

# Bauen +

Energie, Brandschutz, Bauakustik, Gebäudetechnik



- + Graue Energie minimieren, Lebens- und Wohnqualität verbessern
- + Richtungsweisende Innovationen in der Wärmedämmung
- + Experteninterview zur Prüfung von Energieausweisen durch das DIBt
- + Herausforderung Brandschutz bei Nachverdichtungen, Teil 2
- + Schallschutz bei Bürogebäuden in Holzbauweise, Teil 2
- + Sonderfall Versickerung ohne Sickermulde
- + Innovativer Hotelneubau in Garmisch-Partenkirchen



Mitglied der  
**DGNB**  
Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen  
German Sustainable Building Council

1|2|3|4|5|6 2022

Fraunhofer IRB | Verlag

# Inhalt

## ENERGIE

Achim Pilz

### **Graue Energie minimieren, Lebens- und Wohnqualität verbessern**

Der Genossenschaftswohnbau wagnisART ..... 8

Viktor Miruchna und Julian Schwartzkopff

### **Richtungsweisende Innovationen in der Wärmedämmung**

Nachhaltige Bauwende umsetzen ..... 14

### **Experteninterview**

Anja Rogsch: »Es wird jeweils ein signifikanter Prozentsatz an Energieausweisen bzw. Inspektionsberichten als Stichprobe gezogen«

20

## BRANDSCHUTZ

Reinhard Eberl-Pacan

### **Herausforderung Brandschutz bei Nachverdichtungen**

Teil 2: Anforderungen zum baulichen Brandschutz bei Dachgeschossausbauten und Aufstockungen ..... 22

## BAUAKUSTIK

Birger Gigla

### **Schallschutz bei Bürogebäuden in Holzbauweise**

Teil 2: Hinweise für die Planung ..... 26

## GEBÄUDETECHNIK

Klaus W. König

### **Sonderfall Versickerung ohne Sickermulde**

Sickertunnel und Filterschacht im Untergrund, preiswert durch Betonfertigteile ..... 32

Eva Maria Mittner

### **Innovativer Hotelneubau in Garmisch-Partenkirchen**

Interessante Architektur mit Holz und Beton, verbunden mit einem ausgeklügelten Energiekonzept ..... 36

## RUBRIKEN

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Kurz & bündig .....            | 5  |
| Rechtsprechungsreport .....    | 42 |
| Normen & Richtlinien .....     | 44 |
| Produkte & Informationen ..... | 46 |
| Fachliteratur .....            | 49 |
| Termine & Impressum .....      | 50 |



Dieser Ausgabe liegt die Beilage »Fachliteratur ROHBAU | AUSBAU | BAUSCHÄDEN« des Fraunhofer-Informationszentrums Raum und Bau IRB bei.

Titelbild aus dem Fachartikel »Graue Energie minimieren, Lebens- und Wohnqualität verbessern« von Achim Pilz ab S. 8



© Michael Heinrich

Achim Pilz

Abb. 1: Seit 2016 leben ca. 300 Menschen in den fünf Gebäuden des Wohngenossenschaftsbaus wagnisART. Die Brücken sind den Bewohnern vorbehalten. Eben-erdig gibt es auch viele öffentliche Nutzungen.

# Graue Energie minimieren, Lebens- und Wohnqualität verbessern

## Der Genossenschaftswohnbau wagnisART

*wagnisART ist ein vielfach ausgezeichnetes, zertifiziertes Passivhaus in Stahlbeton-Holz-Hybridbauweise mit 138 Wohnungen sowie vielen Gemeinschafts- und Gewerbeflächen. Forschungen der TU München zu grauer Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Konstruktionsweisen optimierten die Architektur. Stellschrauben waren Heizung – Lüftung – Sanitär und Stellplätze.*

Das genossenschaftliche Wohnbauprojekt wagnisART der wagnis eG bietet ca. 300 Menschen ein erschwingliches Zuhause, das nicht nur nachhaltige Kriterien erfüllt, sondern noch einige Schritte weitergeht. So wurden etwa die »graue Energie« bilanziert, eine Gebäudeökobilanz erstellt und die zukünftigen Mieter in den Planungsprozess eingebunden, mit dem Ziel, dass die Architektur die Gemeinschaft fördert. Der daraufhin realisierte Komplex von fünf Häusern ist architektonisch außergewöhnlich: Die einzelnen, polygonalen Gebäude haben frei geformte Grundrisse und sind über Brücken auf verschiedenen Stockwerken miteinander verbunden. Die hochwertig gestalteten Innenhöfe lassen sich ganz unterschiedlich nutzen.

Durch die Brücken sind sie zum einen Innenbereiche und öffnen sich gleichzeitig den übrigen Neubebauungen des Quartiers und der bestehenden Künstlerkolonie. Ausschließlich für die Bewohner sind die verbindenden Brücken und die Flachdächer, die nicht mit PV belegt sind. Sie bilden eine mäandernde Dachgartenlandschaft, die einmalig groß und vielfältig ist. Neben herkömmlichen Wohnungen gibt es auch neue Wohnformen. Im Erdgeschoss bieten die Häuser eine Vielzahl an Gemeinschaftsräumen, Ateliers, Werkstätten und Freiräumen für die Bewohner und das gesamte Quartier. Die Häuser sind unterkellert und haben eine kleine Tiefgarage. Sie sind als Passivhäuser zertifiziert, haben einen niedrigen Wärmebedarf, einen A/V Wert von 0,31 bis 0,34, Photovoltaikanlagen auf den Dächern, ein tragendes Stahlbetonskelett mit vorgehängter Holzrahmenaufassade und ein zukunftsfähiges Mobilitätskonzept.

### KERNAUSSAGEN

- Komplexe Volumen mit gutem A/V-Verhältnis
- Passivhausstandard mit wissenschaftlicher Begleitung
- Lebenszyklusanalyse bewertet Holzfenster positiv

### Forschungsbericht der Projektpartner

Das Bayerische Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr initiiert und fördert mit seinem Programm »Experimenteller Wohnungsbau« seit vielen Jahren innovative Wohnkonzepte. Bei herausragenden Modellprojekten unterstützt es

auch wissenschaftliche Begleitforschungen. Bei wagnisART haben wagnis e. G., der »Experimentelle Wohnungsbau«<sup>1</sup> und die Technische Universität München (TUM) als Projektpartner die wissenschaftliche Dokumentation »Gemeinschaftlich nachhaltig bauen« herausgegeben. Der umfangreiche Forschungsbericht soll Anregungen für weitere nachhaltige Wohnungsbauprojekte in solchen Dimensionen geben. Die TUM bilanzierte unter anderem die beim Bauprozess aufgewendete graue Energie, um Entscheidungen, wie beispielsweise die Auswahl der Tragkonstruktion und der Fassade, mit Argumenten der Nachhaltigkeit und Energieeffizienz zu unterstützen. Ziel war, den Anteil an grauer Energie zu minimieren, ohne die Qualität des Wohnwerts zu verringern. Ein wichtiger neuer Baustein war die Analyse und Ökobilanzierung der Genehmigungsplanung. Ebenso wurde der Primärenergieeinsatz bei der Ausführungsplanung, Ausschreibung und Ausführung des Bauwerks, durch die Material- und Prozesswahl optimiert.

## Ökobilanz

Die Lebenszyklusanalyse wurde auf der Grundlage der Genehmigungsplanung durchgeführt. Die Gebäudeökobilanz über einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren wurde nach DIN EN ISO 14040 und DIN EN 15978 erstellt und enthält u. a. alle Energie- und Materialflüsse, die für Erstellung, Betrieb, Instandhaltung und Rückbau von wagnisART benötigt werden. Aus der sogenannten Sachbilanz wurden mithilfe der Datenbank »Ökobaudat«<sup>2</sup> die Umweltwirkungen des Gebäudes ermittelt und mit dem SBS Building Sustainability-Werkzeug des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP errechnet. In der Dokumentation wurde das Treibhauspotential dargestellt, das zurzeit am stärksten in der Öffent-



Abb. 2: Grundrisse des Erdgeschosses mit öffentlichen und privaten Nutzungen vom Restaurant über Veranstaltungsräume und Atelier bis zu Wohnungen

lichkeit diskutiert wird und die über den gesamten Lebenszyklus aufgewendete Primärenergie.

Die Berechnung des Primärenergieeinsatzes und der Umweltwirkungen im Betrieb erfolgte auf Basis des vom Energieplaner zur Verfügung gestellten Endenergiebedarfs aus Berechnungen nach EnEV und aus den Berechnungen für die Passivhaus-Zertifizierung.

Danach lassen sich über 50 Jahre betrachtet bei der Versorgung mit Fernwärme durch den Passivhausstandard im Vergleich zu den Anforderungen der EnEV (2009) 36 Prozent nicht erneuerbare Primärenergie und 18 Prozent Treibhausgas einsparen.

## Passivhausstandard

Alle Gebäude sind jeweils zertifizierte Passivhäuser mit kontrollierter Wohnraumlüftung und Wärmerückgewinnung. Den Passivhausstandard zu realisieren war bei diesem Projekt auf vielen Ebenen herausfordernd. »Auch auf die Haustechnikplanung haben die Passivhausanforderungen erhebliche Auswirkungen«, betont Michael

<sup>1</sup> »Gemeinschaftlich nachhaltig bauen« Forschungsbericht der ökologischen Untersuchung des genossenschaftlichen Wohnungsbauprojekts wagnisART, erarbeitet durch den Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen der Technischen Universität München. Im Auftrag der Wohnbaugenossenschaft wagnis eG. Herausgegeben und gefördert durch die Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr, seit 2018 Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr.

<sup>2</sup> <https://www.oekobaudat.de>

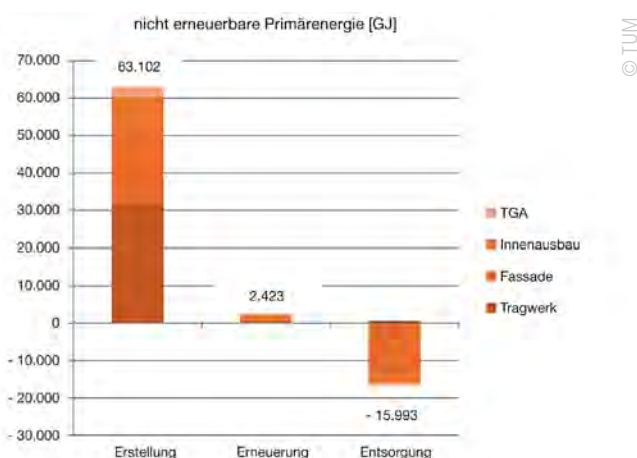


Abb. 3: Nicht erneuerbare Primärenergie in GJ nach Gebäudeteilen und Lebenszyklusphasen

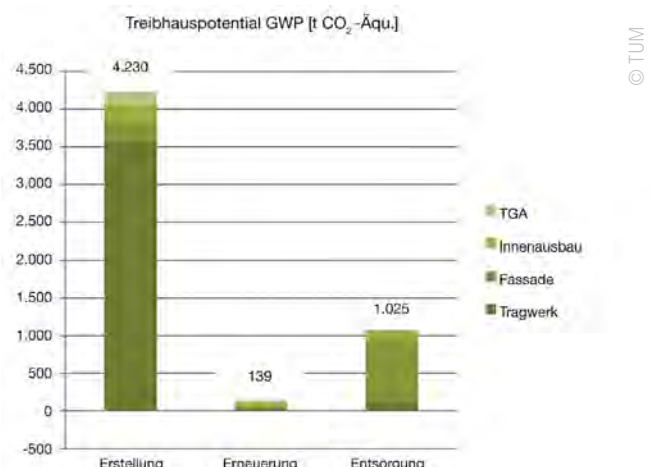


Abb. 4: Treibhauspotential in t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten nach Gebäudeteilen und Lebenszyklusphasen

Birger Gigla

# Schallschutz bei Bürogebäuden in Holzbauweise

## Teil 2: Hinweise für die Planung

Holzbauten liegen derzeit im Trend und zunehmend werden auch Bürogebäude in Holzbauweise neu errichtet bzw. durch Holz- etagen aufgestockt. Bei Bauteilen des Holz-, Leicht- und Trockenbaus entstehen jedoch immer wieder bauakustische Probleme. Die Absenkung des Mindestanforderungsniveaus für die Trittschalldämmung von Holzdecken gegenüber Massivdecken in der aktuellen Norm DIN 4109-1 trägt nicht zur Vertrauensbildung bei. Teil 2 des Beitrags gibt Hinweise für die Planung.

### Akustische Anforderungen an Bürogebäude

Die akustischen Anforderungen für Bürogebäude in Holzbauweise wurden im ersten Teil dieses Beitrags, der in Ausgabe 6/2021 der **Bauen+** erschienen ist, zusammengestellt. Mindestanforderungen an die Schalldämmung sind einzuhalten zwischen »fremden« Büroeinheiten unterschiedlicher Mieter bzw. Eigentümer. Sie betreffen typischerweise Deckensysteme und Trennwände und werden in der Norm DIN 41091 »Schallschutz im Hochbau« geregelt.

Innerhalb eines eigenen Bürogebäudes betreffen die Mindestanforderungen nur die Außenwände und die zulässigen Schalldruckpegel von gebäudetechnischen Anlagen. In diesem Fall ist die Schalldämmung zwischen den Büros bei der Planung auf Grundlage der betrieblichen Randbedingungen selbst festzulegen. Hierbei sind die Technischen Regeln für Arbeitsstätten, Lärm, ASR A3.7 zu beachten. Weiterführende Empfehlungen zur Bau- und Raumakustik in Büroräumen können der VDI-Richtlinie 2569 »Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros« entnommen werden.

### Akustische Grundlagen der Planung

#### Luftschalldämmung

Zur sachgerechten Planung der Schalldämmung im Holzbau sind akustische Grundkenntnisse erforderlich, die im Folgenden zusammengefasst werden. Bei der bauteilbezogenen

Schalldämmung zwischen dem Senderraum mit Lärmquelle und einem benachbarten Empfangsraum können drei Wirkungsweisen unterschieden werden (siehe Abb. 1):

1. Direktschallübertragung:
  - a) bauteilinterne Verluste,
  - b) Abstrahlverluste,
2. Flankenübertragung:
  - c) Energieabgabe an die umgebende Struktur (je biegesteifer die umgebende Struktur, desto größer die Energieabgabe),
3. Undichtigkeiten:
  - d) Luftschallübertragung über durchgängige Fugen und Hohlräume.

#### Direktschalldämmung einschaliger Wände

Einschalige Bauteile sind typisch für den Massivbau. Ihre Direktschalldämmung hängt insbesondere von der Masse der Wand und von der Dichtigkeit ab. Abb. 2 stellt das Bau-Schalldämm-Maß  $R'$  als Funktion der Frequenz am Beispiel von zwei Wänden mit flächenbezogenen Massen von  $210 \text{ kg/m}^2$  und  $420 \text{ kg/m}^2$  dar. Die Schalldämmung steigt bei Verdoppelung des Flächengewichts des Bauteils und bei der Verdoppelung der Frequenz um jeweils 6 dB (Bergersches Gesetz). Die Wand (Abb. 2) mit einer Masse von  $420 \text{ kg/m}^2$  erreicht mit einer Fläche von  $12,5 \text{ m}^2$  bei üblicher Ausstattung des Empfangsraums und flankierenden Bauteilen mit einer mittleren Masse von  $300 \text{ kg/m}^2$  ein bewertetes Bau-Schalldämm-Maß  $R'_{w}$  von etwa 53 dB. Die zugrunde liegende Bezugskurve der Bewertung nach DIN EN ISO 717-1 wird in der Abb. 2 angegeben. Sie dient der Ermittlung des Einzahlwerts der Schalldämmung, der bei 500 Hz abgelesen wird.

Die schallreduzierende Wirkung von Undichtigkeiten wird häufig unterschätzt: Bereits feine durchlaufende Fugen im Millimeterbereich wirken sich ungünstig auf die Schalldämmung aus. Sie übertragen den Luftschall direkt zwischen den Räumen unter Umgehung der Masse der Wand und sind eine häufige Schwachstelle bei unzureichender Abdichtung sowie Bau- und Montageungenauigkeiten. In Abdichtungsschichten aus Ortschaftschaum können sich durchgängige Spalten zeitabhängig infolge abnehmender Materialplastizität ausbilden.

#### KERNAUSSAGEN

- Planungskonzepte im Leicht-, Holz und Trockenbau erfordern die sorgfältige Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Direktschalldämmung und Flankenschalldämmung.
- Aufgrund der komplexen Zusammenhänge gewinnen Messungen im Prüfstand an Bedeutung: Die Normenreihe DIN EN ISO 10140 ist im September 2021 neu erschienen.
- Auch Ergebnisse von Prüfstandmessungen sind im Kontext der individuellen flankierenden Situation zu bewerten.

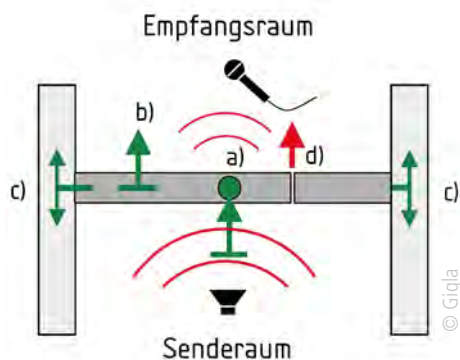


Abb. 1: Luftschallübertragung zwischen zwei Räumen bei einschaligen Wänden: Der Schalldruck im Senderaum versetzt die Trennwand in Biegeschwingungen, wodurch der Schall in den Empfangsraum übertragen wird. Hierbei kommt es zu Energieverlusten (a) bis (c), die maßgebend für die Schalldämmung sind. Durchgehende Fugen und andere Undichtigkeiten leiten den Luftschall als Schallbrücke in den Empfangsraum (d) und reduzieren die Schalldämmung erheblich.

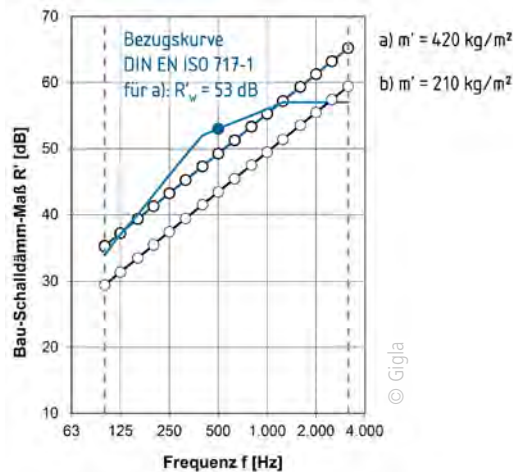


Abb. 2: Die Luftschalldämmung einschaliger Bauteile hängt insbesondere von der Masse ab. Bei Massenverdopplung steigt sie um 6 dB. Dargestellt wird die Luftschalldämmung zweier Wände mit flächenbezogener Masse von a) 420 und b) 210 kg/m<sup>2</sup> in Abhängigkeit von der Frequenz. Zusätzlich wird für a) die Bezugskurve nach DIN EN ISO 717-1 angegeben.

### Direktschalldämmung zweischaliger Wände

Im Holz-, Leicht- und Trockenbau, sowie für nichttragende innere Trennwände werden typischerweise zweischalige Wandkonstruktionen eingesetzt. Sie bestehen aus zwei parallelen Schalen, die durch einen Zwischenraum getrennt sind. Der Zwischenraum wird im Regelfall mit geeigneten, weichfedernden Dämmstoffen mit möglichst hohem Strömungswiderstand gefüllt. Zwischenräume mit Luftschichten ohne Dämmstoffausfüllung erreichen eine geringere Schalldämmung und werden kaum angewendet. Zweischalige Wände erzielen bereits bei geringer flächenbezogener Masse eine gute Luftschalldämmung. Dieses ist auf den doppelten Körperschallübergang bei geringer Biegesteifigkeit der Schalen zurückzuführen (Abb. 3). Eine optimale Schalldämmung wird erreicht, wenn die beiden Schalen vollständig getrennt sind und einen ausreichenden Abstand aufweisen. Die vollständige Trennung ist jedoch konstruktionsbedingt nicht möglich, da die Befestigung der Schalen an einer Unterkonstruktion und an den Rändern erforderlich ist.

Bei Metallständerwänden nach DIN 18183-1 werden z. B. Gipsplatten an Stahlblechprofilen befestigt, wobei starre

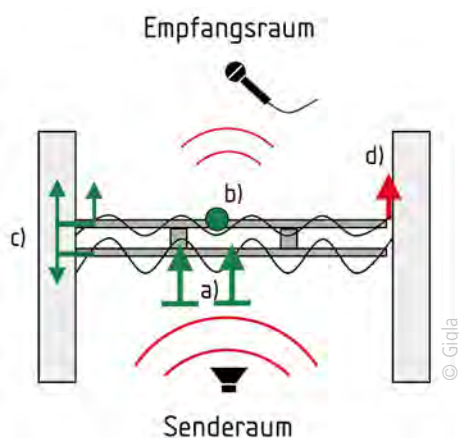


Abb. 3: Luftschallübertragung zwischen zwei Räumen bei zweischaligen Wänden: Da zwei Wandschichten in Biegeschwingungen versetzt werden, kommt es zu höheren Energieverlusten, als bei gleich schweren einschaligen Wänden. Hierdurch kann eine sehr gute Schalldämmung erreicht werden. Allerdings kommt es durch unvermeidbare Resonanzeffekte und durch Schallbrücken an den Anschlüssen zu frequenzabhängigen Einbrüchen der schalldämmenden Wirkung.

und gleitende Anschlüsse unterschieden werden. Starre Anschlüsse sind der Regelfall und dienen der Standsicherheit der Wand. Gleitende Anschlüsse decken zu erwartende Verformungen der angrenzenden Bauteile ab, insbesondere Deckendurchbiegungen. In beiden Fällen steht die zuverlässige Montage und Gebrauchstauglichkeit im Vordergrund, nicht der Schallschutz. Abdichtungen gegen Schalldurchgang müssen zusätzlich in das System integriert werden und dürfen Standsicherheit sowie ggf. Brandschutz nicht beeinträchtigen.

Um eine optimale Luftschalldämmung zu erreichen, ist bei allen drei Übertragungswegen Abb. 3 a) bis c) gleichermaßen auf eine geringe Schallübertragung zu achten. Hierbei stehen die Anschlüsse im Vordergrund, da sie die häufigsten Schallbrücken sind. Zur Entkopplung werden geeignete Trennstreifen und Anschlussdichtungen vorgesehen. Wie auch bei den einschaligen Wänden reduzieren durchgängige Hohlräume oder Fugen die Schalldämmung erheblich. Die Schalldämmung zweischaliger Wände hängt daher neben den Eigenschaften der Bauteile stark von der Ausführung ab. Besonders problematisch können nachträgliche Durchdringungen, Bohrungen oder Aussparungen sein, z. B. für Elektro- oder Heizungsanlagen.

Bei der Schallübertragung über die Luft- bzw. Dämmschicht liegt physikalisch ein Masse-Feder-System vor, sodass Resonanzeffekte auftreten. Diese führen zu einem Einbruch der schalldämmenden Wirkung im Bereich der Resonanzfrequenz  $f_0$ . Der Resonanzeinfluss ist eine Systemeigenschaft und der Abb. 4 zu entnehmen. Im Vergleich zu einer gleich schweren einschaligen Wand ist die Luftschalldämmung einer zweischaligen Wand unterhalb von  $f_0$  gleich gut, im Bereich von  $f_0$  schlechter und oberhalb von  $f_0$  besser. Der Resonanzeinfluss ist bei zweischaligen Wänden und auch bei Vorsatzkonstruktionen physikalisch unvermeidbar.

Für eine optimale Schalldämmung ist eine möglichst niedrige Resonanzfrequenz erforderlich. Dieses Ziel ist planerisch jedoch kaum umsetzbar, da in den Berechnungsnormen DIN 4109-2 und DIN EN ISO 12354-1 keine geeigneten Gleichungen zur Verfügung stehen. In der Praxis werden daher zur Bemessung ausschließlich die schalltechnischen Daten für die Regelkonstruktionen im Bauteilkatalog DIN 4109-33 für den Holz-, Leicht- und Trockenbau oder produktneugeprüfte Prüfstandergebnisse herangezogen.

# Termine & Impressum

| Messen, Seminare und Kongresse  | Termin        | Ort                  | Veranstalter   |
|---|---------------|----------------------|--|
| <b>Bauen+</b> Fachseminar »Schallschutz: Beurteilung von tieffrequenten Geräuschmissionen«                    | 7./8.2.2022   | online               | Fraunhofer IRB;<br>www.irb.fraunhofer.de   |
| 10. Kolloquium Parkbauten – Planung, Gestaltung, Bau, Instandhaltung, Betrieb von Parkhäusern und Tiefgaragen | 8./9.2.2022   | Ostfildern<br>online | TAE Technische Akademie Esslingen e. V.;<br>www.tae.de                                       |
| Rosenheimer Online-Dialog – Fenstersanierung  | 9.2.2022      | online               | ift Rosenheim;<br>www.rosenheimer-online-dialog.de   |
| Kostengünstiger zukunftsfähiger Wohnungsbau   | 10.2.2022     | Stuttgart            | ifbau Institut Fortbildung Bau, Architektenkammer Baden-Württemberg; www.akbw.de             |
| Brandschutznachweise Geb.-Klasse 1-5  | 10.–12.2.2022 | München              | Bayerische Ingenieurekammer-Bau;<br>www.bayika.de  |
| Wege zum energieeffizienten Bauen   | 16.2.2022     | Stuttgart            | ifbau Institut Fortbildung Bau, Architektenkammer Baden-Württemberg; www.akbw.de             |
| 66. BetonTage   | 22.–24.2.2022 | Ulm<br>online        | FBF Betondienst GmbH;<br>www.betontage.de  |
| Fachseminar »Ökobilanz und Lebenszyklus – Kostenanalyse beim Nachhaltigen Bauen«                              | 8.–10.3.2022  | online               | Fraunhofer IRB;<br>www.irb.fraunhofer.de   |
| Grundlagen der Energieberatung – Basismodul   | 7.-24.3.2022  | Biberach             | Akademie der Hochschule Biberach;<br>https://weiterbildung-biberach.de                       |
| 10. Fachtagung »Der Bausachverständige« – Alles nach Norm? Normen und Regelwerke aus Sachverständigensicht    | 17.3.2022     | online               | Fraunhofer IRB;<br>www.irb.fraunhofer.de   |
| 11. Internationaler Holz[Bau]Physik-Kongress  | 24./25.3.2022 | Leipzig              | e.u.[z.] – Energie- und Umweltzentrum am Deister e. V.;<br>https://holzbauphysik-kongress.de |
| Praxisseminar »Optische Bauforensik«  | 5./6.5.2022   | Stuttgart            | Fraunhofer IRB;<br>www.irb.fraunhofer.de   |
| Brandschutz in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie Garagen   | 11.5.2022     | online               | Akademie der Ingenieure AkadIng GmbH;<br>https://akading-online.de                           |
| BauSIM Konferenz 2022<br>Energetische Simulation im Gebäudesektor   | 20.–22.9.2022 | Weimar               | Bauhaus-Universität Weimar und IBPSA Germany/Austria;<br>www.bausim2022.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 verantwortlich 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)

#### Verantwortlich 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)

#### Verantwortlich für den Bereich Energie | Gebäudetechnik

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

#### Satz

Fraunhofer IRB Verlag | Herstellung Fachpublikationen

#### Druck

Ortmaier Druck GmbH, Birnbachstraße 2, 84160 Frontenhausen

#### Erscheinungsweise

zweimonatlich, jeweils zum 15. der ungeraden Monate

#### Bezugspreise / Bestellungen / Kündigungen

Einzelheft Inland: 22,80 €, Einzelheft Ausland: 25,90 € inkl. MwSt. und Versandkosten. Der Jahresabonnementspreis des Premium-Abonnements beträgt 129,50 € (Inland) / 142,50 € (Ausland) inkl. MwSt. und Versandkosten. Das Studenten-Abonnement ist für 77,70 € 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. Kündigungen müssen schriftlich erfolgen und spätestens am 15. des Vormonats, in dem das Abonnement endet, beim Verlag eingegangen sein.

#### Vertrieb / Abo-Service

Susanne Grünwald, Telefon: 0711 970-27 11, Telefax: 0711 970-25 08  
E-Mail: [susanne.gruenwald@irb.fraunhofer.de](mailto:susanne.gruenwald@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

Jetzt regelmäßig  
lesen!



## Ihre Vorteile als Abonnent:

- + Keine Ausgabe mehr verpassen
- + Praktisches allroundo® All-in-One-Ladekabel gratis
- + 10 % Nachlass auf das komplette Seminar und Tagungsangebot\* aus dem Bereich Bauwesen, Energieeffizienz und Umwelt der Technischen Akademie Esslingen (TAE).

Hier abonnieren &  
Geschenk sichern!



\* Die Aktion gilt für das Veranstaltungsangebot im Zeitraum vom 1.9.20 bis 31.12.22. Ausgenommen sind Zertifikatslehrgänge und Inhouse-Veranstaltungen. Eine Kombination mit anderen Rabattaktionen der TAE ist ausgeschlossen.