

# Wärmetechnischer Vergleich ausgewählter Bautechniken und Betriebsweisen von Wohnbauten

Wohnbauten verkörpern einen sehr hochwertigen Gebrauchsgegenstand, dessen thermisch-energetische Nutzeigenschaften für ein ganzheitliches Urteil über den gesamten Jahresgang zu bewerten sind. Um die Beurteilung der Wohnbauten zu verbessern, untersuchte Prof. Dr.-Ing. habil. *Bernd Glück* im Auftrag der RUD. Otto Meyer-Umweltstiftung mit dem eigens dafür entwickelten Simulationswerkzeug „Dynamisches Raummodell“ sechs unterschiedliche Bauweisen

- Massivhäuser aus Betonfertigteilen
- Holzleichtbauten ohne und mit PCM-Gipsbauplatten
- Massivholzbauten ohne und mit PCM-Lehmbauplatten
- moderne Ziegelbauten

hinsichtlich ihrer energetischen und wärmephysiologischen Eigenschaften im Jahresgang anhand von vier Designdays. Als Hauptbewertungskriterien galten:

- Entwurfstag 1: **Heizlast** unter Auslegungsbedingungen für die Raumtemperatur 22 °C
- Entwurfstag 2: **Tagesheizbedarf** an einem heiteren Februartag für eine Raumtemperatur von mindestens 22 °C während der Nutzzeit (7.00 bis 22.00 Uhr) und mindestens 18 °C in den Nachtstunden
- Entwurfstag 3: **Tageshochgradstunden** an einem heiteren Julitag bei freischwingender Raumtemperatur und Bewertung der Zeiten mit größer 26 °C unter Nutzung einer intensiven Nachtlüftung
- Entwurfstag 4: **Tageskühlbedarf** an einem Extremsommertag bei Einhaltung einer maximalen Raumtemperatur von 26 °C während der Nutzzeit und Einsatz der Nachtlüftung.

Es wurde ein stets gleicher Testwohnraum (ca. 30 m<sup>2</sup>) in einem Dop-

Tabelle 1. Hauptergebnisse für die Bautypen 1 bis 6 gemäß der Originaluntersuchung

| Bautyp | Bauweise                                | Heizlast<br>Auslegung<br>W/m <sup>2</sup> | Tagesheiz-<br>bedarf<br>heiterer<br>Februartag<br>Wh/(m <sup>2</sup> d) | Tageshoch-<br>gradstunden<br>heiterer<br>Julitag<br>Kh/d | Tageskühl-<br>bedarf<br>extremer<br>Sommertag<br>Wh/(m <sup>2</sup> d) |
|--------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Beton-Massivbau                         | 42,9                                      | 176,7                                                                   | 3,5                                                      | 52,1                                                                   |
| 4      | Moderner Ziegelbau                      | 43,4                                      | 111,3                                                                   | 9,6                                                      | 37,8                                                                   |
| 2      | Leichter Holzbau                        | 44,4                                      | 153,4                                                                   | 25,2                                                     | 76,4                                                                   |
| 5      | Leichter Holzbau +<br>PCM-Gipsbauplatte | 44,3                                      | 136,2                                                                   | 12,8                                                     | 62,8                                                                   |
| 3      | Massivholzbau                           | 42,8                                      | 104,2                                                                   | 11,8                                                     | 36,7                                                                   |
| 6      | Massivholzbau +<br>PCM-Lehmbauplatte    | 42,8                                      | 103,1                                                                   | 5,5                                                      | 24,6                                                                   |

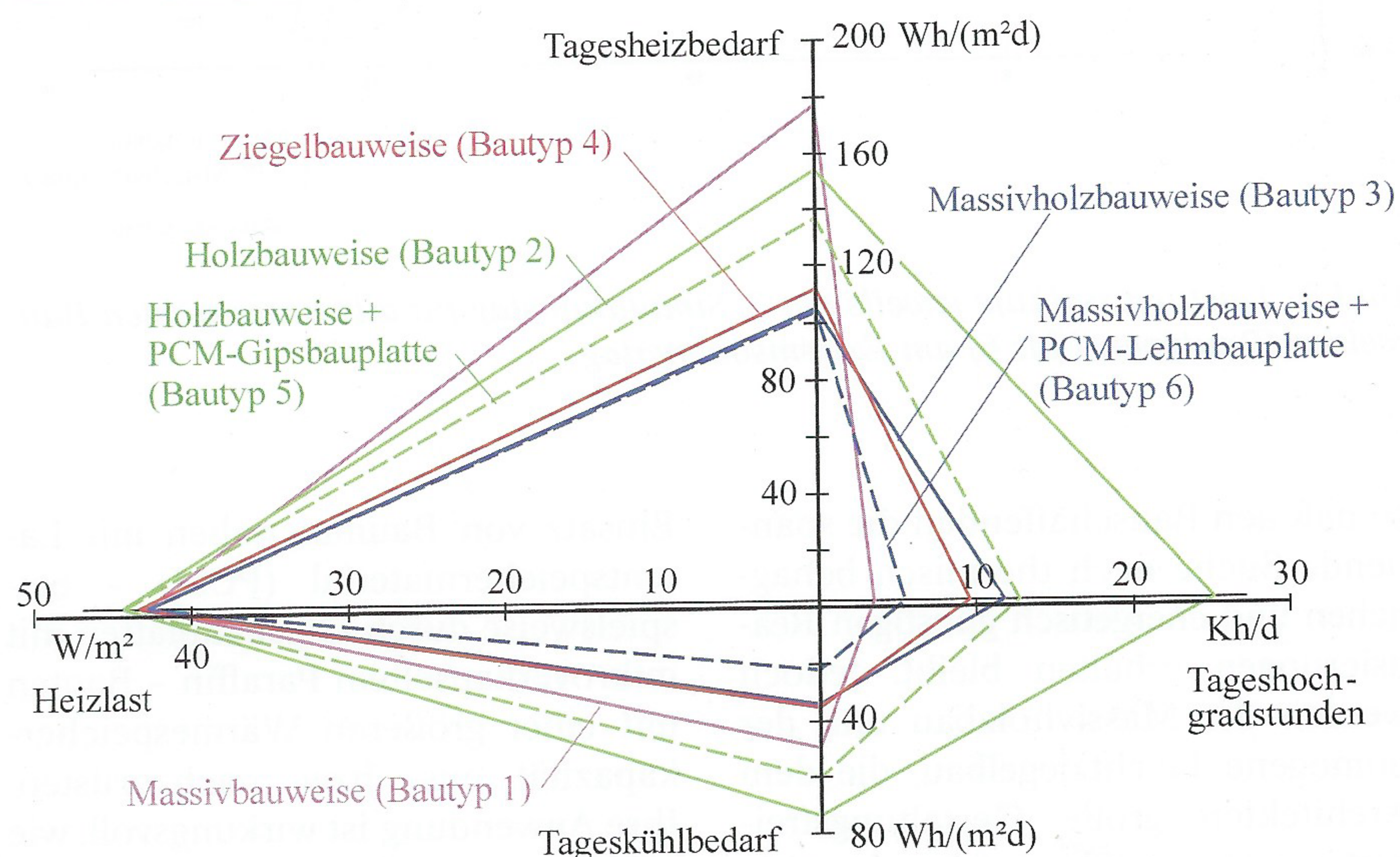


Bild 1. Grafische Darstellung der Hauptergebnisse für die Bautypen 1 bis 6 gemäß der Originaluntersuchung (Werte entsprechen der Tabelle 1)

pelhaus mit großer Fensterfläche nach Süden und einer Außenwand mit Fenster nach Westen betrachtet, wobei die Aussagen auch auf den Geschosswohnungsbau übertragbar sind. Die Hauptergebnisse der Untersuchung sind aus Tabelle 1 und Bild 1

entnehmbar. Spezielle Ergebnisse zeigen die Bilder 2 und 3.

**Nachfolgende Hauptaussagen wurden abgeleitet:**

- Es gibt **keine eindeutig zu präferierende bauliche und/oder materialtechnische Lösung** für Wohngebäude,

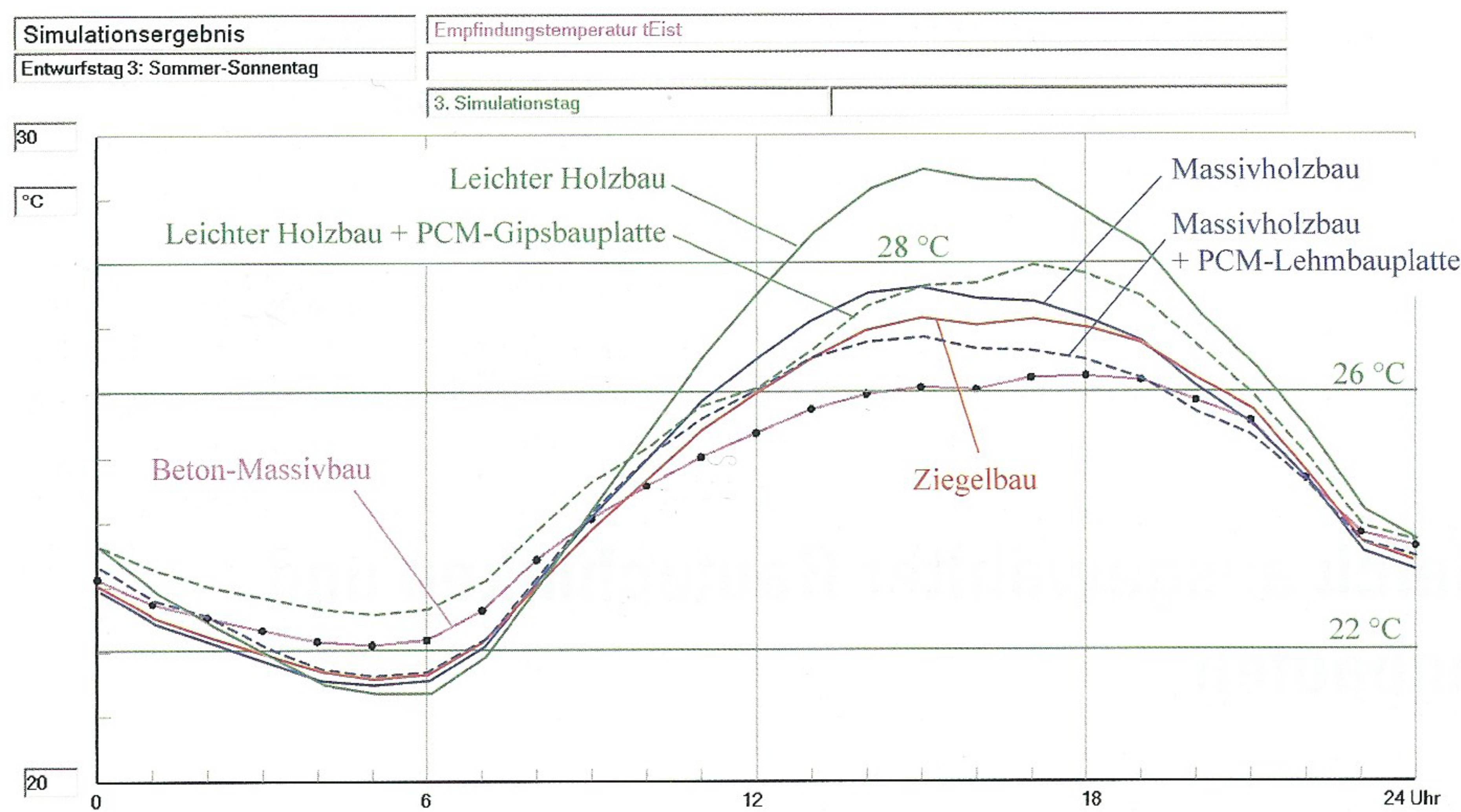


Bild 2. Raumtemperaturverläufe jeweils am 3. Simulationstag für alle untersuchten Bauweisen (Bautypen 1 bis 6) am heiteren Julitag

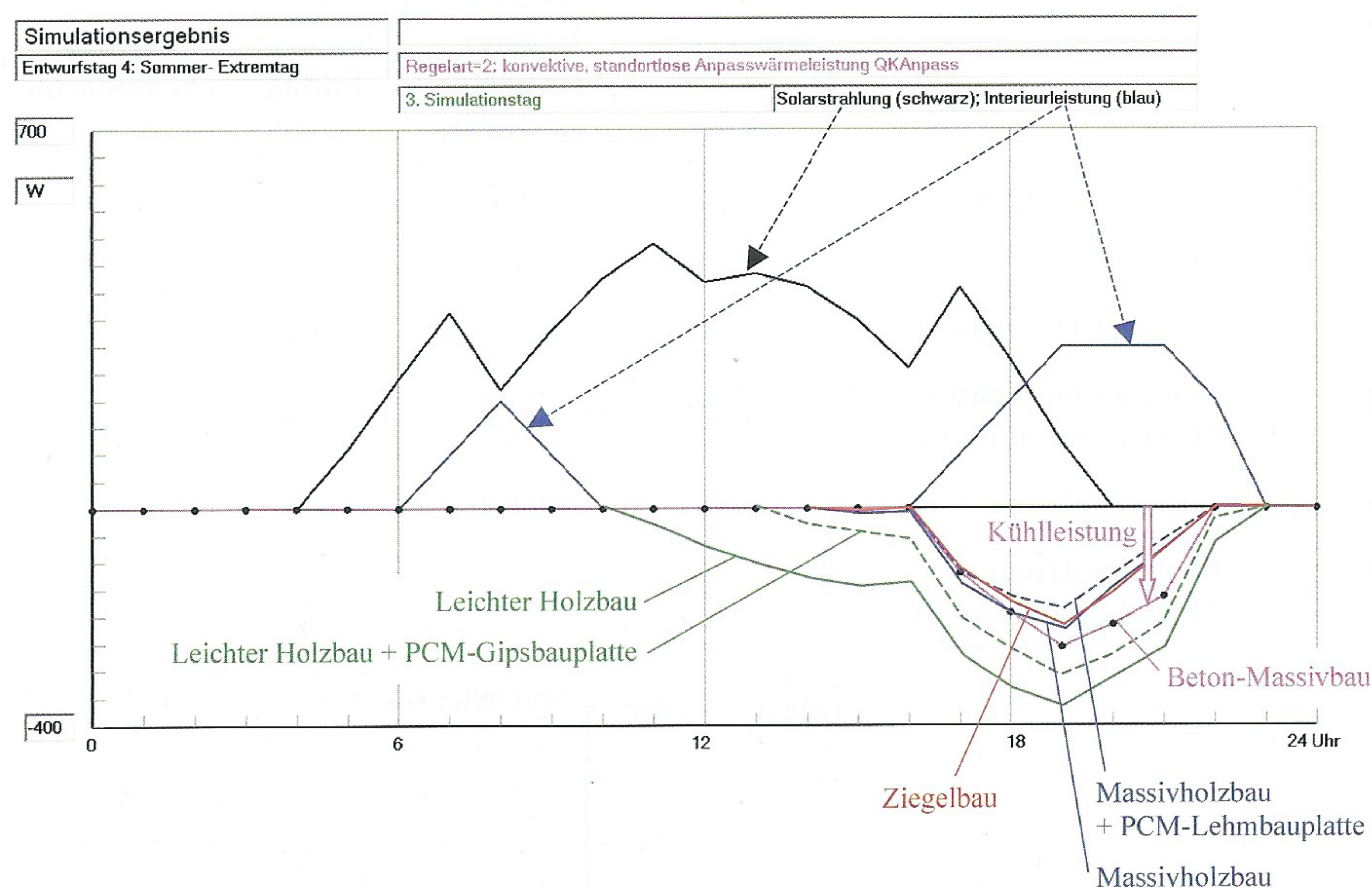


Bild 3. Leistungsverläufe jeweils am 3. Simulationstag für alle untersuchten Bauweisen (Bautypen 1 bis 6) am Extremsommertag

so daß den Bauschaffenden die spannende Suche nach thermisch behaglichen und energetisch günstigen Realisierungen erhalten bleibt. Jedoch werden der Massivholzbau und der homogene Leichtziegelbau, die dem Architekten große Gestaltungsfreiheiten erlauben, überraschend positiv bewertet.

– In **Mitteleuropa** müssen wegen der stark wechselnden meteorologischen Bedingungen die Raumumfassungen eine optimale Kombination von Wärmedämm- und Wärmespeicherfähigkeit besitzen. In der Vergangenheit bevorzugten die Energieeinsparverordnungen die Gebäudedämmung, in neuerer Zeit versucht man durch den

Einsatz von Baumaterialien mit Latentspeichermaterial (PCM) – beispielsweise durch Gipsbauplatten mit mikroverkapseltem Paraffin – Bauten mit einer größeren Wärmespeicherfähigkeit aus- bzw. nachzurüsten. Ihre Anwendung ist wirkungsvoll, wie Tabelle 1 und Bild 1 aussagen.

– Die thermisch-energetischen Wirkungen beim Einsatz von **Latentspeichermaterial** sind jedoch sehr stark von seiner Phasenwandeltemperatur abhängig. Bereits bei der Wahl der Schmelztemperatur ist zu entscheiden, ob die Speicherwirkung bevorzugt der winterlichen Heizenergieersparnis durch passive Solarenergienutzung oder der wärmephysiologi-

schen Verbesserung im Sommer durch vergrößerte Wärmespeicherung am Tage und Entladung mittels verstärkter Nachtlüftung dienen soll. Beide Ziele sind nicht gleichzeitig erfüllbar.

Der einfache Vergleich der Speicherkapazitäten von Latentmaterialien mit konventionellen Bauteilen – wie in Werbeaussagen oftmals formuliert – ist bezüglich der wärmetechnischen Auswirkungen auf den Raum nicht aussagefähig.

Der kombinierte Einsatz von Latentspeichermaterialien mit beispielsweise zwei unterschiedlichen Phasenwandeltemperaturen könnte bei gleichzeitiger Erhöhung des PCM-Anteils sinnvoll sein. Vor dem Einsatz eines Materialgemisches mit einem Schmelztemperaturbereich wird allerdings gewarnt.

Verschiedene Latentspeichermaterialien haben keine identische Schmelz- und Erstarrungstemperatur. Vorzugsweise sollte Material mit kleiner Hysterese eingesetzt werden.

– Die **Weiterentwicklungen herkömmlicher Baustoffe** zeigen, wie Wärmedämm- und Wärmespeicherfähigkeit optimal vereinigt werden können. Bemerkenswert ist dabei, daß man sich beispielsweise dem gleichen Ziel von zwei völlig unterschiedlichen Ausgangsmaterialien bzw. Bauweisen nähert:

Der **moderne Ziegelbau** besitzt durch die Verwendung von Gitterziegeln und Feinbettmörtel gegenüber dem Vollziegelmauerwerk eine hohe Dämmfähigkeit bei verminderter Wärmespeicherkapazität.

Der **Massivholzbau** nutzt die niedrige Wärmeleitfähigkeit des Holzes und erreicht durch das kreuzweise Aneinanderfügen von Brettern aus kostengünstiger „Seitenware“ eine relativ hohe Wärmespeicherkapazität.

In der Folge dieser Entwicklungen können Wohnbauten mit sehr ähnlichen Nutzungseigenschaften entstehen, wie Bild 1 unter unterschiedlichsten Randbedingungen veranschaulicht. Die Ursache der bestehenden Ähnlichkeit liegt in den Stoffwertpaarungen in Verbindung mit den Bauteildicken begründet. Einen Auszug gibt Tabelle 2 wieder.

– **Neue Baustoffe für strukturhomogene Bauteile** müssen aufeinander abgestimmte Wärmedämm- und Wärmespeichereigenschaften besitzen. In erster Näherung kann man sich an den

Tabelle 2. Stoffwerte und Wärmekapazität von Ziegelmauerwerk und Massivholzbauteilen

| Bauweise                 | Dichte<br>kg/m <sup>3</sup> | Wärmeleitfähigkeit<br>W/(m K) | Spezifische Wärmekapazität<br>J/(kg K) | Temperaturleitfähigkeit<br>m <sup>2</sup> /s | flächenbezogene Wärmekapazität<br>kJ/(m <sup>2</sup> K) |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Modernes Ziegelmauerwerk | 650                         | 0,13                          | 920                                    | 217 · 10 <sup>-9</sup>                       | bei δ = 490 mm:<br>293                                  |
| Massivholzkonstruktion   | 600                         | 0,15                          | 1600                                   | 156 · 10 <sup>-9</sup>                       | bei δ = 300 mm:<br>288                                  |

Stoffwerten bzw. an komplexen wärmetechnischen Größen bewährter Lösungen orientieren (vgl. auch Tabelle 2).  
– Viele **Baustoffneuentwicklungen** widmen sich der gezielten Verbesserung **einer** Stoffeigenschaft. Hierzu

gehören beispielsweise Vakuumisolationswerkstoffe (VIP) mit hervorragenden Wärmedämmeigenschaften oder Latentspeichermaterialien (PCM) mit hohen Wärmespeicherkapazitäten aufgrund des Phasenwandels. Diese Baustoffe können in der Regel nur in

Verbindung mit anderen Materialien Raumumfassungen bilden, die im einfachsten Fall als Sandwichelemente gestaltet sind. Zukünftig könnten auch **Komposite** interessant sein.  
– Das Simulationsprogramm „Dynamisches Raummodell“ hat sich bei der wärmetechnischen Beurteilung bzw. Optimierung der Raumumfassungen und der Bewertung der wärmephysiologischen Raumeigenschaften für die wechselnden Randbedingungen im Jahresgang bewährt.

Weitere Informationen und ausführlicher Forschungsbericht unter:  
<http://www.rom-umwelt-stiftung.de>  
(Rubrik „Arbeit bisher“ ⇒ Projekt 14)