

III/1.1 Einfluss von Ecken und Möblierung auf die Schimmelpilzgefahr

Martin Krus, Klaus Sedlbauer

Ecken stellen durch die geometrischen Verhältnisse bedingte Wärmebrücken in den Umfassungsflächen eines Gebäudes dar, durch die nach außen ein größerer Wärmeabfluss als in den angrenzenden Bereichen stattfindet, was zu einer Erniedrigung der inneren Oberflächentemperatur führt. Die Folgen sind (neben den höheren Energieverlusten) eine Erhöhung der Oberflächenfeuchte an der Innenoberfläche und eine erhöhte Gefahr von Schimmelpilzbildung. Aufgrund veränderter Strömungsverhältnisse in den Ecken liegt dort neben dem Wärmebrückeneffekt ein höherer Wärmeübergangswiderstand vor, was diesen Effekt weiter verstärkt, insbesondere wenn zusätzlich Möbel in der Ecke stehen.

Durchführung und Ergebnisse der Untersuchungen

Stationäre Betrachtung der Temperatur- und Oberflächenfeuchteverhältnisse

In Bild 1 ist der Einfluss der Wärmebrückenwirkung am Beispiel einer Außenwand-ecke veranschaulicht. Angegeben werden die sich bei einer Außenlufttemperatur von -15 °C einstellenden Innenoberflächentemperaturen im Fall einer Pfosten-Riegel-Konstruktion mit einem U-Wert an der Dämmung von $0,5\text{ W}/(\text{m}^2\text{ K})$ sowie von $1,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{ K})$ im Bereich der Pfosten sowie die daraus resultierenden maximal erlaubten Raumlufffeuchten, bei deren Überschreitung bei Annahme einer Raumlufftemperatur von 20 °C Tauwasser auftritt. Man erkennt, dass im Bereich der geometrischen Wärmebrücke, in der Raumecke, die tiefsten Temperaturen (mit einem Pfeil gekennzeichnet) an der Wandoberfläche auftreten.

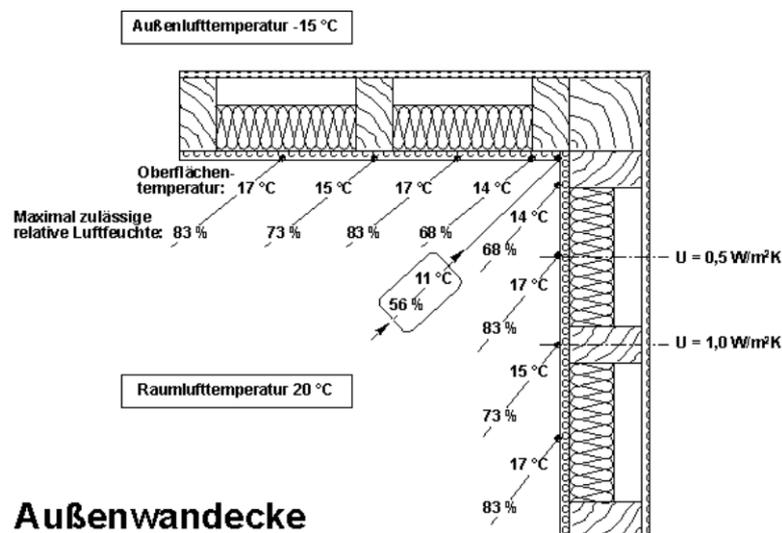


Bild 1 Darstellung des Wärmebrückeneffekts in einer Außenwanddecke, nach [1] am Beispiel einer Pfosten-Riegel-Konstruktion mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten der Dämmung von $0,5\text{ W}/(\text{m}^2\text{ K})$ sowie von $1,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{ K})$ im Bereich der Pfosten. Mit angegeben sind die Raumlufffeuchten, ab denen an diesen Stellen Tauwasser auftritt.

Möbel, Gardinen und dgl. stellen kaum einen Widerstand für die Feuchte dar. Durch verringerten konvektiven und strahlungsbedingten Wärmeübergang erhöhen sich aber die Wärmeübergangswiderstände und damit aufgrund der sich dahinter einstellenden niedrigeren Temperaturen die oberflächennahen Luftfeuchten.

In Bild 2 sind die berechneten Oberflächentemperaturen einer Außenwand-ecke mit Durchschnitts- bzw. Mindestwärmeschutz in Abhängigkeit vom Abstand zur Ecke dargestellt. In einem Fall ist die Ecke frei (jeweils obere Linie) und im anderen Fall mit Möbeln verstellt (untere Linien). Dabei wurde von folgenden Wärmeübergangswiderständen ausgegangen (aus Erhorn [2] und mit Hilfe des Wärmebrückenkatalogs [3] aus den dort angegebenen Temperaturfaktoren abgeschätzt):

Regelquerschnitt	$R_{si} = 0,125 \text{ m}^2\text{K/W}$
Freie Ecke	$R_{si} = 0,2 - 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hinter Schrank	$R_{si} = 0,25 - 0,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
Hinter Gardinen	$R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ecke hinter Schrank, Einbauschränk	$R_{si} = 0,5 - 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$

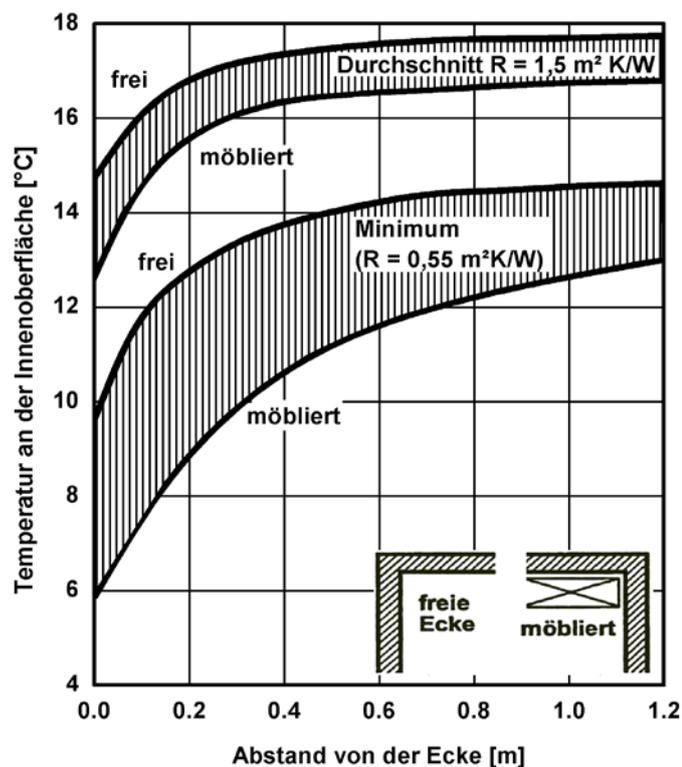


Bild 2 Innenoberflächentemperatur einer Außenwand-ecke mit Durchschnitts-wärmeschutz und mit Mindestwärmeschutz in Abhängigkeit vom Ab-stand zur Außenecke, nach [4]. In einem Fall ist die Ecke frei, im anderen mit Möbeln verstellt.

In Bild 3 sind für ein Zimmer mit Außenwänden neben den stationär berechneten Innenoberflächentemperaturen die in Abhängigkeit von den Raumlufffeuchten einstellenden Oberflächenfeuchten angegeben. Bei einem Wandaufbau mit Mindestwärmeschutz (Bild 3 oben) ist bei Innenluftfeuchten von 50% und einer Außenlufttemperatur von $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ in der Wandecke Schimmelpilzwachstum gerade noch nicht zu erwarten. Hinter einem Schrank an der Außenwand ist dagegen Schimmelwachstum aufgrund der sich ergebenden Luftfeuchten sehr wahrscheinlich. Dies gilt in besonderem Maße für den Fall eines Schrankes in der Außenwanddecke.

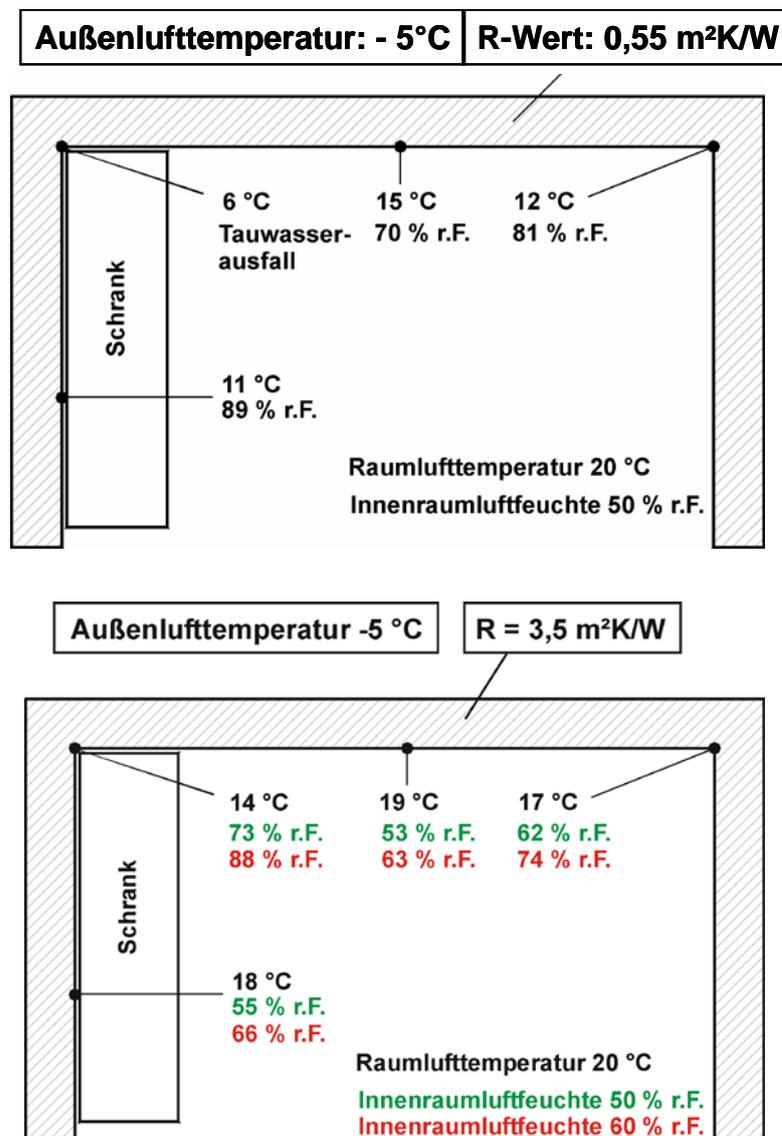


Bild 3 Innenoberflächentemperaturen im Regelquerschnitt, in der Ecke sowie hinterm Schrank sowie die jeweiligen Oberflächenfeuchten in Abhängigkeit von der Raumlufffeuchte für eine Außenwand mit Mindestwärmeschutz (oben) und höherem Wärmestandard (unten).

Bei deutlich verbessertem Dämmstandart mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von $0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Bild 3 unten) bedeutet dagegen ein Schrank an der Außenwand keine Schimmelpilzgefahr, solange die Raumluftfeuchte 50% nicht längerfristig überschreitet. Selbst bei Feuchten von 60% kann der Schrank an die Außenwand gestellt werden, nur nicht in die Ecke. Warum in Neubauten trotzdem Schimmelpilzprobleme auftreten können, ist in Abschnitt III/3 erläutert.

Instationäre Betrachtung durch Anwendung des Isoplethenmodells

In einem in [5] beschriebenen Schadensfall wurde im Schlafzimmer einer Wohnung im 1. Obergeschoß an der nordöstlichen Außenwand eines im Jahr 1955 gebauten und 1993/94 sanierten Gebäudes Schimmelpilzbefall hinter einem Einbauschränk festgestellt. Die innere und äußere Oberflächen- sowie Lufttemperatur wurde während einer kalten Periode über eine längere Zeitspanne gemessen und ausgewertet. Des weiteren war die relative Feuchte im Schlafrum messtechnisch erfasst worden. In Bild 4 unten sind auf Basis dieser Messwerte die ermittelten Ergebnisse für die Sporenauskeimung an der Wandinnenoberfläche in Wandmitte, in der Raumecke und hinter einer Möblierung an der Außenwand dargestellt.

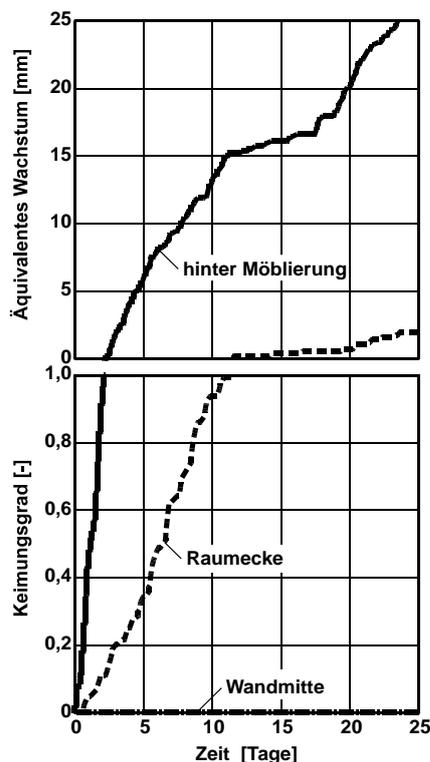


Bild 4: Mit dem Isoplethenmodell ermittelte Zeitverläufe von Keimung und Wachstum der Spore nach dem Isoplethenmodell für 3 verschiedene Stellen (Wandmitte, Ecke und hinter Möblierung). Zugrunde gelegt sind gemessene Oberflächentemperaturen und -feuchten eines im Jahr 1955 gebauten Gebäudes.

Nur hinter der Möblierung ergibt sich eine rasche Sporenauskeimung. In der Raumecke wird die Sporenauskeimung erst nach wesentlich längerer Zeit erreicht. Bei erfolgter Auskeimung kommt es, wie in der oberen Graphik des Bildes 4 dargestellt, zu Schimmelpilzwachstum. In der Raumecke wird durch kurzzeitig vorhandene gute Wachstumsbedingungen zwar die Sporenauskeimung erreicht, es kommt allerdings zu keinem nennenswerten Myzelwachstum. Dies ist hinter einer Möblierung anders. Dort wird ein großflächiger Pilzbefall prognostiziert, was auch in der Realität beobachtet werden konnte.

Beurteilung und Folgerungen

Die Rechenergebnisse unter Zugrundelegung der angegebenen raumseitigen Übergangswiderständen können in der Praxis noch durch nicht erfasste Effekte beeinflusst werden (Möbelfüße, Wandabstand). Sie zeigen aber, dass das Aufstellen von großflächigen Möbeln an Außenwänden und insbesondere Außenecken problematisch sein kann. Andererseits bestätigen diese Ergebnisse, dass es – je nach Wärmedämmstandard – unterschiedlich „schadensempfindliche“ Bauzustände gibt [Beitrag I/4], was beim Bewohnen berücksichtigt werden muss.

Literaturverzeichnis

- [1] Gertis, K.; Mehra, S. R.: Bauphysik, Vorlesungsskript. Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2001).
- [2] Erhorn, H.; Reiß, J.: Schützt der Mindestwärmeschutz in der Praxis vor Schimmelpilzschäden? IBP-Mitteilung 19 (1992), Nr. 224.
- [3] Hauser, G.: Wärmebrückenkatalog auf CD-Rom 2003.
- [4] Krus, M.; Sedlbauer, K.: Außen gedämmt, Schimmel gehemmt? Erscheint demnächst.
- [5] Reiß, J.; Erhorn, H.: Beurteilung von Feuchteschäden. IBP-Bericht WG 47/1997 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Stuttgart (1997).