

10  
Jahre

# Bauen +

Energie, Brandschutz, Bauakustik, Gebäudetechnik



- + Reboundeffekte in Wohngebäuden
- + Effizientes Bereitstellen von Löschwasser nach DIN 14230
- + Experteninterview: Herausforderungen und Lösungen für den Brandschutz von Schloss Burgk
- + Immissionsprognosen für die Baugenehmigung: Verbesserte Rechenverfahren
- + Zollinger: Zeitlose, effiziente und formschöne Bauweise
- + Einfach Bauen: Innovative Ansätze für nachhaltiges Bauen
- + Begrünung in und an Schulgebäuden

# Inhalt

## ENERGIE

Ina Renz, Ulrike Hacke und Michael Grafe

### Reboundeffekte in Wohngebäuden

Wie die energetische Gebäudequalität das Wärmenutzungsverhalten beeinflusst ..... 8

## BRANDSCHUTZ

Klaus W. König

### Effizientes Bereitstellen von Löschwasser nach DIN 14230

Wie unterirdische Löschwasserbehälter den Brandschutz der Feuerwehr verbessern und Gebäude absichern ..... 14

Experteninterview

### Ronny Hofmann: Herausforderungen und Lösungen für den Brandschutz von Schloss Burgk ..... 17

Ronny Hofmann, Stadtbrandmeister in Schleiz/Thüringen im Gespräch mit **Bauen+**

## BAUAKUSTIK

Birger Gigla

### Immissionsprognosen für die Baugenehmigung: Verbesserte Rechenverfahren

Neuer Normenentwurf DIN EN ISO 9613-2 und detaillierte Schallausbreitungsrechnung ..... 19

## GEBÄUDETECHNIK

Marc Wilhelm Lennartz

### Zollinger: Zeitlose, effiziente und formschöne Bauweise

Stützenfreie Konstruktion eines räumlichen Stabwerks mit geringem Eigengewicht ..... 23

## NACHHALTIGKEIT

Tilmann Jarmer, Anne Niemann und Laura Franke

### Einfach Bauen: Innovative Ansätze für nachhaltiges Bauen

Ergebnisse durch das vierte Forschungshaus im Projekt »Einfach Bauen« ..... 28

Jutta Hollands, Florian Teichmann und Azra Korjenic

### Begrünung in und an Schulgebäuden

Möglichkeiten der Umsetzung und bauphysikalische Auswirkungen ..... 36

## RUBRIKEN

Kurz & bündig	5
Rechtsprechungsreport	43
Normen & Richtlinien	45
Produkte & Informationen	47
Fachliteratur	49
Termine & Impressum	50



Titelbild aus dem Fachartikel »Einfach Bauen: Innovative Ansätze für nachhaltiges Bauen« von Tilmann Jarmer, Anne Niemann und Laura Franke ab S. 28



Ina Renz, Ulrike Hacke und Michael Grafe

# Reboundeffekte in Wohngebäuden

## Wie die energetische Gebäudequalität das Wärmenutzungsverhalten beeinflusst

*Inadäquates Nutzerverhalten wird häufig als alleinige Ursache für Reboundeffekte nach einer energetischen Modernisierung angesehen. Das Forschungsprojekt KOSMA fand auf Basis einer Befragung von über 1 300 Miethaushalten, die in Gebäuden unterschiedlicher energetischer Qualität leben, keine Hinweise zur Unterstützung dieser These. Vielmehr sind die Verbrauchs-Bedarfs-Unterschiede von vielen, auch nutzerunabhängigen Einflussgrößen bestimmt, wie die Betrachtung sowohl aus sozial- als auch ingenieurwissenschaftlicher Sicht zeigt.*

Der Erfolg von Wärmeschutzmaßnahmen an Wohngebäuden zur Reduktion des Heizwärmeverbrauchs wird mit Hinweis auf Reboundeffekte häufig in Zweifel gezogen. Dabei wird die Differenz zwischen dem gemessenen Energieverbrauch und dem berechneten Energiebedarf oft allein den Bewohnerinnen und Bewohnern der Gebäude und deren (Fehl-)Verhaltensweisen zugeschrieben. Zur Erklärung wird zumeist die Raumtemperatur herangezogen, die in modernisierten Gebäuden und Neubauten deutlich höher liegt und mit erhöhten Komfortansprüchen der Bewohnerschaft in Verbindung gebracht wird (z. B. [1], [2], [3]). Zugleich gibt es jedoch Erkenntnisdefizite in Bezug auf das komplexe Zusammenwirken von nutzerabhängigen und nutzerunabhängigen, d. h. baulich oder technisch bedingten Aspekten und deren Auswirkungen auf den (Mehr-)Verbrauch von Heizwärme ([4], [5]).

Ziel des Forschungsprojekts KOSMA war daher, anhand einer Befragung von Miethaushalten eine breite empirische Grundlage zur Untersuchung möglicher nutzerseitiger und baulich-technischer Einflussgrößen im Bereich Heizwärme zu schaffen. Die Befragungsdaten wurden durch den Vermieter (Nassauische Heimstätte Wohnstadt) um verbrauchsrelevante Wohnungs- und Gebäudemerkmale ergänzt. Auf dieser Basis konnte das berichtete Heiz- und Fensteröffnungsverhalten im Vergleich unterschiedlicher energetischer Gebäudestandards analysiert werden. Flankierend dazu wurde mit exemplarischen energetischen Betrachtungen ein Blick auf die vielfältigen Größen mit Einfluss auf Reboundeffekte und deren Wechselwirkungen geworfen. Dadurch sollte das Bewusstsein geschärft werden, dass die rechnerisch ermittelten Reboundeffekte nur teilweise vom Nutzer abhängig sind oder gar nutzerunabhängig sein können.

Die hier berichteten und weitere sozialwissenschaftliche Projektergebnisse werden ausführlich dargestellt in [6], die ingenieurwissenschaftlichen Perspektiven finden sich detailliert in [7].

### Methodische Vorgehensweise zur sozialwissenschaftlichen Befragung

Das Wärmenutzungsverhalten und dessen potenzielle nutzerseitige Einflussgrößen (z. B. sozio-ökonomische/demografische Merkmale, Werte/Normen, Einstellungen, Wissen) wurden anhand einer standardisierten quantitativen Erhebung im Mietwohnungsbestand der Nassauischen Heimstätte Wohnstadt erfasst. Die Befragung erfolgte pandemiebedingt in zwei Wellen (Heizperioden 2019/2020 und 2021/2022) weitestgehend in Form persönlicher Interviews in den Wohnungen der Befragten. Die Auswahl der Befragten erfolgte kriterienbasiert, sodass eine hinsichtlich

#### KERNAUSSAGEN

- Haushalte in energetisch besseren sowie teilsanierten Gebäuden berichten niedrigere Heizungseinstellungen als in unsanierten Gebäuden.
- Gewohnheiten bei der Fensteröffnung sind im Wesentlichen unbeeinflusst von der energetischen Gebäudequalität. Lediglich ältere (und damit weniger dichte) Fenster führen teilweise zu einer kürzeren und selteneren Fensteröffnung.
- Die subjektiv wahrgenommene Außentemperatur beeinflusst die Regulierung der Heizung, aber kaum das Fensteröffnungsverhalten.
- Reboundeffekte entstehen aus den in Wechselwirkung stehenden Einzeleinflüssen des Nutzers, der Gebäudehülle, der Anlagentechnik und des -betriebs sowie des Lokalklimas.
- Höhere Raumtemperaturen können nach energetischer Modernisierung allein aus dem verbesserten Wärmeschutz der Gebäudehülle resultieren und dann nutzerunabhängig sein.

sozio-struktureller Merkmale und energetischer Gebäudequalitäten heterogene Stichprobe mit 1304 auswertbaren Fällen erreicht wurde. Davon konnte eine Teilgruppe an Personen ( $n = 87$ ), in deren Wohnungen in den letzten maximal fünf Jahren eine energetische Modernisierung stattfand und die sowohl vorher als auch nachher in ihrer Wohnung lebten, zusätzlich retrospektiv zu ihrem Heiz- und Lüftungsverhalten befragt werden (s. ausführlich in [6]).

Zur Erfassung des Heizverhaltens wurden die Einstellungen an den Heizkörperventilen, Raumthermostaten o. Ä. abgefragt und für die Auswertung einheitlich auf eine sechsstufige Skala (0/\* bis 5) transformiert. Die im Sample befindlichen Wohnungen verfügten überwiegend über Zentralheizungen (56 %), seltener über Gas-Etagenheizungen (21 %) oder Fernwärme (20 %). Vereinzelt fanden sich noch Einzelöfen, die jedoch unbeachtet blieben.

Von den Befragten geschätzte und bei mehrmaliger Öffnung aufaddierte Öffnungsdauern der Fenster sollten nach ganz geöffneten und/oder gekippt bzw. spaltbreit geöffneten Fenstern unterschieden werden. Mechanische Lüftungssysteme kamen in acht Prozent der Wohnungen vor. Da es sich hierbei nahezu ausschließlich um reine Abluftanlagen im Badezimmer handelte, wurden diese nicht gesondert betrachtet.

Die Angaben zum Heizen und Lüften wurden für die Räume einer »Normalwohnung« (Wohnzimmer (WZ), Schlafzimmer (SZ), ggf. kombiniertes Wohn-/Schlafzimmer (WSZ), Küche, Bad) und für drei Anwesenheitszustände (tagsüber und nachts bei Anwesenheit, tagsüber bei Abwesenheit) erfasst. Sie sollten von den Befragten auf den subjektiv als kalt bzw. mild eingeschätzten Befragungstag (Werktag) bezogen werden. Basierend auf den Informationen zur üblichen Abwesenheitsdauer des gesamten Haushalts und einer vereinfacht auf acht Stunden angesetzten Dauer für die Nacht konnte daraus außerdem eine Variable für den Gesamttag (24 h-Betrachtung) gebildet werden.

Zum Vergleich des Heiz- und Lüftungsverhalten in verschiedenen energetischen Gebäudequalitäten wurde eine Variable mit Bezug auf die tatsächliche Lage der Wohnung im Gebäude (oberstes, mittleres oder unterstes Geschoss) und deren jeweilige Hüllbauteile gebildet. Bei den Auswertungen wurden drei Klassen unterschieden, die dem Infokasten zu entnehmen sind.

Zudem wurde das Alter der Fenster auf Basis markanter Zeitpunkte der Wärmeschutz- bzw. Energieeinsparverordnung (vor 1978, 1978 bis 1994, 1995 bis 2001, ab 2002) in Klassen zusammengefasst.

#### VARIABLENBILDUNG ZUR ENERGETISCHEN GEBÄUDEQUALITÄT IN DREI KLASSEN

**Variablen definition ( $f_{EN,Wohnung}$ ):** Quotient aus den flächengewichteten U-Werten der tatsächlichen Hüllbauteile der Wohnung und den für den KfW-Effizienzhausstandard 100 notwendigen flächengewichteten U-Werten.

**Klassenbildung:**

1.  $f_{EN,Wohnung}$  bis 0,7 bzw.  $f_{EN,Wohnung} > 0,7$  bis 1,5: Sanierung in Neubaustandards bzw. Vollsanierung gemäß jüngeren gesetzlichen Anforderungen; zusammengefasst wegen kleiner Fallzahl im besten Segment
2.  $f_{EN,Wohnung} > 1,5$  bis 2,5: Teilsanierung bzw. Sanierung der 1980/90er-Jahre
3.  $f_{EN,Wohnung} > 2,5$ : Teilsanierung mit wenigen Einzelmaßnahmen oder unsanierter Bestand

## Wesentliche Befragungsergebnisse zum Heizen und Lüften

Die Auswertungen der berichteten Thermostateinstellungen weisen auf ein allgemein sparsames Heizverhalten bezogen auf alle betrachteten Räume der Wohnung hin. Dies gilt sowohl für die 24 h-Betrachtung als auch für die verschiedenen An- und Abwesenheiten, die jeweils hohe Anteile an Haushalten mit Thermostateinstellungen von 0 bis unter 1 aufweisen. Demnach haben je nach Raumnutzung zwischen 20 und 50 Prozent der Befragten ihre Heizung bezogen auf einen 24-Stunden-Tag entweder vollständig ausgeschaltet oder nur für eine sehr kurze Dauer eingeschaltet. Das Wohnzimmer bzw. das kombinierte Wohn-/Schlafzimmer wird dabei im Mittel tagsüber bei Anwesenheit von Personen in der Wohnung am stärksten geheizt (mittlere Thermostateinstellung von 2,3 bei Zentralheizung oder Fernwärme; 3,1 bei Gasetagenheizungen). In Küchen und Schlafzimmern wird hingegen deutlich weniger geheizt (mittlere Thermostateinstellung von 1 bzw. 1,5).

Die für Wohnungen mit einer Zentralheizung oder Fernwärme durchgeführten Mittelwertvergleiche zeigen keine Hinweise auf Reboundeffekte: Sowohl tagsüber als auch nachts – mit Ausnahme des Wohnzimmers bei Abwesenheit – heizen Haushalte in unsanierten Gebäuden in allen betrachteten Räumen signifikant mehr als in teilsanierten Gebäuden oder solchen mit einem besseren energetischen Zustand. Im Wohnzimmer bei Anwesenheit finden sich die im Vergleich der untersuchten Räume deutlichsten Unterschiede. Hier beträgt die mittlere Thermostateinstellung in unsanierten Gebäuden 2,9, in teilsanierten oder einer besseren energetischen Qualität 2,1 bzw. 2,3.

Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangt die Betrachtung der maximalen Thermostateinstellung in einer Normalwohnung bei Anwesenheit. Hier fallen die mittleren Differenzen zwischen Gebäuden mit verbessertem bzw. teilsaniertem energetischen Zustand mit Werten von durchschnittlich 2,6 bzw. 2,5 gegenüber unsanierten Gebäuden mit einem Wert von 3,0 signifikant geringer aus.

Des Weiteren ist die Mehrheit der Befragten mit den in ihrer Wohnung erreichten Raumtemperaturen zwar zufrieden, etwa jeder zehnte Befragte empfindet sie jedoch als zu niedrig. Solche Befragte wohnen mehrheitlich in Gebäuden mit mittlerem (42 %) oder schlechtem energetischen Zustand (36 %). Das Heizverhalten in Wohnräumen deutet zudem auf ein etwas höheres Wärmebedürfnis von Seniorinnen und Senioren hin (s. detailliert [6]).

Als weitere Einflussgröße sowohl auf die mittlere Thermostateinstellung im Wohnzimmer als auch die höchste Einstellung in einer Normalwohnung konnte in weiterführenden Auswertungen die subjektiv wahrgenommene Außentemperatur ermittelt werden (s. Abb. 1). So finden sich im Mittel signifikant höhere Thermostateinstellungen, wenn der Befragungstag als kalt wahrgenommen wurde (Wohnzimmer: 2,9; Normalwohnung: 3,2), während eine Wahrnehmung als milder Tag mit vergleichsweise niedrigeren Einstellungen (Wohnzimmer: 2,1; Normalwohnung: 2,4) einhergeht. Die mittleren Differenzen wachsen außerdem mit abnehmender energetischer Gebäudequalität an und betragen im unsanierten Bestand für das Wohnzimmer 1,5 Punkte (Mittelwert kalter/milder Tag: 3,7/2,3;  $n = 68/89$ )

Tilmann Jarmer, Anne Niemann und Laura Franke

# Einfach Bauen: Innovative Ansätze für nachhaltiges Bauen

## Ergebnisse durch das vierte Forschungshaus im Projekt »Einfach Bauen«

Über zwei Jahre wurden in den Forschungshäusern in Bad Aibling Raumklima und Verbrauch gemessen und die Bewohner befragt. Die Ergebnisse bestätigen die Strategie »Einfach bauen«, zeigten aber auch Schwachpunkte bei der Ökobilanz auf. Die Reihe wurde deshalb um ein viertes Haus erweitert, dass das Forschungsprojekt »Einfach Bauen« fortsetzt und Beton durch Lehm substituiert. Die Ergebnisse wurden in der Veröffentlichung »Einfach Bauen II, Erkenntnisse« veröffentlicht [ISBN: 978-3-0356-2743-5]. Es folgen Auszüge aus dieser Publikation.



© Sebastian Schels aus [7]

Abb. 1: Die drei Forschungshäuser in Bad Aibling

Die Standards im Wohnungsbau steigen stetig. Um die Klimaziele zu erreichen, werden energieeffiziente Neubauten mit einer gut gedämmten, dichten Gebäudehülle und Lüftungsanlagen konzipiert. Im Betrieb werden die errechneten Werte aber oftmals nicht erzielt. Neben dem Ausfall von technischen Systemen liegt dies vor allem an einem von der Planung abweichenden Verhalten der Bewohner [1]. In der Praxis kann es zu einem Reboundeffekt kommen, wenn die durch effizientere Technik eingesparte Energie durch die Nutzenden wieder verbraucht wird, beispielsweise durch hohe Raumtemperaturen [2].

Hohe Anforderungen an den Wärme- und Schallschutz sollen die Nutzerzufriedenheit weiter erhöhen. Da auch die Ansprüche immer weiter steigen, stagniert die Zufriedenheit oder sie sinkt sogar [3]. Mehrere Akteure fordern daher ein Absenken der Standards im Wohnungsbau [4]. In den letzten Jahrzehnten wurde nach der Optimierung des Komforts gesucht. Doch sollten wir nicht eher die Mindestanforderungen an den Wohnkomfort definieren? Der Architekt Florian Nagler fand in einem Interview mit dem deutschen Architektenblatt über die Reduktion unserer Ansprüche an Gebäude sehr deutliche Worte:

»(...) man muss in einem Haus mit angemessenem Komfort leben können. Wir sollten aber über die Wege nachdenken, wie wir das erreichen. Unsere mitteleuropäischen Ansprüche sind allgemein einfach zu hoch. 90 Prozent der Weltbevölkerung müssen mit ganz anderen Dingen klarkommen. Aber andere orientieren sich an dem, was wir tun. Wenn wir die Ansprüche immer weiter nach oben schrauben, wollen uns verständlicherweise viele folgen. Aber das wird diese Welt nicht aushalten« [5].

### Forschungsprojekt Einfach Bauen

In dem von der Forschungsinitiative Zukunft Bau geförderten Forschungsprojekt »Einfach Bauen« unter der Leitung von Prof. Florian Nagler wurde der Frage nachgegangen, wie die Architektur mit baulichen Mitteln so optimiert werden kann, dass es möglichst wenig Technik bedarf, um ein angenehmes Raumklima zu erzeugen. Einfach Bauen bedeutet, ein Gebäude bereits in den ersten Planungsschritten durch eine Vielzahl von Entscheidungen robust und langlebig zu gestalten. Die Ergebnisse finden sich im Forschungsbericht [6] und unter [www.einfach-bauen.net](http://www.einfach-bauen.net).

### Forschungshäuser

Parallel dazu hat die B&O Gruppe in Zusammenarbeit mit dem Forschungsteam die Strategie Einfach Bauen an drei

#### KERNAUSSAGEN

- Die Messungen zeigen, dass das Nutzerverhalten einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch hat.
- Trotz des Verzichts auf außen liegenden Sonnenschutz lagen die Raumtemperaturen in den Forschungshäusern im Hochsommer meist innerhalb der Komfortgrenzen.
- Der Einsatz von Holz und Lehm in einem vierten Forschungshaus hat die negativen Umweltwirkungen im Vergleich zu den vorherigen Häusern mit Beton signifikant reduziert.

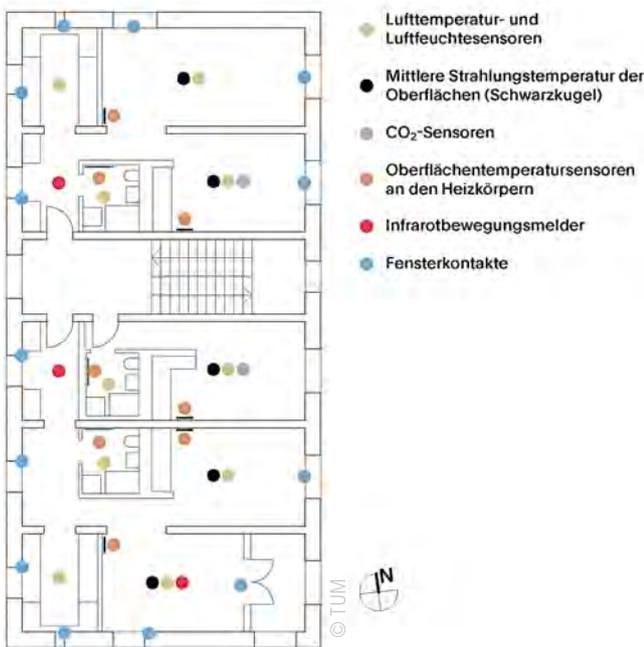


Abb. 2: Anordnung der Sensoren im Grundriss

Forschungshäusern in Holz-Hybrid, wärmedämmendem Mauerwerk und Leichtbeton umgesetzt. In Bad Aibling entstanden nicht unterkellerte Wohngebäude mit jeweils drei Geschossen und insgesamt 23 Wohnungen. (Abb. 1) Die material- und klimagerecht konstruierten Gebäude benötigen aus sich heraus wenig Heizenergie und überhitzen nicht im Sommer. Der Einsatz von einschichtigen Bauteilen aus natürlichen und nachwachsenden Rohstoffen schont die Umwelt über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes hinweg. Entstanden sind Wohngebäude, die einfach zu bauen und einfach zu betreiben sind. Das Buch »Einfach Bauen – ein Leitfaden« [7] stellt die im Forschungsprojekt entwickelten Strategien dar und dokumentiert die Forschungshäuser.

## Messungen

Durch Messungen in den bewohnten Häusern wurde überprüft, ob die Strategien des Einfachen Bauens in der Praxis funktionieren. Die Gestaltung der Forschungshäuser basiert auf den Erkenntnissen der Forschung an der TU München. Die gewonnenen Messdaten von Nutzerverhalten, Raumklima und Energieverbrauch können nun den Erkenntnissen aus der Forschung gegenübergestellt werden und diese ergänzen.

Der Einbau der Messtechnik erfolgte in den Monaten Dezember 2020 und Januar 2021. Im Februar 2021 wurde die Dateninfrastruktur installiert und programmiert – insgesamt entstand ein Netz aus mehr als 300 Sensoren. Von März bis August 2021 wurden die Häuser bezo-

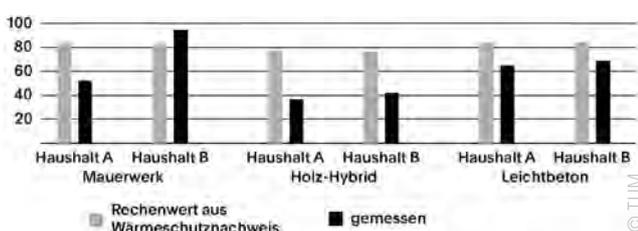


Abb. 3: Vergleich berechneter Bedarf (Kalenderjahr) mit gemessenem Verbrauch (Messjahr 2021/2022) für Raumheizung

gen. Diese Zeitspanne wurde genutzt, um die Messung zu testen, die Datenübertragung zu verbessern, das Energiemonitoring einzubauen und die Sensoren zu kalibrieren. Nach der Datennachbereitung ergab sich ein Jahr mit konstanten Messdaten – von September 2021 bis August 2022. Auf dieses Messjahr beziehen sich die gezeigten Auswertungen der Messdaten.

## Messkonzept

In jedem Forschungshaus wurden jeweils drei Wohnungen mit Messtechnik ausgestattet. Die Entscheidung fiel auf das zweite Obergeschoss jedes Gebäudes, da hier der Wärmeeintrag über die Fenster am größten und somit das Risiko einer Überhitzung im Sommer am höchsten ist. Die Forschungshäuser sind ohne beweglichen Sonnenschutz gebaut. Das Raumklima wird durch die Mittel der Architektur stabil gehalten: massive, den Raum umschließende Bauteile, die eine thermische Trägheit des Innenkomforts bewirken; angemessen große Fenster, die in Kombination mit einer hohen Raumhöhe die Tageslichtnutzung im Raum optimieren. Die Möglichkeit der natürlichen Nacht- und Querlüftung leistet einen zusätzlichen Beitrag für ein stabiles Raumklima.

Durch Messungen wurde überprüft, ob diese Strategie aufgeht. Neben der Raumlufttemperatur und -feuchte wurde in den Schlaf- und Wohnzimmer auch die mittlere Strahlungstemperatur der Boden-, Decken- und Wandflächen gemessen. In den Schlafzimmern wurde außerdem der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft gemessen. Über Sensoren an Fenstern und Heizkörpern konnte erfasst werden, wie die Personen in den Wohnungen heizen und lüften. Abb. 2 zeigt die Art und Lage der Sensoren im zweiten Obergeschoss je Gebäude.

## Energieverbrauch

Der gemessene Energieverbrauch zur Beheizung der Wohnungen ist den Rechenwerten aus dem Wärmeschutznachweis in Abb. 3 gegenübergestellt. Die Verbrauchswerte der einzelnen Wohnungen liegen meist unter den Berechnungswerten. Besonders niedrig liegen die Werte bei beiden gemessenen Haushalten des Holz-Hybridhauses. Die Nutzerumfrage ergab, dass es sich in beiden Wohnungen um sparsame Menschen handelte, die im Winter die Raumtemperaturen unter 20 °C regelten und im Vergleich weniger lüfteten. Bei einem Haushalt im Haus Mauerwerk liegt der gemessene Wert über dem Rechenwert des Wärmeschutznachweises. In dieser Wohnung wurde im Winter auf hohe Raumtemperaturen geheizt und die Fenster wurden über lange Zeiträume auf Kippstellung belassen.

Das Monitoring der Forschungshäuser zeigt: Das Nutzerverhalten hat einen großen Einfluss auf den Energieverbrauch zur Raumerwärmung. Die Bewohnerschaft verhält sich unterschiedlich. Im Durchschnitt verhalten sie sich sparsamer als in den Berechnungen des Wärmeschutznachweises angenommen.

## Thermischer Komfort

In Abb. 4 sind für die drei Häuser jeweils eine repräsentative Sommerwoche (August) und eine repräsentative Winter-

# Termine & Impressum

Messen, Seminare und Kongresse	Termin	Ort	Veranstalter
Optische Bauforensik Grundkurs Teil I	3./4.2.2025	Stuttgart	Fraunhofer IRB; www.irb.fraunhofer.de
Optische Bauforensik Grundkurs Teil II	5.2.2025	Stuttgart	Fraunhofer IRB; www.irb.fraunhofer.de
12. Internationale Holz[Bau]Physik-Kongress Anforderungen im Brand-, Schall- und Feuchteschutz	13./14.2.2025	Leipzig	e.u.[z.] – Energie- und Umweltzentrum am Deister e.V.; www.holzbauphysik-kongress.de
13. Fachtagung »Der Bausachverständige«	20.2.2025	Köln online	Fraunhofer IRB; www.irb.fraunhofer.de
9. Kolloquium Erhaltung von Bauwerken	25./26.2.2025	Ostfildern online	Technische Akademie Esslingen e.V.; www.tae.de
Brandschutz im modernen Holzbau – sicher geplant	7.3.2025	online	EIPOS – Europäisches Institut für postgraduale Bildung GmbH; www.eipos.de
Digitale Fotografie und Dokumentation	12.3.2025	Feuchtwangen	Bayerische BauAkademie; https://baybauakad.de
Tücken der Wärmebrückenberechnung für Fortgeschrittene	13./14.3.2025	Springe	e.u.[z.] – Energie- und Umweltzentrum am Deister e.V.; www.e-u-z.de
Deutscher Bautechnik-Tag 2025	20./21.3.2025	Stuttgart	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.; https://bautechniktag.de
Temporäre Versammlungsstätten	2.5.2025	Köln	VdS Schadenverhütung GmbH; https://bildung.vds.de
14. Internationales BUILDAIR-Symposium – Luftdichtheit von Gebäuden, Thermografie und Lüftungssysteme in der Praxis	16./17.5.2025	Hannover	e.u.[z.] – Energie- und Umweltzentrum am Deister e.V.; https://buildair.eu
Haustechnik für Architekten und Ingenieure	26.–28.5.2025	Springe	e.u.[z.] – Energie- und Umweltzentrum am Deister e.V.; www.e-u-z.de
<b>Bauen+</b> Fachseminar »Brandschutz im Holzbau mit der neuen Musterholzbaurichtlinie«	3./4.6.2025	online	Fraunhofer IRB; www.irb.fraunhofer.de
Klimahouse Deutschland	12.–14.11.2025	Karlsruhe	HINTE Expo & Conference GmbH; www.klimahouse-deutschland.de

→ Weitere Veranstaltungshinweise finden Sie in unserem Veranstaltungskalender auf [www.bauenplus.de](http://www.bauenplus.de).

## IMPRESSUM

### Bauen+

Energie – Brandschutz – Bauakustik – Gebäudetechnik

#### Herausgeber

Fraunhofer IRB Verlag | Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
E-Mail: [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de) | [www.irb.fraunhofer.de](http://www.irb.fraunhofer.de)  
Das Fraunhofer IRB ist Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.

#### Redaktion

Dipl.-Ing. (FH) Julia Ehl (verantwortl.), Telefon: 0711 970-25 51, Telefax: 0711 970-25 99  
E-Mail: [julia.ehl@irb.fraunhofer.de](mailto:julia.ehl@irb.fraunhofer.de)

#### Leitender Redakteur und verantwortl. für den Bereich Brandschutz

Dipl.-Ing. Architekt Reinhard Eberl-Pacan, Architekten + Ingenieure Brandschutz,  
Brunnenstraße 156, 10115 Berlin  
E-Mail: [r.eberl-pacan@brandschutzplus.de](mailto:r.eberl-pacan@brandschutzplus.de)

#### Verantwortl. für den Bereich Schallschutz

Prof. Dr.-Ing. Birger Gigla, Institut für Akustik im Technologischen Zentrum an der TH Lübeck,  
Mönkhofer Weg 239, 23562 Lübeck  
E-Mail: [birger.gigla@th-luebeck.de](mailto:birger.gigla@th-luebeck.de)

#### Verantwortl. für den Bereich Energie | Gebäudetechnik

Dipl.-Ing.(FH) Klaus-Jürgen Edelhäuser, Konopatzki & Edelhäuser Architekten und Beratende  
Ingenieure GmbH, Klingengasse 13, 91541 Rothenburg  
E-Mail: [mail@konopatzki-edelhaeuser.de](mailto:mail@konopatzki-edelhaeuser.de)

#### Satz

Fraunhofer IRB Verlag | Herstellung Fachpublikationen

#### Druck

W. Kohlhammer Druckerei GmbH + Co. KG  
Augsburger Straße 722, 70329 Stuttgart

#### Erscheinungsweise

zweimonatlich, jeweils zum 15. der ungeraden Monate



#### Bezugspreise/Bestellungen/Kündigungen

Einzelheft Inland: 24,70 €, Einzelheft Ausland: 27,80 € inkl. MwSt. und Versandkosten. Der Jahresabonnementspreis des Premium-Abonnements beträgt 140,00 € (Inland) / 153,90 € (Ausland) inkl. MwSt. und Versandkosten. Das Studenten-Abonnement ist für 85,00 € inkl. MwSt. und Versandkosten nur in Deutschland erhältlich. Die Abonnements umfassen die Lieferung der gedruckten Ausgaben sowie den Zugang zur Bauen++-App, zum Online-Archiv und zur Datenbanken RReport-Online. Bestellungen über jede Buchhandlung oder beim Verlag. Der Bezugszeitraum beträgt jeweils 12 Monate. Die Abonnements können von Kunden mit einer Frist von einem Monat zum Ablauf der Mindestbezugsfrist gekündigt werden. Andernfalls verlängert sich das Abonnement auf unbestimmte Zeit. Soweit sich die Vertragslaufzeit des Abonnements auf unbestimmte Zeit verlängert, kann das Abonnement vom Kunden jederzeit mit einer Frist von einem Monat gekündigt werden.

#### Vertrieb / Abo-Service

Telefon: 0711 970-27 11, Telefax: 0711 970-25 08  
E-Mail: [abo-verwaltung@irb.fraunhofer.de](mailto:abo-verwaltung@irb.fraunhofer.de)

#### Anzeigenleitung

Stefan Kalbers, Telefon: 0711 970-25 02, Telefax: 0711 970-25 08  
E-Mail: [stefan.kalbers@irb.fraunhofer.de](mailto:stefan.kalbers@irb.fraunhofer.de)

#### Urheber- und Verlagsrechte

Alle in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Mit der Annahme des Manuskriptes zur Veröffentlichung überträgt der Autor dem Verlag das ausschließliche Vervielfältigungsrecht bis zum Ablauf des Urheberrechts. Das Nutzungsrecht umfasst auch die Befugnis zur Einspeicherung in eine Datenbank sowie das Recht zur weiteren Vervielfältigung zu gewerblichen Zwecken, insbesondere im Wege elektronischer Verfahren einschließlich CD-ROM und Online-Dienste.

#### Haftungsausschluss

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge wurden nach bestem Wissen und Gewissen geprüft. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann jedoch nicht übernommen werden. Eine Haftung für etwaige mittelbare oder unmittelbare Folgeschäden oder Ansprüche Dritter ist ebenfalls ausgeschlossen. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht notwendig die Meinung der Redaktion wieder.

ISSN: 2363-8125

# Bauen +

interdisziplinär  
kompetent  
praxisnah

10  
Jahre

Jetzt regelmäßig  
lesen!



## Ihre Vorteile als Abonnent:

- + Keine Ausgabe mehr verpassen
- + Praktisches allroundo® All-in-One-Ladekabel gratis

Hier abonnieren &  
Geschenk sichern!

