

# Praxisnahe Ergebnisse aus Studien zur Bauteilaktivierung

TEXT + BILDER | Ao. Univ. Prof. i. R. DI Dr. Klaus Kreč  
Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen des Instituts für  
Architektur und Entwerfen der Technischen Universität Wien

**Die Beheizung von Wohngebäuden mittels thermischer Aktivierung der Betondecken allein ist dann möglich, wenn die thermische Qualität der Gebäudehülle zumindest Niedrigenergiehausniveau erreicht.**

---

## Einleitung

Die stetig steigenden Anforderungen an die thermische Qualität der Gebäudehülle sorgen dafür, dass der Heizwärmebedarf neu errichteter Gebäude immer weiter sinkt. Diese Entwicklung ist eine wichtige Voraussetzung für die drastische Senkung des Energiebedarfs neuer Gebäude. Die Deckung des sehr geringen Energiebedarfs dieser Gebäude verlangt nach neuen Konzepten, die auf die Nutzung erneuerbarer Energien auszurichten sind.

Eines dieser innovativen Konzepte stellt die Bauteilaktivierung dar. Die sehr hohe Wärmespeicherfähigkeit der thermisch aktivierten Bauteile aus Beton ermöglicht zum einen die Speicherung von Wärme auch bei zeitlich stark schwankendem Angebot. Zum anderen eröffnen die sehr niedrigen erforderlichen Heizmitteltemperaturen große Potenziale in Hinblick auf die Wirkungsgrade der Wärmeerzeuger und legen die Nutzung erneuerbarer Energien nahe.

Es soll hier der Frage nachgegangen werden, ob in neu gebauten Gebäuden der Heizwärmebedarf allein über die thermische Aktivierung der Stahlbetondecken gedeckt werden kann. Die Beantwortung dieser Fragestellung läuft auf die Berechnung der zur Deckung der Heizlast notwendigen Registerflächen hinaus. Die dazu notwendigen Berechnungsansätze werden den Ergebnissen einer im Auftrag der Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie durchgeführten Forschungsarbeit entnommen.

Eine Besonderheit der Bauteilaktivierung ist im Umstand zu sehen, dass mit ihr nicht nur geheizt sondern auch gekühlt werden kann. Da die Kühlmöglichkeit von Räumen mit fortschreitendem Klimawandel sehr rasch an Bedeutung gewinnt, soll auch auf diesen Themenkomplex hier kurz eingegangen werden.

---

**Da die Kühlmöglichkeit von Räumen mit fortschreitendem Klimawandel sehr rasch an Bedeutung gewinnt, soll auch auf diesen Themenkomplex hier kurz eingegangen werden.**

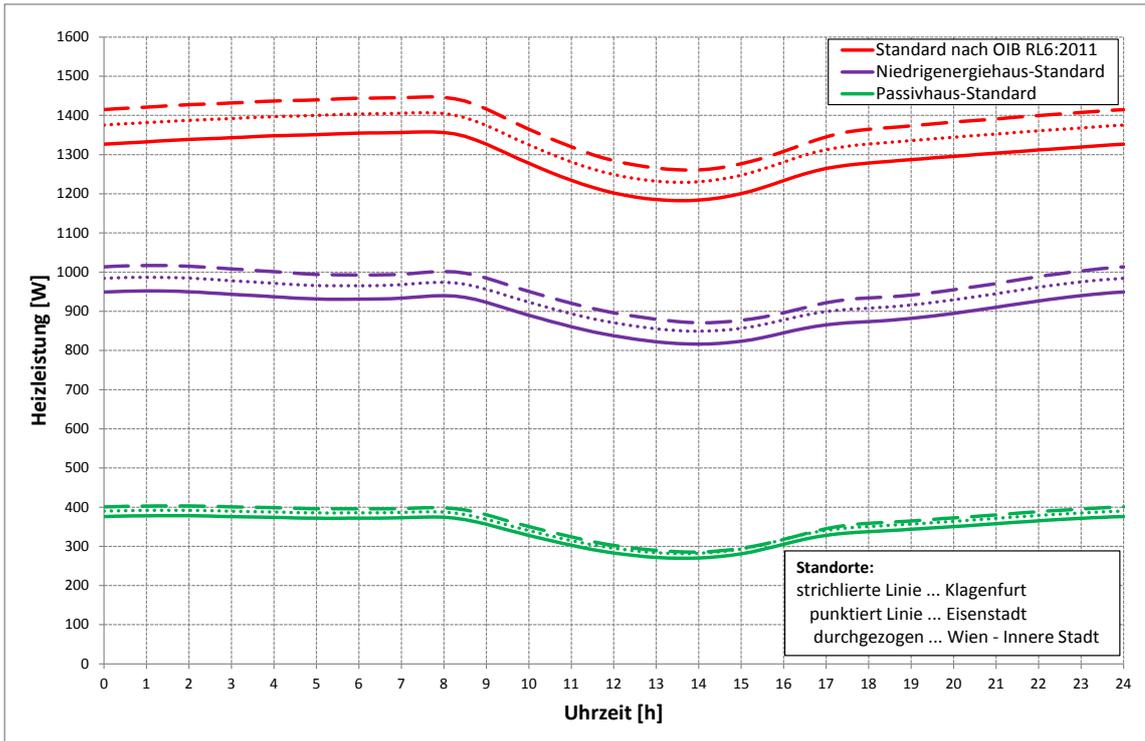


Abb. 1: Ergebnisse der dynamischen Heizlastberechnung: Tagesverläufe der erforderlichen Heizleistung

## Heizlastberechnung

Eine Raumheizlastberechnung ist – wie bei jeder Heizungsanlage – Voraussetzung für die richtige Dimensionierung des wärmeabgebenden Systems im Raum. Bei der Bauteilaktivierung ist die Raumheizlast eine der bestimmenden Größen für die Auslegung der Registerflächen. In Anlehnung an die Vorgaben des Passivhausinstituts werden im Gegensatz zu einer normgemäßen Heizlastberechnung die Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung in der Berechnung berücksichtigt. Zudem wird die Berechnung instationär – d. h. unter Berücksichtigung der Auswirkung der Wärmespeicherfähigkeit – durchgeführt. Das Ergebnis der dynamischen Heizlastberechnungen für einen Musterraum in der Gebäudekante eines Mehrfamilienhauses zeigt Abbildung 1 für die Gebäudestandorte Wien, Eisenstadt und Klagenfurt. Die Norm-Außentemperaturen überstreichen bei dieser Standortwahl die Bereiche zwischen  $-11,3\text{ °C}$  (Wien, Innere Stadt) und  $-13,5\text{ °C}$  (Klagenfurt).

Es ist klar ersichtlich, dass die thermische Qualität der Gebäudehülle die Heizlast wesentlich mehr beeinflusst als die außenklimatischen Verhältnisse. Beim Passivhaus-Standard (grüne Linien) ist der Einfluss des Gebäudestandorts auf die Heizlast kaum mehr auszumachen. Die Heizlast liegt hingegen bei einer thermischen Qualität der Gebäudehülle nach OIB-Richtlinie 6 mehr als dreimal so hoch wie beim Passivhaus.

## Berechnung der Registerflächen

Aus der Heizlast  $\Phi_{HL}$ , die als das Maximum der in Abb. 1 gezeigten Heizleistungsverläufe identifiziert wird, kann die gesuchte Registerfläche  $A$  – dies ist die Deckenfläche, die mit dem Heizregister zu belegen ist – gemäß

$$A = \frac{\Phi_{HL}}{\Lambda_{r,u} \cdot (\Theta_r - \Theta_u)} \quad (1)$$

berechnet werden. Ersichtlich ist die benötigte Registerfläche umgekehrt proportional zur Differenz aus Heizmitteltemperatur  $\Theta_r$  und Soll-Temperatur des Raums  $\Theta_u$ <sup>1</sup>. Der Faktor  $\Lambda_{r,u}$  ist der auf die Registerfläche bezogene thermische Leitwert zwischen dem Rohrregister und dem unter der aktivierten Decke liegenden Raum.

Der für die Berechnung der Registerflächen notwendige Leitwert kann in sehr guter Näherung in der Form

$$\Lambda_{r,u} = a \cdot d^2 + b \cdot d + c \quad (2)$$

dargestellt werden kann. Die Variable  $d$  in Gleichung (2) ist der Achsabstand der Rohre im Register. Bei Kenntnis der Regressionsparameter  $a$ ,  $b$  und  $c$  kann somit  $\Lambda_{r,u}$  und damit die gesuchte Registerfläche  $A$  in einfachster Weise errechnet werden.

<sup>1</sup> Der Index  $r$  steht für „Rohr“, der Index  $u$  für „unten“, d. h. den unter der aktivierten Decke liegenden Raum.

Die Parameter a, b und c hängen von den Ausführungsdetails der thermisch aktivierten Decke, wie z. B. Rohrdurchmesser, Lage des Rohrregisters, Schichtaufbau der Decke und Ausführung der Deckenuntersicht, ab. Sie wurden für eine größere Anzahl von in der Baupraxis relevanten Deckenausführungen berechnet und werden derzeit in Form eines Planungsleitfadens übersichtlich zusammengestellt.

Exemplarisch durchgeführte Berechnungen für den Modellraum mit 35 m<sup>2</sup> Nutzfläche führen auf folgende Registerflächen<sup>2</sup>.

	PASSIVHAUS	NIEDRIGENERGIEHAUS	OIB-RICHTLINIE 6
Wien	8,2	20,7	29,5
Eisenstadt	8,5	21,5	30,6
Klagenfurt	8,8	22,1	31,5

Tab. 1: Für den Modellraum aus der Heizlast errechnete Registerflächen in m<sup>2</sup>

Die verfügbare Deckenfläche von 35 m<sup>2</sup> reicht somit in allen Fällen zur Aufnahme des Heizregisters aus. Wird allerdings gefordert, dass 30 % der Deckenfläche für raumakustische Zwecke zur Verfügung stehen und nicht thermisch aktiviert werden sollen, so darf die Registerfläche 24,5 m<sup>2</sup> nicht übersteigen. Unter dieser Voraussetzung ist die alleinige Beheizung des Modellraums über eine thermisch aktivierte Decke nur dann möglich, wenn die Gebäudehülle in Niedrigenergiehausqualität oder besser ausgeführt wurde.

Für die Berechnung wurde die Heizmitteltemperatur mit  $\Theta_r = 30,0$  °C und die Solltemperatur des Raums mit  $\Theta_i = 20,0$  °C angenommen. Für das Passivhaus reicht unter diesen Annahmen bereits ca. 1/3 der verfügbaren Deckenfläche aus, um den Raum bei Auslegungsbedingungen auf Solltemperatur zu halten. Wird hingegen die ganze verfügbare Deckenfläche (24,5 m<sup>2</sup>) mit dem Rohrregister belegt, so reicht bei einem Passivhaus bereits eine Heizmitteltemperatur von ca. 24,0 °C aus, um die Heizlast zu decken (siehe Gleichung 1). Dies führt nicht nur zu sehr hohen Umwandlungswirkungsgraden des Wärmeerzeugers (z. B. einer Wärmepumpe), sondern über die nur knapp über der Solltemperatur liegende Oberflächentemperatur der Deckenuntersicht zu einem sehr hohen thermischen Komfort im Raum.

### Kühllastberechnung

Mit einer Kühllastberechnung soll überprüft werden, ob die für die Beheizung des Musterraums ausgelegten Registerflächen auch die notwendige Kühlleistung erbringen, um während sommerlicher Hitzeperioden Überwärmungen des Raums verlässlich vermeiden zu können. Verwendet werden die Vorgaben der ÖNorm B8110-3 sowohl in Hinblick auf das Außenklima als auch auf die Raumnutzung. Simuliert wird somit unter Zugrundelegung des Norm-Außenklimas. Die Tagesmittelwerte des Norm-Sommertags variieren dabei von 21,8 °C für Klagenfurt bis 24,9 °C für Wien, Innere Stadt. Gemäß ÖNorm B8110-3 sind diesen Tagesmittelwerten standortunabhängig Tagesschwankungen von  $\pm 7,0$  K zu überlagern.

<sup>2</sup> Annahmen: Rohrdimension: 17 x 2,0 / Achsabstand der Rohre: 15 cm / Lage des Rohrregisters: 5 cm über Deckenuntersicht

Abbildung 2 zeigt exemplarisch die für den Standort Wien, Innere Stadt, errechneten Tagesverläufe der erforderlichen sensiblen Kühlleistungen für den Musterraum.

Die ausgeprägten Maxima am Nachmittag rühren daher, dass der Musterraum neben einem Nord-Fenster eine große, westorientierte Fenstertür besitzt. Es zeigt sich, dass die Verwendung einer Außenjalousie vor dieser Fenstertür die Kühllast mehr als halbiert.

### Berechnete Registerflächen

Aus den sensiblen Kühllasten lassen sich folgende Registerflächen rückrechnen<sup>3</sup>, wobei die Flächenberechnung auch hier unter Zugriff auf Gleichung (2) erfolgt.

Ohne Verwendung von Außenjalousien würde die maximal zulässige Registerfläche von 24,5 m<sup>2</sup> nur beim Gebäude in Niedrigenergiestandard für alle Gebäudestandorte zur Kühlung ausreichen. Natürlich legen die Berechnungsergebnisse aber nahe, in der Planung unbedingt ausreichenden Sonnenschutz vorzusehen.

Bei Verwendung von Außenjalousien sind die erforderlichen Registerflächen für die Kühlung überwiegend deutlich kleiner als jene für die Heizung (siehe Tab. 1). Lediglich für Passivhäuser stellt sich am Beispiel des Musterraums heraus, dass die Registerauslegung nach der Kühllastberechnung erfolgen sollte.

### Conclusio

Die durchgeführten Heizlast-, Kühllast- und Registerflächenberechnungen für einen Musterraum zeigen, dass die alleinige Konditionierung von Räumen über die Aktivierung von

	MIT AUSSENJALOUSIE			OHNE JALOUSIE		
	PH	NEH	OIB-RL 6	PH	NEH	OIB-RL 6
Wien	11,5	11,1	12,6	25,5	22,9	28,5
Eisenstadt	10,8	10,3	11,5	24,9	22,1	27,5
Klagenfurt	10,3	9,6	10,8	24,4	21,4	26,9

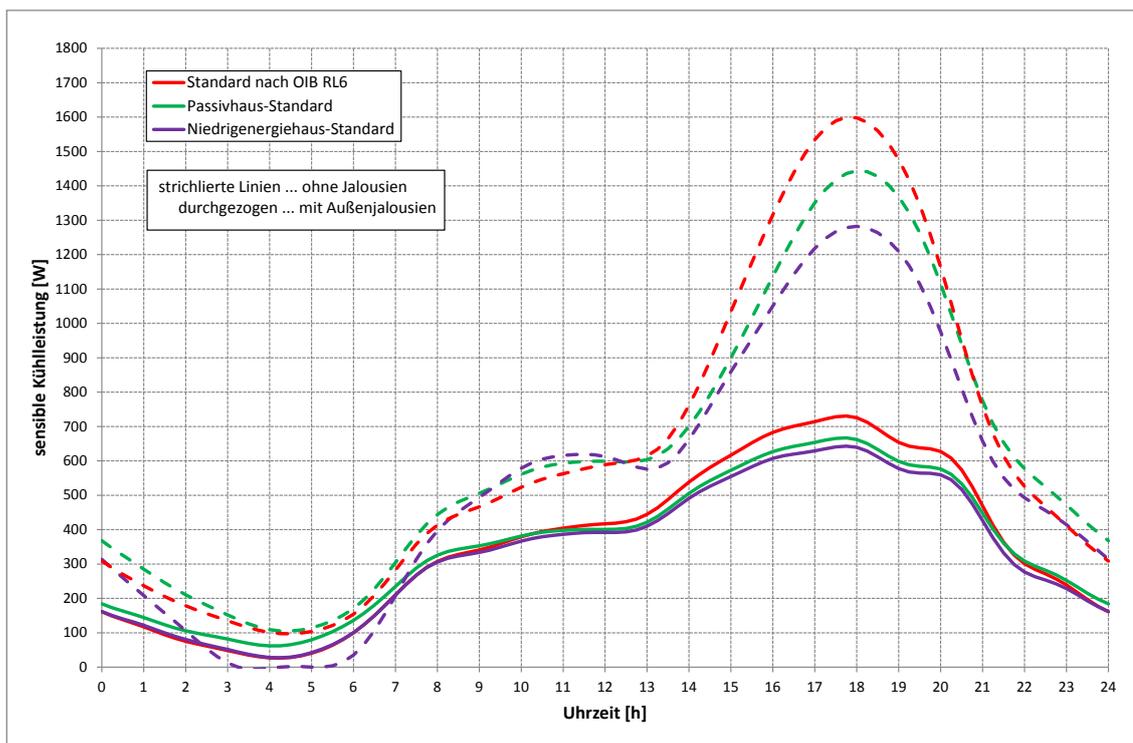
Tab. 2: Für den Modellraum aus der Kühllast errechnete Registerflächen in m<sup>2</sup>

Betondecken möglich ist, sofern die Gebäudehülle zumindest den Qualitätsstandard eines Niedrigenergiehauses erfüllt. Es zeigt sich deutlich, dass die Einsatzmöglichkeiten der Bauteilaktivierung in Hinblick auf die Konditionierung von Räumen eng mit der thermischen Qualität der Gebäudehülle verknüpft sind.

### AUTOR

Ao. Univ. Prof. i. R. DI Dr. Klaus Kreč  
Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen des  
Instituts für Architektur und Entwerfen  
der Technischen Universität Wien  
www.krec.at

Abb. 2: Ergebnisse der Kühllastberechnung: Tagesverläufe der erforderlichen sensiblen Kühlleistung für Wien, Innere Stadt



<sup>3</sup> Annahmen: Kühlmitteltemperatur: 18,0 °C; maximale Raumtemperatur: 27,0 °C