

46. Jahrgang  
4.2024

# B+B Bauen im Bestand

[www.bauenimbestand24.de](http://www.bauenimbestand24.de)

Professionell modernisieren, umbauen und instand setzen

Asbest: Bauen mit der Wunderfaser?

Hochwasser: Sanierung von Ölschäden

Innendämmung: Wie sich Wärmebrücken vermeiden lassen

Titelthema

Gebäudeschadstoffe



**RM** Rudolf Müller



Abb. 1: Zu einer wärmebrückenfreien Planung gehört, dass Transmissionsverluste so gering wie möglich gehalten sowie die wärmebrückenbedingte Absenkung der Bauteiloberflächentemperatur im Innenbereich minimiert werden.

# Nachweisführung von Wärmebrücken

**Planungstool für WDVS:** An die zeitgemäße Gebäudeplanung werden vielschichtige Anforderungen gestellt. Besonders im Fokus stehen für Planer und Bauherren die energetische Qualität des Gebäudes. Bauphysikalische Kenngrößen, wie Wärmedurchlasswiderstand beziehungsweise Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen der Gebäudehülle, sind hierbei nur die halbe Wahrheit. Im Ergebnis der energetischen Gebäudebilanzierung ist es ebenso bedeutend, wie Bauteilanschlüsse ausgebildet und Wärmebrücken in der Nachweisführung bewertet werden.

Dipl.-Ing. (FH) Achim Gebhart

Um der Forderung nach einer wärmebrückenminimierten Planung gerecht zu werden, wurde bereits vor einigen Jahren, auf die Initiative des Verbands für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e.V. (VDPM), ein WDVS-Planungsatlas entwickelt.

Zielsetzung war und ist es, die Planung von Wärmebrückenanschlüssen bei WDVS auf einfache und anwenderfreundliche Weise zu unterstützen.

## Wärmebrücken sind nicht immer vermeidbar

Die wesentlichen Ziele einer möglichst wärmebrückenfreien Planung bestehen darin, zwei wesentliche Auswirkungen einer Wärmebrücke zu vermeiden beziehungsweise zu minimieren. Zum einen sollen Transmissionsverluste durch unvorteilhaft ausgebildete Anschlusssituationen so gering wie möglich gehalten werden. Daneben soll eine wärmebrückenbedingte Absenkung der Bauteiloberflächentemperatur im Innenbereich minimiert werden, um Bauschäden oder gesundheitliche Beeinträchtigungen zu vermeiden (Abb. 1).

Wärmebrücken führen innerhalb der Gebäudehülle zu einem bereichsweise veränderten Wärmedurchgang im Bauteil. Dessen maßgebliche Einflussgrößen basieren auf geometrischen, konstruktions- und/oder materialbedingten Gegebenheiten. In der Heizperiode kann der wärmebrückenbedingte Wärmestrom zu raumseitig niedrigeren Oberflächentemperaturen, gegenüber den ungestörten Bereichen, führen. Die Folge einer niedrigen Innenoberflächentemperatur kann typischerweise Tauwasserausfall und Schimmelpilzbildung sein.



Abb. 2: Wahl des Bauteilanschlusses im WDV-Planungsatlas.

Eine Tauwasserbildung setzt ein, sobald die Innenoberflächentemperatur die Taupunkttemperatur unterschreitet. Beispielsweise ist dies bei einer Raumlufttemperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 Prozent ab einer Bauteilinnenoberflächentemperatur von 9,3 °C gegeben.

Im Hinblick auf die Raumhygiene gilt es durch die Konstruktion sicherzustellen, dass eine Schimmelpilzbildung vermieden wird. Hierzu darf eine maximale relative Feuchte von 80 Prozent auf der Innenoberfläche nicht überschritten werden. In der vereinfachten Betrachtung wird dieser Grenzwert durch eine minimal auf der Oberfläche entstehende Temperatur  $\theta_{si,min}$  sichergestellt. Unter Würdigung der Randbedingungen gemäß DIN 4108-2 kann von einer Schimmelpilzfreiheit dann ausgegangen werden, wenn eine Innenoberflächentemperatur von  $\theta_{si,min} \geq 12,6 \text{ °C}$  gegeben ist.

In der Praxis können Wärmebrücken konstruktionsbedingt nicht immer vermieden werden. Im Gegensatz zu flächigen Bauteilen, bei denen es zumeist leichter gelingt Wärmeverluste gering zu halten, können ungünstig ausgeführte Wärmebrücken den Gesamtwärmeverluste bedeutend erhöhen. Neben der rein technisch/planerischen Thematik ist es an dieser Stelle wichtig, sich mit den möglichen Nachweisverfahren der Wärmebrückenbewertung auseinanderzusetzen. Als ein wichtiges Arbeitsmittel zur Nachweisführung ist DIN 4108 Beiblatt 2, in der überarbeiteten Fassung von 2019, heranzuziehen. Das Beiblatt 2 unterstützt bei der Planung von energieeffizienten Gebäuden und zeigt mit einer Reihe von Ausführungs-/Planungsbeispielen verschiedener Anschlussdetails auf, wie deren Wärmebrückenwirkung vermindert werden kann.

Die Veröffentlichung der überarbeiteten Fassung des Beiblatt 2 im Jahr 2019 wurde in den Fachkreisen überwiegend positiv aufgenommen.

③	Dicke der Dämmschicht der Außenwand	d	<input type="text" value="0.120"/> m
③	Wärmeleitfähigkeit der Dämmschicht der Außenwand	$\lambda$	<input type="text" value="0.022"/> W/(mK)
⑤	Überdämmung der Fensterrahmen	h	<input type="text" value="0.030"/> m
⑤	Rahmenmaterial: 1 = Holz / 2 = Kunststoff / 3 = Alu	Mat	<input type="text" value="1"/>

#### Thermische Werte des Konstruktionsanschlusses (Zwischenwerte können linear interpoliert werden)

Wärmedurchgangskoeffizient Regelbauteil "Außenwand"	U	<b>0.17</b> W/(m²K)
Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	$\psi$	<b>0.037</b> W/(mK)
Minimale Oberflächentemperatur im beheizten Raum	$\theta_{min}$	<b>15.1</b> °C

Abb. 3: Eingabe der Materialkenndaten im Planungstool.

Im Vergleich zum vorherigen Dokument wurde eine Vielzahl von Ausführungs-/Planungsbeispielen ergänzt, welche zuvor nicht enthalten waren. Weiterhin wurde den weiterentwickelten Anforderungen an den Wärmeschutz sowie des Dämmstandards Rechnung getragen.

### Methoden der Nachweisführung von Wärmebrücken

Im Rahmen des geltenden Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sollen Wärmebrücken den Jahres-Heizwärmebedarf so wenig wie möglich beeinflussen; unter Abwägung wirtschaftlicher Aspekte. Konkret wird die Wärmebrückenwirkung von Bauteilanschlüssen als Teil des wärmetechnischen Nachweises, mit der Berechnung der Transmissionswärmeverluste HAT, berücksichtigt. Innerhalb der energetischen Berechnungen können Einflüsse von Wärmebrücken auf zwei verschiedene Arten, entweder mittels pauschalem Zuschlag oder durch eine detaillierte Wärmebrückenberechnung, berücksichtigt werden. Erfolgt kein Nachweis der Wärmebrücken, so kann pauschal ein „ $\Delta U_{WB}$ “ von 0,10 W/(m²·K) über die gesamte Gebäudehüllfläche angesetzt werden. In dieser einfachen Betrachtung ist der pauschale Wärmebrückenzuschlag auf ein „ $\Delta U_{WB}$ “ von 0,15 W/(m²·K) zu erhöhen, wenn bei dem zu betrachtenden Gebäude mehr als 50 Prozent der Außenwandflächen mit einer Innendämmung versehen sind und einbindende Massivdecken vorliegen.

Mit Wahl der erstgenannte Variante wird der pauschale Zuschlag „ $\Delta U_{WB}$ “ für die gesamte wärmeübertragende Gebäudehüllfläche verwendet. Als relevante Wärmebrücken kommen hier beispielsweise Decken- und Wandeinbindungen, Fenster- und Türleibungen, Deckenaufleger, Balkonplatten oder Gebäudekanten in Betracht. Im Hinblick auf die Einflussgröße des Wärmebrückenzuschlags, welche deutlich spürbar bei der Berechnung des Transmissionswärmeverlusts HT eingeht, ist es im Regelfall nicht ratsam, die vorgenannte Methode zum Nachweis der Wärmebrückenwirkung heranzuziehen.

### Gleichwertigkeitsnachweis

Eine weitere Möglichkeit Wärmebrücken in der energetischen Berechnung zu berücksichtigen, besteht darin, einen Gleichwertigkeitsnachweis, entsprechend Beiblatt 2 der DIN 4108, zu führen. Voraussetzung dafür ist, dass alle relevanten Bauteilanschlüsse den Ausführungsbeispielen gemäß DIN 4108 Beiblatt 2, beziehungsweise einer unter energetischen Gesichtspunkten gleichwertigen Konstruktion, entsprechen.

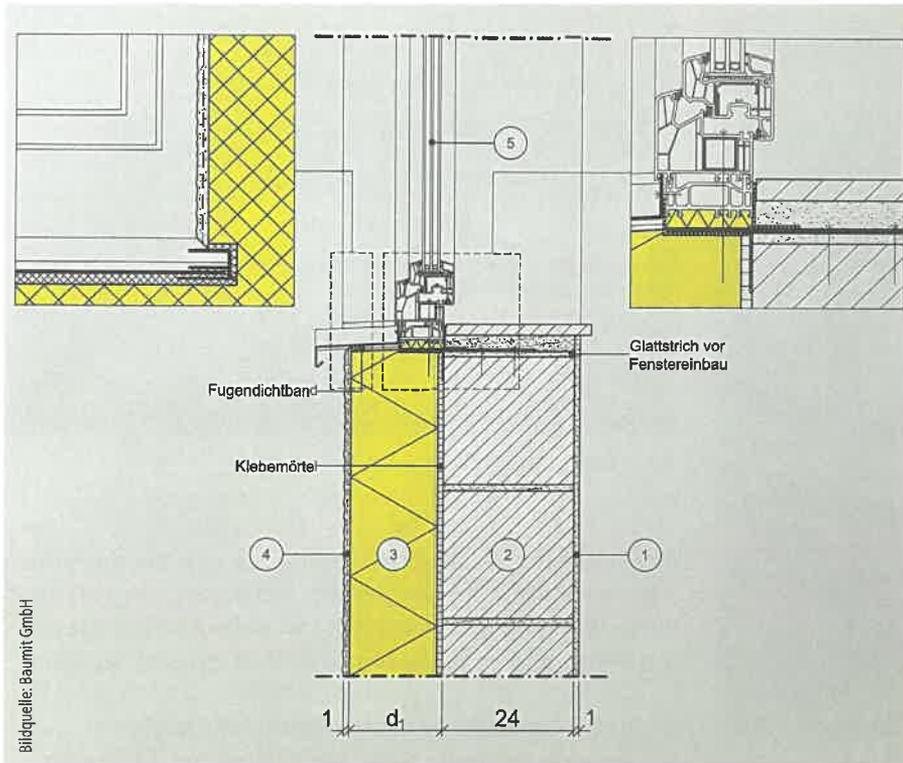


Abb. 4 Modelliertes Detail analog den Eingabewerten.

## Wärmeschutztechnische Kennwerte

Modell-Nummer **11-20-01-01**  
 Konstruktionsart **Außenwand mit Wärmedämm-Verbundsystem**  
 Anschluss **Randanschlüsse ohne zusätzliche thermische Einflüsse (z.B. Fensterrahmen)**  
 Untergruppe/Variante **Fensterbank aus Metall, Fenster in Dämmebene, normale Bewitterung**

3	Dicke der Dämmschicht der Außenwand	d	0,120	m
3	Wärmeleitfähigkeit der Dämmschicht der Außenwand	λ	0,022	W/(mK)
5	Überdämmung der Fensterrahmen	h	0,030	m
5	Rahmenmaterial: 1 = Holz / 2 = Kunststoff / 3 = Alu	Mat	1,000	

### Thermische Werte des Konstruktionsanschlusses

(Zwischenwerte können linear interpoliert werden)

Wärmedurchgangskoeffizient Regelbauteil "Außenwand"	U	0,170	W/(m²K)
Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	ψ	0,037	W/(mK)
Minimale Oberflächentemperatur im beheizten Raum	θ <sub>min</sub>	15,1	°C

Abb. 5: Ergebnis der wärmeschutztechnischen Kennwerte als Download.

Der Nachweis der Gleichwertigkeit lässt sich mittels verschiedener und nachfolgend benannter Methoden darstellen.

### Bildlicher Vergleich

Mit der Zuordnung des konstruktiven Grundprinzips kann die Gleichwertigkeit einer geplanten Detailausführung durch die bildliche Übereinstimmung, analog der im Beiblatt 2 enthaltenen Planungs- und Ausführungsbeispiele, geführt werden. Hierbei sind die im Beiblatt 2 benannten Schichtdicken und Wärmeleitfähigkeiten einzuhalten.

Mit der überarbeiteten Fassung des Beiblatt 2 wurden zwei unterschiedliche energetische Niveaus in Form der Kategorie A und Kategorie B eingeführt. Hierbei ist die Kategorie B als energetisch höherwertig, gegenüber der Kategorie A, eingestuft. Ist seitens der Planung die Übereinstimmung mit der Darstellung für die Kategorie B im Beiblatt 2 gegeben, darf ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag „ΔUWB“ von 0,03 W/(m²·K) angesetzt werden.

Wird das gleiche Detail energetisch weniger vorteilhaft ausgebildet und entspricht inhaltlich den Planungsvorgaben der Kategorie A, ist ein „ΔUWB“ von 0,05 W/(m²·K) anzuwenden.

Der Unterschied der beiden energetischen Niveaus verdeutlicht an folgendem Beispiel: Bei Betrachtung eines Neubaus mit einem durchschnittlichen flächenbezogenen Transmissionswärmeverlust von 0,20 W/(m²·K) ist in der Rechnung die Wärmebrückenwirkung, in diesem Fall der entsprechende pauschale „ΔUWB“, zu berücksichtigen. Mit einem „ΔUWB-Wert“ von 0,03 W/(m²·K) der Kategorie B kommt dies einem Zuschlag von circa 15 Prozent gleich. Im Gegensatz dazu, die Rechnung mit dem Wert der Kategorie A, mit „ΔUWB“ von 0,05 W/(m²·K), entspricht dies einer Erhöhung der Wärmeverluste von circa 25 Prozent.

### Vergleich der Wärmedurchlasswiderstände

Sollten beim geplanten Bauteilanschluss einzelne Schichten in geringerer Dicke und mit einer geringeren Wärmeleitfähigkeit als gegenüber dem im Beiblatt 2 hinterlegten Planungsbeispiel vorgesehen sein, kann der Nachweis der Gleichwertigkeit über den Wärmedurchlasswiderstand R der jeweiligen Schicht erfolgen.

### Referenzwertmethode

Wenn mit den vorgenannten Verfahren keine Gleichwertigkeit nachgewiesen wird, kann der Nachweis der Gleichwertigkeit mittels des Referenzwerts Ψ erfolgen. Dieser Referenzwert ist bei jedem der Ausführungsbeispiele im Beiblatt 2 vermerkt und stellt bei positivem Vergleich mit der geplanten Konstruktion eine Gleichwertigkeit dar.

Auch hierfür eröffnet die Nachweisführung verschiedene Möglichkeiten: Eine Möglichkeit stellt beispielweise eine Wärmebrückensimulation auf Grundlage der DIN ISO 1021, unter Würdigung der Randbedingungen des Beiblatt 2 der DIN 4108, dar. Alternativ ist auch ein Vergleich des Referenzwerts Ψ, unter zu Hilfenahme von Wärmebrückenkatalogen, möglich.

Aus diesen Katalogen können herstellerspezifische Wärmebrückenlösungen, einschließlich der berechneten  $\Psi$ -Werte, entnommen werden. Zu beachten ist, dass der jeweilige Bauteilanschluss identisch zur Katalog-Wärmebrückenlösung ausgeführt werden muss.

### Bewertung der Wärmebrückenwirkung von Bauelementen

Mit der Überarbeitung des Beiblatt 2 der DIN 4108 wurde auch die Wärmebrückenberechnung für Bauelemente, wie beispielsweise Fenster, Rollladenkästen oder Ähnliches, geändert. Nach wie vor ist die Nutzung eines vereinfachten Ersatzsystems für Fenster/Fenstertüren in Form einer 7 Zentimeter dicken Holzschicht (Blockmodell) möglich. Hierfür sind allerdings Korrekturwerte, auch Strafzuschläge genannt, vorgesehen. In der Gesamtschau ist die Anwendung dieser Blockmodelle im Rahmen eines detaillierten Wärmebrückennachweises für Planende nur wenig attraktiv.

Allein mit der Wahl dieser Bewertungsmethode müsste eine deutlich spürbare Verschlechterung in der energetischen Bilanzierung in Kauf genommen werden. Wie bereits aufgezeigt, würden bis dato gut geplante Maßnahmen zum Wärmeschutz der Gebäudehülle rechnerisch geschwächt. Weder in energetischer noch in wirtschaftlicher Betrachtung kann dies gewollt sein.

Alternativ dazu können Referenzbauteile gemäß DIN 4108 Beiblatt 2, Anhang F für die Berechnung der Wärmebrückenwirkung genutzt werden.

### WDVS-Planungsatlas

Um diese alternative Vorgehensweise einer Nutzung im Rahmen von Wärmebrückenkatalogen zuzuführen, wurden in einem vom Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e. V. (VDPM) geförderten Forschungsvorhaben vereinfachte universelle Ersatzmodelle entwickelt.

Mit Blick auf die energetisch relevante Kenngröße  $\psi$ , erbrachte die Studie beim universellen Ersatzmodell im Vergleich zu einer Berechnung mit den Referenz-Bauteilen gemäß Beiblatt 2 nahezu identische Ergebnisse.

Abweichungen zeigen sich lediglich in der dritten Nachkommastelle, was baupraktisch zu vernachlässigen ist. Die Innenoberflächentemperatur der Referenz-Bauteile wird mit den universellen Ersatzmodellen ebenfalls gut nachgebildet. Kleine Abweichungen sind hier unvermeidbar, aber ebenfalls nicht von baupraktischer Bedeutung. Die entwickelten universellen Ersatzmodelle können somit mit guter Übereinstimmung für die Wärmebrückenberechnungen genutzt werden. Wichtig ist hierbei, dass mit der Nutzung des WDVS-Planungsatlas keine Korrekturwerte beziehungsweise Strafzuschläge angesetzt werden müssen.

Der Modellierungs- und Rechenaufwand bei der Wärmebrückenberechnung wird mit dem WDVS-Planungsatlas in der Anwendungspraxis deutlich reduziert und stellt einen echten Gewinn für den Planer dar. In der aktuellen Version des WDVS-Planungsatlas finden Architekten, Bauphysiker und Fachhandwerker gesicherte und zugleich produktneutrale Detaillösungen für alle relevanten Anschlusspunkte von WDV-Systemen.

Die Auswahl sämtlicher Details erfolgt schnell und unkompliziert anhand eines Gebäudemodells (Abb. 2) oder einer Konstruktionsliste. Mit dem WDVS-Planungsatlas können schnell und unkompliziert Bauteilanschlüsse konfiguriert (Abb. 3) und wärme-schutztechnische Kennwerte (Abb. 4+5) detailbezogen erzeugt werden. Daneben können zur Planeinbindung Detailzeichnungen in den gängigen Datenformaten generiert oder Temperaturverläufe im Bauteil visuell dargestellt werden. Selbstverständlich ist die Nutzung des WDVS-Planungsatlas kostenfrei und ist unter [www.baumit.wdvs-planungsatlas.de](http://www.baumit.wdvs-planungsatlas.de) verfügbar. ■

---

#### Über den Autor

#### Dipl.-Ing. (FH) Achim Gebhart

Leiter Bauberatung und Technische Dienstleistungen Baumit GmbH, Bad Hindelang

---