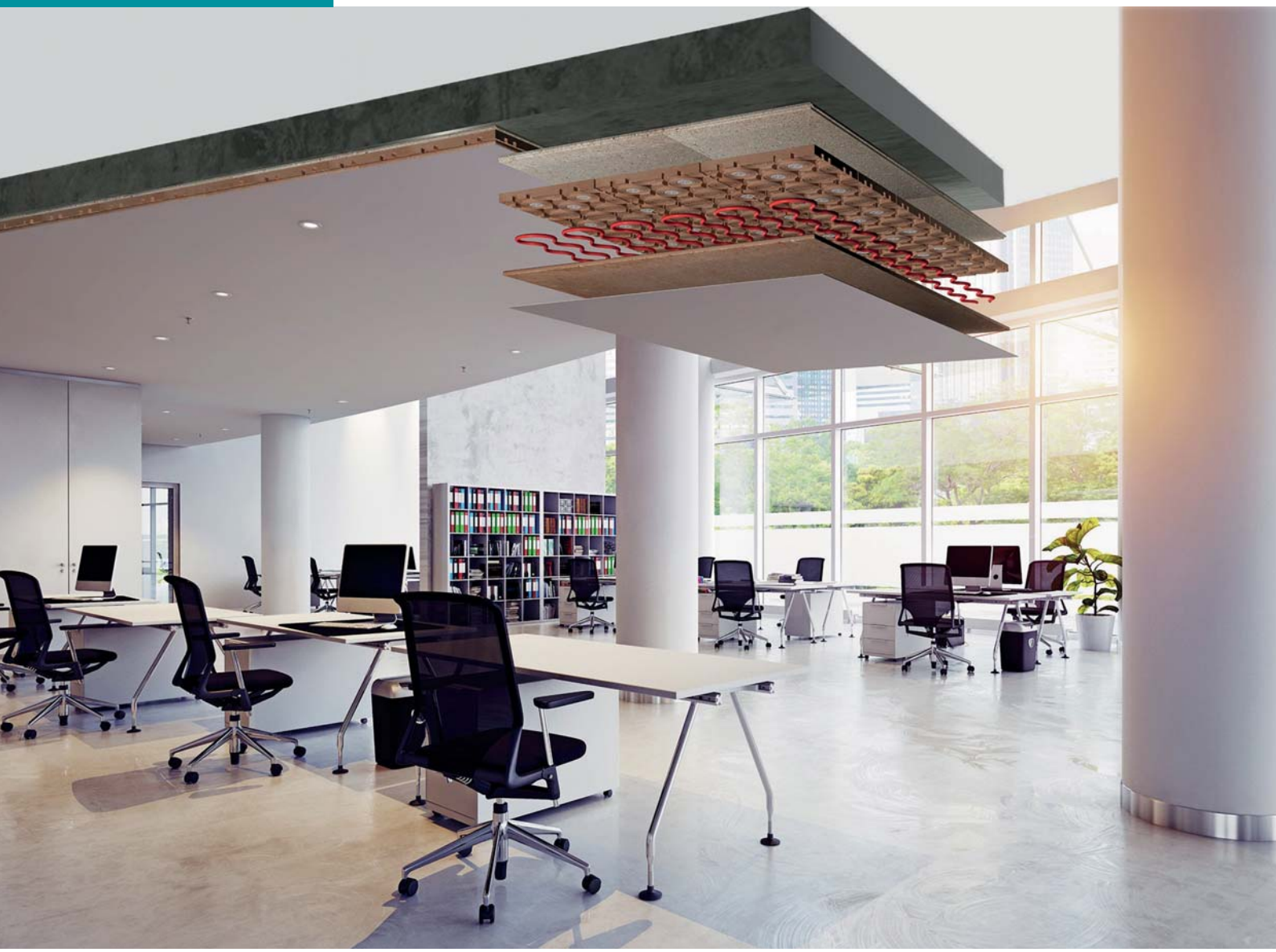
4

45. Jahrgang
August 2023
ISSN 0171-5445

Bauphysik

Wärme | Feuchte | Schall | Brand | Licht | Energie



- Bewertung der Klimaanpassung von Gebäuden mittels der Klimaperformanz
- Akustische Metamaterialien für die Anwendung als Schalldämpfer
- Neuentwurf zur DEGA Richtlinie 103-1: Schallschutz im Wohnungsbau

Gebäudesimulation und Berechnungstools in der Lehre

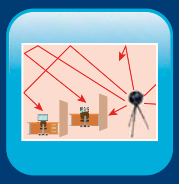
- Rechnerbasierte Planungswerkzeuge an der Professur Building Science & Technology am KIT

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

Norsonic

Pegel

Monitoring



Nachhall

STIPA

Bauakustik

Schallleist.

Intensität

www.norsonic.de

Inhalt Bauphysik 4/23

Zum Titelbild: *Natur-Klimadecke:* Das Klimatisierungssystem von ArgillaTherm erfüllt vier Funktionen auf einer Fläche: Kühlen, Heizen, Raumluft-Feuchteregulierung und Luftreinigung. Herzstück des Systems sind patentierte, nahezu CO_2-neutral produzierte Hochleistungs-Lehmmodule mit Umweltproduktdeklaration – der entscheidende Faktor für eine bestmögliche QNG- bzw. DGNB-Gebäudezertifizierung. Die Lehmmodule bestehen aus hochveredeltem Baulehm mit einem 50 %-igen Anteil an sorptionsstarken Tonmineralen. Durch die hocheffektive Feuchteregulierung ist eine zusätzliche Zwangslüftungsanlage nicht erforderlich. 100 % Naturbaustoffe und somit komplett rückführbar. Vom Bund gefördert und wissenschaftlich geprüft. (Foto: Agrilla Therm)
Ein Projektbericht zum Produkt siehe S. A4 f

AUFSÄTZE UND BERICHTE

Anica Mayer, Roland Göttig, Klaus Sedlbauer
199 **Bewertung der Klimaanpassung von Gebäuden mittels der Klimaperformanz**

Peter Brandstätt, Jens Rohlfing, Agostino Troll
205 **Akustische Metamaterialien für die Anwendung als Schalldämpfer**

Martin Schneider, Christian Nocke, Christian Burkhart
213 **Der Neuentwurf zur DEGA Richtlinie 103-1: Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzklassen und erhöhter Schallschutz**

GEBÄUDESIMULATION UND BERECHNUNGSTOOLS IN DER LEHRE

Andreas Wagner, Isabel Mino Rodriguez, Luciana Alanis, Petra Mann, Romina issetto
220 **Rechnerbasierte Planungswerkzeuge an der Professur Building Science & Technology am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**

225 **BAUPHYSIK aktuell**
236 **VERANSTALTUNGSKALENDER**

Produkte & Objekte

A4 Energieeffizienz und Nachhaltigkeit
A12 Schallschutz und Akustik
A24 Aktuell

45. Jahrgang
August 2023, Heft 4
ISSN 0171-5445 (print)
ISSN 1437-0980 (online)

Peer-reviewed journal
Die Bauphysik ist im Journal Citation Report von Clarivate Analytics (vormals Thomson Reuters), sowie bei Scopus von Elsevier gelistet.

Impact Faktor 2022: 0,3
CiteScore 2022: 0,8

Wiley Online Library

http://wileyonlinelibrary.com/journal/bapi

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

www.ernst-und-sohn.de/bapi

Gemeinschaftshaus mit Natur-Klimadecke saniert

Schorfheide / Brandenburg – Ein ortsprägendes Fachwerkhaus zu erhalten und es als Treffpunkt für das ganze Dorf zu nutzen: Dies ist im brandenburgischen Finowfurt, einem Ortsteil von Schorfheide, geglückt. Obwohl es nicht ganz einfach war, „Müllers Ruh" zu retten. Ursprünglich diente das Gebäude den Gesellen der Mühle als Unterkunft, nach 1990 war dort der Sitz der Gemeindeverwaltung.

Leerstand kannte das Haus nie, trotzdem hatte sich der Hausschwamm fest eingenistet. Entsprechend aufwendig war die Sanierung. „Finanziell war das für so eine 5000-Seelen-Gemeinde nicht zu stemmen", sagt Manuela Mathäs, projektleitende Architektin der Spreeplan Projekt UG, die als Generalplaner für das Bauvorhaben fungiert – da halfen nur öffentliche Fördermittel.

Bild 1 Das ortsprägende Fachwerkhaus wurde saniert und ist nun als Dorfgemeinschaftshaus Treffpunkt für den ganzen Ort.

Bild 2 Das Herzstück bilden ArgillaTherm Natur-Klimadecken aus Lehm. Mit ihnen wurden 380 m² der insgesamt 410 m² Nutzfläche ausgestattet.

Sanierung mit ausschließlich ökologischen Materialien

900.000 € erhielt Schorfheide aus dem Leader-Programm für die Entwicklung des ländlichen Raumes. Aus dem Kreisentwicklungsbudget des Landkreises Barnim flossen 980.000 €. Weitere 300.000 € stammten aus Schlüsselzuweisungen des Landes Brandenburg. Doch mit diesem finanziellen Rückhalt gelang es, das anderthalbstöckige Gebäude mit einer Grundfläche von 200 m² in ein Dorfgemeinschaftshaus zu verwandeln. Es bietet heute 410 m² Nutzfläche auf zwei Etagen.

„Wir haben bei der Sanierung ausschließlich auf ökologische Materialien gesetzt", so die Architektin, die auf Baubiologie und Bauschäden spezialisiert ist. Die Innenseiten der Außenwände sind mit diffusionsoffenen und kapillaraktiven Platten aus expandiertem, natürlichem Perlitgestein gedämmt. In Böden und Decken fungieren Schaumglas-Schotter und Blähglas-Granulat aus recyceltem Altglas als kapillarbrechende, feuchteresistente Dämmlage.

Natur-Klimadecken aus Lehm

Das Herzstück bilden Natur-Klimadecken aus Lehm von ArgillaTherm. Mit ihnen wurden 380 m² der insgesamt 410 m² Nutzfläche ausgestattet. In die Hochleistungs-Lehmmodule werden anschließend wasserführende Schlauchleitungen integriert. So lassen sich Räume von oben heizen und kühlen.

Eine separate Zwangslüftungsanlage ist nicht nötig – die Lüftung erfolgt frei. Das Lehm-/Tongemisch in den Modulen regelt die Luftfeuchtigkeit von alleine. Das Material wird bei der Herstellung unter enormem Druck trocken verpresst. Der Werkstoff kann so bis zu 1,7 l Wasser pro Quadratmeter aufnehmen ohne zu quellen. Ist die Luft im Inneren wieder weniger gesättigt, geben die Module diese Feuchte sukzessive wieder ab.

„Wo viele Menschen auf engem Raum zusammenkommen, ist eine gute Temperierung und Feuchteregulierung besonders wichtig", begründet Mathäs die Entscheidung für die Lehmmodule. Durch das Anheben des Holzdachs ist im OG ein großer Saal entstanden, der sich über die ganze Fläche erstreckt. Gemeindeversammlungen, Trauungen, Seminare, Vorträge oder kulturelle Veranstaltungen finden dort statt.

Felderspezifische Regelung der Heizkreise

Gerade die Saaldecke stellte bei der Planung der aktiven Heiz- bzw. Kühlflächen eine besondere Herausforderung dar. Das Problem: Die sichtbare Stahlrahmenkonstruktion, auf der das Dach lagert, unterbricht die Deckenfläche. Die so entstandenen einzel-

Bild 3 In die Lehmmodule sind wasserführende Schlauchleitungen integriert. So lassen sich Räume von oben heizen und kühlen.

Bild 5 Die Hochleistungs-Lehmmodule regeln die Luftfeuchtigkeit von alleine. Sie können bis zu 1,7 Liter Wasser pro Quadratmeter aufnehmen und bei Bedarf sukzessive wieder abgeben.

(Fotos: 1 Gemeinde Schorfheide; 2 – 5 Spreeplan Projekt UG)

nen Deckenfelder wurden mit den notwendigen Heizkreisen jeweils einzeln am Heizkreisverteiler angebunden, was wiederum eine felderspezifische Regelung ermöglicht. Auf Grund der modular offenen Bauweise des Systems konnten alle Deckenfelder komplett aktiviert werden.

„Müllers Ruh“ ist durch die Sanierung zum Treffpunkt für das ganze Dorf geworden. Im EG finden sich Büros und Räume für den Ortsvorsteher, den Dorfchronisten, die Schiedsstelle und den Personalrat der Gemeinde. Sogar für eine kleine Bibliothek ist Platz.

Und auch die Mauersegler haben ihr Zuhause im Zuge der Sanierung nicht verloren. Am Gebäude wurden neue Nistkästen für insgesamt 96 Mauerseglerpaare angebracht. Auch sie wurden gut angenommen, auch wenn dazu ein bisschen getrickst werden musste. Es waren Vogelstimmen vom Band, mit denen es gelang, die Vögel nach dem Winter bei ihrer Rückkehr aus Afrika wieder zur „Müllers Ruh“ zu locken.

www.argillatherm.de

Bild 4 Die einzelnen Deckenfelder wurden mit den notwendigen Heizkreisen jeweils einzeln am Heizkreisverteiler angebunden, was eine felderspezifische Regelung ermöglicht.

Förderung Klimafreundlicher Neubau (KFN) – einfach nachweisen mit EVEBI von ENVISYS

Seit dem 1. März 2023 können Förderungen für klimafreundliche und energieeffiziente Neubauten über das Produkt „Klimafreundlicher Neubau“ (KFN) bei der Kreditbank für Wiederaufbau (KfW) in Anspruch genommen werden.

Damit werden Effizienzhäuser 40 und Effizienzgebäude 40, die zusätzlich den Anforderungen des Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude (QNG) genügen, gefördert. Hierbei genügt es, die Anforderung der Treibhausgasemissionen im Gebäudelebenszyklus (Ökobilanz) QNG PLUS zu erreichen, um in den Genuss eines zinsgünstigen Kredits zu kommen. Bei zusätzlichem Nachweis eines Zertifikats QNG PLUS bzw. QNG PREMIUM erhöht sich der Aufwand, aber auch die förderfähigen Kosten erheblich. Kommunale Antragsteller können alternativ zum zinsgünstigen Kredit einen Tilgungszuschuss in Höhe von 5 % bzw. 12,5 % erhalten.

EVEBI von ENVISYS ermöglicht Ökobilanz-Nachweis

Die Einhaltung der Vorgaben der Förderrichtlinien (technische Mindestanforderungen, maximal förderfähige Kosten etc.) wird in dem Modul „EVEBI - Förderrechner Pro“ automatisch geprüft, die Wirtschaftlichkeit berechnet und in Berichten, Übersichten und Grafiken übersichtlich dargestellt.

Das in EVEBI ebenfalls eingebettete Modul „EVEBI – Nachhaltigkeit Ökobilanz“ ermöglicht die Berechnung der Umweltwirkungen aller im Gebäude vorhandenen Konstruktionen und Anlagen für die Phasen Herstellung, Nutzung und Entsorgung. Anhand der in EVEBI bereits vorliegenden Angaben zum Projekt (Bauteile mit ihren Schichten, Anlagen, Einbauten) werden die passenden ÖKOBAUDAT-Datensätze automatisch vorgeschlagen. Die Berechnungen erfolgen gemäß den QNG-Bilanzierungsregeln für Neubauten (und Komplettsanierungen) sowohl für Wohn- als auch Nichtwohngebäude.

Die Erarbeitung der Ökobilanz wird damit erheblich erleichtert – sie kann bei ENVISYS in einem 8-stündigen Tages-Seminar erlernt werden. Die Energieberatersoftware EVEBI von ENVISYS ist seit über 30 Jahren das professionelle Werkzeug für Planung und Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden.

www.envisys.de

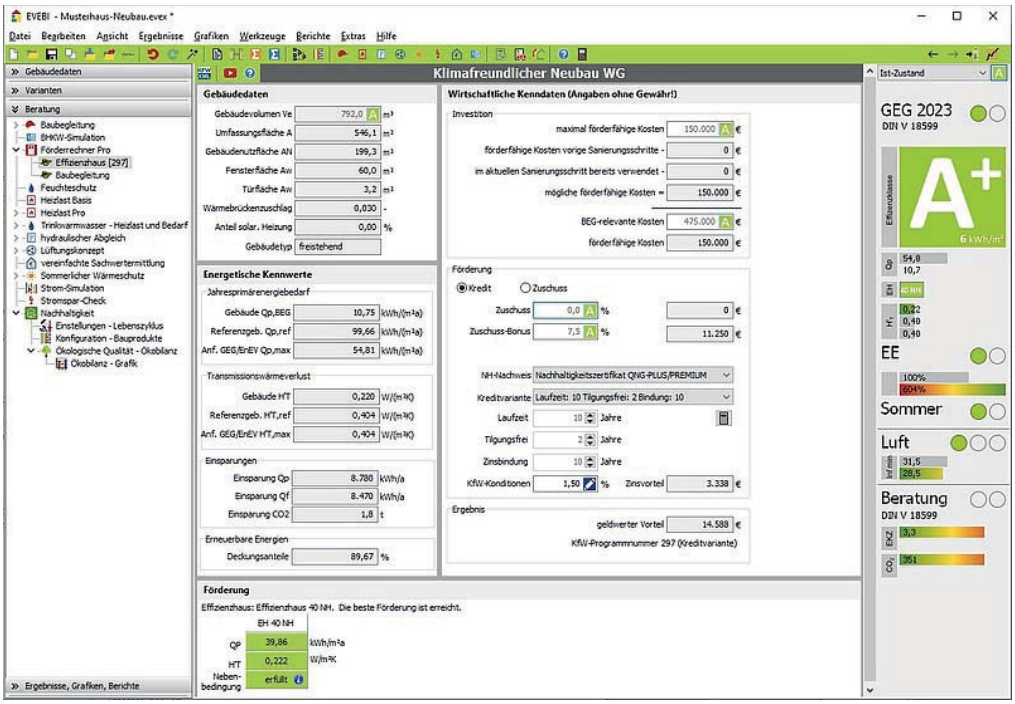
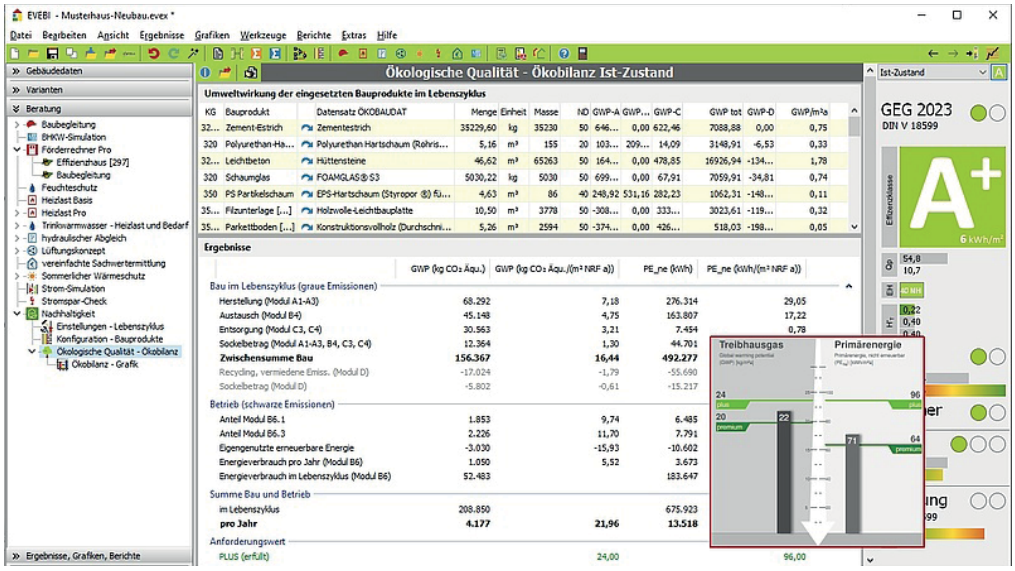


Bild 1 Mit EVEBI - Förderrechner Pro von ENVISYS die Einhaltung der Förderrichtlinien sicherstellen und …



(Abb.: ENVISYS)

Bild 2 … den Ist-Zustand der Ökobilanz.

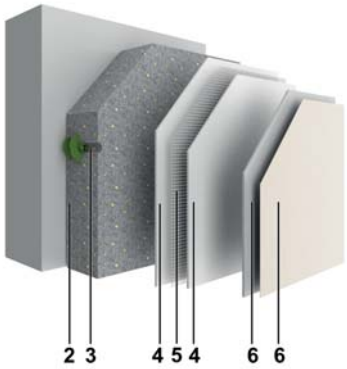
Konfigurierbare Nachhaltigkeit: Fassadendämmsystem StoTherm AimS

Das Fassadendämmsystem StoTherm AimS ist extrem variabel und trägt besonders zu Umwelt- und Ressourcenschutz, Klimaschutz (geringere CO_2-Emissionen) sowie Kreislaufwirtschaft (sortenreine Trennung dank klebefreier Montage) bei. Aufgrund der variablen Konfiguration ist StoThem AimS zudem in nahezu jedem Fall einsetzbar – vom Holzbau bis zum Hochhaus.

StoTherm AimS ist dank vielfältiger Konfigurierbarkeit für ganz unterschiedliche bauliche Anforderungen geeignet. Es ist bislang laut Herstellerangaben das einzige Fassadendämmsystem, dessen Beschichtungen (ein Unterputz, ein Oberputz und eine bionische Fassadenfarbe) teilweise auf nachwachsenden Rohstoffen (NawaRos) beruhen. Die Bindemittel dieser zementfreien Beschichtungen bestehen zu 30 % aus Kiefernöl (aus Holzverarbeitungsresten). Das spart fossile Rohstoffe und sorgt für verringerte CO_2-Emissionen. Diese Beschichtungen sind mit verschiedenen Dämmplatten kombinierbar. Kommen Platten aus Mineralwolle zum Einsatz (Steinwolleplatten WLS 035 oder die Sto-Speedlamelle Typ II plus WLS 040) entsteht ein nichtbrennbares, auch für Hochhäuser geeignetes WDVS, das mit dem Umweltzeichen Der Blaue Engel (RAL-UZ 140) zertifiziert ist. Dank der organisch gebundenen Beschichtungen ist diese Variante von StoTherm AimS zudem riss- und schlagsicher.

In einer anderen Systemvariante werden die NawaRo-basierten Beschichtungen mit der neuartigen Sto-Dämmplatte „Top32 Biomass“ kombiniert. Bei der Produktion dieser EPS-Platte werden Grundstoffe genutzt, die zu 100 % aus organischen Reststoffen gewonnen werden (Biomassenbilanzverfahren). Die Herstellung der zertifizierten Platte verbraucht also kein Erdgas oder Erdöl und verursacht etwa zwei Drittel weniger CO_2-Emissionen als vergleichbare Produkte, was bei Nachhaltigkeitszertifizierungen angerechnet werden kann. Das gesamte System verbraucht gegenüber vergleichbaren Standardsystemen beachtliche 80 % weniger fossile Grundstoffe und emittiert 30 % weniger CO_2 bei seiner Herstellung.

Auch in Sachen Kreislaufwirtschaft bietet das System Vorteile. Sowohl die biomassenbilanzierte EPS-Dämmplatte als auch die Steinwolleplatten können mit dem Dämmplattenbefestiger StoFix Circonic rein mechanisch befestigt werden. Diese klebefreie Montage erlaubt beim Rückbau die recyclinggerechte sortenreine Trennung.



1 — (Verklebung: Entfällt bei der Montage mit StoFix Circonic)
2 — Dämmung (Mineralwolle oder EPS, hier: StoDämmplatte Top32 Biomass)
3 — Befestigung (hier: klebefrei mit StoFix Circonic)
4 — Unterputz (StoArmat Classic AimS)
5 — Bewehrung/Armierung
6 — Schlussbeschichtung (Stolit AimS + StoColor Lotusan AimS (optional))

(Foto: Martin Baitinger / Sto SE & Co. KGaA)

Systemaufbau StoTherm AimS (Variante: klebefreie, mechanische Befestigung).

Den Abschluss des ökologischen Dämmsystems bilden der zementfreie Oberputz Stolit AimS und die bionische Fassadenfarbe StoColor Lotusan AimS. Beider Bindemittel basiert zu 30 % auf Kiefernöl aus Resten der Holzwirtschaft. Der Lotus-Effekt der Farbe lässt Regen unmittelbar von der Fassade abperlen. Schmutzpartikel und Mikroorganismen können nur reduziert anhaften und werden vom Regen fortgespült. Dieser Selbstreinigungseffekt ganz ohne biozide Filmschutzmittel sorgt für eine natürliche Abwehr von Algen und Pilzen.

Die Variabilität von StoTherm AimS ermöglicht, dass das System auf alle Nachhaltigkeitsaspekte beim Thema Fassadendämmung einzahlt: Durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe und die Zementfreiheit spart es Ressourcen und verringert CO_2-Emissionen. Es kann klebefrei montiert und damit sortenrein getrennt werden. Es ist langlebig, riss- und stoßsicher, sorgt also für lange Renovierungsintervalle.

www.sto.de

Energieeffizientes Bauen mit Leichtbeton-Mauerwerk von KLB

- ökologisch
- hochwärmedämmend
- monolithisch
- nicht brennbar
- wohngesund

natürlich MASSIV

KLB Klimaleichtblock®

SO WIRD GEBAUT

KLB KLIMALEICHTBLOCK GMBH Tel. 02632 2577-0 · info@klb.de · www.klb-klimaleichtblock.de

ZUB Helena Ökobilanz: Lebenszyklusanalyse für KFN berechnen

Pünktlich zum Start der Förderung Klimafreundlicher Neubau (KFN) stellt ZUB-Systems ein Programm für die Erstellung der Lebenszyklusanalyse bei Neubau und Sanierung vor. ZUB Helena Ökobilanz berechnet die Umwelteinwirkungen aller im Gebäude verwendeten Baumaterialien. Es prüft, wie umweltfreundlich die eingesetzten Baustoffe und Anlagen sind und bewertet deren Nachhaltigkeit. In diese Bewertung fließen neben der Herstellung die Umwelteinwirkungen ein, die während des Betriebs sowie bei Rückbau und Entsorgung entstehen. Konkret sind das die Berechnung des Treibhauspotentials (GWP100) und des nicht-erneuerbaren Primärenergiebedarfs (PENRT).

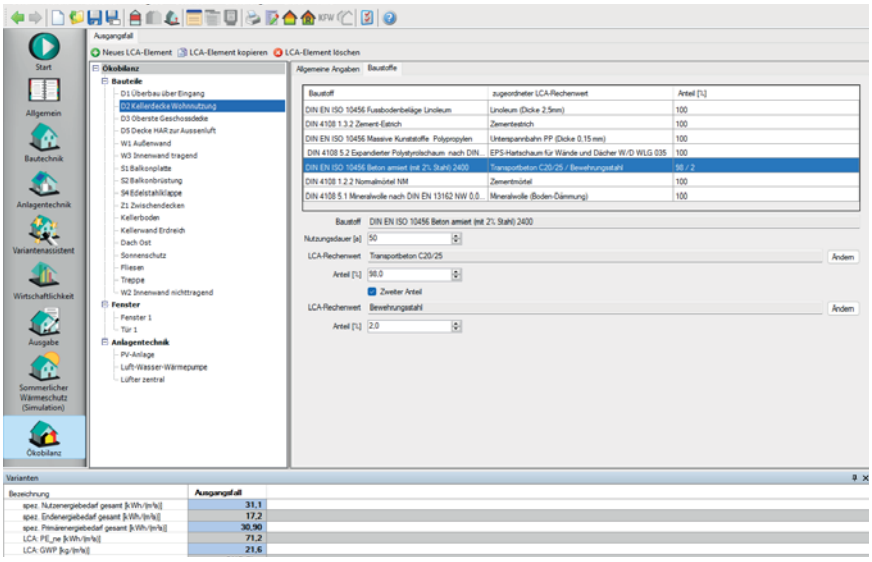


Bild 1 Das Ergänzungsprogramm zur Energieberater-Software ZUB Helena hilft bei der Lebenszyklusanalyse.

Diese Analyse ist der dritte Baustein, der für die Förderung KFN nachgewiesen werden muss. Die beiden anderen sind: Das Gebäude muss die Effizienzhaus-Stufe 40 erreichen und auf fossile Energieträger und Biomasse für die Heizung verzichten. Beides lässt sich mit der Energieberatersoftware ZUB Helena berechnen und nachweisen.

Erweiterungsmodul

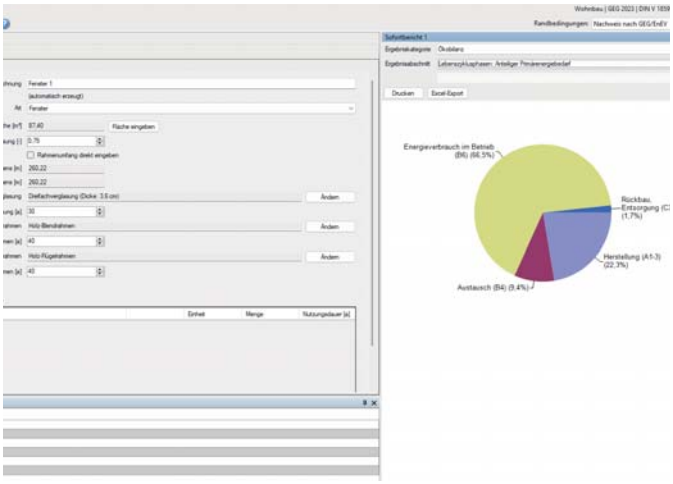
ZUB Helena Ökobilanz kommt deswegen als Erweiterungsmodul zum Hauptprogramm ZUB Helena auf den Markt. Das hat den Vorteil, dass die bereits für die energetische Förderung eingegebenen Daten sofort für die Lebenszyklusanalyse verwendet werden können. So lassen sich die Daten für Konstruktionen mit Schichtaufbau oder anlagentechnische Komponenten der entsprechenden Rechenwert-Tabelle schnell zuordnen.

Darüber hinaus bietet die neue Software die notwendigen Tools, um die Nachhaltigkeit von Gebäudeteilen zu bewerten, die nicht für die energetische Bewertung betrachtet werden müssen. Zum Beispiel unbeheizte Keller, Fahrstuhlschächte oder Radboxen. Die Berechnungen erfolgen auf Grundlage des Handbuchs Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude. Mit der 18599 Gütegemeinschaft erfolgte eine Validierung dieses Verfahrens. Die Ergebnisberichte für die Weitergabe an die Zertifizierungsstelle lassen sich einfach über die ZUB Helena Druckausgabe ausdrucken.

Kostenfreies Update für Nicht-Wohnungsgebäude

Das jetzt vorgestellte Programm eignet sich für die Berechnung von Wohngebäuden. Ein kostenfreies Update für Nicht-Wohngebäude steht seit April d. J. zur Verfügung.

Interessenten können die Software vier Wochen lang kostenfrei testen.



(Bildquellen: ZUB Systems)

Bild 2 ZUB Helena Ökobilanz ist Teil der Energieberater-Software ZUB Helena.

ZUB HELENA

- ZUB HELENA ist ein Vollprogramm für die Bilanzierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG), KfW-Förderung und die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).
- Außerdem bietet es umfassende Berechnungen für die Wirtschaftlichkeitsanalyse und eignet sich für die Nachweise zum Mindestwärmeschutz, zum Sommerlichen Wärmeschutz und zur Einhaltung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG).
- Das Programm besitzt eine Schnittstelle zum CAD-Planungsprogramm E CAD.

www.zub-systems.de

Serielle Vorfertigung: einfach, sicher und wirtschaftlich mit „KLB-RATIOWALL“

Bild 1 Wirtschaftliche Lösung für Projektierer, Bauträger und Fertighaus-Anbieter: Mit der hauseigenen Vorfertigung von „KLB-RATIOWALL“-Wandtafeln lassen sich Bauvorhaben verlässlich planen und termingerecht realisieren.

Serielle Vorfertigung und modulares Bauen sind derzeit stark diskutierte Ansätze, um bezahlbaren Wohnungsbau in Deutschland wieder voranzutreiben. Leichtbeton-Produzent KLB Klimaleichtblock (Andernach) präsentiert dazu nun eine besonders wirtschaftliche Lösung, durch die sich künftig mit dem neuen Wandtafel-System „KLB-RATIOWALL“ massive, geschosshohe Außen- und Innenwandtafeln in Eigenregie vorfertigen lassen.

Um den dringend notwendigen und bezahlbaren Neubau voranzutreiben, bedarf es auch effizienter, technischer Lösungen auf deutschen Baustellen. KLB Klimaleichtblock (Andernach, Rheinland-Pfalz) reagiert darauf mit einer besonderen Produktentwicklung: Das neue Wandtafel-System „KLB-RATIOWALL“ versetzt Projektentwickler, gewerbliche Bauträger sowie Investoren in die Lage, geschosshohe Außen- und Innenwandtafeln aus Leichtbeton herzustellen. KLB stellt hierfür die erforderlichen Planblöcke und Planelemente nebst Ergänzungsprodukten zur Verfügung.

Zulassung schafft bauordnungsrechtliche Grundlage

Aus der bauaufsichtlichen Zulassung des DIBt (Z-17.4-1224) geht hervor, dass alle Planblöcke und -elemente des KLB-Sortiments die Voraussetzungen zur Erstellung massiver, geschosshoher Außen- und Innenwandtafeln erfüllen. Auch in Regionen mit besonderem Erdbebenpotenzial oder bei erhöhtem Brandschutz können die geschosshohen Mauertafeln den jeweiligen Anforderungen entsprechend konfiguriert werden. Dabei können die vorgefertigten Wandtafeln sowohl im Eigenheim- und mehrgeschossigen Wohnungsbau als auch für Gewerbe-, Kommunal- und Industriebauten verwendet werden.

Bei der Herstellung profitieren Planer, Bauträger und Bauunternehmer. Die Produktion der KLB-RATIOWALL-Mauertafeln kann in zwei Verfahren stehend im Werk umgesetzt werden: Bei der halbautomatischen Fertigung errichten Maurer auf einer Hebebühne die Wände mit maschineller Unterstützung. Das zweite Verfahren erfolgt vollautomatisiert mit Hilfe eines Roboters.

Auf der Baustelle keine Zeit verlieren

Auf der Baustelle eingetroffen, können die Facharbeitskräfte beim Versetzen der Mauertafeln die Lastaufnahmepunkte für das Anbringen der Krantraverse nutzen. Nach Aufstellung kann das KLB-RATIOWALL-Mauerwerk herkömmlich und ohne Einschränkungen verputzt werden. Eine Kombination aus Unter- und Oberputz garantiert den bewährten Witterungsschutz. Am Ende reduziert sich die Rohbauzeit und das ist selbstverständlich ein entscheidender Kostenfaktor.

Weitere Informationen zum neuen Wandtafel-System „KLB-RATIOWALL“ von KLB Klimaleichtblock erhalten Projektentwickler, Bauträger oder Fertighaus-Produzenten direkt beim Hersteller – entweder auf der u. s. Website, telefonisch unter 02632-25770 oder per E-Mail (info@klb.de)

www.klb-klimaleichtblock.de

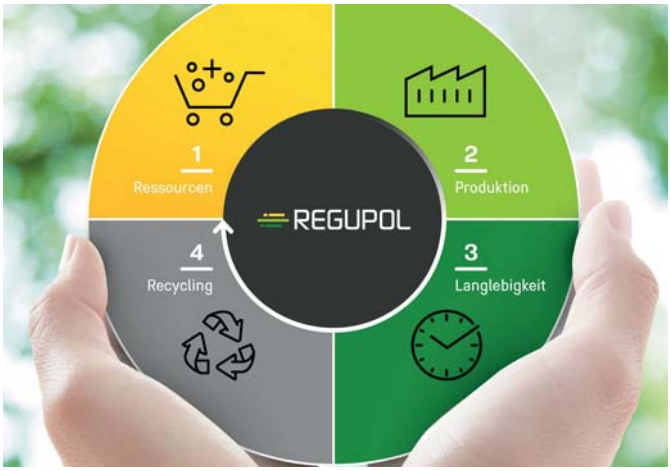
(Fotos: KLB Klimaleichtblock)

Bild 2 Serielle Vorfertigung für notwendigen Wohnungsbau: Das neue Wandtafel-System „KLB-RATIOWALL“ ermöglicht die schnelle und sichere Errichtung mehrgeschossiger Wohngebäude.

REGUPOL-Produkte mit Cradle to Cradle Certified® ausgezeichnet

REGUPOL steht seit der Unternehmensgründung im Jahr 1954 für eine nachhaltige Denk- und Produktionsweise und zählt mit 90.000 t wiedergewonnenen Elastomeren pro Jahr zu den weltweit führenden Verarbeitern von Rezyklaten. REGUPOL ist Preisträger des Umweltwirtschaftspreises NRW, des Energieeffizienzpreises NRW und erhielt für über 65 Produkte aus den Bereichen Akustik, Construction und Ladungssicherung das Cradle to Cradle Certified® Bronze-Zertifikat.

Unsere Wirtschaft funktioniert in der Regel linear: Rohstoffe werden zu Müll – so leider auch der Gebäudesektor, der bekanntlich einer der größten Erzeuger von klimaschädlichen Emissionen ist und viele Material- und Energieressourcen verbraucht. Wenn die Ziele des European Green Deal, eine Verringerung der Treibhausgas-Emissionen um 60 % bis 2030, noch erreicht werden sollen, muss sich das dringend ändern. Cradle to Cradle Certified® ist ein Ansatz für eine durchgängige und konsequente Kreislaufwirtschaft. Dahinter steht die Idee, Ressourcen einzusparen und von Anfang an in geschlossenen Produktkreisläufen zu denken. C2C Certified® meint wörtlich, dass alles von der Wiege zur Wiege geht, also in endlosen Kreisläufen zirkuliert.



- REGUPOL sound – Trittschallschutz für hochbelastbare Fußbodenkonstruktionen im Einzelhandel und Gewerbe.
- REGUPOL sound and drain – Trittschallschutz für begehbare Dachflächen, Terrassen und Balkone.
- REGUPOL comfort – Trittschallschutz für Holzbau, Sanierung und Massivbau.
- REGUPOL vibration – Schwingungsisolierung von Maschinen und Anlagen sowie Schutz vor Erschütterungen gegenüber Gleisanlagen.

Recyclinggerecht bauen

„Wir stehen vor einem Baustoffproblem. Unsere Ressourcen sind begrenzt und mit unserem Abfall verlieren wir weltweit riesige Mengen kostbarer Rohstoffe. Wir müssen recyclinggerecht bauen und wir müssen mit Rezyklaten bauen, um technische Kreisläufe zu schließen. Daran führt kein Weg vorbei.“, betont Steffen Blecher, Sales Director der Acoustics Division.

Mit REGUPOL setzen Bauakustiker in aller Welt auf einen Experten mit langjähriger Erfahrung, der ihnen aktiv hilft, alle Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz zu erfüllen, und so die konfliktfreie Mischnutzung von Gebäuden zu gewährleisten. Dabei setzt REGUPOL von Anfang an auf bauaufsichtlich zugelassene Produkte aus wiedergewonnenen Rezyklaten. Zertifiziert wurden 29 Produkte aus diesen Produktranges:

Fünf Kriterien

Cradle to Cradle Certified® legt fünf Kriterien für eine Zertifizierung zu Grunde: Materialgesundheit, Kreislauffähigkeit, Einsatz erneuerbarer Energien, ein verantwortungsvoller Umgang mit Wasser sowie soziale Gerechtigkeit.

In jedem dieser Kriterien kann eine Bewertung von Basic, Bronze, Silber, Gold bis Platin erreicht werden. Das schwächste Kriterium entscheidet über das Gesamtergebnis. REGUPOL hat in den Kriterien Kreislauffähigkeit mit Gold, dem Umgang mit Wasser und sozialer Gerechtigkeit mit Silber und der Materialgesundheit und dem Einsatz erneuerbarer Energien mit Bronze abgeschnitten.

(Fotos: REGUPOL)

Bildungscampus Seestadt Aspern in Wien – in den Laubengängen und unter den begehbaren Außenflächen wurden ca. 3300 m² REGUPOL sound and drain 22 verbaut

REGUPOL Akustik -
Ansprechpartner:
Steffen Blecher
Tel. +49 2751 803-126
s.blecher@regupol.de

www.regupol.de

ANZEIGE

Zukunftsweisendes hybrid heizen: Infrarot-Deckenheizung plus Speicherofen

Bild 1 Den Holz-Neubau der Familie Zang hat Architekt Jens Ewich konsequent nach ökologischen Kriterien geplant.

(Fotos: Vitramo)

Bild 2 Elegante Erscheinung: Die rahmenlosen Vitramo-Heizelemente der Baureihe VH mit satinierter Glasoberfläche liefern angenehme Strahlungswärme.

Nicht nur äußerlich ging Familie Zang bei ihrem Neubau ungewöhnliche Wege. Neben einer wohngesunden Bauweise mit dem natürlichen Baustoff Holz war ihr eine ressourcenschonende Wärmeversorgung wichtig. Sie wurde mit einer Infrarot-Direktheizung und einem holzbefeuerten Römerofen erreicht.

Sowohl die architektonische Qualität als auch eine wohngesunde, ökologische Bauweise standen bei Familie Zang ganz oben auf ihrer Wunschliste. Dazu wurde für den hochwärmegedämmten Holzrahmenbau eine fossilfrei und weitestgehend mit regenerativer Energie arbeitende Heizungslösung gesucht.

Den Grundbedarf an Wärme für 150 m² Wohnfläche sollte ein mit Stückholz aus dem eigenen Wald betriebener Speicherofen decken. Für einen komfortablen, automatisierten Betrieb und auch zur Abdeckung von Spitzenlasten im Winter war jedoch eine weitere Heizungslösung erforderlich. Mit ihr sollte der zu erwartende geringe Zuheizbedarf sichergestellt werden.

Dabei erwies sich eine kosten- und energieeffiziente elektrische Infrarot-Deckenheizung des süddeutschen Herstellers Vitramo als sinnvoll. Zur homogenen Raumbeheizung waren einfach einige lebenslang wartungsfreie Infrarot-Deckenstrahlplatten ans ohnehin in jedem Raum verfügbare Stromnetz anzuschließen. Sie nutzen überwiegend Strom aus der hauseigenen PV-Anlage. Die planerische Auslegung der Infrarotheizung erfolgte mit Unterstützung durch Vitramo. Wie der zentral im Haus aufgestellte Römerofen liefert auch die elektrische Infrarotheizung angenehme, direkt auf Flächen und Körper abgegebene Strahlungswärme. Im Unterschied zum prinzipbedingt träge reagierenden Speicherofen steht die volle Wärme bei den Vitramo Heizelementen schon wenige Minuten nach dem Einschalten zur Verfügung. Eine Raumregelung stellt den ökodesignkonformen Betrieb sicher. Nach dem ersten Betriebsjahr zeigte sich, dass der prognostizierte Stromverbrauch sogar deutlich unterschritten wurde.einem beidseitig beschichteten Fugenblech. Das Hauptanwendungsgebiet ist im Projektbau mit Doppel- und Reihenhäusern.

Für den WU-Bereich wird die Stremform® Schalltrennfuge zusätzlich mit einem Fugenbandkorb ausgestattet. Die Montage des Schallfugenbandes erfolgt bauseits und der Anschluss an das Fradiflex® Fugenblechsystem wird mit zwei Dehnfugenanschlüssen ausgeführt. Durch diese Kombination entsteht wieder ein schlüssiges Abdichtungssystem mit Schallentkopplung.

www.infrarotheizung-vitramo.de

EVEBI / EVEBI Pro
Software für Energieberatung und -planung

LCA
KFN Klimafreundlicher Neubau
ENVISYS

~ BEG — aktuelle Förderrichtlinien / KFN „Klimafreundlicher Neubau“
~ Ökobilanz Nachhaltigkeitsbewertung Lebenszyklusanalyse QNG — WG und NWG
~ Berechnungsverfahren nach DIN V 18599 oder DIN V 4108/4701 — flexibles Umschalten
~ Generieren von Maßnahmenpaketen
~ Beratungsberichte auf Knopfdruck
~ Individuelle Sanierungsfahrpläne
~ Energetische Baubegleitung
u.v.m.

www.envisys.de
03643/495 27 10

LIGNATUR für Bürogebäude mit Industrieschick

„Sloterdijk" heißt das Amsterdamer Hafengebiet. Es ist jetzt um einen Bürobau reicher: Der Netzanbieter Alliander hat das bestehende Gesamtensemble dort mit einer schicken Industriearchitektur in Holzskelettbauweise ergänzt. Innen ist der Holzbau durch die offene Tragkonstruktion und die sichtbaren Flächenelemente (LFE) von Lignatur direkt erlebbar. Von außen passt sich der Bau durch eine Cortenstahl-Fassade dem Schiffs- und Container-Feeling seiner Umgebung an.

Der Netzanbieter Alliander konnte im Frühjahr 2023 sein neues Regionalbüro „Westpoort Amsterdam" im Amsterdamer Hafen in Betrieb nehmen. Das Gesamtensemble besteht neben dem Büro- und Bildungsbau selbst aus einem daran anschließenden Parkhaus sowie einem flacheren Gebäude mit Sheddächern, in dem Werkstätten, Lager und Prüfräume untergebracht sind. Allen Gebäuden gemeinsam sind die Fassaden aus witterungsbeständigem Cortenstahl, was den zum Hafen passenden Industriecharakter betont.

Bild 1 In nur elf Monaten konnte der gesamte Bürobau für den Netzanbieter Alliander im Amsterdamer Hafengebiet errichtet werden.

Bild 2 Der Baukörper am Kopfende des langgestreckten Grundstücks: achtgeschossiger Betonkern in ein dreigeschossiges Volumen gegliedert, auf einer Grundfläche von 45,9 m x 43,2 m, auf dem das 3. bis 5. OG, um jeweils 13,50 m an den Längsseiten eingerückt, ist.

Holz(hybrid)bau

Das bis zu 8 Geschosse hohe Bürogebäude lässt somit nicht sofort erkennen, dass sich hinter der Metallfassade ein Holz(hybrid)bau verbirgt. Der Wunsch der Bauherrschaft war, ein Gebäude aus nachhaltigen Materialien zu errichten, das in seiner Nutzung leicht anpassbar und im Sinne des kreislauffähigen Bauens auch möglichst ohne Materialverluste rückbaubar ist. Ziel war zudem ein angenehmes und gesundes Arbeitsumfeld für die Mitarbeitenden zu schaffen.

Der Baukörper am Kopfende des langgestreckten Grundstücks mit achtgeschossigem Betonkern gliedert sich in ein dreigeschossiges Volumen auf einer Grundfläche von 45,9 m x 43,2 m, auf dem das 3. bis 5. OG, um jeweils 13,50 m an den Längsseiten eingerückt, ist. Ein großes rechteckiges Oberlicht bringt viel Tageslicht in das darunterliegende Atrium. Auch das 6. und 7. OG sind um nochmals je 2,40 m verkürzt, so dass die Giebelansicht an ein Schiff mit Aufbauten denken lässt.

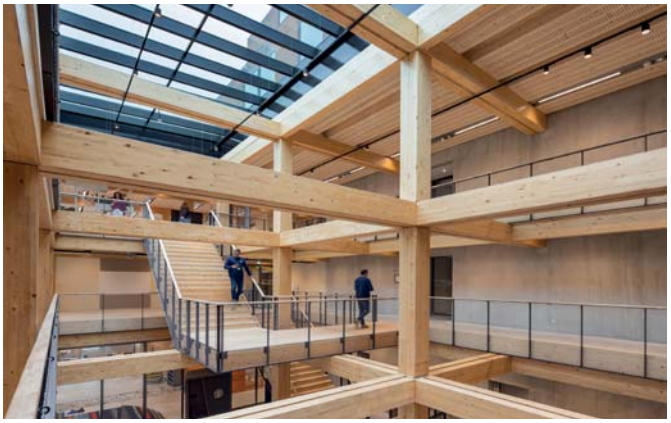
Das Architekturbüro De Zwarte Hond aus dem niederländischen Groningen wählte eine Skelettkonstruktion aus Brettschichtholz-Stützen und -Trägern in Kombination mit Hohlkasten-Elementen von Lignatur für Decken und Dach. Auf den im Raster von 5,10 m x 5,40 m angeordneten Stützen liegen die als Doppelträger ausgebildeten Brettschichtholz-Träger. Die 28 cm hohen Flächenelemente von Lignatur (LFE 280) wurden darauf verlegt und überspannen als Einfeldträger jeweils 5,10 m. Mit der unterseitigen Profilierung des Akustik Typ 3.1 liefern sie zudem eine optimale Raumakustik. Konstruktion und Aufbau der LFE-Decken erreichen zudem eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten (REI 90), die Dach-Elemente kommen auf 30 Minuten (REI 30). Aufgrund der Zwischenräume für die Lüftung zwischen den 1 m breiten Elementen müssen die LFE dreiseitig 90 Minuten Feuerwiderstand bieten. Um dies zu gewährleisten, wurden die Seiten der Elemente modifiziert. Der Brandwiderstand in Kombination mit der Akustikperforation ist in der Europäischen Technischen Bewertung (ETA) 11/0137 der Lignatur AG fest verankert.

Besondere Aura der Holzkonstruktion

Spätestens wenn man den innenliegenden dreigeschossigen Atriumbereich des Gebäudes betritt, erlebt man die besondere Ausstrahlung der Holzkonstruktion – eine durch die Dimensionen der einzelnen Elemente einerseits fast „roughe" und gleichzeitig durch die Materialität des Holzes feine und harmonische Wirkung. Dem Atrium kommt auch in

(Foto 2 u. 3: Dura Vermeer Bouw Midden West, Cruquius/NL)

Bild 3 Der Baustoff Holz schenkt der Konstruktion eine besondere Ausstrahlung …



(Foto 1 u. 4: De Zwarte Hond, Groningen/NL)

Bild 4 … sowie optimale Raumakustik und hohe Brandwiderstandswerte.

seiner Funktion eine besondere Rolle zu:
Es bietet den gewünschten Raum für Kommunikation und Interaktion der Belegschaft.

In nur elf Monaten konnte der gesamte Bürobau errichtet werden. Digitalisierte Arbeitsabläufe sowie ein hoher Grad der Vorfertigung haben zur Zeiteffizienz des Projektes beigetragen. 3D-Modelle bildeten die Grundlage für die Planung, den Datenaustausch und die
Visualisierung des Projekts.

www.lignatur.ch

www.richter-akustik-design.de

Richter® akustik&design

Neue Schallschutz-Sichtwand von Swiss Krono und Wolf Bavaria: Vorgefertigt mit geprüftem Schallschutz

Heilsbronn / Bayern – Die ONE-BLOCK Wohnungstrennwand von Swiss Krono und Wolf Bavaria ist anlässlich der BAU 2023 mit einem Innovationspreis ausgezeichnet worden. Der Wettbewerb prämiert Produkte und Lösungen, die in besonderem Maße den Belangen von Architekten entsprechen. 71 Firmen hatten sich mit 100 Produkten um die Auszeichnung beworben.

Bild 1 (v. l.) Jurymitglied Dionys Ottl, von Hild und K, München; Harald Sauter, Technischer Service OSB bei Swiss Krono; Michael Wolf, GF Wolf Bavaria; Jurymitglied Veronika Dannheimer von Dannheimer + Joos Architeken, München.

Vorteile für Planung und Holzbau

Planer und Architekten verfügen mit der Schallschutz-Sichtwand über ein standardisiertes, geprüftes Bauteil, mit dem sie z. B. bei einer Trennwand im Wohnungsbau einen sicheren Schallschutz realisieren können. Denn ONE-BLOCK erreicht dank einem biegeweichen, freischwingenden Kern ein geprüftes Schalldämm-Maß von RW > 60 dB.

Holzbauunternehmen gibt die neue Schallschutz-Sichtwand die Möglichkeit, eine schalldämmende Wohnungstrennwand in Sichtqualität vorzufertigen und auf der Baustelle zu montieren. Dank der effizienten Schalldämmung ist dabei keine zusätzliche Schallveredelung mehr notwendig. Auch in puncto Brandschutz ist keine Nacharbeit erforderlich: Wie vorgestellt (s. u.) erreicht O-NE-BLOCK laut Prüfzeugnis des ift Rosenheim eine Feuerwiderstandsklasse von F60-B. Eine höhere Feuerwiderstandsklasse ist durch Modifikation des Aufbaus problemlos möglich. Damit kommt die neue Schallschutzwand dem Trend entgegen, durch einen höheren Vorfertigungsgrad die Abläufe in Fertigung und Montage zu optimieren.

Dass die fugenlose Schallschutz-Sichtwand stapelbar und leicht zu transportieren ist und dass man sie auf der Baustelle ohne zusätzliche Beplankung direkt beschichten kann, bietet vor diesem Hintergrund weitere Vorteile. Außerdem ist ONE-BLOCK rückbaubar, die QNG-zertifizierten Bestandteile lassen sich recyceln oder in die Umwelt zurückführen.

(Fotos/Abb.: 1 Schelke Bonnetsmüller, 2 u. 3 Wolf-Bavaria u. Swiss Krono)

Bild 3 Planer und Architekten garantiert die Schallschutz-Sichtwand als standardisiertes, geprüftes Bauteil, im Wohnungsbau sicheren Schallschutz.

Labormessung ergab 66 dB

Den Kern der ONE-BLOCK Wohnungstrennwand bildet eine hoch schalldämmende, 15 mm starke PhoneStar Tri Platte von Wolf Bavaria. Die mehrschichtige Platte aus Karton und losem Sand übernimmt in der Konstruktion die Funktion eines schweren, biegeweichen Tilgers, der für eine effiziente Luftschalldämpfung sorgt. Die PhoneStar Tri Platte wird beidseitig durch 25 mm dünne PhoneStar-Schalli Entkopplungsstreifen befestigt und in Position gehalten. Die Entkopplungsstreifen reduzieren zusätzlich die Schallübertragung zwischen den Bauteilebenen.

Eine 20 mm dünne Mineralwollschicht zwischen den Streifen sorgt für die notwendige Hohlraum-Bedämpfung und unterstützt die biegeweiche, freischwingende Tilgerwirkung der PhoneStar Tri Platte. Damit wird ihre ohnehin bereits hohe schalldämmende Wirkung noch verstärkt.

Dieser hoch schalldämmende Kern der ONE-BLOCK Wohnungstrennwand befindet sich zwischen einem 125 mm und einem 75 mm starken Magnumboard OSB-Massivholzelement. Das enorm tragstabile MAGNUMBOARD® OSB übernimmt die lastabtragende und aussteifende Funktion der Wand. Die asymmetrische Anordnung der Wandschalen verbessert die Schalldämmung generell und dem Messergebnis folgend, auch die Schalldämmung bei tiefen Frequenzen. Bei Labormessungen des IFT Rosenheim erreichte ONE-BLOCK im montierten Zustand ein bewertetes Schalldämm-Maß von RW = 66 dB.

www.wolf-bavaria.com

Bild 2 ONE-BLOCK in Aufbau und Querschnitt

Schalldämmende Brandabschottung von Wichmann jetzt auch für Kernlochbohrungen

Mit der Wichmann Kabelbox® SoniFoam Rund bieten die Brandschutzspezialisten aus Westfalen ab sofort ein rundes S90 Brandschott mit schalldämmenden Eigenschaften für den Einsatz in Bild- und Tonstudios an. Das modulare Schott kombiniert einen S90-Feuerwiderstand mit einer geprüften Normalschallpegeldifferenz von 64 dB.

(Foto: Wichmann)

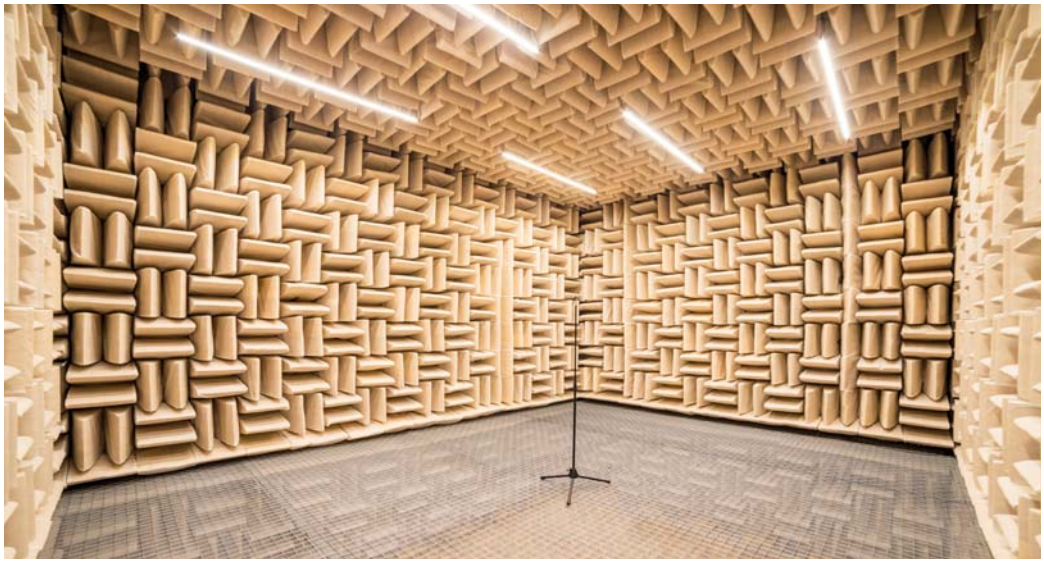
Besonders interessant für Film- und Tonstudios: Die Wichmann Kabelbox® SoniFoam sorgt für effektiven Schallschutz und schottet Installationen im Brandfall zuverlässig ab.

Dank ihrer kreisrunden Form kann die schalldämmende Wichmann Kabelbox® SoniFoam Rund die Fläche einer Kernlochbohrung in Decken, Massivwänden und Leichtbauwänden optimal ausnutzen. Die Abdichtung der Abschottung erfolgt mit dem im Lieferumfang enthaltenen hochschalldämmenden SoniFoam-Stopfen. Die Wichmann Kabelbox® SoniFoam Rund ist mit einem Innendurchmesser von bis zu 200 mm lieferbar. Der Innenraum kann wie bei allen Brandabschottungen von Wichmann zu 100 % mit allen Mantelkabeln bis Ø 80 mm, Kunststoffleerrohren bis Ø 63 mm und verschiedenen Hohlleiter- und Koaxialkabeln sowie Glasfaser-Bündelrohrsystemen belegt werden. Eine zerstörungsfreie Nachbelegung ist zu jeder Phase des Projekts möglich. Aufgrund des großzügig bemessenen Innendurchmessers können auch Leitungen mit großen Industriesteckern und Steckverbindern jederzeit flexibel nachgerüstet werden. Der Installateur benötigt für die Montage keine Brandschutzzertifizierung. Alle relevanten BIM-Daten für die Wichmann Kabelbox® SoniFoam Rund stehen ab sofort kostenlos auf der u. s. Website des Unternehmens zum Download bereit.

www.wichmann.biz

G+H nimmt neues Acoustic Competence Center in Betrieb

Seit Januar 2023 finden im neuen Acoustic Competence Center (ACC) der G+H NOISE CONTROL auf ca. 1.100 m² Messdienstleistungen mit Schwerpunkt in der Akustik und Schwingungstechnik statt.



(Fotos: guh-group)

Bild 2 Der für Schallleistungsmessungen nach DIN EN ISO 3745, Klasse 1 zertifizierte reflexionsarme Vollraum ist mit akustischen Keil-Absorbern der neuesten Generation ausgestattet.

In der kleinen rheinland-pfälzischen Ortsgemeinde Maxdorf, ca. 15 km von Mannheim entfernt, steht es: Das neue ACC. Hier bietet die G+H NOISE CONTROL seit Januar 2023 die Durchführung unterschiedlichster Messdienstleistungen modernster Art an. Die akustischen und schwingungstechnischen Messverfahren erstrecken sich dabei von der grundlegenden Materialvalidierung über die klassische Bauakustik bis hin zur anwendungs- bzw. projektbezogenen Optimierung von Prüfaufbauten. Neben den reinen Messdienstleistungen steht auch die Beratung von Kunden in Bezug auf schallschutztechnische Lösungen im Fokus. Die Vielzahl innerhalb der Akustik abgedeckter aber auch an diese angrenzenden Themengebiete macht das ACC sowie die damit verbundene Business Unit zu einem Hotspot der Nachwuchsentwicklung und Ausbildung von Fachkräften.

Räume bieten große Nutzungsvielfalt

Aufgeteilt ist das ACC in einen hochabsorbierenden Halbraum (HAR), einen angrenzenden, reflexionsarmen Vollraum und weitere Hallräume. Der HAR ist ein Unikat: Ausgestattet mit Flachabsorbern an Wänden und Decken dient er der Emissionsspektren-Vermessung von Prüflingen im Semi-Freifeld bis hin zu extrem tiefen Frequenzen validiert nach DIN EN ISO 3745. Eingebaut in den HAR ist eine schwerlastfähige Bodenplatte, die auch die Testung schwerer Produkte – wie beispielsweise eines LKW – ermöglicht. Die Zuverlässigkeit der Messungen unter Freifeldbedingungen bis zu einer Grenzfrequenz von 30Hz wird durch die besonders großen Abmessungen gewährleistet.

Der reflexionsarme Vollraum ist für Schallleistungsmessungen nach DIN EN ISO 3745, Klasse 1 zertifiziert. Für diesen Zweck ist er mit akustischen Keil-Absorbern der neuesten Generation ausgestattet. Er ermöglicht den G+H Schallschutzexperten die Untersuchung verschiedenster Bauteile hinsichtlich ihrer akustischen Emissionseigenschaften sowie die Durchführung von Qualifizierungsmessungen an Einbauteilen wie beispielsweise Lautsprechern und Mikrofonen.

Bauphysikalische Messungen in den neuen Hallräumen

In den Hallräumen des ACC können – in unterschiedlicher Kombination zueinander – alle grundständigen bauphysikalischen Messaufgaben durchgeführt werden. Ihre Anordnung erlaubt sowohl eine individuelle Nutzung als auch den Betrieb als Wand-,

Bild 1 Der HAR des ACC der G + H Noise Control ist ein Unikat: Mit Flachabsorbern an Wänden und Decken versehen dient er der Emissionsspektren-Vermessung von Prüflingen im Semi-Freifeld bis hin zu extrem tiefen Frequenzen - nach DIN EN ISO 3745 validiert. Seine schwerlastfähige Bodenplatte ermöglicht auch die Testung schwerer Produkte – wie im Bild ein PKW oder gar LKW.

Tür-, Fenster-, oder Deckenprüfstand für Messungen der Schalldämmung innerhalb der Normenreihe DIN ES ISO 10140. Die Prüföffnungen zwischen den Räumen ermöglichen zudem Prüfungen an Sonderbauteilen nach Kundenvorgaben. Die Räume erfüllen alle Anforderungen zur Ermittlung des Absorptionsgrades nach DIN EN ISO 354: So können akustische Absorptionseigenschaften von Dämmstoffen validiert werden. Die Räume sind zudem auch als Hallraum der Klasse 1 im Verfahren der Ermittlung von Schallleistungen nach DIN EN ISO 3741 nutzbar. Die Nachweise zur Schalldämmung von Kapselsystemen gemäß DIN EN ISO 11957 erfolgen im primären Hallraum. Zwischen dem reflexionsarmen Vollraum und einem der Hallräume befindet sich eine Wandöffnung: Sie dient als Prüfstand zur Bestimmung von Einfügungsdämpfungen – beispielsweise für Messungen an Filtern, die ein Signal dämpfen. Aber nicht nur das, die Öffnung ist auch Prüfstand für Bauteile, die einseitig eine Freifeldumgebung und gegenseitig eine Hallraumumgebung erfordern.

Zertifizierter Schalldämpferkanal zur Messung von Schalldämpferkulissen

Für Messungen von Schalldämpferkulissen hält das ACC einen Schalldämpferkanal von bis zu 10 m Länge vor. Dieser ist für normgerechte Messungen nach DIN EN ISO 11691 / DIN ES ISO 7235 nutzbar. Perspektivisch wird ein Schwingungsprüfstand mit periodisch angetriebener Masse die Charakterisierung von Isolatoren unterschiedlicher Art erlauben. Eine Kombination aus drei unterschiedlich dimensionierten Impedanzrohren ermöglicht die Bestimmung von Absorptionsgraden gemäß DIN EN ISO 10534-2.

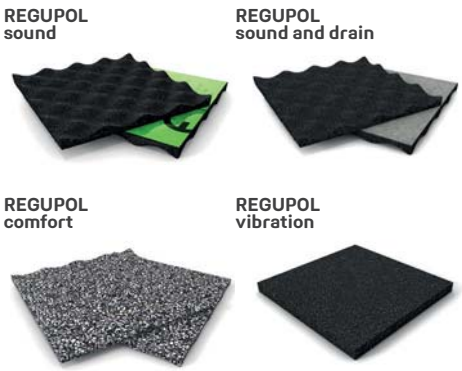
Akustik und Schallschutz zum Anfassen

Darüber hinaus befindet sich im ACC ein miteinander kombinierter Schulungs- und Besprechungsraum und angrenzend an diesen ein Anschauungs- und Ausstellungsbereich. Die dort ausgestellten aktuellen und historischen Messgeräte und Apparaturen bilden eine Begegnungsstätte der ganz besonderen Art, um messtechnisch gewonnene Erkenntnisse miteinander zu diskutieren.

Für weitere Informationen rund um das ACC ist
Dr. rer. nat. Andreas Zell Ansprechpartner unter:
andreas.zell@guh-gruppe.de
Tel. +49 621 502 360.

www.guh-group.com

CRADLE TO CRADLE CERTIFIED®
PRODUKTE DER ACOUSTICS DIVISION



Cradle to Cradle Certified ist eine eingetragene Marke des Cradle to Cradle Product Innovation Institute (C2CPII).

REGUPOL

Schöck Tronsole®: Systemlösung für effektive Trittschalldämmung auf höchstem Schallschutzniveau

Effektiver Trittschallschutz schützt die Gesundheit, er ist jedoch auch Voraussetzung, privatrechtliche und bauaufsichtliche Anforderungen an den Schallschutz einzuhalten. Im Treppenhaus sorgt Schöck Tronsole® für Ruhe. Das Komplettsystem für Ortbeton- und Fertigteil-Bauweise besteht aus perfekt aufeinander abgestimmten Varianten des Trittschalldämmelements. Diese gewährleisten einen schallbrückenfreien Einbau und Trittschalldämmung auf höchstem Niveau. Bauaufsichtliche Zulassungen und die nach DIN 7396 geprüften akustischen Werte geben Planern Sicherheit bei der Umsetzung ihrer Projekte.

Beim Trittschallschutz gilt es nicht nur die Mindestanforderungen, sondern auch die allgemein anerkannten Regeln der Technik und der Wunsch des Bauherrn einzuhalten. Die bauaufsichtlichen Anforderungen an den Trittschallschutz von Treppen, Balkonen und Laubengängen regelt die DIN 4109-01. Selbst bei Einverständnis des Bauherrn dürfen diese nicht unterschritten werden. Privatrechtliche Anforderungen sind höhere Anforderungen, die dem Bauherrn geschuldet sind. Bei Wohneigentum ist davon auszugehen, dass privatrechtlich als allgemein anerkannte Regeln der Technik mindestens ein erhöhter Schallschutz nach dem bisherigen Beiblatt 2 der DIN 4109 (L'n,w ≤ 46 dB) eingehalten werden muss.

Bild 1 Effektiver Trittschallschutz und schallbrückenfreier Einbau mit Schöck Tronsole®: Die perfekt aufeinander abgestimmten Varianten ergeben als System geplant eine blaue Linie.

Anforderungen an den Trittschallschutz

Voraussetzung für einen effektiven Trittschallschutz ist ein durchgängiges System von Trittschalldämmelementen. Elastomerlager, die die Fuge nicht komplett verschließen, können kleinste Schallbrücken verursachen und dazu führen, dass selbst die Mindestanforderungen der DIN 4109-1 von (L'n,w ≤ 53 dB) nicht eingehalten werden. Mit Schöck Tronsole® wird die Qualitätsschallschutzstufe III der VDI 4100 bei Treppen zum Standard. Bei bestimmten Produkttypen wird sogar die DEGA-Klasse A erreicht.

Sicherheit mit der blauen Linie

Perfekt aufeinander abgestimmt sorgen die verschiedenen Varianten der Tronsole® für einen effektiven Trittschallschutz über alle Gewerke hinweg – und das bei geraden wie auch gewendelten Treppen. Als System eingeplant und eingebaut, ergibt Schöck Tronsole® eine blaue Linie, die die Treppe umlaufend umschließt. Sie ist das Qualitätsmerkmal für einen sehr guten Schallschutz und schallbrückenfreien Einbau. Die ausgereiften, bewährten Produkte mit akustischen Nachweisen nach DIN 7396 und notwendigen statischen Nachweisen, wie die bauaufsichtlichen Zulassungen von Tronsole® Typ P, Typ Q, Typ T und Typ F, garantieren eine hohe Planungssicherheit.

Zuverlässige Trittschall-Kennwerte

Für verlässliche Trittschall-Kennwerte wurden die Produkte von Schöck nach DIN 7396 mit bauüblichen Treppen-Geometrien und Zusatzlasten sowie exakt definierten, realitätsnahen Rahmenbedingungen geprüft. Beim rechnerischen Schallschutznachweis wie auch bei Schallmessungen im Gebäude gibt Schöck den Planern auch bei hohen Anforderungen Sicherheit: Mit dem Nachweis nach DIN 4109-2 können für Schöck Tronsole® die erhöhten Anforderungen nach DIN 4109-5, die DEGA-Klasse B und die Schallschutzstufe II der VDI 4100 eingehalten werden. In vielen Fällen ist auch die Einhaltung der Anforderungen nach Schallschutzstufe III der VDI 4100 sowie der DEGA-Klasse A möglich.

Hohe Gestaltungsfreiheit, zuverlässiger Schallschutz

Auch gestalterisch lassen sich mit Tronsole® Akzente setzen: So sind mit Tronsole® Typ P filigrane Fertigteilpodeste in Sichtbeton oder umlaufende Luftfugen realisierbar. Mit dem vom DIBt zugelassenen Trittschalldämmelement können Tragfähigkeiten von bis zu 65

Fotos: Schöck Bauteile

Bild 2 Die Kennwerte von Schöck Tronsole® wurden nach DIN 7396 mit bauüblichen Treppen-Geometrien und Auflasten sowie exakt definierten Randbedingungen geprüft.

kN ausgeführt werden. Tronsole® Typ P erfüllt die Anforderungen der Schallschutzstufe III nach VDI 4100 und ist bauaufsichtlich zugelassen.

Produktoptimierung made by Schöck

Neu wurden Tronsole® Typ F und Typ B mit segmentiertem Elastomerlager ausgestattet. Dadurch können die Trittschalldämmelemente für den Anschluss Treppenlauf an Treppenpodest (Typ F) beziehungsweise Bodenplatte (Typ B) vollständig ohne Trenn- und Reinigungsmittel und damit umweltfreundlicher produziert werden. Für Tronsole® Typ F mit segmentiertem Elastomerlager liegt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vor. Schöck ist damit laut Unternehmensangaben der einzige Hersteller, der eine Zulassung für trittschallgedämmte Konsolanschlüsse besitzt, die insbesondere für Produkte mit punktuellen Lagern erforderlich ist. Dadurch sind bereits die Tragfähigkeiten der verschiedenen Konsol-Geometrien nachgewiesen, so dass eine Konsolbemessung nicht mehr selbst geführt werden muss. Die Zulassung verschafft Tragwerksplanern Sicherheit und erleichtert eine einfache und schnelle Planung.

www.schoeck.com/de/tronsole

Falle für den Schall: Schwarze Löcher für gute Trittschalldämmung

Forscher der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) haben ein neues System zur Trittschalldämmung bei Holzfußböden entwickelt. Die innovativen Bodenelemente aus Massivholzplatten verfügen über sogenannte akustische schwarze Löcher, die Vibrationen wie Schall aufnehmen und ausschwingen lassen. Bereits schallvermindernde Wirkung erzielten diese seit Langem in Autos und Flugzeugen.

Die Experten haben nach einer spezifischen mathematischen Funktion eine linsenförmige Vertiefung in das Material gefräst, in die alle Schallwellen in diesen Bereich hineinlaufen. Dabei verstärken sich die Amplituden immer weiter, während die Wellenlänge der Schwingungen abnimmt. „Könnte man die Platten im Bereich dieser Vertiefungen unendlich dünn machen, dann würden sich die Schallwellen tatsächlich von alleine in diesen ‚schwarzen Löchern' totlaufen, es käme also nichts mehr aus der Linse", so Empa-Bauakustiker Stefan Schoenwald.

Zwei produzierte Platten – einmal mit, einmal ohne akustische schwarze Löcher – haben die Experten einer Schwingungsanalyse unterzogen. Bei dieser Messung wird Schall über das ganze relevante Schallspektrum als Vibration in den Testkörper geleitet. Ein Laser misst die Vibration der Test-Platten rasterförmig an mehreren Stellen. Mit den Messwerten kann dann berechnet werden, wie sich die Vibration durch die Platte bewegt und ob die ausgefrästen Dellen den Schall auch wirklich „einfangen" und in Form von Wärme verpuffen lassen.

Die Messwerte der Forscher stimmen bei einer Abweichung von nur ca. 5 % sehr gut mit der Modellrechnung überein. „Aktuell sind wir an den Trittschallmessungen, die wir nach internationalen Normvorgaben durchführen. Im nächsten Schritt müssen die Brandschutz- und Statik-Eigenschaften bestätigt werden", verdeutlicht Schoenwald abschließend.

www.empa.ch

ANZEIGE

LIGNATUR®

Alles in einem Element:

- Statik - tragend
- Feuerwiderstand 90 min
- Ästhetik
- Ökologie
- Schallschutz
- Raumakustik
- Wärmeschutz
- Top-Beratung

Interessiert?
Kontaktieren Sie unser Beratungsteam:
+41 71 353 04 10
beratung@lignatur.ch

lignatur.ch

Innovative Oberflächen und kreative Akustiklösungen von Richter akustik & design

Richter akustik & design konzentriert sich auf die Entwicklung und Herstellung innovativer Oberflächen und Holzwerkstoffe für die Bereiche Akustik, Design und Brandschutz. Durch den Ideenaustausch mit Planern und Architekten entstehen Oberflächen mit einer Mikroperforation für Holzwerkstoffe. – Das Unternehmen beliefert Kunden weltweit aus vielen Branchen wie Innenausbauer und Möbelhersteller, Holzwerkstoffhandel, Messe- und Ladenbauer.

Auf internationalen Messen und Meetings tauschen die Mitarbeiter von Richter akustik & design mit Planern, Architekten sowie Designern Ideen aus und diskutieren neue Anwendungen für Akustikelemente und Oberflächen. Dabei schauen sie über den Tellerrand und übertragen Innovationen aus anderen Branchen auf eigene Produktlinien. So entstand beispielsweise die Mikroperforation für Holzwerkstoffe, eine Stanztechnologie, die in der Blechbearbeitung schon lange zum Einsatz kommt. Acoustic-Lightboard® war geboren und prägt seitdem die Branche entscheidend – mit Richter akustik & design als Vorreiter.

Erfolgreiche Markteinführung von LightBeton®

Ähnlich verlief der Prozess bei der Oberfläche LightBeton®. Architekten äußerten dem Hersteller gegenüber den Wunsch, Innenräume mit authentischem Beton zu gestalten. Der hat sich in der Baubranche umgesehen, LightBeton® entwickelt und erfolgreich am Markt eingeführt.

Mit der Einzigartigkeit der Oberflächentechnologien des Herstellers hat er viele Kunden aus den unterschiedlichsten Branchen gewinnen können. Architekten, Objekteinrichter, Laden- und Messebauer arbeiten mit Design- und Akustikoberflächen von Richter akustik & design. Sie setzen damit spannende Akzente in allen Bereichen wie Ladenbau, Shop-Systeme, Messebau, Ausstellungen, Bars, Hotels, Restaurants, öffentlichen Gebäuden sowie Wohnbereiche.

Völlig neue Produktlinien

Die innovativen Oberflächen des Herstellers werden ständig weiterentwickelt. Daraus entstehen häufig völlig neue Produktlinien wie LightBeton® und die Acoustic-Buffles. Das Unternehmen bietet nicht einfach nur Materialien, sondern Lösungen mit einzigartigem Mehrwert.

Innovation schließen für den Hersteller Nachhaltigkeit und einen schonenden Umgang mit Ressourcen als zentrale Themen ein. Die Trägerplatte des Acoustic-Lightboard® z. B. besteht aus einer Papierwabe, die komplett aus recyceltem Zellstoff hergestellt wird.

Bild 2 Acoustic-Lightboard®-Elemente sind mit verschiedenen Perforationen lieferbar.

(© 2022 Foto Pius Amrein, Schweiz)

Bild 1 Acoustic-Baffles in einem Forum eines schweizer Unternehmens.

(Fotos: Richter akustik & design)

Bild 3 LightBeton als Wandverkleidung in einem Restaurant.

Besonders ressourcenschonend ist die natürliche Steinoberfläche StoneVeneer mit ihrer nur wenige Zehntelmillimeter dicken Echtsteinschicht.

Neuestes Produkt: Acoustic-RibPanel

Acoustic-RibPanels bestehen aus Holzwerkstoff-Lamellen, die individuell mit unterschiedlichen Oberflächen hergestellt und mit entsprechendem Abstand auf einem Akustik-Filzträger befestigt werden. Diese gebrauchsfertigen Elemente können simpel montiert oder bei Bedarf einfach weiterverarbeitet werden. Acoustic-RibPanels können als Akzent, aber auch mit endlosem Charakter ohne visuelle Übergange montiert werden.

Im Werk des Hersteller im niedersächsischen Melle/St. Annen fertigen 45 Mitarbeiter auf modernsten Maschinen die Oberflächenwerkstoffe der Zukunft. Der Ausstoß liegt zurzeit monatlich bei ca. 9.000 m², die Kapazitäten können aber jederzeit auf 12.000 m² erhöht werden.

Besonders stolz ist man auf seine eigene Entwicklungsabteilung mit eigenem Labor, denn hier entsteht das, was den Hersteller und seine Produkte ausmacht: einzigartige Oberflächen für anspruchsvolle Kunden weiterzuentwickeln.

www.richter-akustik-design.de

ANZEIGE

BTF Flüstermatte unterstützt harmonisches Miteinander

(Foto: Andrew Alberts)

Die 8 mm dünne Trittschalldämm-Matte, BTF Flüstermatte, mit extrem hoher Trittschallminderung und zusätzlicher Wärmedämmung liegt unter dem Estrich.

Bei 101 neuen Parteien in einem gigantischen, neuen Wohnblock will auch der Lärmschutz wohl durchdacht sein. Das sahen auch die Planer des mehrfach preisgekrönten Berliner Wohnbauprojektes „Neues Wohnen an der Briesestraße“ so und setzten auf die BTF Flüstermatte.

Nach gut drei Jahren Bauzeit konnten die ersten Mieter ihre neuen Wohnungen im Berliner Stadtteil Neukölln beziehen. Teil des Gebäudekomplexes sind 77 Wohnungen mit ein bis vier Zimmern, 17 Atelierwohnungen im EG sowie sieben etwa 300 m² große Gemeinschaftswohnungen. Die Planer der kommunalen Wohnbau-Gesellschaft „Stadt und Land“ betonten dabei, dass man hier ganz unterschiedlichen Menschen ein Zuhause habe geben wollen.

Sämtliche Appartements sind barrierefrei über Aufzüge erreichbar und über sogenannte Laubengänge erschlossen. Aufenthaltsqualität schafft auch ein gemeinsamer, begrünter Innenhof, der als soziales Zentrum fungiert und die Bewohner zusammenbringen soll.

Wo unterschiedliche Menschen zueinanderkommen, sind häufig Konflikte vorprogrammiert. Damit zumindest der Lärmschutz möglichst wenig Potenzial für Nachbarschaftsstreits bietet, bauten „Stadt und Land“ sowie die Planer des Schweizer Architekturbüros EM2N auf die BTF FLÜSTERMATTE – und das buchstäblich, denn die 8 mm dünne Trittschalldämm-Matte mit extrem hoher Trittschallminderung und zusätzlicher Wärmedämmung liegt unter dem Estrich. Obwohl die btf-Flüstermatte spürbar leicht, flexibel und weich ist, garantiert sie den neuen Mietern in Neukölln künftig eine maximale Trittschallminderung von mindestens 28 dB.

So trägt auch btf aktiv seinen Teil dazu bei, dass die neuen Bewohner des Berliner Vorzeigeprojektes harmonisch unter einem gemeinsamen Dach leben können und die Idee der Planer aufgeht.

www.btf-innovationen.de/fluestermatte

Multifunktionales Schallschutzglas für Fassaden und Trennwände

„Stratophone“ von AGC Glass Europe verbessert den Raumkomfort durch den Schutz vor Lärmbelastung (Rw bis zu 53 dB) in Wohn- und Objektbauten, bietet gleichzeitig eine zeitgemäße Wärmedämmung (bis zu 0,5 W(m2 K)), erfüllt wichtige Sicherheitsfunktionen und ist mit zusätzlichen Beschichtungen, beispielsweise zum Schutz vor sommerlicher Überhitzung kombinierbar.

Stratophone wird als Isolierglas in Fenstern und Fassaden ebenso eingesetzt wie als Verbundsicherheitsglas in Trennwänden, Raumteilern oder Türen in Innenräumen. Diese profitieren von der Möglichkeit filigraner Aufbauten und maximaler Tageslichttransmission.

Einen effektiven Schutz vor Lärmbelastungen erzielen Schallschutzgläser durch unterschiedliche Faktoren: Dazu kann die Erhöhung der Masse des Glases ebenso gehören wie vergrößerte Scheibenzwischenräume, asymmetrische Aufbauten, spezielle Schallschutz-Sicherheitsfolien und die Kombination dieser Möglichkeiten. Zeitgemäße Schallschutzgläser decken so ein breites Spektrum von Schalldämmeigenschaften in definierbaren Frequenzbereichen ab. Ihr Verbundsicherheitsglas besitzt die gleiche Ästhetik wie normale Verglasungen, schützt aber darüber hinaus vor Verletzungen, Stürzen, Einbrüchen, Vandalismus und Lärm. Das beruht auf einer oder mehreren, zwischen den Scheiben befindlichen transparenten Folien aus Polyvinylbutyral (PVB). Der Grad des Schallschutzes und der Sicherheit ist gezielt konfigurierbar. Je besser die Schalldämmung des Glases, desto mehr akustischer Komfort für die Gebäudenutzer. Neben dem Standardprodukt „Stratophone Clearlite“ (mid-Iron Floatglas) ist auch die hochtransparente Variante „Stratophone Clearvision“ (low-Iron Floatglas) verfügbar. Sie weist auch bei sehr dicken Aufbauten ein neutrales Aussehen und höchste Tageslichttransmission auf. In Kombination mit einer oder mehreren „Clearsight“-Beschichtungen können zudem die Reflexionen auf ein Minimum reduziert werden, so dass das Glas nahezu unsichtbar ist.

Bild 1 Das Schallschutzglas „Stratophone“ von AGC Glass Europe schützt als Isolierglas oder auch in Trennwänden vor Lärmbelastungen.

Schallschutzgläser verbinden auch Ästhetik und Funktion. Schallschutz-Wandsysteme sorgen für eine angenehme Raumakustik und tragen zur Lichtsteuerung für optimale Arbeitsbedingungen bei. Open-Space-Flächen werden somit funktional gegliedert. Alle Stratophone-Produkte sind mit dem „Cradle to Cradle Silber“-Zertifikat für ihre Nachhaltigkeit ausgezeichnet. Mit dem Einsatz von Stratophone verbessern Architekten und Planer die Einstufung ihrer Gebäude in Umweltzertifizierungen nach DGNB, LEED, BREEAM etc.

www.agc-yourglass.com

(Fotos: AGC Glass Europe)

Bild 2 Die Marke Stratophone führt das „Cradle to Cradle Silber“-Zertifikat Nachhaltigkeit. Mit dem Einsatz können Architekten und Planer die Nachhaltigkeit ihrer Gebäude nachweisen.

JAI-R: PohlCons Schallschutzelement der Extraklasse

Bei der Nachrüstung von Aufzügen mit Rucksackaufhängung in Bestandsbauten müssen spezielle Anforderungen erfüllt werden. Hier beweist die moderne Aufzugsisolierung JAI-R der PohlCon-Marke JORDAHL ihre Stärke.

Bei vielen Bestandsbauten muss nachgerüstet, modernisiert oder saniert werden, um den aktuellen Richtlinien, Verordnungen und Normen zu entsprechen. Dabei kann es sich um verschiedenste Maßnahmen handeln, die den Wohnkomfort und den Wert der Immobilie erhöhen. Ein Beispiel dafür ist das nachträgliche Einbauen von Aufzügen in ein bestehendes Gebäude. Hier spielt insbesondere die Erfüllung hoher Schallschutzanforderungen eine immer größere Rolle. In diesem Zusammenhang sind die drei Aufzugsisolierungstypen JAI-A, JAI-R und JAI-L der PohlCon-Marke JORDAHL Produkte der ersten Wahl.

Bild 1 Das Bauelement JAI-A der PohlCon-Marke JORDAHL ist TÜV zertifiziert.

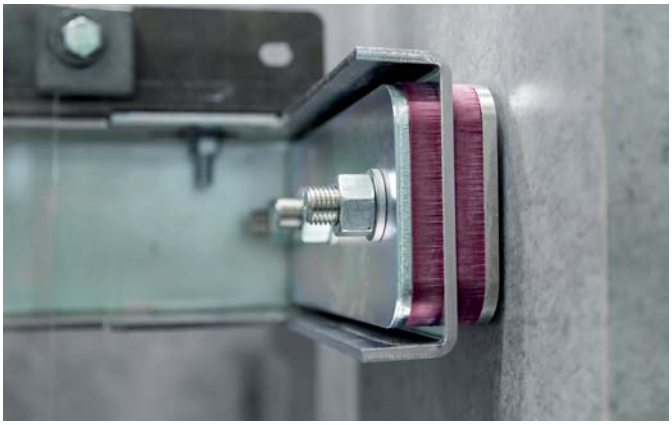
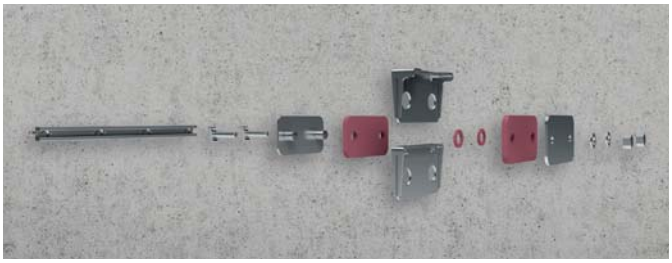


Bild 2 Es sorgt bei den meisten zentralgeführten Aufzugsanlagen für eine zuverlässige akustische Entkopplung.



(Foto: PohlCon)

Bild 3 Das Bauteil in seinen einzelnen Komponenten.

Das TÜV-zertifizierte Bauelement JAI-A sorgt bei den meisten zentralgeführten Aufzugsanlagen für eine zuverlässige akustische Entkopplung. Es reduziert den eingeleiteten Körperschall am Übergang zwischen Aufzugsführungsschiene und Schachtwand um bis zu 26 dB. Ausgehend vom Basismodell JAI-A wurde der Produkttyp JAI-R entwickelt und speziell auf die Schallschutzanforderungen von Aufzügen zugeschnitten, die aufgrund eines geringen Platzangebots eine Rucksackaufhängung benötigen.

Auf die Balance kommt es an

Aufzugsanlagen mit Rucksackaufhängung bringen gegenüber anderen Konstruktionen entscheidende Vorteile mit sich: Weil die Aufzugsführung an nur einer Seite verläuft, lassen sich bis zu drei Zugänge an drei verschiedenen Schachtseiten realisieren. Diese Konstruktionen mit parallel laufenden Führungsschienen sind wesentlich platzsparender und flexibler einsetzbar als die zentralgeführten Modelle. Aus diesen Vorteilen entstehen jedoch auch Nachteile: Das ganze Gewicht der Kabine lastet auf dieser einen Seite und den damit verbundenen Bauteilen, wie z. B. Schallschutzelementen.

Die Herausforderung für die Produktentwickler von PohlCon bestand also darin, eine Aufzugsisolierung zu konstruieren, die hohen statischen Belastungen standhalten kann und im selben Maße einen zuverlässigen Schallschutz bietet. Das Ergebnis dieser Aufgabe ist u. a. die Aufzugsisolierung JAI-R, die eine optimale Balance zwischen tragenden und dämmenden Eigenschaften erreicht. Damit wird sie, laut Herstellerangaben einzigartig auf dem deutschen Markt, allen Anforderungen an ein innovatives Schallschutzelement für Aufzüge mit Rucksackaufhängung gerecht.

www.pohlcon.com

WOLF® Bavaria
SCHALLDÄMMUNG FLÄCHENHEIZUNG TROCKENESTRICH
PhoneStar
DÜNNE UND EFFEKTIVE SCHALLDÄMMPLATTEN
Zur einfachen schalltechnischen Ertüchtigung von Bauteilen
+ Dämmen Luft- und Trittschall
+ Aus ökologischen Grundmaterialien Holz und Sand hergestellt
+ Als Trockenestrich geeignet
+ Für Boden, Wand und Decke
SAND HOLZ
PHONESTAR SCHALLI
Nicht-lastabtragende Schallentkopplung
Weitere Produkte zur Schalldämmung sowie Trockene Systemlösungen für Ihre Bausituation finden Sie auf unserer website.
Kontaktieren Sie uns: www.wolf-bavaria.com/ihr-ansprechpartner/
Wir dämmen Schall.
Wolf Bavaria GmbH
Gutenbergstraße 8 · 91560 Heilsbronn
Tel.: +49 (0) 9872 953 98 0 · Fax: +49 (0) 9872 953 98 - 11
Email: info@wolf-bavaria.com
www.wolf-bavaria.com

Cemex Deutschland ist neues Mitglied bei solid UNIT

Berlin – solid UNIT, das Innovationsnetzwerk für klimagerechtes Bauen, hat ein neues Fördermitglied gewonnen: die Cemex Deutschland AG.

„Wir freuen uns sehr, zukünftig einen Partner an unserer Seite zu wissen, der sich ambitionierte Ziele zur CO_2- Reduktion gesetzt hat und zum klimaneutralen Bauen einen wichtigen Beitrag leisten will“, betonte Thomas Zawalski, GF von solid UNIT Deutschland, bei seinem Auftaktbesuch im Gespräch mit dem Cemex Vorstandsvorsitzenden Rüdiger Kuhn und Alexandra Decker, Cemex Vorstand Corporate Affairs.

(Foto: Solid-unit)

v. l. n. r.: Rüdiger Kuhn, Vorstandsvorsitzender von Cemex Deutschland; Thomas Zawalski, GF von solid UNIT Deutschland; Alexandra Decker, Vorstand Corporate Affairs von Cemex Deutschland.

„Europaweit zeichnet sich eine Tendenz ab, die Klimafreundlichkeit von Bauwerken nach deren CO_2-Bilanz über den gesamten Lebenszyklus zu bewerten. Technologieoffenheit ist hierbei essenziell. Alle Bauweisen und Baustoffe haben ihre Berechtigung, solange sie klimafreundlich sind. solid UNIT leistet hier einen wichtigen Beitrag: Das Netzwerk bringt alle relevanten Akteure der Wertschöpfungskette zusammen und vermittelt Wissen über die Zukunftspotenziale des Massivbaus“, unterstrich Rüdiger Kuhn.

Weitere Informationen zu solid UNIT und den Klimaschutzpotentialen des innovativen Massivbaus unter
www.solid-unit.de
www.cemex.de

Hugo Hens

Building Physics – Heat, Air and Moisture

Fundamentals, Engineering Methods, Material Properties. With Exercises.

- **combines theory with typical building engineering practice**
- **equally suitable as a textbook and for practitioners**
- **with solved problems and examples**
- **author with international recognition**

This book deals with heat air and moisture transport in building structures and whole buildings with a focus on applications in planning practice for energy-saving and sustainable buildings. It has been completely revised and expanded for the new edition.

ORDER
+49 (0)30 470 31-236
marketing@ernst-und-sohn.de
www.ernst-und-sohn.de/en/3422

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

4. edition · 9/2023 · approx. 384 pages · approx. 31 figures · approx. 18 tables

Softcover
ISBN 978-3-433-03422-4 approx. **€ 69***

eBundle (Print + ePDF)
ISBN 978-3-433-03429-3 approx. **€ 99***

Available for pre-order.

* All book prices inclusive VAT.

Anbieterverzeichnis
Produkte & Dienstleistungen

Blower-Door-Test

Ingenieurbüro für Gebäude-Messtechnik n50

Helleböhnweg 48
34134 Kassel
Tel: 0561-32583
E-Mail: info@n50.de
Internet: www.n50.de

Schallschutz

ZIEGLER SCHALLSCHUTZ

Ziegler Schallschutz GmbH
A-5110 Oberndorf bei Salzburg
Tel. +43/6272/22000
www.ziegler-schallschutz.at
Produktion | Vertrieb | Montage
Innovative, zertifizierte, nachhaltige Raumkustik-Systeme

Schwingungs-isolierung

CALENBERG

Calenberg Ingenieure GmbH
Am Knübel 2–4
31020 Salzhemmendorf
Tel.: +49 5153 9400-0
Fax: +49 5153 9400-49
E-Mail:
schwingung@calenberg-ingenieure.de

HBT-ISOL passion for silence

HBT-ISOL AG
Im Stetterfeld 3 · CH-5608 Stetten
Tel. +41 56 648 41 11
info@hbt-isol.com · www.hbt-isol.com
Lösungen gegen Körperschall und Erschütterungen

KRAIBURG PURASYS
vibrafoam | vibradyn

KRAIBURG PuraSys GmbH & Co. KG
Porschestraße 1 • 49356 Diepholz
Tel. +49 (0) 54 41 59 54 - 0
info@kraiburg-purasys.com
www.purasys.com
Lösungen aus PUR

getzner engineering a quiet future

Getzner Werkstoffe GmbH
Am Borsigturm 11
D-13507 Berlin
Tel. (030) 405034-00
Fax (030) 405034-35
E-Mail: info.berlin@getzner.com
Internet: www.getzner.com
Sylomer®/Sylodyn®/Sylodamp®:
PUR-Werkstoffe zur Schwingungsisolierung

Software

Sommer Informatik

Sommer Informatik GmbH
Sepp-Heindl-Straße 5
D-83026 Rosenheim
Tel.: 0049 8031 2488 1
Fax: 0049 8031 2488 2
E-Mail: info@sommer-informatik.de
Internet: www.sommer-informatik.de

ZUB Systems

ZUB Systems GmbH
Bettenhäuser Str. 4
34123 Kassel
Tel: 0561 / 57 990 110
Fax: 0561 / 57 990 120
E-Mail: info@zub-systems.de
www.zub-systems.de

IT-Lösungen für Planung und Bilanzierung von Gebäuden

Wärmedämmung

Ravago BUILDING SOLUTIONS

Ravago Building Solutions GmbH
Value Park Y51
06258 Schkopau
Telefon +49 (0)2151 3852008
E-Mail info.de.rbs@ravago.com
Internet-Adresse
www.ravagobuildingsolutions.com/de

18.

Auslobung 2024
durch den Verlag Ernst & Sohn

Ernst & Sohn
Ingenieurbaupreis

Der Verlag zeichnet seit 1988 alle zwei Jahre herausragende Ingenieurleistungen im Konstruktiven Ingenieurbau aus. Mit der Auslobung zum Ernst & Sohn Ingenieurbaupreis 2024 geschieht dies bereits zum 18. Mal, um das Wirken von Bauingenieuren und ihr Engagement für Baukultur ins öffentliche Bewusstsein zu rücken.

Teilnahmebedingungen

- Die Ingenieurleistung muss innerhalb Deutschlands, Österreichs oder der Schweiz erbracht worden sein. Der Standort des zu prämierenden Bauwerks ist regional nicht eingeschränkt und kann sich weltweit befinden. Zugelassen sind auch Bauprojekte, die von ausländischen Ingenieuren in Deutschland gebaut wurden.
- Das Bauwerk muss zwischen 1. September 2021 und 31. August 2023 fertiggestellt worden sein (Datum der Bauabnahme).
- Berechtigt zur Einreichung sind Bauingenieure, die für den Entwurf und/oder die Ausführung maßgeblich verantwortlich waren.

Bewertungskriterien

- Die gesamte Baumaßnahme wird nach funktionalen, technischen, wirtschaftlichen und gestalterischen Gesichtspunkten bewertet, wobei eine besondere Ingenieurleistung erkennbar sein muss. Zur Bewertung der eingereichten Objekte werden folgende Kriterien herangezogen:
- Konstruktion
- Innovation
- Interdisziplinarität
- Ästhetik
- Nachhaltigkeit

Jury

Die Jury für die Auslobung 2024 begutachtet in einer ersten Sitzung im November 2023 alle Einreichungen und nominiert maximal fünf Projekte für eine Shortlist. In einer zweiten Sitzung im Januar 2024 wählt die Jury aus diesen nominierten Projekten den Preisträger und mögliche Auszeichnungen. Die Mitglieder der Jury sind:

- Dr. Hetty Bigelow (Stahlbau Zentrum Schweiz, Zürich)
- Martin Grassl (Ingenieurbüro GRASSL, Hamburg)
- Bartlomiej Halaczek (Knight Architects, London)
- Dr. Bernhard Hauke (Ernst & Sohn, Berlin)
- Prof. Harald Kloft (Technische Universität Braunschweig)
- Wolfgang Schmidt (Hochtief Infrastructure, Essen)
- Dr. Susanne Urban (Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein, Berlin)
- Christina Maria Zimmermann (Verband Beratender Ingenieure, Düsseldorf)

Nehmen Sie teil und nutzen Sie die Gelegenheit, auf eine herausragende Leistung im Konstruktiven Ingenieurbau aufmerksam zu machen.

Über den Preisträger und weitere ausgezeichnete Projekte wird ausführlich in allen Fachzeitschriften des Verlags Ernst & Sohn berichtet. Mit unseren nationalen und internationalen Zeitschriften werden mehr als 30.000 fachkundige Leser über die eingereichten Projekte, die beteiligten Ingenieurbüros und ausführenden Baufirmen informiert.

Der Ernst & Sohn Ingenieurbaupreis wird an ein Projektteam für das ausgezeichnete Bauwerk vergeben. Die Gewinner erhalten eine repräsentative Plakette. Darüber hinaus dokumentiert und publiziert der Verlag alle Wettbewerbsbeiträge in seinen Print- und Online-Angeboten.

Bekanntgabe der Preisträger

Die Bekanntgabe der Preisträger und Auszeichnungen erfolgt im Februar 2024 in den Zeitschriften und digitalen Kanälen von Ernst & Sohn.

Einsendeschluss

Die Unterlagen sind in digitaler Form einzureichen über die Ingenieurbaupreis-Website **www.ingenieurbaupreis.de/einreichung** bis Freitag, den **29. September 2023**. Spätere Einreichungen können nicht berücksichtigt werden.

Ansprechpartner für Fragen:
Dr.-Ing. Dirk Jesse
Tel. +49 30 47031275
ingenieurbaupreis@ernst-und-sohn.de

Weitere Informationen sowie die aktuellen Wettbewerbsunterlagen zum Download finden Sie unter:
www.ingenieurbaupreis.de

Auslober

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

Medienpartner

Bautechnik

nbau
NACHHALTIG BAUEN

bauingenieur24

DOI: 10.1002/bapi.202300008

Anica Mayer, Roland Göttig, Klaus Sedlbauer

Bewertung der Klimaanpassung von Gebäuden mittels der Klimaperformanz

Der Klimawandel und seine Folgen machen die Einsparung von Energie und CO_2-Ausstoß beim Betrieb von Gebäuden dringend erforderlich. Eine klimaangepasste Bauweise anstelle energieintensiver Klimatechnik zur Anpassung des Innenraumklimas ist ein wichtiger Beitrag. Um die Klimaanpassung von Gebäuden zu quantifizieren und zu bewerten, wurde eine neue Größe, die Klimaperformanz, entwickelt. Sie ermöglicht eine einfache Einschätzung und Bewertung der Klimaanpassung eines geplanten Gebäudes. Die Anwendung der Methode wird anhand einer Fallstudie gezeigt. Somit können Planer im Entwurf klimaangepasster Bauten zukünftig unterstützt werden, einen Beitrag zur Reduktion der CO_2-Emissionen zu leisten als auch Behaglichkeitsansprüchen gerecht zu werden. Der Ansatz ermöglicht zudem eine Identifikation der relevanten Stellschrauben im klimaangepassten Entwurf.

Stichworte Baukultur; Bürogebäude; klimagerechtes Bauen; Komfort; nachhaltiges Bauen

Evaluation of the climate adaptation of buildings using the climate performance

Climate change and its consequences make the saving of energy and CO_2 emissions in the operation of buildings urgently necessary. A climate-adapted construction method instead of energy-intensive air-conditioning technology to adapt the indoor climate is an important contribution. In order to quantify and evaluate the climate adaptation of buildings, a new parameter, the climate performance indicator, has been developed. It enables a simple assessment and evaluation of the climate adaptation of a planned building. The application of the method is demonstrated by means of a case study. In this way, planners can be supported in the design of climate-adapted buildings in the future to make a contribution to the reduction of CO_2 emissions as well as to meet comfort requirements. The approach also enables the identification of relevant parameters in climate-adapted design.

Keywords building culture; Climate Culture Building; office buildings; climate-adapted building; comfort; sustainable building

1 Einleitung

Ob Einfamilienhaussiedlungen oder die Skylines großer Städte: Neubauten sind heute optisch schwer zu unterscheiden. Weltweit und so auch in Deutschland ähneln sich die Bauten immer mehr. Durch neue Technologien und die Globalisierung im Bauwesen hat sich ein einheitlicher Architekturstil verbreitet. Die Gebäude im sogenannten „International Style“ lassen dabei meist klimatische Anforderungen unberücksichtigt. Dank aufwendiger technischer Gebäudeausrüstung soll ein angenehmes Innenraumklima garantiert werden, unabhängig vom Außenklima. Wirkt jedoch z. B. vorrangig die Klimaanlage anstatt der Bausubstanz mit ihren Speichermassen den hohen Außenlufttemperaturen entgegen, führt dies zu einem erhöhten Energiebedarf.

Der Klimawandel und seine Folgen fordern hingegen eine Einsparung von Energie und CO_2-Ausstoß beim Betrieb von Gebäuden. Gleiches gilt im Hinblick auf die eingesetzten Ressourcen. Bereits heute lassen sich zahlreiche Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels beobachten und für manche typischen Baustoffe entstehen Beschaffungsprobleme. Gletscher schmelzen, der Meeresspiegel steigt mit wachsender Geschwindigkeit und Extremwetterereignisse nehmen zu. Mit Voranschreiten des Klimawandels verschärfen sich die negativen Auswirkungen. Millionen von Menschen droht Wassermangel, Küstenorte müssen umgesiedelt werden, Tier- und Pflanzenarten sterben aus und Ernteausfälle führen zu Armut und Hungersnot [1, 2, 3]. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) [4] schätzt 250000 zusätzliche Todesfälle pro Jahr aufgrund des Klimawandels zwischen 2030 und 2050. Der globale CO_2-Ausstoß muss auf ein Minimum reduziert werden. Insbesondere der Baubranche kommt dabei eine Schlüsselrolle zu, da 38 % der gesamten globalen energiebedingten CO_2-Emissionen auf die Bauindustrie inklusive der Produktion von Baustoffen sowie auf den Gebäudebetrieb zurückzuführen sind [5].

Strategien zur Reduktion des CO_2-Ausstoßes sind u. a. die Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden und der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien. Zunehmend entsteht ein Diskurs über den angemessenen Einsatz technischer Systeme zur Erreichung eines CO_2-neutralen Gebäudebestands. Um sich einem energetisch nachhaltigen Gebäudebestand anzunähern, werden nicht intelligente Gebäude, sondern vorrangig passive Maßnahmen als Lösung angesehen [6]. Ein passives Design ist das Grundkonzept des klimaangepassten Bauens. Durch vorrangig bauliche Maßnahmen soll das Gebäude an das lokale Außenklima angepasst werden, um ein angenehmes Innenraumklima zu ermöglichen. Das klimaangepasste Bauen ermöglicht so im Idealfall eine Reduktion des Energiebedarfs und eine Steigerung der Behaglichkeit der Nutzer. Wie *Mayer* und *Jürgens* [7] am Beispiel eines Bürogebäudes zeigen konnten, weisen klimaangepasste Gebäude zudem einen geringeren Anteil an grauer Energie auf. Die Relevanz der grauen Energie bei der energetischen Bewertung im Planungsprozess wird laut dem Bund Deutscher Architekten [6] steigen.

2 Klimaangepasstes Bauen – Stand des Wissens

Eine Untersuchung des Standes des Wissens zeigt, dass Planern im klimaangepassten Bauen bereits unterschiedliche Unterstützungsmöglichkeiten in Form von Planungs- und Optimierungstools zur Verfügung stehen. Um Designentscheidungen zu erleichtern, werden in zugehörigen Tools die Klimadaten digital ausgewertet. Mehrfach erfolgt die Auswertung auf Basis des bioklimatischen oder psychrometrischen Diagramms nach *Olgyay* und *Olgyay* [8] oder nach *Givoni* [9–12]. Anschließend werden Strategien beispielsweise auf Basis des psychrometrischen Diagramms formuliert, wie Bild 1 zeigt.

Neben der Ermittlung der Designstrategien können Gebäudeoptimierungsverfahren auf Basis von Simulationsprogrammen zusätzliche Erkenntnisse liefern. Mithilfe von Algorithmen erfolgt damit eine Optimierung unterschiedlicher Designvariablen hinsichtlich festgelegter Zielgrößen [13, 14]. Zur Abwägung, welche der empfohlenen baulichen Methoden im Sinne eines klimaangepassten Gebäudekonzeptes erfolgversprechend sind, ist eine Bewertung notwendig. Dies geschieht üblicherweise mithilfe von Feldstudien, Umfragen und Interviews oder numerischen Berechnungen und Modellierungen. Insbesondere bei Feldmessungen, Umfragen und Interviews ist es jedoch schwer, auf eine Kausalität zwischen der Leistung des Gebäudes hinsichtlich des Komforts und Energiebedarfs und der Klimaanpassung zu schließen. Inwieweit kommt beispielsweise der vorhandene Komfort durch die Anpassung des Gebäudes an das vorhandene Klima zustande? Insgesamt zeigt sich, dass für das klimaangepasste Bauen eine Quantifizierungs- und Bewertungsmethode fehlt. Wie klimaangepasst ein Gebäude ist, kann nach aktuellem Stand des Wissens nicht bestimmt werden.

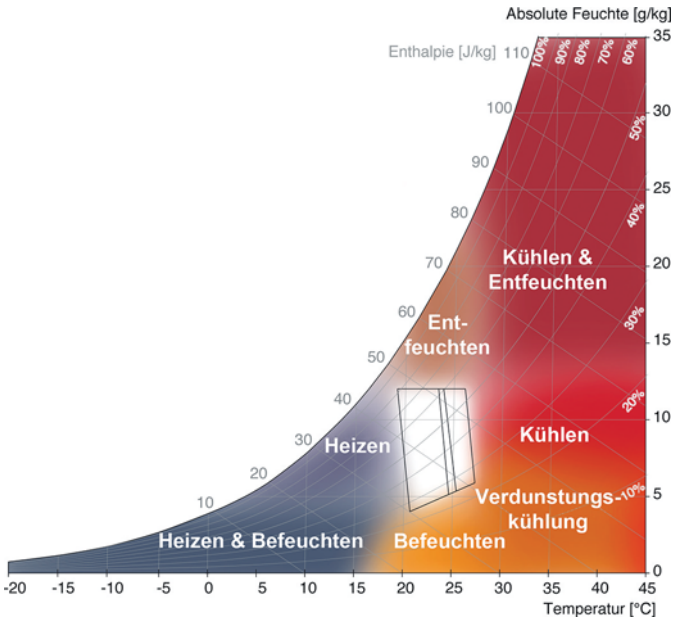


Bild 1 Strategien des klimaangepassten Bauens auf Basis des psychrometrischen Diagramms nach [11]
Strategies of climate-adapted building based on the psychrometric diagram according to [11]

3 Bewertung der Klimaanpassung von Gebäuden: Klimaperformanz

Um relevante Anforderungen für einen Lösungsansatz zu ermitteln, wurde eine empirische Datenanalyse durchgeführt. Dazu wurden zum einen Interviews mit Experten aus der Praxis durchgeführt, die verschiedene Berufsfelder bei der Planung und Realisierung von Gebäuden abdecken. Dabei zeigte sich, dass die Notwendigkeit einer zugehörigen Quantifizierungs- und Bewertungsmethode als hoch eingestuft wird. Die Experten nannten Herausforderungen, Chancen und Strategien für das klimaangepasste Bauen, welche unter Berücksichtigung der Häufigkeit ihrer Nennung in Bild 2 zusammengefasst sind. Zum anderen wurde eine Analyse des Standes des Wissens durchgeführt, wodurch weitere Anforderungen ermittelt wurden.

Auf Basis der Ergebnisse wurde ein Lösungsansatz skizziert. Um die Klimaanpassung von Gebäuden zu quantifizieren und zu bewerten, wurde eine neue Größe, die Klimaperformanz, entwickelt. Diese neue Größe gibt die prozentuale jährliche Zeitdauer an, in der ein Gebäude ohne Heizung, Lüftung und Klimaanlage ein angenehmes Innenraumklima ermöglicht. Als leicht verständliche Größe wird so auch dem Laien eine erste Einschätzung ermöglicht: Eine Klimaperformanz von 80 % zeigt beispielsweise auf, dass ein Gebäude zu 80 % an das lokale Außenklima angepasst ist. Um die Anwendbarkeit zu erleichtern, wurden die entwickelten Berechnungsalgorithmen mithilfe der Software Matlab in ein anwenderfreundliches Tool implementiert. Gl. (1) beschreibt die Berechnung der Klimaperformanz. Sie wird als Zahlenwert in Prozent angegeben.

$$\mathrm{KLP} = \frac{\sum_{i}^{t_n}\left(t_{i,\mathrm{op}=\ \mathrm{komf,\ op.}}\right)}{t_{n,\mathrm{ges}}} \cdot 100 \qquad (1)$$

mit:

KLP = Klimaperformanz in %;

$t_{i,\mathrm{op}} = {}_{\mathrm{komf,\ op}}$ = Nutzungsdauer, in der die vorhandene operative Innenraumtemperatur innerhalb der Komfortgrenzen der operativen Innenraumtemperatur liegt;

$t_{n,\mathrm{ges}}$ = gesamte Nutzungsdauer.

Der dabei festzulegende Komfortbereich der operativen Innenraumtemperaturen ist den Randbedingungen sowie den kulturellen Gegebenheiten anzupassen. Randbedingungen sind z. B. die Belüftungsart des Gebäudes (natürlich/mechanisch) oder das Außenklima. Hängt der gewählte Komfortbereich, wie in Bild 3 dargestellt, von den Außentemperaturen ab, wird dies im Berechnungsalgorithmus berücksichtigt.

Zusätzlich zur Klimaperformanz werden Über- und Untertemperaturgradstunden, wie in Bild 4 dargestellt, berücksichtigt, sodass ersichtlich wird, wie stark das ermittelte vom erwünschten Innenraumklima abweicht.

Im Unterschied zu vielen Bewertungsmethoden des Innenraumklimas werden hier lediglich Zeiträume innerhalb der

Bild 2 Übersicht der Herausforderungen, Chancen und Strategien im klimaangepassten Bauen unter Berücksichtigung der Häufigkeit ihrer Nennung in der Interviewstudie
Overview of the challenges, opportunities and strategies in climate-adapted building, taking into account the frequency with which they were mentioned in the interview study

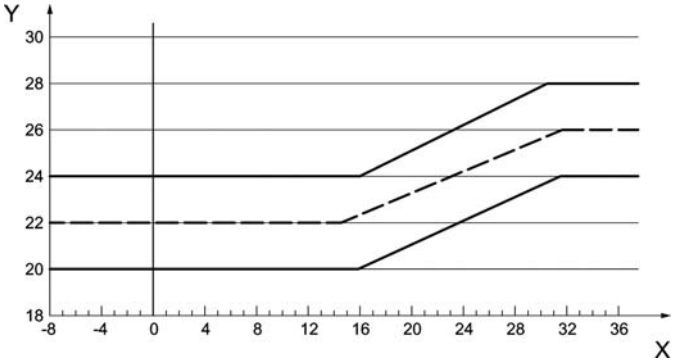


Bild 3 Bereich der empfohlenen operativen Raumtemperaturen mit X = Stundenmittelwert der Außenlufttemperatur in °C und Y = operative Raumtemperatur in °C (nach der zurückgezogenen DIN EN 15251:2012-12 bzw. DIN EN 16798-1:2022-03 [27])
Range of recommended operative room temperatures, with X = hourly mean outdoor air temperature in °C, and Y = operative room temperature in °C (according to the withdrawn DIN EN 15251:2012-12 resp. DIN EN 16798-1:2022-03 [27])

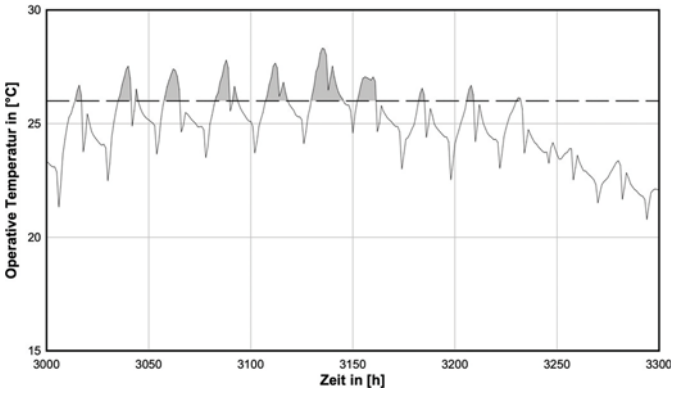


Bild 4 Operative Raumtemperatur in Abhängigkeit von der Zeit; die graue Integralfläche zeigt die Übertemperaturgradstunden über 26 °C im Zeitraum 3000 bis 3300 Stunden eines Jahres
Operative room temperature as a function of time; the grey area shows the excess-temperature degree hours above 26 °C during 3000 to 3300 hours a year

Nutzungsphase betrachtet. Beispielsweise wird für die Berechnung der Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2:2013-02 [15] bei einer Wohnnutzung eine Anwesenheit von 24 Stunden am Tag angenommen, was jedoch nicht immer der Fall ist. Eine Über- bzw. Unterschreitung der Komfortgrenzen des Innenraumklimas außerhalb der Nutzungszeit ist für den Nutzer jedoch irrelevant. Zudem werden passive Klimatisierungsmaßnahmen nicht nachteilig bewertet, welche außerhalb der Nutzungsphase ggf. absichtlich ein unkomfortables Innenraumklima erzeugen, um innerhalb der Nutzungsphase ein angenehmes Klima zu ermöglichen. Das ist beispielsweise bei der Nutzung von Speichermassen in Kombination mit Nachtlüftung der Fall. Die Bewertung der Klimaanpassung erfolgt auf Basis eines Performanz-Ansatzes: Je größer der Wert ist, umso besser ist die Klimaanpassung zu bewerten.

4 Anwendung der Klimaperformanz-Methode anhand eines Fallbeispiels

Die Überprüfung der Methode erfolgte mithilfe der Anwendung in Fallstudien. Nachfolgend wird eine solche Fallstudie am Standort München vorgestellt. Um die Klimaperformanz zu bestimmen, wurden thermisch-energetische Gebäudesimulationen mit der Software IDA ICE 4.8 durchgeführt und an-

schließend erfolgte die Auswertung der ermittelten Daten zur operativen Innenraumtemperatur mithilfe des in Matlab implementierten Berechnungsalgorithmus. Da das Gebäudemodell aus unterschiedlichen Zonen besteht, wurden Werte für Einzelperformanzen repräsentativer Räume berechnet und anschließend gemittelt, damit die gesamte Klimaperformanz des Gebäudes bestimmt werden konnte.

In diesem Anwendungsfall wird ein Bürogebäude am Standort München in Deutschland in der Klimazone Cfb [16] untersucht, wobei zwei Szenarien unterschieden werden: Neben der Bestimmung der Klimaperformanz eines Gebäudes mit einem als „hoch" eingeschätzten Grad an Klimaanpassung (klimaangepasst) wird die Klimaperformanz eines Gebäudes mit einem als „gering" eingeschätzten Grad (nicht-klimaangepasst) dargelegt. Die Konzeption des nicht-klimaangepassten Gebäudemodells (Modell A) basiert auf einer Literaturrecherche zu Bauweisen und typischen Vertretern des Internationalen Stils. Anhand von Handlungsempfehlungen zum klimaangepassten Bauen und Analysen typischer Vertreter klimaangepasster Bauten aus der Literatur wurde das ursprüngliche Modell durch Veränderung der Bauweise an das warm-gemäßigte Klima angepasst (Modell B).

Eine Stahlbetonskelettkonstruktion bildet die Tragstruktur des Modells A. Wie viele Vertreter des Internationalen Stils weist das Gebäude eine Ganzglasfassade, gehalten von Stahlprofilen, mit zusätzlichem EPS-Dämmkern auf. Das Dach wurde als leichtes Stahldach in Trapezblechkonstruktion konzipiert. Die Innenräume sind durch leichte Metallständer- und, je nach Anforderung, durch feuerbeständige Glasinnenwände getrennt. Der Dämmstandard übertrifft mit einem U-Wert von 0,7 $W/m^2 K$ für die Vorhangfassade und mit einem U-Wert von 0,17 $W/m^2 K$ für das Dach die Anforderungen der für den Standort geltenden Gebäudeenergieverordnung [17]. Dieser hohe Dämmstandard wurde zur Überprüfung der Plausibilität mit Systemen aus der Wirtschaft abgeglichen [18]. Ab einer Innenraumlufttemperatur von 25 °C verhindern Außenjalousien den Eintrag direkter Sonneneinstrahlung.

Basierend auf Empfehlungen aus der Literatur [19, 20] und Analysen repräsentativer Beispiele klimaangepasster Architektur [21, 22, 23] kommt das Modell B den Anforderungen der Klimazone insofern nach, dass der Verglasungsanteil im Vergleich zu Modell A reduziert wurde. Der Fensterflächenanteil der Südfassade wird auf ca. 40 % und für alle weiteren Fassaden auf ca. 30 % festgelegt. Aufgrund ausreichender Unterschiede zwischen Tages- und Nachttemperatur werden zudem wärmespeichernde Bauteile mit Nachtlüftung genutzt, um das sommerliche Innenraumklima positiv zu beeinflussen. Die Decke wird als Stahlbeton-Lehm-Verbund nach *Kapfinger* et al. [24] konzipiert. Bei den opaken Fassadenteilen handelt es sich um eine selbsttragende Stampflehmkonstruktion, welche mit einer Zwischendämmung aus 20 cm Holzwolle einen U-Wert von 0,155 $W/m^2 K$ ergibt, was in ähnlicher Form bei der Außenwandkonstruktion des Alnatura Campus [21] realisiert wurde. Die Innenwände sind mit Lehmplatten beplankt. Die Fenster gleichen der Verglasung aus Modell A und der Rahmen der Fenster entspricht dem Passivhausstandard. Die Dachkonstruktion orientiert sich am Gebäude „2226" [22] und soll durch eine 0,25 m dicke Betonkonstruktion vor Überhitzung schützen. Der Wärmedurchgangskoeffizient unterscheidet sich in vernachlässigbarer Größenordnung von dem des Modells A.

Die technische Ausstattung der Gebäude umfasst eine Standardlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, aber ohne Kühlfunktion und eine Gastherme in Kombination mit idealen Heiz- und Kühlelementen. Die Zuluft kann erwärmt werden, jedoch wird das Gebäude nicht über die Lüftungsanlage beheizt. Für Modell B wird im Sommer die passive Funktionsweise der Wärmespeichermassen durch eine Nachtauskühlung über eine Fensterlüftung genutzt. Bild 5 zeigt die Gebäudemodelle.

Form, Grundfläche, Gebäudevolumen und die technische Ausstattung beider Modelle sind identisch. Beide Bürogebäude verfügen über drei Geschosse mit jeweils einer Raumhöhe von 3 m und einer quadratischen Grundfläche von 900 m^2 sowie einem Betonkern für das Treppenhaus. Die Lichtleistung wird in der zugehörigen Simulation mit 8 W/m^2 [25] und das Aktivitätsniveau nach DIN EN ISO 7730 [26] mit 1,2 met bei einem Bekleidungsgrad von 0,85 $\pm$ 0,25 clo über das gesamte Jahr angesetzt.

Für das Gebäude B, dessen Grad an Klimaanpassung höher eingeschätzt wird, ergibt sich eine Klimaperformanz von 61 %. Das Gebäude A mit einer geringer eingeschätzten Klimaanpassung weist eine Klimaperformanz von nur 16 % auf. Der Komfortbereich wurde entsprechend den Randbedingungen nach der DIN EN 16798-1 [27] festgelegt.

Betrachtet man die Einzelperformanzen, fällt auf, dass die Büroräume mit südlicher Ausrichtung im Gebäude B die besten Werte aufweisen, gefolgt von den Büroräumen mit westlicher Ausrichtung. Die Räumlichkeiten mit nördlicher und östlicher Ausrichtung weisen hier die geringsten Performanzen auf. Dies ist auf die positive Wirkung der solaren Gewinne auf das Innenraumklima ohne allzu große Überhitzungen im Sommer

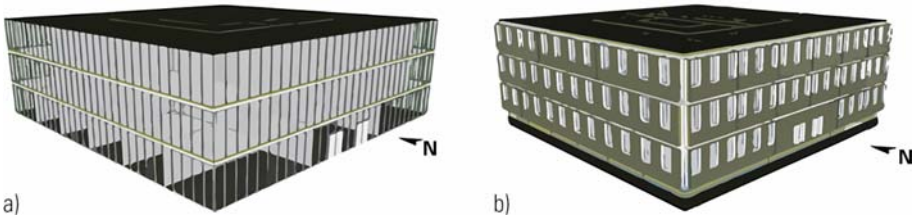


Bild 5 Nicht-klimaangepasstes Gebäudemodell A (a) und klimaangepasstes Gebäudemodell B (b) am Standort München, Deutschland nach [7]
Non-climate-adapted building model A (a) and climate-adapted building model B (b) at Munich/ Germany [7]

Tab. 1 Einzelperformanzen repräsentativer Büroräume am Standort München nach dem Komfortbereich der DIN 16798-1 und dem ASHRAE Standard 55 [27, 28]
Individual performances of representative office spaces at Munich/Germany according to the comfort range of DIN 16798-1 and ASHRAE Standard 55 [27, 28]

Ausrichtung	nicht-klimaangepasstes Gebäude		klimaangepasstes Gebäude	
	DIN EN 16798-1	ASHRAE Standard 55	DIN EN 16798-1	ASHRAE Standard 55
Norden	15 %	31 %	50 %	82 %
Osten	15 %	31 %	66 %	95 %
Süden	18 %	43 %	66 %	95 %
Westen	16 %	36 %	61 %	89 %

zurückzuführen, welche im Süden und Westen am höchsten sind.

Im Gegensatz dazu zeigt die Berechnung der Übertemperaturgradstunden beim nicht-klimaangepassten Gebäude (Modell A), dass diese mit etwa 27.000 Kh fast doppelt so hoch sind wie beim klimaangepassten Gebäude mit etwa 15.000 Kh (Modell B). Interessant ist, dass eine Berechnung der Klimaperformanz auf Basis des Komfortbereichs nach ANSIASHRAE Standard 55-2020 [28] zu deutlich besseren Ergebnissen führt. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass der Komfortbereich nach Ansi/Ashrae Standard 55-2020 [25] insbesondere in den kalten Jahreszeiten einen deutlich größeren Bereich der operativen Innenraumtemperaturen als komfortabel definiert als die DIN EN 16798-1 [27]. In Tabelle 1 sind die berechneten Werte der Einzelperformanzen nach den jeweiligen Standards dargestellt. Es ist anzunehmen, dass durchaus noch mehr Verbesserungspotenzial vorhanden ist, was beispielsweise durch eine weitere Anpassung der Fensterflächenanteile je nach Fassadenorientierung, die Anordnung aktivierbarer Speichermassen im Gebäude oder weitere Maßnahmen erfolgen kann.

5 Fazit

Die Ermittlung der Klimaperformanz wurde an weiteren Beispielen in anderen Klimazonen überprüft und liefert zuverlässig nachvollziehbare Ergebnisse. Abhängig von der gewählten Methode zur Beurteilung des Innenraumklimas entstehen unterschiedliche Klimaperformanzen; daher müssen für Vergleiche immer dieselben Bewertungskriterien (DIN EN 16798-1, ASHRAE 55, etc.) angesetzt werden. Das entwickelte Bewertungswerkzeug kann entsprechend angepasst werden und stellt schon jetzt einen Grundstein dar, um Architekten und Planern eine Möglichkeit zu geben, ihren Entwurf hinsichtlich der Klimaanpassung einschätzen und verbessern zu können.

Somit werden zukünftig Planer im Entwurf klimaangepasster Bauten unterstützt, wodurch sie sowohl einen Beitrag zur Reduktion der CO_2-Emissionen leisten können als auch Behaglichkeitsansprüchen gerecht werden können. Der Ansatz ermöglicht zudem eine Identifikation der relevanten Stellschrauben im klimaangepassten Entwurf. Auch Bestandsgebäude können bewertet werden, um zu ermitteln, welche Teile eines Gebäudes noch nicht ausreichend an das Außenklima und die Bedürfnisse der Nutzer angepasst sind. Beispielsweise kann ermittelt werden, dass die Fenster eine Schwachstelle hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes darstellen und die Klimaperformanz des Gebäudes durch das Anbringen von Außenjalousien verbessert werden kann. Insgesamt liefert die neue Methode einen relevanten Grundstein zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung. Der Ansatz eignet sich bereits heute für eine Implementierung in bestehende Systeme, wie das Bewertungssystem nach DGNB oder für normative Umsetzungen, da klimatische Unterschiede innerhalb Deutschlands oder Europas teilweise unzureichend abgebildet werden.

Folgende weitere Anwendungen und Weiterentwicklungen sind geplant: Neben der Klimaperformanz kann zusätzlich bereits die Klimawandelperformanz bestimmt werden. Durch Ersetzen der Klimadaten durch prognostizierte Daten unterschiedlicher Szenarien kann bereits heute die Robustheit des Gebäudes gegenüber den Einwirkungen des Klimawandels betrachtet werden. Zudem wird in der Übertragung der gesamten Methode auf die Betrachtungsebene von Quartieren ein hohes Potenzial gesehen. Da das klimaangepasste Bauen stark mit dem traditionellen und dem kulturangepassten Bauen zusammenhängt, ist eine ergänzende Bewertung der Kulturanpassung von Gebäuden ebenfalls von Relevanz und wird bereits erforscht.

Literatur

[1] Alley, R. B.; Clark, P. U.; Huybrechts, P. U.; Joughin, I. (2005) *Ice-sheet and sea-level changes.* Science, 310(5747), pp. 456–460. doi:10.1126/science.1114613.

[2] IPCC (2022) *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change – Working Group III Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report (AR6).* Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA [online]. https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf

[3] Rahmstorf, S.; Schellnhuber, H.-J. (2018) *Der Klimawandel.* München: C. H. Beck.

[4] Weltgesundheitsorganisation (WHO) (2018) *COP24 special report: health and climate change.* Genf, Schweiz [online]. https://

www.who.int/publications/i/item/cop24-special-report-health-climate-change

[5] United Nation Environment Programme (2020) *2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector.* United Nations Environment Programme, Nairobi [online]. https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf

[6] Bund Deutscher Architekten (BDA) (2019) *Das Haus der Erde: Positionen für eine klimagerechte Architektur in Stadt und Land.* Berlin: Bund Deutscher Architekten.

[7] Mayer, A.; Jürgens, T. (2021) *Analysis and comparison of passive and climate-unadapted design in terms of resources, energy demands and thermal comfort by means of building simulation and life cycle assessment.* Journal of Physics: Conference Series, 2021, vol. 2069, 1 ed., doi: 10.1088/1742-6596/2069/1/012032 [online]. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85121444742&doi=10.1088%2f1742-6596%2f2069%2f1%2f012032&partnerID=40&md5=dfd5feed784ac0512a68b-b3207ee9ca1

[8] Olgyay, A.; Olgyay, V. (1957) *Solar control & shading devices.* Princeton, NJ: Princeton Univ. Press.

[9] Givoni, B. (1981) *Man, climate and architecture.* London: Applied Science.

[10] La Roche, P.; Liggett, R. (2001) *Very simple design tools: A web based assistant for the design of climate responsive buildings.* Architectural Science Review, 2001, 44(4), pp. 437–448.

[11] Liedl, P. (2013) *Climate-Tool.* Baltimore, USA: Proceedings 2013 ASES National Solar Conference.

[12] Monterde, A. M.; Lozano, G. V.; Guillamón, G. I.; Calvet, H. J. (2016) *Sustainable building strategies on regional scale: Proposal for the Valencian region in Spain.* Indoor and Built Environment 25(7), pp. 1054–1064.

[13] Schmidt, S. (2016) *Entwicklung einer neuen Methode zur thermisch – energetischen und ökonomischen Optimierung von Wohngebäuden* [Dissertation]. Lehrstuhl für Bauphysik, Technische Universität München.

[14] Z. Li, Z.; Genovese, P. V.; Zhao, Y. (2020) *Study on multi-objective optimization-based climate responsive design of residential building.* Algorithms, Article vol. 13, no. 9, Art no. 238, doi: 10.3390/a13090238.

[15] DIN 4108–2:2013-02 (2013) *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.* Berlin: Beuth.

[16] Köppen, W.; Geiger, R. (1939) *Handbuch der Klimatologie in fünf Bänden.* Berlin, Deutschland: Verlag Gebrüder Borntraeger.

[17] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (GEG), 2020.

[18] Schüco Deutschland. *Fassaden* [online]. https://www.schueco.com/de/architekten/produkte/fassaden [Zugriff am:12.02.2021].

[19] Burton, S. (2014) *Sustainable retrofitting of commercial buildings: Cool climates.* Sustainable Retrofitting of Commercial Buildings: Cool Climates. pp. 1–315.

[20] Hausladen, G.; Liedl, P.; Saldanha, M. d. (2012) *Klimagerecht Bauen.* Basel: Birkhäuser, 2012, S. 176.

[21] Auer, T. et al. (2015) *Entwicklung von Strategien zur Implementierung des grauen Energieaufwands in den iterativen integrierten Entwurfsprozess von Gebäuden.* Deutsche Bundesstiftung Umwelt [online]. https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32312-01.pdf

[22] Eberle, D.; Aicher, F.; Eberle, B. (2016) *be 2226.* Basel: Birkhäuser.

[23] Haas, M.; Mayer, L. (2020) *Alnatura Campus – Neubau der Alnatura Arbeitswelt.* Mauerwerk 24(3), S. 172–180.

[24] Kapfinger, O.; Sauer, M.; Rauch, M. (2015) *Gebaute Erde.* München: Detail - Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co.KG.

[25] Grynning, S.; Time, B.; Matusiak, B. (2014) *Solar shading control strategies in cold climates – Heating, cooling demand and daylight availability in office spaces.* Solar Energy, vol. 107, pp. 182–194, doi: https://doi.org/10.1016/j.solener.2014.06.007

[26] DIN EN ISO 7730:2006-05 (2006) *Ergonomie der thermischen Umgebung: Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:2005).* Berlin: Beuth.

[27] DIN EN 16798–1:2022-03 (2022) *Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik - Modul M1-6.* Berlin: Beuth.

[28] ANSI/ASHRAE Standard 55–2020 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.

Autor:innen
Dr.-Ing. Anica Mayer (Korrespondenzautor:in)
anica.mayer@tum.de
Technische Universität München
Lehrstuhl für Bauphysik
Arcisstr. 21
80333 München

Dr.-Ing. Roland Göttig
goettig@tum.de
Technische Universität München
Lehrstuhl für Bauphysik
Arcisstr. 21
80333 München

Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer
sedlbauer@tum.de
Technische Universität München
Lehrstuhl für Bauphysik
Arcisstr. 21
80333 München

Zitieren Sie diesen Beitrag
Mayer, A.; Göttig, R.; Sedlbauer, K. (2023) *Bewertung der Klimaanpassung von Gebäuden mittels der Klimaperformanz.* Bauphysik.
https://doi.org/10.1002/bapi.202300008

bauingenieur24

JOBS · KARRIERE · WISSEN

Das Jobportal im Bauingenieurwesen

Ein Stellenmarkt mit relevanten Beiträgen, spannenden Interviews und Diskussionen im Forum – All das bietet bauingenieur24.

bauingenieur24.de

QR-Code scannen und Newsletter einrichten

News – Seminare – Interviews

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

nbau
NACHHALTIG BAUEN

Die neue Zeitschrift **nbau**. *Nachhaltig Bauen* bringt die Silos des sektoralen Denkens zum Tanzen. Denn für den Bausektor heißt Nachhaltigkeit ökologisch, sozial und ökonomisch ganzheitlich Planen, Bauen und Betreiben.

- **Das Themenspektrum reicht von Stadt- und Raumplanung, Architektur und den Ingenieurdisziplinen bis hin zu Herstellung, Bauausführung und Facility Management mit all den unterschiedlichen Akteur:innen.**
- **Übergreifende Informationen aus Wissenschaft und angewandter Forschung, Best-Practice-Beispiele, neue Produkte, Methoden und Bewertungsverfahren sowie Anforderungen aus Politik und Verwaltung.**
- **Einzigartiges Netzwerk mit vielfältigem Beirat, Unterstützung durch zahlreiche Verbände, Kammern und Initiativen und Stimmen von Innovationstreibern.**

Klimaschutz, Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschutz erfordern die Transformation des Bausektors mit Lebenszyklusdenken, Digitalisierung oder CO_2-Reduktion. Die **nbau** ist dafür die ganzheitliche Wissensbasis.

NEUE ZEITSCHRIFT

6 Ausgaben/Jahr
2. Jahrgang (2023)
Jahresabonnement

Print
ISSN 2750-8382
Online
www.nbau.org

ANGEBOTSPREIS
Online + Print
€ 139*

BESTELLEN
+49 (0)6123 92 38 288
nbau@vuservice.de

www.nbau.org

* Alle Preise exklusive MwSt., inklusive Versandkosten. €-Preis gültig bis 31. Dezember 2023

DOI: 10.1002/bapi.202300012

Peter Brandstätt, Jens Rohlfing, Agostino Troll

Akustische Metamaterialien für die Anwendung als Schalldämpfer

Der Beitrag berichtet über akustische Metamaterialien (AMM) und deren Anwendung in der Kanalakustik als Schalldämpfer. AMM stehen auch in diesem Kontext im Fokus aufgrund ihrer vielversprechenden Eigenschaften. In der Literatur finden sich theoretische Betrachtungen und einige Demonstratoren, aber aufgrund der oft schwierigen Fertigung wenig praktische Umsetzungen. Durch die Zunahme additiver und anderer Fertigungstechniken lassen sich mittlerweile einige, vor allem kleinformatige Resonatorstrukturen herstellen, die aber nicht den in raumluft- und prozesslufttechnischen Anlagen wichtigen Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 500 Hz adressieren können. Daher wurden im Projekt „MetaVib" Varianten untersucht und entwickelt, die sich auf diesen Frequenzbereich fokussieren. Die Ergebnisse zeigen ihre Wirksamkeit und Umsetzbarkeit gleichermaßen.

Stichworte FEM; Innovation; Kanalakustik; Metamaterial; Raumlufttechnik; Resonatoren; Schalldämpfer; Prozesslufttechnik; Wellenleiter

Acoustic metamaterials for the application as silencer
The article reports about acoustic metamaterials AMM and their application in duct acoustics as silencers. AMMs are also in focus in this context due to their promising properties. There are theoretical considerations and some demonstrators in the literature, but few practical implementations due to the often-difficult production. Due to the increase in additive and other manufacturing techniques, it is now possible to produce some resonator structures, especially small ones, but these cannot address the frequency range between 100 Hz and 500 Hz, which is important in ventilation and air-conditioning systems. Therefore, variants were developed and investigated in the project "MetaVib" that focus on this frequency range. The results validate their effectiveness and feasibility.

Keywords duct acoustics; FEM; innovation; metamaterial; process air handling; resonators; silencers; ventilation; waveguides

1 Stand der Technik und Wissenschaft

1.1 Recherche zu akustischen Metamaterialien

Als Vorgänger der akustischen Metamaterialien (AMM) gelten die sogenannten Sonic Crystals in Anlehnung an kristalline Strukturen, die aber künstlich hergestellte periodische Strukturen sind, welche die Ausbreitung akustischer Wellen in Fluiden gezielt mittels Bragg-Reflexion beeinflussen [1]. Der Begriff Metamaterial bezeichnet dagegen eine künstlich hergestellte Struktur, deren Eigenschaften von den in der Natur üblichen abweichen, wie z. B. Strukturen mit negativer Brechung [2]. Die Abgrenzung zwischen einem akustischen Metamaterial und einem Sonic Crystal ist definitionsgemäß nicht zwingend eindeutig und wird in Fachveröffentlichungen nicht immer einheitlich verwendet. Dies fällt insbesondere dadurch auf, dass der Begriff „akustisches Metamaterial" im Zusammenhang mit beliebigen Resonator- basierten Strukturen genannt wird.

Ein prominentes Beispiel, das als „Metamaterial-Schalldämpfer" bezeichnet wird, ist die in Bild 1 dargestellt Struktur. Dieser additiv gefertigte Ring stellt einen λ/2-Resonator dar, mit λ [m] der Wellenlänge, und wurde am MIT [3] entwickelt und patentiert [4]. Der Ring wird in einen runden Kanal eingesetzt, wodurch sich der Querschnitt verringert. Die einlaufende Schallwelle teilt sich auf in einen Teil, der durch den freien Querschnitt läuft und ein weiterer Teil, der durch den Resonator läuft. Dieses Prinzip ist bekannt als Herschel-Quincke-Röhre [5]. Auch wenn die Umsetzung für bestimmte Zwecke sinnvoll sein kann, scheint die Bezeichnung als Metamaterial für diesen einzelnen Resonator unpassend.

Der Schalldämpfer in Bild 2a basiert auf einem Array von unterschiedlich abgestimmten λ/4-Resonatoren und umfasst einen Wirkbereich von ca. 700 Hz bis 2500 Hz [6]. Weil die einzelnen Resonatoren jedoch sehr klein sind, besitzen sie keine große Wirkung hinsichtlich der erreichbaren Pegelminderung. Durch die Verwendung von vielen Resonatoren kann man diesem Effekt entgegenwirken und darüber hinaus Dämpfungsverläufe gezielt erzeugen. Nach dem gleichen Prinzip werden auch Schalldämpfer mit Helmholtz-Resonatoren aufgebaut, häufig mit gleich abgestimmten Resonatoren. Neben der Integration vieler Resonatoren wurden auch Veröffentlichungen zur Nutzung der

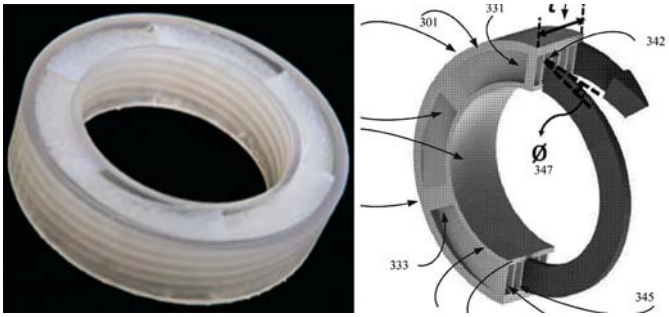


Bild 1 Als Metamaterial bezeichneter additiv gefertigter λ/2-Resonator; a) Foto [3], b) Zeichnung [4]
An additive-manufactured λ/2-resonator labeled as metamaterial; a) photo [3], b) drawing [4]

Bild 2 a) Rohrschalldämpfer mit einem Array von λ/4-Resonatoren [6] und b) periodische Anordnung von Expansionskammer-Schalldämpfern [8]
a) Tubular silencer with an array of λ/4-resonators [6] and b) periodic arrangement of expansion chamber silencers [8]

Bragg-Streuung durch periodische Anordnung von Schalldämpfern identifiziert [7]. Seitdem gibt es zahlreiche Veröffentlichungen zur Ausbreitung von Schall in periodischen Wellenleitern, die das Phänomen aber meist nur theoretisch behandeln. Im speziellen Anwendungsfall eines tieffrequent wirksamen Schalldämpfers wird in [8] eine experimentelle Untersuchung veröffentlicht. Bild 2b zeigt den dabei verwendeten Versuchsaufbau.

Aufgrund des absehbaren Fertigungsaufwands für derartige Strukturen sind im Bereich der Schalldämpfer bisher keine industriellen oder großserientauglichen Anwendungen akustischer Metamaterialien bekannt. Eine Ausnahme bildet die labyrinthartige Struktur in Bild 3, bestehend aus vielen unterschiedlich abgestimmten λ/4-Resonatoren [9]. Dabei handelt es sich um die rückseitige Abdeckung eines Lautsprecher-Chassis der Firma KEF. Die λ/4-Resonatoren sind im Gegensatz zu Schalldämpfern nicht seriell, sondern parallel angeordnet. Dadurch wirken alle Resonatoren auf einen Punkt. In diesem Beispiel dienen die Resonatoren dazu, das rückseitige Stehwellenfeld zwischen Hochtöner und Lautsprecherabschluss zu minimieren, wodurch der Frequenzgang des Hochtöners entzerrt und ein möglichst linearer Frequenzgang erzeugt wird.

1.2 Bauformen und Wirkprinzipien von Schalldämpfern

Schalldämpfer haben die Aufgabe, den sich über Kanäle und Öffnungen ausbreitenden Luftschall zu mindern, ohne dabei die Fortleitung strömender Medien wesentlich zu behindern. Man unterscheidet nach den Wirkprinzipien zwischen Absorptionsschalldämpfern und reaktiven Schalldämpfern, sowie nach Bauform zwischen Kulissen- und Rohrschalldämpfer (Bild 4). Beide Wirkprinzipien können in beiden Bauformen auftreten, auch Kombinationen sind möglich.

Absorptionsschalldämpfer besitzen poröse oder faserige Auskleidungen, an denen die Schallwellen im Spalt streifend vorbeilaufen und die Schallenergie teilweise dissipieren. Typischerweise besitzen Absorptionsschalldämpfer einen Dämpfungsverlauf, der eine ansteigende Flanke bei tiefen Frequenzen, ein Plateau im Bereich des Dämpfungsmaximums und eine abfallende Flanke bei hohen Frequenzen aufweist. Als reaktive Schalldämpfer bezeichnet man alle Arten von Schalldämpfern, deren Wirkung durch Resonanz oder Reflexion entsteht mit lediglich geringem dissipativen Anteil. Reflexionsschalldämpfer erzeugen durch Änderungen des Kanalquerschnitts oder Verzweigung in Kanalabschnitte mit verschiedenen Längen einfache oder mehrfache Schallreflexionen, wodurch die Schallwelle im Kanal zurückreflektiert und so deren Weiterleitung reduziert wird. Resonatorschalldämpfer bestehen aus passiven oder aktiven Resonatoren, die im Bereich ihrer Resonanzfrequenz auf das anliegende Kanalschallfeld rückwirken und somit den Schalldruck mindern (Bild 5). Resonatorschalldämpfer werden vorwiegend für die Bedämpfung tiefer Frequenzen eingesetzt.

Bild 6 zeigt die exemplarischen Dämpfungsverläufe von Absorptions- und Resonatorschalldämpfern im Vergleich zum Bereich des Schalldruckpegels (SPL) typischer technischer Schallquellen wie z. B. Ventilatoren.

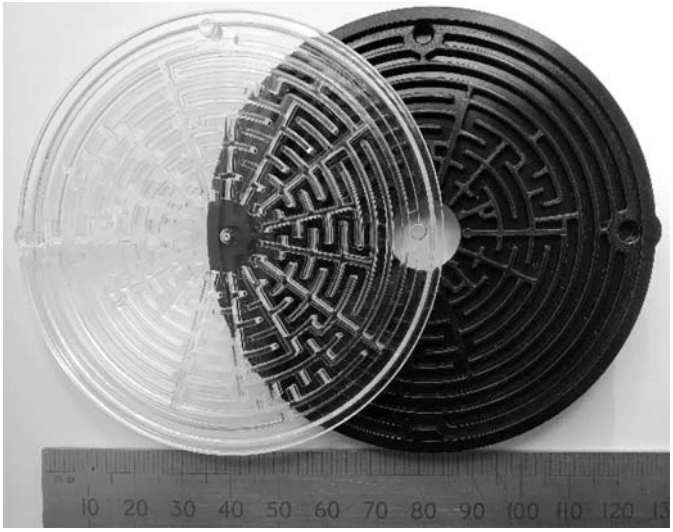


Bild 3 Platte mit integriertem Labyrinth aus λ/4-Resonatoren [9]
Plate with integrated labyrinth of λ/4-resonators [9]

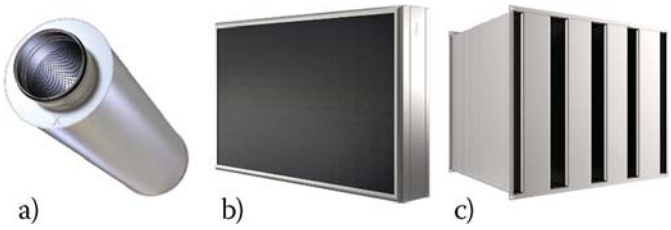


Bild 4 a) Rohrschalldämpfer [10], b) Kulisse [11], c) Kulissenschalldämpfer [12], jeweils gefüllt mit porösem Absorbermaterial
a) Tubular silencer [10], b) splitter [11], c) splitter-type silencer [12], each filled with porous absorber material

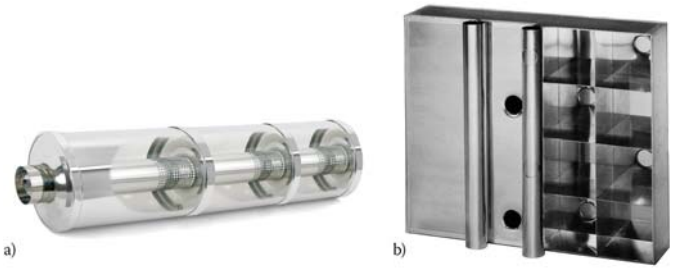


Bild 5 Beispiele von Resonator-Schalldämpfern; a) Mehrkammer-Tieftonschalldämpfer (Kutzner + Weber [13], IBP-Patent [14]), b) Membranabsorber (Schako in Ref. [15])
Examples of resonator silencers. a) multi-chamber low tone silencer (Kutzner + Weber [13], IBP patent [14]); b) Membrane absorber (Schako in Ref. [15])

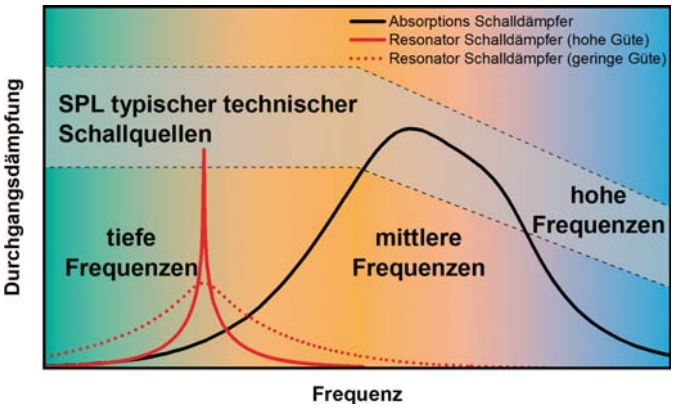


Bild 6 Typische Dämpfungsverläufe von porösen Schalldämpfern (schwarze Kurve) und Resonator-Schalldämpfern mit unterschiedlicher Resonator-Güte (rote Kurven) im Vergleich zum Bereich der Schalldruckpegel typischer technischer Schallquellen (graue Fläche)
Typical attenuation characteristics of porous silencers (black curve) and resonator silencers with different resonator sharpness (red curves) in comparison to the range of sound pressure levels of typical technical sound sources (gray area)

2 Prinzipien akustischer Metamaterialien

2.1 Akustische Einheitszelle

Die akustische Einheitszelle wird von einem einzelnen akustischen Resonator gebildet. Aus der Literatur bekannte und für den praktischen Einsatz verfügbare Resonatorkonzepte, die auf dem Feder-Masse-Prinzip basieren, sind z. B. Helmholtz-Resonator (HR) und Membranabsorber (MA) [15] sowie der auf dem Interferenzprinzip basierende λ/4-Resonator und λ/2-Resonator. Mit Fokus auf Fertigbarkeit und Verhältnismäßigkeit bzgl. des Aufwandes konzentrierten sich die Untersuchungen im Projekt auf den Helmholtz-Resonator und den λ/4-Resonator. Aus den verfügbaren Berechnungsverfahren wurde ein analytischer Ansatz, auf Basis von konzentrierten Elementen in Kombination mit der Transfer-Matrix-Methode (TMM) [5], und ein numerischer Ansatz auf Basis der Finite-Elemente-Methode (FEM) für die rechnerische Auslegung verwendet. Ziel dabei war es durch den experimentellen und numerischen Abgleich möglichst genaue und einfach handhabbare analytische Berechnungsmethoden abzuleiten. Die Zielgröße für die Anwendung der Resonatoren als Schalldämpfer in Kanälen ist die nach Gl. (1) definierte Durchgangsdämpfung (bzw. Durchgangsdämpfungsmaß D_t oder engl. Transmission Loss TL). Sie beschreibt die Differenz des Schalleistungspegels L_{Wi}, der auf das Prüfobjekt auftrifft, und des Schallleistungspegels L_{Wt}, der durch das Prüfobjekt hindurchgelassen wird. Die Durchgangsdämpfung ist frequenzabhängig und beschreibt die Performance eines Schalldämpfers als dessen Vermögen den Schallpegel im Kanal zu vermindern.

$$TL = D_t = L_{Wi} - L_{wt} \tag{1}$$

Typischerweise werden die akustischen Eigenschaften in der eindimensionalen stationären Kanalakustik mit der TMM berechnet. Die mathematische Formulierung findet elementweise für jedes Subsystem, wie z. B. ein Schalldämpfer oder ein Kanalstück, statt. Mit diesen Transfermatrizen T können die charakteristischen Impedanzen $Y = \frac{p}{v \cdot S}$, mit p [Pa] dem Schalldruck, v [m/s] der Schallschnelle und S [m^2] der Kanalquerschnittsfläche auf der Eingangsseite (Y_E) und auf der Ausgangsseite (Y_A) eines Kanalabschnitts miteinander verknüpft und daraus z. B. die Dämpfung berechnet werden [5].

2.2 Akustischer Zellverbund in periodischer Anordnung

Die rechnerische Modellierung des periodischen Verbundes, der durch Anordnung mehrerer Resonatoren mit konstanten Abständen entsteht, kann mit der TMM und der FEM sowohl finit als auch infinit erfolgen. Bei der Modellierung finiter periodischer Verbünde müssen die Gesamtmodelle aufgebaut werden, welche die Eigenschaften für die jeweilige konkrete Anzahl der Elemente angeben. Um Speicher und Rechenzeit zu sparen, kann eine Modellierung des periodischen Verbundes im infiniten Fall sinnvoll sein. Als Ergebnis erhält man die sogenannte Bandstruktur, welche das Verhalten der Einheitszelle im Unendlichen angibt. Die dabei auftretende Bragg-Reflexion ist eine phasengleiche Mehrfachreflexion, wodurch ein Stehwellenfeld erzeugt wird und kein Energietransport stattfindet. Die Bragg-Reflexion wird durch die periodische Anordnung von Streukörpern, hier Resonatoren, mit einem Abstand (Gitterkonstante) von einer halben Wellenlänge der Zielfrequenz erzeugt. Bild 7 zeigt eine experimentelle Validierung mit einer periodischen Resonator-Anordnung aus sieben λ/4-Resonatoren, die auf eine Resonanzfrequenz von

Bild 7 Versuchsaufbau zur Validierung des periodischen Einheitszellenverbundes mit sieben λ/4-Resonatoren
Experimental setup for the validation of the periodic unit cell cluster with seven λ/4-resonators

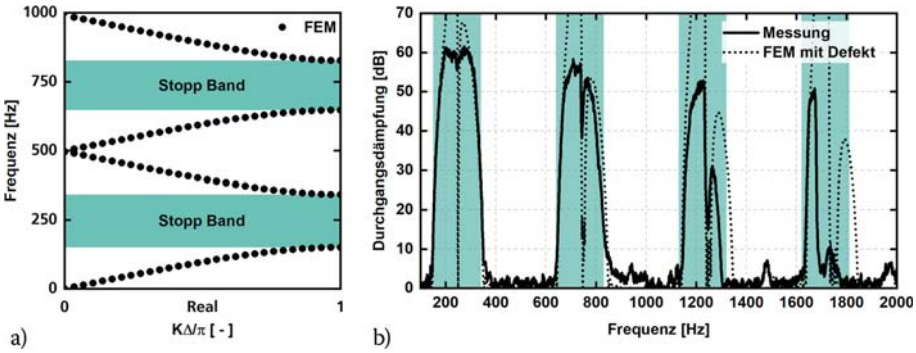


Bild 8 a) Berechnete Bandstruktur des infiniten Falls einer Einheitszelle aus dem Versuchsaufbau in Bild 7; b) gemessene und berechnete Durchgangsdämpfung des finiten Versuchsaufbaus im Vergleich zur den berechneten Stoppbändern
a) Predicted band structure of the infinite case of a unit cell from the setup acc. to Figure 7; b) measured and predicted transmission loss for the finite setup compared to the computed stop bands

250 Hz ausgelegt und im Bragg-Abstand angeordnet wurden, sodass die Resonanzfrequenz und die Bragg-Frequenz zusammenfallen. Dadurch wird die maximale Bandbreite erreicht, welche durch die Periodizität breiter ist als die Summe der einzelnen Resonatoren.

Bild 8 zeigt links den Realteil der zugehörigen Bandstruktur mit den zugehörigen Stoppbändern über der normierten Bloch-Wellenzahl KΔ/π. Die Stoppbänder stellen die maximal erreichbare Dämpfungsbreite der Schalldämpferanordnung aus Bild 7 dar. Im rechten Diagramm sind die gemessene und die berechneten Durchgangsdämpfungen sowie die Stoppbänder dargestellt. Die Übereinstimmung ist bei tiefen Frequenzen ausreichend gut. Bei hohen Frequenzen wird der relative Fehler der Abstände im Vergleich zur Wellenlänge so groß, dass die Wirkung einbricht. Dies zeigt, dass für praktische Anwendungen das Verhältnis von Abmessungen und Wellenlängen entscheidend sind.

2.3 Akustischer Zellverbund in aperiodischer Anordnung

Periodische Anordnungen wirken nur schmalbandig bei ausgewählten Frequenzen. Für Dämpfungen in einem größeren Frequenzbereich werden Array-Anordnungen von Resonatoren mit unterschiedlicher Resonanzfrequenz benötigt. Die Anordnung ist in diesem Fall aperiodisch (siehe Bild 9), sodass die Anordnung und der Abstand der Resonatoren untereinander einen erheblichen Einfluss auf das resultierende Dämpfungsspektrum haben.

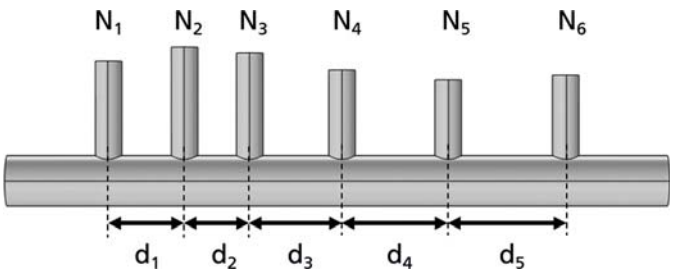


Bild 9 Aperiodische Resonatoranordnung mit unterschiedlich abgestimmten akustischen Resonatoren
Aperiodic resonator arrangement with differently tuned acoustic resonators

Bild 10 zeigt die berechneten Durchgangsdämpfungen zweier unterschiedlicher Anordnungen mit identischen Resonatoren. Die schwarze Kurve gibt die Durchgangsdämpfung der optimalen Anordnung nach [16] wieder, welche eine breitbandige Dämpfung zwischen 250 Hz und 350 Hz ohne Einbrüche aufweist. Die rote Kurve stellt die Durchgangsdämpfung einer alternativen, zufälligen, Anordnung der gleichen Resonatoren dar. Dabei kommt es zu Einbrüchen im Dämpfungsverlauf, wodurch diese Anordnung für eine praktische Anwendung ungeeignet ist. Das Ziel bei aperiodischer Anordnung mit unterschiedlich abgestimmten Resonatoren ist es derartige Einbrüche im Dämpfungsverlauf zu vermeiden.

Im Rahmen einer Parameterstudie [17] konnte eine einfache händisch handhabbare Designregel nach Gl. (2) für den optimalen Abstand d_{opt} von zwei Resonatoren, mit den Wellenlängen $\lambda_{R,1/2}$ der gewählten Resonanzfrequenzen, abgeleitet werden, die bereits zu guten Ergebnissen führt.

$$d_{opt} = \frac{2n-1}{4} \underbrace{\frac{(\lambda_{R,1} + \lambda_{R,2})}{2}}_{\lambda_{1,2}} \text{ mit } n \in \mathbb{N}_+ \tag{2}$$

Die optimale Auslegung mehrerer Resonatoren ist kompliziert und wird deshalb oft algorithmisch gelöst. Weil das

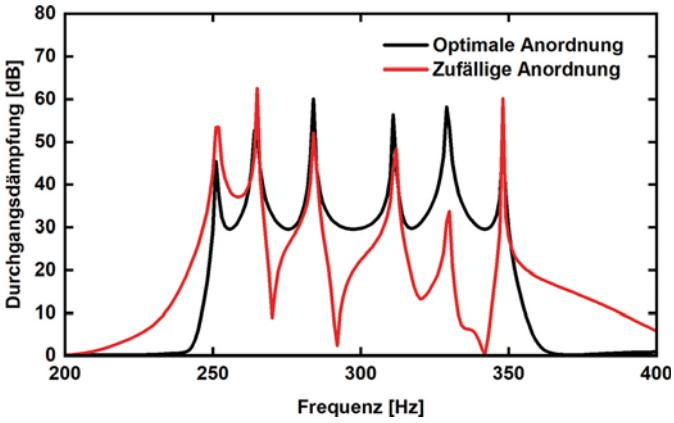


Bild 10 Optimale und nachteilige Dämpfung für zwei verschiedene Anordnungen gleicher Resonatoren
Optimal and disadvantageous attenuation for two different arrangements of equal resonators

Problem viele lokale Extremstellen besitzt, werden überwiegend evolutionäre oder statistische Optimierungsmethoden eingesetzt. Mit handelsüblichen PCs können aufgrund der vorhandenen Speicher- und Rechenkapazitäten Anordnungen mit ca. 6 Resonatoren ausgelegt werden. In Bild 11 ist die gestellte Anforderung (Zieldämpfung) als schwarze durchgezogene Linie dargestellt. Die grauen Linien zeigen die berechneten Varianten, von denen die durchgezogenen die vorab definierte Anforderung nicht erfüllen und die gestrichelte hingegen die Lösung darstellt.

3 Fertigung von Prototypen

In diesem Abschnitt werden unterschiedliche Ansätze für die Umsetzung von akustischen Metamaterialien in Verbindung mit fertigungstechnischen Ansätzen vorgestellt, die im Projekt untersucht, umgesetzt und messtechnisch charakterisiert wurden. Dabei kamen Konzepte für Rohr- und für Kulissen-Schalldämpfer zum Einsatz. Die größte Herausforderung bei der industriellen Umsetzung von Metamaterial-Schalldämpfern ist die günstige und automatisierte Herstellung von ausreichend dichten Resonatorkammern, die nur dann ihre optimale Wirkung entfalten. Der Fokus bei der Entwicklung von AMM-Konzepten lag daher auf der Möglichkeit akustische dichte Hohlräume möglichst einfach herzustellen.

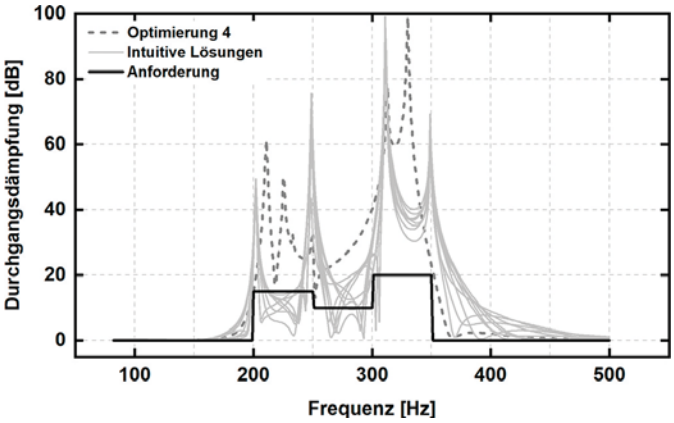


Bild 11 Mit dem Algorithmus berechnete Durchgangsdämpfungen (grau) im Vergleich zur Anforderung (schwarz)
Calculated transmission loss using the algorithm (gray) compared to the requirement (black)

3.1 Rohrschalldämpfer

Im Projekt wurden unterschiedliche geometrische Ansätze zur Herstellung von λ/4- und Helmholtz-Resonatoren verfolgt, die sich als Prototypen beispielsweise mit einem 3D-Drucker realisieren lassen. Bild 12 zeigt dafür eine Variante für den λ/4-Resonator. Die messtechnische Untersuchung ergab, dass beide Resonatorarten die prognostizierte Wirkung zeigen. Weiter verfolgt wurde jedoch nur das Konzept des λ/4-Resonators, weil die Herstellung einfacher und die Effektivität aufgrund harmonischer Anteile höher ist als beim Helmholtz-Resonator. Die grundlegende Idee des Konzeptes „Ringresonator" besteht darin, die Resonatorkammer in zwei Halbschalen aufzuteilen, die einfach im Spritzgussverfahren herstellbar sind. Anschließend lassen sich die die beiden Halbschalen verkleben und erreichen so eine ausreichende Dichtigkeit.

Bei dem in Bild 12 dargestellten Ringresonator sind die Trennwand auf eine Halbschale und die Hohlkammer auf die andere Halbschale aufgeteilt. Wie Bild 13 zeigt, kann dadurch die Resonanzfrequenz des Resonators durch gegenseitiges Verdrehen der Halbschalen in einem Frequenzbereich von ca. 200 Hz bis 600 Hz eingestellt werden.

Anhand der drei in Bild 12a dargestellten Basismodule können beliebig kombinierte Kammern als modularer Schalldämpfer aufgebaut werden. Durch die Hinzunahme von Modulen mit einem Durchgang (Bild 12b) sind größere Resonatorlängen realisierbar, die zu tieferen Frequenzen abstimmbar sind. In Bild 14 ist als beispielhafte Anwendung ein Ringresonator aus 15 Modulen dargestellt, sowie der Vergleich von berechneter und gemessener Durchgangsdämpfung. Der Schalldämpfer wurde so ausgelegt, dass er den Bereich um 250 Hz und 500 Hz abdeckt.

3.2 Kulissenschalldämpfer

Das bevorzugte Material zur Herstellung von Schalldämpfer-Kulissen ist nach wie vor Metall. Um dichte Hohlkammern herstellen zu können, benötigt es üblicherweise Schweiß- oder Klebeprozesse, die sehr anfällig in Bezug auf die akustische Dichtigkeit sind. Daher sollten möglichst andere Verfahren zum Einsatz kommen. Eine Alternative stellt das Verformen des Blechs durch Biegen oder Abkan-

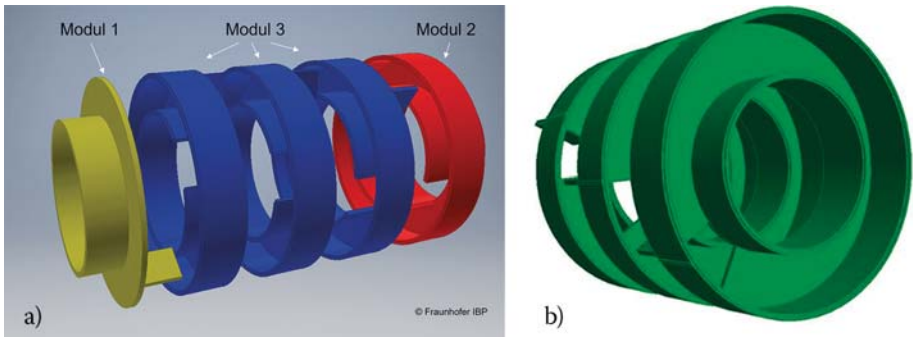


Bild 12 a) Modularer Ringresonator und b) Erweiterungsmodul für die Bedämpfung tiefer Frequenzen
a) Modular ring resonator and b) expansion module for the treatment of low frequencies

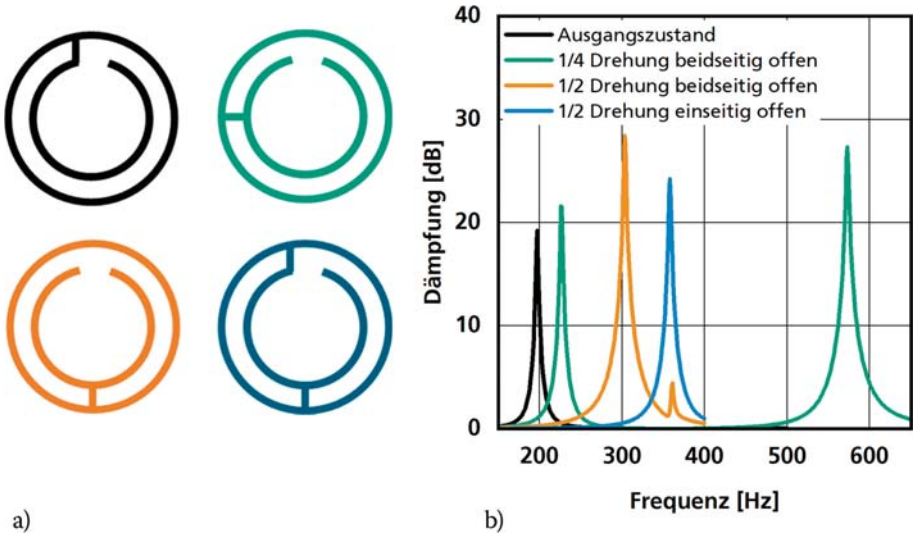


Bild 13 a) λ/4- Resonatoren mit einstellbarer Resonanz durch Stellung des Rings mit der Trennwand, b) Dämpfung bei den jeweiligen Resonanzfrequenzen
a) λ/4-resonators with adjustable resonance by the position of the ring with the partition, b) Attenuation at the respective resonance frequencies

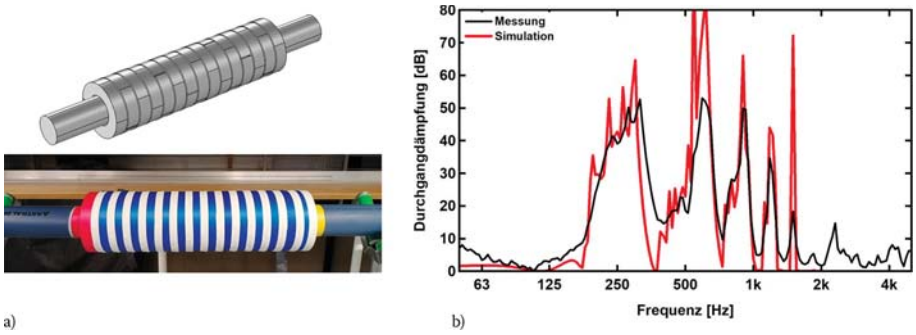


Bild 14 a) Ringresonator mit 15 Modulen, b) der Vergleich der gemessenen und berechneten Dämpfung
a) Ring resonator with 15 modules, b) comparison of measured with predicted attenuation

ten dar. Das Resultat der damit gebildeten Einheitszelle zeigt Bild 15a als sogenannter „Spiralresonator". Bei diesem Konzept sind zwei gleiche λ/4-Resonatoren ineinander gewickelt, sodass die gleiche Dämpfung auf beiden Seiten erzeugt wird, die für eine symmetrische Anordnung von Schalldämpfer-Kulissen zwingend notwendig ist. Für die Herstellung eines Musters wurde ein spezielles Abkantwerkzeug gefertigt, das auch für mehrere Spiralen in einem Zug anwendbar ist. Im prototypischen Aufbau konnte der Spiralresonator in einer Größe von 125 mm × 125 mm hergestellt werden. Für eine Serienfertigung ist die Produktion solcher Profile auch durch Walzprofilieren denkbar. Das druckdichte Verschließen der Elemente an den offenen Enden erfordert die Herstellung entsprechender Deckel. Diese können z. B. aus einer profilierten Kunststoffplatte mit eingebrachter Dichtung bestehen und wäre für die Serienfertigung im Spritzgussverfahren möglich.

Bild 15b zeigt vier Einheitszellen des Spiralresonatoren als Verbund für eine Schalldämpferkulisse, eingebaut in einem 250 mm breiten Kanal zur Messung der Durchgangsdämpfung. Das Ergebnis der Messung ist in Bild 16 dargestellt.

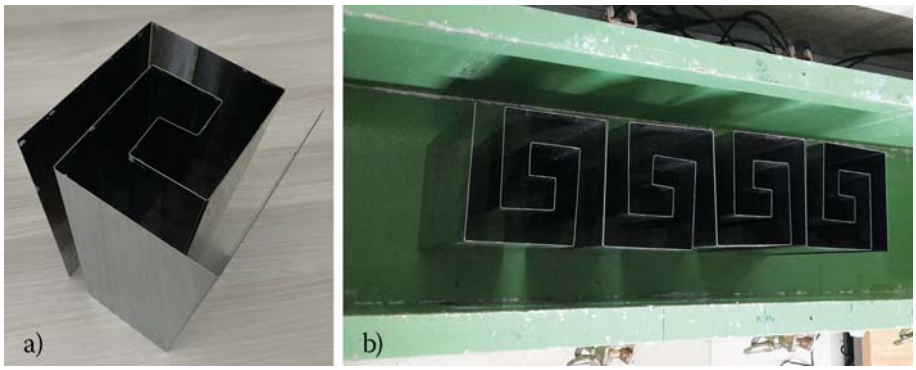


Bild 15 a) Einheitszelle des Spiralresonators, b) Verbund von 4 Resonatoren in einem kleinen Schalldämpfer-Kanal
a) Unit cell of the spiral resonator, b) array of 4 resonators in a small silencer test duct

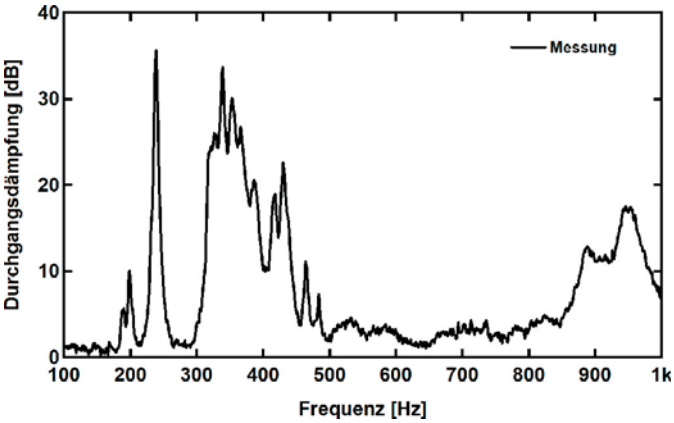


Bild 16 Gemessene Dämpfung des Spiralresonators aus Bild 15b
Measured attenuation of the spiral resonator from Figure 15b

Das Konzept zeigt sein Potenzial mit hohen Dämpfungswerten von über 20 dB zwischen 300 Hz und 400 Hz auf einer Baulänge von ca. 1 m. Für die Anwendung und Abstimmung auf verschiedene Frequenzbereiche besteht noch Optimierungsbedarf in der Modellierung sowie für die praktische Fertigung in Form von handhabbaren Schalldämpferkulissen.

4 Zusammenfassung

Beim **Rohrschalldämpfer** konnten durch eine gezielte Auslegung und die vorzugsweise aperiodische Anordnung mehrerer Resonatoren eine signifikante Performancesteigerung erreicht werden. Das kompakte Schalldämpferkonzept der modularen Ringresonatoren lässt sich durch die wenigen Basiskomponenten an die jeweiligen akustischen Erfordernisse anpassen und wurde als Patent angemeldet. Für den jeweiligen Anwendungsfall ist das dafür geeignete Material zu verwenden. Die Fertigung aus Kunststoff in Spritzguss ist problemlos und bei hohen Stückzahlen kosteneffizient möglich. Für die Integration periodischer Anordnungen wird mehr Länge, dafür weniger kompakter Bauraum benötigt. Anwendungsspezifische Integrationskonzepte werden benötigt, um die Resonatoren gut in die Zielstruktur zu integrieren. So lassen sich z. B. längere Kanalstrecken problemlos dafür verwenden.

Beim **Kulissenschalldämpfer** ist der Einsatz von Resonatoren nach wie vor praxisrelevant, vor allem zur Bedämpfung tiefer Frequenzanteile im Geräuschspektrum, die bei konventionellen Kulissenschalldämpfern in der Regel hohen Aufwand bedeuten oder Bauraum erfordern. Die Herausforderung ist dabei eine kostengünstige Herstellung von dichten Resonatoren. Das entwickelte Konzept des Spiralresonators stellt einen vielversprechenden Ansatz dar, der in verschiedenen Ausprägungen weiterverfolgt wird und für den ebenfalls ein Schutzrecht beantragt ist. Nächste Schritte in der Weiterentwicklung für die industrielle Umsetzung ist die Herstellung unterschiedlich großer Spiralen, die auf verschiedene Frequenzen abgestimmt sind, sowie die Integration als Kulissen-Schalldämpfer unter Beachtung der Druckverluste und Strömungsgeräusche.

Damit konnten in dem hier vorgestellten Projekt wissenschaftliche Potentialanalysen sowie die Entwicklung und experimentelle Validierung von akustischen Metamaterialien in industriellen Anwendungen erarbeitet werden. Ihre prototypische Umsetzung führte jeweils zu einer hohen Dämpfung von mehr als 20 dB in einem breiten, tieffrequenten Frequenzbereich.

Danksagung

Die Autoren danken dem Projektkonsortium für die hervorragende Zusammenarbeit und dem wissenschaftlichen Beirat für die kooperative Unterstützung. Das Projekt „MetaVib“ wurde gefördert im Rahmen der internen Programme der Fraunhofer-Gesellschaft, Fördernummer PREPARE-840224.

Literatur

[1] Gupta, A. (2014) *A Review on Sonic Crystal, Its Applications and Numerical Analysis Techniques.* Acoustical Physics 60 (2), pp. 223–234.

[2] Wikipedia (2022) *Metamaterial* [online]. San Francisco: Wikimedia Foundation Inc. https://de.wikipedia.org/wiki/Metamaterial [Zugriff am: 20. Okt. 2022].

[3] Ghaffarivardavagh, R.; et al. (2019) *Ultra-open acoustic metamaterial silencer based on Fano-like interference.* Phys. Rev. B, Vol. 99, No. 2, 10.1103/PhysRevB.99.024302.

[4] Zhang, X.; Ghaffarivardavagh, R.; Anderson, S. (2020) *Air-Transparent selective sound silencer using ultra-open metamaterial.* US Patent 20200043456, filed Aug. 02, 2019 and issued Feb. 06, 2020.

[5] Munjal, M. L. (2014) *Acoustics of Ducts and Mufflers.* Hoboken: Wiley.

[6] Deaconu, M.; Radulescu, D.; Vizitiu, G. (2018) *Acoustic study of different mufflers based on metamaterials using the black hole principle for aircraft industry.* Euronoise 2018, Crete, pp. 2271–2275.

[7] Sommersel, B.; Kristiansen, U. R. (1976) *Reduction of sound in a low velocity flow duct by the use of Bragg reflections.* Applied Acoustics 9, No. 1, pp. 35–43.

[8] de Lima, V. D.; Dos Santos, J. M. C.; Arruda, J. R. F. (2017) *Passive control of noise propagation in tube systems using Bragg scattering* in: Fleury, A.; Rade, D.; Kurka, P. [Hrsg.] DINAME 2017 – Proceedings of the XVII International Symposium on Dynamic Problems of Mechanics 2017. Cham: Springer, pp. 523–530.

[9] Degraeve, S.; Oclee-Brown, J. (2020) *Metamaterial Absorber for Loudspeaker Enclosures* [online]. Audio Engineering Society Convention 148, Paper 1034. https://www.semanticscholar.org/paper/Metamaterial-Absorber-for-Loudspeaker-Enclosures-Degraeve-Oclee-Brown/4b8134b3626729e542bea78eb01338-d81a7ecec6.

[10] TROX GmbH (2022) *Rohrschalldämpfer CA* [online]. Neukirchen-Vluyn: TROX GmbH. https://www.trox.de/rohrschalldaempfer/ca-7905b512b7f388f6 [Zugriff am: 20. Okt. 2022].

[11] TROX GmbH (2022) *Schalldämpferkulisse XK* [online]. Neukirchen-Vluyn: TROX GmbH. https://www.trox.de/schalldaempferkulissen/xk-4c4ee0c13c9e4f90 [Zugriff am: 20. Okt. 2022].

[12] TROX GmbH (2022) *Kulissenschalldämpfer XS* [online]. Neukirchen-Vluyn: TROX GmbH. https://www.trox.de/kulissenschalldaempfer/xs-2d96e452b1986894 [Zugriff am: 20. Okt. 2022].

[13] Raab Gruppe (2022) *Tieftonschalldämpfer* [online]. Neuwied: Joseph Raab GmbH & Cie. KG. https://www.raab-gruppe.de/portfolio-items/tiefton-schalldaempfer [Zugriff am: 20. Okt. 2022].

[14] Fuchs, H.; Brandstätt, P.; Heizmann, M.; Eckold, D.; Rambauseck, N. (1997) *Reinigbarer Schalldämpfer für tiefe Frequenzen.* EP Patent 0798694 B1, eingetragen 20. März 1997.

[15] Fuchs, H. V. (2010) *Schallabsorber und Schalldämpfer: Innovative akustische Konzepte und Bauteile mit praktischen Anwendungen in konkreten Beispielen.* Berlin: Springer.

[16] Červenka M.; Bednařik, M. (2018) *Optimized reactive silencers with narrow side-branch tubes.* J. Acoust. Soc. Am. 144, 2015.

[17] Troll, A.; Chavan, R. A.; Rohlfing, J. (2022) *Untersuchungen zur Durchgangsdämpfung seriell angeordneter Resonatoren als Basis für die Entwicklung von Metamaterial-Schalldämpfern* in: Leistner, P. [Hrsg.] Fortschritte der Akustik – DAGA 2022: 48. Jahrestagung für Akustik 2022. Berlin: DEGA, S. 251–254.

Autor:innen
Dr. Peter Brandstätt (Korrespondenzautor:in)
peter.brandstaett@ibp.fraunhofer.de
Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Abteilung Akustik
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Dr. Jens Rohlfing
jens.rohlfing@mbbm.com
Vormals Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Fritz-Schupp-Straße 4
45899 Gelsenkirchen

M.Ac. Agostino Troll
agostino.troll@bpt-ingenieure.de
Vormals Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Balaz Pfistner Troll – Ingenieurbüro für Bauphysik und Akustik
Untere Hauptstraße 3
73630 Remshalden

Zitieren Sie diesen Beitrag
Brandstätt, P.; Rohlfing, J.; Troll, A. (2023) *Akustische Metamaterialien für die Anwendung als Schalldämpfer*. Bauphysik.
https://doi.org/10.1002/bapi.202300012

DOI: 10.1002/bapi.202300013

Martin Schneider, Christian Nocke, Christian Burkhart

Der Neuentwurf zur DEGA Richtlinie 103-1: Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzklassen und erhöhter Schallschutz

In diesem Beitrag wird der Entwurf der DEGA-Richtlinie 103-1:2023-05 „Schallschutz im Wohnungsbau Teil 1: Schallschutzklassen und erhöhter Schallschutz" vorgestellt [1]. Dieser Entwurf basiert auf der DEGA-Empfehlung 103, Ausgabe 2018. Einsprüche zu diesem Entwurf können bis zum 09.10.2023 an die DEGA gesendet werden. Der hier vorgestellte Teil 1 behandelt die Schallschutzklassen mit den dazu gehörenden Anforderungen. In einem noch zu erarbeitenden Teil 2 soll dann der Schallschutzausweis behandelt werden. Im Entwurf wird das Konzept der sieben Schallschutzklassen aus der DEGA-Empfehlung 103 weitergeführt. Wesentliche Änderung ist die Einführung eines parallelen Konzepts bauteilbezogener und raumbezogener Kenngrößen zum Schallschutz. Bezüglich der subjektiven Wahrnehmung von Geräuschen wird die Anwendung der raumbezogenen Kenngrößen ($D_{nT,w}$, $L_{nT,w}$ und $L_{AF,max,nT}$) empfohlen. Die Klassifizierung erfolgt anhand dieser Kenngrößen, kann aber auch mithilfe der bisher gewohnten Größen für die Schalldämmung von Bauteilen (R'_w, $L'_{n,w}$) erfolgen. Die aktuell diskutierten Änderungen bei der geplanten Überarbeitung der DIN 4109 Reihe wurden dabei berücksichtigt.

Stichworte erhöhter Schallschutz; Kenngrößen; Schallschutzausweis; Schallschutzklassen

The new draft DEGA Guideline 103-1: Sound insulation in residential buildings – Sound insulation classes and increased sound insulation

This paper presents the draft of DEGA-Richtlinie 103-1:2023-05 "Schallschutz im Wohnungsbau Teil 1: Schallschutzklassen und erhöhter Schallschutz" [1]. This draft is based on DEGA recommendation 103 version 2018. Comments to this draft can be sent to DEGA until 09.10.2023. Part 1 presented here deals with the sound insulation classes with the associated requirements. Part 2, which is to be prepared, will then deal with the sound insulation certificate. The draft continues the concept of the seven sound insulation classes from DEGA recommendation 103. The main change is the introduction of a parallel concept of building component-related and room-related single number values (SNV) for sound insulation. With regard to the subjective perception of noise, the use of room-related SNV ($D_{nT,w}$, $L'_{nT,w}$ and $L_{AF,max,nT}$) is recommended. The classification is carried out on the basis of these SNV, but can also be carried out with the help of the usual SNV for the sound insulation of building components (R'_w, $L'_{n,w}$). The currently discussed changes in the planned revision of the DIN 4109 series were taken into account.

Keywords single number values; sound insulation; sound insulation classes; sound insulation pass

1 Einleitung

Der bauliche Schallschutz soll die Nutzer eines Gebäudes vor Geräuschen von außen, aus benachbarten fremden Nutzungen und auch aus dem eigenen Wohnbereich schützen. Wohnungen sind besonders schutzwürdige Bereiche und dienen als Rückzugsraum und persönlicher Lebensraum.

Dieser Schutz wird durch die drei in DIN 4109-1:2016 [2] genannten Schutzziele Gesundheitsschutz, Vertraulichkeit bei normaler Sprechweise und Schutz vor unzumutbaren Belästigungen konkretisiert. Die DIN 4109-1 als bauaufsichtlich eingeführtes Dokument beschreibt dabei den Mindestschallschutz, der baurechtlich einzuhalten ist. Bei Einhaltung der Mindestanforderungen nach DIN 4109-1 ist davon auszugehen, dass Geräusche von außen oder aus fremden angrenzenden Wohneinheiten nach wie vor wahrgenommen werden können. DIN 4109-1 beschreibt keine Anforderungen, die über die genannten Schutzziele hinausgehen. Darüber hinausgehende Werte können aber ebenfalls mit gängigen Bauarten erreicht werden und werden in der aktuellen Baupraxis auch regelmäßig erreicht.

Der Vorläufer von DIN 4109 erschien erstmalig bereits im Jahre 1944 und wurde seither mehrfach neu gefasst, zuletzt mit der Ausgabe vom Januar 2018 [3]. Auch in dieser Ausgabe finden sich teilweise seit 1944 unveränderte Werte für die erforderliche Schalldämmung von Wohnungstrennwänden oder auch -decken. Der bautechnische Fortschritt, der in anderen Bereichen des Bauens zu regelmäßigen Anpassungen der durch Normen und Regelwerke beschriebenen Qualität führt, wird schallschutztechnisch in der normativen Umsetzung nicht oder kaum beachtet. Allerdings führten wegweisende Urteile des Bundesgerichtshofs aus den Jahren 2007 [4] und 2009 [5] zu geänderten Betrachtungs- und Denkweisen im baulichen Schallschutz. Der zuständige Normenausschuss hat mit großer zeitlicher Verzögerung mit DIN 4109-5:2020-08 Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen [6] auf diese Urteile reagiert und erhöhte Anforderungen an die Schalldämmung von Bauteilen genormt. Diese höheren Anforderungen sind entweder privatrechtlich zu vereinbaren oder können als sogenannte konkludente Anforderungen aufgrund von Baubeschreibung (z.B. Komfortwohnung) oder sonstigen Unterlagen (z.B. Bautafel, Exposé) geschuldet sein. Weiterreichende Anforderungen mit

unterschiedlichen Anforderungsniveaus wie sie in der DEGA-Empfehlung formuliert sind, sind in DIN 4109 nicht vorgesehen.

Das siebenstufige Konzept der DEGA Richtlinie 103-1 umfasst eine Klassifizierung des Schallschutzes im Wohnungsbau mit zwei Klassen für Bestandsgebäude mit Kennwerten, die deutlich unter den Mindestanforderungen nach DIN 4109-1 liegen, einer Stufe für den baurechtlichen Mindestschallschutz und vier Schallschutzstufen für einen erhöhten Schallschutz. Gegenüber DIN 4109 wird allerdings bei den Wohngebäuden nicht zwischen Mehrfamilienhäusern und Einfamilien-, Reihen- und Doppelhäusern unterschieden. Diese Unterscheidung in DIN 4109-1 und DIN 4109-5, die vor allem einer unterschiedlichen Bauweise der Wohnungs- bzw. Haustrennwände (ein- bzw. zweischalig) geschuldet war, ist nicht mehr zeitgemäß, da sich die tatsächliche Grundrissgestaltung und Nutzung von den traditionellen Begriffen „Wohnung“, „Reihenhaus“ und „Doppelhaus“ gelöst hat bzw. zunehmend löst.

2 Schallschutzklassen

Mit den im Entwurf der DEGA-Richtlinie 103-1 beschriebenen Schallschutzklassen sollen dem Anwender einfache Entscheidungshilfen gegeben werden, mit deren Hilfe er den gewünschten, in Teilbereichen (z. B. Luftschallschutz, Trittschallschutz, Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen) aufeinander abgestimmten Schallschutz, erreichen kann. Dazu werden in dem Entwurf sieben Schallschutzklassen (A* bis F zwischen fremden Nutzungen) für die Bewertung von Wohneinheiten als Ergänzung zu den Mindestanforderungen aus DIN 4109-1 definiert. In der Schallschutzklasse D entsprechen die Kennwerte im Wesentlichen den Mindestanforderungen der DIN 4109-1 für den mehrgeschossigen Wohnungsbau und die Kennwerte der Klasse C den erhöhten Anforderungswerten der DIN 4109-5. In der DEGA-Richtlinie 103-1 wird die Benennung „Wohneinheit“ verwendet.

Mithilfe der sieben Klassen kann der gewünschte Schallschutz in der Planungsphase festgelegt und mit anderen Wohneinheiten verglichen werden. Neben der Planung von Neubauten kann auch eine Klassifizierung von Bauten im Bestand durchgeführt werden. Eine Übersicht zu den Schallschutzklassen und deren Beschreibung ist in Tabelle 1 dargestellt.

In vier weiteren Schallschutzklassen (EW0 bis EW3) werden Wohneinheiten für den eigenen Bereich nach der Qualität ihres Schallschutzes gekennzeichnet.

Tab. 1 Beschreibung der sieben Schallschutzklassen
Description of the seven sound insulation classes

Klasse	Beschreibung zum Schallschutz	Typische Baukonstruktion	Beispiele Gebäude
A*	Wohneinheit mit sehr gutem Schallschutz, die ein ungestörtes Wohnen nahezu ohne Rücksichtnahme gegenüber den Nachbarn ermöglicht	– in der Regel mehrschalige Bauweise; – Durch mehrschalige Bauweisen kann beispielsweise im Bereich des Trittschallschutzes und der Körperschallübertragung ein besserer Schallschutz realisiert werden. – Die Anforderungen an den Schallschutz können durch eine mehrschalige Bauweise oftmals auch mit leichteren Baukonstruktionen erreicht werden. – Hinweis: Für die Fachplanung von Wohneinheiten der Klassen A*, A und B bedarf es der besonderen Sorgfalt und einer ausführlichen Beratung.	Doppel- und Reihenhäuser
A	Wohneinheit mit sehr gutem Schallschutz, die ein ungestörtes Wohnen ohne große Rücksichtnahme gegenüber den Nachbarn ermöglicht		
B	Wohneinheit mit gutem Schallschutz, die bei gegenseitiger Rücksichtnahme zwischen den Nachbarn ein ruhiges Wohnen bei weitgehendem Schutz der Privatsphäre ermöglicht		Doppel- und Reihenhäuser, Mehrfamilienhäuser
C	Wohneinheit mit gutem Schallschutz, in der die Bewohner bei üblichem rücksichtsvollen Wohnverhalten im allgemeinen Ruhe finden und die Vertraulichkeit gewahrt bleibt	– ein- oder zweischalige Bauweise, je nach verwendeten Baustoffen	Mehrfamilienhäuser
D	Wohneinheit mit einem Schallschutz, der die Mindestanforderungen nach DIN 4109-1 für Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen im Wesentlichen entspricht und in Teilen übertrifft und damit die Bewohner in Aufenthaltsräumen im Sinne des Gesundheitsschutzes vor unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung aus fremden Wohneinheiten und von außen schützt	– beim Massivbau in der Regel einschalige Wohnungstrennwände	
E	Wohneinheit mit einem Schallschutz, der die Mindestanforderungen nach DIN 4109-1 nicht erfüllt; Belästigungen durch Schallübertragung aus fremden Wohneinheiten und von außen sind möglich; besondere Rücksichtnahme ist unbedingt erforderlich. Die Vertraulichkeit ist nicht mehr gegeben.	– alte Bestandsgebäude mit Holzbalkendecken, leichten Hohlkörperdecken o. ä. ohne schwimmende Estrichkonstruktionen, – teilweise direkt aufgebrachte weichfedernde Bodenbeläge, – Wohnungstrennwände „alter“ Bauart mit geringen Rohdichten	oftmals Gebäude aus der Zeit Ende des 19. und Anfang bis Mitte des 20. Jahrhunderts
F	Wohneinheit wie Klasse E, jedoch ohne Anforderungen an den Schallschutz; hier werden alle Gebäude eingruppiert, für die keine Daten vorliegen oder die die Kennwerte der Klasse E nicht erreichen		

Informativ wird im Schallschutzausweis, der basierend auf den in der DEGA-Richtlinie enthaltenen Anforderungen erstellt werden kann, gekennzeichnet, in welche Schallschutzklassen die Gebäudearten (Mehrfamilienhäuser, Doppel- und Reihenhäuser) bauüblich eingeordnet werden können.

3 Bauteil- und raumbezogene Kenngrößen

Im Entwurf der DEGA-Richtlinie 103-1 werden anders als in der letzten Ausgabe zwei Betrachtungsweisen des Schallschutzes ermöglicht. Die DEGA- Empfehlung 103 [7] aus dem Jahr 2018 und DIN 4109-1 [3] verwenden als Kenngrößen R'_w, $L'_{n,w}$ und $L_{AF,max,n}$. Diese Größen werden im Entwurf DEGA-Richtlinie 103-1 als „bauteilbezogene Kenngrößen“ bezeichnet, weil beim Luftschallschutz ein Bezug auf die Fläche des trennenden Bauteils hergestellt wird. Die in VDI 4100:2012 (wie auch im zurückgezogenen Entwurf der DIN 4109:2006 [8]) verwendeten Kenngrößen $D_{nT,w}$, $L_{nT,w}$ und $L_{AF,max,nT}$ werden in der DEGA-Richtlinie 103-1 zur Abgrenzung als „raumbezogene Kenngrößen“ bezeichnet, weil die Werte hier auf die für viele Räume typische Nachhallzeit von 0,5 s bezogen werden. Die Bezeichnung „bauteilbezogen“ bzw. „raumbezogen“ ist dabei physikalisch nicht in jedem Fall korrekt, soll aber die unterschiedlichen, aus der Vergangenheit bekannten Betrachtungsweisen charakterisieren.

Im Entwurf der DEGA-Richtlinie 103-1 werden vor dem Hintergrund der Dokumente VDI 4100:2012 [9] und DEGA-Empfehlung 103 [7] für beide Arten der Kenngrößen parallel Anforderungswerte angegeben, um die sieben Schallschutzklassen zu beschreiben. Dabei wurden die Anforderungen so festgelegt, dass mit den gewählten Werten trotz der unterschiedlichen Kenngrößen gleiche Anforderungsniveaus für den Schallschutz sichergestellt sind. Für einzelne Räume ergeben sich dabei Unterschiede, für die gesamte Wohneinheit führt die Wahl der Kenngröße bei üblicherweise gleichbleibender Bauteilkonstruktionen in der Regel nicht zu einer unterschiedlichen Einstufung der Klasse. Tatsächlich werden sich in vielen Wohneinheiten bei der Nachweisführung die schalltechnisch ungünstigsten Räume verschieben, weil sich die Bauteildimensionierung typischerweise an der ungünstigsten Übertragungssituation orientiert. Letztlich zeigt sich, dass beide Kenngrößen problemlos verwendet werden können, um eine gesamte Wohneinheit zu klassifizieren. Der DEGA-Schallschutzausweis wird sich dadurch nicht signifikant ändern und ermöglicht den Anwendern je nach Präferenz die Anwendung beider Kenngrößen.

Damit wird der Bezug zu den traditionellen Kenngrößen der Bauakustik (im Entwurf als bauteilbezogen beschrieben) hergestellt. Eine Mischung der beiden Betrachtungsweisen innerhalb eines Gebäudes mit raumbezogenen und bauteilbezogenen Kenngrößen ist nach dem Entwurf nicht zulässig. Das schalltechnische Konzept eines Gebäudes hängt damit nicht von der Art der Betrachtung ab. Es wird im Entwurf empfohlen, die raumbezogene Betrachtung zu verwenden, da diese gegenüber der bauteilbezogenen Betrachtung, aufgrund des Bezugs auf eine häufig vorhandene mittlere Nachhallzeit von $T_0 = 0{,}5$ s besser mit dem subjektiv empfundenen Schallschutz korreliert.

4 Schallschutzwerte

Zwischen fremden Nutzungen werden sieben Schallschutzklassen unterschieden. In Tabelle 2 sind die Anforderungswerte für den Luftschallschutz zwischen Wohneinheiten angegeben. Im Abschnitt 1 (Zeile 1.1) der Tabelle 2 sind die Werte für die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ in dB angegeben. Im Abschnitt 2 (Zeile 2.1/2.2) werden die Werte des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes R'_w in dB angeführt, die bei den im Wohnungsbau üblichen Raumvolumina und Trennflächen den entsprechenden Schallschutz sicherstellen bzw. zur Zuordnung zu den Schallschutzklassen zu verwenden sind. Diese parallele oder auch zweigleisige Betrachtung mit raumbezogenen und bauteilbezogenen Kenngrößen kann als pragmatisches Zugeständnis mit dem Ziel der Akzeptanz wie auch der Transparenz des Entwurfs gesehen werden.

Tab. 2 Anforderungen Luftschall
Requirements for airborne noise

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8
Zeile		F	E	D	C	B	A	A*
1		„raumbezogene“ Kenngröße – bewertete Standard-Schallpegeldifferenz – $D_{nT,w}$ in dB						
1.1	horizontal[1)]/vertikal	< 51	≥ 51	≥ 54	≥ 57	≥ 62	≥ 67	≥ 72
2		„bauteilbezogene“ Kenngröße – bewertetes Bau-Schalldämm-Maß – R'_w in dB						
2.1	horizontal[1,2)]	< 50	≥ 50	≥ 53	≥ 56	≥ 61	≥ 66	≥ 71
2.2	vertikal[2)]	< 51	≥ 51	≥ 54	≥ 57	≥ 62	≥ 67	≥ 72

1) Gilt nicht für Wände mit Wohnungseingangstüren. Die Anforderungen an diese Wände mit Wohnungseingangstüren werden in Tabelle 3 beschrieben.
2) Bei einem Volumen des Empfangsraums von mehr als 60 m³ oder einer Trennfläche von weniger als 10 m² ist der Nachweis über $D_{nT,w}$ zu führen. Bei einem Volumen des Empfangsraums von weniger als 30 m³ kann der Nachweis über $D_{nT,w}$ geführt werden.
Anmerkung: Wegen der in den höheren Schallschutzklassen in der Regel größeren Volumina wird ab der Schallschutzklasse „B“ die Abstufung von 3 auf 5 dB erhöht.

Die historische Betrachtung aus DIN 4109 einzelner Bauteile wie Wohnungstrenndecke oder Wohnungstrennwand durch bauteilbezogene Kenngrößen soll zukünftig nicht weitergeführt werden. Im Entwurf werden deshalb als Leitgröße die raumbezogenen Kenngrößen empfohlen. Einzige Ausnahme zu diesem Ansatz ist die Betrachtung von Wohnungseingangstüren, weil hier tatsächlich nur das schallübertragende Bauteil relevant ist. Die entsprechenden Vorgaben sind in Tabelle 3 dargestellt. Auch wenn theoretisch für zusammengesetzte Bauteile (wie eine Wand mit einer Wohnungseingangstür) eine raumbezogene Beschreibung möglich wäre, erschien dies als wenig praktikabel, sodass hier die klassische bauteilbezogene Betrachtung bei dem Bauteil „Wohnungseingangstür“ beibehalten wurde, siehe Tabelle 3.

Analog dem Vorgehen zum Luftschall sind in Tabelle 4 die Vorgaben zur Klassifizierung des Trittschallschutzes angegeben. Hier wurde nach intensiver Diskussion für die Schallschutzklassen B, A und A* als Kenngröße die Summe aus dem bewerteten Standard-Trittschallpegel bzw. dem bewerteten Norm-Trittschallpegel am Bau und dem Spektrumanpassungswert $C_{I,50\text{-}2500}$ gewählt. Somit ist zwischen den Klassen C und B eine kleinere Schrittweite der Zahlenwerte zu erkennen, die aufgrund des Wechsels der Kenngröße einen besseren Trittschallschutz ausdrückt.

Die Messung der Kenngrößen zum Trittschall am Bau ist in DIN EN ISO 16283-2 [10] definiert, wo auch der Zusammenhang zwischen $L'_{n,w}$ und $L_{nT,w}$ dargestellt ist. Für den Trittschall sind bei den bauteilbezogenen Kenngrößen weitere Bauteile (Balkone, Nebenräume) genannt, um auch hier eine Verbindung zur DIN 4109-1 und −5 herzustellen. Auch für den Standard-Trittschallpegel gilt, dass die raumbezogene Kenngröße gegenüber dem bauteilbezogenen bewerteten Norm-Trittschallpegel besser mit dem subjektiv empfundenen Schallschutz korreliert.

5 Weitere Inhalte im Entwurf der DEGA-Richtlinie 103-1

Der Entwurf der DEGA-Richtlinie 103-1 enthält weiterhin Anforderungen zu Geräuschen aus gebäudetechnischen Anlagen, Nutzergeräuschen und Körperschallentkopplung. Auch werden Anforderungen an Außenbauteile genannt, die sich bei den höheren Schallschutzklassen von den Mindestanforderungen der DIN 4109-1 unterscheiden. Optional werden Kenngrößen zur Klassifizierung des Schallschutzes im eigenen Bereich, der Nachhallzeit in Treppenhäusern und Fluren sowie auch für baulich verbundene gewerbliche Bereiche angeführt.

Tab. 3 Anforderungen Luftschall Wohnungseingangstür
Requirements for airborne sound, apartment entrance door

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8
Zeile		F	E	D	C	B	A	A*
1		Kenngröße – Bewertetes Schalldämm-Maß R_w in dB						
1.1	in Flure oder Dielen	<22	≥ 22	≥ 27	≥ 32	≥ 37	≥ 42	
1.2	direkt in Aufenthaltsräume	<32	≥ 32	≥ 37	≥ 42	nicht zulässig		
1.3	Das bewertete Schalldämm-Maß der die Wohnungseingangstür umgebenden Wand $R_{w,Wand}$ muss gegenüber dem bewerteten Schalldämm-Maß der Tür $R_{w,Tür}$ mindestens um 15 dB höher sein ($R_{w,Wand} \geq R_{w,Tür} + 15$ dB).							

Anmerkung 1: Die Anforderung an die Türen gilt für die Schallübertragung über die betriebsfertig eingebaute Tür ohne Nebenwege (Türblatt einschließlich Rahmen oder Zarge).
Anmerkung 2: Bei zusammengesetzten Türelementen (z. B. Tür mit Oberlicht aus Glas, Türen mit Verglasungen etc.) bezieht sich die Anforderung auf das gesamte Türelement in der Wandöffnung.

Tab. 4 Anforderungen Trittschall
Impact sound requirements

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8
Zeile		F	E	D	C	B	A	A*
1		„raumbezogene“ Kenngröße – bewerteter Standard-Trittschallpegel						
		$L_{nT,w}$ in dB				$L_{nT,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ in dB		
1.1	Trittschallschutz	>60 2)	≤ 60 2)	≤ 50	≤ 43	≤ 41 2)	≤ 34 2)	≤ 27 2)
2		„bauteilbezogene“ Kenngröße – bewerteter Norm-Trittschallpegel am Bau						
		$L'_{n,w}$ 1) in dB				$L'_{n,w}$ 1) $+ C_{I,50\text{-}2500}$ in dB		
2.1	Decken (auch von Hausfluren, Loggien, Terrassen, Laubengänge), Treppenläufe und -podeste	>60 2)	≤ 60 2)	≤ 50	≤ 43	≤ 41 2)	≤ 34 2)	≤ 27 2)

1) Bei einem Volumen des Empfangsraums von mehr als 60 m³ ist der rechnerische Nachweis mit einem Volumen von 60 m³ zu führen.
2) Ein austauschbarer Bodenbelag ist anrechenbar (rechnerisch nur bei geprüftem ΔL_w).
Anmerkung 1: Zu beachten ist, dass ein Spektrum-Anpassungswert von $C_{I,50\text{-}2500} = 5$ dB angenommen wurde und daher die Stufe von 2 dB anstatt 7 dB beim Übergang von Klasse C zu B verwendet wird.
Anmerkung 2: Bei Balkonen sind um 7 dB höhere Trittschallpegel zulässig.

Auch die bekannte, sehr umfangreiche Tabelle zur subjektiven Wahrnehmbarkeit von Geräuschen in den verschiedenen Schallschutzklassen (siehe Tabelle 5) bleibt in dem Entwurf erhalten. Dieses, gerade für Laien hilfreiche, Instrument zur Verbalisierung der abstrakten dB-Werte soll der Akzeptanz der Richtlinie dienen.

Neu gegenüber vorherigen Ausgaben ist in dem Entwurf ein Abschnitt zu sämtlichen in dem Dokument verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen vorhanden. Hiermit soll ebenfalls Klarheit bei den durchaus divergierenden Definitionen von Kenngrößen und Begriffen in anderen Regelwerken geschaffen werden. Fünf Anhänge zur Planung des Schallschutzes, zu tiefen Frequenzen beim Trittschall, zur Lautstärkeempfindung wie auch zu Nutzergeräuschen runden den Entwurf der DEGA-Richtlinie 103-1 ab.

Der Arbeitsgruppe zur Bearbeitung der Fortschreibung war und ist bewusst, dass weiterhin DIN 4109-1 als zentrales Regelwerk besteht und rein baurechtlich zu beachten ist. (Die Arbeitsgruppe bestehend aus DEGA-Mitgliedern zur Fortschreibung der DEGA-Empfehlung 103 hatte die Bearbeitung als ein Unterausschuss im NALS im DIN begonnen.) Dementsprechend wurde auf eine Kongruenz zwischen DIN 4109-1 und dem Entwurf der DEGA-Richtlinie 103-1 geachtet, indem die Schallschutzklasse D weit-

Tab. 5 Orientierende Beschreibungen der subjektiven Wahrnehmbarkeit von üblichen Geräuschen aus benachbarten Wohneinheiten
Indicative descriptions of the subjective perception of common noises from neighbouring residential units

Geräuschanregung	F	E	D	C	B	A	A*
laute Sprechweise	einwandfrei zu verstehen, sehr deutlich hörbar		einwandfrei zu verstehen, deutlich hörbar	teilweise zu verstehen, im Allgemeinen hörbar	im Allgemeinen nicht verstehbar, teilweise hörbar	nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar, nicht hörbar
angehobene Sprechweise	einwandfrei zu verstehen, sehr deutlich hörbar	einwandfrei zu verstehen, deutlich hörbar	teilweise zu verstehen, im Allgemeinen hörbar	im Allgemeinen nicht verstehbar, teilweise hörbar	nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar, nicht hörbar	
normale Sprechweise	einwandfrei zu verstehen, deutlich hörbar	teilweise zu verstehen, im Allgemeinen hörbar	im Allgemeinen nicht verstehbar, teilweise hörbar	nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar, nicht hörbar		
sehr laute Musik	sehr deutlich hörbar					deutlich hörbar	hörbar
laute Musik	sehr deutlich hörbar				deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar
normal laute Musik	sehr deutlich hörbar			deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	nicht hörbar
Wasserinstallationen, gebäudetechnische Anlagen, urinieren	sehr deutlich hörbar	deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	nicht hörbar		
Betätigungsspitzen	sehr deutlich hörbar		deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	nicht hörbar	
Nutzergeräusche bei normaler Handhabung	sehr deutlich hörbar		deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	nicht hörbar	
Gehgeräusche	sehr deutlich hörbar		deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	nicht hörbar	nicht hörbar
spielende Kinder	sehr deutlich hörbar			deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	nicht hörbar
Haushaltsgeräte	sehr deutlich hörbar			deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	nicht hörbar

Bedingungen für die Gültigkeit der Beschreibungen:
– Nachhallzeit im Empfangsraum T = 0,5 s (bzw. Absorptionsfläche A = 10 m^2) und übliches Volumen des Empfangsraums von 30 bis 60 m^3
– Übertragungsfläche wie zwischen üblichen Wohn- bzw. Schlafräumen von 10 bis 15 m^2
– stetiger Frequenzverlauf der Schalldämmung/Trittschallpegel ohne auffällige Einbrüche
– Grundgeräuschpegel von L_{eq} = 20 dB

gehend den „Mindestanforderungen“ für Mehrfamilienhäuser entspricht. Die Ableitung der weiteren Klassen ist teils aus psychoakustischen Erwägungen und aus pragmatischen Gründen erfolgt. Die Schallschutzklasse B greift die Anforderungen für Doppel- und Reihenhäuser auf. Es wird damit deutlich, dass ein sehr guter Schallschutz mit dem Gebäudetyp Mehrfamilienhäusern nicht per se erwartet werden kann. Damit wird für Mehrfamilienhäuser dem häufig formulierten Anspruch einer Nicht-Hörbarkeit eine Grenze aufgezeigt. Andererseits ist als Konsequenz aus der DIN 4109-1 kaum nachvollziehbar, dass dem Gesundheitsschutz von Menschen in Doppel- und Reihenhäusern ein besserer Schallschutz zuteil wird, als Menschen in Mehrfamilienhäusern.

6 Schallschutzklassen im eigenen Wohnbereich (EW0 bis EW3)

Gestiegene Ansprüche von Erwerbern oder Nutzern von Immobilien haben dazu geführt, dass immer öfter die Frage nach Qualitätsanforderungen an den Schallschutz im „eigenen Bereich“ gestellt wird. Geringere Störgeräusche von außen, moderne Wohnformen (wie offene Grundrisse) oder technische Einrichtungen (z. B. Lüftung) bei energetisch effizienten Gebäuden erzeugen bei den Nutzern ein vermehrtes Hinterfragen der Bauqualität im Hinblick auf den Schallschutz gegen Geräusche aus dem „eigenen Wohnbereich”. Unter Berücksichtigung der Baupraxis der letzten Jahre sowie der geänderten Lebensumstände und den daraus gestiegenen Anforderungen an den Schallschutz im eigenen Wohnbereich empfiehlt der Fachausschuss zukünftig eine der folgenden vier Schallschutzklassen (EW0 bis EW3) zu benennen.

Dabei sind für die Klasse EW0 keine Anforderungen definiert. Für die Klasse EW1 wird ein ausreichendes und mindestens empfohlenes Schallschutzniveau im eigenen Bereich genannt. Die Klassen EW2 und EW3 liefern dann ein entsprechend höheres Schallschutzniveau für den eigenen Wohnbereich.

7 Ausblick und Zusammenfassung

Der Entwurf der DEGA-Richtlinie 103-1 wurde im Mai 2023 zur Stellungahme veröffentlicht und damit der Fachwelt zur Kenntnis gebracht. Bei der Fortschreibung der DEGA-Empfehlung 103 ist ebenfalls der Teil des DEGA-Schallschutzausweises (zukünftig DEGA-Richtlinie 103-2) anzupassen. Durch den Entwurf der DEGA-Richtlinie 103-1 wird eine Trennung zwischen der Klassifizierung anhand von Kenngrößen und die transparente und auf den Laien ausgerichtete Beschreibung des Schallschutzausweises aufrechterhalten.

Mit der von der Deutschen Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA e.V.) im März 2009 erstmals veröffentlichten und zwischenzeitlich überarbeiteten Fassung aus Januar 2018 – DEGA-Empfehlung 103 „Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis“ – besteht ein mehrstufiges, erprobtes und auch für Laien transparentes Konzept zum Schallschutz in Wohngebäuden. Mit dem Entwurf zur DEGA-Richtlinie 103-1 wurde in dieses Konzept zur Formulierung von Anforderungen an den Schallschutz im Wohnungsbau die Verwendung der raumbezogenen Kenngrößen mit aufgenommen.

Die Einführung eines mehrstufigen Anforderungssystems ist für eine klare Differenzierung und Bewertung der schalltechnischen Qualität von Gebäuden sinnvoll und notwendig. Das System der DEGA-Richtlinie 103-1 ist auf die heute üblichen Bauweisen und mit den aktuell bauaufsichtlich eingeführten Mindestanforderungen nach DIN 4109-1 abgestimmt. Durch die Einteilung in insgesamt sieben Schallschutzklassen wird eine differenzierte und praxisgerechte Einstufung sowohl für Neubauten als auch für den Altbaubestand ermöglicht.

Der Entwurf zur DEGA-Richtlinie 103-1 ermöglicht auch künftig, dass mittels des bekannten Punktesystems ein Schallschutzausweis zur einfachen Kennzeichnung des Schallschutzes von Wohneinheiten erstellt werden kann. Diese weitere Aufgabe zur Adaptation der DEGA-Empfehlung 103 ist vom Fachausschuss Bau- und Raumakustik der DEGA zu leisten.

Für den Verbraucher eröffnet sich so die Möglichkeit, den Schallschutz objektiv einzuschätzen, und er kann den gewünschten Schallschutz mit Bezug auf die Schallschutzklassen vereinbaren. Weiterhin bietet sich die Möglichkeit, bei Bestandsgebäuden den vorhandenen Schallschutz zu klassifizieren und so den Mehrwert eines guten Schallschutzes aufzuzeigen.

Literatur

[1] Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (2023) *Entwurf DEGA-Richtlinie 103-1, Schallschutz im Wohnungsbau – Teil 1: Schallschutzklassen und erhöhter Schallschutz* [online]. Berlin. https://www.dega-akustik.de/richtlinie-103-1-einspruchsverfahren

[2] DIN 4109-1:2016-07 (2016) *Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen.* Berlin: Beuth.

[3] DIN 4109-1:2018-01 (2018) *Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen.* Berlin: Beuth.

[4] BGH, Urteil vom 14. Juni 2007 – VII ZR 45/06.

[5] BGH, Urteil vom 4. Juni 2009 – VII ZR 54/07.

[6] DIN 4109-5:2020-08 (2018) *Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen.* Berlin: Beuth.

[7] Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (2018) *DEGA-Empfehlung 103, Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis.* Berlin.

[8] DIN 4109-1:2006-10 (2006) *Schallschutz im Hochbau, Anforderungen, ENTWURF.*

[9] VDI 4100:2012-10 (2012) *Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz*.

[10] DIN EN ISO 16283-2:2020-11 (2020) *Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau – Teil 2: Trittschalldämmung*. Berlin: Beuth.

Autor:innen
Dipl.-Ing. (FH) Martin Schneider, M.Sc. (Korrespondenzautor:in)
martin.schneider@hft-stuttgart.de
Hochschule für Technik Stuttgart
Zentrum für akustische und thermische Bauphysik
Schellingstr. 24
70174 Stuttgart

Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Christian Nocke
nocke@akustikbuero-ol.de
Akustikbüro Oldenburg
Sophienstr. 7
26121 Oldenburg

Dipl.-Ing. Univ. Christian Burkhart
cb@akustikbuero.com
Akustikbüro Schwartzenberger und Burkhart
Hindenburgstraße 34 A
82343 Pöcking

Zitieren Sie diesen Beitrag
Schneider, M.; Nocke, C.; Burkhart, C. (2023) *Der Neuentwurf zur DEGA Richtlinie 103-1: Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzklassen und erhöhter Schallschutz*. Bauphysik.
https://doi.org/10.1002/bapi.202300013

DOI: 10.1002/bapi.202300009

Andreas Wagner, Isabel Mino Rodriguez, Luciana Alanis, Petra Mann, Romina Rissetto

Rechnerbasierte Planungswerkzeuge an der Professur Building Science & Technology am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Serie: Gebäudesimulation und Berechnungstools in der Lehre

Diese Artikelserie stellt den Einsatz von Computerprogrammen in der Hochschullehre der Bauphysik und Gebäudetechnik für Architekten und Bauingenieure vor. Die Studierenden wenden bereits im Grundstudium verschiedene Programme an, um spezifische Fragestellungen im Rahmen von Übungen zu untersuchen, während in verschiedenen Modulen des Masterstudiums der entwurfsbegleitende und -informierende Einsatz im Vordergrund steht. Grundsätzliches Ziel ist es, dass die Studierenden in die Lage versetzt werden, ihre Entwurfslösungen durch die Anwendung computergestützter Planungswerkzeuge im Hinblick auf Raumklima, Energiebedarf und Licht selbst zu bewerten und zu optimieren.

Stichworte Planungswerkzeuge; Gebäudesimulation; Entwurfsoptimierung; Forschung und Lehre

Computer-based Design Tools at the Professorship of Building Science & Technology at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

This paper presents the use of computer-based planning tools by the Chair of Building Science & Technology in architectural teaching at the Karlsruhe Institute of Technology. Already in the basic studies, students use different programs to investigate specific problems in the context of exercises, while in different modules of the master studies the design-accompanying and -informing use is in the foreground. The fundamental goal is to enable students to evaluate and optimize their design solutions themselves by using computer-aided planning tools with regard to indoor climate, energy requirements and light.

Keywords Design tools; building simulation; building performance simulation BPS; design optimization; research and teaching

1 Grundsätzlicher Ansatz für den Einsatz von rechnerbasierten Planungswerkzeugen in der Lehre

Die Professur Building Science & Technology an der Fakultät für Architektur des KIT vertritt in der Lehre die Fächer Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung sowohl in der Grundlehre als auch in ausgewählten Vertiefungsveranstaltungen. Hauptanliegen ist dabei, den Studierenden Lösungen im Neubau und Bestand aufzuzeigen bzw. mit ihnen zu erarbeiten, den langfristig hohen Nutzungskomfort mit niedriger Umwelt- und Ressourcenbelastung verbinden. Im Mittelpunkt steht dabei die Synthese aus bauphysikalisch optimiertem architektonischem Entwurf und darauf jeweils individuell abgestimmter (solar-) basierter Gebäudetechnik mit dem Ziel eines minimalen CO_2-Ausstoßes. Grundlage für die Entscheidungsfindung sind verschiedenartige rechnerbasierte Planungswerkzeuge – von einfachen Berechnungsroutinen bis hin zu Simulationsprogrammen für die Bereiche Energie, Feuchte, Komfort, Licht u. a., die zur Performance-Bewertung oder zur Beantwortung spezifischer Fragestellungen herangezogen werden.

Die Lehre von Grundlagen in den beiden weit gefächerten Feldern Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung erfolgt weitgehend phänomenologisch bzw. systemisch und ist aufgrund des limitierten Zeitbudgets auf die wichtigsten Teilbereiche konzentriert. Ein wesentliches Anliegen ist es, die beiden Disziplinen als integrale Bestandteile des architektonischen Entwurfs zu vermitteln, deshalb erfolgt die Orientierung disziplinspezifischer Fragestellungen an typischen Entwurfsaufgaben. Durch die Anwendung computergestützter Planungswerkzeuge sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, ihre Entwurfslösungen im Hinblick auf Raumklima, Energiebedarf und Licht selbst zu bewerten und zu optimieren. Schwerpunkte der Ausbildung in den höheren Semestern sind eng mit Forschungsthemen der Professur verbunden und bieten interessierten Studierenden auch die Möglichkeit des Einstiegs in das wissenschaftliche Arbeiten. Hier kommen, je nach Fokus, auch komplexere Programme zum Einsatz.

2 Planungswerkzeuge im Bachelorstudium

Bereits ganz früh, nach der zweiten Vorlesungseinheit im Modul 'Bauphysik' (2. Semester im Studiengang Architektur), kommt das Programm ENERCALC [1] zum Einsatz (Bild 1). Mit ENERCALC kann der Energiebedarf von Gebäuden in Anlehnung an die DIN V 18599 bilanziert werden. Einhergehend mit der Vermittlung wesentlicher geometrischer und bauteilspezifischer Einflussfaktoren im Kontext des Heizwärme- und Kühlbedarfs untersuchen die Studierenden in zwei vorlesungsbegleitenden Übungen an einem Wohngebäude, wie und in welchem Maß sich die einzelnen Parameter auf die Nutzenergiebilanz auswirken; anlagenspezifische Eingabegrößen werden dabei außer Acht gelassen. Mit dem Programm lassen sich aufgrund der unmittelbaren grafischen Ergebniswiedergabe die Parametervariationen sehr schön nachverfolgen. Außerdem sorgt auch die Abbildung der Gebäudehülle in Anlehnung an ein Ein-Zonen-Modell dafür, dass nicht die Eingabe, sondern die Variation der zu untersuchenden Parameter (zeitlich gesehen) im Vordergrund steht. Lernziel ist das Erkennen, wie im

 © 2023 Ernst & Sohn GmbH,

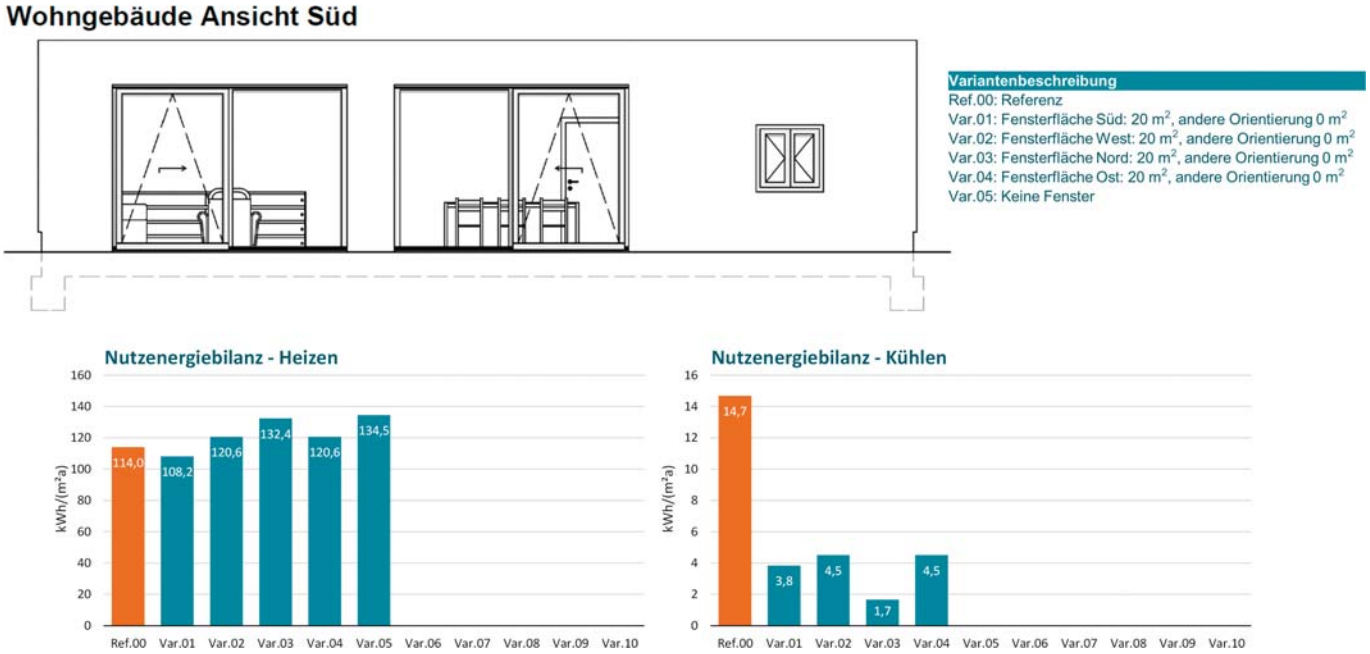


Bild 1 Anwendung des Programms ENERCALC [1] – Einfluss der Fensterflächenorientierung auf den Heizenergie- und Kühlenergiebedarf für ein Wohngebäude; Übung zur Vorlesung "Bauphysik" im 2. Semester (Petra Mann, Romina Rissetto)
Application of the program ENERCALC [1] – influence of the window area orientation on the heating and cooling energy demand for a residential building; exercise for the lecture "Building Physics" in the 2nd semester (Petra Mann, Romina Rissetto

Entwurf Transmissionswärmeverluste reduziert und Solargewinne maximiert werden können, bei gleichzeitiger Vermeidung von solarbedingtem Kühlbedarf.

Ebenfalls relativ früh im Verlauf des Moduls „Bauphysik" kommt das Online-Tool CBE THERMAL COMFORT TOOL [2] von der University of California, Berkeley zum Einsatz. Auf Basis der EN 16798 untersuchen die Studierenden Raumklimarandbedingungen für den thermischen Komfort bei verschiedenen Nutzungsszenarien im Winter und im Sommer. Damit sollen sie erkennen, welche Stellschrauben sie (später) im Gebäudeentwurf bzw. bei baukonstruktiven Ansätzen bedienen können, um eine hohe Nutzerzufriedenheit zu erreichen. Im weiteren Verlauf des Semesters werden der Wärme- und Feuchtetransport durch Bauteile behandelt, wofür Online-Tools zur Berechnung von U-Werten bzw. Tauwasser-/Verdunstungsmengen (z. B. UBAKUS [3]) angewendet werden. Voraus geht hier aber immer das Handrechnen, um die Vorgehensweise zu verstehen.

Im dritten Semester (Modul „Technische Gebäudeausrüstung") kommt wiederum das Programm ENERCALC zum Einsatz – zunächst zur Optimierung des End- und Primärenergiebedarfs durch Variation von Parametern für die (konventionelle) Gebäudetechnik. Hierzu zählen die Heizungs- und Lüftungstechnik, die Beleuchtung, aber auch Maßnahmen zur passiven Kühlung. Im Gegensatz zum Wohngebäude aus dem zweiten Semester wird jetzt – auch wegen weiterer Übungsaufgaben – ein Bürogebäude untersucht. Das wird zum Ende des Semesters nochmals herangezogen, um zu untersuchen, ob durch Einsatz von Photovoltaik, Batteriespeicher und ggf. andere Wärmeerzeugung eine Nullenergiebilanz erreicht werden kann. Dabei wird auf die realistische Umsetzung – insbesondere hinsichtlich der verfügbaren Fläche für PV an der Gebäudehülle – geachtet. Auch diese Übungen profitieren wiederum von der schnellen Sichtbarkeit von Auswirkungen verschiedener Parameteränderungen.

Im Zusammenhang mit einer Vorlesungseinheit zum Thema passive und aktive Gebäudekühlung wird ebenfalls im dritten Semester in der begleitenden Übung das Programm SIMROOM [4] eingeführt. Damit können verschiedene Maßnahmen zur passiven Kühlung untersucht und mit einer aktiven Kühlvariante verglichen werden. Zugrunde liegen die aktuellen Komfortnormen – nicht nur bezüglich des thermischen Komforts, sondern auch der Luftqualität. Aufgrund derselben Programmierphilosophie sind auch hier Ergebnisse direkt nach der Eingabe bzw. Veränderung von Parametern direkt grafisch sichtbar, wodurch ein hoher Lerneffekt erreicht und auch die Motivation zum Ausprobieren gestärkt wird. Wichtig ist allerdings, dass die grundlegenden physikalischen Zusammenhänge – am besten im Vorfeld – erläutert werden, da sonst kein kritisches Hinterfragen von Ergebnissen bzw. Tendenzen erfolgen kann.

3 Planungswerkzeuge im Masterstudium

Während im Bachelorstudium der Umgang mit den Programmen anhand von spezifischen Übungsaufgaben erlernt und praktiziert wird, steht im Masterstudium der Einsatz im Zusammenhang mit eigenen Entwurfsprojekten im Vordergrund. Dazu werden drei Seminare angeboten, in denen unterschiedliche Themen behandelt und damit auch unterschiedliche Programme eingesetzt werden. Außerdem können die Studierenden im Rahmen von individuellen Entwurfsvertiefungen Tools ihrer Wahl einsetzen, um bestimmte Fragestellungen zu untersuchen und so kontinuierlich ihren Entwurfsprozess zu optimieren. Ziel ist es insgesamt, mit den Studierenden eine systematische Herangehensweise zu trainieren: Was sind meine

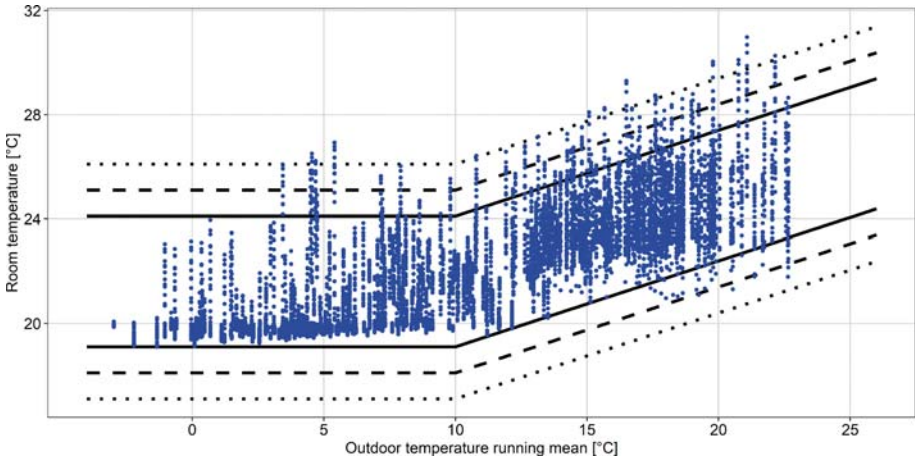


Bild 2 Raumkomfortuntersuchung anhand des adaptiven thermischen Komfortmodells mit dem Programm SIMROOM [4] für die Wohneinheit RoofKIT im Rahmen des Solar Decathlon Europe 21/22 Wettbewerbs. Seminar "RoofKIT – Detailplanung Energiekonzept" Sommersemester 2021 (Nicolas Carbonare, Prof. Andreas Wagner)
Indoor comfort investigation based on the adaptive thermal comfort model with the program SIMROOM [4] for the residential unit RoofKIT in the context of the Solar Decathlon Europe 21/22 competition. Seminar "RoofKIT – detailed planning energy concept" summer term 2021 (Nicolas Carbonare, Prof. Andreas Wagner)

Fragen beim Entwerfen? Wie kann ich diese mit welchem Programm am besten beantworten? Was sind programmbedingte Randbedingungen oder gar Einschränkungen, die es zu beachten gilt? Wie übertrage ich das gezeichnete Modell in ein physikalisches Modell? Wie kann ich überprüfen, ob die Ergebnisse Sinn ergeben?

In dem Seminar „Kleine Tools – große Wirkung" kommen die schon aus dem Bachelorstudium bekannten Programme ENERCALC und SIMROOM (Bild 2) wieder zum Einsatz. Mit ihnen werden Fragestellungen zu Energie- und Raumklimakonzepten bzw. zur solaren Energieversorgung behandelt. Ziel ist es, mit verschiedenen „einfachen" Werkzeugen relativ schnell zu Einschätzungen bezüglich der Gebäudeperformance zu kommen bzw. Entwurfsentscheidungen treffen zu können. Weiterhin sollen Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Bewertungskriterien erkannt werden. Die Studierenden setzen dabei eigene Ziele und prüfen, mit welchen Mitteln sie

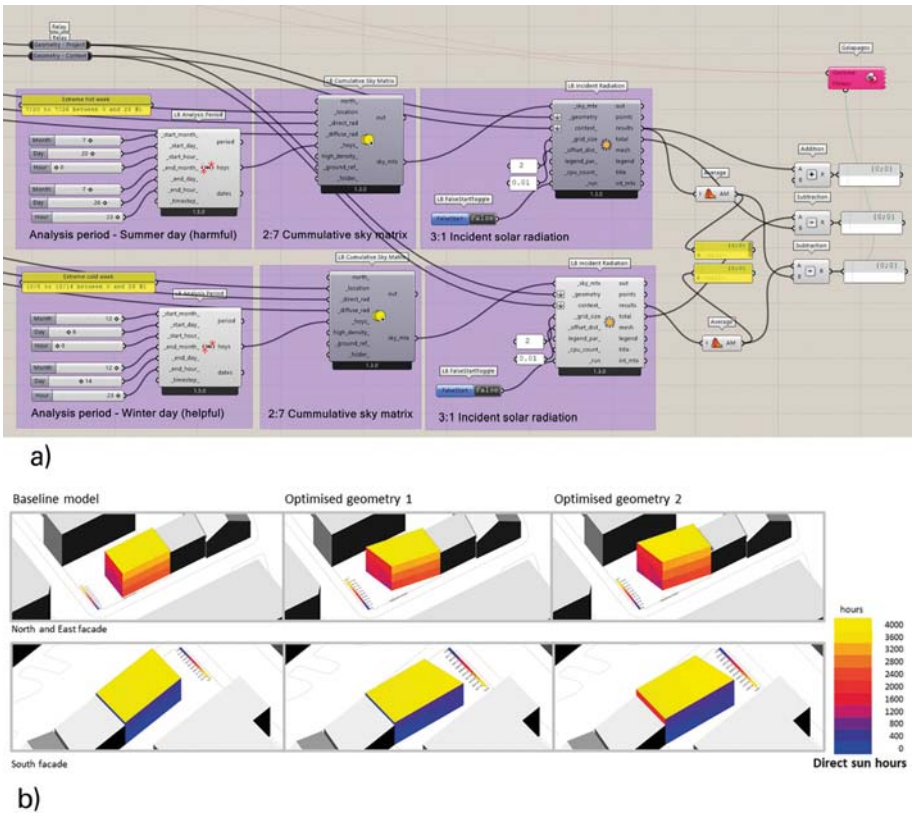


Bild 3 Arbeiten mit GRASHOPPER [7] und LADYBUG [8] – Pyton-Coding für eine Geometrieoptimierung bzgl. direkter Besonnung von Gebäudeoberflächen und resultierende Besonnungsstudie (Stunden für direkte Besonnung) für verschiedene Fassadenorientierungen; © Nicolas Klemm. Seminar "Performance-Analyse", WS 2022/23 (Isabel Mino, Prof. Andreas Wagner)
Working with GRASHOPPER [7] and LADYBUG [8] – Pyton coding for a geometry optimization regarding direct solar insolation on building surfaces and resulting solar radiation study (hours for direct solar input) for different facade orientations, © Nikolas Klemm. Seminar "Performance Analysis", winter term 2022/23 (Isabel Mino, Prof. Andreas Wagner)

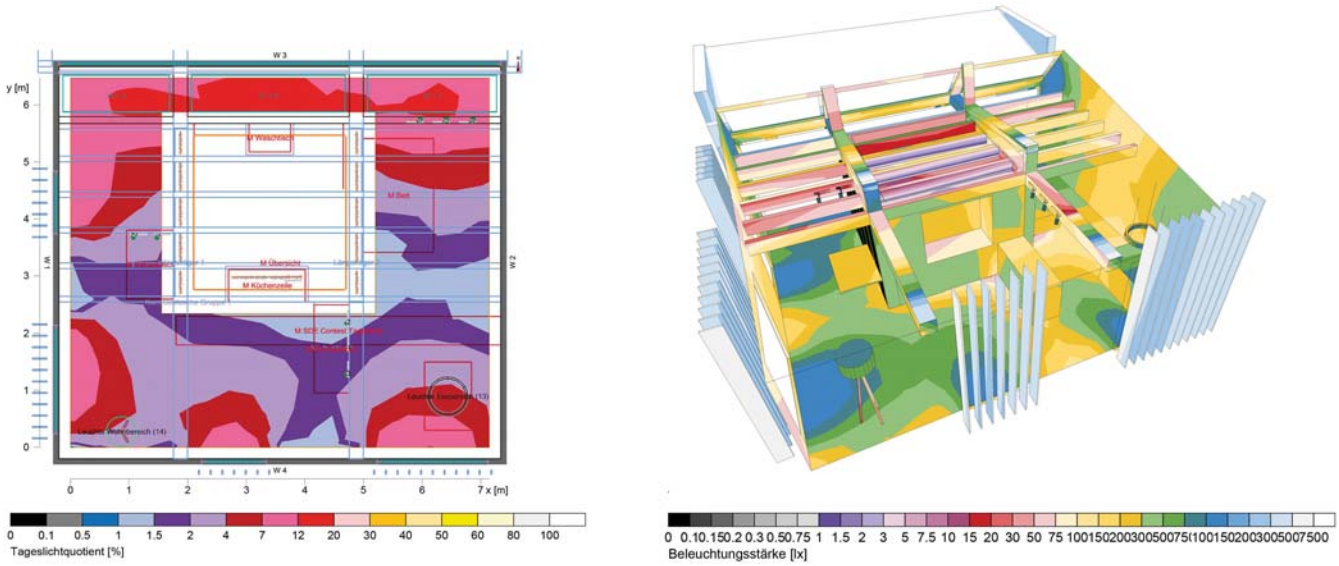


Bild 4 Anwendung des Programms RELUX [11] – Tageslichtanalyse der Wohneinheit RoofKIT für den Solar Decathlon Europe 21/22; © Isabel Bayer, Vincent Witt; Seminar "Planen und Bauen mit Licht", SS 2021 (Luciana Alanis, Prof. Andreas Wagner)
Application of the RELUX program [11] – daylight analysis of the RoofKIT residential unit for the Solar Decathlon Europe 21/22; © Isabel Bayer, Vincent Witt; Seminar "Planning and Building with Light", Summer Semester 2021 (Luciana Alanis, Prof. Andreas Wagner)

diese erreichen, wobei gestalterische und baukonstruktive Maßnahmen jeweils im Vordergrund stehen (sollen). Zu Beginn des Seminars wird zunächst das Standortklima mit dem Online-Tool CBE CLIMA TOOL [5] analysiert, um eine geeignete klimaangepasste Entwurfsstrategie zu entwickeln. Für Fragen der freien Lüftung – insbesondere auch zur Nachtkühlung – steht das an der Professur im Rahmen einer Masterarbeit entwickelte Programm VENTCONCEPT [6] zur Verfügung. Damit können der Einfluss von Grundrisskonstellationen, Öffnungsquerschnitten von Fenstern sowie Schacht- oder Atrienhöhen u. a. auf den Luftaustausch und die Kühlwirkung überprüft werden.

Das Seminar „Performance-Analyse für Gebäude" bietet Studierenden, die das Programm RHINO für das Entwerfen einsetzen und Erfahrung mit GRASHOPPER [7] haben, die Möglichkeit, mithilfe der LADYBUG-Werkzeuge [8] eigene Klimaanalyse-Tools zu skripten und anzuwenden (Bild 3). Damit können sie nicht nur allgemeine Klimadaten eines Standorts untersuchen, sondern auch Verschattungs- oder Einstrahlungssituationen für ihren Baukörper im städtebaulichen Kontext analysieren. Im nächsten Schritt werden dann mithilfe der "HONEYBEE-Werkzeugkiste" [9] Gebäudesimulationen mit ENERGYPLUS [10] durchgeführt. Hierfür wurden für das Seminar vorverschaltete Einheiten vorbereitet, damit die Studierenden sich mit den eigentlichen Fragestellungen hinsichtlich der Gebäudeperformance auseinandersetzen können. Gleichwohl bekommen sie einen Einblick, wie sie selbst maßgeschneiderte Anwendungen programmieren können.

Im Seminar „Planen und Bauen mit Licht" wird das Programm RELUX [11] (Bild 4) zur Bewertung von Tages- und Kunstlichtsituationen in Innenräumen angewendet, um Architekturentwürfe auf Lichtverhältnisse und visuellen Komfort zu analysieren und bei Bedarf sinnvoll zu optimieren. Zunächst lernen die Studierenden, Modelle für Lichtsimulationsprogramme zu entwickeln, in dem sie ihr Raumprogramm analysieren und dieses ggf. sinnvoll abstrahieren, ohne wichtige Eigenschaften für die lichttechnischen Berechnungen zu vernachlässigen. Dazu müssen sie auch relevante Materialparameter identifizieren und ihre Modelle entsprechend parametrisieren. Nach Tageslichtsimulationen untersuchen sie dann auf Basis der Charakteristik verschiedener Lichtquellen ihr Kunstlichtkonzept. Eine Besonderheit des Seminars ist, dass parallel Messungen zu Tageslichtquotienten an realen Modellen im künstlichen Himmel der Professur durchgeführt werden, um die verschiedenen Möglichkeiten und Grenzen dieser beiden Planungswerkzeuge kennenzulernen.

Aufbauend auf den in den Seminaren erworbenen Kenntnissen im Umgang mit den verschiedenen Programmen können die Studierenden diese in ihren Entwürfen im weiteren Studium einsetzen. Das wird in Form von Credits für Entwurfsvertiefungen anerkannt. In den letzten Jahren gibt es auch eine zunehmende Zahl von Masterentwürfen, in denen die Programme zur Bearbeitung von spezifischen Fragestellungen angewendet werden.

Literatur

[1] ENERCALC – *Excel-Werkzeug für vereinfachte Energiebilanzen in Anlehnung an DIN V 18599:2011-12 (2016, 2018)* [online]. https://ingefo.de/Werkzeuge/EnerCalC/ [Zugriff am: 09.06.2023].

[2] CBE THERMAL COMFORT TOOL – *Web-based tool predicting thermal comfort according to ASHRAE Standard 55, with visualizations of comfort boundaries within psychrometric or tempera-*

ture-humidity charts [online]. https://comfort.cbe.berkeley.edu/ [Zugriff am: 09. 06. 2023].

[3] UBAKUS – *Webseite, die bei der Planung von Wärmedämmung unterstützen will* [online]. https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/? [Zugriff am 09. 06. 2023].

[4] SIMROOM – *Ein Lernwerkzeug zur Abschätzung von Überwärmung und Energiebilanz* [online]. https://ingefo.de/Werkzeuge/SimRoom/ [Zugriff am: 09. 06. 2023].

[5] CBE CLIMA TOOL – *Program converting weather data from around the world to a comprehensive set of high-quality, easy to understand graphics that can be tailored to the needs of the environmen-tally conscious building designers and other stakeholders* [online]. https://clima.cbe.berkeley.edu/ [Zugriff am: 09. 06. 2023].

[6] VENTCONCEPT – *Masterarbeit zur Entwicklung einer prototypischen Software zur Simulation von natürlichen Lüftungsszenarien in Gebäuden.* WS 2021/22, Fakultät für Architektur, Karlsruher Institut für Technologie.

[7] GRASHOPPER – *Graphical algorithm editor tightly integrated with Rhino's 3-D modeling tools* [online]. https://www.grasshopper3d.com/ [Zugriff am: 09. 06. 2023].

[8] LADYBUG – *Ladybug allow to visualize and analyze weather data in Grasshopper* [online]. https://www.food4rhino.com/en/app/ladybug-tools [Zugriff am: 09. 06. 2023].

[9] HONEYBEE – *Honeybee creates, runs, and visualizes daylight simulations using Radiance and energy models using OpenStudio and EnergyPlus* [online]. https://www.ladybug.tools/honeybee.html [Zugriff am: 09. 06. 2023].

[10] ENERGYPLUS – *Whole building energy simulation program to model energy consumption for heating, cooling, ventilation, lighting and plug and process loads* [online]. https://energyplus.net/ [Zugriff am: 09. 06. 2023].

[11] RELUX – *Applikation zur Simulation von Kunst- und Tageslicht in einzelnen Räumen, Stockwerken, Industriehallen oder Außenbereichen* [online]. https://relux.com/de/relux-desktop.html [Zugriff am: 09. 06. 2023].

Autor:innen

Prof. Andreas Wagner (Korrespondenzautor:in)
wagner@kit.edu
Karlsruher Institut für Technologie
Professur Building Science & Technology
Englerstr. 7
76131 Karlsruhe

Isabel Mino Rodriguez
isabel.mino@kit.edu
Karlsruher Institut für Technologie
Professur Building Science & Technology
Englerstr. 7
76131 Karlsruhe

Luciana Alanis
luciana.alanis@kit.edu
Karlsruher Institut für Technologie
Professur Building Science & Technology
Englerstr. 7
76131 Karlsruhe

Petra Mann
petra.mann@kit.edu
Karlsruher Institut für Technologie
Professur Building Science & Technology
Englerstr. 7
76131 Karlsruhe

Romina Rissetto
romina.rissetto@kit.edu
Karlsruher Institut für Technologie
Professur Building Science & Technology
Englerstr. 7
76131 Karlsruhe

Zitieren Sie diesen Beitrag

Wagner, A.; Rodriguez, I. M.; Alanis, L.; Mann, P.; Rissetto, R. (2023) *Rechnerbasierte Planungswerkzeuge an der Professur Building Science & Technology am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Serie: Gebäudesimulation und Berechnungstools in der Lehre*. Bauphysik.
https://doi.org/10.1002/bapi.202300009

PERSÖNLICHES

Emil-Mörsch-Denkmünze des DBV für Werner Sobek

Der Deutsche Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (DBV) hat Prof. Dr. Dr. E.h. Dr. h.c. Werner Sobek mit der höchsten Auszeichnung des Vereins, der Emil-Mörsch-Denkmünze, geehrt. Die Verleihung durch den DBV-Vorsitzenden Dr. Matthias Jacob erfolgte im Rahmen des virtuellen Deutschen Bautechnik-Tages am 16. März 2023.

Dr. Matthias Jacob zitierte aus der Urkunde, die Werner Sobek wie folgt würdigt: „Als Bauingenieur und Architekt führt er Entwurf und Konstruktion ebenso wie Bauweisen und Materialien ideal und ästhetisch zusammen. Er optimiert Form und Konstruktion, reduziert den Aufwand an Material und Energie, stärkt Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit und priorisiert Rezyklierbarkeit und Umweltverträglichkeit. Damit setzt er Maßstäbe für das nachhaltige und zukunftsweisende Bauen. Als Forscher, akademischer Lehrer, Berater und Motivator teilt er sein Wissen, begeistert Menschen und hinterlässt damit bleibende Spuren in der baukulturellen Weiterentwicklung. Durch sein interdisziplinäres und internationales Wirken hat er in der Tradition Emil Mörschs das Ansehen des Bauingenieurs in Fachwelt und Gesellschaft weit über die deutschen Grenzen hinaus gemehrt."

Prof. Werner Sobek nahm die Emil-Mörsch-Denkmünze „berührt und gerührt" und mit großer Dankbarkeit entgegen. Seine erste Verbindung zum DBV entstand im Jahr 1989, als er als junger Doktorand den Rüsch-Forschungspreis des DBV erhielt. Dies habe für ihn eine große Bedeutung gehabt und ihm Festigung für seinen weiteren Lebensweg gegeben.

Als vierter Nachfolger des im Jahr 1916 von Emil Mörsch begründeten Lehrstuhls an der Universität Stuttgart betonte er seine persönliche Verbindung zum Namensgeber der Denkmünze.

Die Emil-Mörsch-Denkmünze des DBV

Mit der Emil-Mörsch-Denkmünze ehrt der DBV Persönlichkeiten, die sich durch besondere Leistungen auf dem Gebiet des Betonbaus ausgezeichnet und diese Bauart gefördert haben. Die Denkmünze wird seit 1938 verliehen und ist dem Andenken an diesen hervorragenden Wissenschaftler und Bahnbrecher auf dem Gebiet des Beton- und Stahlbetonbaus gewidmet.
Eine Liste aller bisherigen Träger ist unter betonverein.de/emil-moersch-denkmuenze veröffentlicht.

Weitere Informationen:
www.betonverein.de

AKTUELL

Berichtigung

zu: Stricker, R.; Stricker, T. (2023) *Passiv-Solar-Fassade – rezyklierbare Fassadendämmung mit Solarenergienutzung*. Bauphysik 45 (2023) Heft 3, S. 151–159. https://doi.org/10.1002/bapi.202300003

Im oben genannten Beitrag gibt es in den Bildunterschriften zu den Bildern 1, 2 und 3 jeweils eine falsche Angabe zur Außenlufttemperatur (T_{amb} > 15 °C). Für alle drei Bildunterschriften muss es richtig lauten: T_{amb} < 15 °C.

Bild 1 Verläufe der äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten einer Außenwand (U-Wert ungedämmt = 1,349 W/m²K) bei Südausrichtung, gemittelt über alle Stundenwerte der Heizperiode, an denen T_{amb} < 15 °C, in Abhängigkeit zur Dämmstoffdicke, berechnet mit SUNREL und Vergleich mit Ergebnissen aus Vorhaben [10] und [11] sowie dem stationären U-Wert

Bild 2 Verläufe der äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten einer Außenwand (U-Wert ungedämmt = 1,349 W/m²K) bei Ost/Westausrichtung, gemittelt über alle Stundenwerte der Heizperiode, an denen T_{amb} < 15 °C, in Abhängigkeit zur Dämmstoffdicke, berechnet mit SUNREL

Bild 3 Verläufe der äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten einer Außenwand (U-Wert ungedämmt = 1,349 W/m²K) bei Nordausrichtung, gemittelt über alle Stundenwerte der Heizperiode, an denen T_{amb} < 15 °C, in Abhängigkeit zur Dämmstoffdicke, berechnet mit SUNREL

Bedauerlicherweise rückt den Autoren und der Redaktion trotz größter Sorgfalt bei der Manuskriptbearbeitung und in der Korrekturphase manchmal doch der Fehlerteufel zu Leibe.

Ihre Redaktion BAUPHYSIK

AKTUELL

Fachkonferenz „Effiziente Gebäude 2023“ in Hamburg

Die Fachkonferenz „Effiziente Gebäude 2023“ findet am 11. September 2023 in der Freien Akademie der Künste Hamburg statt.. Der inhaltliche Schwerpunkt der Konferenz liegt auf dem Thema „Serielle Sanierung“, das Konferenzprogramm ist in drei Blöcke aufgeteilt. Anhand von realisierten Pilotprojekten werden Einblicke und Erfahrungen zum seriellen Sanieren nach dem Energiesprong-Prinzip geteilt, ebenso werden aktuelle Fördermöglichkeiten vorgestellt und Erkenntnisse zum Bauen mit vorgefertigten Holz-Hybrid-Elementen vermittelt. Außerdem präsentieren die Referent:innen aktuelle Projekte aus den Bereichen „Wärmeversorgung im Quartier“ und „Zirkuläres Bauen mit Holz“. Eine begleitende Ausstellung zeigt innovative Bauprodukte etablierter Hersteller.

Konferenzprogramm am 11. September 2023

- Berlin TXL – Nachhaltiges Planen und Bauen im Schumacher Quartier (Gudrun Sack, Tegel Projekt GmbH)
- Effiziente Wärmeversorgung in Quartieren – Wunsch und Wirklichkeit (Marcel Hanakam, Megawatt Ingenieurgesellschaft mbH)
- Aus eins mach vier! Zirkuläres Bauen am Beispiel der Holzmodulschule Regino-Gymnasium Prüm (Julia Rumpf-Pletzer, Kreisverwaltung des Eifelkreises Bitburg-Prüm)
- Zirkuläres Bauen mit Holz – Ein Schritt Richtung Kreislaufwirtschaft (Moritz Michelis, W. u. J. Derix GmbH & Co.)
- Serielle Sanierung nach dem Energiesprong-Prinzip – erste Erfahrungen eines kommunalen Wohnungsunternehmens (Sina Surmann, VBW Bauen und Wohnen GmbH)
- Holz-Beton-Hybrid Bauweise – das Beste aus beiden Welten. Die Vorteile eines industriell vorgefertigten Gebäudekonzeptes am Beispiel einer neuen Wohnanlage in Hamburg (Patrick Bauer, B&O Gruppe)
- Vom Energiesprong zur seriellen Sanierung – Was ist passiert, wo geht es hin? (Mathias Ponitka, LEG Wohnen NRW GmbH und Andreas Kipp, Renowate GmbH)
- Vorgefertigt, minimalinvasiv und förderfähig: die serielle Sanierung als Rettungsgasse im Sanierungsstau (Tamim Raufi, Saint-Gobain pre.formance GmbH)
- Förderung für serielle Sanierung (Jan Karwatzki, Öko-Zentrum NRW GmbH)

Weitere Themen der Konferenz können nach der Präsenzveranstaltung online am 28. September 2023 vertieft werden.

Die Fachkonferenz „Effiziente Gebäude“ (ehem. Norddeutsche Passivhauskonferenz) wird seit 2009 von der ZEBAU – Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt GmbH ausgerichtet. An der Schnittstelle zwischen Architektur, Technik und Quartier fördert sie den interdisziplinären Austausch zwischen verschiedenen Akteur:innen aus der Baubranche und setzt neue Impulse für eine klimafreundliche Entwicklung im Planen und Bauen von energieeffizienten Gebäuden und Quartieren.

Weitere Informationen:
ZEBAU GmbH – Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt
Große Elbstraße 146
22767 Hamburg
Tel. +49(0)40/380 384 0
E-Mail: presse@zebau.de
www.effizientegebaeude.de

AKTUELL

15. EffizienzTagung klimaneutral Bauen+Modernisieren 2023

Quelle: Energie- und Umweltzentrum am Deister (e.u.[z.])

Die mittlerweile 15. EffizienzTagung klimaneutral Bauen+Modernisieren findet am 10. und 11. November 2023 in Hannover als Präsenzveranstaltung und online statt. Beim Branchentreffen zeigen Architekten, Energieberater, Ingenieure und Planer, wie sie die Bauwende in der Praxis umsetzen.

Inhaltlich spannt die Veranstaltung einen Bogen von der Gebäude- und Quartiersplanung über die Energie- und Wärmeversorgung bis hin zur Wiederverwendung von Baustoffen und zu klimagerechter Mobilität. Die Plenarvorträge zu Beginn und zum Abschluss der Tagung schauen über den Tellerrand hinaus und ordnen die Situation in Deutschland aus unterschiedlicher Perspektive ein.

Das Fachprogramm der Tagung ist wie gewohnt in drei Parallelveranstaltungen gegliedert. Am ersten Tag erfahren Sie, wie sich seriell sanieren lässt ohne die Wohnkosten zu erhöhen, wie man ressourcenschonend und kreislauffähig bauen und sanieren kann und wie Baustoffe aus Bambus, Stroh und Süßgras eingesetzt werden. Angesichts der Kontroverse über Wärmepumpen im Bestand können Sie sich über deren Einsatzmöglichkeiten, Effizienz und Rahmenbedingungen Klarheit verschaffen. Nachhaltige Stadtplanung beinhaltet immer auch klimagerechte Mobilität, deshalb ist auch das ein Themenbereich der Tagung.

Am Samstag können Sie Ihr Wissen über gebäudeintegrierte Photovoltaik und Mikro-PV-Anlagen vertiefen. Interaktiv wird es beim Workshop „Bauphysik verständlich erklären“. Es wird gezeigt, wie sich komplexe Sachverhalte mit Video-Clips und Experimenten kreativ und verständlich vermitteln lassen und es gibt didaktische Tipps. Ein weiterer Themenblock widmet sich den „One-Stop-Shops“, die Beratung zur Gebäudemodernisierung aus einer Hand bieten. Beispiele zu Low-Tech-Gebäuden und Vorträge zur Qualitätssicherung im Bauwesen runden das Programm ab.

Aktuelles Know-how ist nur eine Seite der Medaille, die andere sind Produkte und Dienstleistungen für die Umsetzung in der Praxis. Deshalb wird die Konferenz wieder von einer Fachausstellung begleitet. Alle Unternehmen der Branche, deren Portfolio sich mit den Tagungsthemen deckt, sind herzlich eingeladen, sich in der Fachausstellung zu präsentieren und mit ihrer Zielgruppe ins Gespräch zu kommen.

Ein herzliches Dankeschön gilt den Förderern und Sponsoren der Tagung: der Region Hannover, hannoverimpuls, der Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen GmbH sowie der pro clima Moll bauökologische Produkte GmbH. Durch ihre Unterstützung musste der Teilnahmepreis nur geringfügig angepasst werden.

Veranstaltet wird das Branchentreffen vom Energie- und Umweltzentrum am Deister (e.u.[z.]) in Kooperation mit dem enercity-Fonds proKlima aus Hannover.

Termin: 10. und 11. November 2023
Ort: Hannover Congress Centrum (HCC) und online

Veranstalter: Energie- und Umweltzentrum am Deister (e.u.[z.])
Mitveranstalter: proKlima – Der enercity-Fonds

Weitere Informationen und Tickets:
www.effizienztagung.de

AKTUELL

Weltkongress Gebäudegrün 2023

Nach sechs Jahren fand der Weltkongress Gebäudegrün wieder statt und wurde zur bisher weltweit größten Veranstaltung zum Themenkomplex Gebäudebegrünung. Fast 1.100 Teilnehmer aus 41 Ländern hatten sich zu dem Kongress vom 27. bis 29. Juni 2023 in Berlin angemeldet und die begleitende Fachausstellung umfasste fast 60 Ausstellende. Die Vorträge wurden zudem live online übertragen.

Der Kongress wurde vom Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG) organisiert, das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und die Berliner Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz übernahmen die Schirmherrschaft.

Der dreitägige Weltkongress, der sich u. a. an Planende, Ausführende sowie Kommunal-, Landes- und Bundespolitik, Investoren und Unternehmen der Branche richtete, teilte sich in zwei Tage Fachkongress und einen Tag für Exkursionen auf.

Das Tagungsprogramm mit 95 Fachvorträgen und insgesamt 107 Referierenden aus 28 Ländern hatte es ebenfalls in sich und hat einen schönen Querschnitt zur Forschung und Entwicklung, zu Städtestrategien und zum bautechnischen Stand der Gebäudebegrünung weltweit gegeben.

Mit den Impulsvorträgen des Düsseldorfer Architekten Christoph Ingenhoven und des weltweit bekannten französischen Botanikers Patrick Blanc gab es einen fulminanten Kongressauftakt. In fünf parallelen Vortagsreihen und Impulsvorträgen zu Beginn und zum Abschluss wurden aktuelle Themen rund um die Gebäudebegrünung (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung) und deren vielfältige und zukunftsträchtige Einsatzmöglichkeiten vorgestellt und diskutiert. Themenschwerpunkte waren u. a. Klimaanpassungsstrategien, nachhaltiges Bauen, Regenwasserbewirtschaftung, biologische Vielfalt, städtische Strategien zur Gebäudebegrünung, Architektur- und Praxisbeispiele.

Am dritten Tag fanden sieben Bus-Exkursionen zu verschiedenen begrünten Berliner Objekten statt. Die Exkursionen ordneten sich den vier Themenschwerpunkten Dachbegrünung, Fassadenbegrünung, Innenraumbegrünung, Gebäudebegrünung zu. Sie wurden organisiert und begleitet vom Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP) und führten u. a. zu DB Systel GmbH, METRO Berlin-Friedrichshain, Wintergarten Varieté, LP12 Mall of Berlin, TechnoCampus Berlin, EDGE Grand Central Berlin, Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH, Stadtpark Schöneberg Grundstücksverwaltung Flemmig & Reinhard GmbH & Co. KG.

Die begleitende Fachausstellung gab mit 59 ausstellenden Unternehmen und Verbänden einen guten Überblick über Produkt-, System- und Dienstleistungen der Branche und war ausgebucht. Ergänzend dazu gab es eine Posterausstellung mit 56 Posterbeiträgen aus 12 Ländern.

Veranstalter des Weltkongresses Gebäudegrün 2023 war der Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG), unterstützt durch die internationalen Partner World Green Infrastructure Network (WGIN), European Federation of Green Roof & Green Wall Associations (EFB), österreichischer Verband für Bauwerksbegrünung (VfB) und Schweizerische Fachvereinigung Gebäudebegrünung (SFG), die nationalen Partner Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportsplatzbau e.V. BGL, Patzer Verlag sowie 25 Kongress- und 11 Medienpartnerschaften.

Weitere Informationen:
www.gebaeudegruen.info

AKTUELL

Nutzung und Evaluierung von Buchenholzfasern als Ziegel-Dämmstoff

Quelle: tdx/Ziegelwerk Bellenberg/Gerd Schaller

Ein Verfahren zur Zerfaserung und Weiterverarbeitung von Buchenholz zu einer flexiblen Fasermatte oder einem Holzschaum zu Verfüllung von Großkammerziegeln wird entwickelt. So könnte zukünftig neben den mineralischen Dämmstoffen aus Steinwolle (im Bild obere Dämmkammern) und Glaswolle (im Bild untere Dämmkammern) ein Dämmstoff auf Holzbasis zur Verfügung stehen (mittlere Dämmkammern).

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) fördert den Aufbau einer Pilotanlage zur Nutzung von Buchenholzfasern als Ziegeldämmstoff mit insgesamt 1,86 Millionen Euro aus dem Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe. Mit dem Fraunhofer-Institut für Holzforschung Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI), der Loick Biowertstoff GmbH und dem Ziegelwerk Bellenberg Wiest GmbH & Co. KG arbeiten Forstwirtschaft, Dämmstoff- und Ziegelproduktion eng mit der Wissenschaft im Sinne der biobasierten Wirtschaft zusammen. Bis 2025 soll der klimafreundliche Ziegel mit integrierter Dämmung auf Buchenholzbasis die bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) erhalten.

Dämmstoffe auf Holzbasis, die zumeist aus Holzfasern oder Holzwolle bestehen, haben den Nachteil, dass sie fasern und nicht formstabil sind. Durch Temperaturschwankungen und Feuchtigkeit kann auf Dauer ein Teil der Dämmwirkung verloren gehen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts werden die Aspekte lokaler Verfügbarkeiten, Qualität und Menge des Buchenholz-Materials, ökonomische Aspekte und zahlreiche weitere Anforderungen untersucht. Ziel ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Zerfaserung und Weiterverarbeitung von Buchenholz zu einer verbesserten flexiblen Fasermatte oder einem Holzschaum. Dabei sollen Wasseraufnahme-, Brand- und Glimmverhalten optimiert werden. Forscher des Fraunhofer-Institut für Holzforschung Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI) haben bereits ein vielversprechendes Verfahren entwickelt, mit dem sich aus Holzpartikeln Schaumstoff herstellen lässt. Dazu wird das Holz in feine Partikel zermahlen, bis eine schleimige Masse entsteht. Diese Suspension wird dann aufgeschäumt und ausgehärtet.

Das Konzept der Pilotanlage basiert auf den im Labor gewonnenen Erkenntnissen, die nun auf einen industriellen Fertigungsprozess übertragen werden sollen. Dazu werden verschiedene technische Verfahren untersucht. Im Ergebnis sollen künftig mit den Faserdämmmatten, Holzschaumplatten oder Schaumgranulaten aus Buche neben Kleinkammerziegeln auch spezielle, vom Ziegelwerk Bellenberg entwickelte Großkammerziegel verfüllt werden. Die Ziegel bieten neben guten bautechnischen und bauphysikalischen Eigenschaften hinsichtlich Statik, Schall- und Brandschutz auch einen sicheren Schutz des Dämmmaterials vor Witterungseinflüssen und vor mechanischen Einwirkungen. Beide Naturprodukte – Ziegel und Buchenholz – gehen so eine gewinnbringende Symbiose über eine besonders langlebige Nutzungsdauer ein und können am Lebensende des Gebäudes zudem sortenrein recycelt werden.

Weitere Informationen:
Ziegelwerk Bellenberg Wiest GmbH & Co. KG
Tiefenbacher Str. 1
89287 Bellenberg
Tel. +49(0)7306/96 50-0
E-Mail: info@ziegelwerk-bellenberg.de
www.ziegelwerk-bellenberg.de

AKTUELL

Gedämmter Glasbaustein von Empa-Team entwickelt

Foto: Empa

Bild 1 Aerogel-Glasbausteine sind wärmedämmend und lichtdurchlässig, aber trotzdem blickdicht – und schützen so die Privatsphäre

Verglaste Bauelemente sind in der Architektur eine beliebte Methode, um Tageslicht in einem Gebäude zu nutzen. Um diesen Vorteil zu maximieren, sollten aus den Glaselementen jedoch möglichst ganze Wände für die Gebäudehülle gebaut werden, was voraussetzt, dass die Elemente über eine wirksame Wärmedämmung verfügen und eine gewisse Last tragen können.

Silikat-Aerogele sind thermische Hochleistungsdämmstoffe, die im Bausektor zunehmend Verbreitung finden. Am gebräuchlichsten sind undurchsichtige Dämmmatten und -putze. Aerogel kann jedoch auch nahezu transparent sein, was ein lichtdurchlässiges, isolierendes Bausystem ermöglicht. Um das auszunutzen, entwickelten Empa-Forscher der Abteilung Building Energy Materials ein neuartiges modulares Bauteil auf der Basis von Floatglas und Silikat-Aerogel-Granulat, das beide Eigenschaften vereint: Der Aerogel-Glasbaustein ist lichtdurchlässig und wärmedämmend (Bild 1).

Die mit lichtdurchlässigem Aerogel-Granulat gefüllten Glasbausteine lassen den Bau von ästhetisch ansprechenden und sogar tragenden Fassadenelementen zu, die einen großflächigen Tageslichteintrag ermöglichen. Diese Kombination von Festigkeit, Dämmung und Lichtdurchlässigkeit wurde durch versetzte Abstandhalter zwischen den Glasscheiben innerhalb des Glasbausteins erreicht, die die statische Stabilität bei minimalem Wärmedurchgang gewährleisten (Bild 2).

Der Glasbaustein hat eine gemessene Wärmeleitfähigkeit von 53 mW/(m·K) und eine Druckfestigkeit von fast 45 MPa. Gleichzeitig kommt die Eigenschaft der Lichtdurchlässigkeit hinzu (Bild 3).

Der Aerogel-Glasbaustein eignet sich für Anwendungen, in denen gleichzeitig Anforderungen an hohen Tageslichteintrag, Blendschutz und Schutz der Privatsphäre bestehen, etwa in Büros, Bibliotheken und Museen. Ein wichtiger Aspekt ist dabei, dass eine Gebäudehülle aus solchen Glassteinen das Gebäudeinnere in Sachen Tageslicht an den Außenraum koppelt. Dies kann sich positiv auf den Tagesrhythmus der Gebäudenutzer auswirken. Mögliche Anwendungen sind etwa

- Räume, die keine Sichtverbindung nach außen haben sollen, zum Beispiel aus Gründen der Privatsphäre, der Sicherheit oder der Vermeidung von Störungen, aber dennoch diffuses Tageslicht ins Innere lassen sollen, also etwa Bibliotheken, Galerien, Museen, Foyers, Büros, Treppenhauskerne, Turnhallen, Mehrzweckhallen, Wohnhäuser oder Kunstwerkstätten–Steigerung der Effizienz aber auch Beachten des Prinzips der Suffizienz
- Räume, in denen Tageslicht für einen gesunden zirkadianen Rhythmus notwendig ist, wie Wohnheime, Krankenhäuser und Sanatorien, aber auch Zoos,

Ställe und Tierzuchten bis hin zu Gewächshäusern
- Orte, an denen ein Maximum an Tageslicht eingebracht und Platz gespart werden soll, etwa in dicht bebauten Stadtquartieren mit Hochhäusern und vielen Stadtwohnungen
- architektonische Elemente wie Trombe-Wände in der Solararchitektur, in Innenhöfen oder Atrien, die aus der Infrarotstrahlung des Sonnenlichts Wärme generieren.

Die Forschenden haben den Aerogel-Glasbaustein inzwischen zum Patent angemeldet und sind auf der Suche nach möglichen Industriepartnern.

Das Projekt wird durch die Velux Stiftung, Projekt Nr. 1440 zur Entwicklung eines hochdämmenden, transluzenten Glassteins für diffusiven Tageslichteintrag unterstützt. Die Projektidee wurde mit Unterstützung durch das Horizon 2020 Research and Innovation Programm der Europäischen Union im Rahmen der Marie Skłodowska-Curie Actions, Vertragsnummer 746992, erarbeitet.

Weitere Informationen:
Dr. Jannis Wernery
Empa
Building Energy Materials and Components
Tel. +41(0)58/765 4946
E-Mail: jannis.wernery@empa.ch
www.empa.ch

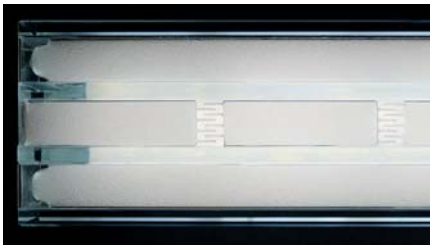


Foto: Empa

Bild 2 Abstandhalter zwischen den Glasscheiben innerhalb des Glasbausteins gewährleisten die statische Stabilität bei minimalem Wärmedurchgang

Foto: Empa

Bild 3 Der Aerogel-Glasbaustein eignet sich für Anwendungen, in denen gleichzeitig Anforderungen an hohen Tageslichteintrag, Blendschutz und Schutz der Privatsphäre bestehen

AKTUELL

„Fit for Nachhaltigkeit" – Vorschlag für kammergeführtes Bundesregister Nachhaltigkeit

Anlässlich der BAU 2023 in München überreichten die Präsidentin der Bundesarchitektenkammer (BAK), Andrea Gebhard, und der Präsident der Bundesingenieurkammer (BIngK), Dr.-Ing. Heinrich Bökamp, am 17. April 2023 im Rahmen des vom Bundesbauministerium durchgeführten Kongresses „Bauen 2023" ein gemeinsames Konzeptpapier der Bundeskammern mit dem Titel „Fit for Nachhaltigkeit" an Bundesbauministerin Klara Geywitz. Zentrale Eckpunkte des Papiers sind die „Qualifizierungsoffensive Nachhaltigkeit" der Kammern mit dem Angebot an den Bund, ein kammergeführtes „Bundesregister Nachhaltigkeit" einzurichten.

Hintergrund der Initiative ist die von den Bundeskammern als dringend notwendig erachtete Stärkung von Nachhaltigkeitsaspekten in Planung und Bau. Zwar hat der Bund das Thema seit 2021 als Fördertatbestand in der Gebäudeförderung verankert. Dennoch spielt Nachhaltigkeit bislang nur bei einem geringen Anteil aller Bauprojekte eine Rolle. Gründe dafür sind u.a. die zu geringen Kapazitäten an Nachhaltigkeitsexperten, mangelnde Übersicht beim Kunden hinsichtlich verschiedener Bewertungssysteme und Expertenkategorien sowie häufig ein vermuteter hoher Aufwand für die Erfüllung der Anforderungen.

Statement Andrea Gebhard, Präsidentin der Bundesarchitektenkammer

„Alles, was wir bauen, muss idealerweise robust, langlebig, gestalterische wertvoll – und somit nachhaltig sein. Architektinnen und Ingenieure verfügen bereits über großes Wissen, wie wir intelligent und zukunftsfähig unsere Städte, Quartiere und Landschaften erhalten und weiterbauen. Dennoch werden sich angesichts der Dringlichkeit des Klimawandels und Umweltschutzes Handlungsebenen verdichten und neue Vorgaben entstehen. Daher freue ich mich sehr, dass zukünftig ein qualitätsgesichertes, transparentes und flächendeckendes Weiter- und Fortbildungsangebot zur Verfügung steht. Nachhaltigkeit muss vom Spitzensport zum Breitensport werden!"

Statement Dr.-Ing. Heinrich Bökamp, Präsident der Bundesingenieurkammer

„Die zentralen Akteure beim ressourcenschonenden und nachhaltigen Bauen sind die planenden Berufe. Mit den föderalen Strukturen ihrer Kammern und den bereits existierenden Schulungsplattformen wird nachhaltiges Bauen flächendeckend gefördert. Nur wenn die bereits vorhandenen Strukturen genutzt werden, kommt Tempo in die Sache. Ein unabhängiges Angebot an Nachhaltigkeitsberatung stärkt das Vertrauen in die Bauwende."

Nachhaltiges Planen und Bauen ist eine gemeinsame Aufgabe für Bauherren und die in den Architekten- und Ingenieurkammern vertretenen Planungsdisziplinen. Es sind vor allem die frühen Planungsphasen, in denen Planerinnen und Planer den Bauherrn bei der Zielfindung unterstützen und die planerischen Weichenstellungen Richtung Nachhaltigkeit vornehmen können. Damit befinden sich die in den Architekten- und Ingenieurkammern vertretenen Planungsdisziplinen in der zentralen Rolle beim Nachhaltigen Bauen. Die Kammern wiederum liefern dem Berufsstand die notwendige Infrastruktur in Sachen Qualifikation und Qualitätssicherung.

Die „Qualifizierungsoffensive Nachhaltigkeit" adressiert die deutschlandweit 138.000 kammergeführten Architekten aller Fachrichtungen und die rund 45.000 kammergeführten Ingenieure. BAK und BIngK verfolgen mit der Qualifizierungsoffensive kurzfristig das Ziel, bereits vorhandene Fort- und Weiterbildungsangebote zu bündeln und bundesweit noch besser zugänglich zu machen.

Ferner bieten BAK und BIngK dem Bund an, ein Schulungsangebot zu entwickeln, durch das die Nachweisberechtigung für eine künftige Förderstufe QNG-BASIS und perspektivisch auch für eine ordnungsrechtliche Regelung erworben werden kann. Das Ziel dahinter ist es, die Systemanbieter-unabhängige Beratungskompetenz im Markt zu stärken. Denn die Rolle eines unabhängigen Nachhaltigkeitslotsen und eine systemübergreifende Nachhaltigkeitsberatung sind in der Logik der aktuellen Gebäudeförderung nicht verankert.

In dem vorgeschlagenen kammergeführten „Bundesregister Nachhaltigkeit“ sollen dann diejenigen Personen geführt werden, die die Nachweisberechtigung für eine künftige Förderstufe QNG-BASIS erworben haben. Die Eintragungsmöglichkeit beschränkt sich dabei nicht auf die Mitglieder der Kammern. Die Intention hinter dem Bundesregister ist es, einerseits im Interesse des Verbraucherschutzes und der hohen baulichen Anforderungen die Qualität der Nachhaltigkeitsplanerinnen und -planer zu sichern und andererseits sicherzustellen, dass der Zugang zu besonders anspruchsvollen Geschäftsfeldern nur besonders qualifizierten Akteuren vorbehalten ist. Und schließlich kann ein solches Register eine Bündelungsfunktion übernehmen und Transparenz für Gebäudeeigentümer und Investoren schaffen.

Weitere Informationen:
Bundesarchitektenkammer: www.bak.de
Bundesingenieurkammer: www.bingk.de

AKTUELL

Erklärung von BTGA, FGK und VDMA zur GEG-Novelle

Zur Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) erklären Frank Ernst, Geschäftsführer des Bundesindustrieverbandes Technische Gebäudeausrüstung e. V. (BTGA), des Fachverbandes Gebäude-Klima e. V. (FGK) und des Herstellerverbandes Raumlufttechnische Geräte e. V., sowie Robert Hild, Geschäftsführer des VDMA Allgemeine Lufttechnik:

„Der vorläufige Stopp des sogenannten Heizungsgesetzes bietet die Möglichkeit, den Gesetzentwurf in einem ordentlichen parlamentarischen Verfahren gründlich zu beraten. Wir appellieren an die Bundestagsabgeordneten, die nun zur Verfügung stehende Zeit zu nutzen, um den Inhalt zu überarbeiten und weitere Verbesserungen am Gesetz vorzunehmen.

Zwei Punkte der GEG-Novelle müssen aus Sicht der TGA-Branche besonders dringend überarbeitet werden: Die im Paragraf 71p vorgesehene Verordnungsermächtigung zum Einsatz natürlicher Kältemittel in elektrischen Wärmepumpen und in Wärmepumpen-Hybridheizungen muss gestrichen werden. Hier gibt es bereits europäische Vorgaben. Ein deutscher Alleingang, der über die Vorgaben des künftigen Unionsrechts hinausginge, würde den politisch gewünschten, massiven Zubau von Wärmepumpen gefährden, da ein Großteil der auf dem Markt verfügbaren Wärmepumpen nicht mehr eingebaut werden könnte. Ein solches Handelshemmnis innerhalb des europäischen Binnenmarktes würde auch gegen EU-Recht verstoßen.

Außerdem müssen einfache und günstige Energieeffizienz-Technologien in der GEG-Novelle berücksichtigt werden: Abwärme muss auch dann als Erneuerbare Energie anrechenbar sein, wenn sie in Lüftungsanlagen über eine Wärmerückgewinnung genutzt wird. Dem vorliegenden Gesetzentwurf zufolge kann Abwärme nur dann als Erneuerbare Energie angerechnet werden, wenn sie über eine Wärmepumpe nutzbar gemacht wird – das ist weder technisch noch logisch nachvollziehbar. Die Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen ist in ihrer Funktion analog zu Wärmepumpen zu sehen und arbeitet sogar effizienter als diese.“

Weitere Informationen:
www.btga.de
www.fgk.de
www.vdma.org/allgemeine-lufttechnik

AKTUELL

Abschätzung der Gesamtbilanz eines Gebäudeentwurfs mit EcoTool nach SIA 2023

ZPF Ingenieure und der Kanton Basel-Stadt haben eine Entwurfshilfe entwickelt, die bereits in der Wettbewerbsphase die Ökobilanz von geplanten Neubauten einschätzen kann. Mit wenigen Angaben zu Standort, Material und Konstruktion lassen sich die Entwürfe in Bezug auf ihre Nachhaltigkeit beurteilen und vergleichen. Das EcoTool ist webbasiert und kostenlos.

Das Planen und Bauen der Zukunft muss umweltschonender werden. Hierbei ist die Verbesserung der Gesamtbilanz von Gebäuden in Bezug auf Ressourcenverbrauch und CO2-Emissionen entscheidend – und nicht nur einzelner Faktoren wie etwa die Gebäudetechnik oder die Materialwahl und -herstellung. Eine verlässliche Einschätzung der Ökobilanz von Bauvorhaben ist gerade in einer frühen Projektphase wichtig. Bestehende Hilfsmittel wie Tabellen und Datenbanken sind aber komplex und aufwändig zu bedienen.

Deshalb haben ZPF Ingenieure, Basel ein Werkzeug speziell für die Wettbewerbsphase entwickelt, das einfach, schnell und zuverlässig die Ökobilanz des entworfenen Gebäudes einschätzen kann. Das webbasierte EcoTool ist in Kooperation mit Immobilien Basel-Stadt und der Dienststelle Städtebau und Architektur entstanden. Der Kanton setzt es bereits seit 2021 als Berechnungsmethode erfolgreich ein, zum Beispiel anlässlich der Wettbewerbe zum Schliengerweg 31 und auf dem Entwicklungsgebiet Walkeweg. Ab sofort ist das EcoTool frei verfügbar: Auf www.ecotool.org können Planende, Ingenieur:innen und Architekt:innen auf der Grundlage von wenigen Eingaben – Standort, Material und Konstruktion von Wand, Decke sowie Fassade – die ökologische Gesamtbilanz des entworfenen Gebäudes abschätzen.

Ziel des EcoTools ist, eine neue Denkweise bei Wettbewerbsverfahren zu ermöglichen und so schon in einer frühen Phase Einfluss auf die Gesamtbilanz von geplanten Neubauten zu nehmen. Mit belegbaren und nachvollziehbaren Kenndaten unterfüttert, kann es den Wettbewerbsteilnehmenden solide Argumente an die Hand geben. „Denn allzu oft wird mehr geraten und ge-

glaubt als gerechnet und geprüft", sagt Nico Ros, der als Mitinhaber von ZPF das EcoTool initiiert und entwickelt hat. Als Bauingenieur ist er davon überzeugt, dass Material, Tragwerk und Anforderungen entscheidende Faktoren für das ökologische Bauen sind und die Kreativität dabei nicht behindert werden darf. Das Tool ist ein Werkzeug, das bei Entscheidungen unterstützt, indem es faktenbasierte Vergleiche zur Umweltbelastung, zum Verbrauch nichterneuerbarer Energie und zu den Treibhausgas-Emissionen ermöglicht.

Das Tool ist einfach und zeitsparend anzuwenden. Bereits mit wenigen Eingaben aus Decken-, Wand- und Fassadenschnitten können Bauherren und ihre Vertretungen die eingereichten Entwürfe schnell in Bezug auf ihre Bilanz vergleichen und ins Verhältnis zu den Kosten setzen. Wie bei einer ersten Kostenkalkulation liegt die Genauigkeit der Berechnung bei +/- 20 %. Dass für eine derart solide Berechnung lediglich Bodenplatte, Wände, Decken und Fassaden sowie Dach detailliert erfasst werden müssen, mag zunächst überraschen. Doch gemäß Untersuchungen von ZPF, Werner Sobek und Jusselme sowie dem Normenwerk des SIA (SIA 2032: „Graue Energie von Gebäuden") generieren diese Bauteile den Großteil der Umweltbelastung im Hochbau.

Das Merkblatt SIA 2032:2020 „Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden" erlaubt die Bilanzierung von Umweltauswirkungen für den Bereich Erstellung von Gebäuden. Die darin festgelegten Grundsätze der Bilanzierung gelten sinngemäß auch für andere Ökobilanzindikatoren. Die Bilanzierung kann für Neubauten und Umbauten von ganzen Gebäuden und von Gebäudeteilen sowie für einzelne Bauteile erfolgen. Sinngemäß kann sie auch für Bestandsbauten erfolgen. Planer:innen verfügen damit über eine planungsgerechte Bewertungs- und Berechnungsmethode, die den Grundregeln einer klassischen Ökobilanzierung folgt.

Das EcoTool ist anwenderfreundlich und anschaulich, der Aufbau hingegen ist komplex. Denn es ist mit den aufgearbeiteten und aggregierten Werten der „Ökobilanzdaten im Baubereich" der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren (KBOB) www.kbob.admin.ch/kbob/de/home.html hinterlegt. Basierend auf diesen Werten und in Anlehnung an die SIA 2032 wird die Umweltbelastung für die maßgebenden Bauteile berechnet. Die Haustechnik wird anhand von Referenzwerten berücksichtigt, die Betriebsenergie auf Basis der Normenreihe SIA 380 abgeschätzt.

Das Tool wird von ZPF Ingenieure in Zusammenarbeit mit Immobilien Basel-Stadt kontinuierlich weiterentwickelt, ergänzt und aktualisiert. Es kann auch mit Daten und Normen aus anderen Ländern hinterlegt werden, Versionen in anderen Sprachen sind ebenfalls möglich.

ZPF Ingenieure beraten und begleiten Auftraggeber und Planungspartner von der Idee über alle Prozesse des Bauens: Wettbewerbe, Entwurfs- und Ausführungsplanungen sowie Bauüberwachungen. ZPF Ingenieure sind auf ingenieurtechnisch anspruchsvolle Großprojekte wie Museen, Industriegebäude, Spitäler und Schulhäuser spezialisiert.

Weitere Informationen:
www.ecotool.org
www.shop.sia.ch/normenwerk

AKTUELL

30 Jahre Bundesverband Bausoftware BVBS

Am 15. Mai 2023 fand in Berlin zum 30-jährigen Bestehen des Bundesverbands Bausoftware e. V. (BVBS) eine feierliche Jubiläumsveranstaltung statt. Prof. Dr. Joaquín Díaz, Vorstandsvorsitzender des BVBS betonte die wichtige Rolle des BVBS für die Digitalisierung der Baubranche und würdigte das Engagement aller Mitglieder und Partner.

Auf der diesjährigen Mitgliederversammlung wurde der Verbandsname in „BVBS Bundesverband Software und Digitalisierung im Bauwesen e.V." geändert. Die Namensänderung verdeutlicht die strategische Ausrichtung des Verbands und das Ziel, die digitale Transformation im Bauwesen weiter voranzutreiben. Der BVBS ist Kooperationspartner der Messegesellschaft München für die zukünftigen Veranstaltungen: digitalBAU conference & networking 2023 vom 4. bis 6. Juli 2023 in München und für die „klassische" digitalBAU Messe vom 20. bis 22. Februar 2024 in Köln.

Weitere Informationen:
www.bvbs.de

AKTUELL

Studieninformationstag berufsbegleitender Fernstudiengänge in Weimar

Unter dem Motto „keep on moveING" sind auch in diesem Jahr wieder Studieninteressierte an die Bauhaus-Universität Weimar eingeladen, die berufsbegleitend ein Masterstudium in den Bereichen Bauphysik oder Bausanierung absolvieren möchten.

- Was bedeutet es eigentlich berufsbegleitend zu studieren?
- Welche Inhalte werden vermittelt?
- Welche Vertiefungen sind möglich?
- Welcher Zeitaufwand ist für das Studium erforderlich?
- Wie kann das Studium mit Beruf und Familie vereinbart werden?
- Wie kann der eigene Lernweg individuell angepasst werden?

Diese und mehr Fragen beantwortet die Studiengangkoordinatorin zum Informationstag der Fernstudiengänge „Bauphysik und energetische Gebäudeoptimierung" und „Methoden und Materialien zur nutzerorientierten Bausanierung" am 01.09.2023 in Weimar.

Neben den Masterstudiengängen wird auch die Möglichkeit des Einzelmodulstudiums zur Erlangung verschiedener CAS (Certificate of Advanced Studies) vorgestellt. Die Studieninteressierten erwarten zudem Fachvorträge durch die Studiengangleiter Prof. Völker und Prof. Osburg und ein Rundgang durch die verschiedenen Labore, bei dem unter anderem das Klimalabor und der Schlierenspiegel der Professur Bauphysik besichtigt werden können. Abgerundet wird der Tag durch einen „Bauhausspaziergang", der einige Besonderheiten der Universitäts- und Kulturstadt Weimar zeigt.

Das Programm zum Informationstag ist auf den Webseiten der Studiengänge www.uni-weimar.de/elbau und www.nubau-studium.de zu finden. Interessenten können sich gern bei der Studiengangkoordinatorin mit einer kurzen E-Mail oder telefonisch für den Informationstag anmelden.

Bewerbungsschluss für das Wintersemester ist der 30. September 2023.

Ansprechpartner
Studiengangleiter Bauphysik
Prof. Dr.-Ing. Conrad Völker
(conrad.voelker@uni-weimar.de)

Studiengangleiterin Bausanierung
Prof. Dr. Andrea Osburg
(andrea.osburg@uni-weimar.de)

Studiengangkoordinatorin
Dipl.-Ing. Karin Gorges, M.A.
(karin.gorges@uni-weimar.de)
Tel. +49(0)3643/584823

AKTUELL

12. Bauphysiktage 2024 in Weimar

Am 6. und 7. März 2024 werden an der Bauhaus-Universität Weimar die 12. Bauphysiktage durch die Professur Bauphysik ausgerichtet. Dabei werden aktuelle energetische Themen, die klimaneutrale Wärmeversorgung von Gebäuden („Wärmewende"), die kommunale Wärmeplanung sowie die energetische Gebäude- und Quartiersimulation aufgegriffen. Weiterhin werden die Bau- sowie die Raumakustik eine zentrale Rolle spielen. Auch die neusten Entwicklungen zum Thema Raumklima sind Teil des Tagungsprogramms, wobei auf die thermische Behaglichkeit, die Raumluftqualität sowie erstmalig Radon in Gebäuden eingegangen wird. Natürlich werden auch der Feuchte- sowie der Brandschutz nicht fehlen.
Für den Austausch mit den Kolleginnen und Kollegen ist die traditionelle Abendveranstaltung erneut wichtiger Bestandteil der Bauphysiktage in Weimar.

Weitere Informationen zum Call for Abstracts und zur Tagungsanmeldung: www.bauphysiktage2024.de

AKTUELL

Neue Norm DIN 18940 Tragendes Lehmsteinmauerwerk

DIN 18940:2023-06 Tragendes Lehmsteinmauerwerk - Konstruktion, Bemessung und Ausführung

Diese Norm legt die Anforderungen, Einsatzbereiche und Leistungsmerkmale fest, die bei der Bemessung, Konstruktion und Ausführung von tragendem Lehmsteinmauerwerk beim Neubau zu berücksichtigen sind.

Mit dieser Norm steht Planungsbüros eine verlässliche Quelle zur Verfügung, die genau angibt, wie Lehmmauerwerk technisch eingesetzt werden kann. Zugleich macht die Norm es der Industrie leichter, klimaneutrale und energiesparende Lehmprodukte am Markt zu etablieren. Insbesondere im Wohnungsbau, bei dem in Deutschland drei Viertel aller Gebäude in Mauerwerksbauweise errichtet werden, könnten Lehmsteine einen entscheidenden Beitrag zu mehr Klimaneutralität leisten.

Lehm wird seit Jahrtausenden verwendet und ist ein besonders nachhaltiger Baustoff. Aktuell ist er wieder gefragt, denn er könnte vor allem im Wohnungssektor helfen, Klimaneutralität zu erreichen. Anders als herkömmliche Ziegel oder Zement werden Mauersteine aus Lehm nicht gebrannt, sondern getrocknet. Ihre Herstellung benötigt laut der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) daher bis zu 85 % weniger Energie und weist eine gute CO2-Bilanz auf. Auch können Lehmmauersteine aufgrund ihrer Wasserlöslichkeit vollständig recycelt werden: Sämtliche Bestandteile, insbesondere die wertvolle Ressource Sand, lassen sich sortenrein zurückgewinnen und können in einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft erneut genutzt werden.

An der BAM wurden in einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekt die mechanischen Eigenschaften und insbesondere die Tragfähigkeit von Lehmsteinen umfassend untersucht. Beteiligt an den Forschungen waren auch die TU Darmstadt und das Ingenieurbüro Ziegert Roswag Seiler. Das Ergebnis: Die Festigkeit von Lehmmauerwerk liegt im Bereich von Mauerwerk aus Porenbetonsteinen.

Weitere Informationen:
Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU
www.dbu.de
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung BAM
www.bam.de

AKTUELL

Industrienorm Kleingebäude regelt Stand der Technik für Tiny Houses

Mit der „Industrienorm Kleingebäude“ hat der Tiny House Verband den aktuellen Stand der Technik für Tiny Houses und andere kleine Gebäude beschrieben. Die Norm versteht sich als Grundlage für die Herstellung verschiedener Kleingebäude, indem sie die wichtigsten Anforderungen für eine verantwortungsvolle Bauweise regelt. Dies sind in erster Linie sicherheitstechnische, andere technische und baubiologische Anforderungen sowie die gesellschaftlich vereinbarten Kriterien zur Nachhaltigkeit.

Beim Erstellen der „Industrienorm Kleingebäude“ wirkten sämtliche interessierten Kreise – von Vertretern der Wirtschaft und Wissenschaft, des Baurechts bis hin zu Prüfstellen und den späteren Anwendern der Norm – in dem Normengremium mit. Die Norm wurde im Konsens erarbeitet; die Formulierungen der einzelnen Anforderungen und Bestimmungen haben alle Mitglieder des Gremiums einstimmig mitgetragen. Ziel des herausgebenden, bundesweit operierenden Tiny House Verbands war es, den aktuellen Stand der Technik verantwortungsvoll zu recherchieren und zu einem Gesamtwerk zusammenzufassen. Es war die erklärte Absicht der Autorinnen und Autoren, mit der vorliegenden Norm Anforderungen an eine Mindestqualität so aufzustellen, dass damit für leinstgebäude ein vereinfachtes Verfahren bei Bauantrag und -genehmigung wahrscheinlicher wird.

Ziel des herausgebenden, bundesweit operierenden Tiny House Verbands war es, den aktuellen Stand der Technik verantwortungsvoll zu recherchieren und zu einem Gesamtwerk zusammenzufassen. Es war die erklärte Absicht der Autorinnen und Autoren, mit der vorliegenden Norm Anforderungen an eine Mindestqualität im Bauwesen so aufzustellen, dass bei der Erfüllung dieser ein vereinfachtes Verfahren bei Bauantrag und -genehmigung wahrscheinlicher wird.

Der Tiny House Verband mit Sitz in Karlsruhe versteht sich als bundesweit agierende Interessensvertretung für Unternehmen und Vereine, die sich mit Planung, Herstellung, Vertrieb und Ansiedlung von Kleinstgebäuden wie Tiny Houses, Modulbauten oder Wohncontainer beschäftigen. Der Verband ist als eingetragener Verein organisiert, wurde 2019 gegründet und vertritt aktuell über 50 Mitglieder.

An der Erstellung der Norm waren 13 Autor:innen beteiligt, die mit ihren Unternehmen und Institutionen (Industriebetriebe, Tiny-House-Hersteller, Beratungsunternehmen, Verbandsvorsitzende, Rechtsanwaltskanzlei) Mitglieder im Tiny House Verband sind. Geleitet wurde das Gremium durch den externen Experten für Normung Martin Zeller.

Die Norm ist für 69 Euro in gedruckter Fassung oder als pdf zum Download bei Laible Verlagsprojekte (ggf. zzgl. Versand) erhältlich: https://shop.verlagsprojekte.de/kleiner-wohnen/

Weitere Informationen:
Tiny House Verband e.V.
Alter Schlachthof 33
76131 Karlsruhe
Tel. +49(0)721/95 779 290
E-Mail: info@tiny-house-verband.de
www.tiny-house-verband.de

AKTUELL

Bioverbundwerkstoff der DITF auf der Architektur-Biennale Venedig

Foto: BioMat/ITKE Universität Stuttgart

Bild 1 Pavillon 2021 LightPRO Shell

Die diesjährige Architektur-Biennale in Venedig sieht sich als „Laboratory of the Future“. Bioverbundwerkstoffe sind in der Architektur nicht nur Zukunftsmusik. Die Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung (DITF) haben einen nachhaltigen Werkstoff für Stützprofile und Verbindungsknoten entwickelt, die während der Architektur-Biennale vom 20. Mai bis 26. November 2023 im Palazzo Mora ausgestellt werden. Die ultraleichten Bauteile sind das Ergebnis eines Gemeinschaftsprojekts von Partnern aus Forschung und Industrie. Sie werden zukünftig im Bereich der mobilen Tragwerke, Pavillons und anderen Strukturen mit geringer Traglast eingesetzt.

Die DITF hatten die Aufgabe, für den Bioverbundwerkstoff geeignete Materialen auszuwählen und Fertigungsprozesse zu entwickeln. Um einen möglichst hohen Bioanteil zu erreichen, wurden Hanf- und Flachsfasern sowie ein Harzsystem verwendet, das auf epoxidiertem Leinsamenöl basiert. Diese natürlichen Ressourcen wurden sowohl im Pultrusionsverfahren als auch im Heißpressverfahren eingesetzt.

Die Verarbeitung von Naturfasern zu leistungsstarken Produkten ist anspruchsvoll, weil diese dicker, ungleichmäßiger, feuchter und auch empfindlicher sind als Hochleistungsfasern aus Glas, Carbon oder Aramid. Bisher wurden Naturfasern zum überwiegenden Teil mit erdölbasierten Harzen oder Harzen mit einem sehr geringen Bio-

anteil in der Pultrusion verarbeitet. Die daraus hergestellten Verbünde erreichten keine ausreichende Faser-Matrix-Haftung, weshalb die mechanischen Eigenschaften unbefriedigend waren.

An den DITF konnten diese material- und prozessbedingten Probleme weitgehend gelöst werden. Hierbei war beispielsweise die Vortrocknung der Naturfaser-Rovings in der Pultrusion ein entscheidender Lösungsweg. Was bei den DITF im Labormaßstab gelang, ließ sich auch im Industriemaßstab umsetzen. Für den LightPRO Shell Pavillon, den Buckyball und für die Biennale-Ausstellung produzierte der Projektpartner CG-TEC insgesamt 800 m Rohrprofil, die als Stützelement verwendet wurden (Bilder 1 und 2). Für den Knoten, der die Stützprofile verbindet, haben die Projektpartner ein Design entworfen, nach dessen Vorlage ein passendes Formwerkzeug für das Heißpressverfahren gefertigt wurde. Zum Projektende wurden an den DITF mit diesem Formwerkzeug über 60 Verbindungsknoten für den Buckyball hergestellt, von dem man jetzt einen Ausschnitt in Venedig besichtigen kann.

Praxistests haben gezeigt, dass der an den DITF entwickelte Bioverbundwerkstoff für vielfältige Anwendungen in der Architektur geeignet ist. Im Vergleich zu Glasfaserkunststoffen splittern Bioverbundwerkstoffe bei einem Crash nicht. Zudem sind sie ein nachhaltiger Baustoff. Sie verbrauchen bei ihrer Herstellung viel weniger Energie und binden langfristig eine große Menge Kohlenstoff. Sie bringen aufgrund ihrer geringen Dichte wenig Gewicht auf die Waage und sind daher für viele Anwendungen im Leichtbau geeignet. Ziel des Leichtbaus ist es, Rohstoffe, Energie und damit Kosten zu sparen. Der Einsatz von Bioverbundwerkstoffen bietet der Bauindustrie ein hohes Potenzial, neue ressourcenschonende Wege zu gehen.

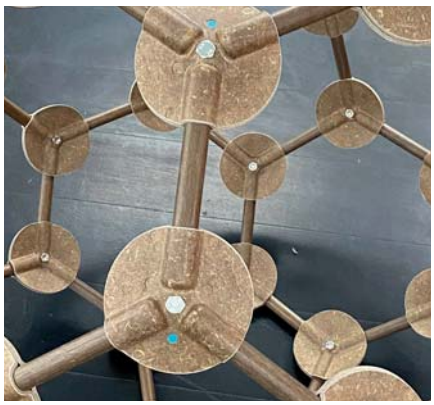


Foto: Carsten Fulland, Zenvision

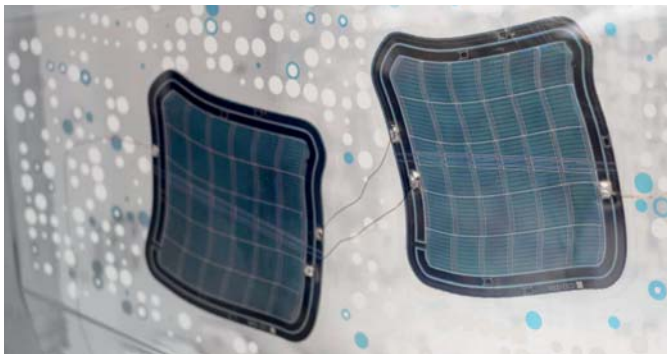
Bild 2 Finale Struktur als Buckyball mit den entwickelten Knoten und Pultrusions-Profilen

Das Forschungsprojekt LeichtPRO wurde von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft gefördert

Weitere Informationen:
Patrick Kaiser M.Sc.
Kompetenzzentrum Polymere & Faserverbunde
Faserverbundtechnik/Flechttechnik
Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung DITF
Körschtalstr. 26
73770 Denkendorf
Tel. +49(0)711/9340-482
E-Mail: patrick.kaiser@ditf.de
www.ditf.de

AKTUELL

Projekt Sun Skins: Energie aus der Gebäudehülle dank multifunktionaler Solarflächen



Quelle: Carl/Frankfurt UAS

Bild 1 Detailansicht des Demonstrators mit den solaren Leichtbaupaneelen

Quelle: Prof. Dr. Timo Carl / Dr. Markus Schein

Bild 2 Sun-Skins: kunststoffbasierte Trägerfolien mit Photovoltaik

Bis 2050 soll der Gebäudebestand in Deutschland klimaneutral sein, der Energiebedarf soll wesentlich aus standortnahen erneuerbaren Energien wie Solarenergie gedeckt werden. Wie dies im Leichtbau mittels organischer Photovoltaik-Elemente für die Gebäudehülle gelingen kann, wird in dem Forschungsvorhaben „Sun Skins“ unter der Projektleitung von Prof. Dr.-Ing. Timo Carl, Professor für digitales Entwerfen und Konstruieren [dEK], Frankfurt UAS untersucht. Die Frankfurt UAS führt das Projekt federführend mit der TH Ostwestfalen-Lippe, der Kunsthochschule Kassel und zwei Industriepartnern durch, das vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) gefördert wird.

In dem Vorhaben werden Grundlagen erarbeitet um zusätzliche Flächen für die Erzeugung von Solarenergie nutzbar zu machen. Organische Solarzellen (OPV) sind gegenüber siliziumbasierten Photovoltaik-Zellen flexibler und anpassungsfähiger. Sie sind leicht, biegbar, teiltransparent, farblich gestaltbar und unempfindlicher gegenüber der Ausrichtung zur Sonne, Teilverschattungen und Temperaturschwankungen. OPV ist daher im Bereich der gebäudeintegrierten Photovoltaik (GiPV) ökologisch und ökonomisch eine Alternative zu siliziumbasierten Photovoltaik-Zellen. Der Anteil an gebäudeintegrierter Photovoltaik kann signifikant erhöht werden, wenn es gelingt, ästhetisch innovative Trägersysteme zu entwickeln, die intelligent auf unterschiedliche architektonische Randbedingungen adaptiert werden können.

Im Mittelpunkt des Projekts steht die Entwicklung von dreidimensionalen solaren Leichtbaupaneelen: Organische Photovoltaikelemente werden dazu zwischen zwei dünne thermoplastisch umgeformte Folien aus Polycarbonat integriert. Dieses Verbundbauteil lässt sich im Entwurf mit Hilfe eines eigens entwickelten digitalen Planungstools in Form, Farbe und Transpa-

renzgrad variieren und somit an verschiedene Einbausituationen anpassen. Den Prototyp des Leichtbauträgersystems aus Polycarbonat als Demonstrator für die gestalterische Qualität und geometrische Flexibilität hat das Forschungsteam auf der BAU 2023 präsentiert (Bild 1).

Das Vorhaben ist beispielhaft auf das Material Polycarbonat (PC) und OPV-Technologie angelegt, aber so konzipiert, dass eine Übertragbarkeit auf andere geeignete Kombinationen aus Solartechnologie und Trägermaterialien gegeben ist (Bild 2).

Weitere Informationen:
www.frankfurt-university.de

Kongresse – Symposien – Seminare – Messen

Ort und Termin	Veranstaltung	Auskünfte und Anmeldung
06.–07.09.2023, Braunschweig	**Braunschweiger Brandschutz-Tage 2023**	www.brandschutztage.info
07.09.2023 (Online) 17.11.2023, Hannover	**Gefahr erkannt, Gefahr gebannt: Schäden und Schadensursachen am Baudenkmal erkennen** **Energetische Ertüchtigung an Kulturdenkmalen**	www.denkmalakademie.de
11.09.2023, Hamburg	**Effiziente Gebäude**	www.effizientegebaeude.de
13.–15.09.2023, Weimar	**ibausil – 21. Internationale Baustofftagung** **Tagungsthemen:** – Anorganische Bindemittel – Betone und Betondauerhaftigkeit – Funktionalisierung von Baustoffen – Baustoffe für Wand, Decke und Boden – Recycling	www.ibausil.de
14.09.2023 (Online) 12.10.2023 (Online) 09.11.2023 (Online)	**Fachgerechte Planung und Ausführung von Schlitzen und Aussparungen im Mauerwerk gemäß DAfM Richtlinie 2;** **Erhöhter Schallschutz im Hochbau – Anforderungen nach DIN 4109-5;** **Schadensvermeidung im Mauerwerksbau;** **Wärmebrückennachweis leicht gemacht**	www.mauerwerks-akademie.de
20.09.2023, Braunschweig	**23. Informationsveranstaltung für Schallschutzprüfstellen**	www.vmpa.de/veranstaltungen-seminare
26.09.2023 (Online)	**Schallschutz im Hochbau – Umsetzung der neuen Regelwerke in die Praxis**	https://fort-und-weiterbildung.akademie-der-ingenieure.de
26.–27.09.2023, Biberach 12.10.–25.11.2023, Biberach (Hybrid)	**Ingenieurmethoden des Brandschutzes – Anwendung am Beispiel des Modells NIST CFAST** **Bauphysikseminar – Wärmebrückenberechnung**	www.akademie-biberach.de
28.09.2023 (Online)	**Flachdach- und Balkonabdichtungen**	https://fort-und-weiterbildung.akademie-der-ingenieure.de
28.–30.09.2023, Völklingen	**Technik.Geschichte.Vermitteln.** **Museen und Orte der Technikgeschichte im Wandel** Jahrestagung der Georg-Agricola-Gesellschaft und des Interdisziplinären Gremiums Technikgeschichte VDI e.V.	www.vdi.de/technikgeschichte
29.09.2023 (Online)	**Bautechnische und wirtschaftliche Schäden durch energetische Sanierungsmaßnahmen**	https://fort-und-weiterbildung.akademie-der-ingenieure.de
05.10.2023, Wien	**10. Österreichisches BauphysikerInnen-Treffen 2023**	www.bauphysik.at/BPT/bpt2023
11.10.2023, München	**Forschungstag des FIW München 2023**	www.fiw-forschungstag.de
11.–12.10.2023, Berlin	**19. Müller-BBM Fachgespräche: Fachtagung zum Immissionsschutz**	https://veranstaltungen.muellerbbm.de/fachtagung-immissionsschutz-berlin.php
11.–12.10.2023, Rosenheim	**50. Rosenheimer Fenstertage „klima.sicher.bauen“**	www.ift-rosenheim.de/rosenheimer-fenstertage
12.10.2023, Darmstadt und Online	**AK 61: Serielle energetische Sanierung nach Passivhaus-Prinzipien**	https://passiv.de/de/06_fortbildung/06_fortbildung.htm
16.–17.10.2023, Biberach	**Effiziente Wärmepumpen-System-Anwendungen**	www.weiterbildung-biberach.de/veranstaltungen
17.–18.10.2023, Köln	**16. Europäischer Kongress „Effizientes Bauen mit Holz im urbanen Raum“ (EBH)**	www.forum-holzbau.com
09.–10.11.2023, Essen	**32. Forum Asbest und andere Schadstoffe in technischen Anlagen und Bauwerken**	www.hdt.de

Ort und Termin	Veranstaltung	Auskünfte und Anmeldung
10.–11.11.2023, Hannover	**15. EffizienzTagung klimaneutral Bauen+Modernisieren**	www.effizienztagung.de
16.11.2023, Biberach	**15. Biberacher Brandschutztag**	https://weiterbildung-biberach.de/veranstaltungen
06.–07.03.2024, Weimar	**12. Bauphysiktage**	www.bauphysiktage2024.de
20.–21.03.2024, Düsseldorf	**TI-Expo + Conference**	www.ti-expo.de

Call for papers

Ort und Termin	Veranstaltung	Auskünfte und Anmeldung
18.–21.03.2024, Hannover	**DAGA 2024** Anmeldung von Beiträgen bis 01.11.2023, Einreichung der Poster bis 15.02.2024	https://www.daga2024.de/
24.–28.06.2024, Zürich, Schweiz	**8th International Congress on Construction History, Zurich 2024**	www.8icch.ethz.ch

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

Rolf Kindmann

Stahlbau

Teil 1: Grundlagen

- **Fortführung eines Standardwerkes in 6. Auflage**
- **erweitert zu den Themen Stabilität und Tragsicherheitsnachweise für Kranbahnträger**
- **mit zahlreichen Beispielen nach Eurocode 3**
- **für Studium und Praxis**

Das Buch vermittelt das Grundwissen für die Bemessung im Stahlbau gemäß Eurocode 3 mit den Teilen 1-1 (Bauteile) und 1-8 (Verbindungen) und Grundkenntnisse für die Konstruktion von Stahlbauten. Mit ausführlichen Beispielen.

vorl. Abb.

6. erweiterte Auflage · 11 / 2023 ·
ca. 620 Seiten · ca. 160 Tabellen

Softcover
ISBN 978-3-433-03218-3 **€ 59***

Bereits vorbestellbar.

BESTELLEN
+49 (0)30 470 31-236
marketing@ernst-und-sohn.de
www.ernst-und-sohn.de/3218

* Der €-Preis gilt ausschließlich für Deutschland inkl. MwSt.

Stellenangebote

Hochschule für Technik
Stuttgart

In der Fakultät Bauingenieurwesen, Bauphysik und Wirtschaft ist zum Wintersemester 2024/25 (01.09.2024) eine

Professur (w/m/d) für Bauphysik mit Schwerpunkt Akustik (Bes. Gr. W2)
Kennziffer 2023/07B

zu besetzen.

Weitere Informationen finden Sie unter:
https://www.hft-stuttgart.de/karriere

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung über unser Online-Bewerbungsportal bis zum **10.09.2023.**

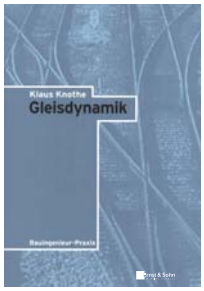
Klaus Knothe

Gleisdynamik

- **Gleisdynamik und Gleisschädigungen sind ein relevantes Forschungsgebiet mit praktischer Anwendung, insbesondere im Anbetracht des Ausbaus der Bahn-Infrastruktur**
- **durch vorzügliche didaktische Aufbereitung und Darstellung des Stoffes erhalten Praktiker und Studenten einen einfachen Zugang**
- **unveränderter Nachdruck der 1. Auflage von 2001**

Das Buch gibt einen Überblick über Probleme dynamischer Wechselwirkungen zwischen Fahrzeug und Gleis mit Beispielen. Die Erweiterung des Modells der Winklerschen Bettung durch Timoshenko und anschließend beider Modelle wird erläutert und angewendet.

Ernst & Sohn
A Wiley Brand



2021 · 222 Seiten · 20 Tabellen
Softcover
ISBN 978-3-433-03366-1 **€ 39.90***

BESTELLEN
+49 (0)30 470 31-236
marketing@ernst-und-sohn.de
www.ernst-und-sohn.de/3366

* Der €-Preis gilt ausschließlich für Deutschland. Inkl. MwSt.

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

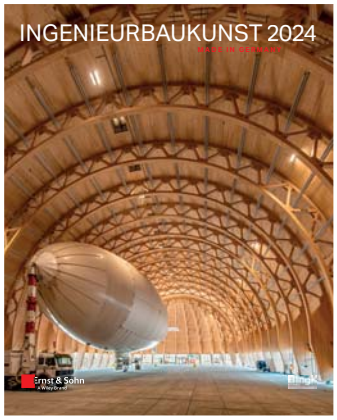
Bundesingenieurkammer (Hrsg.)

Ingenieurbaukunst 2024

Made in Germany

- **Die besten aktuellen Projekte von Bauingenieur:innen aus Deutschland**
- **Neue Entwicklungen bei Konstruktionen und Baustoffen für einen geringen Klimafußabdruck**
- **Inspiriert vom Symposium Ingenieurbaukunst – Design for Construction #IngD4C**

Die neue Ausgabe des Jahrbuchs Ingenieurbaukunst zeigt wieder eine Auswahl der wichtigsten aktuellen Bauwerke – Made in Germany und diskutiert die Zukunft des Planens und Bauens. Herausgegeben von der Bundesingenieurkammer werden damit die Leistungen des deutschen Bauingenieurwesens dokumentiert. Aktuelle Bauwerke und Diskussionsthemen werden vom unabhängigen Beirat ausgewählt. Die beteiligten Ingenieur:innen beschreiben die bautechnischen Herausforderungen und erläutern die konkreten Lösungen bei Planung und Ausführung.
Das Jahrbuch Ingenieurbaukunst 2024 ist eine Schaubühne der Spitzenleistungen des Bauingenieurwesens und ein Forum für aktuelle Debatten rund um das Planen und Bauen diesmal insbesondere zu Konstruktionen und Materialien für einen geringen Klimafußabdruck.



11 / 2023 · ca. 208 Seiten · ca. 130 Abbildungen

Softcover
ISBN 978-3-433-03417-0 ca. **€ 49,90***

eBundle (Print + ePDF)
ISBN 978-3-433-03418-7 ca. **€ 64,90***

Bereits vorbestellbar.

BESTELLEN
+49 (0)30 470 31–236
marketing@ernst-und-sohn.de
www.ernst-und-sohn.de/3417

* Der €-Preis gilt ausschließlich für Deutschland. Inkl. MwSt.

Impressum

Die Zeitschrift „Bauphysik“ veröffentlicht Beiträge aus den Bereichen Wärme, Feuchte, Schall, Brand, Stadtklima sowie energiesparendes Bauen und Raumklima mit besonderem Bezug auf die bauphysikalischen Grundlagen, auf innovative Lösungen bei Berechnung, Konstruktion und Ausführung und damit im Zusammenhang stehende Fragestellungen.

Verlag
Ernst & Sohn GmbH Rotherstraße 21, D-10245 Berlin
Tel. +49(0)30/47031-200, Fax +49(0)30/47031-270,
info@ernst-und-sohn.de, www.ernst-und-sohn.de

Amtsgericht Charlottenburg HRB 237294 B
Persönlich haftender Gesellschafter: WILEY-VCH GmbH, Weinheim
Amtsgericht Mannheim: HRB 736569
Geschäftsführung: Sabine Haag, Franka Stürmer
Steuernummer: 47020/34142, Umsatzststeueridentifikationsnummer: DE 813496225

Fachbeirat
Prof. Dr.-Ing. Heinz-Martin Fischer, HFT Stuttgart
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nabil A. Fouad, Leibniz Universität Hannover, Hannover
Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. habil Dr. h. c. mult. Dr. E. h. mult. Karl Gertis, Holzkirchen
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Andreas Wagner, KIT Karlsruhe

Chefredakteurin Dipl.-Ing. Claudia Ozimek
Tel.: +49(0)30/47031-262, claudia.ozimek@wiley.com

Editorial Administrator Petra Franke
Tel.: +49(0)30/47031-279, petra.franke@wiley.com

Produkte und Objekte Dr. Burkhard Talebitari-Tewes
Tel.: +49(0)30/47031-273, burkhard.talebitari-tewes@wiley.com

Ad Sales Manager Mareen Beu
Tel.: +49(0)30/47031-249, mareen.beu@wiley.com

Sonderdrucke
Verkauf: Janette Seifert
Tel.: +49(0)30/47031-292, janette.seifert@wiley.com
Techn. Herstellung: Petra Franke
Tel.: +49(0)30/47031-279, petra.franke@wiley.com

Kunden-/Leserservice
Wiley-VCH Kundenservice für Ernst & Sohn
Boschstrasse 12, D-69469 Weinheim
Tel.: +49(0)8001800536 (innerhalb Deutschlands)
Tel.: +44(0)1865476721 (außerhalb Deutschlands)
Fax: +49(0)6201/606184
Einzelheft-Verkauf: cs-germany@wiley.com
Schnelleinstieg: www.wileycustomerhelp.com bzw.: http://olabout.wiley.com/WileyCDA/Section/id-397205.html

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk oder Fernsehsendung bleiben vorbehalten. Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder Gebrauchsnamen, die in der Zeitschrift veröffentlicht werden, sind nicht als frei im Sinne der Markenschutz- und Warenzeichen-Gesetze zu betrachten, auch wenn sie nicht eigens als geschützte Bezeichnungen gekennzeichnet sind.

Hinweise zu Manuskripten:
www.ernst-und-sohn.de/hinweise-für-zeitschriftenautorinnen-und-zeitschriftenautoren

Aktuelle Bezugspreise
Die Zeitschrift „Bauphysik“ erscheint mit 6 Ausgaben pro Jahr. Neben „Bauphysik print“ steht „Bauphysik online“ im PDF-Format über den Online-Dienst Wiley Online Library im Abonnement zur Verfügung.

Alle Preise sind Nettopreise. Das Abonnement gilt zunächst für ein Jahr. Es kann jederzeit mit einer Frist von drei Monaten zum Ablauf des Bezugsjahresendes schriftlich gekündigt werden. Das Abonnement verlängert sich um ein weiteres Bezugsjahr ohne weitere schriftliche Mitteilung. Spezielle

Jahresabonnement	print	print + online
Deutschland	464 €	580 €

Angebote und Probeheftanforderungen unter: www.ernst-und-sohn.de

Studentenpreise, Staffelpreise, Mitgliederpreise und Preise in anderen Währungen auf Anfrage. Die Preise sind gültig bis 31. August 2024. Irrtum und Änderungen vorbehalten.

Bei Änderung der Anschrift eines Abonnenten sendet die Post die Lieferung nach und informiert den Verlag über die neue Anschrift. Wir weisen auf das dagegen bestehende Widerspruchsrecht hin. Wenn der Bezieher nicht innerhalb von 2 Monaten widersprochen hat, wird Einverständnis mit dieser Vorgehensweise vorausgesetzt.
Bauphysik, ISSN 0171-5445, is published bimonthly. US mailing agent: SPP, PO Box 437, Emigsville, PA 17318. Periodicals postage paid at Emigsville PA.
Postmaster: Send all address changes to Bauphysik, John Wiley & Sons Inc., C/O The Sheridan Press, PO Box 465, Hanover, PA 17331.

Satz: 3w+p GmbH Typesetting Automation Experts, Rimpar
Druck: Westermann DRUCK | pva, Zwickau

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

© 2023, Ernst & Sohn GmbH, Berlin

Nabil A. Fouad (Hrsg.)
Bauphysik-Kalender 2023

Schwerpunkt: Nachhaltigkeit

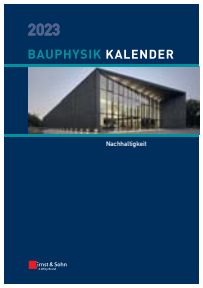
- **Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (nawaRo)**
- **Grundsätze des klimagerechten Bauens**
- **Nachhaltigkeit von Wohngebäuden und Wohnquartieren**

Dieser Bauphysik-Kalender behandelt das Themenspektrum rund um Nachhaltigkeit bei der Errichtung von Gebäuden. Lebenszyklusanalyse, Nachhaltigkeitszertifizierung und kreislaufgerechte Verwendung von Bauelementen und Baustoffen werden umfassend und mit Praxisbeispielen erläutert.

Jetzt auch als eBundle

BESTELLEN
+49 (0)30 470 31-236
marketing@ernst-und-sohn.de
www.ernst-und-sohn.de/3368

Ernst & Sohn
A Wiley Brand



4/2023 · ca. 736 Seiten ·
ca. 336 Abbildungen · ca. 217 Tabellen

Hardcover
ISBN 978-3-433-03368-5 ca. **€ 159***
Fortsetzungspreis ca. **€ 139***
eBundle (Print + ePDF)
ISBN 978-3-433-03389-0 ca. **€ 194***
Fortsetzungspreis eBundle ca. **€ 169***

Bereits vorbestellbar.

* Der €-Preis gilt ausschließlich für Deutschland, inkl. MwSt.

Vorschau 5/23

Zum Bild
Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurde ein neuartiges Wärmespeicher- und Energieerzeugungssystem für Gebäude entwickelt, welches die Energieerzeugung und -speicherung in autarken „Energiepfählen" anstrebt. Dazu wurde ein Prototyp entwickelt und experimentell untersucht. Bei der Untersuchung standen die Energiegewinnung, die Energieeinspeicherung und die Dauer der Entladung des neuen Systems im Vordergrund. Der Prototyp wurde in einem reduzierten Maßstab entwickelt und hat eine Höhe von 2 m und ist zylindrisch aufgebaut. Das Bild zeigt den fertigen Aufbau des Pfahlprototyps. (aus: Schröter, B., Spiegel, J., Carrigan, S., Kornadt, O. (2023) *Energiegewinn und Energieeinspeicherung des Prototyps eines neuartigen Wärmespeicher- und Energieerzeugungssystems.* Bauphysik 45 (2023) H. 5)

Birke Schröter, Jonas Spiegel, Svenja Carrigan, Oliver Kornadt
Energiegewinn und Energieeinspeicherung des Prototyps eines neuartigen Wärmespeicher- und Energieerzeugungssystems

Carole Binsfeld, Klaus Sedlbauer, Roland Göttig
Methode zur Bilanzierung raumphysiologischer Auswirkungen

Susanne Schwickert, et al.
Schallabsorptionsvermögen von Lehmoberflächen

Serie: Gebäudesimulation und Berechnungstools in der Lehre
Galo Moncayo, Bernhard Sommer
Verbesserung der Lehre in der Bauphysik mit Hilfe von maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz (KI)

(Änderungen vorbehalten)

Rolf Kindmann

Stahlbau

Teil 2: Stabilität und Theorie II. Ordnung

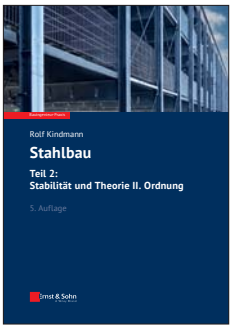
- **erfolgreich eingeführtes Werk in 5. Auflage, überarbeitet und aktualisiert**
- **bewährt für Studium und Praxis seit 1998**
- **mit zahlreichen Beispielen**

Zentrale Themen sind die Stabilität von Stahlkonstruktionen und der Nachweis der Tragfähigkeit. Das tatsächliche Tragverhalten wird erläutert und die theoretischen Grundlagen werden hergeleitet, zweckmäßige Nachweisverfahren empfohlen und mit Beispielen veranschaulicht.

BESTELLEN
+49 (0)30 470 31-236
marketing@ernst-und-sohn.de
www.ernst-und-sohn.de/3219

* Der €-Preis gilt ausschließlich für Deutschland. Inkl. MwSt.

Ernst & Sohn
A Wiley Brand



5. völlig neu überarbeitet Auflage · 2021 · 580 Seiten · 308 Abbildungen · 101 Tabellen

Softcover
ISBN 978-3-433-03219-0 **€ 55***

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

Sonderdrucke – Ihre Publikation als Werbemittel

Sonderdrucke sind für Unternehmen ein wertvolles Werbemedium. Mit der Veröffentlichung Ihres Fachbeitrages und einer zusätzlichen Verbreitung in Form von Sonderdrucken partizipieren Sie vom hohen Ansehen des Verlages Ernst & Sohn in der Zielgruppe. Nutzen Sie diese Möglichkeit als Imagetransfer für Ihr Unternehmen um die erarbeiteten Ergebnisse dem Markt und

- Ihren Geschäftspartnern
- Ihren Kunden
- Ihren Mitarbeitern

zugänglich zu machen.

Wir fertigen für Sie Sonderdrucke:

- **von Aufsätzen oder Berichten**
- **in Kombination** mit passenden Produktseiten
- ergänzt **mit eigenen Texten und Bildern**
- aus unterschiedlichen Zeitschriften, zusammengefasst
- nach Thematik oder Projekt
- auch in ausschließlich **digitaler Version** als PDF
- **zu den verschiedensten Anlässen:**
  Jubiläum, Firmenevent, Messe oder Kongress,
  als Festschrift im Buchformat

Gern kombinieren wir für Sie auch Beiträge aus unseren Büchern mit Zeitschriften. Die digitale Version für die Internetseite Ihrer Firma ist immer inklusive.

KONTAKTIEREN SIE UNS
für individuelle Paketlösungen

Janette Seifert
reprints@ernst-und-sohn.de
+49 (0)30 47031-292

Weitere Informationen und Bestellvarianten unter
www.ernst-und-sohn.de/sonderdrucke

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

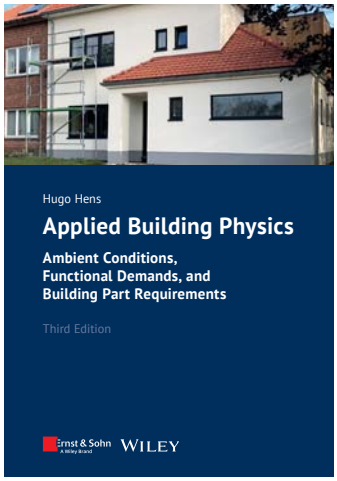
Hugo Hens

Applied Building Physics

Ambient Conditions, Functional Demands, and Building Part Requirements

- **content well structured combining theory with typical building engineering practice**
- **equally suitable as a textbook and for practitioners**
- **applicable independent of national or other standard requirement**

As with all engineering sciences, Building Physics is oriented towards application, hence, after a first book on fundamentals this volume on Applied Building Physics discusses the heat, air, moisture performance metrics that affect building design, construction and performance.



3. revised edition · 9 / 2023 ·
approx. 352 pages · approx. 187 figures ·
approx. 95 tables

Softcover
ISBN 978-3-433-03423-1
approx. **€ 69***

eBundle (Softcover + ePDF)
ISBN 978-3-433-03432-3
approx. **€ 99***

PACKAGE
Building Physics
+ Applied Building Physics
ISBN 978-3-433-03433-0
approx. **€ 119***

eBundle (Print + ePDF) PACKAGE
ISBN 978-3-433-03434-7
approx. **€ 179***

Available for pre-order.

Available as a package with
Building Physics

ORDER
+49 (0)30 470 31–236
marketing@ernst-und-sohn.de
www.ernst-und-sohn.de/en/3423

* All book prices inclusive VAT.