

PERSÖNLICHES

Ein persönlicher Nachruf auf Jörg Schlaich

Es sei erlaubt, so kurz nach dem Tod meines großen akademischen Lehrers *Jörg Schlaich* in einigen persönlichen Worten und (An-)Sichten und nicht in einer vollständigen Aufzählung seiner Lebensdaten an ihn zu erinnern.*)

Schon als junger Doktorand saß ich viele Abende lang mit *Jörg Schlaich* vor der gerade an seinem Institut entstehenden Diasammlung. Ich hatte die Aufgabe, eine schier unübersehbare Menge unbeschrifteter Dias in eine geordnete Sammlung zu überführen, musste somit Inhalte, Absichten und Zuordnungen aller Motive irgendwie verstehen. Was beispielsweise bei Dias, welche die Bewehrungsführung in der Bodenplatte eines für mich nicht näher identifizierbaren Bauwerks darstellten, alles andere als einfach war. Natürlich war ich teilweise überfordert. Und so saßen wir dann, typischerweise abends, immer wieder und stundenlang in einem kleinen dunklen Raum am Leuchttisch und *Jörg Schlaich* half mir mit Erläuterungen und „Geschichtchen“ zu verstehen, welches Motiv welche Wichtigkeit hatte und welches Motiv zu welchem anderen gehörte und warum. Der dabei stattfindende, geradezu einzigartige Austausch zwischen einem fragenden Schüler und einem erklärenden Lehrer waren für mich und mein Verständnis der Person von *Jörg Schlaich* und seiner Arbeit, aber auch für mein eigenes zukünftiges Schaffen von ausschlaggebender Bedeutung. Und sie waren der Beginn eines langanhaltenden vertrauten Austauschs. Vielleicht bezog er sich auf diese frühen Stunden des „die-Köpfe-zusammenstecken“, wenn er mich noch viele Jahre später auch öffentlich seinen Schüler nannte.

Jörg Schlaich hat viele seiner Doktoranden in vergleichbarer Weise geprägt und gefördert. Viele von ihnen wurden später zu Professoren an namhaften Universitäten und Hochschulen.



Quelle: © Wilfried Dechau

Jörg Schlaich, der zu den herausragendsten Ingenieuren des 20. Jahrhunderts gehörte, wurde 1934 in Stetten im Remstal nahe Stuttgart geboren. Parallel zur gymnasialen Ausbildung machte er eine Lehre als Schreiner, was ihm zeitlebens ein tiefes Verständnis für die Fragen des handwerklichen Schaffens gab. Auf das Studium und einen kurzen Aufenthalt in den USA folgte, nach der Promotion in Stuttgart und einer kurzen Tätigkeit in einem Bauunternehmen, der Eintritt in das Büro Leonhardt und Andrä. *Jörg Schlaich* übernahm dort schon bald die Leitung großer und schwieriger Projekte, beispielsweise der Planung mehrere Fernsehtürme und des Alster-Hallenbades in Hamburg. Dass *Fritz Leonhardt* ihn zum Leitenden Ingenieur für die Bauten der Olympiade in München 1972 ernannte, war eine weise und glückliche Entscheidung. Kaum jemand anderes hätte die mit diesem Bauwerk verbundene Komplexität, die enormen – auch wissenschaftlichen – Probleme besser auf die Ebene des tatsächlichen Verstehens übertragen und lösen können als *Jörg*

Schlaich. Viele Innovationen und Weiterentwicklungen, beispielsweise die Wiedereinführung von Stahlguss in das Bauwesen, die Dacheindeckungen aus PMMA oder das Bauen mit Seilen als solchem gehen auf die Bauten in München zurück.

1974 übernahm *Jörg Schlaich* als Nachfolger von *Fritz Leonhardt* den berühmten, im Jahr 1916 von *Emil Mörsch* begründeten Lehrstuhl für Massivbau an der Universität Stuttgart. *Emil Mörsch* hatte bereits 1902 mit seiner Schrift „Der Eisenbetonbau, seine Anwendung und Theorie“ als erster die Grundlagen für das wissenschaftsbasierte Bauen mit Stahlbeton gelegt, wobei er das Problem des theoretisch kaum präzise beschreibbaren Tragverhaltens von Stahlbeton durch Fachwerkkanalogien zu erfassen versuchte. Es ist das große Verdienst von *Jörg Schlaich*, dass er, zusammen mit dem vor kurzem verstorbenen *Kurt Schäfer*, die Methode der Fachwerkkanalogien konsequent zu einer verallgemeinerten Methode der Stabwerksmodelle

weiterentwickelte und diese Approximationsmethode umfassend wissenschaftlich fundierte. Er schuf dadurch die Grundlagen für ein umfassendes Verstehen des Tragverhaltens, für die Berechnung und für die Bemessung von Stahl- und Spannbetontragwerken und damit den Eingang der Methode in das baupraktische Schaffen. Heute ist die umfassende Anwendung der in viele Normen und andere Regelwerke aufgenommenen Methode der Stabwerksmodelle weltweiter Standard.

Die Arbeiten an der Methode der Stabwerksmodelle stellen den Kern des wissenschaftlichen Arbeitens von *Jörg Schlaich* dar. Sie wurden durch vielfältige andere Forschungen ergänzt. Stellvertretend erwähnt werden sollen hier die Forschungen zu Seilen und Seilendverankerungen, zur plastischen Verformung dünner Metallbleche mit dem Ziel der Herstellung von Hohlspiegeln, dem Schwingungsverhalten schlanker Türme oder der Anwendung von faserverstärktem Beton zur Herstellung dünnwandiger Tragwerke.

Die Arbeit an Fußgängerbrücken, mit denen sich *Jörg Schlaich* vertieft seit etwa der Mitte der 1970er Jahre auseinandersetzte, bewirkte eine Veränderung, auf alle Fälle auch eine Erweiterung seiner Interpretation des Ingenieurschaffens. *Jörg Schlaich* erkannte zunehmend mehr die Notwendigkeit einer holistischen Betrachtungsweise des Bauschaffens in toto, insbesondere aber des Planungsprozesses. Er betonte fortan immer mehr die Verantwortung der Ingenieure nicht nur für die Gewährleistung der technischen Qualitäten der Bauwerke, sondern auch für deren Gestaltung. Gerade bei den Fußgängerbrücken, die gleichzeitig Tragwerk und Stadt- und Landschaftsgestaltung sind und die zu den wenigen Bauwerken gehören, die von ihren Benutzern auch intensiv berührt werden (man denke nur an die sprichwörtlichen Handläufe!), wurde diese Notwendigkeit evident. In der Konsequenz dieser Erkenntnisse hat er zusammen mit mir ein Seminar mit dem Titel „Entwerfen für Bauingenieure“ eingeführt, viele seiner Lehrinhalte neu ausgerichtet. Die Ankündigung des Seminars „Entwerfen für Ingenieure“ führte bereits am Tag des Aushangs zu Protesten anderer Institute. Man sprach den Ingenieuren nicht nur die Befähigung, sondern auch die Berechtigung zum Entwerfen ab. Namhafte Professoren der Bauingenieur fakultät befürchteten eine unzulässige Aufweitung der Arbeitsweise von Bauingenieuren – weg vom wissenschaftsbasierten Analy-

sieren, hin zu einem als künstlerische Beliebigkeit interpretierten Tun. Aus der Architekturfakultät verlautete die Befürchtung, die Ingenieure wollten das Primat des Entwerfens, das doch ausschließlich bei den Architekten liege, aufbrechen. Der hier sichtbar gewordene Konflikt blieb, aus heutiger Sicht kaum verständlich, über viele Jahre virulent.

Die Befähigung der Ingenieurstudenten zum Entwerfen, zum Gestalten und damit natürlich auch die Befähigung zur Übernahme der Verantwortung für die von Ingenieuren geplanten Bauwerke lag *Jörg Schlaich* fortan nicht nur am Herzen, nein, es wurde vielmehr zum Zentrum seines Denkens selbst. Konsequenterweise wollte er dann auch sein Institut umbenennen, von „Massivbau“ in „Entwerfen und Konstruieren“. Die Widerstände dagegen brachen erneut, jetzt aber unerwartet vielfach und massiv aus. In den Reihen der Bauingenieur- wie auch denen der Architekturprofessoren. Nur mit viel Hintergrundarbeit und (mehr oder weniger) mildem Druck ließ sich die Sache durchsetzen. Der nach drei Wochen intensiver Gespräche gefundene Kompromiss lässt sich am Namen ablesen: Der neue Name des Instituts lautete nicht „Entwerfen und Konstruieren“, sondern „Konstruktion und Entwurf“. Die durch die Verwendung von Verben ausgedrückte Ankündigung des aktiven Tuns wurde durch deren Substantivierung in ein betrachtendes Handeln abgeschwächt. Eine weitere, von mehreren Professorenkollegen beabsichtigte Verwässerung seiner ursprünglichen Absichten konnte *Jörg Schlaich* nur noch mit einer Rücktrittsdrohung im Fakultätsrat verhindern. Aus heutiger Sicht wird klar, dass er mit seiner Absicht, den Ingenieuren das ingenium und ihre gesellschaftliche Verantwortung wiederzugeben, seiner Zeit, oder besser den akademischen Kollegen genauso wie denen in der Praxis zu sehr voraus war. Aber er hat sich durchgesetzt und damit eine Tür geöffnet, von der die Lehre im Bauingenieurwesen an der Universität Stuttgart bis heute profitiert. Das Entwerfen für Ingenieure und die disziplinenübergreifende Betrachtungsweise, von ihm als „werkstoffübergreifende Lehre und Forschung“ benannt, wurden fortan zu einem wesentlichen Arbeitsinhalt des umbenannten Instituts, das er dann noch bis zum Jahr 2000 leitete.

Einige Jahre nach der Übernahme des Lehrstuhls von *Fritz Leonhardt* trennte sich *Jörg Schlaich* zusammen mit einer Gruppe von Mitarbeitern vom Büro *Leonhardt* und *Andrä* und gründete 1980

ein eigenes Büro mit Namen *Schlaich* und Partner, das später in *Schlaich Bergemann* und Partner (sbp) umfirmierte.

Das Büro von *Jörg Schlaich* war bereits wenige Jahre nach seiner Gründung in der weltweiten Spitzengruppe der Ingenieurbüros für Tragwerksplanung zu finden. Neben vielen innovativen Hochbauten und bedeutenden Großbrücken und Stadionsdächern waren es die *Jörg Schlaich* besonders am Herzen liegenden Fußgängerbrücken, die diesen Ruf begründeten und festigten. *Jörg Schlaichs* Fußgängerbrücken waren stets Kunstwerke für sich – die perfekte Vereinigung von ästhetischem Ausdruck und tragwerksplanerischer Raffinesse.

Eine weitere Projektidee, die ihm sehr am Herzen lag, war das Aufwindkraftwerk. In der effizientesten Version bestehen solche Aufwindkraftwerke aus bis zu 1000 m hohen röhrenartigen Türmen, in deren Sockelbereich sich jeweils ein großes Windrad befindet. Ein großes verglastes Vordach mit bis zu 10 km Durchmesser sollte dafür sorgen, dass sich die Luft unter dem Dach erhitzt, infolge des Temperaturgradienten innerhalb der Röhre zum Windrad und von dort, bewegt durch die Kaminwirkung, nach oben strömt. Von einem Testprojekt mit 200 m Höhe in Manzanares/ Spanien abgesehen blieb *Jörg Schlaich* der große Durchbruch mit dieser Technologie versagt. Wesentlich erfolgreicher in seinem Bestreben nach einem Beitrag der Bauingenieure für die Energieversorgung insgesamt, aber auch nach einem persönlichen Beitrag zur Energiewende war *Jörg Schlaich* bei der Planung von Solarkonzentratoren, anfangs in Form rotations-symmetrischer Spiegel, später in Form von Rinnenkollektoren.

Jörg Schlaich war einer der wenigen, die den Spagat zwischen Wissenschaft und baupraktischer Umsetzung stets in sich getragen, ihn aber auch gemeistert haben. Er versuchte immer wieder, die Grenzen des Könnens und des Wissens hinauszuschieben. Er war extrem zielorientiert, arbeitsam und durchsetzungsstark – Qualitäten, die Außenstehende nie so richtig wahrgenommen haben, vielleicht, weil er stets von einem angenehm bescheidenen Auftreten umgeben war. Ohne seine Durchsetzungsstärke, die jeder zu spüren bekam, der sich ihm in den Weg stellte, wären die vielen Veränderungen und Innovationen, die wesentlichen Beiträge, die *Jörg Schlaich* Zeit seines Lebens in das Bauschaffen eingebracht hat, nicht möglich gewesen.

Jörg Schlaich verstarb am 4. September 2021 in Berlin. Die weltweite Gemeinschaft der Bauingenieure verliert mit ihm einen ihrer bedeutendsten Vertreter. Seine vielen Schüler und Mitarbeiter verlieren den hochgeschätzten akademischen Lehrer, dem sie so viel zu verdanken haben.

Prof. Dr. Dr. E.h. Dr. h.c. Werner Sobek, Stuttgart

Seit 1995 Nachfolger von Frei Otto, seit 2000 zusätzlich Nachfolger von Jörg Schlaich. Gründer des ILEK Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren der Universität Stuttgart. Emeritierung

2021. Von 2008 bis 2014 auch Professor am Illinois Institute of Technology in Chicago als Nachfolger von Ludwig Mies van der Rohe. Gründer der Werner Sobek AG. Mitbegründer mehrerer gemeinnütziger Stiftungen und Vereine.

*) Erstveröffentlichung in Bautechnik 98 (2021), Heft 11, S. 896–900.

AKTUELL

Bundesstiftung Bauakademie – Gründungsdirektor Guido Spars

Der Gründungsdirektor Prof. Dr. Guido Spars hat am 1. September 2021 sein Amt angetreten. Als Gründungsdirektor entwickelt Guido Spars ein inhaltliches Konzept und die Strategie zur Profilierung der Bundesstiftung Bauakademie in der regionalen, nationalen und internationalen Fachgesellschaft der Wertschöpfungskette des Planens und Bauens, aber auch in Politik, Gesellschaft und Öffentlichkeit.

Guido Spars wird von nun an Gespräche mit Kooperationspartner:innen aus den unterschiedlichen Bereichen des Planens und Bauens aufnehmen und ein Raumnutzungskonzept erarbeiten, auf dessen Grundlage ein Architekturwettbewerb ausgelobt werden kann. Die neue Bauakademie soll höchste Anforderungen der Nachhaltigkeit erfüllen und ein Ort der Innovationskraft werden.

Der Think Tank wird Themen wie z. B. Digitalisierung, Circular City, Gesundheit und Wohnen vorausdenken, über Arbeitsgruppen in die Planungs- und Baupraxis hineinragen und mit Ausstellungen und Veranstaltungen verknüpfen. Die Bauakademie soll als „Akademie der Akademien“ fungieren und forschenden und Wissen vermittelnden Einrichtungen attraktive Räumlichkeiten für Veranstaltungen und eine inhaltliche Klammer bieten.

Als ersten Schritt zur Etablierung der Grundkonzeption besetzt die Bundesstiftung Bauakademie Stellen für das Baumanagement und vier maßgebliche wissenschaftliche Profile:

- Digitalisierung beim Planen und Bauen, Nachhaltigkeitsinnovation im Bauwesen,
- Zukunftsforschung und Stadtentwicklung sowie
- Klimawandel und Circular City.

Die Bauakademie kann der Knotenpunkt für innovative Entwicklungen aus



© Stephanie von Becker Bundesstiftung Bauakademie

der wissenschaftlichen Forschung sein, die mit wirtschaftlichem Knowhow auf dem Markt verknüpft werden. In mittelfristiger Planung ist eine Junior-Akademie.

Guido Spars ist diplomierter Volkswirt, promovierter Ingenieur und habilitierter Stadt- und Regionalökonom. Während seiner Berufung als Gründungsdirektor der Bundesstiftung Bauakademie ist er von der Leitung des Lehrstuhls Ökonomie des Planens und Bauens an der Bergischen Universität Wuppertal beurlaubt. Er hat 2000 an der Technischen Universität Berlin promoviert und wurde 2007 dort habilitiert.

Die Bundesstiftung Bauakademie wurde im Januar 2019 gegründet und erfüllt satzungsgemäß die Aufgaben, das Gebäude der Bauakademie am Schinkelplatz in Berlin-Mitte wieder zu errichten und zu betreiben. Die Bundesstiftung Bauakademie wird das Gebäude der im Zweiten Weltkrieg beschädigten und 1962 abgerissenen Bauakademie in der Mitte Berlins wieder errichten und als offene und barrierefreie Veranstaltungs-, Ausstellungs-, Kommunikations- und Akademieplattform aufbauen und betreiben. In-

haltlich wird diese Plattform alle relevanten Themen des Planens, Bauens, der Stadt- und Siedlungsentwicklung im 21. Jahrhundert abdecken.

Auf dem Gelände der im 19. Jahrhundert von Karl Friedrich Schinkel erbauten Bauakademie befindet sich heute eine Baustelle mit einer Musterfassade und dem „Roten Saal“, einem Übergangsbau. Um die Innovationskraft der historischen Bauakademie neu zu beleben, hat der Deutsche Bundestag im Jahr 2016 den Wiederaufbau beschlossen. Zu diesem Zweck wurde am 24. Januar 2019 die gemeinnützige Bundesstiftung Bauakademie gegründet. Sie ist zukünftig Bauherrin und Betreiberin der wieder zu errichtenden Bauakademie.

Weitere Informationen:

Svenja Kluckow

Leitung Kommunikation und Marketing

Bundesstiftung Bauakademie

Oberwallstraße 24

10117 Berlin

Tel. +49(0)30/208 4833-16

Mobil: +49(0)151 2327 6492

E-Mail: svenja.kluckow@bundesstiftung-bauakademie.de

www.bundesstiftung-bauakademie.de

30 Jahre Passivhaus und Passive House Award 2021

Das Passivhaus feiert seinen 30. Geburtstag – und ist aktueller denn je. Das zeigte die 25. Internationale Passivhaustagung, die im September 2021 live in der Historischen Stadthalle Wuppertal stattfand, wobei die Teilnehmenden überwiegend online dabei waren.

Rund 700 Teilnehmende hatten sich angemeldet. In einem gemeinschaftlichen Vortrag legte das Passivhaus Institut die Schlüsselrolle der Energieeffizienz für den Klimaschutz dar. Durch äußerst energieeffiziente Gebäude könnten CO₂-Emissionen im Gebäudesektor deutlich gesenkt werden. Bisher werde jedoch beim Bauen nicht ausreichend auf Effizienz geachtet, erläuterte Prof. Wolfgang Feist, Gründer des Passivhaus Instituts. Auch bei Sanierungen, die in großem Umfang nötig seien, um einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, sei eine hohe energetische Qualität erforderlich.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) gebe jedoch einen ambitionslosen Standard vor, der den Klimazielen nicht gerecht werde, erläuterte Dr. Jürgen Schnieders vom Passivhaus Institut. Bei Sanierungen sei es mit Blick auf die Gesamtkosten am ökonomischsten, den ambitionierteren EnerPHit-Standard umzusetzen, den Passivhaus-Standard für Altbauten. Wenn ohnehin die Modernisierung von Bauteilen anstehe, dann müssten diese auf einen zukunftsfähigen Standard gebracht werden. Eine beschleunigte Sanierungsoffensive, die deutlich über die normalen Erneuerungszyklen hinausgehe, sei dagegen erheblich teurer. Schwerer wiege noch, dass die dafür kurzfristig benötigten Planer und Handwerker realistisch betrachtet nicht verfügbar seien, so Schnieders.

Prof. Benjamin Krick vom Passivhaus Institut legte an konkreten Beispielen dar, wie wichtig es sei, zunächst den Heizwärmebedarf eines Gebäudes zu reduzieren. Was wir heute beim Bauen umsetzen, legt uns für die nächsten Jahrzehnte fest, führte Jessica Grove-Smith vom Passivhaus Institut aus. Als Anreiz dafür sei es wichtig, nur noch Maßnahmen zu fördern, die zu einer hohen Energieeffizienz führten.

Die Fakten zum Klimawandel lieferte Prof. Diana Ürge-Vorsatz vom Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen, auch „Weltklimarat“). Die Klimawissenschaftlerin ermahnte dazu, häufigere Extremwetterereignisse als Auswirkung des Klimawandels ernst zu nehmen. Die CO₂-Emissionen müssten auf netto Null reduziert werden. An den Lösungen dafür habe der Gebäudesektor einen wichtigen Anteil. Neben der Reduzierung der Emissionen durch hohe Energieeffizienz forderte sie, jedes Gebäude mit PV-Anlagen in ein kleines Kraftwerk zu verwandeln. Die nächsten zwei Jahrzehnte seien ausschlaggebend dafür, wie das Klima die Menschen in den nächsten zwei Jahrhunderten beeinflusst.

Dass Gebäude im Passivhaus-Standard nicht nur ein Beitrag zu Energiewende und Klimaschutz, sondern auch eine attraktive Investition seien, darauf verwies Prof. Andreas Pinkwart, Wirtschaftsminister von NRW. Dirk Mober von der EnergieAgentur.NRW forderte Privatleute und Wohnbaugesellschaften dazu auf, besser zu bauen als gesetzlich vorgeschrieben und dabei auch Solartechnik einzubeziehen. Als positives Beispiel nannte Mober neben dem Landschaftsverband Rheinland (LVR) auch die Städte Aachen, Bonn, Köln und Leverkusen, die sich dem Passivhaus-Standard verschrieben hätten.

Der Leiter des Umweltbundesamtes Prof. Dirk Messner verwies auf die sozialen Aspekte. Energieeffizientes Bauen und Sanieren biete einen hohen Wohnkomfort, der für die Bewohner einen hohen Stellenwert habe.

Hartmut Murschall vom Wirtschaftsministerium NRW stellte ein soziales Konzept vor: Über 50 Klimaschutzsiedlungen, bei denen Energieeffizienz, Architektur und städtebauliche Aspekte eine gleichberechtigte Rolle spielen, seien in NRW bereits fertig gestellt, weitere 50 geplant.

Oberbürgermeister Uwe Schneidewind erklärte, Wuppertal wolle bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden. Der Passiv-

haus-Standard sei ein entscheidender Baustein dafür, diese ambitionierten Ziele zu erreichen. Der Umweltwissenschaftler Ernst Ulrich von Weizsäcker stellte die provokante Frage, ob die Baubranche schon wisse, dass Klima zum großen Thema geworden sei. Nachhaltiges Bauen ist Baukultur, meinte Ernst Uhing, Präsident der Architektenkammer NRW. Energieeffizient zu bauen und zu sanieren sei für die Bauherren eine große Chance, dauerhaft Betriebskosten zu senken.

100 Referenten zeigten während der vier Konferenztage, wie vielfältig energieeffizientes Bauen und Sanieren weltweit umgesetzt werden. In 16 Vortragsreihen stellten sie internationale Neubauprojekte, Quartiere und Sanierungen im Passivhaus- bzw. EnerPHit-Standard vor, darunter in Spanien, Italien, Kanada, Polen, Großbritannien, Österreich und China. Auch ökologische Baustoffe, sozialer Wohnungsbau, sommerlicher Komfort und Lüftungskonzepte wurden in eigenen Vortragsreihen ausführlich behandelt. Aus- und Weiterbildung sowie Strategien für eine noch größere Verankerung von energieeffizientem Bauen und Sanieren in Politik und Verwaltung waren ebenfalls Themenschwerpunkte. Die passenden Komponenten für klimafreundliches Bauen stellten Hersteller auf der ONLINE Passivhaus-Fachausstellung vor, darunter Fenster und Lüftungsanlagen. Eine virtuelle Exkursion führte zu beeindruckenden Passivhaus-Projekten in Wuppertal und Umgebung. Die 26. Internationale Passivhaustagung wird im Frühjahr 2023 stattfinden.

Die 14 Preisträger und Anerkennungen des Passive House Award 2021 wurden am 10. September 2021 bekanntgegeben. Auf der Website finden sich detaillierte Informationen zu den Gebäuden und Projektbeteiligten, zu Gebäudehüllen, TGA und energetischen Kennzahlen.

Weitere Informationen:
www.passivhaustagung.de
<https://cms.passivehouse.com/de/passive-house-award/finalisten/>

Neue Wege für nachhaltige Architektur mit dem *livMatS*-Pavillon

Der botanische Garten der Universität Freiburg hat eine neue Attraktion: den *livMatS*-Pavillon, bei dessen Konstruktion sich nachhaltige Baustoffe, Architektur und digitale Technologien vereinen.

Entstanden ist das bisher einzigartige Bauwerk in einer interdisziplinären Zusammenarbeit der Universitäten Stuttgart und Freiburg. Die Exolon Group unterstützte das Projekt mit Polycarbonat Massivplatten. Der Pavillon fügt sich auf natürliche Weise in die Umgebung des Botanischen Gartens in Freiburg ein und wird in den kommenden fünf Jahren als Veranstaltungsort der Universität Freiburg eingesetzt im Rahmen des Konzepts „Learning from Nature in Nature“.

Der Pavillon ist nicht nur ein attraktiver Veranstaltungsort, sondern auch ein Beispiel für eine nachhaltige, ressourceneffiziente Alternative zu konventionellen Bauweisen und ist somit wegweisend für die Nachhaltigkeit in der Architektur. Denn er ist das erste Bauwerk, dessen tragende Struktur ausschließlich aus robotisch gewickelten Flachfasern besteht. Die Konstruktion ist leicht und zugleich stabil, sie wiegt gerade einmal 1,5 t.

Eine Haut aus Polycarbonat schützt die Flachfasern vor Umwelteinflüssen, wie direkte UV-Strahlung und Feuchtigkeit durch Regen oder Schnee. 220 m² Exolon® UV Polycarbonat Massivplatten in einer Dicke von 10 mm bilden die Wetzerschutzhülle und passen sich dank ih-



livMatS Pavillon: Außenansicht

rer leichten Formbarkeit an die geschwungenen Linien der Naturfaserelemente an. Der sortenreine Kunststoff ist vollständig rezyklierbar und kann somit nach seiner Nutzung in den Wertstoffkreislauf zurückgeführt werden. Ein weiterer Aspekt für die Wahl des Materials ist dessen einfache Verarbeitung und die Möglichkeit des Thermoforming.

Das Bauwerk entstand durch interdisziplinäre Zusammenarbeit von Architekt:innen und Ingenieur:innen des Masterstudiengangs ITECH am Exzellenzcluster Integrative Computational Design and Construction for Architec-

ture (IntCDC) der Universität Stuttgart sowie Biolog:innen des Exzellenzclusters Living, Adaptive and Energy-autonomous Material Systems (*livMatS*) an der Universität Freiburg.

Weitere Informationen:
www.itech.uni-stuttgart.de/itech-studio-projects/livmats-pavilion/
www.livmats.uni-freiburg.de
 und
 Exolon Group GmbH
 Nicole Meyer-Kurczyk
 Tel. +49(0)173/9650104
 E-Mail: Nicole.meyer-kurczyk@exolon.com

Merkblatt Luftdichtigkeit von Öffnungen zur Rauchableitung in Aufzugsschächten

Eine effektive Entrauchung rettet Leben. Aufzüge zählen in Gebäuden dabei zu den sensibelsten Bereichen und unterliegen höchsten Sicherheits-Anforderungen. Zum Zweck der Rauchableitung im Brandfall sowie zur Belüftung am oberen Ende eines Aufzugsschachts sind Öffnungen anzubringen.

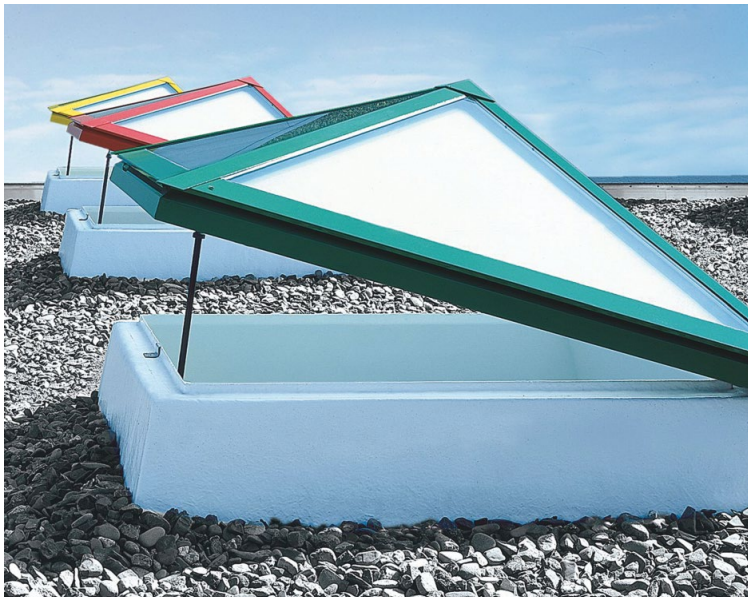
Das neue Merkblatt zur „Luftdichtigkeit von Öffnungen zur Rauchableitung in Aufzugsschächten“ ist vor allem für Architekten, Planer, TGA-Planer, Lüftungsbauer, Bauherren und Monteure interessant. Aus Brandschutzgründen werden Aufzüge in den meisten Fällen mit eige-

nen Fahrshächten ausgeführt. Dieser Fahrshacht muss je nach Gebäudeart unterschiedlichen brandschutztechnischen Anforderungen genügen, um im Brandfall eine Rauch- und Brandausbreitung über den Aufzug zu verhindern.

Mit dem neuen Gebäudeenergiegesetz (GEG) sind Gebäude allerdings so zu errichten, dass sie nach den anerkannten Regeln der Technik dauerhaft luftundurchlässig sind. Die freien Querschnitte der Öffnungen zur Rauchableitung stellen jedoch eine permanente Leckage in der Gebäudehülle dar. Damit verbunden sind erhebliche Energieverluste der Ge-

bäude. Damit die Dichtheitsanforderung nun auch bei den Öffnungen zur Rauchableitung in Aufzugsschächten erfüllt werden kann, wurde der § 39 der Musterbauordnung angepasst. Ab sofort dürfen die Öffnungen zur Rauchableitung auch mit Abschlüssen versehen werden. Voraussetzung ist, dass diese im Brandfall selbsttätig und zusätzlich von mindestens einer Stelle aus manuell geöffnet werden können.

Eine weitere Änderung: Im Rahmen der Überprüfung der Luftdichtigkeit durch den Blower-Door-Test wurden die Öffnungen bisher temporär verschlossen.



Entsprechend der Musterbauordnung bzw. den rechtlich verbindlichen Umsetzungen in den Bundesländern muss die Öffnung zur Rauchableitung einen freien Querschnitt von 2,5% der Fahrstachgrundfläche, mindestens jedoch 0,10 m² haben

Mit einer Aktualisierung der DIN EN ISO 9972:2018-12 als Grundlage für die Nachweisführung durch den Blower-Door-Test ist dies zukünftig nicht mehr

erforderlich. Wichtig ist jedoch, dass die permanenten Öffnungen in der grundsätzlichen Auslegung des Gebäudes berücksichtigt werden. Abdeckungen, wie

z. B. Lichtkuppeln oder Flachdachfenster, reduzierenden die Energieverluste erheblich, aber sie können keine 100%-ige Luftdichtigkeit garantieren. Daher sollten nur Bauprodukte zum Einsatz kommen, für die entsprechende Nachweise über die Luftdichtigkeit vorliegen.

Das neue Merkblatt wurde vom Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V. (FVLR) gemeinsam mit dem Fachverband Luftdichtigkeit im Bauwesen e. V. (FLiB) und der Gütegemeinschaft Rauch- und Wärmeabzugsanlagen e. V. (GRW) erarbeitet und ist kostenfrei über die Webseite des FVLR oder die beiden anderen Verbände erhältlich.

Weitere Informationen und Download: FVLR-Redaktionsbüro
 Thorsten Richter
 Solinger Str.13
 45481 Mülheim
 Tel. +49(0)208/4696-365
 E-Mail: thorsten.richter@koob-pr.com
 www.fvlr.de
 www.fvlr.de/pub_down_merkblaetter.htm

AKTUELL

Energetische Gebäudeförderung mit Rekordzahlen

Rund 600.000 Anträge wurden 2020 für die energetische Förderung von Gebäuden gestellt. Dadurch werden nicht nur unsere Gebäude klimafreundlicher, auch rund 900.000 Arbeitsplätze konnten 2020 in der Corona-Pandemie gesichert werden.

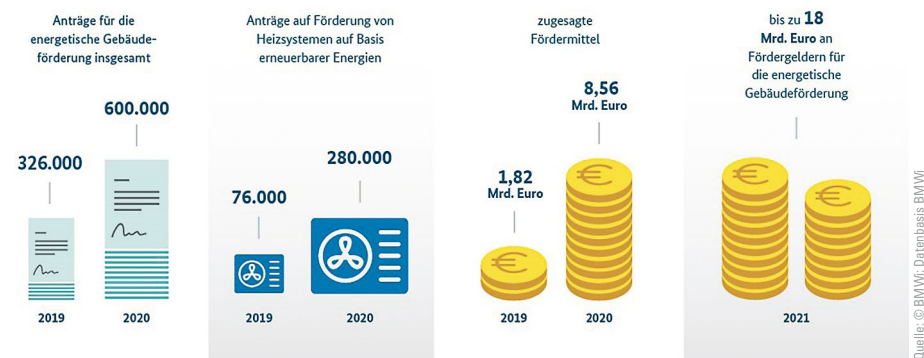
Bis zu 18 Milliarden Euro stellt die Bundesregierung 2021 für die energetische Sanierung und den Neubau von Effizienzgebäuden zur Verfügung. Zuvor hatte die Bundesregierung zusätzliche Maßnahmen für den Gebäudesektor beschlossen, die mehr Klimaschutz bringen sollen und Treibhausgasemissionen so reduzieren, dass die im Bundes-Klimaschutzgesetz festgelegte Jahresemissionsmenge eingehalten werden kann. Denn 2020 wurde diese mit 118 Mio. t CO₂ um 2 Mio. t CO₂ überschritten.

Über die neue Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) können die Förderanträge für die energetische Sanierung oder den Bau von Effizienzgebäuden gestellt werden. Die BEG kommt mit einem schlanken Antrag für alles und höheren Zuschüssen daher.

Bis Mitte September 2021 wurden 10,6 Milliarden Euro an Fördergeldern für

Antrags- und Fördermittelrekorde bei der energetischen Gebäudeförderung

2021 könnten dafür bis zu 18 Milliarden Euro an Fördergeldern bewilligt werden



die energetische Gebäudesanierung und die Errichtung effizienter Neubauten bewilligt. Zum Vergleich: 2019 lag die Summe für zugesagte Fördermittel bei 1,82 Milliarden Euro, 2020 war sie mit 8,56 Milliarden Euro schon fast fünf Mal so hoch.

Auch die Antragszahlen für die energetische Förderung von Gebäuden erreichten ein neues Rekordniveau: Wurden 2019 bereits 326.000 Anträge dafür gestellt, verdoppelten sich die Zahlen 2020

mit dann schon 600.000 Anträgen beinahe. Bei den Anträgen auf Förderung von Heizsystemen auf Basis erneuerbarer Energien vervierfachten sich die Zahlen fast: 2019 waren es 76.000 Anträge, 2020 bereits 280.000.

Weitere Informationen:
 www.bmwi-energiewende.de
 www.kfw.de
 www.bafa.de

Hinweise zur TR Instandhaltung und Normenkontrollverfahren

Hinweise zur Technischen Regel (DIBt) „Instandhaltung von Betonbauwerken (Mai 2020)“
Stand: Oktober 2021

Gemäß MVV TB 2020/1 ist die TR Instandhaltung 2020-05 zusammen mit DAfStb RL SIB 2001 einschließlich den Berichtigungen 1 und 3 anzuwenden. Viele Abschnitte der DAfStb RL SIB 2001 sind dabei direkt oder indirekt ersetzt. Die Verweise in den noch gültigen Abschnitten der DAfStb RL SIB 2001 können durch Verweise auf die TR Instandhaltung 2020-05 ersetzt werden.

Die Regelungen der Berichtigung 3 für Spritzmörtel nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 und Betonersatz aus Vergussmörtel/-beton nach DAfStb-Vergussbetonrichtlinie sind weiterhin gültig. Die darüber hinaus gültigen Abschnitte der DAfStb RL SIB 2001 sind in Tabelle 1 zusammen-gestellt.

Die Regelungen zu „Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung“ nach Teil 3 der DAfStb RL SIB 2001, einschließlich der Berichtigungen, bleiben weiterhin gültig. Tabelle 3 fasst den Ersatz der Verweise in DAfStb RL SIB 2001, Teil 3 zusammen und beschreibt welche Abschnitte bzw. Tabellen nach TR Instandhaltung 2020-05 berücksichtigt werden können.

In Tabelle 4 wird beschrieben, welche Abschnitte aus Berichtigung 3:2014-09 weiterhin angewendet werden und welche Verweise zur TR Instandhaltung 2020-05 zukünftig ersatzweise berücksichtigt werden können.

Soweit die Anforderung nach TR Instandhaltung 2020-05 abhängig von der Altbetonklasse ist, wird die Altbetonklasse A4 zu Grunde gelegt

Das 10seitige Dokument des DIBt ist komplett abrufbar unter www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I4/Hinweise_2021-10_zur_TR_Instandsetzung.pdf

Podiumsdiskussion auf dem 10. Kolloquium Parkbauten TAE

Zum 10. Kolloquium Parkbauten an der Technischen Akademie Esslingen TAE am 8. und 9. Februar 2022 ist eine Podiumsdiskussion unter dem Titel „Verwendbarkeitsnachweise und Überein-

stimmungsbestätigungen bzw. Gutachten gemäß Art. 30 BauPVO für Instandsetzungsbaustoffe vor dem Hintergrund der TR-Instandhaltung des DIBt“ geplant. Das 10. Kolloquium Parkbauten thematisiert die steigenden Anforderungen und Spannungsfelder bei der Planung, Gestaltung, Instandhaltung sowie dem Betrieb von Parkbauten. Die etwa 40 Plenar- und Fachvorträge decken die wesentlichen Prozesse im Lebenszyklus von Parkhäusern und Tiefgaragen ab. Zum Abschluss des ersten Veranstaltungstages lässt zudem eine hochkompetent besetzte Podiumsdiskussion über die TR-Instandhaltung des DIBt einen interessanten Erfahrungsaustausch erwarten. Weitere Schwerpunkte der Tagung sind Digitalisierung, Brandschutz, Instandsetzung, kathodischer Korrosionsschutz, oberflächenschutzsysteme, fugen, gussasphalt, Regelwerke sowie Forschung und Entwicklung. Das TEA Kolloquium Parkbauten ist eine Kommunikationsplattform für alle Beteiligten der Wertschöpfungskette und wird im hybriden Flex-Format durchgeführt. Es richtet sich an Betreiber und Investoren von Parkbauten, Sachkundige Planer, Bauingenieure, Architekten, Bausachverständige, Unternehmen in den Bereichen Bautenschutz, Betoninstandsetzung, Bauchemie sowie Wissenschaftler und Hochschulen.

Weitere Informationen und Anmeldung: www.tae.de/go/parkbauten.

Normenkontrollverfahren gegen TR Instandhaltung

Drei große Hersteller von Instandhaltungsprodukten für Stahlbeton haben am 14. Oktober 2021 beim Bayerischen Verwaltungsgerichtshof und beim Oberverwaltungsgericht Nordrhein-Westfalen beantragt, die produktbezogenen Teile der Technischen Regel „Instandhaltung von Betonbauwerken“ (TR Instandhaltung) und der DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (Instandsetzungs-Richtlinie) für unwirksam zu erklären.

Beide Regelwerke verstoßen nach Ansicht der Hersteller gegen die europäische Bauproduktenverordnung, weil sie eine Vielzahl von rechtswidrigen nationalen Anforderungen für harmonisierte Bauprodukte enthalten würden. Mit den Normenkontrollanträgen könnten die jahrelangen Auseinandersetzungen um

die technischen Regeln für Betoninstandhaltung in Deutschland jetzt gerichtlich geklärt werden.

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) hatte im Januar 2021 die TR Instandhaltung veröffentlicht. Dies erfolgte gemeinsam mit der Fassung 2020/1 der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), in welcher auf die TR Instandhaltung und die Instandsetzungs-Richtlinie verwiesen wird. Das DIBt handelte dabei im Auftrag der Bauministerkonferenz der Bundesländer (ARGEBAU). Mittlerweile haben elf Bundesländer die TR Instandhaltung bauaufsichtlich eingeführt, darunter Bayern und Nordrhein-Westfalen.

Laut Deutscher Bauchemie geht Deutschland mit der bauaufsichtlichen Einführung der TR Instandhaltung bewusst auf Konfrontationskurs mit der Europäischen Kommission. Diese hatte Deutschland während der Notifizierung mitgeteilt, dass die Regel gegen Unionsrecht verstößt und eine Anpassung gefordert. Dies geschah jedoch nicht.

Stattdessen will Deutschland die in der harmonisierten EN 1504 genormten Instandsetzungsprodukte in der TR Instandhaltung zusätzlich einem von den europäischen Regeln abgekoppelten, weitreichenden nationalen Prüf- und Überwachungsregime unterwerfen. Begründet wird dies mit der Bauwerkssicherheit, für deren Gefährdung durch Instandsetzungsprodukte es aber nach Ansicht der Hersteller keinen begründeten Anlass gibt. Um den Konflikt abschließend zu lösen, haben die Unternehmen Sika Deutschland, Sto und MC-Bauchemie beim Bayerischen Verwaltungsgerichtshof und beim Oberverwaltungsgericht Nordrhein-Westfalen Normenkontrollanträge eingereicht.

Schon vorher hatten dreizehn Hersteller bei der Europäischen Kommission eine formale Beschwerde gegen das Regelwerk erhoben und die Kommission ersucht, ein Vertragsverletzungsverfahren einzuleiten, damit Deutschland seine fortgesetzte Praxis zusätzlicher nationaler Anforderungen für harmonisierte Bauprodukte beendet.

Deutsche Bauchemie e.V.
 Mainzer Landstr. 55
 60329 Frankfurt am Main
www.deutsche-bauchemie.de/pm-aktuell

Bundesingenieurkammer fordert eigenständiges Bundesbauministerium

Anlässlich der Koalitionsverhandlungen für die neue Bundesregierung hat die Bundesingenieurkammer maßgebliche Forderungen für die kommende Legislaturperiode zusammengetragen. Um die dringend anstehenden Maßnahmen zu bündeln und der wichtigen Rolle des Planens und Bauens gerecht zu werden, fordert die Bundesingenieurkammer u. a. ein eigenständiges Bundesbauministerium.

„Die zukünftige Bundesregierung wird in den kommenden Jahren vor großen Herausforderungen stehen. Stichpunkte: Klimawandel, Energiewende, Digitalisierung, Wohnungsbau, Stadtentwicklung und Infrastruktur. Ingenieurinnen und Ingenieure stehen hierfür bereit, benötigen aber entsprechende Rahmenbedingungen. Daher haben wir wichtige Forderungen formuliert, die aus unserer Sicht zwingend in den Koalitionsvertrag der künftigen Bundesregierung gehören“, so Dr.-Ing. Heinrich Bökamp, Präsident der Bundesingenieurkammer.

Die Bundesingenieurkammer fordert:

- ein eigenständiges Bundesbauministerium, um die dringend anstehenden Maßnahmen zu bündeln und der wichtigen Rolle des Planens und Bauens gerecht zu werden;
- den Abbau von Bürokratie und Harmonisierung der Landesbauordnungen;
- die Unterstützung kleiner und mittlerer Unternehmen bei der Digitalisierung;
- die Aktivierung von Bauflächen zur Schaffung von mehr bezahlbarem Wohnraum;
- Langfristig finanziell gesicherte Investitionen der öffentlichen Hand in die Modernisierung der Infrastruktur;
- die finanzielle Unterstützung der Kommunen durch den Bund, damit der dringend benötigte Bau oder die Sanierung von Schulen, Straßen oder Schwimmbädern nicht ins Stocken gerät;
- ein zukunftsfähiges nachhaltiges Mobilitätskonzept;

- umfassende Förderprogramme für ein auf Nachhaltigkeit ausgerichtetes Bauen;
- die Unterstützung der Freien Berufe auch im europäischen Kontext;
- die Novellierung der HOAI.

Der Planungs- und Bausektor spielt in nahezu allen Bereichen unseres Lebens eine entscheidende Rolle. Rund 700.000 Menschen arbeiteten 2018 allein in den deutschen Ingenieur- und Architekturbüros und sorgten so für eine Bruttowertschöpfung von rund 84 Milliarden Euro.

Die Bundesingenieurkammer (BIngK) vertritt die gemeinschaftlichen Interessen der 16 Länderingenieurkammern. Seit mehr als 30 Jahren setzt sie sich bundesweit und auf europäischer Ebene für die Belange von rund 45.000 Ingenieurinnen und Ingenieuren ein.

Weitere Informationen:
www.bingk.de

DGNB veröffentlicht Studie zu CO₂-Emissionen von Bauwerken

Im Rahmen einer Studie hat die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) 50 zertifizierte Gebäude hinsichtlich ihres CO₂-Fußabdrucks ausgewertet. Ein zentrales Ergebnis: Gut ein Drittel aller Treibhausgasemissionen eines Gebäudes entstehen vor der tatsächlichen Nutzung – also bei der Herstellung der Bauprodukte und Errichtung des Bauwerkes. Die Hebel zur Reduktion dieser verbauten CO₂-Emissionen liegen u. a. in

- der Bauweise,
- den Bauteilen mit großer Masse und
- der Nutzungsdauer der Baustoffe.

Die Studie liefert Planern und Auftraggebern konkrete Benchmarks für ihre eigenen Bauprojekte.

„Von den Klimaforschenden haben wir den klaren Auftrag, die CO₂-Emissionen von Gebäuden jede Dekade zu halbieren, um die Klimakrise in einem erträglichen Maß zu halten“, erinnert Dr. Anna Braune, Abteilungsleiterin Forschung und Entwicklung der DGNB. „In der Energieeffizienz von Neubauten

haben wir in den letzten Jahren Fortschritte gemacht. Mit Blick auf die nächsten Jahre müssen wir jetzt dringend einen zusätzlichen Fokus auf die Treibhausgasemissionen des Bauwerks legen. Sie machen gut ein Drittel der gesamten Gebäudeemissionen aus und können bei Gebäuden mit sehr niedrigem CO₂-Fußabdruck sogar bei 50% und mehr liegen. Hier eine Datengrundlage und Orientierung für Planende und Auftraggebende zu schaffen und die Diskussion mit konkreten Zielen für 2030 anzustoßen, ist ein zentrales Ziel unserer Veröffentlichung.“

46 Büro- und 4 Wohngebäude mit Brutto-Grundflächen zwischen 600 und 40.000 m² hat die DGNB ausgewählt und ökobilanziell ausgewertet:

- 3 Holz- bzw. Holzhybridgebäude,
- 25 Gebäude in Massivbauweise,
- 22 in Stahlbeton-Skelettbauweise.

Die Ökobilanzierung ist ein Instrument zur Ermittlung der Umweltauswirkungen von Gebäuden. Eine dieser Auswirkungen ist das Treibhausgaspotenzial, das als

CO₂-Äquivalente (CO₂e) in kg pro m² angegeben wird. Die gesamten Treibhausgasemissionen lassen sich in betriebsbedingte und verbaute Emissionen unterteilen. Letztere liegen bei konventionellen Neubauten im Lebenszyklus von 50 Jahren bei etwa 500 bis 800 kg CO₂e pro m². Die in der DGNB-Studie untersuchten Gebäude lassen sich mit durchschnittlich ca. 440 kg CO₂e pro m² unter dem genannten und auch etwas unter dem bisherigen Referenzwert der DGNB-Zertifizierung für Neubauten einstufen. Allerdings ist diese Zahl im Hinblick auf die Klimaschutzziele noch viel zu hoch.

Neben Benchmarks für die Planung liefert die Studie Stellschrauben zur Reduktion der CO₂-Emissionen im Bauwerk. Dafür wurden die Datensätze anhand zahlreicher Differenzierungsmerkmale, wie z. B. Bauweisen, Bauteile und Lebenszyklusphasen, ausgewertet. Bei den Bauweisen schnitten die drei Holz- und Holzhybridbauten sehr gut ab. Aufgrund der breiten Streuung der Ergebnisse lohnt sich jedoch die Einzelfallbetrachtung. Sie zeigt, dass auch Massiv- oder

Stahlbetongebäude gute Ergebnisse erreichen können und ein Holzhybrid-Gebäude in der Lebenszyklusbetrachtung nicht per se besser ist als jeder Massiv- oder Stahlbetonbau.

Beim Vergleich der Herstellungsemissionen der Bauteile fallen die Decken mit mehr als einem Drittel besonders ins Gewicht, gefolgt von den Außenwänden und der Gründung. Unter den Gebäuden mit den höchsten CO₂-Werten des Bauwerks befinden sich sehr hohe Gebäude mit einem starken Anteil in den Decken bzw. Innenwänden und Dächern. Die Betrachtung der Bauteile zeigt, dass neben der Wahl der Baustoffe ein enormes Reduktionspotenzial in den Bauteilen mit den größten Massen liegt.

Aber auch die Nutzungsdauer der Bauteile spielt eine wichtige Rolle; die mit dem Austausch von Bauteilen verbundenen Treibhausgasemissionen liegen ungefähr gleichauf mit denen der Gründung.

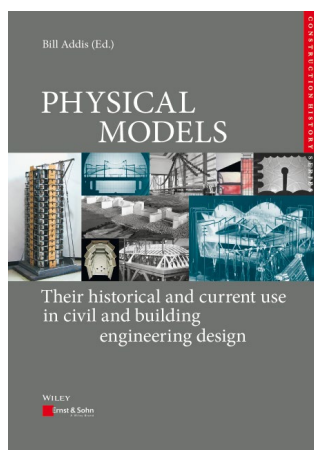
Die Studie liefert eine Einordnung zu den CO₂-Emissionen des Bauwerks und zeigt weiteren Forschungsbedarf auf. Detaillierte Untersuchungen, wie Wechselwirkungen zwischen Bauwerk und Nutzung mit Blick auf den Lebenszyklus, CO₂-Fußabdruck der Gebäudetechnik, genaue Betrachtung der Bauweisen, Umgang mit Baumaterialien am Lebensende des Gebäudes, sind notwendig.

Die DGNB nutzt diese und weitere Auswertungen, um ihre Benchmarks im Rahmen der Zertifizierung anhand aktueller Kennwerte anzupassen. Zwei Folgestudien sind geplant, die sich mit weiteren Nutzungstypen befassen und den Fokus auf Vorzeigeprojekte legen, die in der Ökobilanz außerordentlich gut abschneiden. Interessierte können sich direkt bei der DGNB melden.

Die komplette Studie mit Stand August 2021 ist als PDF kostenlos abrufbar im Rahmen der „Toolbox Klimaneutrales Bauen“.

Weitere Informationen und Download: www.dgnb.de/de/themen/klimaschutz/toolbox

BÜCHER



Addis, Bill (Ed.): **Physical Models: Their historical and current use in civil and building engineering design**. Berlin: Ernst & Sohn, 2021. XXXII, 1114 S., Hardcover, 896 Abb., 14 Tab., 17 × 24,4 cm. Print: 139,00 €, ISBN 978-3-433-03257-2. eBundle (Paket aus Print und E-Book als PDF): 229,00 €, ISBN 978-3-433-03305-0. *)

Schaut man zum ersten Mal in das Buch, wird man schwindlig von der Fülle der Informationen. Beim zweiten Blick erkennt man die kluge Einteilung des Stoffes in erträgliche Happen, die hier Teile genannt sind, chronologisch aufeinander folgend. Dem geht eine Vorrede des Herausgebers Bill Addis voraus, in der mit englischem Understatement gesagt wird, dass im Buch nur an der Oberfläche der heutigen Kenntnis habe gekratzt werden können und dass jeder Teil den Stoff für mehrere Dissertationen abgäbe. Der Leser wird bald bemerken, dass in diesem Buch tiefer gegraben wird.

Zum Inhalt

Das Buch beginnt im ersten Kapitel des Teiles A mit den physikalischen Modellen bis in die 1880er Jahre. Darin kommen illustrierte Namen vor, zum Beispiel *Vitruv* mit seinen zehn Büchern über die Architektur, *Heron von Alexandria* mit seinen technischen Apparaten, *Brunelleschi* mit seinem Modell der Kuppel des Doms von Florenz, *da Vinci* mit seinen Vorschlägen zur Statik, *Palladio* mit seiner Abhandlung zur Architektur, *Galilei* mit seinem Hinweis auf die Schwäche des Riesen, *Fontana* über das Aufrichten des Obelisken im Vatikan, *Elias Holl* mit seiner Sammlung wissenschaftlicher Geräte in Augsburg, *Grubenmann* mit seinen Modellen der Holzbrücken über den Rhein, *Smeaton* mit der Konstruktion des Leuchtturms bei Plymouth.

Das folgende Kapitel betrifft das Studium von Bögen und Gewölben mit Hilfe von Klotzmodellen von *Hooke* und *Wren*, von *Rondelet*, von *Young* und *Pippard* und anderen, die zum Verständnis von auf Druck belastetem Mauerwerk beitragen.

Demgegenüber behandelt das Kapitel über die Kettenlinie auf Zug belastete Bauteile. Hängemodelle von *Poleni* für die Kuppel des Petersdoms, *Kulibins* Modell der Brücke über die Nera, *Gaudís* Modell der Sagrada Familia, und schließlich das Modell der Kuppel des Reichstags von *Gösling*. Die meisten Modelle wurden als Spiegelbild der Kettenlinie für auf Druck belastete Kuppeln verwendet.

Das nächste Kapitel ist den Arbeiten von *Leonhard Euler* zur Berechnung neuartiger Brücken gewidmet, wobei auch die Knickversuche von *Musschenbroek* zur Sprache kommen.

Die zwei folgenden Kapitel gehen ausführlich auf die Modelle von britischen Hänge- und Röhrenbrücken von *Telford*, *Buchanan* und *Dredge* ein, wobei auch konstruktive Detailpunkte behandelt werden. Gedanken zum Modellmaßstab und zur Ähnlichkeit finden hier Beachtung.

Teil B ist dem Einsatz von Modellen beim konstruktiven Entwurf in den 1890er bis zu den 1930er Jahren gewidmet. Das erste Kapitel behandelt die umfangreiche britische Debatte über die Stabilität von gemauerten Staubauwerken. Man kommt zum Schluss, dass die bisherige empirische Herangehensweise zu einer sicheren Abschätzung geführt hätte. Im nächsten Kapitel wird der wissenschaftlich begründete Entwurf der Boulder-Staumauer in den USA behandelt, zu dem auch breit angelegte Modellversuche gehörten. Dünne Schalen aus Beton, ausgehend von den Jenaer Zeiss-Dywidag-Schalen, kommen an die Reihe. Ausführlich werden die Arbeiten von *Dischinger* und *Finsterwalder* gewürdigt, die als Pioniere dieser Bauweise angesehen werden. Danach folgen zwei Kapitel über Modellversuche in Italien in der Zwischenkriegszeit und die Arbeiten von *Torroja*. Diese betreffen Stau-mauern und weit gespannte Tragwerke, wobei jetzt an den Modellen Verformungen, Durchbiegungen und Kräfte gemessen wurden. Die Spannungsoptik wird

in einem eigenen Kapitel beleuchtet. Die auf der Spannungsdoppelbrechung beruhende Methode erlaubt auch den Spannungszustand im Inneren von Bauteilen zu bestimmen.

Im Teil C wird der konstruktive Entwurf anhand von Modellen in den Jahren 1940 bis 1980 behandelt. Er beginnt mit einem Kapitel über Modellherstellung und Messtechniken. Darin werden die Anfänge der elektrischen Dehnungsmessung besprochen, auch der akustischen und anderer Verfahren. Die praktische Anwendung dimensionsloser Größen und *Buckingham's* π -Theorem werden erläutert. Eigene Kapitel bekommen die MPA in Stuttgart, das ISMES in Bergamo und das ICMC in Madrid. In Stuttgart wurden die Arbeiten an Modellen vom Trio *Graf-Leonhardt-Schaechterle* im Zusammenhang mit dem Bau der Reichsautobahnen und den notwendigen Brücken, vor allem über den Rhein, initiiert. Viel später, im Jahr 1953, wurde dort das Institut für Spannungsoptik und Modellmessungen gegründet, das einzige Universitätsinstitut dieser Art in Deutschland. Ein Abschnitt dieses Kapitels beschreibt anschaulich die Aktivitäten von *Frei Otto*, der die Form von zugbeanspruchten Seilnetzkonstruktionen mit Hilfe von mit Seifenlauge erzeugten Minimalflächen bestimmte. Das 1951 gegründete ISMES befasste sich ausführlich mit Modelluntersuchungen von Staumauern. Ein anderer Schwerpunkt betraf das Verhalten von Hochhäusern unter statischer und Windlast und von außergewöhnlichen Hochbauten wie Kirchen und Sporthallen. Das Zentralinstitut ICMC begann mit spannungsoptischen Modellen, später mit Modellen aus bewehrtem Mikrobeton, mit denen Hochbauten, aber auch Staumauern untersucht wurden. Damit verbunden ist der Name *Torroja*, ein findiger und äußerst aktiver Ingenieur, der mehrere Institutionen gründete und leitete.

Die Cement & Concrete Association besaß in Wexham Springs, UK, ein klosterrähnliches Anwesen, in dem neben Materialentwicklung auch bedeutende Untersuchungen an Modellen stattfanden, vor allem unter der Leitung von *Rowe*. Diese betrafen Brücken, Kühltürme, Kirchen und weit gespannte Schalen. In den folgenden fünf Kapiteln werden herausragende Persönlichkeiten

oder Einzelprojekte abgehandelt. *Hossdorf* verwendete für seine Modelle Acryl- und Epoxidharz, Holz, Aluminium, Stahl und Mikrobeton, je nach Aufgabenstellung. Für das Studium der Rissbildung kam Mikrobeton in Frage, für elastisches Verhalten die anderen Werkstoffe, für plastisches Verhalten eher Aluminium und Stahl. Experimente mit Seifenblasen war ein Schwerpunkt von *Frei Otto*, die wie oben schon erwähnt zu Minimalflächen führen. Diese Arbeiten sind einmalig und waren immer inspirierend. *Musmeci* studierte auch mit Hilfe von Seifenblasen und Gummimodellen das Verhalten ausgefallener Brückenformen und erzielte ähnliche Ergebnisse wie *Otto*, zunächst ohne voneinander zu wissen. *Isler* entwickelte die Formen seiner randlosen Schalen mittels zu Eis gefrorener Tücher. *Isler* war ein vehementer Verfechter der Modelle – im Gegensatz zu *Torroja* oder auch *Dischinger*, die die Aufgaben von der analytischen Seite angingen. Der Multihalle in Mannheim wird ein eigenes Kapitel gewidmet. Als Holzgitterschale mit 60 m Spannweite ist sie noch stets ein Unikat, das in vielfacher Weise mittels Modelle untersucht wurde.

Der Teil D behandelt Modelltechniken für nicht statische Probleme, dazu gehören Windtunnel, Rütteltische zur Erbensimulation, Akustik, geotechnische Zentrifugen. Neben den räumlichen Koordinaten kommt jetzt die Zeit hinzu und damit die Trägheitskraft. Es beginnt mit der Geschichte der hydraulischen Modelluntersuchungen in Frankreich, England, den USA, der Schweiz und anderen Ländern. Danach wird das Aufkommen von Windkanälen behandelt, die für die Sichtbarmachung von Windströmungen und Wirbeln, aber auch zur Messung von Windkräften, Resonanz- und Flattererscheinungen bei Brücken eingesetzt werden. Es folgt ein Kapitel über Rütteltische, die mit einem Freiheitsgrad begannen und heute mit bis zu 6 Freiheitsgraden ausgestattet sind. Die akustische Behandlung von Konzertsälen, Kirchen und Tonstudios begann in den letzten Jahren des 19. Jahrhunderts und wurde laufend verbessert. Trägheitskräfte entstehen durch die Beschleunigung von Masse, was in Zentrifugen für geotechnische Untersuchungen zum Ansatz kommt. Begonnen hat die Entwicklung in den USA und der UdSSR im 20.

Jahrhundert nach britischen Vorschlägen aus dem 19. Jahrhundert.

Im Teil E kommen Projekte des 21. Jahrhunderts an die Reihe, die ebenso lehrreich und vielfältig sind wie die früheren, im Einzelnen sind dies einige, die direkt an frühere Aufgaben anschließen, zum Beispiel der konstruktive Entwurf von Ingenieurbauten und von komplexen Backsteingebäuden, hydraulische Fragestellungen, Grenzschnittuntersuchungen im Windkanal, Rütteltische und Zentrifugen. Neu ist die Biomimetik, das heißt die Nachahmung von Pflanzenbewegungen in technischen Anlagen. Das Arbeiten mit Modellen wurde im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts durch das Aufkommen der Computer und der Anwendung von Finiten Elementen fast vollständig verdrängt, bleibt aber weiterhin ein wichtiger Baustein für Architekten und Ingenieure.

Die 39 Einzelkapitel des Buches sind von 31 Fachleuten verfasst, darunter 7 vom äußerst fachkundigen Herausgeber. Das Buch besticht durch seine Vielzahl an behandelten Themen. Man kann es als Fundquelle benutzen genauso wie als Lektüre. Am Ende jedes Kapitels findet sich ein Literaturverzeichnis, am Ende des Buches ein sorgfältig bearbeitetes Stichwortverzeichnis, dem ein Kurzlebenslauf der beteiligten Personen vorangestellt ist. Abbildungen bereichern den Text.

Es ist das erste Mal, dass das Arbeiten mit Modellen in ganzer Breite in einem Buch behandelt wird, wie auch *Werner Sobek* in seinem Vorwort bemerkt. Die Herausgeber der Edition Bautechnikgeschichte/Construction History Series, *Karl-Eugen Kurrer* und *Werner Lorenz*, können sich glücklich schätzen, einen so versierten Herausgeber in der Person von *Bill Addis* verpflichtet zu haben. Es ist zu wünschen, dass das Buch reiche Verbreitung findet, denn es gehört in jede Fachbibliothek, aber auch in die Privatbibliothek architektonisch, bautechnisch und wissenschaftlich interessierter Personen.

Hans-Wolf Reinhardt, Stuttgart

*) Diese Rezension wurde zuerst in Beton- und Stahlbetonbau 116 (2021), Heft 11, S. 903–904 veröffentlicht.



Holzer, Stefan M.: **Gerüste und Hilfskonstruktionen im historischen Baubetrieb – Geheimnisse der Bautechnikgeschichte**. Edition Bautechnikgeschichte, hrsgn. v. Karl-Eugen Kurrer u. Werner Lorenz. Berlin: Ernst & Sohn 2021. X, 470 S., 459 Abb. (zahlr. Farbabb.), 22 × 28,5 cm, Geb. 79 €. ISBN: 978-3-433-03175-9. *)

„Papa, wie wird denn das gebaut“, fragte mich meine 12jährige Tochter, ein Eis lutschend, während sie mit dem Finger auf Brunelleschis Florentiner Kuppel zeigte. Sie war damit zufrieden, dass man dazu „hölzerne Gestelle“ benötigte. Mich ließ dies unbefriedigt zurück. Nach Hause zurückgekehrt blieb auch eine Literaturrecherche zu historischen Baubehelfen ohne wirklichen Gewinn. Keiner schien sich diesem Thema so richtig zugewandt zu haben. Viele Jahre später standen Tochter und Vater auf dem Petersplatz. „Na, du bist doch Bauingenieur. Mit wieviel Kränen hat Michelangelo denn diese Kuppel errichtet?“ „Ja, also Kräne, ich glaub die gab's damals nicht.“ Ach, hätte Stefan Holzer sein Buch zu historischen Gerüsten und Hilfskonstruktionen doch früher publiziert! Anhand wunderschöner digitalisierter Zeichnungen und Bilder, unterstützt durch die erste durchgängige wissenschaftliche Beschreibung in Genese und Relevanz von Baubehelf und Bauprozess wäre für Laien und Fachmann eine lückenlose Erläuterung nur so herausgesprudelt.

Mit Stefan Holzers Werk liegt nun erstmals eine ganzheitliche bautechnisch-geschichtliche Monografie zu Gerüsten, Hebezeugen und Baubehelfen und deren Einfluss auf Gestalt und Konstruktion von dauerhaft Gebautem vor. Holzers Zeitstrahl beginnt in der Antike und endet um 1900 mit dem Entstehen des modernen Bauprozesses, festgemacht am ersten Auftritt der Turmdrehkrane und

dem Beginn des Siegeszuges des Eisenbetons.

Vier Ebenen mit wachsendem Ingenieursanspruch spannt er darüber auf. Im ersten Kapitel „Ein erhöhter Arbeitsplatz – Gerüste für Arbeiter“ widmet er sich dem einfachen Baugerüst. Darüber liegt die bautechnisch anspruchsvollere Ebene des Gewölbebaus. Spiegeln wir das Gewölbe in den dreidimensionalen Raum, steigen wir mit Holzer weiter zu den „Kuppeln und ihren Gerüsten“ auf. Auf der obersten Ebene „Königdisziplin: Gerüste im Brückenbau“ angekommen, vervollkommen sich die Baukonstruktion im Freivorbau selbst zum temporären Gerüst.

Mit bewundernswerter Akribie und Geduld sammelt, kategorisiert und bewertet Holzer Text- und Bildquellen, die oft nur bei genauer Betrachtung ihre Informationen preisgeben. Bei den gemeinen Arbeitsgerüsten, ein kaum beachtetes Sujet der Bautechnikgeschichte, schält sich so die unglaubliche Kontinuität von Arbeitsgeräten und Bauprozess über fast den gesamten betrachteten Zeitraum heraus. Mögen Innovationsschübe der Renaissance Baukonstruktionen vorangebracht haben – deren Errichtung, selbst des frühen Eisenbaus im 19. Jahrhundert, bediente sich stets der gleichen Mittel, weist Holzer nach. Unsere heutigen stählernen Arbeitsgerüste nach DIN EN 12811 folgen noch immer den Prinzipien der hölzernen Stangen- und Lantengerüste von einst. Das Bockgerüst des heiligen Meinrads zur Errichtung seiner Einsiedelei (1496) – bei Amazon noch heute online bestellbar! Erst der neue Baustoff Eisenbeton, später Stahlbeton genannt, mit seinen Gießformen, der Schalung, revolutionierte auch das Erstellen von Baukonstruktionen.

Mit vielen Recherchereisen ergänzt Stefan Holzer seine Text- und Bildquellen und findet am Objekt weitere Indizien zum Herstellungsprozess von Gewölbe und Kuppel. Von Antike, über Mittelalter und Renaissance bis in die Neuzeit entsteht so vor dem Auge des Lesers ein lückenloses, leicht nachvollziehbares und doch wissenschaftlich exaktes Bild vom Traggerüst und seiner ingenieurgerechten Begründung. Hierbei geht Holzer vom Einfachen zum Komplexen, beginnt beim Wandbogen, wandert zum Tonnengewölbe und findet schließlich im Kreuz- und Stichtkappengewölbe den Höhepunkt der Gewölbekunst. Die Kuppeln dagegen bieten für ihn weniger Fi-

nesse in der Rüstung denn im Hinzugewinn bei Transport von Mensch und Material, der Installation von Arbeitsbühnen und Aufzügen. Im Anschluss an den Kuppelbau fügt Holzer daher ein Kapitel zu Hebezeugen und Transportmitteln ein, das sich um eine monographische Studie zu Kranen zentriert. Wesentlich: die doppeltgekrümmten Mauerschalen leisten einen ersten Beitrag zum freien Vorbauen von Baukonstruktionen und kommen so dem Ideal der Investition in das Endprodukt und nicht in dessen temporäre Hilfskonstruktionen näher.

Abschließend faltet Holzer für den Leser ein Leporello der Gerüste im Brückenbau auf. Es öffnet mit den Wölbgerüsten des Mittelalters und der Renaissance, entlarvt mit Émiland Marie Gauthey (1732–1806) Perronnets (1708–1794) freitragendes „cintre retroussé“ als zu weich, das er abseits medienwirksamer Spektakel auch mal gerne unterstützte, und findet, einen Blick über den Kanal werfend, die „englischen Sonderwege“ des ingenieurgerechten Ausrüstens. Und weiter klappt sich Holzers Leporello auf und lässt uns teilhaben an der endgültigen Ausformung der hölzernen Wölbgerüste im frühen 19. Jh. in Ober- und Untergerüst bei zwischenliegenden Absenkvorrichtungen. Freitragende Fachwerkbögen als Lehrgerüste benötigen vertieftes mechanisches Wissen um das Bewegungsspiel des Gewölbes und bleiben dem 20. Jh. vorbehalten; glanzvoller Höhepunkt und Schlusspunkt in Holzers Leporello.

Zum Ende resümiert Holzer, „dass mit dieser Zusammenschau der Gerüstbaukunst über zwei Jahrtausende die Gerüste zweckmäßig erschlossen worden seien.“ Auch wenn „Vollständigkeit nicht das Ziel sein konnte.“ Ein nettes Understatement. Stefan Holzer hat die Bautechnikgeschichte, bisher eher dem Endbauwerk zugewandt, neu justiert und Kreativität und Ausprägung des Prozesses zur Erstellung von Baukonstruktionen ins Zentrum künftiger Forschungen gestellt. Dabei half ihm sein mathematisch-ingenieurwissenschaftliches Fundament zu einer konsequenten Quellenrecherche und -auswertung in Detail und Übersicht, zum systemischem Erfassen des Bauens sowie zu einer leicht verständlichen bibliophilen Umsetzung. Ein einzigartiges Werk, das sich würdig in die von Karl-Eugen Kurrer und Werner Lorenz herausgegebene Reihe „Edition Bautechnikgeschichte“ des Verlages Ernst & Sohn einfügt.

Sollte Stefan Holzer denn doch noch nach Vollständigkeit streben, würden ein Glossar, evtl. mit Prinzipskizzen, und die Fortführung der Königsdisziplin Brücken um die Mechanisierung von Fertigung, Materialtransport und Montage [1] auf dem Wunschzettel des Rezensenten stehen.

Das Buch gehört bei jedem forschenden oder sich im Bestand verortenden Bauin-

genieur auf den Tisch. Die liebevolle Ausstattung des Bandes in Format, flüssig lesbarem Text und wunderschönen Digitalisaten macht es dem Rezensenten leicht es auch einem breiteren Lesekreis wärmstens ans Herz zu legen.

[1] Pelke, E.; Kurrer, K.-E. (2021): *Entwicklung der Brückenmontage*, in: *Stahlbau* 90, Heft 2, 138–143, Heft 3, S. 214–226,

Heft 6, S. 463–468 (Teil IV u. V in Vorbereitung).

Eberhard Pelke, Mainz

*) Diese Rezension wurde zuerst in *Bautechnik* 98 (2021), Heft 10, S. 809–810 veröffentlicht.

AKTUELL

BauSIM Konferenz 2022 in Weimar



Die Bauhaus-Universität Weimar und IBPSA Germany/Austria laden zur BauSIM2022 ein. Die 9. BauSIM findet vom 20. bis 22. September 2022 in Weimar statt. Dabei werden aktuelle Themen aus Forschung, Bauplanung und Ausführung vorgestellt, weshalb die BauSIM ein ideales Diskussionsforum zum Austausch für Fachleute aus Wissenschaft und Praxis sind. Zentrale Themen der Konferenz sind energetische und ökologische Gebäude- und Quartiersimulationen sowie die dafür essentiellen Methoden. Weiterhin werden auf der Konferenz Themen wie Behaglichkeit, Building Information Modeling (BIM) sowie Monitoring und Betriebsoptimierung von Gebäuden und urbanen Komponenten und Systemen diskutiert. Am Abend des zweiten Konferenztages findet die traditionelle Abendveranstaltung statt.

Ingenieure und Architekten aus Wissenschaft und Praxis sind herzlich dazu ein-

geladen, sich an der Konferenz mit einem Beitrag zu beteiligen. Zur Sicherstellung der wissenschaftlichen Qualität der Beiträge werden diese durch ein Double-blind-review Verfahren begutachtet. Konferenzbeiträge können in deutscher und in englischer Sprache eingereicht werden. Informationen zur Einreichung erhalten Sie unter www.bausim2022.de. Im Rahmen einer Posterausstellung können zusätzlich Beiträge aus allen Themengebieten vorgestellt werden.

Themenfelder

- Energetische Gebäude- und Quartiersmodellierung
- Raumklima – Nutzer – Interaktionen
- Bauphysikalische Simulationen auf Bauteilebene
- BIM-basierte Planungswerkzeuge und Integrationsansätze
- Modellierung und Simulation im Lebenszyklus von Gebäuden und Quartieren

- Numerische Lösungsverfahren, Optimierung und Implementierung
- Monitoring von Gebäuden und Quartieren
- Akustische Simulationen im Gebäudesektor
- Produktdaten und Produktdatenbanken
- Validierungsszenarien und Qualitätssicherung
- Innovative Messmethoden – Validierung und Anwendung
- Lehre, Ausbildung und Weiterbildung im Bereich Simulation
- Wissenstransfer für die Simulationspraxis/Ausgewählte Praxisbeispiele

Tagungsleitung

Prof. Dr.-Ing. *Conrad Völker*,
Dr.-Ing. *Albert Vogel*
Professur Bauphysik
Bauhaus-Universität Weimar

Weitere Informationen und Anmeldung:
Dr.-Ing. *Albert Vogel*
Coudraystr. 11A
99423 Weimar
Tel. +49(0)3643/584706
E-Mail: bausim2022@uni-weimar.de
www.bausim2022.de

AKTUELL

Bauphysiktag Kaiserlautern 2022

Die Technische Universität Kaiserslautern lädt am 29. und 30. März 2022 zu den Bauphysiktagen Kaiserlautern 2022 ein.

Die seit 20 Jahren alle 2 Jahre stattfindenden Bauphysiktage wurden coronabedingt von Oktober 2021 auf Anfang 2022 verschoben. Es werden aktuelle Themen aus Forschung, Bauplanung und

Ausführung vorgestellt. Die Bauphysiktage sind für Fachleute aus Wissenschaft und Praxis gleichermaßen ein ideales Diskussionsforum zum gegenseitigen fachlichen Austausch.

Die Bauphysiktage legen traditionell den Fokus auf die gerade aktuellen Themen. Im Jahr 2022 stehen das GEG, die Modellierung und Simulation bauphysikali-

scher Fragestellungen sowie die Herausforderung, Gebäude an den fortschreitenden Klimawandel anzupassen, im Vordergrund der Diskussionen. Dabei kommen dem sommerlichen Wärmeschutz und der Fragestellung, wie ein energieeffizienter Gebäudebetrieb gleichzeitig die steigenden Nutzeranforderungen an die raumklimatische Qualität erfüllen kann, immer mehr Bedeutung zu.

Neben der Bilanzierung der Betriebsphase gewinnt die zusätzliche Betrachtung der energetischen Aufwendungen zur Herstellung und energetischen Ertüchtigung von Gebäuden an Bedeutung.

Fachleute aus Wissenschaft und Praxis sind herzlich eingeladen, sich an der Konferenz mit einem Beitrag zu beteiligen. Tagungsbeiträge und Beiträge zu einer Posterausstellung können zu folgenden Themengebieten präsentiert werden:

- Energieeffiziente Gebäude
- Feuchteschutz
- Behaglichkeit und Raumklima

- Thermische Bauphysik
- Klimaangepasste Gebäude
- Lebenszyklusbetrachtungen von Baustoffen und Bauteilen
- Bau- und Raumakustik
- Bauphysik und Sanierung

Scientific Committee

Prof. Dr. Oliver Kornadt

Bauphysik/Energetische Gebäudeoptimierung

Fachbereich Bauingenieurwesen
Technische Universität Kaiserslautern

apl. Prof. Dr. Svenja Carrigan

Bauphysikalische Modellierung

Fachbereich Bauingenieurwesen
Technische Universität Kaiserslautern

Dipl.-Ing. Markus Hofmann
Bauphysik/Energetische Gebäudeoptimierung

Fachbereich Bauingenieurwesen
Technische Universität Kaiserslautern

Prof. Dr.-Ing. Conrad Völker
Professur Bauphysik

Fakultät Bauingenieurwesen
Bauhaus-Universität Weimar

Weitere Informationen und Anmeldung:
www.bauphysiktage-kl.de