell, Sand, Dichtbänder) oder durch spezielle Stoßvarianten erzielen. Moderne Kasten- und Verbundfenster ermöglichen zudem eine deutliche Reduktion der Längsschallübertragung, selbst bei teilgeöffneten Lüftungsflügeln.

4. Türen



0-Barriere Fußpunkt innen öffnend

Glas	Glasaufbau	Optimierung	Ergebnis
Glas $R_w = 36$ dB (-2;-5)	6 - 16 - 4 (Ar)	-	$R_w = 36$ dB (-1;-4)
Glas $R_w = 43$ dB (-2;-5)	VSG 9 SI - 16 - 6 (Kr)	-	$R_w = 38$ dB (-1;-4)
Glas $R_w = 46$ dB (-2;-5)	VSG 44.1 SI - 16 - VSG 44.1 SI (Ar)	Alu-Einschiebling	$R_w = 42$ dB (-1;-4)
Glas $R_w = 50$ dB (-2;-5)	VSG 9 SI - 16 - 6 (Kr)	- Falzisolator und Moosgummi an den Bändern Alu-Einschiebling	$R_w = 40$ dB (-1;-4) $R_w = 41$ dB (-1;-4) $R_w = 42$ dB (-1;-4)
Glas $R_w = 52$ dB (-2;-5)	VSG 17 SI - 16 - VSG 13 SI (Ar)	Alu-Einschiebling	$R_w = 42$ dB (-1;-4)

Glasgewicht
75kg/m²

4.1. Beschreibung

Türen sind unverzichtbare Elemente jeder Fassade und dienen der Erschließung sowie der funktionalen Nutzung von Gebäuden. Sie bestehen in der Regel aus einem Rahmenprofil, einem Flügel mit Verglasung oder Paneelfüllung sowie mehreren Dichtungsebenen. Akustisch stellen Türen eine besondere Herausforderung dar, da sie im Vergleich zu Fenstern meist größere Fugenanteile und eine geringere Flächenmasse aufweisen.

4.2. Anwendung – Gebäudetypen und Bereiche

Türen kommen in nahezu allen Gebäudetypen vor – vom Wohnbau über Büro- und Verwaltungsgebäude bis hin zu öffentlichen Bauten. Besonders im Fassadenbereich werden sie häufig als Eingangstüren oder als Einselemente in Kombination mit Fenstern und Fassadensystemen integriert. In Gebäuden mit hohen Schallschutzanforderungen spielt die Wahl der Türsysteme eine wesentliche Rolle für den Gesamtkomfort.

4.3. Einflussfaktoren Luftschall

Die Luftschalldämmung von Türen hängt von mehreren Faktoren ab:

- Verglasung: Mehrscheiben-Isolierglas oder spezielle Schallschutzpaneele erhöhen die Schalldämmung.
- Dichtungen: Mehrfache Dichtungsebenen und umlaufende Mitteldichtungen sind entscheidend.
- Baukörperanschluss: Fehlerhafte oder unzureichend abgedichtete Fugen reduzieren die Schalldämmung erheblich.

Typische Schalldämmwerte liegen bei Standardtüren zwischen $R_w = 35\text{--}39$ dB, während optimierte Systeme mit speziellen Füllungen und hochwertigen Dichtungen Werte bis 42 dB oder mehr erreichen können.

4.4. Einflussfaktoren Längsschall

Die Längsschallübertragung ist bei Türen in der Regel weniger kritisch als bei Pfosten-Riegel- oder Elementfassaden, da sie meist nicht geschossübergreifend ausgeführt werden. Relevanz erhält sie jedoch, wenn Türen als Einselemente in größere Fassadenkonstruktionen integriert oder direkt mit Fensterbändern gekoppelt werden. In solchen Fällen ist auf eine fachgerechte Ausbildung der Anschlussdetails zu achten, um Schallbrücken zu vermeiden.

5. Schiebeelemente





Auftraggeber	SCHÜCO International KG Karolinenstr. 1-15 33609 Bielefeld Deutschland
Produkt	Hebe-Schiebe-Tür, Typ 1A - 350kg, 1 Schiebeflügel, 1 Festfeld, Flügelrahmen schublos
Bezeichnung	Schüco ASE 80.HI
Außenmaß (b x n)	2800 mm x 3000 mm
Material	Aluminium-Kunststoff- Verbundprofil
Öffnungsart	Hebe-Schiebe, Festfeld
Falzdichtungen	Bürsten- und EPDM Lippendichtungen
Füllung	Mehrscheiben-Isolierglas: 11 VSG / 16 / 8 Float, 12 VSG / 24 / 8 VSG, 11 VSG / 20 / 8 Float
Besonderheiten	Prüfung von 3 Glasaufbauten Bewertetes Schalldämm-Maß R_w Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr}
	Für 11 VSG / 16 / 8 Float : $R_w (C; C_{tr}) = 41 (-2;-5) \text{ dB}$
	Für 12 VSG / 24 / 8 VSG $R_w (C; C_{tr}) = 43 (-2;-6) \text{ dB}$
	Für 11 VSG / 20 / 8 Float $R_w (C; C_{tr}) = 40 (-2;-6) \text{ dB}$

5.1. Beschreibung

Schiebeelemente, insbesondere Hebe- und Parallel-Schiebetüren, sind beliebte Einsetzelemente in modernen Fassaden. Sie ermöglichen großzügige Öffnungen, hohe Transparenz und fließende Übergänge zwischen Innen- und Außenräumen. Akustisch sind sie jedoch anspruchsvoller als Drehflügeltüren, da die Dichtsysteme konstruktionsbedingt weniger stark anpressen und größere Dichtfugen aufweisen.

5.2. Anwendung – Gebäudetypen und Bereiche

Schiebeelemente werden häufig in Wohngebäuden, Hotels, Bürogebäuden mit Balkon- oder Terrassenzugängen sowie in öffentlichen Gebäuden mit repräsentativen Glasfassaden eingesetzt. Besonders in architektonisch hochwertigen Projekten sind sie aufgrund der großen Glasflächen und der komfortablen Bedienung beliebt. Sie verbinden Design und Funktionalität, erfordern aber eine sorgfältige Planung in Bezug auf den Schallschutz.

5.3. Einflussfaktoren Luftschall

Die Luftschalldämmung von Schiebeelementen hängt im Wesentlichen ab von:

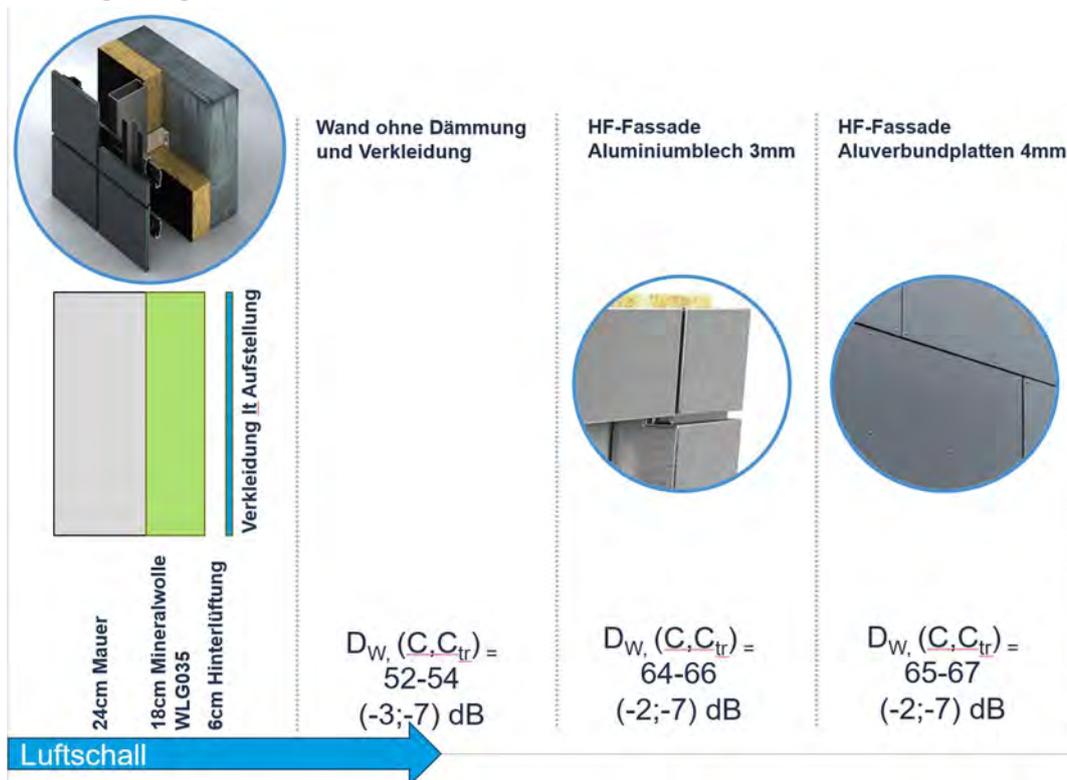
- Verglasung: Hochwertige Isolier- oder Verbundgläser können die Schalldämmung verbessern.
- Dichtungen: Mehrfache umlaufende Dichtungen sowie zusätzliche Verriegelungspunkte erhöhen den Anpressdruck.
- Baukörperanschluss: Eine fachgerechte Ausführung verhindert akustische Schwachstellen.

Typische Werte liegen bei Standardausführungen zwischen $R_w = 37\text{--}40 \text{ dB}$. Optimierte Systeme mit spezialisierten Verglasungen erreichen höhere Werte, bleiben jedoch meist hinter Drehflügeltüren zurück.

5.4. Einflussfaktoren Längsschall

Die Längsschallübertragung erfolgt bei Schiebeelementen vor allem entlang der Laufschiene und Rahmenprofile. Je nach System (ein- oder zweigleisig) können sich hier unterschiedliche akustische Eigenschaften ergeben. Hebe-Schiebe-Systeme weisen bessere Werte auf, da sie beim Schließen den Flügel stärker anpressen und die Dichtungen gleichmäßiger belasten. Eine zusätzliche Verbesserung ist durch profilinterne Dämmmaterialien sowie durch eine optimierte Ausbildung der Anschlüsse an die Fassade möglich.

6. Vorgehängte hinterlüftete Fassade



6.1. Beschreibung

Die vorgehängte hinterlüftete Fassade (VHF) ist ein mehrschaliges Fassadensystem, bei dem die äußere Bekleidung durch eine Unterkonstruktion vom tragenden Baukörper abgehängt wird. Zwischen Bekleidung und Dämmung befindet sich eine Luftschicht, die eine Hinterlüftung gewährleistet. Dieses Konstruktionsprinzip bietet nicht nur Vorteile hinsichtlich Feuchteschutz und thermischer Performance, sondern auch beim Schallschutz.

6.2. Anwendung – Gebäudetypen und Bereiche

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden werden sowohl im Neubau als auch in der Sanierung eingesetzt. Typische Anwendungsgebäude sind Wohnhäuser, Büro- und Verwaltungsgebäude, Schulen sowie repräsentative öffentliche Bauten. Aufgrund ihrer architektonischen Vielfalt können sie mit unterschiedlichen Bekleidungsmaterialien wie Naturstein, Keramik, Metall oder Faserzementplatten ausgeführt werden. Besonders bei hohen Anforderungen an Gestaltung, Nachhaltigkeit und Akustik finden sie breite Anwendung.

6.3. Einflussfaktoren Luftschall

Die Luftschalldämmung einer VHF beruht auf dem Feder-Masse-Prinzip. Entscheidend sind:

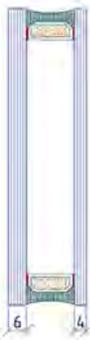
- Masse der Bekleidung: Schwere Materialien wie Naturstein oder Glasfaserbeton verbessern die Schalldämmung.
- Dämmstoff: Mineralwolle wirkt schallabsorbierend und reduziert den Schallpegel in der Luftschicht.
- Untergrund: Massive Baukörper (z. B. Beton) erzielen bessere Werte als leichtere Konstruktionen.

Schalldämmwerte erreichen bis zu $R_w = 76$ dB, abhängig von Materialwahl und Schichtaufbau.

6.4. Einflussfaktoren Längsschall

Die Längsschallübertragung hängt bei der VHF stark von der Unterkonstruktion und der Ausbildung der Bekleidungsfugen ab. Ein hoher Fugenanteil oder offene Stoßfugen können die Schalldämmung deutlich reduzieren. Bereits ein Fugenanteil von 2 % kann zu Verlusten von bis zu 4 dB führen. Auch die Art der Unterkonstruktion (z. B. Aluminium- oder Stahlprofile) beeinflusst die Schallübertragung. Optimierungen lassen sich durch den Einsatz von schallentkoppelten Befestigungssystemen sowie durch sorgfältig ausgeführte Fugendichtungen erreichen.

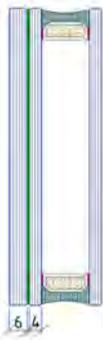
7. Verglasung



asymmetrischer Aufbau von Einzelscheiben mit Variation des Scheibenzwischenraums

CLIMATOP ACOUSTIC

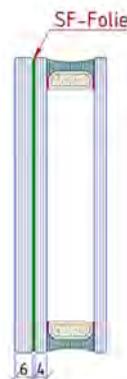
28 bis 41 dB



asymmetrischer Aufbau von einer VSG Scheibe mit Standardfolie sowie Variation des Scheibenzwischenraums

CLIMATOP SAFE - PROTECT

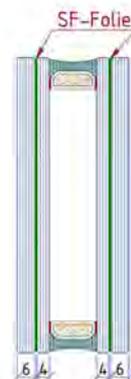
34 bis 41 dB



asymmetrischer Aufbau von einer VSG Scheibe mit Schallschutzfolie sowie Variation des Scheibenzwischenraums

CLIMATOP SILENCE

37 bis 46 dB

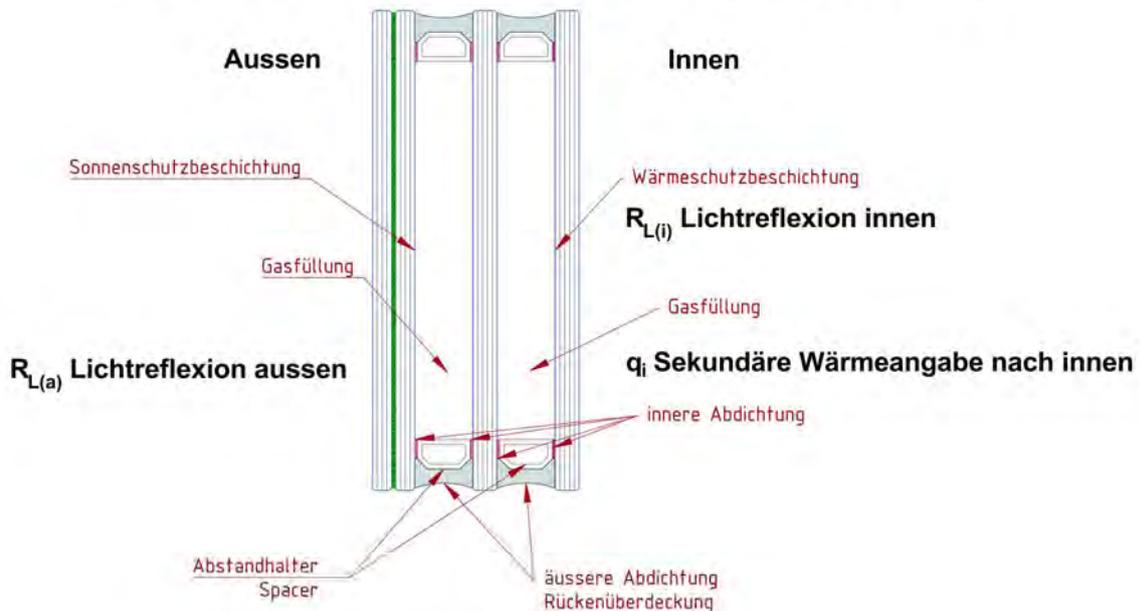


asymmetrischer Aufbau von 2 VSG Scheiben innen und außen mit Schallschutzfolie sowie Variation des Scheibenzwischenraums

CLIMATOP SILENCE

42 bis 51 dB

Funktionen der Isolierglasscheibe



T_L Lichttransmission (%)

g Solarfaktor (%)

U_g Wärmedurchgang (W/m^2K)

R_a allgemeiner Farbwiedergabeindex (%)

R_w Schalldämm-Maß bewertet DIN EN ISO 717-1 (dB)

Psi-Wert (Ψ) Wärmebrückenverlustkoeffizienten am Glasrandverbund (W/m^1K)

7.1. Funktionen

Verglasungen sind zentrale Bestandteile moderner Fassaden und übernehmen gleich mehrere Funktionen. Neben dem Tageslichteintrag und der visuellen Verbindung zwischen Innen- und Außenraum tragen sie wesentlich zur Wärmedämmung, zum sommerlichen Wärmeschutz, zur Sicherheit und zum Schallschutz bei. Akustisch bildet die Verglasung den dominanten Faktor für die Luftschalldämmung einer Fassade und bestimmt zu einem großen Teil deren akustische Gesamtleistung.

7.2. Glastypeen und Glasarten

Für den Schallschutz kommen unterschiedliche Glasarten zum Einsatz:

- Einfachglas: geringe Schalldämmung, heute nur noch selten verwendet.
- Mehrscheiben-Isolierglas: Standard im Neubau, abhängig von Aufbau und Scheibendicke.
- Asymmetrische Verglasungen: unterschiedliche Glasdicken verbessern die Schalldämmung, da Resonanzen vermieden werden.
- Verbundsicherheitsglas (VSG) mit Akustikfolien: durch spezielle PVB-Folien wird die Schalldämmung deutlich gesteigert.
- Kasten- und Verbundfenster: bieten durch doppelte Glasebenen besonders hohe Schallschutzwerte.

7.3. Maßnahmen zur Verbesserung des Schallschutzes

Um die Schalldämmung von Verglasungen zu verbessern, stehen verschiedene Maßnahmen zur Verfügung:

- Einsatz asymmetrischer Glasaufbauten mit unterschiedlichen Scheibendicken.
- Verwendung von Verbundsicherheitsglas mit Akustik-PVB-Folien.
- Vergrößerung der Scheibenzwischenräume, ggf. mit speziellen Gasfüllungen.
- Kombination von zwei Glasebenen, wie bei Kasten- oder Verbundfenstern.
- Begrenzung der Glasfläche, da große Scheibenflächen den Schalldämmwert reduzieren.

Mit diesen Maßnahmen lassen sich Schalldämmwerte bis zu $R_w = 51$ dB mit Isoliergläsern erreichen.

Wesentlich ist zu beachten, dass schallverbessernde Maßnahmen negative Wechselwirkungen auf andere Eigenschaften wie Wärmeschutz, Sicherheit oder optische Erscheinung haben können. Diese Aspekte müssen bereits in der Planungsphase im Detail berücksichtigt werden. In jedem Fall sollten hierfür Fachkonsultanten hinzugezogen werden, um eine ausgewogene und ganzheitliche Lösung zu gewährleisten.

Einflussfaktoren Glasaufbau			
Glasaufbau	Beschichtungen	Kantenbearbeitung	Allgemeine
Statische Anforderungen	Energieeffizienz	Höhere Bruchfestigkeit	Normen und Vorschriften
Glasart (Float / ESG / TVG)	Tageslicht - Transparenz	Glasdimensionen	Technische Richtlinien
Aufbau 1-fach, 2-fach, 3-fach	Reflexion	Montageart – sichtbare Kanten	Herstellbarkeit
Wärmeschutz	Gestaltung - Erscheinung	Funktionale Anforderung	Kosten
Brandschutz	Standort - Himmelsrichtung	Optik – SG-Verglasungen	Nachhaltigkeit
Sicherheitsanforderungen	Glasgröße	TSA-Analyse - Schlagschatten	
Glasgröße			



8. Fazit

Der Schallschutz von Fassaden stellt eine wesentliche bauphysikalische Anforderung dar, die für die Aufenthaltsqualität in Gebäuden maßgeblich ist. Während moderne Fassadensysteme Transparenz, Design und energetische Effizienz ermöglichen, bringen sie zugleich akustische Herausforderungen mit sich. Die untersuchten Konstruktionsarten zeigen, dass sowohl der Luftschall als auch der Längsschall bei der Planung berücksichtigt und gezielt optimiert werden müssen.

Bei **Pfosten-Riegel-Fassaden** liegt die Herausforderung in der geschossübergreifenden Bauweise, die Längsschallübertragungen begünstigt. Durch Profillüllungen, zusätzliche Dichtungsebenen und optimierte Baukörperanschlüsse können hier deutliche Verbesserungen erzielt werden. **Elementfassaden** profitieren von ihrem hohen Vorfertigungsgrad und der konstruktiven Entkopplung, erfordern aber besondere Sorgfalt bei der Ausbildung der Elementstöße. **Fenster** und **Türen** sind die akustisch sensibelsten Bauteile und stark abhängig von der Verglasung, den Profilkonstruktionen und der Fugendichtigkeit. Besonders bei Fensterbändern in Bürogebäuden ist die schalltechnische Entkopplung der angrenzenden Trennwände ein entscheidender Faktor. **Schiebeelemente** verbinden architektonische Qualität mit Funktionalität, bleiben jedoch bauphysikalisch eine Schwachstelle, die durch hochwertige Dichtungen und Verglasungen verbessert werden kann.

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden bieten aufgrund ihrer mehrschaligen Konstruktion ein hohes Potenzial für exzellenten Schallschutz, sofern Fugenteile minimiert und die Unterkonstruktion schalltechnisch optimiert werden. Die **Verglasung** ist in allen Fassadentypen der dominierende Einflussfaktor auf die Schalldämmung; durch asymmetrische Aufbauten, Akustikfolien und Mehrscheibensysteme lassen sich sehr hohe Werte erreichen.

Wesentlich ist jedoch, dass schalltechnische Optimierungen immer in Balance mit anderen Anforderungen stehen müssen. Verbesserungen im Schallschutz können negative Wechselwirkungen auf Wärmeschutz, Sicherheit oder optische Gestaltung haben. Deshalb ist es unerlässlich, akustische Aspekte frühzeitig in den Planungsprozess zu integrieren und Fachkonsultanten einzubeziehen. Nur so lassen sich ausgewogene, nachhaltige und wirtschaftliche Fassadenlösungen entwickeln, die den hohen Anforderungen an Komfort und Funktionalität gerecht werden.



Dr.-Ing., MSc, DI(TU)

Jan Krüger

Hochschule für Technik Stuttgart (HFT)

Dozent und Akademischer Mitarbeiter

Zentrum für Bauphysik (ZfB) am Institut für angewandte Forschung (IAF)

Schellingstr. 24

70174 Stuttgart

jan.krueger@hft-stuttgart.de

Geschäftsführer Acoustic Innovation Consulting

jan.krueger@acoustic-innovation.de

Nach dem Studium zum Diplomingenieur der Informationstechnik mit Vertiefung Akustik und Messtechnik an der TU Dresden folgte 1992 ein Studium an der University of Southampton zum Master of Science in Electronics inklusive des Besuches von Vorlesungen am ISVR zum Thema „Active Control of Noise and Vibration“. Anschließend folgte die Anstellung am [Fraunhofer-Institut für Bauphysik](#) in Stuttgart als wissenschaftlicher Mitarbeiter. 1999 wurde die Promotion zum Dr.-Ing. an der Universität Stuttgart mit einer Arbeit zu aktiven Schalldämpfern mit „sehr gut“ abgeschlossen.

Direkt anschließend begann die Entwicklungsarbeit an Abgasanlagen von Pkw, Lkw und Standheizungen für die Eberspächer GmbH in Esslingen in diversen Führungsfunktionen – zuletzt als „Director Acoustics“. Im Jahr 2022 Wechsel an die [HFT Stuttgart](#) als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Zeitgleich Gründung des Beratungsunternehmens [Acoustic Innovation Consulting](#) (AIC), das europäische Unternehmen bei der technischen Optimierung von Materialien, Produkten und Dienstleistungen unterstützt.

Autor von über 50 wissenschaftlichen Publikationen in deutschen und anglo-amerikanischen Fachzeitschriften davon ein Großteil mit anonymer externer Begutachtung. Sechs wissenschaftliche Buchbeiträge sowie 34 erteilte Patente in D, EP, US und CN. Verschiedene Lehraufträge seit 2003 an der HFT und der [Dualen Hochschule Baden-Württemberg](#) (DHBW) Stuttgart in den Fächern Psychoakustik, Fahrzeugakustik und Active Control of Noise and Vibration.

Wandlüfter - Energieeinsparung und Akustik

Dr. Jan Krüger

Hochschule für Technik Stuttgart (HFT)
Zentrum für Bauphysik (ZfB) am Institut für angewandte Forschung (IAF)
Schellingstr. 24
D-70174 Stuttgart

1. Einleitung

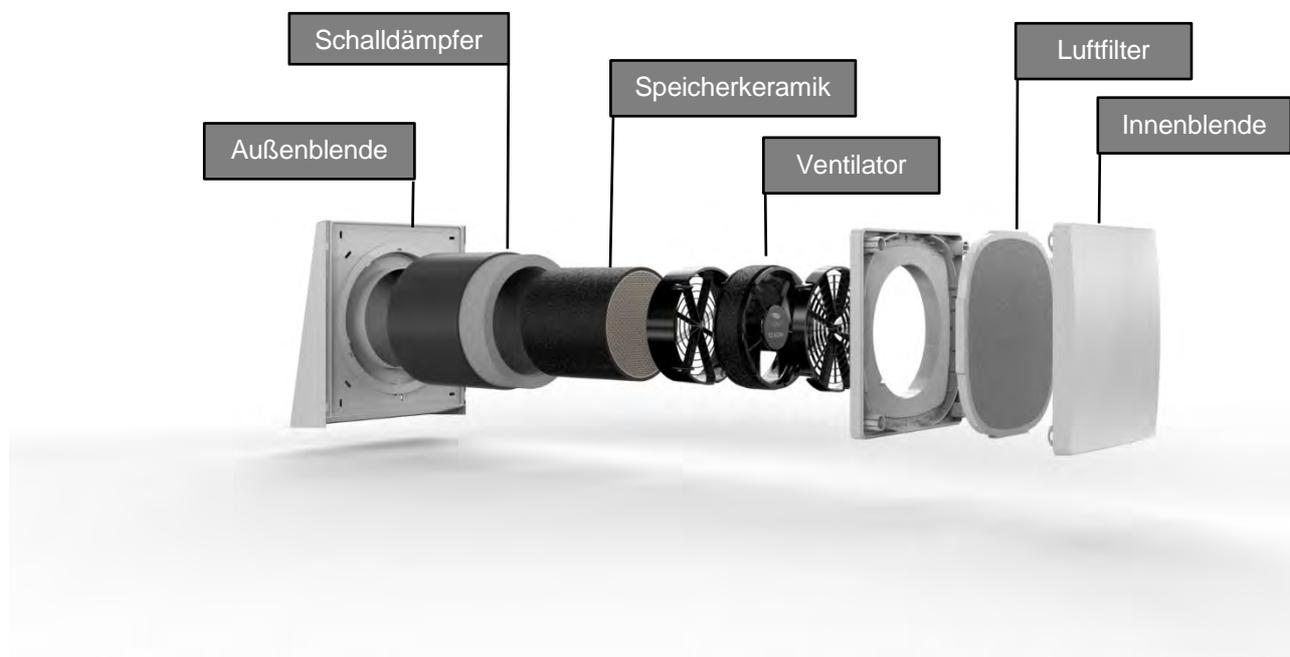
Durch die traditionelle Wohnraumlüftung über manuelles Öffnen von Fenstern kommt es abgesehen vom kurzfristigen Komfortverlust auch zu erheblichen Wärmeverlusten in Gebäuden. Gleichzeitig können durch offene Fenster Lärm, Ungeziefer und insbesondere in Erdgeschosswohnungen auch Einbrecher eindringen. Eine automatische Lüftung stellt daher einen wesentlichen Gewinn an Komfort und Sicherheit dar und kann nicht zuletzt auch zur Energieeinsparung und damit zur Verbesserung der Klimabilanz beitragen. Während zentrale Lüftungsanlagen recht aufwändig sind und sich weniger für die Sanierung im Bestand eignen, stellen dezentrale Wandlüfter mit Wärmerückgewinnung (sogenannte Pendellüfter) eine mögliche Alternative dar. Mit dem kompakten Wandeinbau ergeben sich jedoch akustische Herausforderungen für die Schalldämmung der Fassade und den durch den eingebauten Ventilator selbst erzeugten Lärm. Für diese Studie wurden aktuell handelsübliche Wandlüfter hinsichtlich ihrer Akustik untersucht und mit den normativen Anforderungen verglichen. Dabei zeigten sich deutliche Unterschiede bei den gemessenen Norm-Schallpegeldifferenzen und Schalleistungspegeln. Zusätzlich wurden Aspekte des Feuchteschutzes und der möglichen Energieeinsparung an zwei Beispielen betrachtet und rechnerisch quantifiziert.

2. Aufbau und Funktion von Wandlüftern mit Wärmerückgewinnung

Dezentrale Wandlüfter werden schon länger in Gebäuden benutzt, insbesondere im Bad und in der Küche um hohe temporäre Spitzenlasten an Feuchte und Geruchsbelastung schnell abzubauen. Hierbei wird häufig eine höhere Lärmbelastung akzeptiert, da sie nur zeitlich begrenzt auftritt. Im Gegensatz dazu sind moderne Wandlüfter mit Wärmerückgewinnung (WRG) für den dauerhaften Betrieb in Wohn- und Schlafräumen entwickelt, um dort die Feuchtebelastung zu reduzieren und kontinuierlich für frische Luft zu sorgen.

Der Aufbau verschiedener am Markt erhältlicher Wandlüfter ähnelt sich prinzipiell und ist in Abbildung 1 exemplarisch dargestellt. Durch die besondere Eigenschaft des reversiblen Betriebs des Axial-Ventilators kann in einer ersten Phase z.B. warme, verbrauchte Luft aus dem Innenraum nach außen gedrückt werden, was den zur Außenseite hin angeordneten Speicherstein «thermisch auflädt». In einer 2. Phase wird die Strömungsrichtung umgekehrt und kalte Außenluft angesaugt und durch den warmen Stein gezogen. Dabei wärmt sich die Außenluft auf und kühlt den Speicherstein wieder ab. Dieser Prozess wiederholt sich ständig mit einer Periodendauer von ca. 2 Minuten. Somit wird die Luft durch einen pendelnden Prozess stetig mit veritabler Wärmerückgewinnung getauscht, was im Gegensatz zu dezentralen Lüftungsgeräten mit aufwändigen Kreuzwärmetauschern einen recht kompakten Aufbau ermöglicht.

Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau eines Wandlüfters mit Wärmerückgewinnung - Bildquelle: (Inventer GmbH, 2025)



Bei einer manuellen Wohnraumlüftung durch Öffnen oder Ankippen von Fenstern sinkt die Schalldämmung (temporär) sehr stark ab (Locher, Barbara; et. al. , 2018) und der Außenlärm kann fast ungehindert eindringen. Für Anwohner von verkehrsreichen Straßen ist dadurch eine entspannende Freizeit innerhalb der Wohnung behindert und ein erholsamer Nachtschlaf kaum möglich. Für Bewohner von Erdgeschoss-Wohnungen sind auch Sicherheitsaspekte relevant, wenn insbesondere nachts eine Lüftung durch gekippte Fenster unbeaufsichtigt stattfinden muss. Dies macht Wand-Pendellüfter neben den positiven Effekten der Energieeinsparung als «sichere» Alternative für Wohnungen besonders im Erdgeschoss attraktiv.

Auf Grund ihrer bauphysikalischen Bedeutung wurden Wandlüfter mit WRG am Zentrum für Bauphysik der Hochschule für Technik bereits im Rahmen von anderen Forschungsprojekten untersucht (Drechsler, Reinhold, Ruff, Schneider, & Zeitler, 2022) und (Ruff, Drechsler, & Zeitler, 2020). Dabei wurde an einzelnen Geräten jedoch festgestellt, dass die akustischen Eigenschaften nur bei geringer Lüftungsleistung einen hinreichenden Komfort erreichen. Da inzwischen einige Hersteller am Markt tätig sind, die die Technologie weiterentwickelt haben, wurden im laufenden Projekt «Lärmschutz in Erdgeschoss» (Krüger, Perchevska, Zeitler, & Müller-Trapet, 2023) insgesamt 4 Modelle von verschiedenen Herstellern aus dem deutschsprachigen Raum u.a. im Rahmen einer Bachelorarbeit (Wüstemann, 2023) untersucht. Die Lüftungsgeräte wurden von den Herstellern dankenswerter Weise für das Forschungsprojekt kostenfrei zur Verfügung gestellt.

3. Messaufbau und untersuchte Geräte

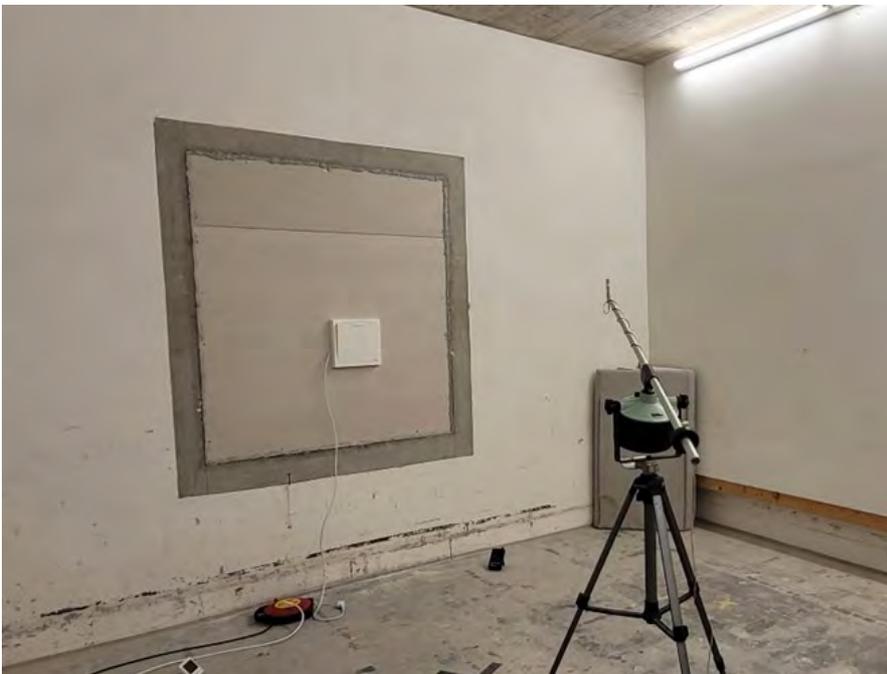
Die untersuchten Geräte ähneln sich in ihrem grundsätzlichen Aufbau, d.h. in einem Rohr mit einem Durchmesser von ca. 160 – 200 mm sind alle wesentlichen Komponenten untergebracht. Dieses Rohr wird in eine kreisrunde Öffnung in die Fassade eingebracht und außen mit einer Wetterschutzblende und innen mit einer Designblende abgeschlossen. Dabei variieren die Geräte in ihren Bedienkonzepten (Schalter oder/und App) sowie im optischen Design der sichtbaren Teile. Eine Übersicht der untersuchten Modelle mit einer anonymisierten farbkodierten Modellbezeichnung zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Übersicht der untersuchten Wandlüfter mit einigen ausgewählten Katalogdaten (Farben nur zur Unterscheidung, nicht zur Beurteilung)

	Wandlüfter Modell			
	A	B	C	D
Min. Außenluftvolumenstrom $q_{V,min} / m^3/h$	15	14	15	16
Max. Außenluftvolumenstrom $q_{V,max} / m^3/h$	45	45	42	55
Wärmebereitstellungsgrad $\eta_{WRG} / \%$	72	75	82	80

Die akustischen Eigenschaften wurden in einem Aufbau im Fenster-Prüfstand des Zentrums für Bauphysik bestimmt. Hierbei wurde der Fensterausschnitt mit einer hoch schalldämmenden doppelschaligen Leichtbauwand mit ca. 410 mm Dicke ausgekleidet (Abbildung 2). An diesem Wandaufbau wurde ohne Lüfter eine Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,e,w}$ von 74 dB (-5, -13) nach (DIN EN ISO 10140-2, 2021) bestimmt, was deutlich über den zu erwartenden Norm-Schallpegeldifferenzen der Lüfter liegt, wodurch eine genaue Vermessung dieser erst ermöglicht wird.

Abbildung 2: Aufbau eines Wandlüfters im Fenster-Prüfstand der HFT - Bildquelle: Krüger, HFT

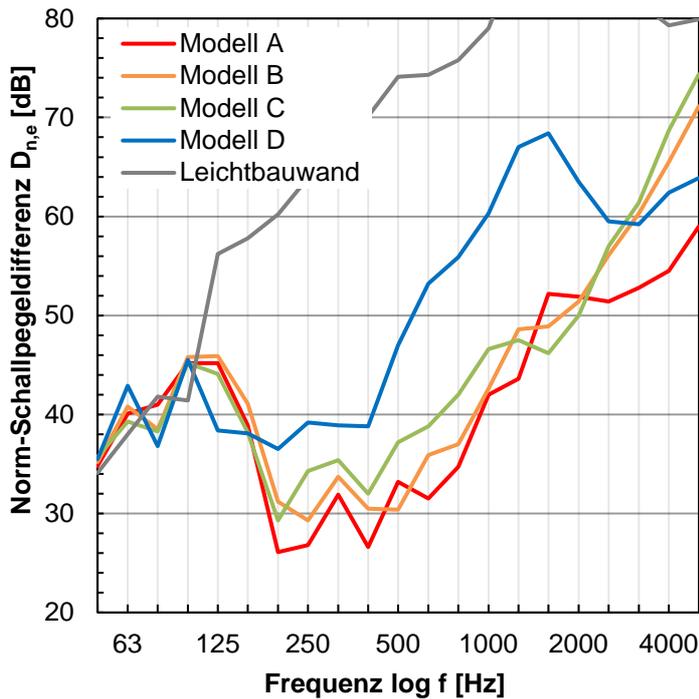


Die Messung der abgestrahlten Schalleistung L_{WA} erfolgte im gleichen Prüfstand nach (DIN EN ISO 3743-1, 2011) mit einer Vergleichsschallquelle, die in der Nähe der Innenblende aufgestellt war.

4. Messergebnisse der Norm-Schallpegeldifferenz

Die Ergebnisse der Messungen an den 4 Geräten mit offenen Lüftungsklappen sowie der geschlossenen Leichtbauwand sind in Abbildung 3 dargestellt. Während alle Lüfter die Norm-Schallpegeldifferenzen der vollständig geschlossenen Leichtbauwand bei tiefen Frequenzen kaum verschlechtern, ist dies bei hohen Frequenzen stärker der Fall. Grundsätzlich ist die Schalldämmung ab ca. 1000 Hz für die Praxis aber ausreichend hoch und hat kaum Einfluss auf den Einzahlwert der bewerteten Norm-Schallpegeldifferenzen $D_{n,e,w}$, der in Tabelle 2 aufgeführt ist. Dieser Einzahlwert wird bei allen Geräten im Wesentlichen durch den Einbruch um 200 - 400 Hz bestimmt.

Abbildung 3: Gemessene Norm-Schallpegeldifferenzen $D_{n,e}$



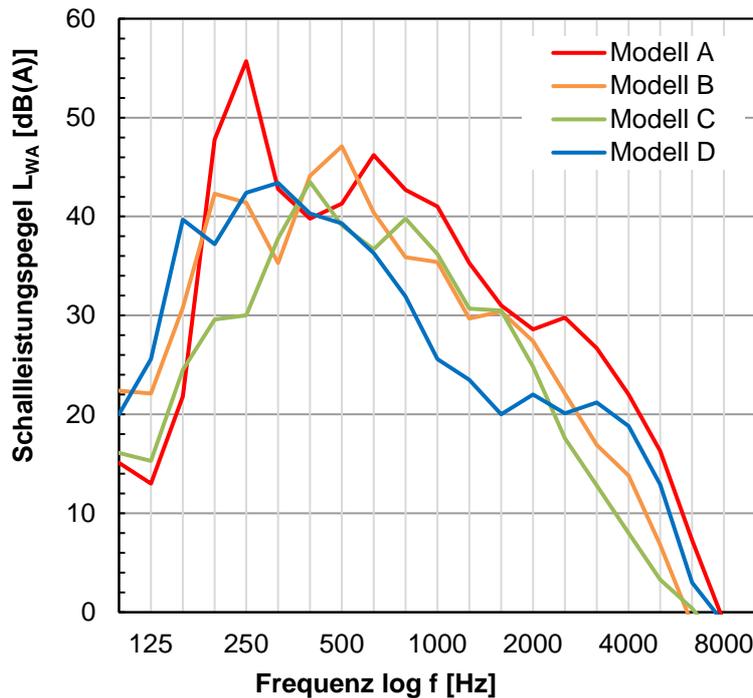
Die erreichten Einzahlwerte der bewerteten Norm-Schallpegeldifferenzen variieren erheblich und liegen zwischen 37 und 51 dB und damit in einem Bereich, der auch für übliche Fenster ab einer Schallschutzklasse 3 typisch ist (DIN 4109-35, 2016).

Tabelle 2: Norm-Schallpegeldifferenzen $D_{n,e,w}$ der untersuchten offenen Wandlüfter (Einzahlwerte)

	Wandlüfter Modell			
	A	B	C	D
$D_{n,e,w}$ in dB	37	40	43	51

5. Messergebnisse der Schalleistung

Die Ergebnisse der gemessenen Schalleistung L_{WA} in der jeweils maximalen Lüftungsstufe sind für den etwas lautereren Fall «Zuluft» in Abbildung 4 spektral dargestellt und zeigen Maxima im Frequenzbereich zwischen 250 Hz und 500 Hz. Die Pegel bei den Frequenzen unter 160 Hz und über 1600 Hz spielen eine untergeordnete Rolle und dürften in der Praxis kaum hörbar sein. Abgesehen von Modell A ist auch keine hohe Tonalität festzustellen. Zur besseren Einordnung sind in Tabelle 3 die Einzahlwerte für die minimale und maximale Lüfterstufe während der Zuluft- und Abluftphase getrennt aufgeführt. Grundsätzlich ist der Zuluftbetrieb meist etwas lauter als der Abluftbetrieb, was durch die erhöhte Schallausbreitung in Strömungsrichtung physikalisch nachvollziehbar ist.

Abbildung 4: Gemessene Schalleistungspegel L_{WA} (Zuluftbetrieb) in maximaler LüftungsstufeTabelle 3: Gemessene Schalleistungspegel L_{WA} der untersuchten Wandlüfter (Einzahlwerte) in minimaler und maximaler Lüftungsstufe

L_{WA} in dB(A)	Wandlüfter Modell			
	A	B	C	D
Min. Zuluft	32,2	28,4	28,1	23,7
Min. Abluft	31,6	26,2	30,1	25,8
Max. Zuluft	57,4	51,3	47,8	49,1
Max. Abluft	52,5	47,3	46,6	46,6

6. Vergleich mit normativen Anforderungen und Bedeutung für die bauakustische Praxis

Die baurechtlich eingeführten Mindestanforderungen an bauakustische Kenngrößen sind in Deutschland in (DIN 4109-1, 2018) definiert. Erhöhte Anforderungen wie sie z.B. in (DIN 4109-5, 2020) beschrieben werden, sind zwar baurechtlich nicht eingeführt, jedoch juristisch weitgehend als anerkannte Regeln der Technik akzeptiert und werden im Bereich von «Komfort-Wohnungen» auch regelmäßig erwartet. Darüber hinaus existiert eine Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Akustik e.V. mit ihrem in der Fachwelt renommierten Fachausschuss «Bau- und Raumakustik». Für den effektiven Schutz der Menschen vor Lärm ist der im Gebäude auftretende Schalldruckpegel L_i von entscheidender Bedeutung (Müller, Kropp, & Forssén, 2022) und (Scrosati, Scamoni, Depalma, & Ghellere, 2019). Dieser Schalldruckpegel wird bei der Anregung durch Verkehrslärm aus dem maßgeblichen Außenlärmpegel L_a sowie der resultierenden Schalldämmung der Fassade $R'_{w,ges}$ abgeleitet. Um die Lärmbelastung der Bewohnerinnen und Bewohner zu begrenzen, wird in (DIN 4109-1, 2018) daher indirekt die nötige Fassadendämmung in Abhängigkeit vom maßgeblichen Außenlärmpegel L_a und der Art der Räume $K_{Raumart}$ vorgeschrieben.

$$R'_{w,ges} = L_a - K_{Raumart} \quad (1)$$

Daraus ergibt sich zwangsläufig, dass für eine bestehende Fassade, die für eine bestimmte Verkehrslärm-situation ausgelegt wurde, jegliches zusätzliches in die Fassade eingebrachte Element, die resultierende Schalldämmung nicht wesentlich absenken sollte. Da häufig die flankierende Übertragung keine große Rolle spielt, wird sie hier aus Gründen der Einfachheit nicht weiter betrachtet. Die Verschlechterung der Direkt-Schalldämmung hängt selbstverständlich von der Fläche der Fassade S_s (hier z.B. 21 m²) und der bereits vorhandenen Fassaden-Schalldämmung $R_{w,ges,oL}$ (ohne Lüfter) und von der Norm-Schallpegeldifferenz des Wandlüfters ab, was in Abbildung 5 grafisch dargestellt ist. Wenn man annimmt, dass eine Verschlechterung der Fassaden-Schalldämmung von < 1 dB gerade noch akzeptabel wäre, verdeutlicht die Grafik, dass damit die meisten der hier untersuchten Wandlüfter nur bei weniger akustisch anspruchsvollen Fassaden eingesetzt werden können. Hingegen wäre für eine Wohnung in einem höher verkehrslärmbelasteten Gebiet im Lärmpegelbereich V mit $L_a = 75$ dB, für die eine Fassade mindestens ein resultierendes Schalldämm-Maß von 45 dB haben sollte, nur das Modell D geeignet. Diese Betrachtung geht vereinfachend von Einzahlwerten aus. Eine genauere Analyse sollte den Spektrums-Anpassungswert für Verkehr C_{tr} mit einbeziehen (Meier, 2021) oder noch besser: alle Spektralwerte separat betrachten!

Bei der Bestimmung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R_{w,ges}$ aus den flächenmäßig unterschiedlich großen Anteilen der Wand, von Fenstern und einzelnen Bauteilen mit gemessenen Norm-Schallpegeldifferenzen $D_{n,e,w}$ gibt es bei Planern und Architekten in der Praxis gelegentlich noch immer Unklarheiten. Daher soll das Vorgehen nach (DIN 4109-2, 2018) näher erläutert werden. Grundsätzlich summiert man flächengewichtet energetisch das auf die Fassadenfläche S_s bezogene Schalldämm-Maß der Einzelbauteile $R_{e,i,w}$ auf. Wiederum unter Vernachlässigung der Flanken gilt dann:

$$R_{w,ges} = -10 \cdot \lg\left[\sum_{i=1}^m 10^{-R_{e,i,w}/10}\right] \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

- $R_{w,ges}$: gesamtes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß des Außenbauteils
 $R_{e,i,w}$: bewertetes und auf die übertragene Gesamtfläche S_s bezogenes Schalldämm-Maß des Elementes i
 m : Anzahl der Bauteile und Elemente in der Fassade

Sind die Schalldämmungen $R_{i,w}$ der Einzelbauteile bekannt, werden sie lediglich mit einer Flächenkorrektur versehen und in die $R_{e,i,w}$ umgerechnet:

$$R_{e,i,w} = R_{i,w} + 10 \cdot \lg\left(\frac{S_s}{S_i}\right) \quad [\text{dB}] \quad (3)$$

- S_s : vom Raum aus gesehene Fassadenfläche (d.h. die Summe der Teilflächen aller Bauteile und Elemente)
 S_i : Fläche des Bauteils i

Hingegen wird die Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,e,w}$ z.B. der Lüfter bezogen auf das Verhältnis der gesamten Fassadenfläche S_s zur Bezugsabsorptionsfläche mit $A_0 = 10$ m² in das bewertete Schalldämm-Maß $R_{e,i,w}$ umgerechnet:

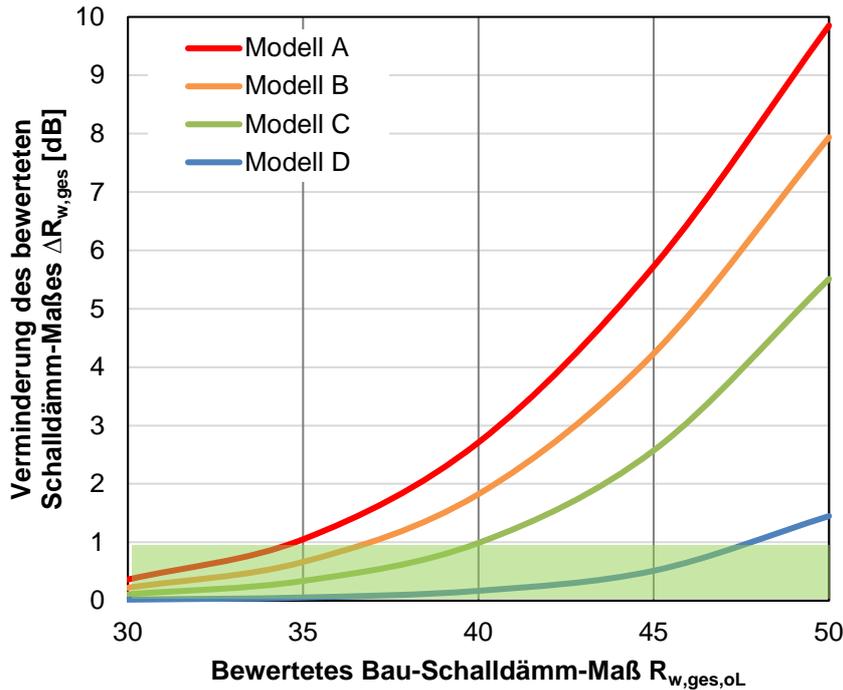
$$R_{e,i,w} = D_{n,e,i,w} + 10 \cdot \lg\left(\frac{S_s}{A_0}\right) \quad [\text{dB}] \quad (4)$$

Dies soll beispielhaft an einer Fassade berechnet werden, die eine Gesamt-Fassadenfläche S_s von ca. 21 m² aufweist sowie ein Fenster mit S_i von ca. 1.9 m² und einen Wandlüfter enthält. In diesem Beispiel wurden die Schalldämmungen der 3 Elemente (Wand, Fenster und Wandlüfter) bewusst so gewählt, dass alle den gleichen Beitrag $R_{e,i,w}$ von 50,4 dB zum resultierenden Schalldämm-Maßes $R_{w,ges}$ von 45,7 dB leisten und somit eine ausgewogene «Balance» erreicht wird. Tabelle 4 zeigt die Kenndaten aller drei Elemente dieser gedachten Fassade. Eine Verbesserung der resultierenden Schalldämmung kann nun gleichermaßen durch Erhöhung von R_w bzw. $D_{n,e,w}$ der Teilkomponenten erreicht werden. Bekanntermaßen führt jedoch die Optimierung einer Komponente von > 10 dB nicht mehr zu einer Steigerung der Gesamt-Schalldämmung und sollte aus Gründen der Kosteneffizienz daher auch nicht gefordert werden.

Tabelle 4: Beispiel zur Berechnung der Schalldämm-Maße aus Einzelbauteilen einer Fassade mit $S_s=21 \text{ m}^2$

Element	Flächenanteil S_i / m^2	$R_w / D_{n,e,w}$ in dB	$R_{e,i,w}$ in dB
Wand	19	50,0	50,4
Fenster	1,9	40,0	50,4
Wandlüfter	<0,1	47,2	50,4

Abbildung 5: Verschlechterung des bewerteten Schalldämm-Maßes $\Delta R_{w,ges}$ in Abhängigkeit des Schalldämm-Maßes der Außenwand mit einer Fassadenfläche von 21 m^2 ohne Lüfter



Der gemittelte Innen-Schalldruckpegel L_i bzw. nach (DIN 4109-1, 2018) der maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel $L_{AF,max,n}$ ist auch für die Bewertung der Schallemission des Lüftungsgerätes während des Betriebes die maßgebliche Größe. Er muss jedoch aus dem im Labor nach Norm und gut reproduzierbar gemessenen Schalleistungspegel L_{WA} abgeleitet werden. Hierzu kann man vereinfachend im Empfangsraum bzw. dem zu schützenden Raum von einem ideal diffusen Schallfeld eines Hallraums (keine Absorption) oder einem idealen Freifeld (maximale Absorption) ausgehen, was in einem realen Raum mit Möblierung aber beides nicht zutrifft. Setzt man jedoch realistischerweise zur Ermittlung des Schalldruckpegels $L_{AF,n}$ ungefähr eine zu berücksichtigende äquivalente Absorptionsfläche im Diffusfeld des Raumes an, die der Bezugsabsorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$ entspricht, so ergibt sich für die A-bewerteten Einzahlwerte folgender einfacher Zusammenhang (Ruff, Drechsler, & Zeitler, 2020):

$$L_{AF,n} = L_{WA} - 4,0 \text{ dB}(A) \tag{5}$$

Alle untersuchten Geräten zeigten keine ausgeprägten temporären Spitzen im Schalldruckverlauf. Lediglich beim Umschalten von Zuluft auf Abluft und umgekehrt verstummt kurzzeitig das ansonsten gleichmäßige Rauschen des Lüfters. Vereinfachend kann man unter diesen Umständen näherungsweise davon ausgehen, dass $L_{AF,max,n} \approx L_{AF,n}$ ist. Die sich aus den oben genannten normativen Quellen damit ergebenden Anforderungen sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Anforderungen an den Innen-Schalldruckpegel $L_{A,F,max,n}$ in Wohngebäuden

Vorschrift $L_{A,F,max,n}$	Anforderung in dB(A)
DIN 4109-1 «Mindestanforderung»	≤ 35
DIN 4109-5 «bei Dauergeräuschen nachts»	≤ 30
DEGA 104 EW3 «hohe Zufriedenheit»	≤ 25

Berechnet man nun aus der gemessenen Schalleistung L_{WA} über die einfache Gleichung (5) die $L_{A,F,max,n}$ der Geräte in den verschiedenen Betriebszuständen Tabelle 6, so wird klar, dass in der höchsten Lüftungsstufe kein Gerät die Mindestanforderung einhält. In der kleinsten Lüftungsstufe hingegen ist für alle Geräte zumindest nachts ein Dauerbetrieb erträglich. Für die Modelle B und D kann sogar von einer hohen akustischen Zufriedenheit ausgegangen werden.

Tabelle 6: Berechnete Schalldruckpegel $L_{A,F,max,n}$ der getesteten Wandlüfter (Einzahlwerte)

$L_{A,F,max,n}$ in dB(A)	Wandlüfter Modell			
	A	B	C	D
Min. Zuluft	28,2	24,4	24,1	19,7
Min. Abluft	27,6	22,2	26,1	21,8
Max. Zuluft	53,4	47,3	43,8	45,1
Max. Abluft	48,5	43,3	42,6	42,6

Um in einer hohen bzw. sogar der maximalen Lüfterstufe noch die akustischen Mindestanforderungen zu erfüllen, sollten die Wandlüfter weiterentwickelt werden. Da die nötige Pegelminderung aber noch ca. 10 dB beträgt, müssen wohl wesentliche Änderungen an der Konstruktion vorgenommen werden. Aktuell arbeiten nach Informationen des Autors einige Hersteller an der akustischen Optimierung ihrer Geräte. Es kann davon ausgegangen werden, dass durch leisere Lüfter die Akzeptanz bei den Nutzerinnen und Nutzern erheblich erhöht würde.

7. Lüftung und Feuchteschutz

Für die Gesundheit und Lebensqualität der in den Gebäuden wohnenden Menschen sowie zur Regulierung der potentiell bauteilschädigenden Luftfeuchtigkeit muss ein regelmäßiger Luftaustausch mit Frischluft aus dem Außenbereich sichergestellt werden. Der Umfang der nötigen Lüftung hängt von vielen Parametern wie z.B. der Wohnfläche und Anzahl der Bewohner sowie ihren Aktivitäten ab und ist in Deutschland in (DIN 1946-6, 2019) näher beschrieben bzw. genormt. Die Norm unterscheidet hier grundsätzlich zwischen folgenden Lüftungsarten:

- **Lüftung zum Feuchteschutz:** notwendige Lüftung zur Sicherstellung des Bautenschutzes (Feuchte) bei zeitweiliger Abwesenheit der Nutzer und kein Wäschetrocknen
- **Reduzierte Lüftung:** notwendige Lüftung zur Sicherstellung der gesundheitlichen Mindestanforderungen sowie des Bautenschutzes (Feuchte) bei reduzierter Anwesenheit der Nutzer oder geringerer Raumluftqualität
- **Nennlüftung:** notwendige Lüftung zur Sicherstellung der gesundheitlichen Anforderungen sowie des Bautenschutzes bei Anwesenheit aller Nutzer (Normalbetrieb)
- **Intensivlüftung:** zeitweilige Lüftung mit erhöhtem Luftvolumenstrom zum Abbau von Lastspitzen (Lastbetrieb)

Der nötige Luftaustausch geschieht in jedem Gebäude teilweise durch Infiltration infolge geplanter und ungeplanter Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Dies reicht normalerweise aber nicht aus und es muss zusätzlich ein Luftaustausch über die traditionelle Fensterlüftung durch die Bewohner manuell oder durch ventilatorgestützte Geräte (mechanisch) erfolgen. Da die Infiltration oft nur grob abgeschätzt werden kann, ist in (DIN 1946-6, 2019) auch eine Formel (3) gegeben, wie bei Wohngebäuden bzw. Wohnungen (Nutzungseinheiten NE) der nötige

gesamte Nennluftvolumenstrom $q_{V,ges,NE,NL}$ in Abhängigkeit der Fläche der Nutzungseinheit A_{NE} berechnet werden kann:

$$q_{V,ges,NE,NL} = -0,002 A_{NE}^2 + 1,15 A_{NE} + 11 \quad (6)$$

Beispielhaft wurde dies in (Wüstemann, 2023) für eine 3-Zimmer-Wohnung Abbildung 6 sowie in (Maas, 2020) bei einem modernen freistehenden Einfamilienhaus mit 2 Geschossen für eine Auslegung gemäß Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) näher betrachtet. Tabelle 7 enthält die Daten und Ergebnisse der Berechnungen der verschiedenen Luftvolumenströme.

Abbildung 6: Grundriss einer beispielhaften 3-Zimmer-Wohnung mit 77 m² Wohnfläche nach GEG 2020

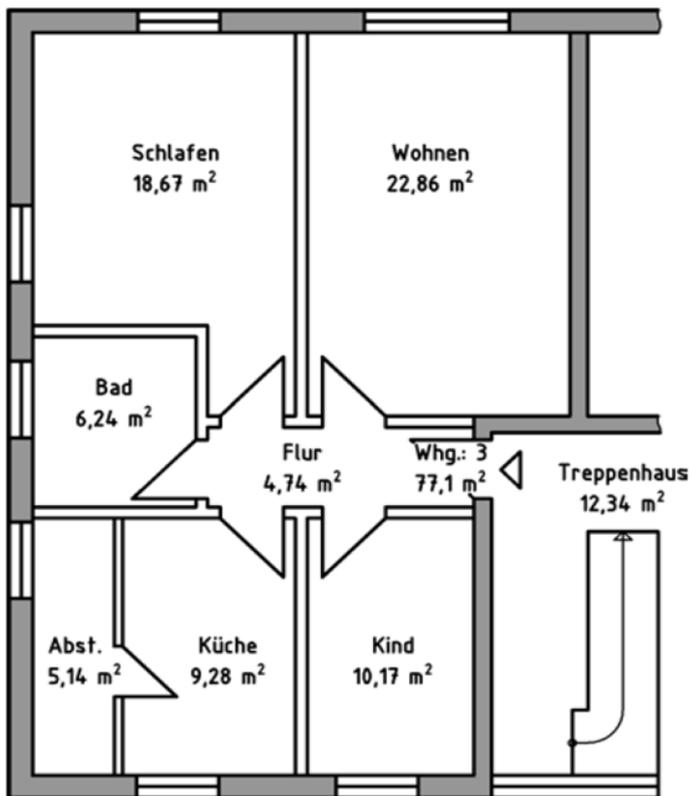


Tabelle 7: Nach (DIN 1946-6, 2019) / Gleichung (8) errechnete Lüftungsdaten von 2 unterschiedlichen neu erstellten Gebäuden nach GEG 2020

	Berechnungsergebnisse für	
	3-Zimmer-Wohnung in Mehrfamilienhaus	Freistehendes Einfamilienhaus
Wohnfläche A_{NE} [m ²]	77	214
Luftvolumenstrom zum Feuchteschutz $q_{V,ges,NE,FL}$ [m ³ /h]	26	33
Luftvolumenstrom für reduzierte Lüftung $q_{V,ges,NE,RL}$ [m ³ /h]	61	116
Luftvolumenstrom für Nennlüftung $q_{V,ges,NE,NL}$ [m ³ /h]	88	166

Die in Tabelle 1 angegebenen minimalen und maximalen Außenluftvolumenströme der Wandlüfter werden auf Grund der Pendeltaktrate nur in ca. 50% der Zeit realisiert. Vergleicht man nun die maximal möglichen Volumenströme in Tabelle 1 mit den nötigen in Tabelle 7, kann man die für die jeweilige Lüftungsart nötige Anzahl an Wandlüftern ableiten. So wird beispielhaft mit dem leistungsstärksten Wandlüfter D im zeitlichen Mittel in höchster Lüftungsstufe nur ein maximaler Außenluft-Volumenstrom von $55 / 2 = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$ realisiert. Dies reicht jedoch nicht aus, um in der 3-Zimmerwohnung und erst recht nicht im Einfamilienhaus die nötige Lüftung zum Feuchteschutz sicherzustellen. Somit müssten selbst mit dauerhaft maximalem Außenluftvolumenstrom mindestens 2 Geräte pro Wohneinheit zum Einsatz kommen. Die Vergleiche der emittierten Schallleistung im vorhergehenden Kapitel zeigen jedoch, dass mit ständig unter Volllast laufenden Wandlüftern die akustischen Mindestanforderungen im Wohnraum nicht erfüllt werden.

Zudem stellt sich auch das Problem der Positionierung der Wandlüfter und gleichmäßigen Verteilung der Frischluft in der Nutzungseinheit. Da aber zusätzlich noch beachten werden muss, dass nach (DIN 1946-6, 2019) eine Luftwechselrate von $15 \text{ m}^3/\text{h}$ pro Person in Schlafräumen nicht unterschritten werden sollte, resultiert daraus, dass sinnvollerweise mindestens ein Wandlüfter pro bewohntem Zimmer sowie auch in Küche und Bad nötig sind. Strenggenommen reicht aber selbst der Wandlüfter Modell D mit dem höchsten Außenluftvolumenstrom im Schlafzimmer nicht aus, um für 2 Personen, die nötigen $30 \text{ m}^3/\text{h}$ sicherzustellen. Geht man jedoch davon aus, dass durch geöffnete Türen ein effektiver Luftaustausch innerhalb der Wohneinheit stattfindet, so kann doch immerhin ein Feuchteschutz sicher erreicht werden. Je nach Belegung und zeitweiser Abwesenheit der Bewohnerinnen und Bewohner dürfte sogar eine reduzierte Lüftung möglich sein. Die Bewohnerinnen und Bewohner müssten jedoch darüber informiert werden, dass trotz der betriebenen Wandlüfter insbesondere für eine Intensivlüftung weiterhin die Fenster genutzt werden müssen.

Zur Erfüllung der akustischen Mindestanforderungen bietet sich jedoch eine zeitliche Steuerung der Wandlüfter an. Je nach Nutzung und Anwesenheit könnte so z.B. in einem Schlafzimmer (niedrigste Stufe in der Nacht und höchste Stufe bei Abwesenheit tagsüber) bzw. Wohnzimmer (höchste Stufe in der Nacht und niedrigste Stufe bei Anwesenheit tagsüber) ein akustischer Komfort mit den Vorteilen einer automatischen Lüftung verbunden werden.

8. Energieeinsparung durch Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Um die mögliche Energieeinsparung durch die Reduzierung der Lüftungswärmeverluste zu quantifizieren, sollen die beiden in Kapitel 7 betrachteten unterschiedlichen Nutzungseinheiten (NE) nun näher betrachtet werden. Für die nach (Deutsche Bundesregierung, GEG, 2020) berechneten NE wurden in Tabelle 8 wesentliche Kenndaten für eine angenommene manuelle Fensterlüftung gegenüber gestellt. Die real auch auftretenden solaren Wärmegevinne wurden der Einfachheit halber hier vernachlässigt, da sie sich nicht wesentlich auf das Verhältnis der Wärmeverluste von Lüftung zu Transmission auswirken.

Tabelle 8: Berechnete Daten von zwei unterschiedlichen neu erstellten Gebäuden nach GEG

	Berechnung für manuelle Nennlüftung über Fenster	
	3-Zimmer-Wohnung in Mehrfamilienhaus	Freistehendes Einfamilienhaus
Wohnfläche A [m ²]	77	214
Transmissionswärmeverlust Q _T [kWh/a]	2.480	11.053
Lüftungswärmeverlust Q _V [kWh/a]	1.755	8.577
Flächenbezogener jährlicher Lüftungswärmeverlust [kWh/m ² a]	23	40
Anteil des Lüftungswärmeverlusts am gesamten Wärmeverlust [%]	41	44

In beiden betrachteten NE erreicht der Anteil der Nenn-Lüftungswärmeverluste also mehr als 40% an den gesamten Wärmeverlusten! Mit den hier untersuchten Wandlüftern wird in etwa ein Wärmebereitstellungsgrad von ca. $\eta_{\text{WRG}} \approx 75 \%$ selbst nach Abzug des relativ geringen eigenen Strombedarfs erreicht. Dies würde

bedeuten, dass durch die mechanische Lüftung mit WRG der nötige Heiz-Energiebedarf um ca. 30% verringert werden könnte. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sollte gründlich abgewogen werden, ob eine weitere Erhöhung der Wärmedämmung zur Absenkung der Transmissionsverluste kosteneffizient umgesetzt werden kann oder ob Wandlüfter nicht eine ähnliche Energieeinsparung zu geringeren Kosten darstellen können.

Setzt man Wandlüfter mit WRG zusätzlich ein, wären infolge der geringeren Heizlast andererseits auch geringere Vorlauftemperaturen im Heizkreislauf nötig. Insgesamt niedrigere Heizlasten könnten zudem den Einsatz von effizienten Wärmepumpen ermöglichen bzw. die Jahresarbeitszahl (JAZ) derselben erhöhen. Somit könnten Wandlüfter mit WRG zu einer schnelleren Amortisation der noch immer hohen Anschaffungskosten von Wärmepumpen effektiv beitragen und stellen letztlich eine bedeutende Technologie zur nachhaltigen Erreichung der EU-Klimaziele dar (Darup & Leppig, 2022).

Dabei muss jedoch angemerkt werden, dass die für eine Nennlüftung nötige normgerecht angesetzte Luftwechselrate von $n=0,5 \text{ h}^{-1}$ praktisch bedeutet, dass die Bewohnerinnen und Bewohner ca. alle zwei Stunden und somit 12 Mal pro Tag vollständig durchlüften müssten. Es ist anzunehmen, dass diese hohe Luftwechselrate mit Fensterlüftung in der Praxis selten erreicht wird. Da nicht jeder Haushalt die Luftfeuchtigkeit oder gar den CO_2 -Gehalt mit entsprechenden Messgeräten überwacht und danach lüftet, kommt es vielmehr in manchen Fällen sogar dazu, dass bei geringer Infiltration nicht einmal die nötige Luftwechselrate für den Feuchteschutz erreicht wird, die bei etwa einem Drittel der Nennlüftung liegt. So kommt es nach Fenstersanierungen durch die dann dichteren Fenster immer wieder zu Schimmelproblemen, da das gewohnte Lüftungsverhalten beibehalten wird, weil dies ja früher (bei deutlich höherer Infiltration) stets ausgereicht hatte (Energie-Fachberater.de, 2024). Nimmt man also an, dass in der Praxis der Fensterlüftung lediglich eine reduzierte Lüftung oder gar nur eine Feuchteschutz-Lüftung realisiert wird, fallen auch die potentiellen Einsparungen der Lüftungswärmeverluste durch mechanische Lüftungssysteme geringer aus.

Dennoch darf der Nutzen einer automatisierten mechanischen Wohnraumlüftung mit WRG für die Absicherung des unbedingt nötigen Feuchteschutzes sowie die Energieeinsparung nicht unterschätzt werden. Einerseits wird die Luftqualität deutlich angehoben, wenn statt typischerweise zwei- bis dreimal am Tag mit den Fenstern nun automatisch mechanisch deutlich mehr Luftwechsel realisiert werden. Die dadurch verbesserte Schlaf- und Lebensqualität lässt sich allerdings schwer objektiv messtechnisch bestimmen. Nicht zuletzt kann eine automatische mechanische Lüftung einem Schimmelschaden durch mangelhafte Fensterlüftung wirkungsvoll vorbeugen. Hier darf man ebenfalls von verbesserter Wohnqualität ausgehen und es werden potentiell hohe Sanierungskosten eingespart, die regelmäßig anfallen, falls es doch zu einem feuchteinduzierten Schimmel-Schadensfall gekommen ist.

9. Zusammenfassung

Die Wärmeverluste durch traditionelle Fensterlüftung in modernen, gut gedämmten Wohnungen und Häusern erreichen mehr als 40% der gesamten Wärmeverluste, wenn man die für ein optimales Raumklima nötige Nennlüftung unterstellt. Da die Bewohnerinnen und Bewohner aber meist deutlich seltener als nötig mit dem Fenster lüften (z.B. nur zweimal täglich Stoßlüften), wird praktisch erfahrungsgemäß auch eben nur ein Feuchteschutz oder im besten Fall eine reduzierte Lüftung realisiert. Vor diesem Hintergrund ist eine mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung unbedingt empfehlenswert und sollte gegenüber anderen Maßnahmen wie der Erhöhung der Wärmedämmung im Sinne des ökonomischen Wirkungsgrades sorgfältig abgewogen werden. Während zentrale Lüftungsanlagen technisch komplex und nicht überall umzusetzen sind, kann mit kleinen dezentralen Lüftungsgeräten nicht nur im Neubau sondern auch in der Sanierung von Bestandsbauten die Heizlast wesentlich verringert und der Lüftungskomfort verbessert werden. Zudem gelingt zuverlässig der Schutz vor Schimmel und die Sicherheit gegen Einbruch wird gerade in Erdgeschosswohnungen erhöht.

Demgegenüber stehen bei den untersuchten Wand-Pendellüfter noch immer akustische Herausforderungen. So ist das Eigengeräusch in der höchsten Lüfterstufe bei allen untersuchten Exemplaren erheblich. Eine störungsfreie Nachtruhe wird so eingeschränkt und ist mit den baurechtlichen Mindestanforderungen nicht vereinbar. Allerdings kann in der niedrigsten Lüftungsstufe meist ausreichend Ruhe sichergestellt werden. Hier reicht jedoch die Lüftungswirkung nicht aus. Mit einer der Nutzung entsprechenden zeitlichen Programmierung, kann aber zumindest eine Lüftung für einen ausreichenden Feuchteschutz und oft sogar die reduzierte Lüftung gewährleistet werden. Die damit verbundene sichere Vermeidung von Bauschäden durch Schimmelbefall, verbunden mit der erhöhten Wohnqualität durch frischere Luft, sind zentrale Argumente für den Einsatz von Wandlüftern.

Eine weitere Herausforderung beim Einbau von Wandlüftern stellt die Minderung der Fassaden-Schalldämmung dar. In ruhigeren Wohngebieten, in denen die nötige resultierende Gesamt-Fassaden-Schalldämmung geringer sein darf, wird ein Einbau kaum zu Komfortverlusten führen. Hingegen ist in hoch verkehrslärmbelasteten Zonen ein Einbau aktuell weniger zu empfehlen, da dann unzulässig viel Außengeräusch nach innen dringen würde. Es bleibt zu hoffen, dass durch technische Weiterentwicklungen der Wandlüfter die akustischen Kenngrößen so verbessert werden, dass die Anforderungen mehr und mehr auch bei höherem Volumenstrom und größerem Außenlärm erfüllt werden und so der Nutzen und die Akzeptanz bei allen am Bau Beteiligten gesteigert werden kann.

10. Förderhinweis

Wir bedanken uns für die Förderung dieser Arbeiten im Rahmen des Forschungsprojekts «Lärmschutz in Erdgeschoss» bei «Vermögen und Bau Baden-Württemberg» sowie bei den teilnehmenden Unternehmen für die zur Verfügung gestellten Wandlüfter.

Literatur

- Darup, B. S., & Leppig, J. (2022). *Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung als nachhaltige Schlüsseltechnologie zur Erreichung der Klimaziele (COP-Äquivalenzstudie)*. Dresden: ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden, Forschung und Anwendung GmbH.
- Deutsche Bundesregierung. GEG. (2020). Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden* (GEG).
- DIN 1946-6. (2019). Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung.
- DIN 4109-1. (2018). Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- DIN 4109-2. (2018). Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen. Beuth Verlag GmbH.
- DIN 4109-35. (2016). Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden.
- DIN 4109-5. (2020). Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen.
- DIN EN ISO 10140-2. (2021). Akustik – Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand – Teil 2: Messung der Luftschalldämmung.
- DIN EN ISO 3743-1. (2011). Akustik – Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für kleine, transportable Quellen in Hallfeldern – Teil 1.
- Drechsler, A., Reinhold, S., Ruff, A., Schneider, M., & Zeitler, B. (2022). Airborne Sound In-sulation of Sustainable Building Facades. In V. Coors, D. Pietruschka, & B. Zeitler, *iCity. Transformative Research for the Livable, Intelligent, and Sustainable City* (S. 335–357). Berlin: Springer.
- Energie-Fachberater.de. (2024). *Problemfall: Schimmel am neuen Fenster*. Von <https://www.energie-fachberater.de/ratgeber/ratgeber-schimmel/problemfall-schimmel-am-neuen-fenster.php> abgerufen
- Inventer GmbH. (2025). *inVENTer-Downloads: Alles zu Ihren inVENTer-Produkten*. Von <https://www.inventer.de/downloads/> abgerufen
- Krüger, J., Perchevska, L., Zeitler, B., & Müller-Trapet, M. (2023). Annoyance inside buildings due to road traffic noise. *DAGA*. Hamburg.
- Locher, Barbara; et. al. . (2018). Differences between Outdoor and Indoor Sound Levels for Open, Tilted, and Closed Windows. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 149, 15.
- Maas, A. (2020). *Gebäudeenergiegesetz 2020: Einfach umgesetzt mit Kalksandstein*. Von <https://www.kalksandstein.de/> abgerufen

- Meier, A. (2021). *Forschungsvorhaben Schallschutz*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Müller, L., Kropp, W., & Forssén, J. (2022). Measurement, Simulation and Auralization of Indoor Road Traffic Noise. *DAGA*. Stuttgart.
- Ruff, A., Drechsler, A., & Zeitler, B. (2020). Untersuchungen zur Schalleistung und -dämmung eines dezentralen Lüftungsgerätes. *DAGA*. Hannover.
- Scrosati, C., Scamoni, F., Depalma, M., & Ghellere, M. (2019). Facade Sound Insulation as Protection to Outdoor Noise. *International Congress on Acoustics (ICA)*. Aachen.
- Wüstemann, N. (2023). *Vergleich der akustischen Eigenschaften und der Gesamtenergiebilanz von dezentralen alternierenden Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung*. Stuttgart: Bachelorarbeit, Hochschule für Technik Stuttgart.



CURRICULUM VITAE

Dr.-Ing

Annekatriin KOCH

Ingenieurbüro für Simulation, Bauphysik, Zertifizierung, Energieplanung und Betriebsoptimierung

Larix Engineering GmbH
Wipplingerstraße 23/3
A-1010 Wien

koch@larix-engineering.at
www.larix-engineering.at
www.colidoro.com

Geboren 1988 in Bad Salzungen, studierte Architektur in Weimar (Bauhaus-Universität) inkl. einem Jahr Tätigkeit in einem Architekturbüro in der Schweiz (Hinder Kalberer Architekten, Winterthur). Während ihrer Forschungs- und Lehrtätigkeit an der Technischen Universität Darmstadt (Lehrstuhl „Entwerfen und energieeffizientes Bauen“ bei Prof. Hegger; Lehrstuhl „Tragwerkslehre und Bauphysik“ bei Prof. Tichelmann), die sie mit einer Promotion abschloss, war sie in einem Ingenieurbüro für Bauphysik und Nachhaltigkeit tätig (TSB Ingenieure).

Seit 2021 ist sie bei Larix Engineering in Wien tätig. Dort verantwortet sie den Fachbereich «Zertifizierung», das Personalwesen und ist Prokuristin.

Parallel engagiert sie sich in Beiräten und im Wissenstransfer über Webinare («Gscheit zertifizieren»), Instagram (Nachhaltiges Bauen im Alltag sehen), LinkedIn (Projekte, Fachwissen nachhaltiges Bauen) und Youtube.(Mythen und Mehrwert zu nachhaltigem Bauen und Baustoffen).

Ihre Mission ist es nachhaltiges Bauen raus aus der Nische und rein ins Rampenlicht zu holen.

Gscheite Zertifizierung – bessere Bauphysik?

Dr.-Ing. Annekatriin Koch, koch@larix-engineering.at

Larix Engineering GmbH
A-1010 Wien

1. Einleitung

Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen wie ÖGNI/DGNB oder klimaaktiv haben in den vergangenen Jahren dazu beigetragen, Bauphysik im ganzheitlichen Kontext zu betrachten. Neben Energieeffizienz treten Themen wie Raumluftqualität, thermischer Komfort, Ressourcenherkunft und Lebenszyklusbetrachtungen in den Vordergrund. Der Vortrag „Gscheite Zertifizierung – bessere Bauphysik“ untersucht das Wechselspiel zwischen Bauphysik und Zertifizierungssystemen und zeigt auf, wie beide Disziplinen voneinander profitieren können.

2. Rolle der Zertifizierung in der Bauphysik

Zertifizierungssysteme bieten Bauphysiker*innen einen verbindlichen Rahmen, der zum Teil über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgeht. Sie fungieren als Motor für eine konsequente Qualitätssicherung, als Optimierungstool und transparenter Nachweis nachhaltiger Gebäude:

- **Nachweis:** die Zertifizierung begleitet die Bauphysik mit Lebenszyklusanalysen (ökonomisch, ökologisch).
- **Support:** Zertifizierungen unterstützen Bauphysiker*innen durch klare Argumente für den Einsatz umweltfreundlicher Baustoffe und Konstruktionen.
- **Qualitätssicherung:** Prüfungen wie Blower-Door-Tests oder Schadstoffmessungen sorgen dafür, dass geplante Maßnahmen sorgfältig umgesetzt werden.
- **Ganzheitlichkeit:** Bauphysik wird nicht isoliert, sondern im Kontext von Ökologie, Ökonomie und Nutzerkomfort bewertet.
- **Kompetenzaustausch:** Zertifizierungen fördern den interdisziplinären Dialog zwischen Bauphysik, Architektur, TGA-Planung und Bauherrenschaft.

Damit verschiebt sich der Fokus von der reinen Erfüllung baurechtlicher Mindestanforderungen hin zu einer aktiven Gestaltung nachhaltiger, gesunder und zukunftsfähiger Gebäude.

3. Rolle der Bauphysik in der Zertifizierung

Der Vortrag fokussiert die Rolle der Bauphysik in drei der gängigen Zertifizierungen in Österreich – ÖGNI, klimaaktiv, HBP – sowie der EU-Taxonomie-VO.

Die Systeme unterscheiden sich in deren nationaler/internationaler Bekanntheit, dem Nachweisaufwand sowie in ihren Kriterien und Schwerpunkten (Abbildung 1),.

Alle Systeme verlangen eine umfassende Bewertung des gesamten Gebäudes sowie dessen Umgebung. Alle setzen hohe Standards für Energieeffizienz und Umweltschutz. Sie legen Wert auf eine gesunde und komfortable Umgebung für die Nutzenden sowie auf eine nachhaltige Ressourcennutzung und Materialwahl, auf Mobilität, soziale Verantwortung und ökonomische Nachhaltigkeit.

Die Bauphysik ist ein zentraler Bestandteil aller Zertifizierungssysteme und findet sich in fast allen Kriterien direkt oder indirekt wieder. Die Bauphysik liefert die mess- und berechenbaren Grundlagen, anhand derer Nachhaltigkeitskriterien überprüfbar werden.



Abbildung 1 Kriterien und deren Gewichtung für die klimaaktiv-, HBP- und ÖGNI-Zertifizierung sowie EU-Taxonomie-VO

Typische bauphysikalische Beiträge in Zertifizierungen sind:

- **Thermischer Komfort und Klimaresilienz:** Heizwärmebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen, Sommertauglichkeit, Luftdichtheitskonzepte, Blower-Door-Tests, Wärmebrückennachweise
- **Schall & Akustik:** Einhaltung von Schallschutzanforderungen, Trittschallpegel, Nachhallzeiten und Anlagengeräuschpegel
- **Ökobilanz & Zirkularität:** Vorzugsweise Einsatz nachhaltiger und/oder wiederverwendeter/-barer Produkte, Einhalten von Grenzwerten
- **Raumluftqualität, Schadstoffe:** Auswahl schadstoffarmer Produkte, Grenzwerte für VOC (flüchtige organische Verbindungen), Vermeidung von Produkten mit kritischen Produktionszyklen.

In der Tabelle in Abbildung 2 werden die Mindestanforderungen (rot) und freiwilligen Anforderungen (grün) je Zertifizierung dargestellt.

Durch die systematische Integration bauphysikalischer Nachweise in die Zertifizierung wird sichergestellt, dass Gebäude nicht nur formal nachhaltig erscheinen, sondern diese Nachhaltigkeit auch im Alltag spürbar wird.

	 Version 2025.1.0	 Version 2020.3.4	 Neubau 2023	 VO 2020, 2021, 2023
 Thermischer Komfort und Klimaresilienz	HWB, PEB, CO ₂ , g _{tot} , Grundluftwechsel, Luftdichtheit, KB*, Wärmebrücken	HWB, PEB, CO ₂ , KB*, U-Werte, Grundluftwechsel, Luftdichtheit	Klimaresilienz, U-Werte, Luftdichtheit, Sommertauglichkeit, Wärmebrücken	Klimaresilienz, PEB _{HEB} <small>zul.(n. a/n)</small> , Luftdichtheit, Wärmebrücken
 Schall & Akustik	-	Nachhallzeit, Trittschall, Luftschall, Anlagengeräuschpegel	Nachhallzeit, Trittschall, Luftschall, Anlagengeräuschpegel	-
 Ökobilanz, Zirkularität	OI ₃ _{BG3,BZF,LZ}	OI ₃ _{BG3,BZF}	GWP, AP, EP, POCP, PENRT, ODP, Zirkularität	GWP
 Raumluftqualität, Schadstoffe	Produktanforderungen, Messung, Produktanforderungen	Produktanforderungen, Messung, Produktanforderungen	Produktanforderungen, Messung, Produktanforderungen	Produktanforderungen, Messung

Abbildung 2 Bauphysik relevante Kriterienanforderungen (rot = Mindestanforderungen, grün = freiwillige Anforderungen)

Folgende Unterlagen benötigen die Auditor*innen für die Zertifizierung:

- **Energieausweis** (mit detaillierten Energiebedarfen: Heizen, Kühlen, Trinkwarmwasser, Lüftung)
- **Bauteilliste** (U-Werte, Flächen, Akustik)
- Sommertauglichkeitsnachweis
- Luftdichtheitskonzept
- Akustische Berechnungen
- Wärmebrückenberechnungen (detailliert)
- **Messungen**, sofern im Leistungsportfolio (Blower-Door, Thermographie, Innenraumluftqualität, Schall & Akustik)

4. Dos & Don'ts der Zertifizierung

- **Dos:** Zertifizierung ernst nehmen, Energieausweise und Bauteillisten fortlaufend nachführen, Änderungen dokumentieren, nachhaltige/re-use Baustoffe wählen, sorgfältige Detailplanung.
- **Don'ts:** Formalismus ohne gelebte Qualität, fehlende Kommunikation von Änderungen, Vernachlässigung der bauphysikalischen Detailtiefe.

5. Fazit

Zertifizierungen sind keine rein administrative Hürde, sondern eine Chance für bessere Bauphysik. Sie geben Bauphysiker*innen Support für ganzheitliche Qualitätssicherung, fördern den Einsatz gesunder und nachhaltiger Baustoffe und verbinden technische Exzellenz mit gesellschaftlicher Verantwortung. Umgekehrt sind Zertifizierungen ohne solide bauphysikalische Basis nicht glaubwürdig.

Eine „gelscheite Zertifizierung“ macht die Bauphysik sichtbarer, messbarer und relevanter – und schafft so die Grundlage für Gebäude, die zukunftsfähig, klimaschonend und nutzerfreundlich sind.

6. Literaturverzeichnis

- ÖGNI/DGNB: Kriterienkataloge für nachhaltiges Bauen. Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft (ÖGNI), Wien.
- klimaaktiv: Gebäudestandards und Bewertungssysteme. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), Wien.



Sachverständiger für Bauphysik

Robert BORSCH-LAAKS

Drei-Rosen-Str. 32
52066 Aachen

RBL@holzbauphysik.de

CURRICULUM VITAE

- 1948 geboren in Aachen.
- 1968 bis 1979 Studium der Physik sowie der Sozial- und Erziehungswissenschaften an der RWTH Aachen.
- 1981 Mitbegründer des Energie- und Umweltzentrums am Deister, e.u.[z.] Springe, und Leitung der bauphysikalischen Feldforschung zur wärme- und feuchtetechnischen Dachsanierung und zur Innendämmung historischer Massivwände sowie der Entwicklung eines Holzbausystems mit diffusionsoffenen Wand- und Dachaufbauten und Umsetzung im ersten diesbezüglichen Modellbauvorhaben (Niedrigenergie Gästehaus im e.u.[z.]).
- 1988 Mitbegründer der Ingenieurgemeinschaft Bau+Energie, in Springe/Eldagsen bei Hannover. Ab 1990 Durchführung der ersten Luftdichtheitsmessungen mit der Blower Door an Modellbauvorhaben in Hessen und Niedersachsen und Veröffentlichung eines diesbezüglichen Forschungsberichtes (1995, zus. mit Wolfgang Feist, Johannes Werner, Joachim Zeller u.a.)
- seit 1993 Freiberuflich tätig als Sachverständiger für Bauphysik in Aachen (Schwerpunkte: Holzbauweisen, NiedrigEnergie- und PassivHausprojekte, wärme- und feuchtetechnische Gebäudesanierung). Zehnjährige Mitgliedschaft (2001 bis 2011) im Normenausschuß Bauwesen 005.56.93 AA (DIN 4108-7 "Luftdichtheit") und seit 2005 der WTA- Arbeitsgruppe "Innendämmung im Bestand". Seit 2012 Co-Vorsitzender der WTA- AG zur feuchtetechnischen Bemessung von Holzbauteilen
- seit 1999 Fachautor und Lektor der Fachzeitschrift HOLZBAU- die neue quadriga.
- seit 2010 Initiator und Co-Leiter internat. Holz[Bau]Physik-Kongresse in Leipzig
- seit 2013 Nach Beendigung der SV-Tätigkeit weiterhin tätig als Dozent in der beruflichen Fort- und Weiterbildung von Architekten, Bauingenieuren, Bauhandwerkern
- seit 2015 Initiator, Referent und Tutor Zertifikatslehrgang „Sachverständiger für hygrothermische Bauphysik“ (zusammen mit dem Fraunhoferinstitut für Bauphysik, Holzkirchen)

Der Bauboom und die Folgen

Sanierung der Gebäude der sechziger Jahre

In den frühen 60er Jahren begann eine Phase der Nachkriegszeit, in der es nicht mehr darum ging, aus den Trümmern wieder bewohnbare Häuser zu errichten. Denn dies reichte nicht, um die wachsende Bevölkerung mit solidem und modernem Wohnraum zu versorgen.

Bautechnisch nutzte man für die Keller- und Vollgeschosse die damals neuen Baustoffe (Kalksand- und Hohlblocksteine). Die Decken wurden aus Stahlbeton hergestellt. Aber Wärmedämmung war noch kein Thema und die Holzfenster waren oft nur einfach verglast. Die Heizung erfolgte in den Städten oft schon über Gasthermen.

Dieser Beitrag verfolgt beispielhaft die Entwicklung des Energieverbrauchs dieser Bausubstanz und dessen Änderung über Jahrzehnte anhand der realen Gasabrechnungen. Er zeigt, was sich bewährt hat und vielfach bei vergleichbaren Gebäuden immer noch fehlt.

Autor:

Robert Borsch-Laaks,
Sachverständiger für Bauphysik,
Aachen

Wieviel Wohnraum für viele Menschen?

Anfang der sechziger Jahre plante und baute eine gemeinnützige Wohnungsbau-gesellschaft in Aachen mehrere Reihenhauszeilen, die anschließend an private Eigentümer verkauft wurden. Die beiden benachbarten Zweifamilien-Reihenhäuser, die wir in den nächsten Wärmewend-artikeln über sechs Jahrzehnte begleiten werden, sind dem Autor wohlbekannt, weil eines davon sein Elternhaus war und das andere später erworben wurde. Die Grundrisse boten in zwei abgeschlossenen Wohneinheiten in EG und OG jeweils 62,5 m² (Abb. 2). Es sollte dort jeweils eine Familie mit bis zu 2 Kindern auf jeder Etage wohnen, d. h. nur 16 m²/Person. Eigentlich unvorstellbar, angesichts des heutigen vierfachen Wohnflächenanspruchs pro Kopf – mit weiter steigender Tendenz.

Nun gut, mein Vater interpretierte die Vorgaben schon deutlich anders. Im EG wohnten meine Eltern, oben meine Oma mit eigener Küche und ich in einem geräumigen Zimmer über dem elterlichen Schlafzimmer. Also waren es

immerhin 31 m²/Person – für die damalige Zeit schierer Luxus.

Doch der Wohlstand stieg und schlug sich auch in der Wohnfläche des Hauses nieder. Mein baulich umtriebiger Vater erhielt die Baugenehmigungen für eine Wohnraumerweiterung im EG (1968) und erstritt den ersten Dachausbau mit Gaube in der Siedlung (1971). Bei letzterem wurde auch ich erstmalig handwerklich tätig (Abb. 3).

Aber in Sachen Wohnfläche pro Person lief das Leben anders als gewünscht. Anfang der siebziger verstarb meine Oma und zwei Jahre später mein Vater – und der junge Mann, für den der Dachausbau gedacht war, wollte lieber bei seinem Studium in Wohngemeinschaften leben. Also wohnte dann meine Mutter alleine im EG und im OG zog meine Tante ein. Das DG wurde nur zeitweise untervermietet.

Der Heizenergieverbrauch der ersten 3 Jahrzehnte

Die Folgen dieser Entwicklung für den Energieverbrauch haben verschiedene Aspekte. Abb. 4 zeigt zweierlei:

• Der absolute Verbrauch für Heizung und Warmwasser

Der damalige Baustandard benötigte rund 35.000 kWh/Jahr und prägt heute leider immer



Abb. 1:
Eine typische Reihenhausbebauung aus den sechziger Jahren. Im Laufe der Jahrzehnte erweitert und modernisiert, aber selten wärmetechnisch konsequent saniert.
Abbildungen vom Autor

noch viele Häuser aus jener Zeit. Daran änderte sich in den ersten 30 Jahren trotz der ersten Maßnahmen bei Wärmeschutz und Heiztechnik nichts Gravierendes.

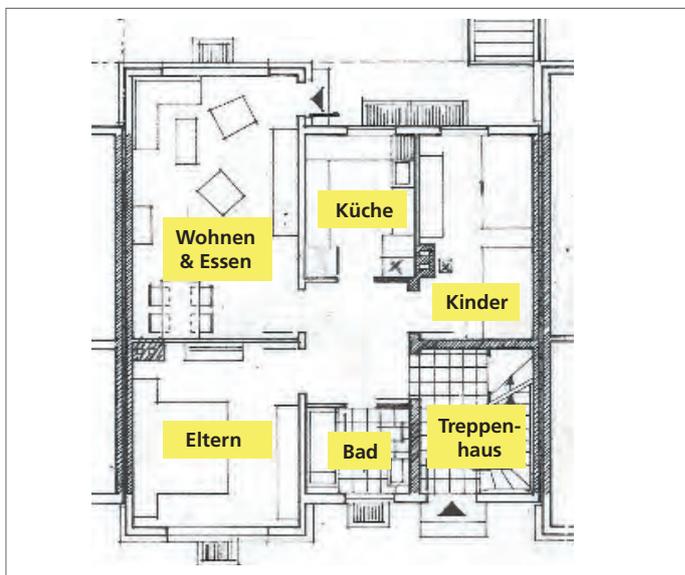
• Der Verbrauch pro m² Wohnfläche

Diese gängige Größe für die Energieeffizienz von Gebäuden sank durch die erste Wohnraumerweiterung im Erdgeschoss (Abb. 3a) nur geringfügig. Das Objekt blieb nach heutigen Maßstäben in der Effizienzklasse H. Die Gründe: Der Wand-U-Wert des Ausbaus war nicht besser als bei der alten Wand, die Bodenplatte und die Decke zur Loggia kamen als (kaum gedämmte) Wärmeverlustflächen hinzu und die Fenster erhielten zwar Isolierverglasung, waren aber mehr als doppelt so groß wie die alten.

Rechnerisch verbesserte sich das Gebäude durch den Dachausbau (+ 46 m²) allerdings um eine Stufe der Effizienzklasse.

• **Der Verbrauch pro Person**
Diese Kenngröße, die für den persönlichen CO₂-Fußabdruck entscheidend ist, entwickelte sich allerdings dramatisch negativ, da die beiden Vollgeschosse ab 1974 nur noch von zwei wärmeliebenden alten

Abb. 2:
Grundriss der Wohnungen für eine Familie.



Damen genutzt wurden und das Dachgeschoss meistens leer stand. Das ist ein Phänomen, das viele kennen könnten, wenn sie nachrechnen würden, was mit ihrem persönlichen Energiebudget passiert, wenn die Kinder aus dem Haus sind.

Der Dachausbau hatte eine miserable energetische Qualität (nur 3 cm Styropor-Dachdämmung und hohe Luftdurchlässigkeit der Hülle). Deshalb stieg der absolute Verbrauch des Hauses während der zeitweisen Vermietung auf bis zu 10.000 kWh stark an. In den Zeiten des zunehmenden Leerstandes sank er allerdings soweit ab, dass das Gebäude auf die (rechnerische) Wohnfläche bezogen etwa 10% weniger als vor dem Ausbau verbrauchte.

Erste Maßnahmen bei Wärmeschutz und Heizung

In den achtziger Jahren wurde eine Doppelverglasung der alten Fenster ausgeführt. Dies hatte aber kaum Auswirkungen auf den Verbrauch, weil gut 20% der Fenster schon vorher eine Isolierverglasung hatten und weil Altbauten aus dieser Generation eher geringe Fensterflächenanteile aufweisen. Aber für ein besseres Raumklima und gegen beschlagende Scheiben war dies ein Fortschritt.

Wie sieht die Bilanz der heiztechnischen Maßnahmen aus, die zu Beginn der neunziger Jahre ausgeführt wurden? Der Ersatz der alten Thermen durch einen Brennwertkessel der ersten Generation brachte wenig, weil er durch die hohen erforderlichen Temperaturen im Heizkreis nur selten in den Kondensatbereich gelangte.

Durch den Einbau einer Solaranlage zur Warmwasserbereitung (Abb. 3 b) ließ sich bei nur zwei Benutzerinnen auch nicht viel sparen.

Dies mag durchaus ein Hinweis darauf sein, dass die heiztechnischen Maßnahmen an alten Gebäuden im Grundranchen der realen jährlichen Schwankungen des Ver-



brauchs der Bewohner untergehen können, auch wenn die rechnerischen Energiekalkulationen mit Standarddaten mehr versprechen.

Der Generationswechsel

Nach 12 Jahren Arbeit und Leben im vom Autor mitbegründeten Energie- und Umweltzentrum am Deister e.u.[z.] in Springe beschloss unsere Familie in die alte Heimat nach Aachen zurückzugehen. Das Schicksal fügte es, dass wir das Nachbarhaus kaufen konnten, um dort mit unseren beiden Kindern einzuziehen zu können. Dieses Gebäude war quasi noch im Urzustand. Der Vorbesitzer hatte lediglich nach der zweiten Ölkrise Mitte der achtziger Jahre neue Fenster mit Isolierverglasung einbauen lassen. Das Haus hatte eine alte Ölheizung, deren hohen Verbrauch

wir einen Winter lang erleben und messen konnten.

Dann entschieden wir uns als Menschen, die Hausgemeinschaften schätzen, das Haus zu teilen und eine WEG mit einer befreundeten Familie mit ebenfalls zwei Kindern zu bilden: Gemeinsam wurde das Dach für die vier Kinder mit eigenem Duschbad ausgebaut.

Wir nutzen die Chance des Generationswechsels im Haus und verknüpften die Umbauwünsche (offenere Grundrisse, neue Bäder) für die neue Nutzung zu umfangreichen wärmetechnischen Maßnahmen nach dem Motto „Wenn schon – denn schon“:

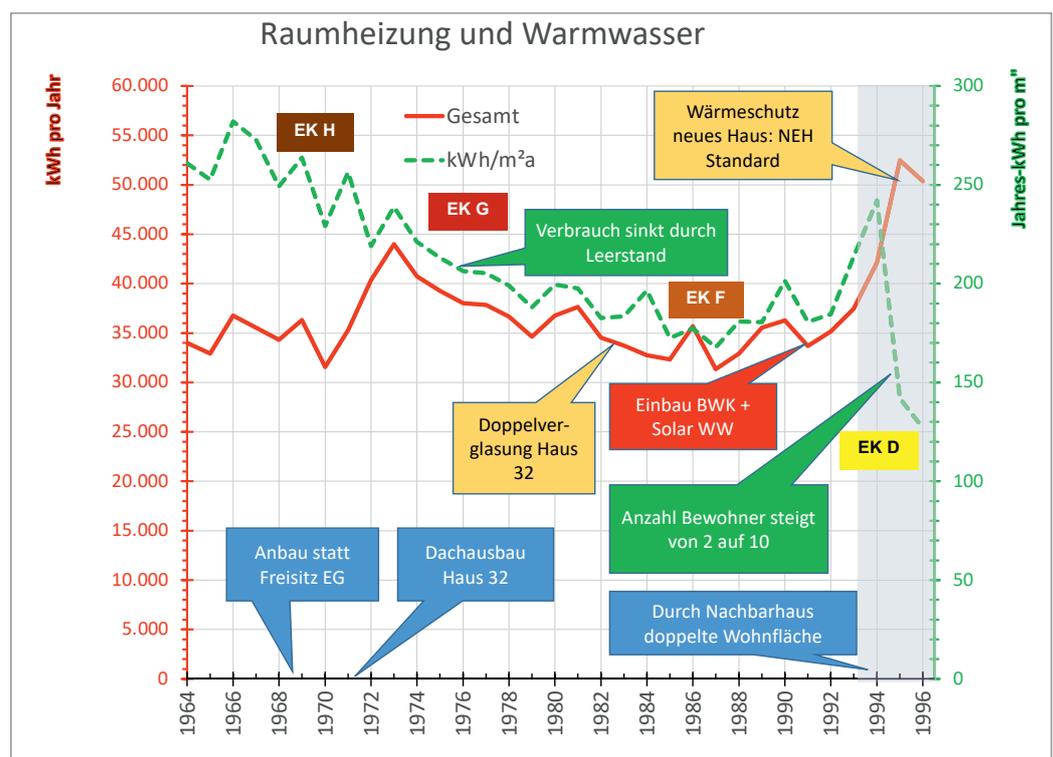
Abb. 4: Entwicklung des Heizenergieverbrauchs über die ersten 30 Jahre. Der grau hinterlegte Bereich beschreibt die Umbauphase des hinzukommenden Nachbargebäudes. Linke Achse: Absoluter Gasverbrauch

Abb. 3: Die Gartenseite des Gebäudes.

- Statt Freisitz unter Balkon Wohnraumerweiterung im EG plus Terrassenüberdachung (1968)
- Dachausbau mit Gaube (1971) und Solaranlage für Warmwasser (1991)

- Neuer Dachstuhl mit zwei großen Gauben im Niedrig-Energie-Standard
- Wärmedämmung der Außenwände (teils innen, teils außen)
- Umverglasung der erst 6 Jahre alten Kunststofffenster mit $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Oberseitige Dämmung der Kellerdecke im Zuge der neuen Grundrisse und Fußböden.

in kWh bereinigt gemäß den jeweiligen Außentemperaturen im Vergleich zum langjährigen Mittel und dem jeweiligen Heizwert der verwendeten Gasarten. Rechte Achse: Verbrauch bezogen auf die jeweiligen Wohnflächen



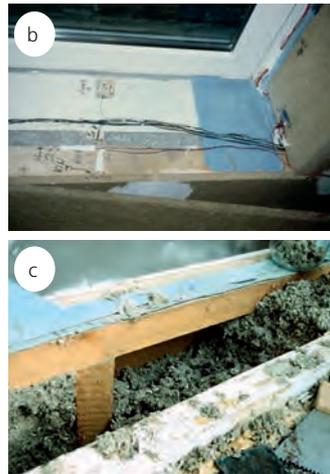


Abb. 5:
Die erste ökologische Version der Holzbau-Innendämmung.
a) 6/6er Ständerwerk davorgestellt, 120 mm Zellulosedämmung mit der Sprayon-Technik aufgesprüht, abgebürstet und dann eine diffus-

onsoffene Innenbekleidung aus 20 mm Holzfaserdämmplatten angebracht.
b) Begleitendes Monitoring der Holzfeuchten.
c) Bauteilöffnung beim Einbau eines 3-fach verglasten Panoramafensters.

- Einbau einer zentralen Abluftanlage zur Wohnungslüftung.

Der niedrige Heizwärmebedarf des sanierten Hauses ermöglichte es, die alte Ölheizung zu entsorgen und das Heizsystem an die Brennwerttherme des Nachbarhauses anzukoppeln.

Wärmeschutz an erster Stelle

Die Erkenntnisse über die Bedeutung des Wärmeschutzes aus meiner Zeit als Bauphysiker im e.u.[z.] verlangten nach praktischer Überprüfungen am eigenen Objekt. Als Hausbesitzer, der selbst die Bauplanung macht, war die Überschrift dieses Abschnitts der zentrale Punkt des Programms.

Aber es gab ein paar besondere Herausforderungen. Diese Reihenhäuser haben an jeder Seite zwei Fassaden: Putz und Klinker. Dies prägt die Gestalt dieses Ensemble von vier neun Meter breiten Häusern.

Alles hinter einem WDVS verschwinden zu lassen, kam nicht in Frage. Ich erklärte meinen persönlichen „Denkmalschutz“ für die Materialität der Klinkerfassade – und die hervorragende handwerkliche Ausführung.

Für den Wärmeschutz kam also hierfür nur eine Innendämmung in Frage: Zum Zeitpunkt der Entscheidung ein vermintes Gelände im bauphysikalischen Diskurs.

Nach Glaser-Berechnung eine Katastrophe, aber die Erfahrungen aus den Langzeitmessungen seit 1988 (!) an meiner soeben verlassenen Wirkungsstätte im e.u.[z.] Springe sagten: Vielleicht an der Nordost-Seite machbar. WUFI-Simulationen für die Planung gab es zu dieser Zeit noch nicht.

Das begleitende Feuchte-Monitoring und eine Bauteilöffnung nach 10 Jahren zeigten aber keinerlei Schäden oder Probleme – erstaunlicherweise auch nicht an der Wetterseite, s. Abb. 5 b & c.

Da diese Innendämmung trocken blieb, war der neue Wand-U-Wert (0,26 W/m²K) auch in der praktischen Anwendung gesichert – und wäre sogar aktuell als BEG-Einzelmaßnahme förderfähig, s. Heft 4/2022, S. 40.

Es würde mich zunehmend reizen, mit den heutigen Möglichkeiten den Effekt des Schlagregenschutzes von steinsichtigem Mauerwerk zu simulieren – aber das kommt später. Einen Vorgeschmack für Bauphysik-Insider habe ich bei meinen letzten beiden WUFI-Analysen für die condetti-Details zur Fachwerk Innendämmung gegeben (Heft 5/2021 und 2/2022).

Außendämmung in Holzbauweise

Die Wände mit den verputzten Bims-Hohlblocksteinen (immerhin z. T. mit 365 mm

Abb. 6:
Die Holzbau-Außendämmung.
a) Verdübelte Unterkonstruktion mit 6/10er Kanthölzern. Fenster in die Dämmebene gerückt.
b) Bekleidung mit Holzfaser-Putzträgerplatte. Der Blendrahmen der neuen Haustür sitzt bereits wärmebrückenfrei in der Holzkonstruktion mit 50 mm Leibungsdämmung.

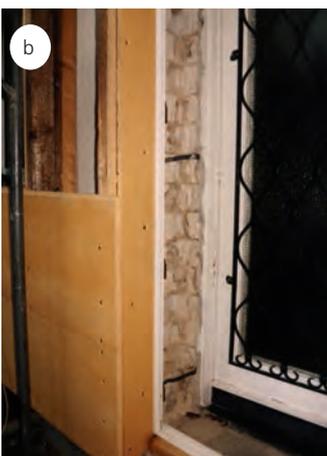
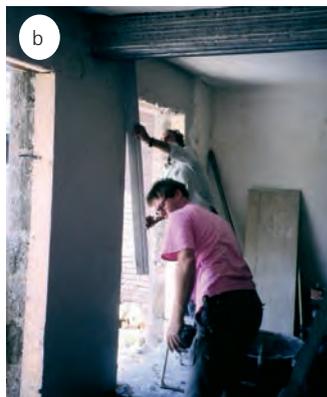


Abb. 7:
Vergrößerung der Fensterflächen
a) und b) Wände auftrennen und Untertzüge einbauen
c) Gartenansicht in der Bauphase

Dicke) brachten es auf einen U-Wert von 1,1 bis 1,3 W/m²K. Der Niedrig-Energie-Standard jener Zeit forderte U-Werte $\leq 0,20$ W/m²K. Sprich: die Zusatzdämmung muss mindestens 17 cm sein. Wir wählten den Aufbau wie in Abb. 6 zu sehen. Mit dem damals ganz neuen Putzträger (25 mm Holzfaserdämmplatte) wurde ein U_m-Wert von 0,17 W/m²K erreicht.

Die Befestigung der neuen Fenster und Türen in der Dämmebene, die aus dem Gesichtspunkt der Wärmebrückenminimierung ratsam ist, erfordert bei klassischen WDVS immer einen erheblichen Mehraufwand. Ein klarer Vorteil der Außendämmung mit Holzunterkonstruktion ist, dass die tragenden Elemente für die Fenster gleich mitgeliefert werden.

Lasst Licht ins Haus!

Die Belichtung der Wohnräume zum Garten erreichten zwar die Mindestanforderungen (12,5% der Wohnfläche), aber die nur 1,3 m² großen Fenster der kleinen Räume, dazu noch von Loggia und Dachauskragung beschattet, erzeugten eher einen Höhlencharakter.

Um mehr Licht in die alten Gemäuer zu bringen, mussten Brüstungen entfernt und die

Öffnung für die neuen Fenstertüren mit danebenliegender Festverglasung breiter werden. Dies erforderte natürlich statische Berechnungen für die Unterzüge und Stützen, die auch einen Abriss der inneren Trennwände ermöglichte. In Summe gelang eine Verdreifachung der betroffenen Fensterfläche in beiden Geschossen und eine großzügige Gestaltung des Hauptwohnbereichs (Abb. 7).

Im Erdgeschoss-Wohnzimmer hatte schon der Vorbesitzer im Zuge seines Fenster-austauschs die Planung meines Vaters nebenan kopiert. Die Brüstung wurde um 30 cm abgesenkt und ein großes Schwingfenster eingebaut. Durch die Umverglasung mit dem besten am Markt verfügbaren 2-Scheiben Wärmeschutzglas (U_g = 1,1 W/m²K) konnte nebenbei der Kaltluftfall im Spielbereich der Kinder beseitigt werden.

Dass mit solchen Eingriffen in die Bausubstanz für mehr Licht im Haus auch das Lebensgefühl steigt, kann ich als langjähriger Bewohner nur bestätigen.

Die Dämmung zum Keller

Die Maßnahmen an der Kellerdecke waren relativ zum energetischen Effekt sicherlich am aufwendigsten. Aber durch



die sowieso notwendigen baulichen Maßnahmen zur Schaffung eines offenen Wohnbereichs war an einen Erhalt der alten Fußböden und des Estrichs nicht zu denken. Außerdem erschien uns eine unterseitige Dämmung der Decke wegen der vielen dortigen Innenwände (Wärmebrücken!) und den abgehängten Installationen noch aufwendiger. Also entschieden wir uns für eine fußwarme Lösung mit Stäbchenparkett auf OSB mit 60 mm Holzweichfaserdämmung.

Ein oft vergessenes Wärme-loch sind die Kellerabgänge. Um die Grenzflächen zum Keller zu minimieren, sind vorhandene Kellertüren auf EG-Niveau vorteilhaft. Wenn

Abb. 8: Öffnung (2023) der unterseitigen Dämmung zwischen Keller und der Treppe ins Obergeschoss. Rechts: 4/6er Lattung hochkant. Links: HF-Platte und Abklebung

aber die Tür, die Abtrennung daneben und die Stufen der Treppe ins Obergeschoss im Bestand keinerlei Dämmung haben, ist zur wärmetechnischen Sanierung Kreativität gefragt.

Anzeige



tectofix
VOM HOLZBAUER. FÜR HOLZBAUER.

DACH+HOLZ HALLE 10 STAND 211

Objektbau - Hybridbau - Serielle Sanierung

Mit **tectofix** produzieren Sie XXL **Dach-, Wand- und Deckenelemente**, wie im Objektbau gefordert, mit überdurchschnittlicher Präzision. Erfahrene, ältere Mitarbeiter bleiben dem Unternehmen erhalten. Rationalisieren Sie Ihre Fertigung und sparen Sie mehr als 40% Zeit. Mit unserer 40-jährigen Erfahrung unterstützen wir Ihre Vorfertigung.

www.tectofix.de



Abb. 9:
Der neue Dachstuhl für den Ausbau
a) und b) vorher – nachher
c) und d) Innenbeplankung mit OSB
und (damals) zeitgemäße luftdichtende
Abklebungen.
e) Holzfaserunterdeckung mit Durch-
hang ohne Konterlattung

Unsere zweifach gewendelte Holzterrasse unterseitig Stufe für Stufe mit Dämmplattenschnitten zu versehen, wäre ein Aufwand an Stundenlöhnen gewesen, die in keinem Verhältnis zum Sparerfolg stehen. Was tun? Ganz einfach: Dem Treppenverlauf folgend eine Längslattung unterseitig an die Stufen schrauben, diese mit biegsamen, dünnen Hartfaserplatten bekleiden und die Hohlräume mit Zellulose ausblasen: Fertig zum Tapezieren oder auch nur Streichen (Abb. 8).

Das neue Dachgeschoss

Die alte Dachkonstruktion mit Strebenböcken für die Mittelpfette und üblichen kleinen Sparren (6/12 cm) in 30° Dachneigung ließ einen sinnvollen Ausbau für vier heranwachsende Kinder nicht zu. Die Neuplanung mit zwei großen Gauben war die Lösung des Architekten Ralf Pohlmann und des Statikers Gerd Friedrichs, die ich aus der gemeinsamen Entwicklung des Holzbausystems 81^{mf} und des LBS-Ökohauses kannte (Abb. 9).

Deshalb wurde etwas umgesetzt, was heute leider noch immer nicht Standard für die Dächer ist: Eine Innenbeplankung mit OSB, die nicht nur die Aussteifung anstelle der oft zweifelhaften Auskantung mit Windrispenbändern übernimmt, sondern die solide aller Luftdichtungsebenen ist. Für die Abklebung der Anschlussfugen gab es noch nicht das breite Spektrum der heute verfügbaren Acrylatklebebander. Der aufwendigere Einsatz von Streifen aus Dampfbremspappen mit Latexkleber aus der Kartusche war allerdings ein gut machbarer Einsatz für die Eigenhilfe der Baufamilien (Abb. 9 d).

Da wie bei vielen Privatbauherren mit eingeschränkten Fähigkeiten zur langfristigen Kostenkalkulation gegen Ende der Bauphase das Investitionskapital knapp wurde, machten wir bei der Dacheindeckung Kompromisse. Für die Unterdeckplatten aus Holzfaser gab es noch nicht die Dicken, die ich bei meinem Büroausbau im Nachbargebäude knapp 10 Jahre später realisieren konnte. Also beschränkten wir uns zunächst auf die am Markt verfügbaren 19 mm dicken Platten mit Durchhang durch Unterkeilung der Lattung und Wiedereindeckung der alten Betonpfannen (Abb. 9 e).

Dies geschah auch, um nicht damals noch baurechtliche Graubereiche zu betreten, wenn durch eine äußere Zusatzdämmung die Eindeckung nennenswert höher käme. Stattdessen montierten wir zusätzlich 20 bis 40 mm dicke Holzfaserplatten als raumseitige Bekleidung – direkt auf die OSB-Platten. Damit wurde ein U_m -Wert von $\leq 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreicht, der die heutige Anforderung nach GEG um 25% unterschreitet.

Was brachte die Sanierung für den Gasverbrauch?

Dies ist am rechten Rand von Abb. 4 nachzuvollziehen, erfordert aber einige Zusatzinformationen: Hätten wir das Nachbargebäude einfach wie

es war als 4-köpfige Familie in Betrieb genommen, wäre der Gesamtverbrauch auf rund 80.000 kWh gestiegen. Pro m² Wohnfläche wären wir immer noch in Effizienzklasse G steckengeblieben.

Das „Haus-Sharing“ und der Ausbau für eine weitere Familie, brachte Investitionskapital für einen Umbau in Richtung Niedrigenergie-Standard. Wie die Verbrauchsmessungen zeigen, bewegte sich der wohnflächenbezogene reale Gasverbrauch für beide Häuser in die Nähe von Effizienzklasse D ($\leq 130 \text{ kWh/m}^2$). Davon entfiel der weitaus größte Teil der Wärmeverluste auf den immer noch weitgehend unsanierten Zustand meines Elternhauses.

Der Erfolg, den der Wärmemengenzähler für das sanierte Gebäude regelmäßig dokumentierte, motivierte zum Weitermachen. Allerdings: Die Gesamtbilanz beider Häuser wurde vor allem dadurch gravierend verschlechtert, dass der grottenschlechte Dachausbau der siebziger Jahre von nebenan nun eine dauerhafte Nutzung als Büro des Autors erhielt. Dies erhöhte den Leidensdruck und führte zur Neugestaltung in 2003. Dies wurde bereits in Heft 4/2023, S. 24 ff. unter dem Titel „Abreißen und neu machen“ dokumentiert – mitsamt den nachfolgenden Erfahrungen aus 20 Jahren aktiver Büronutzung in einem Dachgeschoss mit Passivhaus-Standard.

Dennoch: Der Energieverbrauch pro Bewohner beider Häuser lag schon Mitte der 90er Jahre bei nur noch 5.000 kWh statt den zuvor 18.000 kWh. Der erreichte Pro-Kopf-Verbrauch nach der ersten Sanierungsstufe ist äquivalent mit etwa 8.000 Jahreskilometer in einem Mittelklassewagen (7 l Benzin/100 km). Diesen CO₂-Rucksack der Heizenergie mussten alle 10 Bewohner:innen tragen – auch die Alten und die Kinder. Für eine konsequente Wärmewende war aber noch viel Luft nach oben, über die im nächsten Teil dieser Artikelserie zu berichten ist. ■

Anzeige

S+S Datentechnik für den Holzbau GmbH

3D Holzbausoftware
abbund.com

Sanierung von Gebäuden aus der Bauboomzeit

Teil 2: Schritt für Schritt zur Effizienzklasse A

Vor genau einem Jahr, im *Heft 6/2023*, begann der Autor den Praxisbericht über seine Sanierungsmaßnahmen eines Gebäudes aus den frühen sechziger Jahren. Das Prinzip: Wenn schon sowieso Umbau- und Modernisierungsmaßnahmen anstehen, ist dies die beste Gelegenheit, auch die wärmetechnische Verbesserung konsequent in Angriff zu nehmen. In diesem zweiten Teil wird die Fortsetzung dieser Methode in den letzten 25 Jahren nicht nur baulich dokumentiert, sondern es wird auch an den realen Verbrauchsdaten für Heizung und Warmwasser deutlich, welche Maßnahmen wie erfolgreich waren – oder auch nicht. Am Ende gelang es, mit dieser Sanierungsphase für die beiden Reihenhäuser die Effizienzklasse A zu erreichen.

Autor:
Robert Borsch-Laaks,
Sachverständiger für Bauphysik,
Aachen

Das Problem von Loggien und Artverwandtem

Man nennt sie kompakt, die Gebäude, welche mit möglichst wenig thermischer Hüllfläche ein Maximum an beheizter Wohnfläche bieten können. Dies anzustreben ist besonders wichtig, wenn es um freistehende Einfamilienhäuser geht, die von Natur aus das ungünstigste A/V-Verhältnis (Außenfläche pro umbauten Volumen) aufweisen. Reihenhauseilen brauchen nicht nur weniger Grundstücksfläche, sie haben auch 40 bis 60% weniger wärmeabgebende Außenwandflächen, je nach dem Verhältnis von Gebäudebreite zur Gebäudetiefe.

Wenn allerdings die bestehende Geometrie durch Loggien, einspringende Hauseingänge und Gartenausgänge (s. Abb. 1) zerklüftet wird, entstehen gleich drei Probleme:

- Verlust an Wohnfläche gemessen an dem, was auf der überbauten Fläche möglich wäre
- Vergrößerung der Außenflächen im EG und auch beim späteren Dachausbau durch den Rücksprung der Loggia
- Starke Wärmebrückeneffekte durch auskragende Betonplatten und an den Wandversprüngen.

Der Anbau: Mehr Wohnfläche – weniger Wärmeverlust

Der Wunsch der zweiten Eigentümergeneration der Vielzahl dieser Reihenhauseilen in meinem Viertel ist mittlerweile zu einem „Patchwork“ der mehr oder weniger intelligenten und ansehnlichen Einbeziehung der Loggien und Freisitze in den Wohnbereich geworden

Mein eigenes Reihenhauseil in diesem Ensemble war Zweifamilienhaus mit knapp neun Meter Breite und zwei abgeschlossenen Wohnungen in den beiden Vollgeschossen. Dessen Sanierung und Dachausbau auf den Niedrigenergiestandard der 90er Jahre wurde im *Heft 6/2023* behandelt. Es hatte zur Beseitigung des Loggia-Problems eine besondere Herausforderung: Für die Eigentümer der oberen WEG-Wohnung sollte vom Loggiabereich ein direkter Zugang zum gemeinsam genutzten Garten erstellt werden.

Dies gelang in Verbindung mit einer Wohnraumerweiterung entsprechend einem ungewöhnlichen Entwurf des



Autors. Ein dreieckiger Grundriss des Vorbaus (s. Abb. 2) ermöglichte eine gewendelte Außentreppe, die platzsparend neben dem Kellerabgang enden konnte.

Wie schon bei einer Sanierung des alten Vorbaus, mit dem mein Vater schon 1968 den Freisitz im Haus 32 zum Wohnraum erweiterte, wurde die Betonbrüstung der Loggia abgerissen (Abb. 2 a) und im EG ein Holzbau vorgesetzt (Abb. 2 b) – mit hohem Wärmeschutz und mit bodentiefen Verglasungen zur großzügigen Belichtung der erhöhten Raumtiefen. Die Fenster hatten schon 2002 passivhaus-taugliche Qualität.

Der Zugewinn von 11 m² Wohnfläche für die untere Wohnung schaffte vor allem eines: Der gemeinschaftlich genutzte Wohnraum meiner vierköpfigen Familie erweiterte sich um mehr als 30% mit vielfältigen neuen Ausblicken und einer Holzterrasse auf den alten Betonplatten (Abb. 3).

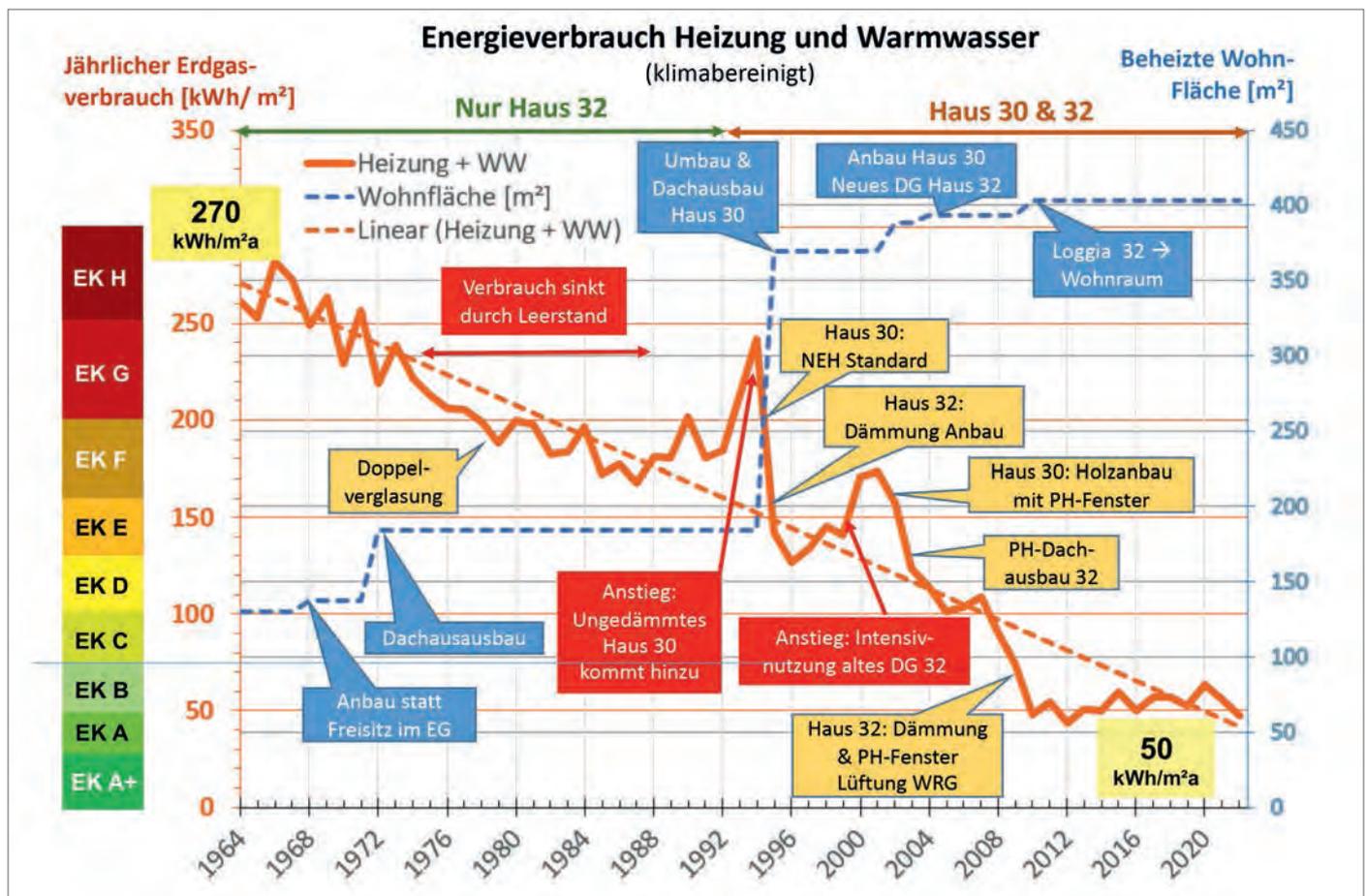
Meine Planung war eigentlich, auch das OG in diesen Anbau einzubinden. Aber die Mitbesitzer wollten lieber einen Wintergarten haben.

Abb. 1: Eine Reihenhauseile (Baujahr 1963). Das zweite Haus von rechts zeigt die ursprüngliche Fassade der Gartenseite mit Loggia im OG und Rücksprung im EG am Austritt auf die Terrasse. Die anderen Gebäude dokumentieren verschiedenen Maßnahmen der (wechselnden) Eigentümer, um den versenkten Wohnraum zu erweitern und gleichzeitig den Wärmeverlust zu minimieren.

Alle Fotos vom Autor

Abb. 2: Anbau statt Loggia und Freisitz. a) Abriss der Brüstung der Loggia b) Anbau in Holzrahmenbauweise c) Obergeschoss mit Wintergarten und neuen Verkehrswegen





Die energetische Zwischenbilanz

Die Auswertung im Heft 6/2023 zu den realen Gasverbräuchen für Heizung und Warmwasser reichte bis zum Jahr 1996. Sie zeigten, dass für die beiden Nachbarhäuser im Familienbesitz durch die NEH-Sanierung des in 1992

hinzugekommenen Hauses Nr. 30 die Obergrenze der Effizienzklasse D (= 130 kWh/m²a) erstmalig erreicht wurde.

- In der ergänzten Verbrauchswerte bis ins Jahr 2022 werden in der obestehenden Grafik auch die Auswirkungen der weiteren Sanierungsstufen dokumentiert:

Noch in den späten neunziger Jahren erfolgten einige wärmetechnische Verbesserungen im Haus 32 (Außen-dämmung der verputzten Fas-

sade der Straßenseite mit neuer 3-fach verglaster Haustür, Sanierung des Anbaus im EG (s. Abb. 4), Erneuerung der verwitterten Südwestfenster)

Dennoch stieg der Verbrauch wieder um zwei Klassenstufen nach oben (bis 175 kWh/m²a). Die Ursache: Die intensive Nutzung des alten Dachausbaus aus den früheren 70ern im Haus Nr. 32 als RBL-Büro.

Es herrschte ein unerträgliches Raumklima bei der Arbeit: Im Sommer Überhitzung bei nur 3 cm EPS-Dämmung,

Im Winter auch bei hohen Raumtemperaturen alles andere als thermische Behaglichkeit in Folge der heftigen Zugerscheinungen der hochgradig undichten Ausbauhülle (n_{50} -Wert > 16 1/h).

Dieser Leidensdruck führte zur Generalerneuerung des Büros mit einer Holzbauaufstockung im Passivhausstandard, die 2003/2004 umgesetzt

Abb. 4: Erweiterung des Anbaus in Haus 32 im Holzrahmenbau neuen Fenstern im NEH-Standard und Erneuerung der Terrassenüberdachung.

Abb. 3: Ein Blick aus Wohnraumerweiterung in den Garten. Wo die Stütze steht, war zuvor die zurückversetzte Außenwand des EG mit kleinen Fenstern.



wurde. Details zum Bau nach der Devise „Abreißen – neu machen“ und die folgenden 20 Jahre praktische Erfahrung ohne Wiederanschluss an das Heizsystem des Hauses sind in Heft 4/2023, S. 24 ff. nachzulesen. Ein erfolgreiches Experiment, zur Selbsterfahrung dessen, wie wenig Energie Passivhäuser fürs Bewohnen brauchen können.

Flankiert wurden diese bautechnischen Maßnahmen mit einem neuen Brennwertkessel und einer zweiten Solaranlage mit 700 Liter Pufferspeicher für beide Häuser. Das Ergebnis: Der Verbrauch lag in den folgenden Jahren in der Nähe der Untergrenze des Effizienzklasse D (100 kWh/m²a).

Der nächste Generationswechsel

Wie schon zuvor mussten erst noch zwei weitere Generationswechsel erfolgen, um die Möglichkeit zu eröffnen, weitere Verbesserungen des energetischen Standards zu erreichen – vor allem in meinem Elternhaus (Haus Nr. 32) unter meinem neuen Büro.

Der erste Wechsel entstand unerwartet durch den Verkauf des Reihenendhauses (Haus Nr. 34) an eine junge Familie mit 3 Kindern. Sie folgten der Empfehlung des hinzu gezo-

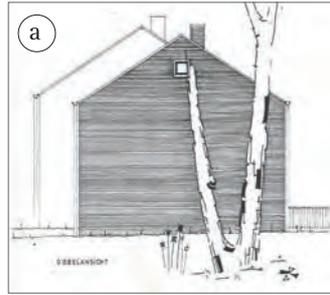


Abb. 6:
Nachbarschaftliche Wärmedämmung an der Grundstücksgrenze.
a) Die Aufgabe: Versatz in der Reihenhäuserzeile (schraffiert: Haus 34. Umriss: Haus 32)
b) Dämmung von Nr. 34 auf dem Nachbargrundstück rumgezogen beseitigt auch die Wärmebrücke des Anbaus von Nr. 32. Rote Linie: Grundstücksgrenze
c) Die andere Seite: Ringsum ein geschlossener Dämmmantel an den Wand- und Dachanschlüssen beider Häuser.

genen, energiebewussten Architekten, sämtliche Außenwände außen mit einem WDV-System zu dämmen. Dabei gab es aber ein Problem. Durch einen horizontalen und einen vertikalen Versatz der Gebäude (s. Abb. 6 a) wurden ich gefragt, ob ich einverstanden wäre, wenn die Dämmung an der Gartenseite um die Gebäudekante auf meinem Grundstück rumgeführt werden könnte.

„Kein Problem, wenn gleiches an der Straßenseite zu unserem Vorteil auch erfolgt“, war meine Antwort. So entstand eine nachbarschaftliche Win-Win-Situation, weil es auch im allseitigen Interesse war, die gravierenden Wärmebrücken an den Trennwänden der beiden Häuser zu erledigen (s. Abb. 6 b/c).

Abb. 5:
Die beiden Häuser in der Drei Rosen Straße im Jahr 2005. Blick auf die Straßenseite. Links: Haus 30 | Rechts: Haus 32.



Das Ende der letzten Loggia

Dann kam das Frühjahr 2009, in dem sich meine Tante im 1. Stock und meine Mutter im Erdgeschoss meines Elternhauses kurz nacheinander den Himmel verabschiedeten. Da nun genügend Erfahrungen über die Wirksamkeit des Wärmeschutzes vorlagen, waren die Planungsvorgaben für die Sanierung eindeutig:

Im Obergeschoss wurde die Loggia, die zuvor allenfalls zum Wäscheaufhängen im Sommer genutzt wurde, in den Wohnbereich einbezogen und der Wohnungsgrundriss auf die heutigen Mieterwünsche angepasst (Abb. 7 a).

Die erforderlichen neuen Fenster – natürlich in einer Holzrahmenkonstruktion eingebaut – erhielten ein Produkt der zweiten Generation der optimierten Passivhausfenster mit außenliegenden Raffstoren aufgrund der großflächigen Süd-West-Orientierung (Abb. 7 b).

Ein etwas anderes Innendämmkonzept

Mein persönlicher Denkmalschutz (Erhalt der steinsichtigen Fassaden auf beiden Hausseiten) konnte nun nach über 30 Jahren Bewährung der Innendämmungen im Nachbarhaus sorgenfrei angegangen werden. Bei den vorbereitenden Arbeiten wurden die inneren Betonfensterbänke gekappt, so dass die Heizkörpernischen wärmebrückenfrei in die Zellulosedämmung einbezogen werden konnten. Bei einem, einige Jahre zuvor montierten Austauschfenster erlaubte der Umbau die Inspektion der Leibungsdämmung aus Holzfaserdämmplatten:

Abb. 7:
Dritter Generationswechsel: Loggia wird Wohnraum
a) Durchbrüche für die Erweiterung und die Entfernung von Innenwänden schafft neue Wohnqualitäten
b) HRB-Anbau aus EG (s. Abb. 4) wird ins OG verlängert und mit hochwertigen, solaroptimierten PH-Fenstern ausgestattet.



Kein Schimmel, weder an den Innenoberflächen noch hinter den Dämmplatten (Abb. 8 a).

Die Innendämmung erfolgte wieder durch ein vorgestelltes Holzständerwerk, das aber diesmal eine Doppelbeplankung mit OSB- und Gipsplatten erhielt (Abb. 8 b). Diese Kombination hatte sich zwischenzeitlich als eine robuste Alternative für den vermieteten Wohnraum erwiesen. Seine bauphysikalische Tauglichkeit hatten auch hygrothermische Simulationen erwiesen, die ich in dieser Zeitschrift schon in *Heft 2/2014* veröffentlicht hatte.

Die Innenschale kann auch als Installationsebene genutzt werden, wenn die Fenster an den Innenputz luftdicht angeschlossen werden. Ist dies nicht möglich, weil z. B. Fensteröffnungen geändert wurden, sollten die inneren Beplankungen zur Luftdichtigkeitsebene werden und die Blendrahmen hiermit verbunden werden (Abb. 8 c)

Die Wärmebrückenanalysen zum Fenstereinbau brachten allerdings zu Tage, dass die Position des Fensters im neuen innen gedämmten Wandquerschnitt einen erheblichen Einfluss hat. Dort, wo die bereits erneuerten Fenster an der historischen Position belassen werden mussten (außen an der Vormauerschale), ergab sich ein ψ -Wert von 0,13 W/mK. Dies erhöhte den Gesamtwärmeverlust gegenüber dem U_w -Wert des Fensters allein um 40%.

Auf der Gartenseite musste das Fenster wegen der außenliegenden Verschattung an der Innenseite der Bestandswand montiert werden (Abb. 6 c). Der angenehme Nebeneffekt: Der Einbau- ψ -Wert kann praktisch vernachlässigt werden und beträgt nur noch 0,02 W/mK (dokumentiert in einem Artikel in *Heft 5/2009*, S. 17.).

• **Merke:** Die Fenster mit einem äußeren Leibungsbrett am Anschlag der Vormauerung anzuschließen, ist bei Innendämmungen immer wärmetechnisch vorteilhaft.



Abb. 8:
Varianten zur Innendämmung:
a) Leibungsdämmung mit Holzfaser hat sich bewährt
b) Robust: Ständerwerk mit OSB- und Gipsbeplankung. Rote Linie: Luftdichter Anschluss Fenster – Mauerwerk.
c) Bei Raffstoren rückt das Fenster nach innen. Luftdichtung mit feuchtevariabler Dampfbremse an OSB.



Das Heizenergiefazit der Maßnahmen

Die Fortschreibung der jährlichen Messung der energetischen Realverbräuche pendelte sich nach den letzten Umbaumaßnahmen über mittlerweile mehr als 10 Jahre bei etwa 50 kWh/m²a – also bei Effizienzklasse A ein (s. Grafik S. 43). Das heißt:

• **Der wohnflächenbezogene Heizenergieverbrauch der beiden Reihenhäuser konnte Schritt für Schritt um etwa 80% gesenkt werden.**

Um dies zu erklären, ist allerdings ein technischer Nachtrag erforderlich:

In meinem Büro konnte ich ab 2004 positive Erfahrungen mit der ersten Generation der kleinen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung für Einzelwohnungen sammeln. Deshalb war solches auch für die zu sanierenden Mietwohnungen angesagt. Dies konnte 2009 schon mit flachen Wärmetauschereinheiten realisiert werden. Diese wurden im Treppenhaus platzsparend unter der Decke zum Dachgeschoss montiert (Abb. 9). Dank der kompakten Grundrisse erzeugten wenige Kernbohrungen und ein kurzes Rohrnetz einen sehr überschaubaren Einbauaufwand.

Das Erdgeschoss, das schon vorher – von meinem Vater initiiert – einen sehr offenen Wohnungsgrundriss hatte, erhielt für 70% der Fläche ein kompaktes WRG-Lüftungsgerät mit direktem Außenwand-

anschluss ohne interne Rohrleitungen. Für Bad und Schlafzimmer vertrauten wir dort aufgrund der wärmebrückenfreien Wanddämmungen auf die gelegentliche Fensterlüftung der neuen Nutzer.

Der CO₂-Fußabdruck der Bewohner

Die Bewertung der Heizenergieeffizienz der Wohngebäude über den Verbrauch pro m² Nutzfläche hat einen großen Haken, den die Grafik in Abb. 10 zeigt: In den letzten Jahrzehnten konnte durch Energiesparmaßnahmen dieser Kennwert um 45% gesenkt werden (Rote Kurve und vertikale Achse). Aber gleichzeitig stieg die

Wohnfläche pro Person um 100% (weiße Kurve und vertikale Achse). Unterm Strich blieb der Energiebedarf pro Bewohner etwa auf dem gleichen Niveau wie vor 50 Jahren, als der Neubauboom voll in Fahrt war. Waren also all die technischen Sparmaßnahmen nur vergebene Liebesmüh?

Was wäre eigentlich das Ziel für einen klimaschonenden Fußabdruck der Menschen in unserem hoch entwickelten Land?

• **Um die globale Grenze von max. 2° C Erwärmung des Weltklimas einzuhalten, darf jeder Mensch auf dieser Erde max. eine Tonne CO₂-Emissionen pro Jahr verursachen.**



Abb. 9:
Kompaktes, flaches Lüftungsgerät mit Wärmetauscher für die obere Wohnung. Einbau erfolgt im Treppenhaus in eine Deckenabhängung mit Revisionsöffnung z. B. für den Filterwechsel.

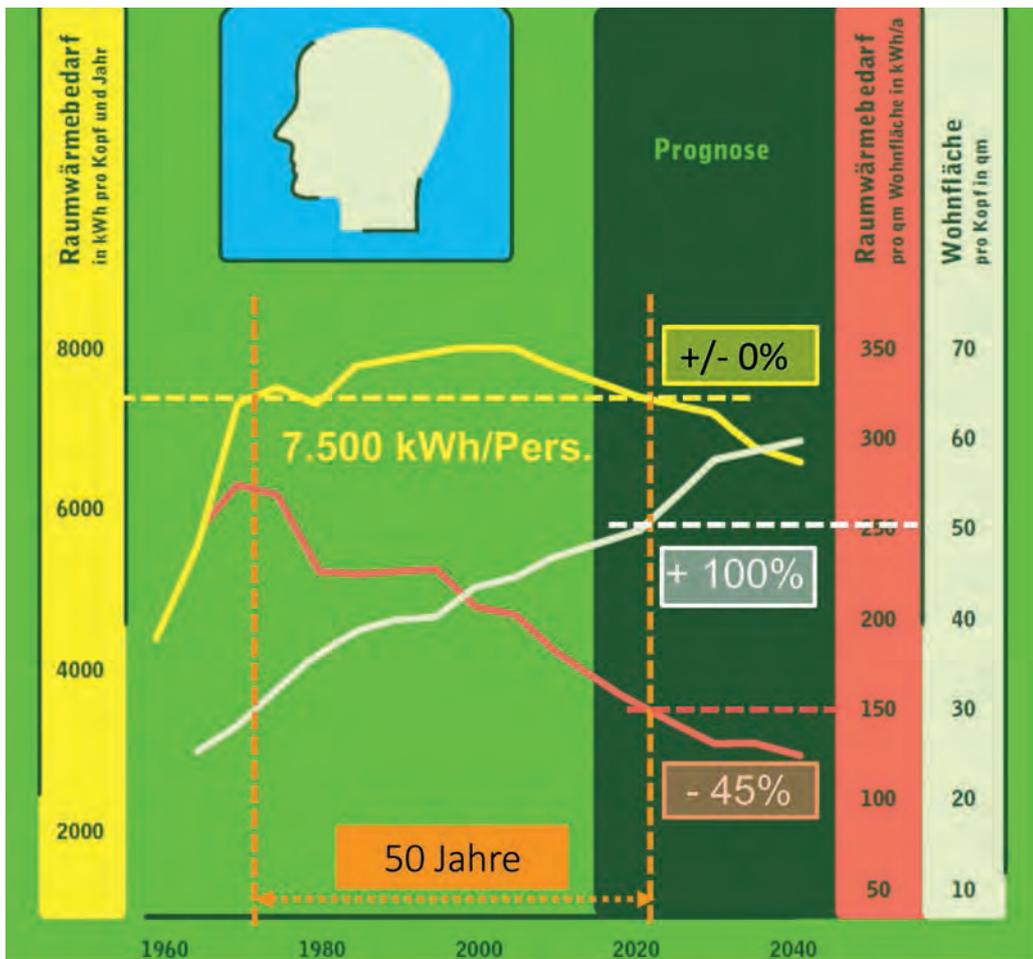


Abb. 10:
Historischer Verlauf der Energieeffizienz beim Raumwärmebedarf.
Grafik: Böllstiftung „Fakten Wärmewende“.
Datenquelle: Wuppertalinstitut

Es ist bekannt, dass viele Menschen in den ärmeren Ländern dieses Planeten immer schon weniger zu verantworten haben. Aber können wir in den wohlhabenden Staaten das auch erreichen? Dazu müssten wir in Mitteleuropa unseren Emissionen um etwa 90% (!) senken. Ist das möglich?

Machen wir es konkret am Beispiel der Sanierungsgeschichte der hier behandelten Gebäude:

Wenn die letzten Maßnahmen zur energiesparenden Sanierung (Ersatz des Wintergartens in Haus 30 durch eine Holzrahmenbau-Aufstockung, Umrüstung der letzten NEH-Fenster auf PH-Standard) und die Umnutzung des RBL-Büros zu einem Appartement (haustechnisch schon vorbe-

reitet) irgendwann erfolgt, könnten 12 Menschen mit je 34 m²/Person die beiden Häuser bewohnen. Das erinnert mich an meine Teenager-Jahre, als ich mit meinen Eltern und meiner Oma auf 125 m² das Haus 32 bewohnte. Es stand überdies noch ein Gästezimmer zur Verfügung, weil ich leider keine Geschwister hatte. Dieser Flächenbedarf war auch in den achtziger Jahren noch in etwa der Durchschnitt in Westdeutschland. Lebten wir damals in unerträglicher Enge?

Wenn die letzten baulichen Maßnahmen umgesetzt werden, könnte der Energieverbrauch pro m² noch mal um 10% sinken. Zur Umrechnung in CO₂-Äquivalente ist zu bedenken, dass die Emissionen aus der Erdgasversorgung zunehmend aus Fracking erfolgt. Bei einem realistischen Ansatz hierfür (0,6 kg CO_{2,eq}/ kWh), würden wir bei etwa 900 kg CO_{2,eq} pro Kopf landen. Das ist zwar weniger als eine to/Pers, aber was ist den Emissionen für Haushaltsstrom, Mobilität,

Konsum und alles andere, was Leben und Arbeiten im ganzen Land am Laufen hält?

Ist jetzt die Zeit für eine Wärmepumpe?

Es gibt noch eine technische Möglichkeit auf ein ganz anderes Niveau als persönlicher Verursacher zu kommen: Der Umstieg von der konventionellen, fossilen Heizung auf eine elektrische Wärmepumpe. Wir haben uns in der Hausgemeinschaft 2023 entschieden, diesen Weg einzuschlagen. Wir folgten dabei dem alt bewährten Motto beim Austausch von jeglichen Geräten energetisch ein Best Practice Angebot zu wählen.

- Ergebnis: In der darauffolgenden Heizperiode (2023/2024) haben wir für die 400 m² Wohnfläche nur rund 3.100 kWh Wärmepumpenstrom benötigt und dabei das 3,5-Fache an Umweltwärme für Heizung und Warmwasser gewonnen (Jahresarbeitszahl: 4,5).

Nun war der letzte Winter ein sehr milder. Klimabereinigt auf das langjährige Mittel umgerechnet (Division durch 0,74) dürfte der Wärmebedarf der Häuser bei 19.000 kWh/a liegen. Mit nur 47 kWh/m²a ist dieser wohnflächenbezogene Kennwert bis zu 10% niedriger als in den Jahren davor. Dies ist ein Hinweis darauf, dass durch die Umrüstung auch die Verluste des Gaskessels eingespart wurden.

Der Pro-Kopf-Verbrauch von WP-Strom der zur Zeit 8 Bewohner:innen liegt also 400 bis 600 kWh/a (real bzw. klimabereinigt). Beim aktuellen Strommix werden 0,38 kg CO_{2,eq}/kWh emittiert (Quelle: UBA). D. h. pro bewohnendem Mensch beträgt der CO₂-Fußabdruck für Heizung und Warmwasser zwischen nur noch 150 bis 210 kg/Jahr.

Dies entspannt gewaltig bei der Frage, mit welchem Lebensstil wir einen persönlichen Beitrag für den Umwelt- und Klimaschutz in unserem Lebensumfeld schaffen.

Über die technischen Feinheiten dieser Investition zu berichten, ist ein eigenes Thema, für das an dieser Stelle der Platz nicht reicht. Nur eines hat die Praxis uns schon klar bestätigt:

- Auch ohne den Aufwand einer Fußboden- oder anderen Flächenheizung können heute gute Luft-Wasser-Wärmepumpen hervorragende Arbeitszahlen erzielen, wenn der Wärmeschutzstandard auf einem guten Niedrigenergie-Niveau angekommen ist.

In diesem Sinne hoffe ich Ihnen, liebe Leser, aus der praktischen Umsetzung und den realen Verbrauchsdaten Hilfen für die Beratung Ihrer Kundschaft auf den Weg gegeben zu haben.

Wenn Sie Abonnenten der Zeitschrift sind, schicke ich Ihnen gerne alle 3 Artikel zu dieser Baugeschichte zusammen gefasst zu. Mail: post@rbl-bauphysik.de ■