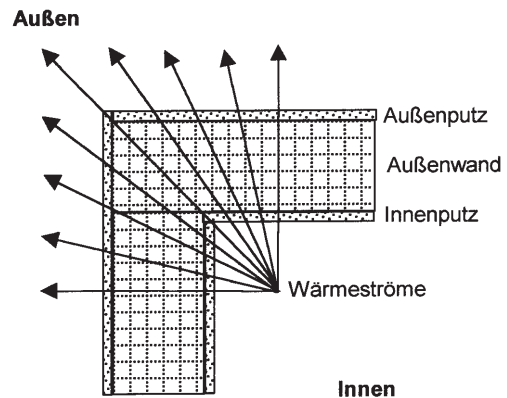


## 2.7 Tauwasserbildung an Außenwandecken

In den Ecken von Wohnräumen liegt ein Stoß zweier Außenwände oder ein Stoß zwischen Außenwand und Decke vor. An diesen Ecken steht eine kleine wärmeaufnehmende Innenfläche einer größeren wärmeabgebenden Außenfläche gegenüber (Abb. 2.2). Hierdurch ergibt sich in den Ecken unter sonst gleichen Bedingungen ein höherer Wärmestrom von innen nach außen als in einem vergleichbaren Bereich der ebenen Wand. Zusätzlich liegen an den Ecken eine geringere Wärmestrahlung im Vergleich zu den übrigen Raumumschließungsflächen und eine kleinere Wärmeübertragung infolge der verminderten Konvektion (Luftbewegung) vor. Besonders kritisch sind die dreidimensionalen Außenecken.

In diesem Fall wird die innere Oberflächentemperatur in der Ecke niedriger liegen als die innere Oberflächentemperatur an der sonstigen Innenseite der Außenwand.

Liegt die innere Oberflächentemperatur unter der Taupunkttemperatur der Raumluft, so entsteht Tauwasserausfall auf der Oberfläche des kalten Bauteils. Eckbereiche sind hierbei besonders gefährdet. Meist bilden sich deshalb Schimmelpilze bevorzugt an Ecken und Kanten.



**Abb. 2.2:** Schematische Darstellung der Wärmeströme in einem Eckbereich (Grundrisskizze)

## 2.8 Wärmebrücken

### 2.8.1 Mindestwärmeschutz

Alle Umfassungsbauteile eines Gebäudes müssen zur Verhinderung von Wärmebrücken einen *Mindestwärmeschutz* erfüllen. Dieser Mindestwärmeschutz ist vor allem von folgenden Faktoren abhängig:

- Art des Gebäudes,
- Art des Bauteils,
- Temperatur an der Außenseite des Bauteils.

In DIN 4108:2013-02 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“ wird der in Tabelle 2.7 aufgeführte Mindestwärmeschutz gefordert. Tabelle 2.7 gilt für Aufenthaltsräume, die auf eine Mindesttemperatur von 19 °C beheizt werden, und für schwere Bauteile. Bei leichten Bauteilen wird hingegen ein erhöhter Wärmeschutz gefordert.

**Tabelle 2.7:** Erforderlicher Mindestwärmeschutz von Aufenthaltsräumen nach DIN 4108

Bauteil	Mindestens erforderlicher Wärmedurchlasswiderstand in (m <sup>2</sup> K)/W
Außenwände	1,2
Wohnungstrennwände	0,07
Treppenraumwände	0,07 bis 0,25
Wohnungstrenndecken, allgemein	0,35
Decken zu nicht beheizten Räumen	0,09
Wohnungstrenndecken, in zentralbeheizten Bürogebäuden	0,17
Decken an Erdreich und Kellerdecken	0,90
Decken nach unten zu Garagen oder Durchfahrten	1,75
Decken und Dächer an Außenluft	1,20

### 2.8.2 Ursachen von Wärmebrücken

Wärmebrückeneffekte entstehen unter anderem dann, wenn die Wärmedämmung einer Außenwand lokale bzw. kleinflächige Bereiche mit niedrigerem Wärmedurchgangswiderstand als ihre Umgebung aufweist. Diese können zum Beispiel aufgrund von geringerer Schichtdicke der Wärmedämmung, Fehlstellen oder Durchfeuchtung der Wärmedämmung hervorgerufen werden.

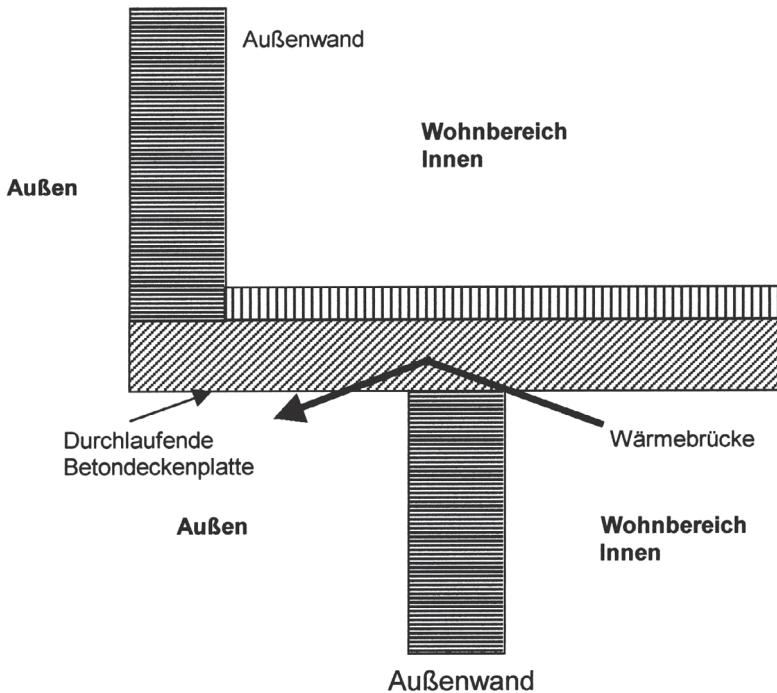
Somit sind Wärmebrücken örtlich begrenzte Schwächungen des Wärmeschutzes in flächigen Außenbauteilen, wodurch Stellen mit einer lokalen Reduzierung der inneren Oberflächentemperatur entstehen. Unter diesen Umständen wird in dem Flächenbereich mit niedrigerem Wärmedurchgangswiderstand mehr Wärme nach außen abgeführt werden als in den Nachbarbereichen. Dies führt dazu, dass die Temperatur an der Innenoberfläche des Bauteils im Bereich mit erhöhter Wärmeabfuhr niedriger sein wird als die Innenoberflächentemperatur an den benachbarten Bereichen. Auf diese Weise kann es an diesen Stellen mit Wärmebrücken zu einer Unterschreitung der Taupunkttemperatur an der Innenoberfläche kommen, wodurch Tauwasserbildung und die Ansiedlung von Schimmelpilzen hervorgerufen werden können.

Im Hinblick auf Schimmelpilzbildungen sind prinzipiell die folgenden drei Typen von Wärmebrücken zu unterscheiden, die auch in kombinierter Weise vorliegen können.

#### Wärmebrücken durch eine ungünstige Form der Bauteile

Solche Wärmebrücken entstehen durch eine Vergrößerung der wärmeabgebenden Oberfläche eines Bauteils zwischen Bereichen unterschiedlicher Temperatur.

Auskragende Balkonplatten, wie sie vor allem bei älteren Gebäuden vorkommen, oder auskragende Geschosse sind hierzu ein typisches Beispiel (Abb. 2.3). Aufgrund einer von innen nach außen durchlaufenden Betondecke entsteht an der Außenseite eine „Kühlrippe“, also eine große wärmeabgebende Fläche. Hierdurch ergibt sich eine erhöhte Wärmeabgabe von innen nach außen, vergleichbar einer Kühlrippe an einem luftgekühlten Motor. Dies kann zu einer Temperaturabsenkung an der Innenkante zwischen Decke und Außenwand führen. Aufgrund dieser Temperaturabsenkung können sich dort in der Folge dann Schimmelpilzbildungen entwickeln.



**Abb. 2.3:** Schematische Darstellung eines auskragenden Wohngeschosses mit durchlaufender Betondeckenplatte ohne Wärmedämmung (Vertikalschnitt)

### Wärmebrücken aufgrund von Werkstoffen mit deutlich unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten

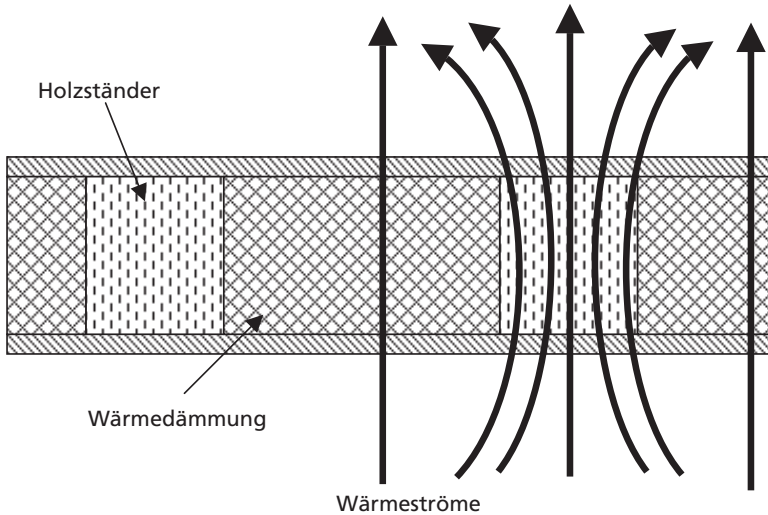
Wärmebrücken aufgrund von Werkstoffen mit deutlich unterschiedlichen *Wärmeleitfähigkeiten* entstehen dann, wenn ein Bauteil sich aus unterschiedlichen Baustoffen zusammensetzt, die sich in der Eigenschaft, Wärme zu leiten, stark unterscheiden.

Ein Beispiel hierfür sind Holzständerwände mit einer Wärmedämmung in den Gefachen (Abb. 2.4).

Hierbei liegen in der Wandebene nebeneinander unterschiedliche Wärmedurchgangskoeffizienten der Baustoffe vor. Im Bereich der Holzständer wird pro Flächeneinheit wesentlich mehr Wärme

nach außen transportiert als im Bereich der Gefache, in denen eine Wärmedämmung vorliegt. Somit stellen die Holzständer in diesem Fall Wärmebrücken dar.

Ein deutlich extremerer Fall liegt zum Beispiel dann vor, wenn in einer massiven Außenwand aus wärmedämmenden Steinen eine Betonstütze ohne oder mit zu geringer Wärmedämmung vorhanden ist. In solchen Fällen ist regelmäßig mit Schimmelpilzbildungen an der Innenseite der Außenwand im Bereich der Stütze zu rechnen, da sich an dieser Stelle eine deutliche Temperaturabsenkung im Vergleich zur sonstigen Wandfläche einstellen wird.



**Abb. 2.4:** Schematische Darstellung einer Holzständerwand (Horizontalschnitt); im Bereich der Holzständer findet ein erhöhter Wärmestrom nach außen im Vergleich zum Gefach statt; hier liegt eine Wärmebrücke vor

### Wärmebrücken aufgrund einer Strömung

Eine Wärmebrücke aufgrund einer *Strömung* liegt dann vor, wenn ein „Materialtransport“ durch die Gebäudehülle auftritt, wobei auch Energie mitübertragen wird.

Zu diesen Wärmebrücken gehören zum Beispiel solche Stellen, an denen Undichtheiten in der Konstruktion vorliegen (warme Luft kann nach außen strömen) oder an denen Durchführungen von Wasserleitungen oder Ähnlichem durch Bauteile hindurch vorhanden sind.

An Luftundichtheiten kann warme Luft nach außen strömen, womit Wärme nach außen transportiert wird und somit für den Raum „verloren“ geht. Die nach außen strömende Luft kühlt sich ab und kann deshalb weniger Wasser aufnehmen als die warme Innenluft. Es muss dann mit Tauwasserbildungen im Inneren des Bauteils gerechnet werden, wodurch die Gefahr von Feuchteschäden besteht.



**Abb. 10.20:** Der Wandanschluss der Luftdichtheitsschicht war nicht dicht ausgeführt worden

### Folgerungen für die Praxis

Die Luftdichtheitsschicht muss sowohl an Überlappungsstellen als auch an Durchdringungen oder Anschlüssen an Wände, Fenster oder andere Bauteile luftdicht ausgebildet werden. Hierfür sind entweder mechanische Hilfsmittel (Latten und Dichtungsprofile) oder Klebebänder oder spezielle Kleber erforderlich. Die Herstellung dieser Anschlüsse muss geprüft oder überwacht werden. Diese Überprüfung muss vor Fertigstellung der Wand- bzw. Deckenbekleidung erfolgen, da ansonsten die Luftdichtheitsschicht nicht mehr einsehbar ist. Zur Unterstützung der Prüfung kann eine Blower-Door-Messung durchgeführt werden, durch die sich Undichtheiten einfach feststellen lassen.

### 10.2.2 Undichte Luftdichtheitsschicht bei der Sanierung eines Fertighauses

#### Situation

Im Rahmen einer energetischen Sanierung eines Fertighauses aus den 1970er Jahren wurde an der Außenseite der Außenwände ein Wärmedämm-Verbundsystem angebracht.

Nach Fertigstellung der Umbaumaßnahmen stellte man fest, dass in der Heizperiode an der Außenseite der Rollladenkästen an der Unterseite Tropfenbildungen auftraten und zu Verfärbungen an den Fenstern führten.

Das Gebäude wurde augenscheinlich untersucht. Außerdem wurden eine Luftdichtheitsmessung mit einem Blower-Door-Messgerät sowie zerstörende Öffnungen an der Innenseite der Außenwände durchgeführt. Aufgrund der Untersuchungen zeigten sich folgende Sachverhalte (Abb. 10.21 bis Abb. 10.23):

- An der Innenseite der Außenwände lag eine Papplage vor, welche prinzipiell als luftdichte Schicht geeignet war.
- An den Anschlüssen zur Balkontür endete die schwarzgraue Pappe neben der vertikalen Kante in der Leibung. Ein luftdichter Anschluss an die Balkontür war nicht vorhanden.
- An der Unterkante der Wand war die schwarzgraue Pappe bis zur Oberkante des Fußbodens herunter geführt worden und endete dort. Eine luftdichte Ausbildung des Fußbodenanschlusses an die Außenwand lag nicht vor.



**Abb. 10.21:** Die Luftdichtheitsschicht war am Fußbodenanschluss nicht luftdicht ausgeführt



- An der Oberkante der Wand endete die schwarzgraue Pappe unterhalb des Rollladenkastens. Eine luftdichte Ausbildung des Anschlusses an die Rollladenkästen und die Decke lag nicht vor.
- Am Anschluss der schwarzgrauen Pappe zu den Innenwänden zeigte sich, dass die Pappe neben dem Innenwandanschluss endete. Die Pappe lief am Innenwandanschluss nicht durch. Eine luftdichte Ausbildung des Innenwandanschlusses an die Außenwand lag nicht vor.



**Abb. 10.22:** Die Luftdichtheitsschicht war am Innenwandanschluss nicht luftdicht weitergeführt worden

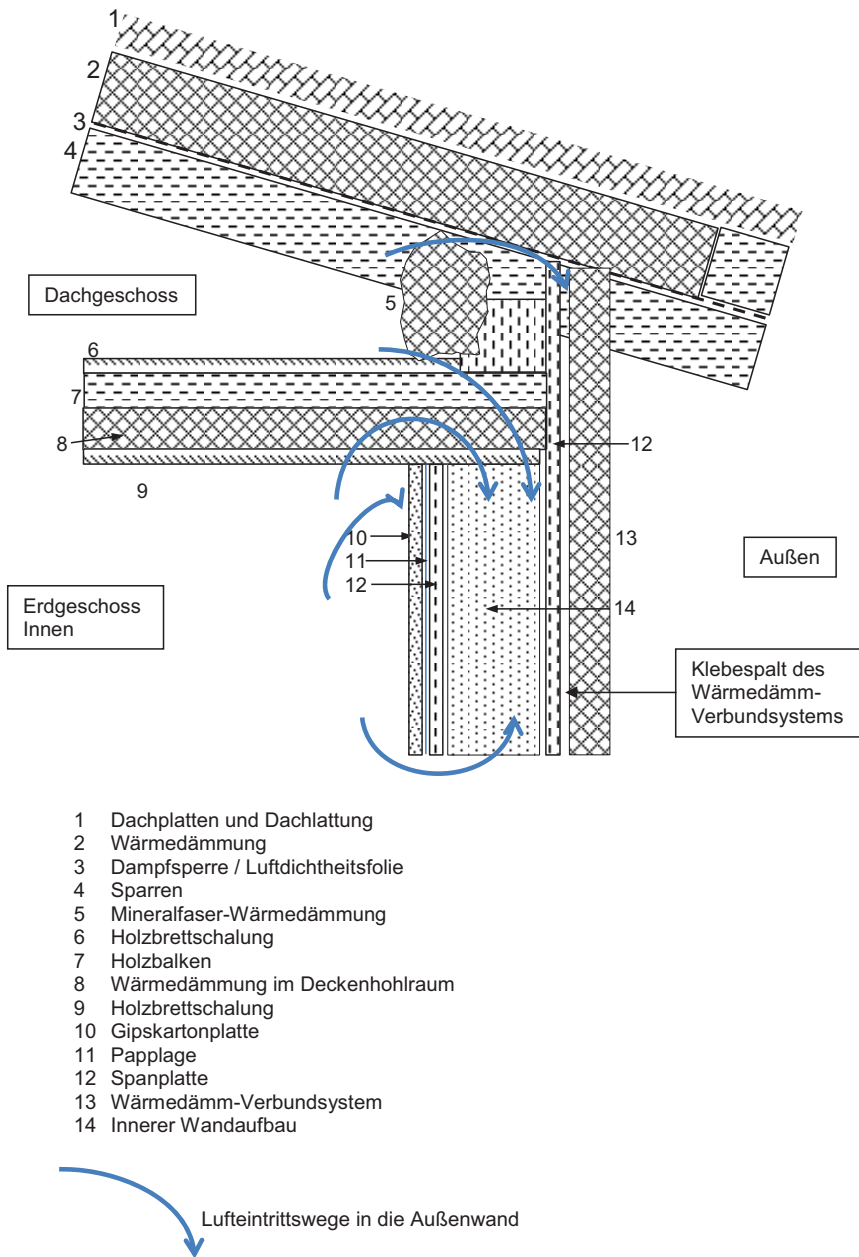


Abb. 10.23: Lufttrittswege in die Holzständer-Außenwand (schematische Skizze, ohne Maßstab)

Zusammenfassend zeigte sich, dass die schwarzgraue Pappe in der Fläche durchgehend ausgeführt worden war. Ringsum an allen Anschlüssen endete die schwarzgraue Pappe jedoch an