

Wärmedämmung bei Massivbauweise: Ein Irrweg

Als Reaktion auf die Energiekrise von 1973 wurde in der BRD 1976 das Energieeinsparungsgesetz erlassen. Daraus folgte 1977 die 1. Wärmeschutzverordnung. Seitdem wird erfolglos versucht, in Gebäuden mit Heizkörperheizung Heizenergie durch Dämmung der Gebäudehülle zu sparen. Diese Art der Raumbeheizung verursacht jedoch hohe Verluste direkt durch ihre physikalischen Mängel, die bei Strahlungsheizung gar nicht auftreten können. Die energetisch relevanten Fehler sind:

- Keine gleichmäßige Wärmeverteilung an den Außenbauteilen, daher Feuchteaufnahme aus der Wohnluft an allen Wandflächen, die kälter als die Raumluft bleiben - mit der Folge der U-Wert-Verschlechterung; Luftaufheizung, die zu relevanten Verlusten auf dem Luftweg führt; Zugerscheinungen, die einen höheren physiologischen Wärmebedarf verursachen.

Die Verluste auf dem Luftweg sind bei "Luftheizung" daher höher als die durch Wärmeleitung in der Gebäudehülle. Aus diesen Gründen ist die berechnete Einsparung nicht zu erreichen, der Weg erweist sich als Irrweg. Bereits 7 Jahre nach Einführung der Gebäudedämmung als Hauptmaßnahme zur Heizenergieeinsparung findet sich auch in der wissenschaftlichen Literatur eine grundsätzliche Widerlegung des Ansatzes.

Aus: Grundzüge der Bauphysik. Tschegg, Heindl, Siegmund. Wien 1984

(Hervorhebungen Großes Schmidt)

(S. 139) 2.1.6. **Dreidimensionale instationäre Wärmeleitung**

Bei allen bisher geschilderten Wärmeleitungsproblemen wurde angenommen, die räumliche Temperaturverteilung in dem betrachteten Körper wäre zeitlich unveränderlich. Diese Annahme mag in einzelnen Fällen für längere Zeiträume annähernd zutreffen, generell ist sie sicher nicht erfüllt. Zwar ist man meist bestrebt, die Innentemperatur in den Räumen eines Gebäudes annähernd konstant zu halten, die Außentemperatur ist aber sicher jahres- und tageszeitlichen Schwankungen unterworfen, die sehr beträchtlich sein können.

Damit tritt einerseits das Problem auf, zeitlich veränderliche Temperaturverteilungen und die dabei auftretenden "instationären" Wärmeleitungsvorgänge rechnerisch zu erfassen, andererseits erhebt sich die Frage, ob nicht die "stationären" Berechnungsverfahren so wirklichkeitsfremd sind, dass ihre Anwendung auf praktische Fragestellungen sinnlos wird.

(S. 142) Die zeitlichen Mittelwerte von Temperatur und Wärmestromdichte über hinreichend lange Zeiträume genügen den Gleichungen der stationären Wärmeleitung. Für die Bauphysik bedeutet das, dass für die Transmissionswärmeverluste eines Raumes oder Gebäudes über eine ganze Heizsaison in erster Linie die stationären Kenngrößen seiner Bauteile (U-Werte und Wärmedurchlasswiderstände) maßgebend sind. Das heißt natürlich nicht, dass in jedem Fall mit einer stationären Rechnung das Auslangen zu finden ist.

Immer dann, wenn - kurz gesagt - das Wärmespeichervermögen der beteiligten Körper eine nicht mehr vernachlässigbare Rolle spielt, ist eine instationäre Rechnung nicht zu vermeiden. Glücklicherweise kann man sich dabei in vielen bauphysikalisch wichtigen Fällen auf eindimensionale Wärmeleitung beschränken.

(S. 151) Die starke Dämpfung der Temperaturschwankungen mit zunehmender Tiefe und die dabei auftretenden Phasenverschiebungen sind Effekte, die man nicht nur im gewachsenen Boden erwarten wird, sondern in ganz ähnlicher Weise auch in Außenbauteilen von Bauwerken. Gerade die bei der Tageswelle im Erdboden sich ergebenden geringen Halbwertstiefen von wenigen Zentimetern lassen vermuten, dass äußere Temperaturschwankungen durch Außenwände eines Gebäudes beträchtlich gedämpft werden können.

(S. 158) G ist das Verhältnis der äußeren komplexen Temperaturamplitude zur inneren komplexen Amplitude der Wärmestromdichte. Sein absoluter Betrag $\Omega = |G|$ (2.164) wird als "thermischer Wechselstromwiderstand" oder dynamischer Widerstand der Wand bezeichnet. Er ist immer größer als der Wärmedurchlasswiderstand D [dessen Kehrwert der Wärmedurchgangskoeffizient (U -Wert) ist!]

Aus: Untersuchungen über den effektiven Wärmeschutz verschiedener Ziegelaußenwandkonstruktionen. Fraunhofer Institut für Bauphysik B Ho 8/83-II Holzkirchen, 5. Juli 1983

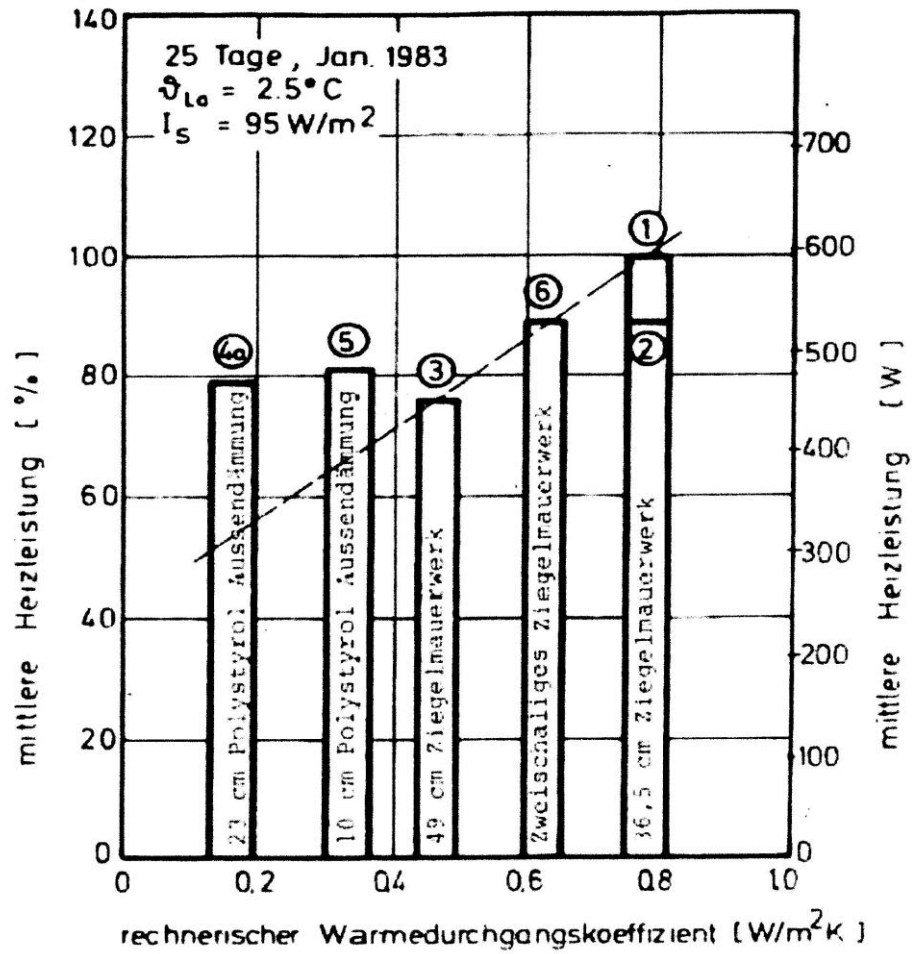


Bild 9: Gemessene mittlere Heizleistung in der 2. Messperiode (Januar 1983), in der eine extreme in den Vergleich aufgenommen wurde. Anordnung der Bedarfssäulen nach steigendem k-Wert

Messergebnisse bei Heizkörperheizung (1983)

(Zusammenfassung: Großschmidt.)

Dämmstärke:

- bei 23 cm Dämmstärke **(5)** Verbrauch 3 % geringer als bei 10 cm Stärke **(4a)** (= „Hintergrundsrauschen“ der Messung)

Speichermasse:

- bei 49 cm ungedämmtem Porenziegel **(3)** Verbrauch 8 % geringer als bei 23 cm Dämmung.

Dass die Speichermasse bei **hoher Dichte** (= z.B. unporosierte „Alt“-Ziegel) energetisch vorteilhaft ist, lässt sich ferner ableiten aus:

Wand mit/ohne Fenster:

- Raum (Wände 36,5 cm Porenziegel) *mit* Fenster **(1)**: Verbrauch 12 % höher
als gleicher Raum *ohne* Fenster **(2)** (größere Speichermasse).

Dichte des Wand-Außenbereichs:

2-schaliges Mauerwerk (*schwerer* Blendziegel, ρ 1600, Luftspalt, 24 cm Porenziegel, mit Fenster) **(6)**:

- gleicher Verbrauch wie bei 36,5 Poren-Ziegel ohne Fenster **(2)**

- für die Solarspeicherung genügen **10 cm Speichermasse** (siehe geringen Verbrauch in Fachwerkbauten mit schwerer Gefachfüllung und Grundofenheizung)

Weitere Messergebnisse (1984):

Tageslichtstrahlung / Wärmebedarf

- bereits die diffuse Zustrahlung (Morgen) mindert den Wärmedurchgang

Oberflächenfarbe / Strahlungsabsorption

- nichtweiße Oberflächen: gute *Absorption*

- weiße Oberflächen: starke *Reflexion* (= geringere Wärmeaufnahme aus der Tageslichtstrahlung)

Nachtabenkung bringt *keine* Einsparung

Wärmedämmung (Wärmedämm-Verbundsystem, Perimeterdämmung, Schwimmender Estrich)

Die berechnete Energieeinsparung tritt nicht ein, die Amortisation ist unmöglich, die Nachteile sind gravierend.

Außenwände gegen Außenluft (WDVS)

- alternative Neubau-Wandkonstruktion: Baustoff mit hoher Dichte (wie im Altbau), monolithisch, z. B. 30 cm KS + 2x Putz: Da der Durchgang von Schall und Wärme im Festkörper identisch sind (Impulsweitergabe), ist "Schallschutz"-Nachweis gleichzeitig "Wärmeschutz"-Nachweis!
- das WDVS hat wesentlich häufigeren Pflege-/Reparaturaufwand als die monolithische Konstruktion (Putz auf Wand). Die Putz-Oberfläche des WDVS wird in 6 - 8 Jahren rissig und dreckig. Die Risse im Putz entstehen wegen der minimalen Speichermasse der dünnen Putzschicht durch die großen Wärmebewegungen, die die starke Aufheizung bei Einstrahlung und die starke Abkühlung in der Nacht verursachen (s. u.). Die *Verdreckung* entsteht durch zyklisches Erreichen des Taupunktes. Die geringe Putzmasse kühlt nachts meist unter Außenluft-Temperatur ab: nicht, weil "aus dem Bauteil wegen der Dämmung keine Wärme mehr nachfließt" (= offizielle Sprachregelung), sondern weil die Temperatur des unbedeckten Himmels ganzjährig bei - 60 bis - 80 °C liegt (Temperatur der Stratosphäre) und die Abstrahlung des Oberflächenmaterials wegen seiner minimalen Stärke (= minimalen Wärmespeichermasse) zu seiner Unterkühlung führt. Der Putz des WDVS hat nachts also fast ständig Taupunkt, ist daher nass (wie der Grashalm und die Windschutzscheibe), so dass der Staub gut haftet (Verdreckung) und nun die Alge wachsen kann (Vergrünung). Auf Nordseiten kann der Taupunkt auch tagsüber eintreten.

Außenbauteile gegen Erdreich

Außenwände gegen Erdreich

- Kunststoff-Dämmung gegen Erdreich verliert trotz Feuchte-"Schutz" durch Folien oder Noppenbahnen allmählich an Dämmwert. Der Diffusionswiderstand bei Stoffen mit geringer Dichte ist nicht Null (wie bei Alu oder Glas). Wegen ihrer "lockeren" Struktur nehmen Kunststoffe, die dauerhaft im kalten und feuchten Milieu liegen, über längere Zeiträume Feuchtemengen auf, die die Leitfähigkeit relevant erhöhen. Der Eintritt von einzelnen Wassermolekülen in die Zellen ist möglich, da bei geringer Oberflächentemperatur die Wärmeschwingung der Dämmstoffmoleküle zu gering ist, um die Wasserstoff-Brücken-Bildung dauerhaft auszuschalten. Die Feuchteaufnahme eines hygroskopischen Materials ist daher weniger von Porenradius und Diffusionswiderstand abhängig, sondern vor allem von seiner Temperatur. Das Wärmegefälle in ungedämmten Außenwänden bzw. Böden als Folge einer (geringen) Temperierung an der Raumbooberfläche kann daher nicht nur diesen Effekt, sondern auch die Kondensation aus der Raumluft ausschalten. Damit wird der U-Wert verbessert, da seine Basis, der "praktische Feuchtegehalt", sinkt. Dieser Wert gilt als baustofftypisch, obwohl er bei "Luftheizung", nicht aber bei kontinuierlicher Wandbeheizung ("Temperierung") ermittelt wurde.

Böden gegen Erdreich

- Die Akkumulation von Erdwärme in der Bodenplatte ("Klopfer'sche Wärmelinse", in Industriehallen mit Luftheizung dargestellt) wird bei Temperierung der Wandsöckel optimiert (Boden-"Dämmung" durch physikalische Effekte: Die Wand-Boden-Ecke ist warm und trocken, so dass der seitliche Abfluss von Erdwärme in den Außenraum verhindert wird).
- Schwimmende Estriche auf Kunststoffdämmung senken sich nach wenigen Jahren (Abrissfuge);
- In Mauerwerksbauten (im Gegensatz zum Betonwabenbau der 1960er Jahre) wirken schwimmende Estriche als Resonanzkörper, es tritt Raumschall auf, der bei monolithischem Bodenaufbau nicht möglich ist. Der Betonwabenbau wurde falsch analysiert: Die Schallbelästigung im Raum war Resultat der Körperschall-Übertragung im Baukörper, als Folge der Gleichheit von Wand- und Deckenkonstruktion, verstärkt durch Einbiegen von Wandeisen in die Deckenebene! Bei Materialwechsel (Mauerwerk/Betondecke) wird die Körperschall-Übertragung ausgeschaltet. Die Deckenmasse schluckt den Trittschall.