

# Wärmeschutz bei Aufstockungen und Nachverdichtungen

Prof. Dr. Martin H. Spitzner  
HBC. Hochschule Biberach  
Biberach an der Riß, Deutschland





# Wärmeschutz bei Aufstockungen und Nachverdichtungen

## 1. Einleitung

Aufstockungen und Anbauten in Holzbauweise ermöglichen aufgrund ihrer typischerweise guten Wärmedämmung einen hohen thermischen Komfort im Winter, bei gleichzeitig relativ geringen Energiebedarf. Großzügige Fensterflächen helfen im Winter durch die eingefangene Solarenergie, Heizkosten zu sparen, müssen jedoch im Sommer effektiv verschattet werden, um die dann teilweise erwünschten solaren Energieeinträge zu reduzieren. Hinsichtlich der Vermeidung von Wärmebrücken, dem klimabedingten Feuchteschutz und der Sicherstellung der Luftdichtheit des neuen Gebäudeteils gelten die üblichen Anforderungen. Besondere Aufmerksamkeit ist in dieser Hinsicht den Anschlussstellen zwischen dem neuen und dem alten Gebäudeteil zu widmen. Gerade durch Aufstockungen oder durch Nachverdichtung mittels Ausbau des Dachgeschosses zu Wohnraum kann nicht nur der verfügbare Platz vergrößert werden, sondern gleichzeitig die Wärmedämmung des oberen Gebäudeabschlusses auf ein zukunftsfähiges Niveau gebracht werden.

Im Zusammenhang mit der Aufstockung bietet es sich an zu überlegen, ob nicht auch gleich der restliche Baukörper energetisch saniert werden sollte. Vor allem ist zu prüfen, ob nicht der finanzielle Mehraufwand für die zusätzliche energetische Sanierung des restlichen Baukörpers im Zusammenhang mit der Aufstockung geringer ausfällt als bei einer späteren, separaten Wärmedämmung des Gebäudes, weil einige Kosten für die Aufstockung ohnehin anfallen (z.B. Gerüst, Nacharbeiten der Anschlusspunkte zwischen altem und neuem Baukörper; ggf. Aufmauern von Giebelwand und Kniestock etc.). Bei Anbauten mit ihrem üblicherweise geringeren Eingriff in den bestehenden Baukörper werden häufig solche «Kosten-Synergieeffekte» kaum erzielbar sein.

## 2. Wärmebrücken

Bauteilanschlüsse im Holzbau haben typischerweise eine sehr geringe Wärmebrückenwirkung aufgrund der relativ guten Dämmwirkung des Konstruktionsbaustoffs Holz. Von daher wäre für Holzbauten die Einhaltung der Kategorie B nach der bevorstehenden Neuausgabe 2019 der DIN 4108 Beiblatt 2 anzustreben. Tatsächlich empfiehlt es sich aber im Holzbau, den Wärmebrückeneinfluss nicht pauschal zu berücksichtigen, sondern individuell detailliert, weil dies typischerweise in einem nochmals deutlich niedrigeren Wärmebrückenzuschlag resultiert.

Im Gegensatz zu flächigen Bauteilen werden in Deutschland an Wärmebrücken keine allgemeingültigen energetischen Mindestanforderungen gestellt; es gibt es auch keine verbindlichen Höchstgrenze für  $\Psi$ -Werte (eine hygienische Mindestanforderung wird sehr wohl gestellt, nämlich die Pflicht zum Einhalten des Schimmelpilzkriteriums nach DIN 4108-2, d.h. die Pflicht zur Vermeidung von Schimmelbildung bei üblicher wohn- und wohnähnlicher Nutzung und gleichmäßiger Beheizung und Lüftung).

Das nicht-normative Beiblatt DIN 4108 Beiblatt 2 gibt in Prinzipskizzen Planungs- und Ausführungsempfehlungen, wie der Einfluss von Wärmebrücken energetisch und thermisch vermindert werden kann. Es wurde in den letzten Jahren gründlich überarbeitet, aktualisiert und erweitert, und soll Mitte 2019 in einer neuen Fassung erscheinen. Zukünftig werden zwei Kategorien im Sinne von Niveaus definiert, wobei die Kategorie A eher dem bisherigen Niveau 2 entspricht (A wie «alt») und die Kategorie B einer weiter verbesserten Wärmebrückenvermeidung (B wie «besser»). Bezieht sich der Planer im EnEV-Nachweis oder in der Baubeschreibung auf Kategorie A oder B des Beiblatts, wird das dort definierte Niveau der Wärmebrückenverminderung verbindlich.

Der zusätzliche Wärmedurchgang durch alle relevanten Wärmebrücken eines Gebäudes kann im EnEV-Nachweis wahlweise detailliert oder pauschalisiert berücksichtigt werden: mit einem pauschalen Zuschlag von  $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  ( $0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  bei Innendämmung in Gebäuden mit Massivdecken) zu den U-Werten aller Hüllflächenbauteile; mit einem reduzierten pauschalen Zuschlag von  $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (Kategorie A) bzw.  $0,03 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (Kategorie B), wenn alle relevanten Wärmebrücken entweder der Kategorie A oder B aus DIN 4108 Beiblatt 2 entsprechen. Sind einzelne Wärmebrücken schlechter als die insgesamt gewählte Kategorie A oder B, ist ihr über die Kategorie hinausgehender Einfluss auf den Wärmebrückenzuschlag der betreffenden Kategorie aufzuschlagen («Kombinierter Wärmebrückenzuschlag», siehe auch DIN V 18599-2). Und schließlich darf der resultierende Wärmebrückenzuschlag für das Gebäude komplett individuell berechnet werden; dafür können die  $\Psi$ -Werte aller relevanten Wärmebrücken selber bestimmt oder aus Wärmebrückenkatalogen entnommen werden.

«Relevante Wärmebrücken» meint hier die Gebäudekanten, Laibungen (umlaufend) von Fenstern und Türen, sowie Decken- und Wandeinbindungen und Deckenaufleger. Andere linienförmige sowie einzelne punktförmige Wärmebrücken brauchen im Rahmen der EnEV nicht berücksichtigt zu werden. Eine Auflistung der zu berücksichtigenden und der vernachlässigbaren Wärmebrücken finden sich auch in genannten Wärmebrückenbeiblatt DIN 4108 Beiblatt 2, sowohl in der aktuellen als auch in der zukünftigen Fassung, dort noch etwas klarer strukturiert.

Als Orientierung seien die Festlegungen der DIN 4108 Beiblatt 2 für einen Anschluss von Holzkonstruktion (z.B. neue Aufstockung) an massive Bauteile (z.B. bestehender Altbau) wiedergegeben:

	<p>Gilt auch für Holzbauprodukte mit Innendämmung anstelle der Außendämmung bzw. zusätzlicher Innendämmung</p>	<p><math>\leq 0,13</math></p>	<p>B</p>
	<p>Gilt auch für Holzbauprodukte mit Innendämmung anstelle der Außendämmung bzw. zusätzlicher Innendämmung</p>	<p><math>\leq 0,06</math></p>	<p>B</p>

Abbildung 1: Beispielausführungen für den Anschluss von Außenwänden in Holzbauweise an die Kellerdecke um beheizten Keller bei monolithischer Kellerwand (oben) bzw. außengedämmter Kellerwand (unten) aus dem Neuentwurf der DIN 4108 Beiblatt 2:2019. Spalte 3 ist der Referenz- $\Psi$ -Wert für den rechnerischen Gleichwertigkeitsnachweis, Spalte 4 die WB-Kategorie (A oder B) des Anschlussbeispiels.

### 3. Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen

Der Nennwert der Wärmeleitfähigkeit (declared value mit Index «D») wird nach europäisch standardisierten Mess- und Statistikverfahren aus einzelnen Labormesswerten der Wärmeleitfähigkeit bestimmt und vom Hersteller oder von einem Prüfinstitut festgelegt. Er stellt die vom Hersteller zugesicherte Eigenschaft des gehandelten Dämm- oder Baustoffes dar, unter den in den Messvorschriften genannten Laborbedingungen und für neues, trockenes Material. Er ist immer auf dem Dämmstoffetikett bzw. in der Leistungserklärung des Herstellers angegeben.

Demgegenüber berücksichtigt der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit die «Einsatztemperatur und -feuchte» des Materials, welche einen spürbaren Einfluss auf die Wärmeleitfähigkeit haben können. Dadurch kann die Dämmwirkung des Materials im Gebäude schlechter als der deklarierte Nennwert sein. Die energetischen Berechnungen sollen aber dem langjährigen Gebrauchszustand des Dämm- oder Baustoffs im tatsächlichen Gebäude entsprechen. Deshalb wird der Nennwert auf den Bemessungswert umgerechnet, als gebrauchstypische Wärmeleitfähigkeit, teilweise inkl. Sicherheitszuschlag.

Nachdem der Hersteller nicht unbedingt weiß, unter welchen klimatischen Bedingungen sein Produkt eingesetzt wird, muss er in seiner Leistungserklärung nur den Nennwert zusichern. Er darf aber den zugehörigen Bemessungswert auf dem Dämmstoffetikett und in seiner Technischen Dokumentation mit angeben. Ist der Bemessungswert nicht angegeben, ist es Aufgabe und Verantwortung des Planers, aus dem deklarierten Nennwert den für das jeweilige Material und den jeweiligen Einsatzort (geographisch und im Gebäude) zutreffenden Bemessungswert zu ermitteln. Für diese Umrechnung bestehen national unterschiedliche Regelungen, welche je nach Ort der Anwendung zu berücksichtigen sind.

Beim Einsatz loser Wärmedämmstoffe in Hohlräumen von Holzständerwänden ist ein angemessenes Formstabilität des Wärmedämmstoffs über die Lebensdauer sicherzustellen. Hinsichtlich experimenteller Untersuchungen zum Setzungsverhalten loser Dämmstoffe und zu deren Auswirkung auf die Wandoberflächentemperatur sei z.B. auf [1] [2] verwiesen.

### 4. Sommerlicher Wärmeschutz

Das sommerliche Temperaturverhalten eines nicht klimatisierten Aufenthaltsraums wird maßgeblich bestimmt von:

- Außenklima
- Sonneneinstrahlung
- Fensterfläche, -orientierung und -neigung
- Gesamtenergiedurchlassgrad der Fenster inklusive deren Sonnenschutz
- Lüftungs- und Wohnverhalten der Nutzer (um das Raumklima behaglich kühl zu halten, müssen die Wärmezufuhr von außen, d.h. Nutzung der Verschattungseinrichtungen bei Sonnenschein, und der Wärmegewinn in den Räumen, d.h. Abwärme von Geräten, möglichst gering und die Wärmeabfuhr nach außen über erhöhte Nachtlüftung möglichst groß gehalten werden)
- Wärmespeicherverhalten des betrachteten Raumes: Es sollten (raumseitig!) Speichermassen mit direktem Kontakt zur Raumluft zur Verfügung stehen, um tagsüber den Anstieg der Raumtemperatur wirksam zu begrenzen.
- baulicher Wärmeschutz (U-Wert) der Außenbauteile.

Diese Aspekte sind vom Planer in der Gebäudekonzeption und der Planung zu berücksichtigen und entsprechende Vorkehrungen zu treffen, um möglichst durch bauliche Maßnahmen einen angenehmen thermischen Komfort im Sommer im Gebäude zu ermöglichen, und Kühlenergiebedarf zu vermeiden oder gering zu halten.

Im Rahmen des Nachweises nach Energieeinsparverordnung (Deutschland) ist bei beheizten Gebäuden der Nachweis eines ausreichenden sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 zu führen. Dafür steht in der Norm mit dem so genannten Sonneneintragskennwertverfahren ein einfaches Handrechenverfahren zur Verfügung, welches auch die Berücksichtigung verschieden schwerer Bauweisen, erhöhter Nachtlüftung und von passiver Kühlung gestattet. Dieses Handrechenverfahren ist ein einfacher ingenieurmäßiger Nachweis unter Berücksichtigung der wichtigsten Einflussfaktoren. Es soll sicherstellen, dass im Sommer in Gebäuden auch ohne Kühlmaßnahmen keine unzumutbar hohen Temperaturen über längere Zeiträume auftreten. Das Sonneneintragskennwert-Verfahren passt als Tabellenkalkulation auf 2 bis 3 Seiten, welche, ausgefüllt und ausgedruckt, dem EnEV-Energieausweis beigelegt werden können [3]. Alternativ kann im Zuge der detaillierten Planung des Gebäudes eine genaue Berechnung der zu erwartenden sommerlichen Raumtemperaturen mittels einer dynamischen Gebäudesimulation vorgenommen werden. Hierfür stehen dem Fachplaner verschiedene Simulationsprogramme zur Verfügung.

Besonders gefährdet hinsichtlich sommerlicher Überhitzung sind Räume, bei denen eine starke Sonneneinstrahlung (z. B. große Süd- bis Westfenster) und geringe Speichermassen (z. B. Großraumbüros, Räume mit abgehängter Decke, leichte Bauweise und Holzbau, Räume im Dachgeschoss, Innendämmung) zusammenkommen. Es sollte darauf geachtet werden, dass raumseitig genügend schwere, wärmespeichernde Bauteile mit direkter Raumanbindung als Speichermasse verbleiben.

Die Begrenzung der direkten Sonneneinstrahlung in den Raum ist die wichtigste Maßnahme zur Wahrung einer angenehmen Raumtemperatur im Sommer. Dies ist vor allem eine Aufgabe des Planers bereits bei der Grundkonzeption des Gebäudeentwurfs. Am einfachsten ist dies durch eine außenliegende Sonnenschutzvorrichtung zu erreichen.

Einen praktisch vernachlässigbaren Einfluss auf die sommerliche Raumtemperatur hat die Materialart des Dämmstoffs; der Einfluss beträgt im Massivbau nur wenige Zehntel Grad und im Leichtbau bis zu etwa 1 Grad. Dies liegt darin begründet, dass der Energieeintrag durch die (gut gedämmten) opaken Bauteilflächen völlig unerheblich ist gegenüber jedem durch die Fenster [4].

Für den Nachweis wird generell nur der vermutlich kritischste Raum betrachtet. Ist dort die Anforderung eingehalten, gilt die Einhaltung für alle anderen Räume des Gebäudes. Bestehen Zweifel, welcher der Räume der vermutlich kritischste ist, weist man die zwei oder drei ungünstigsten Räume nach.

Das Handrechenverfahren der Norm ist anwendbar für eingeschossige Raumsituationen mit quadratischem oder mehr oder weniger rechteckigem Raumgrundriss, in etwa senkrechten Umschließungsflächen, und mit Fenstern in nicht mehr als 2 Fassaden. Es ist ebenso anwendbar für normalhohe Räume unter Dachschrägen, auch mit Dachflächenfenstern. Aus Vereinfachungsgründen gilt es auch für Maisonette-Wohnräume mit Galerie. Es gilt nicht für Atrien, mehrgeschossige Räume, Räume mit stark von einem Quadrat abweichendem Grundriss («Schläuche») etc.

Bei 1- und 2-Familienhäusern mit Rollläden an den Ost-, Süd- und Westfenstern kann generell auf eine Nachweisführung verzichtet werden; der sommerliche Mindestwärmeschutz gilt dort als eingehalten, weil die Nutzer ausreichende Eingriffs- und Ausweichmöglichkeiten haben. Ähnliches gilt für Räume hinter unbeheizten, zum Aufenthaltsraum hin abgeschlossenen Glasanbauten, wenn der unbeheizte Glasvorbau einen Sonnenschutz mit einem Abminderungsfaktor  $F_c \leq 0,35$  und Lüftungsöffnungen im obersten und untersten Glasbereich hat, die zusammen mindestens 10% der Glasfläche ausmachen, und der dahinterliegende nachzuweisende Raum nur über den Glasvorbau belüftet wird.

## 5. Luftdichtheit

Seit November 2018 liegt, nach jahrelanger Erarbeitung, eine deutsche Norm zur Prüfung und nachvollziehbaren Bewertung der Dauerhaftigkeit von Klebeverbindungen mit Klebebändern und Klebemassen zur Herstellung von luftdichten Schichten vor: DIN 4108-11:2018-11. Sie stellt, «aufbauend auf bereits vorhandene Prüfverfahren und den Ergebnissen von Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der luftdichten Verklebung, geeignete Prüfverfahren für die Bewertung der Dauerhaftigkeit von Verklebungen mit Klebebändern und Klebemassen» bereit, und legt «Mindestanforderungen zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Klebeverbindungen unter Verwendung von Klebemitteln zur Herstellung luftdichter Schichten fest» [DIN 4108-11:2018-11].

Eine möglichst luftdichte Ausführung der Gebäudehülle ist vor allem aus Feuchteschutzgründen wichtig. Anderenfalls kann warme, feuchte Raumluft durch Undichtheiten der Gebäudehülle nach außen strömen. Dabei kann es an kalten Stellen innerhalb der Konstruktion zu Kondensatbildung und Schimmelpilzwachstum kommen. Dies kann letztlich zur Schädigung oder gar Zerstörung von Konstruktionsteilen führen.

Aber auch unter dem Aspekt der Energieeinsparung ist die Luftdichtheit der Gebäudehülle zu sehen. Bei freier Lüftung (Fensterlüftung) beträgt der Lüftungswärmeverlust bei gut gedämmten Neubauten zwischen 30 und etwa 50 % der gesamten Wärmeverluste. Ähnlich wie bei den Wärmebrücken gilt auch hier, dass der prozentuale Anteil der Lüftungswärmeverluste mit zunehmender energetischer Qualität der Gebäudehüllfläche ansteigt. Dementsprechend ist darauf zu achten, dass die Gebäudehülle möglichst wenig ungeplante Undichtheiten enthält, durch die ein unkontrollierbarer Luftwechsel stattfindet. Lüftungsanlagen (ohne, vor allem aber mit Wärmerückgewinnung) können die Lüftungswärmeverluste reduzieren bei gleichzeitiger Sicherstellung einer guten Raumluftqualität und hohem Nutzerkomfort.

Hervorzuheben ist, dass die erforderliche Lüftung eines Gebäudes planmäßig über natürliche Lüftung (Fensterlüftung), durch Lüftungseinrichtungen (z. B. Aussenwanddurchlass, Lüftungsgitter) oder durch mechanische Lüftung erfolgt, nicht durch mehr oder weniger zufällige Undichtheiten der Gebäudehülle wie undichte Bauteilanschlüsse, undichte Durchdringungen, undichte Fenster etc. Der Luftdurchgang durch solche Undichtheiten ist zu stark abhängig von der momentanen Wind- und Luftdrucksituation, um eine sichere, ausreichende, energieeffiziente Lüftung sicherzustellen – und beinhaltet keine Wärmerückgewinnung.

Auch für die Fugestelle zwischen dem bestehenden Gebäude und der neuen Aufstockung ist die Luftdichtheit dauerhaft sicherzustellen. Dabei kommen grundsätzlich dieselben Ausführungsmöglichkeiten wie bei vergleichbaren Fugen im restlichen Gebäude in Betracht. Besonders hinzuweisen ist im Zusammenhang mit der Luftdichtheit auch z.B. auf folgende Detailpunkte: alle Bauteilanschlüsse im Dach- und Fensterbereich, alle Durchdringungen im Dach, Mauerkronen bei Lochsteinen, Bereiche hinter abgehängten Decken und Spülkästen etc., Ständerwände und vorgesetzte Innenschalen.

## Literatur und Quellen

Der Text wurde zusammengestellt, überarbeitet und ergänzt aus folgenden Quellen:

Spitzner M. H.: Sommerlicher Wärmeschutz. In: Kalksandstein-Planungshandbuch, 2018. Downloadbar unter [www.kalksandstein.de](http://www.kalksandstein.de).

Spitzner M. H., Sprengard C: Winterlicher Wärmeschutz. In: Kalksandstein-Planungshandbuch, 2018. Downloadbar unter [www.kalksandstein.de](http://www.kalksandstein.de).

DIN 4108 Beiblatt 2:2019 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele. Neuausgabe 2019 (in Bearbeitung).

DIN 4108-11:2018-11: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 11: Mindestanforderungen an die Dauerhaftigkeit von Klebeverbindungen mit Klebebändern und Klebemassen zur Herstellung von luftdichten Schichten.

- [1] Cammerer J., Spitzner, M. H., Treiber G., Schmitt H., Heinz G.: Settling and acceptable size of gaps in loose-fill thermal insulation in walls. In: Carmeliet J., Hens H., Vermeir G. (Hrsg.), Research in Building Physics; Proceedings of the 2nd International Conference on Building Physics 14.-18 09.2003, Leuven, Belgien; S. 545-553. Lisse/NL: A.A. Balkema 2003.
- [2] Spitzner M. H.: Im Winter warm, im Sommer heiss? Wärmeschutz und Energieeinsparung. 11. Internationales Holzbauforum, Holz wird zum Markenzeichen – Der Holz(haus)bau und seine vielen Gesichter, Garmisch-Partenkirchen, 07.-09.12.2005, Tagungsband (2006).
- [3] Spitzner M. H.: Hitzeschutz – So rechnen Sie richtig. mikado 8/2014, S. 28-31.
- [4] Holm A., Sprengard C., Simon H.: Was im Sommer wirklich zählt. Hitzeschutz. Mikado Nr.8, 2013.