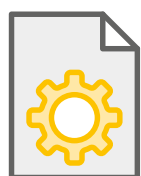
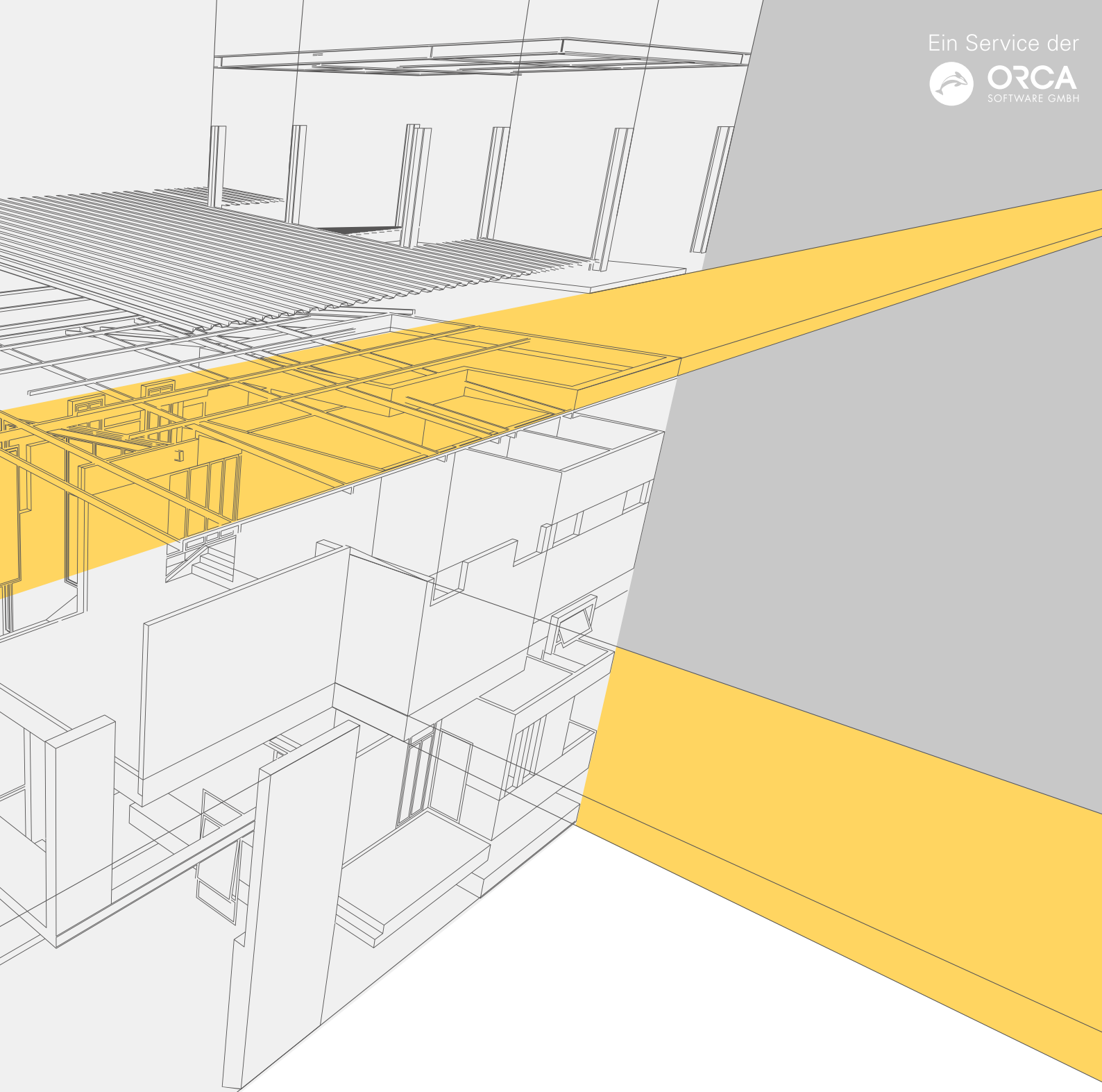


Ein Service der



WHITEPAPER TECHNIK

Wärmeschutz



ÜBER DIESE WHITEPAPER-SERIE

Die Serie ORCA Whitepaper Technik bietet in jedem Whitepaper einen kurzgefassten Überblick über ein spezifisches Feld der Bau- und Gebäudetechnik. Jedes Whitepaper dient als erstes Nachschlagemedium, als technische Referenz oder als Kurz-Leitfaden für Planung und Ausschreibung.

Die inhaltliche Ausrichtung liegt weniger auf den Planungsgrundlagen, sondern auf dem aktuellen

Regelwerk, einschließlich der ATV-Normen, und auf den für die korrekte Ausschreibung benötigten Begriffen, Techniken und Hintergründen.

ÜBER DEN AUTOR

Mag.Ing. Franz Dam ist seit über 25 Jahren auf dem Gebiet der Bauausschreibung tätig. Mit seinem Expertenwissen berät er Unternehmen zur LPH 6 der HOAI. Seit 2016 ist er Partner der ORCA Software GmbH.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
1.1. Aufgaben des Wärmeschutzes	4
1.1.1. Allgemeine Faktoren: Wärmeverlust im Winter / Wärmeeintrag im Sommer	4
1.2. Übersicht: Winterlicher Wärmeschutz	5
1.2.1. Planungsfaktoren für den winterlichen Wärmeschutz	5
1.2.2. Ergänzende gebäudetechnische Planungsfaktoren sind	5
1.2.3. Wärmeverlust und Wärmegewinn	5
1.3. Übersicht: Sommerlicher Wärmeschutz	6
1.3.1. Maßgebliche Faktoren für den sommerlichen Wärmeschutz	6
2. Hinweise zur Planung	6
2.1. Grundlagen und Kennwerte	6
2.1.1. Wärmeleitfähigkeit	6
2.1.2. Wärmetransport	7
2.1.3. Wärmedurchgangskoeffizient: U-Wert	7
2.1.4. Wärmespeicherfähigkeit	8
2.1.5. Primärenergie	8
2.2. Wärmeschutznorm: DIN 4108	9
2.2.1. Geltungsbereich von DIN 4108, Teil 2	9
2.2.2. Änderungen in DIN 4108, Teil 4 (2017)	9
2.2.3. Änderungen in Beiblatt 2 zu DIN 4108 (Wärmebrücken-Beiblatt, 2019)	10
2.3. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)	10
2.3.1. Treibhausgasemissionen und Niedrigstenergie-Standard	10
2.3.2. Neuerungen im Gebäudeenergiegesetz	11
Übersicht: Neuerungen des GEG	11
2.3.3. Hinweise zum GEG/Nachrüstpflicht	11
2.3.4. Wohngebäude und Nichtwohngebäude	12
2.3.5. Bestandsgebäude	12
2.4. Feuchteschutz	12
2.4.1. Dreistufiges Nachweissystem nach DIN 4108-3	13
Das Glaser-Nachweisverfahren	13
2.4.2. Nachweisfreie Wand- und Deckenkonstruktionen	14
2.4.3. Nachweisfreie Dachkonstruktionen	15



2.5.	Luftdichtheit	16
2.5.1.	Luftdichtheit von Außenbauteilen	16
2.5.2.	Hinweise zur Luftdichtheit	16
2.5.3.	Luftvolumenstrom	16
2.6.	Wärmebrücken	16
2.6.1.	Arten von Wärmebrücken	16
2.6.2.	Wärmebrücken im Gebäudeenergiegesetz	17
2.6.3.	Wärmebrückenbeiblatt: Beiblatt 2 der DIN 4108	17
2.6.4.	Wärmebrückenzuschläge	18
2.6.5.	Ausbildung von Wärmebrücken	18
2.7.	Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2	18
2.7.1.	Gesetzliche Vorgaben für den sommerlichen Wärmeschutz	18
2.7.2.	Nachweisfreie Räume oder Gebäude	19
2.7.3.	Generell nachweisfrei: Fensterflächenanteil an Grundfläche	19
2.7.4.	Hinweise zum sommerlichen Wärmeschutz	19
2.8.	Der Wärmeschutznachweis	20
3.	Vorschriften, Normen und Regelwerke	20
3.1.	GEG und DIN 4108	20
3.2.	DIN 18599	21
3.3.	Weitere nationale Normen	21
3.4.	Internationale Normen	22
4.	Klassifizierungen und Bezeichnungen	24
4.1.	Referenzwerte und maximale U-Werte gemäß GEG	24
4.2.	Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen	25
4.3.	Bemessungswerte für Dämmstoffe	26
4.4.	Anwendungstypen von Dämmstoffen	27
4.5.	Produkteigenschaften von Dämmstoffen	28
5.	Planung und Ausführung	29
5.1.	Eigenschaften von Dämmstoffen	29
5.1.1.	Druckspannung von Dämmstoffen	29
	Bemessungswert und Nennwert	29
5.1.2.	Weitere Kennwerte von Dämmstoffen	30
5.2.	Dämm-Materialien	30
5.2.1.	Übersicht Dämmstoffe	31
5.2.2.	Lieferformen von Dämmstoffen	31
5.3.	Anwendung von Wärmedämmungen	32
	Dämmstoffbezeichnung in Ausschreibung	33
5.3.1.	Perimeterdämmung	33
5.3.2.	Besondere Anwendungen von Dämmstoffen	33
5.3.3.	Sanierungen	34
5.4.	Innendämmung	34
5.4.1.	Materialien für Innendämmungen	35
	Kommentar	36



1. Einleitung

Mit der Wärmeschutzverordnung aus dem Jahr 1977 hielt das energiesparende Bauen Einzug in die Gebäudeplanung. In den folgenden Jahrzehnten wurden die gesetzlichen Anforderungen regelmäßig verschärft. Der Wärmeschutz erhielt eine zentrale Stellung bei der Planung von Gebäuden.

Ab dem Jahr 2002 wurde mit Einführung der Energieeinsparverordnung ein ganzheitliches Bilanzierungsverfahren vorgeschrieben, das die Betrachtung der Gebäudehüllflächen mit der technischen Gebäudeausstattung verband und nicht allein die wärmetechnischen Eigenschaften der Bauteile betrachtete.

Im Jahr 2020 wurde die EnEV wiederum abgelöst durch das *Gebäudeenergiegesetz* (GEG). Zusammen mit DIN 4108, *Wärmeschutz und Energieeinsparung von Gebäuden*, bildet das GEG die Grundlage für die Belange des Wärmeschutzes in Deutschland.¹

1.1. Aufgaben des Wärmeschutzes

Man unterscheidet winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz. Im Wesentlichen ist damit die Vermeidung von übermäßigem Wärmeverlust im Winter und von übermäßigem Wärmeeintrag im Sommer gemeint. Zu diesen beiden tritt unterstützend der Schutz vor Feuchte.

💡 Mangelnder Feuchteschutz führt zu Regenwasserbelastung oder Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen, was die Wärmeschutzeigenschaften von Baumaterialien, insbesondere Dämmstoffen, empfindlich beeinträchtigt. Umgekehrt führt mangelnder Wärmeschutz zu kritischer Feuchtebildung an Bauteilinnenflächen.

1.1.1. Allgemeine Faktoren: Wärmeverlust im Winter / Wärmeeintrag im Sommer²

- ▶ Wärmedurchlasswiderstand / Wärmedurchgangskoeffizienten der äußeren Bauteile
- ▶ Anordnung der einzelnen Schichten bei mehrschichtigen Bauteilen sowie wirksame Wärmekapazität der Außenflächen
- ▶ Erhöhter Wärmestrom im Bereich der Wärmebrücken
→ im Hinblick auf die dadurch reduzierten Temperaturen der Innenoberflächen
- ▶ Größe und Orientierung der Fenster³, Gesamtenergiedurchlassgrad der Gläser
- ▶ Luftdichtheit der Bauteile und Anschlüsse
- ▶ Lüftung

1 Dieses Whitepaper bietet einen Überblick über Wärmeschutz und Wärmedämmungen. Die Berechnungen nach GEG, DIN 4108 oder DIN V 18599 werden nicht behandelt.

2 vgl. Abschnitt 4.1. in DIN 4108-2

3 unter Berücksichtigung von Sonnenschutzmaßnahmen

1.2. Übersicht: Winterlicher Wärmeschutz

💡 Winterlicher Wärmeschutz zielt zunächst darauf ab, den Wärmeverlust eines Gebäudes zu reduzieren. Das umfasst insbesondere schonenden Ressourcenverbrauch und verminderten Kohlendioxidausstoß. Doch stehen ebenso der Schutz der Baukonstruktion vor Kondensat und die Innenraumhygiene im Fokus.⁴

1.2.1. Planungsfaktoren für den winterlichen Wärmeschutz⁵

- ▶ Lage und Orientierung des Gebäudes⁶
- ▶ Gebäudeform und Gebäudegliederung (Verhältnis Volumen/Hüllflächen)
- ▶ Aufbau und bauphysikalische Parameter der Hüllflächen
 - Wärmeleitfähigkeit, Wärmespeicherung, Diffusionswiderstand, Feuchteschutz, Luftdichtheit
- ▶ Wärmedämmung
- ▶ Gebäudeöffnungen
- ▶ Angebaute Pufferräume, Windfänge
- ▶ Luftwechsel (Lüftung)

1.2.2. Ergänzende gebäudetechnische Planungsfaktoren sind

- ▶ Heizungsanlage
- ▶ Lüftungsanlage
- ▶ Klimatechnik

1.2.3. Wärmeverlust und Wärmegewinn

Wärmeverluste finden statt als Transmissionswärmeverluste, Lüftungswärmeverluste und Verluste bei Energieerzeugung und Energieverteilung. Energiegewinne werden insbesondere über Wärmeeinträge und interne Wärmequellen erzielt.

Verluste reduzieren durch

- ▶ Wärmedämmende Materialien und/oder zusätzlich Wärmedämmung
- ▶ Luft- und Winddichtung
- ▶ Feuchteschutz
 - konstruktiv sowie durch Einbau von geeigneten Funktionsschichten (Abdichtung, Dampfsperre, Luftdichtung)
- ▶ Vermeidung von Wärmebrücken

Energiegewinne erhöhen durch

- ▶ Geeignete Fensterflächen
 - abhängig von Orientierung, Flächengröße, Verglasung
- ▶ Integration von unbeheizten Wintergärten oder Glasanbauten, Atrien
- ▶ Vorwärmung der Zuluft für mechanische Lüftungsanlagen mittels Fassadensystemen oder vorgeschalteten Erdwärmetauschern
- ▶ Besondere Wand- und Fassadenausbildungen

4 Gemeint ist Schimmelbildung infolge von Kondensatausfall an Innenflächen.

5 vgl. hierzu auch Abschnitt 4.2. in DIN 4108-2

1.3. Übersicht: Sommerlicher Wärmeschutz

- 💡 Der sommerliche Wärmeschutz hängt ab von geeigneten wärmespeichernden Materialien sowie dem Einsatz von Verschattungselementen, Sonnenschutzelementen und Sonnenschutzgläsern.
- 💡 Schwere Konstruktionen reagieren langsamer auf Temperaturschwankungen, leichte schnell. Massive Bauteile glätten daher den Temperaturverlauf über den Tagesverlauf, Räume mit leichten Baustoffen unterstützen hingegen eine rasche Erwärmung der Raumluft. Unter sommerlichen Bedingungen führt dies jedoch zu hohen Innenraumtemperaturen.

1.3.1. Maßgebliche Faktoren für den sommerlichen Wärmeschutz

- ▶ Orientierung und Standort des Gebäudes⁷
- ▶ Bauweise:
 - schwere, massive Bauweise/mittlere Bauweise mit Stahlbetondecke und Innen- und Außenbauteilen mit geringerer Rohdichte, leichte Bauweise wie Trockenbau oder Holzständerbau
- ▶ Wärmekapazität der Bauteile
 - bei Außenbauteilen sind nur Bauteilschichten raumseits von Wärmedämmschichten wirksam⁸
 - auch Wärmeleiteigenschaften der eingesetzten Materialien
- ▶ Orientierung, Flächenanteil und Neigung der transparenten Bauteile
- ▶ Gesamtenergiedurchlassgrad der transparenten Bauteile
- ▶ Bauliche Sonnenschutzmaßnahmen⁹
 - z.B. auskragende Dächer, Balkone
- ▶ Sonnenschutzvorrichtungen
 - inkl. Fensterläden
- ▶ Art von Lüftung und passiver Kühlung
- ▶ Nutzerverhalten
 - Heizverhalten, Lüftungsverhalten, Sonnenschutzsteuerung

2. Hinweise zur Planung

2.1. Grundlagen und Kennwerte

2.1.1. Wärmeleitfähigkeit

- 💡 Die Wärmeleitfähigkeit ist eine für das Bauwesen zentrale Eigenschaft von Stoffen, von der sich die Wärmedämmeigenschaften unmittelbar ableiten. Je niedriger die Wärmeleitfähigkeit, desto besser ist die Wärmedämmung
- 💡 Die Wärmeleitfähigkeit beziffert den Wärmestrom, der bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin durch eine 1 m² große und 1 m dicke Schicht eines Stoffs geht.
- 💡 Die Wärmeleitfähigkeit wird mit dem Buchstaben λ bezeichnet. Die Einheit ist W/(mK). Daher die gängige Bezeichnung *Lambda-Wert* für die Wärmeleitfähigkeit.

7 Nach DIN 4108 ist Deutschland in die Klimaregionen A, B und C eingeteilt.

8 Außen liegende Wärmedämmschichten und innen liegende wärmespeicherfähige Schichten sind in der Regel günstig für das sommerliche Raumklima.

9 Horizontale Vorsprünge sind nur bei Südorientierung der transparenten Außenbauteile wirksam.

- Die Wärmeleitfähigkeit hängt ab von der Rohdichte des Stoffes, sowie von Art, Größe, Anordnung und Gasfüllung der Poren und/oder Zellen, der Stoffstruktur, dem Feuchtigkeitsgehalt und der spezifischen Wärmekapazität des Stoffes.

2.1.2. Wärmetransport

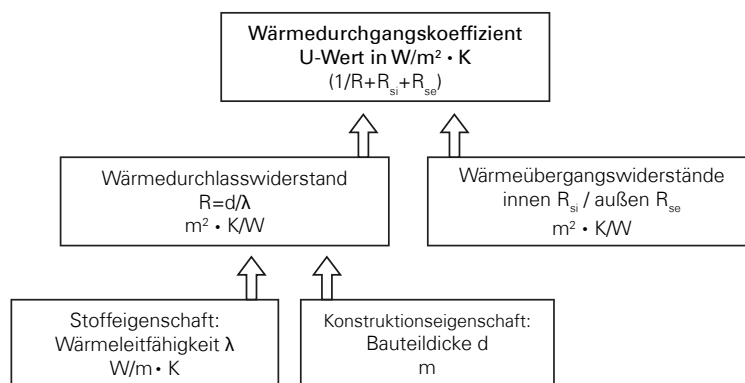
Der Wärmetransport, der stets vom energiereicheren (höheren) zum energieärmeren (niedrigeren) Temperaturniveau stattfindet, kann erfolgen durch

- Wärmeleitung durch den Feststoff
- Wärmestrahlung innerhalb von Stoffporen
- durch Konvektion in Kammern und Poren der Stoffe

- Diese drei Wärmetransportmechanismen überlagern sich in vielen Baustoffen. In sehr homogenen Stoffen (z.B. Stahl) findet Wärmetransport jedoch ausschließlich als Wärmeleitung statt.

2.1.3. Wärmedurchgangskoeffizient: U-Wert

Die wärmeschutztechnische Qualität von Gebäude-Außenflächen (Dach, Wand, Fenster, Bodenplatte) wird mit dem Wärmedurchgangskoeffizienten, dem sogenannten U-Wert, bezifferbar und damit vergleichbar. Der U-Wert bildet die Grundlage für die energetische Bewertung von Außenbauteilen.



- Der U-Wert beziffert jenen Wärmestrom, der von der Innenoberfläche zur Außenoberfläche eines Bauteils auf einer Fläche von 1 m^2 bei einer Temperaturdifferenz von 1 K fließt.
- Je niedriger der U-Wert, desto besser die Wärmedämmeigenschaften des Bauteils. Der Kehrwert des Wärmedurchgangskoeffizienten ist der Wärmedurchlasswiderstand R .
- Die Messung des U-Werts erfolgt stationär, bei konstanter Temperatur auf beiden Seiten des Bauteils.
- In den U-Wert fließen die Schichtstärken der Bauteilschichten in m und die Wärmeleitfähigkeit λ der Baustoffe sowie die Wärmeübergangswiderstände auf beiden Seiten der Konstruktion ein. Diese Wärmeübergangswiderstände resultieren aus Konvektion und Strahlung unmittelbar vor dem Bauteil; sie sind Wärmedurchlasswiderstände im Grenzbereich zwischen dem festem Bauteil und der Luft.
- Die Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} werden in DIN EN ISO 6946, *Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren zur Einbausituation*, tabellarisch vorgegeben.

Beispiele: U-Wert von Kalksandstein-Außenwandkonstruktionen¹⁰

Konstruktionsaufbau	Dicke m	Lambda-Wert W/m · K	Wärmedurchlasswiderstände R m ² · K/W
KS-Mauerwerk 17,5 cm, 100 mm WDVS			
Wärmeübergangswiderstand innen			0,13
Kunstharpuzt	0,003	0,700	0,004
Polystyrol-Dämmung	0,10	0,036	2,778
Kalksandstein-Mauerwerk	0,175	0,990	0,177
Kalkzementputz	0,02	1,000	0,02
Wärmeübergangswiderstand außen			0,04
Wärmedurchlasswiderstand R, gesamt			3,149 m ² · K/W
U-Wert			0,32 W/m ² · K
KS-Mauerwerk 17,5 cm, 160 mm WDVS			
Wärmeübergangswiderstand innen			0,13
Kunstharpuzt	0,003	0,700	0,004
Polystyrol-Dämmung	0,16	0,036	4,444
Kalksandstein-Mauerwerk	0,175	0,990	0,177
Kalkzementputz	0,02	1,000	0,02
Wärmeübergangswiderstand außen			0,04
Wärmedurchlasswiderstand R, gesamt			4,815 m ² · K/W
U-Wert			0,21 W/m ² · K

2.1.4. Wärmespeicherfähigkeit

Stoffe speichern Wärme, die in der Folge abgegeben wird. Je höher die Rohdichte eines Stoffes, desto mehr Wärme kann er speichern. Dies wird noch von der spezifischen Wärmekapazität, einer Stoffkonstante, modifiziert.

- 💡 Massive, schwere Bauteile können Wärme besser speichern und tragen zum Ausgleich von Temperaturen in Innenräumen bei. Sie wirken als Puffer. Das Aufheizen solcher Räume erfordert jedoch zunächst mehr Energie. Das (Auf-)Heizverhalten wird träger. Der sommerliche Wärmeschutz verbessert sich jedoch. Andererseits können schwere Bauteile winterlichen Sonneneintrag besser speichern.

Pauschal gilt

- Eine Bauart mit hoher Wärmespeicherfähigkeit (massiv) ist bei milden Wintern und heißen Sommern günstig.
- Eine Bauart mit geringer Wärmespeicherfähigkeit (leicht) ist bei strengen, langen Wintern und moderaten Sommern von Vorteil.

2.1.5. Primärenergie

- 💡 Errichtung, Betrieb und Rückbau/Entsorgung von Gebäuden bzw. Baustoffen erfordern einen Energieaufwand, der auch in Umweltbelastung zu werten ist. Es handelt sich um den Primärenergiebedarf. Der zugeführten Wärmeenergie kommt hier ein signifikanter Anteil zu.

¹⁰ Beispiele aus: Duzia, T., Bogusch, N.: Basiswissen Bauphysik, 2020³, S. 50

- 💡 Der Primärenergiebedarf kann zur ökologischen Beurteilung eines Gebäudes herangezogen werden. Als solcher wird er i.d.R. als Jahresprimärenergiebedarf ausgewiesen, und zwar im Verhältnis zur Gebäudenutzfläche (kWh/m²·a).

2.2. Wärmeschutznorm: DIN 4108

§ DIN 4108, *Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden*, setzt sich zur Zeit zusammen aus

- Teil 2, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- Teil 3, Feuchteschutz
- Teil 4, Bemessungswerte
- Teil 7, Luftdichtheit
- Teil 10, Anforderungen an Wärmedämmstoffe
- Teil 11, Klebeverbindungen/Anschlüsse
- Fachbericht Teil 8, Vermeidung von Schimmelwachstum
- Beiblatt 2, Wärmebrücken

- 💡 Für den Wärmeschutz zunächst am wichtigsten ist Teil 2. Er gibt energetische Mindestanforderungen an den winterlichen und den sommerlichen¹¹ Wärmeschutz von Gebäuden vor.

- 💡 Für die Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs und der Erstellung von Wärmeschutznachweisen ist außerdem **DIN V 18599** von zentraler Bedeutung.

2.2.1. Geltungsbereich von DIN 4108, Teil 2

- ▶ Alle Räume, die ihrer Bestimmung nach auf übliche Innentemperaturen ($\geq 19\text{ °C}$) beheizt werden.
- ▶ Alle Räume, die ihrer Bestimmung nach auf niedrige Innentemperaturen ($\geq 12\text{ °C}$ und $< 19\text{ °C}$) beheizt werden.
- ▶ Solche Räume, die über Raumverbund durch die vorgenannten Räume beheizt werden.
- ▶ Die Anforderungen gelten für zu errichtende Gebäude, für Erweiterungen bestehender Gebäude und für neue Bauteile in bestehenden Gebäuden.

2.2.2. Änderungen in DIN 4108, Teil 4 (2017)

Neu aufgenommene Dämmstoffe in DIN 4108-4¹²

- Wärmedämmstoffe aus Polyurethan-(PUR) und Polyisocyanurat-(PIR)Spritzschaum
- Wärmedämmung aus Produkten mit expandiertem Perlite (EP)
- Selbsttragende Sandwich-Elemente mit beidseitigen Metalldeckschichten
- An Verwendungsstelle hergestellter Wärmedämmstoff aus dispersiertem Polyurethan (PUR)- und Polyisocyanurat (PIR)-Hartschaum
- An der Verwendungsstelle hergestellte Wärmedämmung aus Blähton-Leichtzuschlagstoffen (LWA)
- An der Verwendungsstelle hergestellte Wärmedämmung mit Produkten aus expandiertem Vermiculit (EV)
- An der Verwendungsstelle hergestellte Wärmedämmung aus Mineralwolle (MW)
- Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyethylenschaum (PEF)

¹¹ Zum sommerlichen Wärmeschutz vergleichen Sie bitte Abschnitt 2.7 dieses Whitepapers.

¹² vgl. Tabelle 2 in DIN 4108-4

2.2.3. Änderungen in Beiblatt 2 zu DIN 4108 (Wärmebrücken-Beiblatt, 2019)

Das neue Wärmebrücken-Beiblatt der DIN 4108 aus dem Jahr 2019 wurde grundlegend überarbeitet und erweitert.

- Dämmstoffdicken wurden angepasst, neue Kenntnisse eingearbeitet.
- Konstruktionen und Anschlüsse wurden hinzugefügt (z.B. Tiefgaragenanschlüsse, Innenbauteilanschlüsse).
- Dickenbegrenzungen der Dämmstoffe sind gestrichen worden.
- Die Einführung der Kategorien A und B.

2.3. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Durch die teils fehlende Übereinstimmung von EnEV und EEWärmeG war beschlossen worden, eine Neukonzeption der entsprechenden Regelungen vorzulegen. Die Bemühungen um eine solche Neukonzeption resultierten im Gebäudeenergiegesetz.

- § Mit 1. November 2020 ist das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) schließlich in Kraft getreten. Es führt das *Energieeinsparungsgesetz (EnEG)*, die *Energieeinsparverordnung (EnEV)* und das *Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)* zusammen.
- § Aufgrund des Gesetzescharakters des GEG müssen die Nachweise stets erbracht und die Vorgaben eingehalten werden.
- § Durch das GEG werden die europäischen Vorgaben zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden vollständig umgesetzt. Die *Directive on Energy Performance of Buildings (EPBD)* trat schon 2010 in Kraft. Die EPBD soll den Energiebedarf der Mitgliedsländer und den Umfang ihrer CO₂-Emissionen senken helfen.

2.3.1. Treibhausgasemissionen und Niedrigstenergie-Standard

- 💡 Schon mit den Energieeinsparverordnungen wurde der Energiebedarf eines Gebäudes nach den Kriterien technische Gebäudeausstattung und Wärmeschutz bewertet. Heizung/Wärmeerzeugung und die Wärmedämmung des Gebäudes waren dabei die maßgebenden Größen.
- 💡 Das GEG stellt zusätzlich die Ziele des Klimaschutzes und die Reduzierung der Treibhausgasemissionen in den Mittelpunkt der Anforderungen. Dazu werden in Anlage 9 des GEG auch die auf den Energieträger bezogenen Emissionsfaktoren als CO₂-kWh-Äquivalente aufgeführt.
- 💡 Nach einer Übergangsphase werden die Ziele des Klimaschutzplans 2030 für Neubauten, im Gebäudebestand und beim Einsatz erneuerbarer Energien durch das GEG vorgegeben.
- § Ein Gebäude muss als Niedrigstenergiegebäude errichtet werden. Dabei muss der Wärme- und Kälteenergiebedarf zumindest anteilig durch die Nutzung erneuerbarer Energien gedeckt werden.¹³

13 §10, GEG

2.3.2. Neuerungen im Gebäudeenergiegesetz

Überblick: Neuerungen des GEG

- ▶ Eingeführt wird ein neues Verfahren zum Nachweis der Einhaltung der energetischen Anforderungen bei der Errichtung von Wohngebäuden (sogenanntes Modellgebäudeverfahren für Wohngebäude).¹⁴
 - Mittels des Modellgebäudeverfahrens soll der Aufwand für das Nachweisverfahren vereinfacht werden. Das GEG listet für diesen Zweck zehn standardisierte Modellgebäude mit unterschiedlichen Heizungstechnologien auf.
- ▶ Die beim Neubau bestehende Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien kann künftig auch durch die Nutzung von gebäudenah erzeugtem Strom aus erneuerbaren Energien erfüllt werden.
- ▶ Die bei der Berechnung des zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs zu verwendenden Primärenergiefaktoren werden nun direkt im GEG geregelt. Die sich aus dem Primärenergiebedarf oder dem Primärenergieverbrauch ergebenden Kohlendioxidemissionen eines Gebäudes sind künftig zusätzlich in Energieausweisen anzugeben.
- ▶ Neue Öl- oder Kohleheizungen dürfen ab Januar 2026 nur noch eingebaut werden, wenn der Energiebedarf für Wärme und Kälte anteilig aus erneuerbaren Energien gedeckt wird. Eine Kombiheizung wird in diesen Fällen vorgeschrieben. Für Öl- und Gasheizungen älter als 30 Jahre gilt weiterhin eine Austauschpflicht.

2.3.3. Hinweise zum GEG/Nachrüstpflicht

- 💡 Im GEG gelten – für Neubauten als auch für Sanierungen – wesentlich die gleichen Anforderungen an Energieverbrauch und Wärmeschutz wie in der EnEV.
- 💡 Wohngebäude und Nichtwohngebäude sind insgesamt so zu errichten, dass der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung das 0,75fache des auf die Gebäudenutzfläche bezogenen Wertes des Jahres-Primärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes nicht überschreitet.¹⁵
- 💡 Eigentümer von Wohngebäuden sowie von Nichtwohngebäuden sind dazu verpflichtet, zugängliche Decken beheizter Räume zum unbeheizten Dachraum (oberste Geschossdecken) zu dämmen.¹⁶ Als Anforderung ist ein U-Wert von maximal 0,24 W/(m²·K) vorgegeben.
- 💡 Um das vereinfachte Referenzgebäudeverfahren des GEG anwenden zu können, muss das Gebäude diverse Bedingungen erfüllen. Es darf u.a. keine Klimaanlage besitzen und muss mit einen Blower-Door-Test geprüft werden, zudem muss die beheizte Grundfläche mind. 115 m² betragen.

¹⁴ ausgewählte Hinweise großteils aus: <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bauen-wohnen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/energieausweise/gebaeudeenergiegesetz-node.html>

¹⁵ vgl. §§ 15 und 18, GEG.

¹⁶ vgl. §47, GEG; das gilt, wenn das Gebäude nach seiner Zweckbestimmung jährlich mindestens vier Monate lang auf Innentemperaturen von mindestens 19 Grad Celsius beheizt wird. Ausnahmen bestehen bei EFH u.dgl., ebenso wenn Maßnahmen wirtschaftlich nicht vertretbar sind.

2.3.4. Wohngebäude und Nichtwohngebäude¹⁷

- Die Anforderungen an Wohngebäude sind in den §§ 15, 16, 15 und Anlage 1, an Nichtwohngebäude in den §§ 18, 19 und in den Anlagen 2 und 3 geregelt.
- Die Vorgaben der Anlagen 1, 2 und 3 bezüglich der U-Werte der Hüllflächen müssen eingehalten werden. Die spezifischen Transmissionswärmeverluste des Gebäudes dürfen die Wärmeverluste des Referenzgebäudes nicht überschreiten. Bei Nichtwohngebäuden kann der Höchstwert des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten herangezogen werden.

2.3.5. Bestandsgebäude

- Die Anforderungen an bestehende Gebäude werden im Teil 3 des Gebäudeenergiegesetzes in den §§ 46 bis 51 beschrieben. Zusätzlich gilt die Anlage 7.
- Wenn nicht alle Bauteile und Flächen von der Sanierung betroffen sind, kann weiterhin ein einfacher Bauteilnachweis geführt werden. Dazu müssen die Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten nach Anlage 7 eingehalten werden.
- Von den Vorgaben kann abgewichen werden, wenn die Umsetzungsmöglichkeiten nicht gegeben sind. In diesem Fall muss die höchstmögliche Dämmschichtdicke eingebaut werden, unter Verwendung eines Dämmstoffs der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/(m·K). Werden Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen in Hohlräume eingeblasen, muss die Wärmeleitfähigkeit mindestens 0,045 W/mK betragen.
- Für den Fall, dass nur Teilflächen der Hüllflächen saniert oder repariert werden müssen, gilt im GEG weiterhin, dass eine energetische Ertüchtigung aller Flächen auf den aktuellen Standard erst notwendig wird, wenn mehr als 10% einer Bauteilfläche betroffen sind.

2.4. Feuchteschutz

- Dämmstoffe und Bauteile müssen vor Feuchte geschützt werden, um ihre statisch-konstruktiven und bauphysikalischen Funktionen erfüllen zu können. Zu diesem Zweck werden Dampfsperren, Luftdichtungen und diverse Arten von Regensicherungsmaßnahmen eingesetzt.
- Der Feuchteschutz muss nach DIN 4108, Teil 3: *Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung*, nachgewiesen werden.
- Feuchteschutz kann daher in die zwei Kategorien Regenschutz und Steuerung/Unterbindung von Diffusionsprozessen summiert werden.
- Tauwasser darf im Bauteil anfallen, solange es wieder verdunsten kann, und solange Baustoffe nicht in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Aufgrund der Temperaturabhängigkeit dieses Vorgangs besteht ein direkter Konnex zum Wärmeschutz.
- Um Schimmelbildung zu vermeiden, muss Tauwasserausfall auch an Innenoberflächen von Bauteilen unterbunden werden.

¹⁷ Ausgenommen von der Bilanzierungspflicht sind einige Gebäudetypen, wie zum Beispiel Wohngebäude, die weniger als vier Monate genutzt werden. Grundsätzlich müssen immer die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 eingehalten werden. Der Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 muss zusätzlich erbracht werden. Das gilt auch für Nichtwohngebäude.

Tauwasserwerte

- In Dach- und Wandkonstruktionen darf der Grenzwert der ausfallenden Tauwassermasse von maximal 1,0 kg/m² i.A. nicht überschritten werden.
- Sind Schichten vorhanden, die nicht über ihre Kapillare Wasser aufnehmen können, darf die Tauwassermasse nicht über 0,5 kg/m² liegen.¹⁸
- Besteht die Konstruktion auch aus Holzbauteilen, gelten die zusätzlichen Anforderungen nach DIN 68800-2, Holzschutz – Teil 2: *Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau*.

2.4.1. Dreistufiges Nachweissystem nach DIN 4108-3

- 💡 Die beste Möglichkeit ist die Wahl einer nachweisfreien Konstruktion. Beispiele hierzu und bauphysikalische Bedingungen sind in der Norm aufgeführt.
- 💡 Falls die Konstruktion nicht nachweisfrei ist: Der Tauwassernachweis ist mittels des Bilanzperiodenverfahrens (Glaser-Verfahren) zu erbringen.
- 💡 Falls dieses Berechnungsverfahren nicht anwendbar ist, wie bei klimatisierten Wohn- oder wohnähnlichen Nutzungen oder bei klimatisierten Gebäudetypen wie Schwimmbädern, muss eine hygrothermische Simulation durchgeführt werden.¹⁹

Das Glaser-Nachweisverfahren

Das Bilanzperiodenverfahren nach Glaser ist eine modellhafte Berechnung. Aus diesem Grund bleiben Einflüsse wie beispielsweise die Ausgleichsfeuchte von Baustoffen oder das Nutzerverhalten unberücksichtigt.

Daten für das Glaser-Verfahren:

- Schichtenaufbau und Schichtdicken im Bauteil
- Wärmeleitfähigkeit der Werkstoffe (λ)
- Wasserdampfdiffusionswiderstand der Werkstoffe (sd-Wert)
- Wärmeübergangswiderstände
- Klimatische Bedingungen: Innen- und Außentemperaturen, relative Luftfeuchtigkeiten

18 Zu den nicht wasseraufnehmenden Stoffen zählen Folien, Metalle, Normalbeton, Dämmungen aus Mineralwolle und aufgeschäumten Kunststoffen (EPS, XPS oder PU).

19 Für diese Simulation gilt Anhang D von DIN 4108-3. Die hygrothermische Simulation muss beispielsweise bei Schwimmbädern, erdberührten Bauteilen, Bauteilen zu nicht beheizten Räumen bzw. Kellern, begrüntem und bekiestem Dachflächen, bestimmten Innendämmungen oder nicht belüfteten Holzdachkonstruktionen mit Metalldacheindeckung angewandt werden.

2.4.2. Nachweisfreie Wand- und Deckenkonstruktionen²⁰

Zahlreiche in DIN 4108-3 aufgelistete Konstruktionen gelten bei Beachtung bestimmter Diffusionswerte in Bezug auf Tauwasseranfall als nachweisfrei. Die Bauteile müssen zudem über ausreichenden Wärmeschutz verfügen und luftdicht ausgeführt sein. Die Vorgaben gelten jedoch nicht für klimatisierte Räume.

▶ Nachweisfreie Wände aus Mauerwerk oder Beton

Wände jeweils mit Innenputz und einer der folgenden Außenschichten:

- Wasserabweisender Außenputz
- Außendämmungen oder wasserabweisender Wärmedämmputz oder Wärmedämm-Verbundsystem
- Verblendmauerwerk
- Angemörtelte Außenwandbekleidungen²¹
- Hinterlüftete Außenwandbekleidungen mit und ohne Wärmedämmung
- Einseitig belüftete Außenwandbekleidungen²²
- Kleinformatische luftdurchlässige Außenwandbekleidungen²³

▶ Wände mit Innendämmung²⁴

▶ Wände in Holzbauart

- mit beidseitig bekleideten oder beplankten Wänden in Holzbauart mit vorgehängten Außenwandbekleidungen²⁵
- mit raumseitig bekleideten oder beplankten Wänden in Holzbauart²⁶
- mit beidseitig bekleideten oder beplankten Wänden in Holzbauart²⁷, oder mit einem Wärmedämm-Verbundsystem aus mineralischem Faserdämmstoff oder Holzfaserdämmplatten sowie einem wasserabweisenden Putzsystem
- mit beidseitig bekleideten oder beplankten Elementen mit Wärmedämm-Verbundsystem aus Polystyrol oder Mauerwerk-Vorsatzschalen
- in Massivholzbauart mit vorgehängten Außenwandbekleidungen oder Wärmedämm-Verbundsystemen

▶ Holzfachwerkwände mit raumseitiger Luftdichtheitsschicht

- mit wärmedämmender Ausfachung
- mit Innendämmung
- mit Außendämmung

▶ Erdberührte Kelleraußenwände mit Bauwerksabdichtung

- aus einschaligem wärmedämmendem Mauerwerk
- aus Mauerwerk/Beton mit Perimeterdämmung

▶ Bodenplatten mit Perimeterdämmung mit Bauwerksabdichtung²⁸

20 vgl. Abschnitt 5.3.2 in DIN 4108-3

21 mit Fugenanteil von mindestens 5%

22 mit einer Lüftungsöffnung von 100 cm²/m

23 mit und ohne Belüftung

24 mit einem Wärmedurchlasswiderstand der Innendämmung von $R \leq 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$; bei einem Wärmedurchlasswiderstand der Wärmedämmschicht von $0,5 < R \leq 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ist ein Wert $S_d \geq 0,5 \text{ m}$ der Wärmedämmschicht einschließlich der raumseitigen Bekleidung erforderlich; das Einströmen von Raumluft in bzw. hinter die Innendämmung ist durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden.

25 mit raumseitiger diffusionshemmender Schicht $S_d \geq 2,0 \text{ m}$ und außenseitiger diffusionsoffener Schicht $S_d \leq 0,3 \text{ m}$ oder Holzfaserdämmplatte. Dies gilt auch für nicht belüftete Außenwandbekleidungen aus kleinformatischen Elementen, wenn auf der äußeren Beplankung eine zusätzliche wasserableitende Schicht mit $S_d \leq 0,3 \text{ m}$ aufgebracht ist.

26 mit raumseitiger diffusionshemmender Schicht $S_d \geq 2,0 \text{ m}$ und mit Wärmedämm-Verbundsystemen aus mineralischem Faserdämmstoff oder Holzfaserdämmplatten und einem wasserabweisenden Putzsystem mit $S_d \leq 0,7 \text{ m}$.

27 mit raumseitiger diffusionshemmender Schicht $S_d \geq 2,0 \text{ m}$ sowie mit einer äußeren Beplankung $S_d \leq 0,3 \text{ m}$.

28 Der Anteil der raumseitigen Schichten am Gesamtwärmedurchlasswiderstand der Bodenplatte darf nicht mehr als 20% betragen.

2.4.3. Nachweisfreie Dachkonstruktionen²⁹

- 💡 Für belüftete und nicht belüftete Dächer werden den außen- und raumseitigen Schichten bestimmte $S_{d,e}$ -Werte zugeordnet. Hält man sich an diese Schichtenfolge, muss kein rechnerischer Tauwassernachweis geführt werden.

Bedingungen für nachweisfreie Dächer: $S_{d,e}$ -Werte³⁰

Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke		
außen ³¹ (feucht)	innen ³² (trocken)	Bemerkungen ³³
$S_{d,e}$	$S_{d,i}$	
Nicht belüftete Dächer mit Zwischensparrendämmung (auch: nicht belüftete Dächer mit diffusionsoffener Aufsparrendämmung)		
≤ 0,1 m	≥ 1,0 m	
0,1 bis 0,3 m	≥ 2,0 m	
0,3 bis 2,0 m	≥ 6 · $S_{d,e}$	
Nicht belüftete Dächer mit Aufsparrendämmung		
≤ 0,5 m	≥ 10 m	Es dürfen sich keine Bauteile aus Holz oder Holzwerkstoffen zwischen der Schicht $S_{d,e}$ und der Schicht $S_{d,i}$ befinden.
> 0,5 m	≥ 100 m	
Nicht belüftete, bestehende Dächer mit von außen in das Gefach eingelegter und über den Sparren geführter Schicht mit variablem $S_{d,e}$-Wert³⁴		
$S_{d, \text{feucht}} \leq 0,5 \text{ m}$	$S_{d, \text{trocken}} 2,0 \text{ m bis } 10,0 \text{ m}$	Schichten mit variablem Wasserdampfdiffusionswiderstand
Nicht belüftete Dächer mit diffusionsdichter Untersparrendämmung, ggf. in Kombination mit Zwischensparrendämmung		
≤ 0,5 m	≥ 10 m	
Nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung		
	≥ 100 m	Bei diffusionssperrenden/diffusionsdichten Dämmstoffen auf Massivdecken kann auf zusätzliche diffusionshemmende Schicht verzichtet werden.
Belüftete Dächer, Neigung < 5°³⁵		
	≥ 100 m	Dach mit Dachabdichtung. Es wird keine Unterspannung/Unterdeckung eingebaut.
Belüftete Dächer, Neigung ≥ 5°³⁶		
	≥ 2 m	Eine Unterspannung ist bei einer Dachdeckung zulässig.

29 vgl. Abschnitt 5.3.3 in DIN 4108-3

30 vgl. Abschnitt 5.3.3 in DIN 4108-3

31 $S_{d,e}$ ist die Summe der Werte aller Schichten oberhalb der Wärmedämmschicht, bis zu erster Luftschicht.

32 $S_{d,i}$ ist die Summe der Werte aller Schichten unterhalb der Wärmedämmschicht.

33 Ausgenommen bei geneigten Dächern über 5° darf der Wärmedurchlasswiderstand der Bauteilschichten unterhalb einer raumseitigen diffusionshemmenden oder diffusionsdichten Schicht höchstens 20% des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes betragen.

34 Insbesondere in diesem Fall ist die Konstruktionsbeschreibung von Abschnitt 5.3.3.2, Satz c (Bild 6) in DIN 4108-3 genau zu beachten.

35 Zusätzliche Bedingungen: Sparren-/Luftraumlänge max. 10 m; Mindestlüftungsquerschnitte an zwei gegenüberliegenden Dachrändern mind. 2‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche, mind. jedoch 200 cm²/m; Höhe des freien Lüftungsquerschnittes innerhalb Dachbereich über der Wärmedämmschicht mind. 2‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche, mind. jedoch 5 cm.

36 Zusätzliche Bedingungen: freier Lüftungsquerschnitt mind. 2 cm; freier Lüftungsquerschnitt an Traufe mind. 2‰ der zugehörigen Dachfläche, mind. jedoch 200 cm²/m; an First und Grat Mindestlüftungsquerschnitte von 0,5‰ der zugehörigen geneigten Dachflächen, mind. jedoch 50 cm²/m.



2.5. Luftdichtheit

2.5.1. Luftdichtheit von Außenbauteilen³⁷

Die Luftdichtheitsschicht muss raumseitig der gedämmten Dachkonstruktion liegen. Sie ist nicht zu verwechseln mit der Winddichtung, die an der Außenseite der Dämmebene liegt und das Einströmen von Außenluft verhindern soll. Die Luftdichtheitsschicht ist häufig identisch mit der Dampfsperre.

- Außenbauteile müssen stets luftdicht ausgeführt werden.
- Fugen müssen dauerhaft und luftundurchlässig abgedichtet sein.

2.5.2. Hinweise zur Luftdichtheit

- 💡 Art und Lage der Luftdichtheitsschicht ist für jedes Bauteil der Hüllfläche festzulegen.
- 💡 Nach Möglichkeit soll der Wechsel der Luftdichtheitsebene innerhalb von Konstruktionen, zum Beispiel von innen nach außen, vermieden werden.
- 💡 Anschlussdetails und Werkstoffe exakt planen bzw. festlegen.
- 💡 Anschlüsse spannungsfrei herstellen und Länge von Fugen und Anschlüssen auf das notwendige Maß minimieren.
- 💡 Installationsebenen sollen raumseitig eingebaut werden, zwischen Luftdichtheitsschicht/Dampfsperre und Innenbekleidung.
- 💡 Übernimmt die raumseitige Bekleidung die Funktion einer Luftdichtheitsschicht, müssen bei Durchdringungen und Anschlüssen besondere Maßnahmen getroffen werden (z. B. luftdichte Hohlwandinstallationsdosen).

2.5.3. Luftvolumenstrom

- 💡 Gemäß DIN EN ISO 9972 darf der gemessene Luftvolumenstrom n_{50} bei natürlicher Lüftung einen Wert von $3,0 \text{ h}^{-1}$ nicht überschreiten. Bei Vorhandensein einer raumlufttechnischen Anlage muss der Maximalwert von $1,0 \text{ h}^{-1}$ betragen.

2.6. Wärmebrücken

Wärmebrücken sind flächige Stellen an Gebäudeaußenteilen, wo der Wärmestrom aus dem Innenbereich größer ist als in der übrigen Gebäudehülle. Sie verursachen Wärmeverlust und vor allem Tauwasserausfall.

- 💡 Wärmebrücken sind daher so auszubilden, dass an Bauteiloberflächen oder im Innern von Bauteilen kein Tauwasser ausfällt. Unterschiede in den U-Werten von Bauteilen sollen daher so weit als möglich ausgeglichen werden.

2.6.1. Arten von Wärmebrücken

- ▶ Materialbedingte Wärmebrücken
 - zusammengesetzte Bauteile, unterschiedliche Materialien

³⁷ vgl. Abschnitt 4.2.3 in DIN 4108-7

- ▶ Konstruktionsbedingte Wärmebrücken
→ meist Querschnittsveränderungen
- ▶ Geometriebedingte Wärmebrücken
→ Innen- und Außenflächen von sehr unterschiedlicher Fläche

Typische Wärmebrücken

- ▶ Tür- und Fensteranschlüsse
 - ▶ Kanten und Ecken an Wand/Decke
 - ▶ Innenwandanschlüsse
 - ▶ Einbindende Deckenplatten
 - ▶ Auskragende Bauteile (Balkonplatte, Vordach, Attika)
 - ▶ Einragende Bauteile (Stützen in Dach)
- 💡 Wegen der begrenzten Flächenwirkung kann der Wärmeverlust vereinzelt auftretender dreidimensionaler Wärmebrücken (z.B. punktuelle Balkonaufleger, Vordachabhängungen) in der Regel vernachlässigt werden. Das betrifft auch übliche Verbindungsmittel.³⁸
- 💡 Ebenso können kleinflächige Querschnittsveränderungen (Steckdosen, Leitungsschlitze), die Hüllfläche durchstoßende Lüftungsrohre, durchstoßende Pfetten oder Kellertüranschlüsse vernachlässigt werden.

2.6.2. Wärmebrücken im Gebäudeenergiegesetz

- 💡 Im GEG ist die Vorgabe der alten EnEV entfallen, dass der Einfluss der Wärmebrücken bei Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs gemäß des angewendeten Berechnungsverfahrens zu berücksichtigen ist.

2.6.3. Wärmebrückenbeiblatt: Beiblatt 2 der DIN 4108

Das sogenannte Wärmebrücken-Beiblatt zur DIN 4108 enthält Beispiele für Anschlussausbildungen, um Konstruktionsempfehlungen auszusprechen und ein Referenzniveau für die Güte einer Anschlussausbildung festzulegen.

- 💡 Beiblatt 2 stellt 399 Ausführungsbeispiele zur Verfügung, verteilt auf 27 Gruppen von Anschlüssen.
- 💡 Wärmebrücken werden kategorisiert in die Klassen A und B, wobei die Kategorie B höherwertig ist. Die geplanten Konstruktionen müssen nachweislich mit den bewerteten Beispielen des Beiblatts übereinstimmen.
- 💡 Kann keine bildliche Übereinstimmung der geplanten Wärmebrücke mit einem Beispiel der DIN 4108 hergestellt werden, muss ein Gleichwertigkeitsnachweis rechnerisch erbracht werden.
- 💡 Zudem kann der Planer einen pauschalen Aufschlag von $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ in die Berechnung der gesamten Hüllfläche übernehmen.
- 💡 Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, Wärmebrückenwerte durch Simulation zu ermitteln.

³⁸ vgl. Abschnitt 6.1. in DIN 4108-2

2.6.4. Wärmebrückenzuschläge

Beschreibung		Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} in $W/m^2 \cdot K$
gemäß Planungsdetails nach Beiblatt 2 DIN 4108	Kategorie A	0,05
	Kategorie B	0,03
Gesamtaufschlag für Gebäude		0,10
Gesamtaufschlag für Gebäude mit vorwiegend innen- liegender Wärmedämmung (durchstoßen von Massiv- bauteilen)		0,15

2.6.5. Ausbildung von Wärmebrücken

- 💡 Bauteile wie Balkonplatten oder Attiken müssen thermisch vom Gebäudeinnern getrennt werden.
- 💡 Produkte zur thermischen Trennung sind gedämmte Balkonplattenanschlüsse (Isolationskörbe), Isolationskörbe für Stahlkonstruktionen oder gedämmte Kimmsteine am Mauerfuß.
- 💡 Alternativ ist eine allseitig ausreichende Dämmung der auskragenden Bauteile möglich. Ohne zusätzliche Wärmedämmmaßnahmen ist die Ausführung von thermisch nicht getrennten Bauteilen unzulässig.

2.7. Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2

2.7.1. Gesetzliche Vorgaben für den sommerlichen Wärmeschutz

- 💡 Der Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108, *Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*, will den Energieaufwand zur Raumkühlung reduzieren und zumutbare Bedingungen in Innenräumen gewährleisten.
- 💡 DIN 4108-2 legt für den sommerlichen Wärmeschutz Grenzwerte fest, die im planerischen Nachweisverfahren eingehalten werden müssen. Das GEG³⁹ verweist verbindlich auf diese Norm.⁴⁰
- 💡 Alternativ zum Nachweisverfahren in DIN 4108-2 kann das Verfahren durch thermische Gebäudesimulation zur Anwendung kommen.⁴¹

Sommerklimaregionen

- 💡 Um regionale Unterschiede der sommerlichen Klimaverhältnisse zu berücksichtigen, wird für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland hinsichtlich der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz in die Sommerklimaregionen A, B und C eingeteilt.

39 vgl. §14, GEG

40 Konkret wird auf Normausgabe von 2013 verwiesen.

41 vgl. Abschnitt 8.4 in DIN 4108-2

2.7.2. Nachweisfreie Räume oder Gebäude⁴²

- 💡 Liegt der Fensterflächenanteil unter bestimmten Grenzen (siehe untenstehende Tabelle), darf auf einen Nachweis verzichtet werden.
- 💡 Bei Wohngebäuden sowie bei Gebäudeteilen zur Wohnnutzung, bei denen der kritische Raum einen grundflächenbezogenen Fensterflächenanteil von 35% nicht überschreitet, und deren Fenster in Ost-, Süd- oder Westorientierung mit außenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen⁴³ ausgestattet sind, kann auf einen Nachweis verzichtet werden.⁴⁴

2.7.3. Generell nachweisfrei: Fensterflächenanteil an Grundfläche⁴⁵

Neigung der Fenster gegenüber der Horizontalen	Orientierung der Fenster	auf Grundfläche bezogener Fensterflächenanteil %
über 60° bis 90°	Nordwest über Süd bis Nordost	10
	Alle anderen Nordorientierungen	15
von 0° bis 60°	Alle Orientierungen	7

2.7.4. Hinweise zum sommerlichen Wärmeschutz⁴⁶

- 💡 Vor Einsatz einer erhöhten oder hohen Nachtlüftung mittels einer Lüftungsanlage oder einer passiven Kühlung sollte ein Sonnenschutz vorgesehen werden, mit dem $g_{\text{tot}} \leq 0,4$ erreicht wird.
- 💡 In Abhängigkeit von der Sonnenschutzmaßnahme ist aber darauf zu achten, dass die Innenraumbelichtung mit Tageslicht nicht unzulässig herabgesetzt wird.
- 💡 Räume mit nach zwei oder mehr Richtungen orientierten Fensterflächen, insbesondere Südost- oder Südwestorientierungen, sind im Allgemeinen ungünstiger hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes als Räume mit einseitig orientierten Fensterflächen.
- 💡 Eine dunkle Farbgebung der Außenbauteile kann zu höheren Temperaturen an der Außenoberfläche als eine helle Farbgebung führen. Dies kann zu höheren Spannungen an der Außenoberfläche infolge höherer Temperaturunterschiede und zu höheren Wärmeeinträgen in den Raum führen.
- 💡 Die Sonneneintragskennwerte von Außenbauteilen mit transparenten Flächen werden durch den Fensterflächenanteil, den Gesamtenergiedurchlassgrad der transparenten Bauteile und die Sonnenschutzmaßnahmen sowie die Nettogrundfläche des Raumes bzw. der Raumgruppe bestimmt.
- 💡 Voraussetzungen zum nächtlichen Lüften (z.B. zu öffnende Fenster, geeignete Einrichtungen zur freien Lüftung) sollten vorgesehen werden. Eine Nachtlüftung kann auch mit einer raumluftechnischen Anlage erfolgen.

⁴² vgl. Abschnitt 8.2.2 in DIN 4108-2

⁴³ Der Sonnenschutz muss gewissen Abminderungsfaktoren genügen.

⁴⁴ Für Räume in Verbindung mit unbeheizten Glasvorbauten gelten weitere Regeln, vgl. hierzu Abschnitt 8.2.3 in DIN 4108-2.

⁴⁵ vgl. Tabelle 6 in DIN 4108-2

⁴⁶ vgl. Abschnitt 4.3. in DIN 4108-2

- 💡 Das thermische Verhalten eines Raumes kann durch passive Kühlung positiv beeinflusst werden. (z.B. thermisch aktivierte Bauteile mit Nutzung eines Sohlplattenkühlers oder Erdwärmetauschers (geothermische Kühlung) oder Systeme mit Kühlung über indirekte Verdunstung (monovalente Betriebsweise).

2.8. Der Wärmeschutznachweis

- 💡 Der Wärmeschutznachweis ist ein vom Planer zu erstellender bautechnischer Nachweis zur Erlangung der Baugenehmigung vor Baubeginn. Er darf nicht mit dem Energieausweis verwechselt werden.
- 💡 Die gesetzliche Grundlage des Wärmeschutznachweises ist das Gebäudeenergiegesetz. Der Nachweis erfolgt anhand eines Referenzgebäudes mit einem festgelegten energetischen Standard.
- 💡 Welche Person einen Wärmeschutznachweis erstellen darf, ist abhängig von der Gebäudeklasse und dem Standort des Gebäudes. Es handelt es sich in der Regel um einen Architekten oder Bauingenieur. Oft sind Weiterbildungen und Eintragungen in diversen Listen der Ingenieurkammern zusätzlich erforderlich.
- 💡 Die nötigen Berechnungen zum Wärmeschutznachweis werden für Wohngebäude i.d.R. nach DIN 4108 und für Nichtwohngebäude nach DIN V 18599 vorgenommen.
- 💡 Bei einer Sanierung ist es ausreichend, wenn die neuen oder geänderten Bauteile die von dem GEG geforderten U-Werte einhalten. Über das Bauteilverfahren ist in diesen Fällen ein einfacher Wärmeschutznachweis möglich.

Die wichtigsten Inhalte des Nachweises

- ▶ Ein Wärmeschutznachweis weist den winterlichen und den sommerlichen Wärmeschutz nach.
- ▶ Er beinhaltet wichtige Kennwerte, wie den Primärenergiebedarf, den Transmissionsverlust, die Sonneneintragskennwerte und die Übertemperatur-Gradstunden.

3. Vorschriften, Normen und Regelwerke

3.1. GEG und DIN 4108

- § **Gebäudeenergiegesetz (GEG):** Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (2020)
- § **DIN 4108-2:** Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- § **DIN 4108-3:** Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- § **DIN 4108-4:** Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte

- § **DIN 4108-7:** Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele
- § **DIN/TS 4108-8:** Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 8: Vermeidung von Schimmelpilzwachstum in Wohngebäuden
- § **DIN 4108-10:** Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe
- § **DIN 4108-11:** Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 11: Mindestanforderungen an die Dauerhaftigkeit von Klebeverbindungen mit Klebebändern und Klebemassen zur Herstellung von luftdichten Schichten
- § **DIN 4108 Beiblatt 2:** Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Beiblatt 2: Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele

3.2. DIN 18599

- § **DIN V 18599:** Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung
 - Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
 - Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
 - Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
 - Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
 - Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen
 - Teil 6: Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau
 - Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftheizungs- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
 - Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
 - Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
 - Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
 - Teil 11: Gebäudeautomation
 - Beiblatt 1: Bedarfs-/Verbrauchsabgleich
 - Beiblatt 2: Beschreibung der Anwendung von Kennwerten aus der DIN V 18599 bei Nachweisen des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG)
- § **DIN/TS 18599:** Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung
 - Teil 12: Tabellenverfahren für Wohngebäude
 - Teil 13: Tabellenverfahren für Nichtwohngebäude
 - Beiblatt 3: Überführung der Berechnungsergebnisse einer Energiebilanz nach DIN/TS 18599 in ein standardisiertes Ausgabeformat

3.3. Weitere nationale Normen

- § **DIN 18345:** VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Wärmedämm-Verbundsysteme
- § **DIN 55699:** Anwendung und Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW)

3.4. Internationale Normen

- § DIN EN 13162: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation
- § DIN EN 13163: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) - Spezifikation
- § DIN EN 13164: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) - Spezifikation; mit Änderung A1
- § DIN EN 13165: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PU) - Spezifikation
- § DIN EN 13166: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharzschaum (PF) - Spezifikation
- § DIN EN 13167: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (CG) - Spezifikation
- § DIN EN 13168: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzwolle (WW) - Spezifikation
- § DIN EN 13169: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Blähperlit (EPB) - Spezifikation
- § DIN EN 13170: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Kork (ICB) - Spezifikation
- § DIN EN 13171: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzfasern (WF) - Spezifikation
- § DIN EN 13499: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Außenseitige Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) aus expandiertem Polystyrol - Spezifikation
- § DIN EN 13500: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Außenseitige Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) aus Mineralwolle - Spezifikation
- § DIN EN 14303: Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation
- § DIN EN 14304: Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie - Werkmäßig hergestellte Produkte aus flexiblem Elastomerschaum (FEF) - Spezifikation
- § DIN EN 14308: Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung und für betriebstechnische Anlagen in der Industrie - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) und Polyisocyanurat-Schaum (PIR) - Spezifikation
- § DIN EN 14934: Wärmedämmung und leichte Füllprodukte für Anwendungen im Tiefbau - Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) - Spezifikation

- § **DIN EN 15026:** Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation
- § **DIN EN 16025:** Wärmedämmstoffe für den Wärme- und/oder Schallschutz im Hochbau - Gebundene EPS-Schüttungen, Teile 1 und 2
- § **DIN EN ISO 6946:** Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren zur Einbausituation
- § **DIN EN ISO 7345:** Wärmeverhalten von Gebäuden und Baustoffen - Physikalische Größen und Definitionen
- § **DIN EN ISO 9229:** Wärmedämmung - Begriffe
- § **DIN EN ISO 9972:** Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren
- § **DIN EN ISO 10077:** Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten, Teile 1 und 2
- § **DIN EN ISO 10456:** Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabe-lierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte
- § **DIN EN ISO 12631:** Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

4. Klassifizierungen und Bezeichnungen

4.1. Referenzwerte und maximale U-Werte gemäß GEG⁴⁷

Bauteile/Systeme	Wohngebäude	Bestand	Nichtwohngebäude	
	Ausführung Referenzgebäude ⁴⁸ W/(m ² ·K)	Höchstwert Wärmedurchgangskoeffizient ⁴⁹ W/(m ² ·K)	Ausführung Referenzgebäude ⁵⁰ W/(m ² ·K)	Höchstwert mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient ⁵¹ W/(m ² ·K)
Außenwand, Geschossdecke gegen Außenluft	U = 0,28	U = 0,24 ⁵²	U = 0,28	U = 0,28
Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	U = 0,35	U = 0,30/U = 0,50 ⁵³	U = 0,35	-
Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	U = 0,20	U = 0,24/U = 0,20 ⁵⁴	U = 0,20	-
Fenster, Fenstertüren	U _w = 1,3	U _w = 1,3/U _w = 1,6 ⁵⁵	U _w = 1,3	-
Lichtkuppeln	U _w = 2,7	-	U _w = 2,7	U _w = 2,5
Glasdächer	U _w = 1,4	U _w = 2,0		
Lichtbänder		-	U _w = 2,4	
Dachflächenfenster		U _w = 1,4	U _w = 1,4	-
Außentüren; Türen gegen unbeheizte Räume	U = 1,8	U = 1,8	U = 1,8	-
Vorhangsfassade	-	U _c = 1,5 ⁵⁶	U = 1,4	U = 1,5
Transparente Außenbauteile	-	-	-	

47 Zusätzliche Anforderungen wie g-Wert oder Lichttransmissionsgrad sind zu beachten.

48 vgl. Anlage 1, GEG

49 vgl. Anlage 7, GEG; gilt für Räume oder Zonen von Wohngebäuden bzw. Nichtwohngebäuden bis 19 °C.

50 vgl. Anlage 2, GEG

51 vgl. Anlage 3, GEG; gilt für Räume bis 19 °C.

52 Gilt auch bei Anbringen von Bekleidungen, Vorsatzschalen, Dämmschichten und bei Erneuerung des Außenputzes; ebenso bei Anbringen von Bekleidungen, Verschalungen, Dränagen bei Decken/Bodenplatten.

53 Der zweite Wert gilt für Decken an unbeheizte Räume, Außenluft oder Erdreich.

54 Der zweite Wert gilt für Dächer mit Abdichtungen.

55 Der zweite Wert gilt für Fenstertüren.

56 Dieser Wert gilt bei Pfosten-Riegel-Konstruktionen.

4.2. Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen⁵⁷

Bauteile	Beschreibung	Wärmedurchlasswiderstand R des Bauteils ⁵⁸
		m ² · K/W
Wände beheizter Räume	gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen, nicht beheizte Räume (auch nicht beheizte Dachräume oder nicht beheizte Kellerräume außerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche)	1,2 ⁵⁹
Decken beheizter Räume nach unten	gegen Außenluft, gegen Tiefgarage, gegen Garagen (auch beheizte), Durchfahrten (auch verschließbare) und belüftete Kriechkeller	1,75
	gegen nicht beheizten Kellerraum	--
	unterer Abschluss (z.B. Sohlplatte) von Aufenthaltsräumen unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5m über einem nicht belüfteten Hohlraum, z.B. Kriechkeller, an das Erdreich grenzend	0,90
Bauteile an Treppenträumen	Wände zwischen beheiztem Raum und direkt beheiztem Treppenraum, Wände zwischen beheiztem Raum und indirekt beheiztem Treppenraum ⁶⁰	0,07
	Wände zwischen beheiztem Raum und indirekt beheiztem Treppenraum ⁶¹	0,25
	oberer und unterer Abschluss eines beheizten oder indirekt beheizten Treppenraumes	wie Bauteile beheizter Räume
Dachschrägen beheizter Räume	gegen Außenluft	1,2
Decken beheizter Räume nach oben und Flachdächer ⁶²	gegen Außenluft	1,2
	zu belüfteten Räumen zwischen Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	0,90
	zu nicht beheizten Räumen, zu bekriechbaren oder noch niedrigeren Räumen	0,90
	zu Räumen zwischen gedämmten Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	0,35
Bauteile zwischen beheizten Räumen	Wohnungs- und Gebäudetrennwände zwischen beheizten Räumen	0,07
	Wohnungstrenndecken, Decken zwischen Räumen unterschiedlicher Nutzung	0,35

57 vgl. Tabelle 3 in DIN 4108-2

58 Bei erdberührten Bauteilen: konstruktiver Wärmedurchlasswiderstand.

59 Bei niedrig beheizten Räumen gilt 0,55 m² · K/W.

60 sofern die anderen Bauteile des Treppenraums die Anforderungen der Tabelle 3 erfüllen

61 sofern nicht alle anderen Bauteile des Treppenraums die Anforderungen der Tabelle 3 erfüllen

62 Für Umkehrdächer gelten die Zuschlagswerte ΔU nach Tabelle 4 in DIN 4108-2.

4.3. Bemessungswerte für Dämmstoffe⁶³

Dämmstoff	Kurzzzeichen	Nennwert	Bemessungswert
		λ_D	λ_B
		W/(m · K)	
Mineralwolle	MW	0,030	0,031
		0,031	0,032
		0,049 ⁶⁴	0,050
		0,050	0,052
Expandierter Polystyrolschaum	EPS	0,030	0,031
		0,031	0,032
		0,049	0,050
		0,050	0,052
Extrudierter Polystyrolschaum	XPS	0,022	0,023
		0,023	0,024
		0,045	0,046
Polyurethan-Hartschaum	PU	0,020	0,021
		0,021	0,022
		0,040	0,041
Phenolharz-Hartschaum	PF	0,020	0,021
		0,021	0,022
		0,035	0,036
Schaumglas	CG	0,037	0,038
		0,038	0,039
		0,049	0,050
		0,050	0,052
		0,055	0,057
Holzwolle-Platten ⁶⁵	WW	0,060	0,063
		0,061	0,064
		0,069	0,072
		0,070	0,074
		0,089	0,093
		0,090	0,095
		0,100	0,105
Holzfaserdämmstoff	WF	0,032	0,034
		0,033	0,035
		0,049	0,051
		0,050	0,053
		0,060	0,063
Polyethylenschaum	PEF	0,035	0,042
		0,036	0,043
		0,037	0,044
		0,038	0,046
		0,042	0,050
		0,043	0,052

63 vgl. Tabelle 2 in DIN 4108-4; es handelt sich hier um eine Auswahl.

64 Für dazwischenliegende Werte (zw. 0,031 in obiger Zeile und 0,049) gelten i.d.R. entsprechende/ähnliche Unterschiede zwischen Nenn- und Bemessungswert.

65 Bei Holzwolle-Mehrschichtplatten (WW-C) müssen die Schichten addiert werden (Holzwolle plus Innendämmschicht aus EPS oder MW)

4.4. Anwendungstypen von Dämmstoffen⁶⁶

Kurzzeichen	Beschreibung
DAD	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen
DAA	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdichtungen
DUK	Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach)
DZ	Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, nicht begehbare, zugängliche oberste Geschossdecken
DI	Innendämmung Decke (unterseitig) oder Dach, Dämmung unter Sparren/Tragkonstruktion, abgehängte Decke
DEO	Innendämmung Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen
DES	Innendämmung Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich mit Schallschutzanforderungen
WAB	Außendämmung Wand hinter Bekleidung
WAA	Außendämmung Wand hinter Abdichtung
WAP	Außendämmung Wand unter Putz
WZ	Dämmung zweischaliger Wände, Kerndämmung
WH	Dämmung von Holzrahmen- und Holztafelbauweise
WI	Innendämmung Wand
WTH	Dämmung zwischen Haustrennwänden mit Schallschutzanforderungen
WTR	Dämmung Raumtrennwände
PW	Außen liegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich
PB	Außen liegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Erdreich

⁶⁶ vgl. Tabelle 1 in DIN 4108-10

4.5. Produkteigenschaften von Dämmstoffen⁶⁷

Kurzzeichen	Beschreibung	Einbaubeispiele	Anwendbar für Dämmstoff ⁶⁸
dk	Keine Druckbelastbarkeit	Hohlraumdämmung, Zwischensparrendämmung	MW EPS
dg	Geringe Druckbelastbarkeit	Wohn- und Bürobereich unter Estrich	XPS PU
dm	Mittlere Druckbelastbarkeit	Nicht genutztes Dach mit Abdichtung	PF CG
dh	Hohe Druckbelastbarkeit	Genutzte Dachflächen, Terrassen, Flachdächer mit Solaranlagen	WW WW-C
ds	Sehr hohe Druckbelastbarkeit	Industrieböden, Parkdeck	ICB WF
dx	Extrem hohe Druckbelastbarkeit	Hoch belastete Industrieböden, Parkdeck	
wk	Keine Anforderungen an Wasseraufnahme	Innendämmung im Wohn- und Bürobereich	ICB
wf	Wasseraufnahme durch flüssiges Wasser	Außendämmung von Außenwänden und Dächern	
wd	Wasseraufnahme durch flüssiges Wasser und/oder Diffusion	Perimeterdämmung, Umkehrdach	
zk	Keine Anforderungen an Zugfestigkeit	Hohlraumdämmung, Zwischensparrendämmung	MW WF
zg	Geringe Zugfestigkeit	Außen-Wanddämmung hinter Bekleidung	
zh	Hohe Zugfestigkeit	Außen-Wanddämmung unter Putz, Dach mit verklebter Abdichtung	
tk	Keine Anforderungen an Verformung	Innendämmung	
tf	Dimensionsstabilität unter Feuchte und Temperatur	Außen-Wanddämmung unter Putz, Dach mit Abdichtung	
tl	Verformung unter Last und Temperatur	Dach mit Abdichtung	

⁶⁷ vgl. Tabelle 2 in DIN 4108-10.

⁶⁸ vgl. Tabellen 3 bis 13 in DIN 4108-10. Nicht immer sind alle Teilkategorien anwendbar.

5. Planung und Ausführung

Wärmeschutzmaßnahmen können mehr oder weniger „homogene“ Baumaterialien wie Dämmziegel u.dgl. umfassen, es kann aber auch Wärmedämmputz aufgetragen werden oder es werden Dämmstoffe an Boden, Dach und Wand eingesetzt.⁶⁹

- 💡 Die fortschreitende wärmetechnische Verbesserung bei traditionellen Baumaterialien wie Ziegeln oder Betonsteinen hat zur Verminderung ihrer Tragfähigkeit geführt. Auch aus diesem Grund setzen Planer häufig auf eine Kombination von hochdichten mit dämmenden Materialien.

5.1. Eigenschaften von Dämmstoffen

Wärmedämmstoffe sind oft Voraussetzung zur Erreichung der Vorgaben des Wärmeschutzes. Sie zeichnen sich insbesondere durch ihre geringe Rohdichte, eine spezifische Struktur und die sich so ergebende geringe Wärmeleitfähigkeit aus.

5.1.1. Druckspannung von Dämmstoffen

- 💡 Man unterscheidet zwischen Druckspannung und Druckfestigkeit.
- 💡 Die Druckspannung wird i.d.R. bei einer Stauchung von 10% angegeben. Die Druckfestigkeit beziffert die Kraft, bei welcher der Probekörper beginnt zusammenzubrechen.
- 💡 Die Rohdichte ist für das Festigkeitsverhalten von Dämmstoffen maßgeblich. Zudem sind Dicke und Struktur (Fasern, Poren) von Bedeutung.

Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen

- ▶ Der U-Wert einer Konstruktion ist weitgehend von der Wärmeleitfähigkeit der eingesetzten Stoffe und ihren Schichtdicken abhängig. Der Einfluss der Dicke eines Dämmstoffes auf den U-Wert ist jedoch begrenzt. Der positive Effekt der Dämmung auf den Wärmestrom von innen nach außen nimmt mit zunehmender Dämmstärke ab.

⁶⁹ Dämmziegel werden auf AUSSCHREIBEN.DE im Whitepaper Mauerwerk beschrieben, Dachdämmungen im Whitepaper Dämmung Dach.

Bemessungswert und Nennwert

Man unterscheidet zwischen dem Bemessungswert und dem Nennwert der Wärmeleitfähigkeit. Zu Berechnungen gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist der Bemessungswert zu verwenden. Dämmstoff-Hersteller geben in ihren technischen Angaben und Datenblättern jedoch häufig (auch) den Nennwert an, der stets niedriger (günstiger) liegt. Die verpflichtende CE-Kennzeichnung von Dämmprodukten verlangt die Angabe des Nennwerts der Wärmeleitfähigkeit λ_D . Er kann jedoch nicht zu Wärmeschutzberechnungen herangezogen werden.

- 💡 Viele Produkte weisen neben der CE-Kennzeichnung nach wie vor das nationale Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) aus. Im Ü-Zeichen ist aber im Unterschied zur CE-Kennzeichnung der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ angegeben. Dieser Wert wird für die U-Wert-Berechnung herangezogen.
- 💡 λ_D wird nach Tabelle 2 in DIN 4108-4 mit Sicherheitszuschlägen von 3 bis 20% versehen⁷⁰, um zum Bemessungswert zu gelangen.

5.1.2. Weitere Kennwerte von Dämmstoffen

- ▶ Brandverhalten nach DIN 4102/DIN EN 13501
- ▶ Druckbelastbarkeit
- ▶ Wasseraufnahme
- ▶ Zugfestigkeit
- ▶ Verrottbarkeit
- ▶ Energieverbrauch bei Herstellung

5.2. Dämm-Materialien

- 💡 Man unterscheidet organische Dämmstoffe und anorganische/mineralische Dämmstoffe. Zudem können Dämmstoffe natürlichen oder synthetischen Ursprungs sein.
- 💡 Natürliche Dämmstoffe sind beispielsweise Kork, Schafwolle, Baumwolle, Flachs, Hanf, Kokos, Holzfasern, Holzwolle; ebenso Blähton, Blähperlite oder Naturbims.
- 💡 Mineralisch-synthetische Dämmstoffe umfassen Mineralwolle, Schaumglas und Mineralschaumplatten, aber auch Spezialmaterialien wie Vakuum-Isolationspaneele. Bei allen anderen verwendeten Stoffen handelt es sich um Kunststoffe.

⁷⁰ Sehen Sie bitte die entsprechende Tabelle in Abschnitt 4.3 dieses Whitepapers.

5.2.1. Übersicht Dämmstoffe

- ▶ Mineralwolle (MW, Glas- und Steinwolle)
- ▶ Expandiertes Polystyrol (EPS)
- ▶ Extrudiertes Polystyrol (XPS)
- ▶ Polyurethan (PU, PUR, PIR)
- ▶ Schaumglas (CG)
- ▶ Holzweichfaser (WF)
- ▶ Mineraldämmplatten (ähnlich Porenbeton)
- ▶ Phenolharz-Hartschaumplatte (PF)
- ▶ Holzwolle-Mehrschichtplatten (WW-C)
- ▶ Holzwolleplatten (WW)
- ▶ Elastomerschaum (FEF)
- ▶ Polyethylenschaum (PEF)
- ▶ Blähperlit (EPB)
- ▶ Expandierter Kork (ICB)
- ▶ Zellulose
- ▶ Blähglas
- ▶ Blähton
- ▶ Baumwolle, Flachs, Hanf, Kokos
- ▶ Schafwolle
- ▶ Resolharz
- ▶ Aerogel
- ▶ Vakuum-Isolations-Paneele (VIP)

5.2.2. Lieferformen von Dämmstoffen

- ▶ Platten und Matten
 - aus Faserdämmstoffen (Mineralfaser, Holzfaser, nachwachsende Rohstoffe)
 - Anwendung an Gebäudehülle, in Gebäudetechnik
- ▶ Hartschaumplatten
 - aus Polystyrol, Polyurethan, Phenolharz etc.
 - Anwendung an Gebäudehülle, in feuchtebelasteten Bereichen
- ▶ Mineralische Platten
 - Mineralschaum, Schaumglas, Kalziumsilikat
 - Anwendung an Gebäudehülle, Bodenplatten, in feuchtebelasteten Bereichen, als Innendämmung
- ▶ Schüttungen
 - aus Faserstoffen oder mineralischen Dämmstoffen wie Perlite, Schaumglas, Blähton
 - Anwendung unter Bodenplatte, unter Estrich, als Ausgleichschicht, auf oberster Decke
- ▶ Einblasdämmung
 - aus mineralischen Stoffen (Mineralwolle) oder organischen Stoffen (Zellulose, Hanf; seltener Kunststoffe)
 - Anwendung in Ständerwandkonstruktionen, in Dachschrägen, bei Sanierung, als Kerndämmung
- ▶ Ortschaum
 - aus Schaumkunststoffen
 - Anwendung: zum Ausschäumen, in Gebäudetechnik

- ▶ Vorgefertigte Elemente, Schalen
 - aus Schaumkunststoffen, Faserdämmstoffen
 - Anwendung zur Rohrleitungsdämmung, Gebäudetechnik

5.3. Anwendung von Wärmedämmungen

Dämmstoff ⁷¹	Anwendungsgebiet						
	Zwischen-sparren	Aufsparren	Flach-dach	WDVS	in Wän-den	Erdberühr-te Bauteile	Innen-dämmung
Mineralwolle	x	x	x	x	x		x
Polystyrol EPS		x	x	x			x
Polystyrol XPS		(x)	x ⁷²	x		x	
Polyurethan		x	x	x		(x)	x
Schaumglasplat-ten, -schotter ⁷³			x			x	
Holzweichfaser	x	x	(x)	x	x		x
Hanf, Flachs, Baumwolle etc.	x				x		x
Zellulose	x				x		
Mineralplatten			x	x		x	x
VIP, Aerogel							x

💡 Dämmstoffe werden gemäß den Vorgaben aus DIN 4108-10 bezeichnet. Zu den Stoff-Kurzbezeichnungen der genormten Dämmstoffen treten Kürzel zu Druckbelastbarkeit, Zugfestigkeit, Wasseraufnahme, Verformung und Anwendungstypen.⁷⁴

⁷¹ Diese Liste ist stark produktabhängig. Andere Anwendungen als hier angegeben sind möglich.

⁷² i.d.R. bei Umkehrdach

⁷³ Schaumglasschotter kommt unter Bodenplatten zur Anwendung.

⁷⁴ Die Tabellen hierzu finden Sie in Abschnitten 4.4 und 4.5 dieses Whitepapers.

Dämmstoffbezeichnung in Ausschreibung⁷⁵

Dämmstoff Mineralwolle für WDVS, Wärmeleitfähigkeit 0,035, Zugfestigkeit hoch:

- ▶ MW 035 WAP zh

Dämmstoff expandiertes Polystyrol als Flachdachdämmung für nicht genutztes Dach, Wärmeleitfähigkeit 0,032, Druckbelastbarkeit mittel:

- ▶ EPS 032 DAA dm

Dämmstoff extrudiertes Polystyrol als Perimeterdämmung, Wärmeleitfähigkeit 0,040, hohe Druckbelastung:

- ▶ XPS 040 PW dh

5.3.1. Perimeterdämmung

- 💡 Entweder unter Bodenplatte⁷⁶ (Anwendung PB) oder auf Keller-Außenflächen (Anwendung PW).
- 💡 Als Materialien kommen extrudiertes Polystyrol (XPS) oder Schaumglas in Frage. Materialien müssen feuchtebeständig und meist hoch druckfest sein.
- 💡 Bei nicht unterkellerten Gebäuden wird unter der Bodenplatte oft Schaumglasschotter eingesetzt; das Material ist lastabtragend, frostbeständig und druckfest.

5.3.2. Besondere Anwendungen von Dämmstoffen

- ▶ Holzbalkendecke
 - Meist nicht zur Wärme- sondern zur Luftschalldämmung.
- ▶ Rohrleitungsdämmung
 - Rohrleitungen und Armaturen müssen meist gedämmt werden. Dämmschalen mit einer Wärmeleitfähigkeit von max. 0,035 W/mK werden eingesetzt.
- ▶ Zweischaliges Mauerwerk
 - Dämmung hinter Verblendmauerwerk; sie wird entweder als Kerndämmung oder als Dämmung mit Luftschicht ausgeführt. Verwendete Dämmstoffe sind MW, EPS oder PU.

⁷⁵ Die Hersteller bezeichnen ihre Produkte noch viel genauer, was für die Ausschreibung jedoch nicht nötig ist; die Mindestanforderungen an die einzelnen Dämmstoffe sind in Tabellen 3 bis 13 von DIN 4108-10 beschrieben.

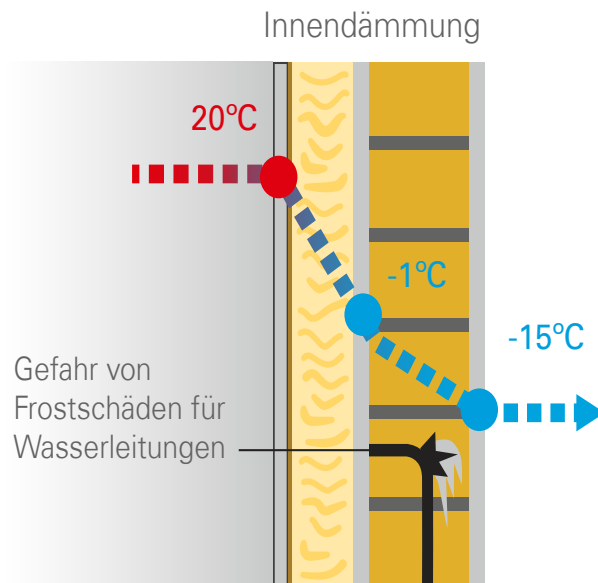
⁷⁶ Bei Sanierungen kann die Dämmschicht auch oberhalb der Bodenplatte aufgebracht werden.

5.3.3. Sanierungen

- 💡 In der Gebäudehülle ist auch bei Sanierungen auf wärmebrückenfreien Verlauf der Dämm- und Lufthülle zu achten.
- ▶ Nachträgliche Dachdämmung
 - als Aufsparrendämmung mit aufkaschierter Unterdeckung
 - alternativ Einbringung von außen, mit Luftdichtung und Dampfsperren über Sparren geführt. Dämmstoffe für die nachträgliche Dachdämmung
 - alternativ Anwendung von Unterdeckplatten mit hohem sd-Wert
- ▶ Außenwände nachträglich dämmen
 - Entweder als Wärmedämm-Verbundsystem oder als Innendämmung. Auch Aufdopplung eines bestehenden WDVS ist möglich.
- ▶ Kellerdecke nachträglich dämmen
 - Aufbringung an Unterseite der Kellerdecke, durch Kleben oder Dübeln. Bei nicht beheizten Kellern.
 - Kappen- oder Gewölbedecken werden mittels einer Unterdecke und Dämmung der Hohlräume wärmetechnisch ertüchtigt. Alternativ ist eine Einblasdämmung oder das Aufsprühen der Dämmung (Steinwolleflocken, PUR-Schaum) möglich.
- ▶ Fußbodenhohlräume dämmen
 - mit Einblasdämmung (Mineralwolle, Zellulose, Holzspäne, Polystyrolgranulat)
- ▶ Oberste Decke nachträglich dämmen
 - Ist bei meisten Bauten ohne Dachgeschossausbau vorgeschrieben. Dämmstoffplatten, meist mit Nut und Feder oder begehbar mit Spanplattenkaschierung bzw. mit Lagerhölzern und Abdeckung.

5.4. Innendämmung

- 💡 Innendämmungen werden bei Sanierungen angewandt, meist bei Denkmalschutzanforderungen an die Fassade. Besonders ist auf Luftdichtheit, den Feuchteschutz und auf Wärmebrücken zu achten.
- 💡 Der Taupunkt verschiebt sich weit nach innen. Die tragenden Teile sind dem Frost-Tauwechsel ausgesetzt.
- 💡 Einbindende Decken und Wände können nicht gedämmt werden, was zu starken Wärmebrückeneffekten führen kann. Bei einbindenden Bauteilen und an Fensterleibungen wird eine Flankendämmung eingesetzt.
- 💡 Es muss eine innenliegende Dampfsperre eingebaut werden. Alternativ kann die Innendämmung selber dampfdicht sein.
- 💡 Es können aber auch kapillaraktive Dämmstoffe ohne Dampfsperren eingesetzt werden (Kalziumsilikatplatten, gelochte PUR-Platten etc.). Diese wirken auch als Feuchtepuffer in den Innenraum.
- 💡 Der sommerliche Wärmeschutz ist ungünstig, da bei Innendämmungen keine Speichermasse innenseitig der Dämmung vorhanden ist.



Temperaturverlauf bei Innendämmungen

Quelle: <https://www.sanier.de/daemmung/anwendungsgebiete/fassadendaemmung/innendaemmung>

5.4. 1. Materialien für Innendämmungen

- ▶ Polystyrolplatten
- ▶ Polyurethanplatten (häufig Sonderausführungen)
- ▶ Kalziumsilikatplatten
- ▶ Mineralwolleplatten
- ▶ Mineralschaumplatten
- ▶ Schaumglasplatten
- ▶ Holzwolleleichtbauplatten
- ▶ Holzweichfaserplatten
- ▶ Vakuum-Isolationspaneele
- ▶ Aerogelplatten

Kommentar

Kritik am GEG

Es wird verschiedentlich bemängelt, dass die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes nicht ausreichen, um für den Gebäudebestand Deutschlands bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Neubauten müssten effizienter errichtet werden und der Bestand müsste auf KfW-55-Häuser gebracht werden.⁷⁷ Statt innovative Lösungen für energiesparende Gebäude zu befördern, schreibe das GEG lediglich die bestehenden Standards fort. Aufgrund zahlreicher Ausnahmen würde selbst das eigentlich beschlossene Einbauverbot neuer Ölheizungen ab 2026 nicht konsequent umgesetzt.

Förderungen

Unabhängig vom GEG wurden 2020 die Förderungen erhöht. Die KfW-Förderung erteilt nun höhere Tilgungszuschüsse für Kredite von bis zu 25 Prozent im Neubau sowie Investitionszuschüsse von bis zu 40 Prozent für Sanierungen. Dazu muss das Bauvorhaben die Anforderungen des GEG allerdings meist übertreffen.

⁷⁷ Ursprünglich sollte zudem die Solarförderung (aufgrund des sogenannten Solardeckels) gestrichen werden, was noch vermieden werden konnte.