

Wärmebrücken im Wohnungsbau

Wärmebrücken = Planungsfehler?

Dipl.-Ing. (FH) Georg Nedder, Beratender Ingenieur VBI, Stuttgart

1. Vorbemerkung

Die Grundlage des baulichen Wärmeschutzes ist die bauaufsichtlich eingeführte DIN 4108, Wärmeschutz im Hochbau. Verstöße gegen das in der DIN 4108 Niedergelegte, das den allgemeinen anerkannten Regeln der Technik entspricht, kann für den Planer, Bauleiter und Unternehmer unangenehme rechtliche Folgen haben.

An Bauteilen mit zu geringem Wärmedurchlaßwiderstand stellen sich bei niedrigen Außentemperaturen auf den raumseitigen Oberflächen Temperaturen ein, die unter dem Taupunkt der Raumluftfeuchtigkeit liegen, so daß sich Tauwasser niederschlägt. Die Folge häufigen Tauwasserniederschlags ist Schimmelbildung.

Auch an Bauteilen mit einem nach den Normvorschriften ausreichenden Wärmeschutz werden in den letzten Jahren in den Wohnungen zunehmend Tauwasser- und Schimmelbildungen festgestellt. In solchen Fällen sind diese Tauwasserschäden auf einen zu geringen Luftwechsel und/oder auf zu geringe Beheizung der Räume zurückzuführen.

Die von Tauwasser und Schimmel befallenen Stellen sind bevorzugt die Raumecken zweier Außenwände und die Winkel zwischen Außenwänden und Decken.

In der Meinung, die Schäden seien auf einen nicht ausreichenden Wärmeschutz der Bauteile zurückzuführen, verlangen die Bewohner oftmals Mietminderung oder Schadenersatz.

Der im Falle eines Rechtsstreits beauftragte Sachverständige hat zu untersuchen, ob die Tauwasserschäden auf einem unzureichenden Wärmeschutz oder auf das Wohnverhalten (Luftfeuchtigkeit, Raumlufttemperatur) zurückzuführen sind. Unsicherheiten in der Berechnung und Beurteilung von Wärmebrücken führen nicht selten zu Ergebnissen und Urteilen, die den bauphysikalischen Verhältnissen nicht gerecht werden. So im Urteil des OLG Hamm [4] [10], wonach dem Architekten planerisches Versagen zur Last gelegt wurde, weil er für die Eckbereiche der Außenwände, also die Bereiche der geometrischen Wärmebrücken nicht eine über die Anforderungen der DIN 4108, Ausgabe 1969, hinausgehende Wärmedämmung vorgesehen habe [4] [10]. Das Urteil hat zur Verunsicherung der Planer und zu einer lebhaften Diskussion in der Fachwelt geführt. In kritischen Anmerkungen [4] zu diesem Urteil sind die bauphysikalischen Zusammenhänge zwischen Oberflächentemperatur, Wärmebrücke, Wärmedurchlaßwiderstand und Raumklima quantifiziert dargestellt worden.

2. Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Stellen in Außenbauteilen, die einen geringeren Wärmedämmwert aufweisen als die angrenzenden Bereiche. An den Stellen geringerer Wärmedämmung kommt es zu einem verstärkten Wärmefluß und damit zu einer Temperaturabsenkung an der inneren Oberfläche. Hierbei kann die Oberflächentemperatur unter die Taupunkttemperatur der Raumluftfeuchtigkeit absinken, so daß sich Tauwasser niederschlägt. Stellen geringere Wärmedämmung innerhalb homogen aufgebauter Bauteile können durch zusätzliche Wärmedämmschichten ausreichend gedämmt werden, z. B. Betonpfeiler in Mauerwerkswänden, Fensterstürze usw.

Im Folgenden wird nur von Wärmebrücken die Rede sein, die sich in Eckbereichen von Wänden und Decken aufgrund geometrischer bzw. konstruktiver Verhältnisse ergeben.

Gegenüber dem eindimensionalen Wärmefluß an homogenen Wandflächen muß der Wärmedurchgang in Eckbereichen als zwei-

oder dreidimensionaler Wärmefluß rechnerisch behandelt werden. Die Linien gleicher Temperaturen (Isothermen) und die zu ihnen senkrechten Wärmeflußlinien sind nicht mehr gerade, sondern gekrümmt. Die mathematische Beschreibung solcher Wärmedurchgangsverhältnisse erfolgt durch die Differentialgleichung $\text{div grad } \vartheta = Q$. Für diese Gleichung lassen sich bei homogenen Ecken geschlossene Lösungen finden. Es sind numerische Lösungsverfahren entwickelt worden, mit denen auf EDV-Anlagen komplizierte Wärmeflußverhältnisse berechnet werden können [1] [2].

In Veröffentlichungen [1] [2] sind die Temperaturen an einer Vielzahl von Eckbereichen berechnet worden, so daß die in der Praxis vorkommenden Fälle genügend genau anhand der berechneten Beispiele beurteilt werden können.

2.1 Eckbereiche homogener Wände (geometrische Wärmebrücken)

Wegen der geometrischen Verhältnisse in Ecken, einer kleineren wärmeaufnehmenden Fläche innen steht außen eine größere wärmeabgebende Fläche gegenüber, liegt bei einem nach außen gerichteten Wärmestrom im Eckbereich die Oberflächentemperatur stets niedriger als auf der Wandfläche. Ferner wirkt sich ungünstig aus, daß im Eckbereich die Luftkonvektion und die Wärmestrahlung eingeschränkt sind. Es liegt eine sog. geometrische Wärmebrücke vor. In DIN 4108, Ausgabe 1981, heißt es hierzu: „Ecken von Außenbauteilen mit gleichartigem Aufbau sind nicht als Wärmebrücken zu behandeln“.

Für den Planer heißt dies, daß in Eckbereichen homogener, gleichartig aufgebauter Wände keine besonderen Maßnahmen erforderlich sind, wenn die Wände den nach DIN 4108 geforderten Wärmeschutz erfüllen. Der Planer, der keine zusätzlichen Wärmeschutzmaßnahmen, also Maßnahmen, die über die Anforderungen DIN 4108 hinausgehen, in solchen Eckbereichen vorsieht, hat nicht gegen anerkannte Regeln der Technik verstoßen.

In den Tabellen 1 und 2 sind nach [1] [2] berechnete Temperaturen in homogenen Ecken von Außenwänden mit Wärmedurchlaßwiderständen von 0,55 m² K/W und 1,0 m² K/W zusammengestellt. Als Wärmeübergangskoeffizient wurde ein Wert von $\alpha = 5 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ angenommen. Dieser Wert entspricht einem ungünstigen Zustand, die Luftkonvektion ist durch Gegenstände wie Möbel, Vorhänge usw. eingeschränkt. In den Tabellen sind neben den Temperaturen auch die relativen Luftfeuchtigkeiten, bei denen Tauwasserniederschlag im Eckbereich beginnt, angegeben.

Zeile	Außen- temperatur °C	Innen- temperatur °C	Eck- temperatur °C	rel. Luftfeuch- tigkeit %
1	-10	20	7,8	45
2	-10	15	4,9	51
3	-5	20	9,9	52
4	-5	15	6,9	58
5	0	20	11,9	60
6	0	15	8,9	67

Tabelle 1. Temperaturen in homogenen Ecken von Außenwänden mit einem Wärmedurchlaßwiderstand von $1/\Lambda = 0,55 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Außen- temperatur °C	Innen- temperatur °C	Eck- temperatur °C	rel. Luftfeuch- tigkeit %
-10	20	10,8	56
-10	15	7,4	60
-5	20	12,4	62
-5	15	8,9	67
0	20	13,9	68
0	15	10,4	74

Bild 2. Temperaturen in homogenen Ecken von Außenwänden einem Wärmedurchlaßwiderstand von $1/\lambda = 1,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Ecktemperaturen für Außenwände mit Wärmedurchlaßwiderständen von $0,3 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ bis $1,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ [1] können aus den Bildern 1 und 2 für Außentemperaturen von 0°C , -5°C , -10°C und für Innentemperaturen von 15°C und 20°C abgelesen werden.

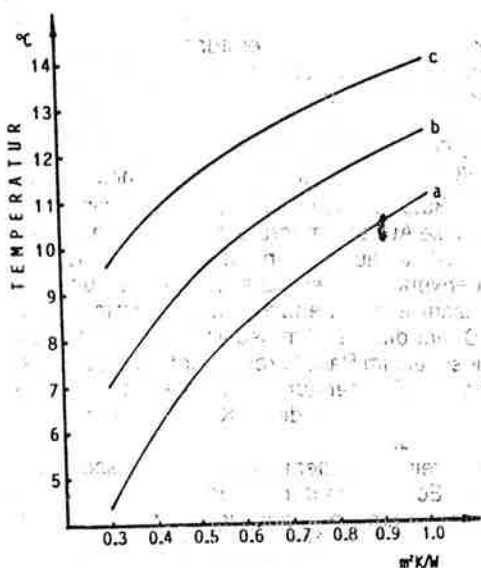


Bild 1. Temperaturen in homogenen Ecken von Außenwänden.
a Innentemperatur: 20°C , Außentemperatur: -10°C
b Innentemperatur: 20°C , Außentemperatur: -5°C
c Innentemperatur: 20°C , Außentemperatur: 0°C

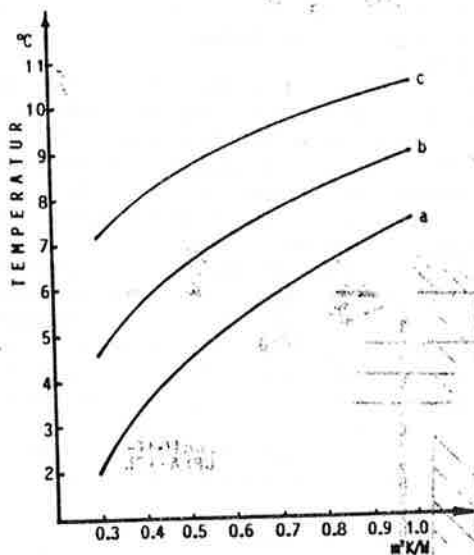


Bild 2. Temperaturen in homogenen Ecken von Außenwänden.
a Innentemperatur: 15°C , Außentemperatur: -10°C
b Innentemperatur: 15°C , Außentemperatur: -5°C
c Innentemperatur: 15°C , Außentemperatur: 0°C

Soll Tauwasserbildung in den Eckbereichen der Außenwände vermieden werden, dürfen die in den Tabellen 1 und 2 angegebenen rel. Raumluftfeuchtigkeiten nicht überschritten werden. Aus der Praxis ist bekannt, daß bevorzugt in Schlafzimmern, Küchen und Bädern Tauwasser- und Schimmel in den Raumecken der Außenbauteile auftreten.

Befragungen [6] haben ergeben, daß in Schlafzimmern die durchschnittliche Raumlufttemperatur bei $15,5^\circ \text{C}$ liegt. Bei den Berechnungen der Ecktemperaturen würde daher eine Raumlufttemperatur von 15°C neben 20°C berücksichtigt.

Die sich in den Räumen einstellenden rel. Luftfeuchtigkeiten sind abhängig von der Feuchtigkeitsproduktion in den Wohnungen, der Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit der Außenluft, der Temperatur der Innenluft und dem Luftaustausch.

In der Tabelle 3 sind die relativen Luftfeuchtigkeiten in einem Schlafzimmer (belegt mit 2 Personen, Grundfläche 16 m^2) bei einer Raumtemperatur von 15°C in Abhängigkeit von der Außentemperatur der rel. Luftfeuchtigkeit außen und dem Luftaustausch h^{-1} angegeben. Diese Werte wurden [3] entnommen.

Zeile	Außenluft: Temperatur °C	rel. Luftfeuch- tigkeit %	rel. Luftfeuchtigkeit in % bei Luftwechseln von		
			$0,6 \text{ h}^{-1}$	$1,0 \text{ h}^{-1}$	$2,0 \text{ h}^{-1}$
1	-5	80	50	40	30
2	0	100	65	55	45
3	5	100	80	70	60

Tabelle 3. Relative Raumluftfeuchtigkeiten bei einer Raumlufttemperatur von $+15^\circ \text{C}$ in Abhängigkeit vom Luftaustausch

Durch Vergleich der Werte Tabelle 3 Zeile 1 und Tabelle 1 Zeile 4 ist festzustellen, daß in Eckbereichen von Wänden, die den nach DIN 4108 erforderlichen Mindestwärmeschutz aufweisen, bei einem Luftwechsel von $0,6 \text{ h}^{-1}$ Tauwasserniederschlag vermieden wird.

Bei einer Außentemperatur von 0°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit der Außenluft von 100 % ist ebenfalls ein Luftwechsel von $0,6 \text{ h}^{-1}$ erforderlich, um Tauwasser zu vermeiden (Tabelle 1 Zeile 6 und Tabelle 3 Zeile 2).

Die Beispiele zeigen, daß Ecken von Außenwänden, die dem Mindestwärmeschutz von $0,55 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ entsprechen, in niedrig beheizten Schlafräumen tauwasserfrei bleiben, wenn ein Luftwechsel von $0,6 \text{ h}^{-1}$ eingehalten wird. Um einen Luftwechsel von $0,6 \text{ h}^{-1}$ zu erreichen, müssen die Fenster gekippt sein. Über geschlossene Fenster – auch wenn in den Fugen keine zusätzliche Dichtung angeordnet ist – ist ein solcher Luftwechsel nicht gegeben. Ungünstig werden die Verhältnisse, wenn bei geschlossenen Fenstern ein Luftaustausch nur mit benachbarten Räumen erfolgt. Hat z. B. die Luft der benachbarten Räume eine Temperatur von 20°C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 40%, so stellen sich bei Luftwechsel von $0,6 \text{ h}^{-1}$, $1,0 \text{ h}^{-1}$ und $2,0 \text{ h}^{-1}$ im Schlafzimmer rel. Luftfeuchtigkeiten von 90%, 80% und 70% ein [3]. Tauwasserbildung in den Raumecken ist dann nicht zu vermeiden.

Sind die Raumecken durch Möbel verstellt, so daß die Luftkonvektion in den Eckbereichen praktisch nicht mehr vorhanden ist und der Wärmeübergangskoeffizient dann auf den Strahlungsanteil absinkt, ist in niedrig geheizten Schlafräumen Tauwasserbildung nicht auszuschließen.

Die in den Tabellen 1 und 2 und in den Abb. 1 und 2 angegebenen Temperaturen entsprechen einem stationären Wärmeübergang. Die tatsächlichen Temperaturverhältnisse sind jedoch instationär. Bei Berücksichtigung anderer instationärer Bedingungen, wie Feuchtigkeitsproduktion in den Wohnungen, Beheizung, Lüftung, Möblierung, Anordnung der Räume usw., ist der Schluß erlaubt, daß der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 nicht ausreicht, um in niedrig beheizten Schlafräumen zuverlässig Tauwasserniederschlag auszuschließen.

Aus den Tabellen 1 und 2 geht hervor, daß bei einem Wärmedurchlaßwiderstand der Außenwände von $1,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ die relativen Luftfeuchtigkeiten ca. 10% höher sein können, bis sich in den Eckbereichen Tauwasser bildet. Ein solcher Wärmeschutz läßt sich z. B. mit einer 30 cm dicken Wand aus Leichtziegeln erreichen. Außenwände mit einem darunterliegenden Wärmeschutz sollten im Wohnungsbau nicht mehr verwendet werden.

2.2 Eckbereiche zwischen Außenwänden und Decken

Die Bildung von Tauwasser im Eckbereich der Decken und Außenwände tritt häufig zusammen mit Tauwasser in den Eckbereichen der Wände auf.

Im Deckenbereich steht der äußeren wärmeabgebenden Stirnfläche innen eine größere wärmeaufnehmende Fläche gegenüber. Wäre die Decke aus dem gleichen Material wie die Wand, würde dies zu einer Erhöhung der Oberflächentemperatur in der Ecke

führen. Bei Betondecken kann jedoch die positive Wirkung des günstigen Flächenverhältnisses von Erwärmungsfläche zu Abkühlungsfläche wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit des Betons nicht zur Auswirkung kommen, so daß die Oberflächentemperatur in der Ecke des Deckenauftragers gegenüber der Temperatur im Wandbereich abgesenkt ist.

Die Wärmebrücke am Deckenauftrager kann als konstruktive Wärmebrücke bezeichnet werden.

Es gehört zu den allgemein anerkannten Regeln der Baukunst, daß die Stirnfläche der Decken beim Betonieren durch Einlegen von geeigneten Wärmeschutzplatten gedämmt werden. Über die erforderliche Dicke der Dämmplatten werden in der DIN 4108 keine Angaben gemacht.

Um den Wärmeschutz ausgeführter Deckenauftrager zu bestimmen, wird häufig die Dämmung des Deckenauftragers entlang der kürzesten Verbindungslinie zwischen Ecke und Außenkante unter Annahme eines eindimensionalen Wärmeflusses bestimmt. Der so ermittelte Wärmedurchlaßwiderstand wird dann mit dem Wärmedurchlaßwiderstand der Wand verglichen bzw. nach den Anforderungen der DIN 4108 für Außenwände beurteilt. Wie im folgenden gezeigt wird, führt dieses methodische Vorgehen zu Ergebnissen, die zu falschen Schlußfolgerungen und in Rechtssachen zu Fehlurteilen führen können. Die Berechnung solcher Wärmebrücken erfolgt wie bei den Ecken von Außenwänden unter Berücksichtigung eines mehrdimensionalen Wärmeflusses [1] [2].

In der Tabelle 4 sind für die gleichen Lufttemperaturen wie bei den Wänden (Tabelle 1 und 2) die Ecktemperaturen am Deckenauftrager für verschieden dicke Dämmplatten angegeben [1] [2].

Die konstruktiven Verhältnisse am Deckenauftrager sind in Bild 3 dargestellt.

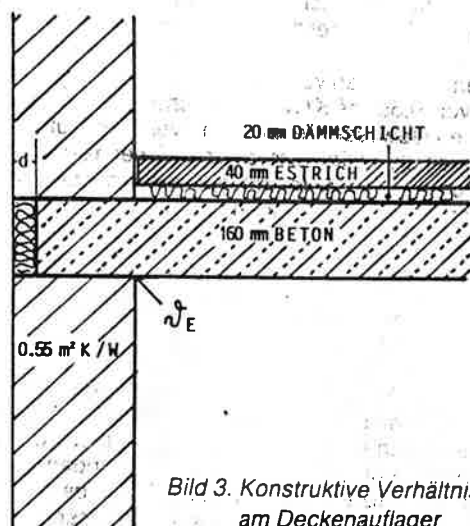


Bild 3. Konstruktive Verhältnisse am Deckenauftrager

Zeile	Lufttemperatur außen °C	Lufttemperatur innen °C	Dicke der Dämmschicht d (mm)	Ecktemperatur θ_E (°C)	rel. Luftfeuchtigkeit %
1	-10	20	10	10,7	55
2	-7,5	20	10	12,2	61
3	-5	20	10	13,8	67
4	-2,5	15	10	17,2	60
5	-5	15	10	8,8	66
6	-10	15	10	10,3	74
7	-10	20	20	11,3	57
8	-7,5	20	20	12,7	63
9	-5	20	20	14,2	69
10	-2,5	15	20	7,7	62
11	-5	15	20	9,2	68
12	0	15	20	10,6	75
13	-10	20	40	12,2	61
14	-5	20	40	13,5	66
15	0	20	40	14,8	72
16	-10	15	40	8,5	65
17	-5	15	40	9,8	71
18	0	15	40	11,1	77

Tabelle 4. Ecktemperaturen am Deckenauftrager bei verschiedenen dicken Dämmschichten an der Stirnfläche. Leitfähigkeit der Dämmschicht $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$. Die Wärmedämmung der Außenwand beträgt $0,55 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Die Temperaturen im Eckbereich des Deckenauftragers haben bei einer 10 mm dicken Dämmschicht an der Stirnfläche etwa die gleichen Werte wie die Temperaturen im Eckbereich von Außenwänden mit einem Wärmedurchlaßwiderstand von $1,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ (Tabelle 2). Das Einlegen einer Dämmschicht von 10 mm Dicke mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,04 \text{ W/(mK)}$ ist somit bereits ausreichend. Mit der zuvor beschriebenen Einfachmethode würde der Wärmeschutz am Deckenauftrager unter Berücksichtigung von Außenputz, 10 mm Dämmschicht und 240 mm Beton mit $1/\Lambda = 0,39 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ berechnet. Dieser Wert erfüllt nicht den Mindestwärmeschutz für Außenwände und würde so gesehen als Teil der Außenwand beurteilt scheinbar nicht ausreichen.

Aufgrund der ungünstigeren Verhältnisse in den dreidimensionalen Ecken wird empfohlen, die Dämmschicht mind. 20 mm dick zu wählen. In der Regel werden beim Betonieren der Decken 35 mm dicke Mehrschicht-Leichtbauplatten, die mit einem 25 mm dicken Schaumkunststoffkern ausgestattet sind, an den Stirnflächen in Schalung gestellt. Dickere Dämmplatten sind nicht erforderlich. Werden auf den Innenseiten der Außenwände zusätzliche Wärmedämmplatten aufgebracht, sinkt die Temperatur am Deckenauftrager um ca. 1°C ab, weil die Temperaturdifferenz zwischen der Betondecke am Auflager und der innen gedämmten Außenwand größer wird. Ist die Dämmung an der Stirnfläche der Decke jedoch dicker als die zusätzliche Dämmung auf der Innenseite der Außenwand, so ist der Einfluß der Wanddämmung zu vernachlässigen.

Eckbereiche unter den Betondecken von Flachdächern sind kritischer, weil über der Decke Außentemperaturen herrschen. Häufig besteht der Dachrand (Attika) aus Mauerwerk. Sofern es sich um ein homogenes Mauerwerk aus Leichtziegeln handelt und die Stirnfläche der Betonfläche ausreichend gedämmt ist, ist in Verbindung mit einer ca. 80 mm dicken Dämmschicht des Daches ein ausreichender Wärmeschutz im Randbereich der Dachdecke vorhanden. Ungünstig sind die Temperaturverhältnisse, wenn der Dachrand aus Beton-Schalungssteinen, deren Kanäle mit Beton verfüllt werden, hergestellt wird.

Wegen eines Rechtsstreites, in dem es um Tauwasser- und Schimmelbildungen im Eckbereich der Dachdecke ging, wurden die Temperaturverhältnisse am Deckenauftrager der in Bild 4 dargestellten Konstruktion untersucht. Die für einen zweidimensionalen Wärmefluß berechneten Temperaturen sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Um die ungünstigen Wärmeübergangsverhältnisse durch die Möblierung zu berücksichtigen, wurde ein Wärmeübergangskoeffizient von $\alpha = 5 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ eingesetzt. In der Tabelle sind neben den Temperaturen auch die rel. Luftfeuchtigkeiten, bei denen Tauwasserniederschlag einsetzt, angegeben.

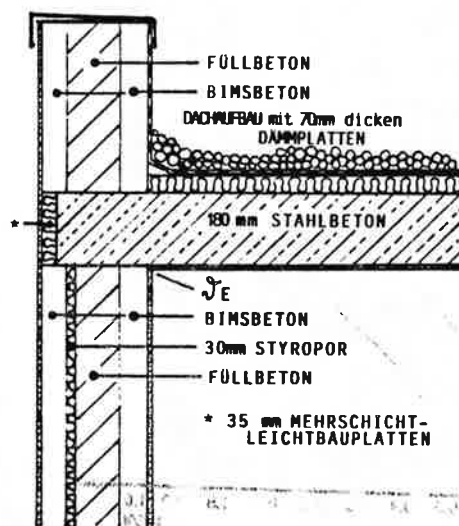


Bild 4. Dachrandausbildung mit Beton-Schalungssteinen

Innentemperatur °C:	+20	+20	+20	+15	+15	+15
Außentemperatur °C:	0	-5	-10	0	-5	-10
Ecktemperatur °C:	12,3	10,4	8,4	9,2	7,3	5,4
Tauwasserniederschlag ab rel. F. %	61	54	44	68	60	53

Tabelle 5. Ecktemperaturen am Dachauflager.

Temperaturen am Deckenaufleger weichen nur geringfügig von den Ecktemperaturen der Außenwände (Tabelle 1) ab. In den dimensionalsten Ecken des Dachauflegers liegen die Temperaturen noch etwas niedriger. Die Schimmelbildungen waren vorwiegend im Schlafzimmer am Deckenrandbereich und besonders intensiv über den Raumecken aufgetreten.

Fensterlüftung und Wohnklima

Tauwasserniederschlag in Raumecken und an Außenwänden läßt sich vermeiden, wenn durch einen ausreichenden Luftwechsel mit Außenluft bestimmte Grenzwerte der rel. Luftfeuchtigkeit eingehalten werden. In Wohnungen erfolgt der Luftwechsel über die Fenster. Holzfenster ohne zusätzliche Dichtungsmaßnahmen in den Fugen bewirken einen ständigen Luftaustausch. Vermehrter Luftaustausch durch Kochen, Waschen, Baden usw. kann durch kurzzeitiges Öffnen der Fenster (Stoßlüftung) reguliert werden. In Wohnungen mit solchen Voraussetzungen treten daher Feuchtigkeitsschäden infolge Tauwasserbildung kaum auf. Aus Gründen der Energieeinsparung und des Schallschutzes sollten Fenster eingebaut werden, häufen sich Feuchtigkeitsschäden durch Tauwasserbildung. Bei dichten Fenstern fehlt die Grundlüftung, die bei Fenstern mit luftdurchlässigen Fugen vorhanden ist. Bei dichten Fenstern muß daher die fehlende Grundlüftung durch eine Lüftungseinrichtung, die möglichst regulierbar sein sollte, ersetzt werden. Solche regulierbaren Lüftungseinrichtungen, die auch schallgedämpft sein können, werden in den Fensterrahmen oder in den Brüstungen angeordnet.

Die Grundlüftung über luftdurchlässige Fensterfugen oder andere Lüftungseinrichtungen, muß der Luftaustausch über die geöffneten Fenster erfolgen. Bei störendem Außenlärm ist dies nicht zumutbar. Länger offenstehende Fenster führen im Winter zu einer übermäßigen Auskühlung der Räume. Der Luftaustausch erfolgt daher in der Regel durch kurzzeitiges Öffnen der Fenster (Stoßlüftung). Da Wasserdampf geruchsfrei ist und der Mensch ihn empfinden für den Grad der Luftfeuchtigkeit besitzt, ist die Stoßlüftung als Regulator für eine bestimmte Raumfeuchtigkeit eine unzuverlässige Maßnahme. Das Öffnen der Fenster erfolgt in

der Regel zur Abführung von Geruchs- und Schadstoffen. Der Luftaustausch wird somit vom Verhalten der Bewohner, die die physikalischen Zusammenhänge zwischen Luftaustausch, Luftfeuchtigkeit, Wärmedurchlaßwiderstand der Außenbauteile und Tauwasserbildung meistens nicht kennen, bestimmt. Beim Einbau von dicht schließenden Fenstern ohne zusätzliche Lüftungseinrichtungen in Außenwänden, die gerade die Mindestanforderungen nach DIN 4108 erfüllen, sind Tauwasserschäden in Raumecken von Räumen mit gedrosselter Beheizung bereits vorprogrammiert. Der planende Architekt setzt sich der Gefahr aus, daß ihm planerisches Versagen zur Last gelegt wird.

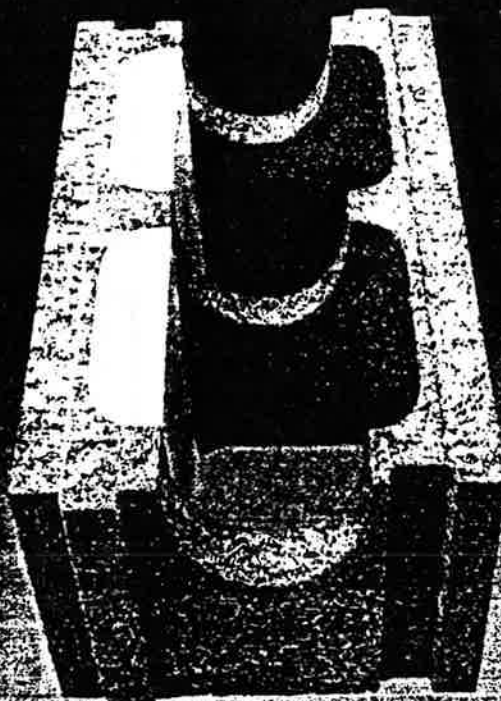
Literaturnachweis

- [1] Kupke Chr., Frauenhofer-Institut f. Bauphysik Stuttgart: Untersuchung über die Temperatur- und Wärmeschutzverhältnisse bei Eckausbildungen und auskragenden Bauteilen zur Vermeidung von Tauwasserschäden. Forschungsantrag F 238, FBW- Stuttgart 11. 5. 1979
- [2] Kupke Chr. u. Mechel F. P.: Untersuchungen über die Temperatur- und Wärmestromverhältnisse bei Eckausbildungen und auskragenden Bauteilen zur Vermeidung von Tauwasserschäden. gi-Haustechnik, Bauphysik, Umwelttechnik, 101 Jg., April 1980.
- [3] Autenrieth B. u. Kupke Chr.: Tauwasserniederschläge in Räumen und ihre Vermeidung. FBW-Blätter, 4/5 - 1980
- [4] Gertis K., Soergel C.: Kritische Anmerkungen zu einem Urteil des Oberlandesgerichts Hamm. DAB 10/83, S. 1045 - S. 1050
- [5] Künzel H.: Lüftung in Wohnungen. FBW-Blätter 5-1982
- [6] Künzel H.: Repräsentationsumfrage über die Heiz- und Lüftungsverhältnisse in Wohnungen. gi-Haustechnik, Bauphysik, Umwelttechnik, 100 Jg., September 1979
- [7] DIN 4108, Wärmeschutz im Hochbau, Ausgabe 1981
- [8] Eichler F. u. Arndt H.: Bauphysikalische Entwurfslehre. Bautechnischer Wärme- und Feuchtigkeitsschutz. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld. 1982
- [9] Schüle W., Jenisch R., Reichardt I.: Wirkung von Wärmebrücken. FBW-Blätter, Folge 4 - 1970 S. 33 - S. 38
- [10] Oberlandesgericht Hamm: Urteil 21 U 225/80 OLG Hamm und 13 O 316/79 LG Essen, Hamm 23. Juni 1981

ISOTEX

DÄMMBAUSTOFFE

Der Stein für den energiebewußten Planer und Bauherrn
ISOTEX-Schalungsstein



... mit dem umfangreichen Dämmstoffprogramm:

(k-Wert = 0,39 W/m²K)

Ausführliche Informationen liegen für Sie bereit. Schreiben Sie uns.

ISOTEX-Baustoffwerke GmbH & Co.
8910 Landsberg/Lech, Postf. 220, Tel.: 081 91 / 127-1

Coupon

- ☐ Ich/Wir bitten um ausführliche Informationen.
- ☐ Ich/Wir möchten uns mit Ihrem Außendienstmitarbeiter unterhalten.
- Name _____ Ort _____ Str. _____