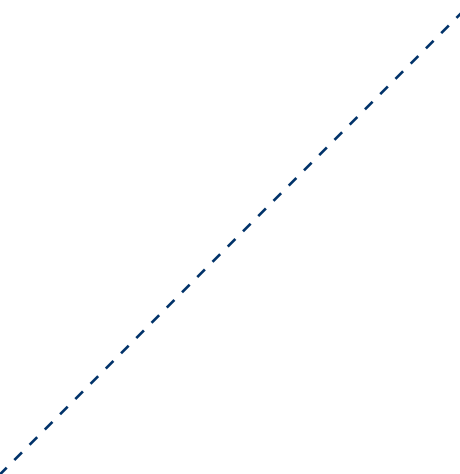




JAHRESBERICHT

2014

Städte tragen weltweit am stärksten zum Klimawandel bei. Gleichzeitig haben sie das größte Energieeinsparpotenzial. Für eine CO₂-freie Zukunft urbaner Metropolregionen müssen die Weichen bereits heute gestellt werden. Das Fraunhofer IBP ist seit vielen Jahren maßgeblich an ganzheitlichen Lösungen beteiligt.





JAHRESBERICHT 2014

FRAUNHOFER IBP





**Liebe Freunde und Partner des Fraunhofer IBP,
sehr geehrte Damen und Herren,**

die Menschheit benötigt Energie und täglich wächst die Zahl der Menschen auf der Welt sowie der damit einhergehende Bedarf an Energie. Daraus ergeben sich Herausforderungen, denen wir uns stellen müssen. Die modernen Industriegesellschaften verdanken ihren Aufstieg zu einem Großteil der Nutzung fossiler Energieträger. Öl, Kohle und Gas treiben Wirtschaft und Verkehr an und sorgen für klimatisierte Wohnungen und Büros. Aber die Rohstoffe gehen zur Neige, und zugleich steigt der Energiebedarf der Schwellen- und Entwicklungsländer drastisch an. Mit dem wachsenden Energieverbrauch nehmen auch die Umweltbelastungen zu.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle für die künftige Energieversorgung spielen Effizienztechnologien. Mit jeder Kilowattstunde, die beim Betrieb elektrischer Geräte eingespart wird, mit jedem Liter Öl, der wegen optimal konstruierter bzw. sanierter Gebäude sowie der Auslegung der Gebäudetechnik nicht zum Heizen verbrannt werden muss, mit jedem Liter Treibstoff, den wir weniger für Transporte aufwenden, ersparen wir der Erdatmosphäre CO₂. Die Herausforderungen für die Forschung liegen vor allem darin, die modernen Energiesysteme preiswerter und für den vorhandenen Gebäudebestand nutzbar zu machen, denn 80 Prozent der Gebäude in Deutschland sind älter als 20 bis 30 Jahre. Nur wenn jede anstehende Sanierung verbunden wird mit einer energetischen Aufrüstung nach dem Stand der Technik, können die energie- und klimapolitischen Ziele erreicht werden und die Bewohner auch in Zukunft noch ihre Heizkostenrechnung bezahlen.

Bei der Gründung unseres Instituts im Jahre 1929 als Anstalt für Schall- und Wärmetechnik hatten wir die Energie in Form der Wärme sogar im Institutsnamen. Im Laufe der Jahrzehnte erweiterten sich die Themengebiete von der Betrachtung des Wärmetransports durch Bauteile oder der Beheizung von Gebäuden zu immer detaillierteren und umfassenderen Fragestellungen. Anstelle des einzelnen Gebäudes rückten immer öfter ganze Quartiere in den Fokus. Zusätzlich wurden die Erkenntnisse aus der Bauphysik auch auf andere Forschungsbereiche übertragen, indem die »Räume« von Autos sowie Flugzeugen hinzukamen. Die Fragestellungen gingen weit über die klassische Bauphysik hinaus – vor allem jene zur Energie: Im Herbst 2010 hat die Bundesregierung in ihrem Energiekonzept die Weichen für den Einstieg in das Zeitalter der erneuerbaren Energien gestellt und damit einer beschleunigten Integration von Gebäuden in ein künftig intelligentes energetisches Netz Vorschub geleistet.

Dass am, im und um das Gebäude heute ein entscheidender Hebel für das Gelingen der Energiewende liegt, ist nicht zuletzt auf wegweisende Arbeiten des Fraunhofer IBP zurückzuführen: Durch energetische Sanierungen, bei deren innovativsten Konzepten das Institut führend ist, kann der Primärenergiebedarf im Jahresdurchschnitt auf ein Minimum gesenkt, in einigen Fällen sogar ein Überschuss erwirtschaftet werden. Natürlich werden uns auch Neubauten immer häufiger als Plusenergiehäuser begegnen. Erst bei einem drastisch gesunkenen Energiebedarf wird es möglich sein, das verbleibende Delta mit regenerativen Energien zu schließen.

Das Fraunhofer IBP sieht sich als ein forschender Akteur der Energiewende und wird sich daher ergänzend zu seinen bisherigen, international anerkannten Kompetenzen zur Energieeffizienz von Gebäuden verstärkt deren Funktion für den Nutzer, dem Umfeld von Siedlungsstrukturen und deren Energieversorgungsstrukturen widmen. Es gilt, maximalen Nutzerkomfort im Wohnzimmer wie am Arbeitsplatz mit dem volatilen Umfeld eines aus regenerativen Energien gespeisten Energienetzes in Einklang zu bringen. Hierfür sind Gebäudehülle und Anlagentechnik als Einheit zu betrachten, der auch die Funktion der Speicherung von Energie zukommt. Da hohe Energieeffizienz nur mit einer hochintelligenten Anlagentechnik realisierbar ist, wird das Fraunhofer IBP einen Fokus seiner Technologie- und Produktentwicklung auf die Integration von Teilsystemen zu einem in allen Bereichen optimierten Ganzen legen.

Gerade sein breites Kompetenzportfolio von Materialkennwerten über Tageslicht- und Raumklimasysteme bis hin zu klimatischen Gebäudesimulationen und der energetischen Versorgung von Siedlungen bietet die Möglichkeit, Systeme und das Zusammenspiel ihrer Teile besser zu verstehen, zu optimieren oder neu zu entwickeln. Die noch vor wenigen Jahrzehnten meist isoliert betrachteten bauphysikalischen Fragestellungen, beispielsweise zum Wärmetransport durch Bauteile, stehen längst in einem Kontext, der ganzheitliche Ansätze erfordert. Das Fraunhofer IBP bietet damit seinen Partnern jene Expertise an, ohne die die Energiewende nicht gelingen kann.

Ein entscheidender Wegbereiter der konsequenten Weiterentwicklung der international anerkannten Kompetenzen des Fraunhofer IBP im Bereich Energie, Prof. Dr. Gerd Hauser, trat am 31. März 2014 als Institutsleiter und Ordinarius für Bauphysik an der Technischen Universität München in den wohlverdienten Ruhestand. Der Name Gerd Hauser steht untrennbar für Aktivitäten im Zusammenhang mit der Energieeffizienz im Gebäudesektor. Dazu gehört unter anderem die Erarbeitung von Standardwerken zur Behandlung von Wärmebrücken.

Hauser beriet die Bundesregierung bei der Erstellung und den Novellierungen der Wärmeschutz- und Energieeinsparverordnungen und war als Obmann am DIN-Normungsausschuss für Wärmeschutz im Hochbau beteiligt. Das Promoten des Energiespardenkens durch seine Funktionen als Vorsitzender der Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung (1986), des Zentrums für Umweltbewusstes Bauen (seit 2002) und des Fachverbands Luftdichtheit im Bauwesen (seit 2004) ist ihm ebenso anzurechnen wie die Entwicklung des ersten Energiepasses zur energetischen Kennzeichnung von Gebäuden in Europa. Mitarbeiter, Kollegen und Freunde wünschen Prof. Dr. Gerd Hauser viel Gesundheit und einen aktiven Ruhestand.

Im vorliegenden Jahresbericht finden Sie die Highlight-Projekte des Jahres 2014: schlaglichtartig exemplarische Beispiele der Forschungsarbeiten des Fraunhofer IBP, wie man den Herausforderungen der Energiewende begegnen kann. Wir wünschen Ihnen eine inspirierende Lektüre und freuen uns auf vielfältige Gelegenheiten einer künftigen Zusammenarbeit.



*Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer
Leiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP*

8

ORGANIGRAMM



10 DAS KURATORIUM

12 Innovative Lösungen für zukunftsfähige Bestände

13

ZAHLEN UND VERWALTUNG



14 MEDIEN UND PRESSEARBEIT

16

VERBÜNDE UND ALLIANZEN

17

PATENTE, LIZENZPARTNER

18 HIGHLIGHT-PROJEKTE



- 20 Schallmaskierende Stehleuchte
- 24 Besserer Schutz
- 28 Energieoptimierte Produktionsstätten
- 32 Ressourcenoptimiertes Produktdesign
- 36 Energetische Sanierung
- 40 Innenraumklima von Flugzeugen
- 44 Das Haus als »Kraftwerk«

48 ABTEILUNGEN



- 50 Akustik
- 58 Bauchemie, Baubiologie, Hygiene
- 64 Energiesysteme
- 70 Ganzheitliche Bilanzierung
- 76 Hygrothermik
- 86 Raumklima
- 96 Wärmetechnik



114

FRAUNHOFER-ALLIANZ BAU

116

FRAUNHOFER-ZENTRUM
BAUTECHNIK ROSENHEIM



126

WISSENSCHAFTLICHES
PROFIL

128

GASTWISSENSCHAFTLER

130

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

132

STANDORTE DES
FRAUNHOFER IBP

134

IMPRESSUM

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Institutsleitung

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Stellvertreter

Dr. Klaus Breuer (Holzkirchen)

Prof. Dr. Philip Leistner (Stuttgart)

Strategische Planung

Dr. Klaus Breuer

Institutsentwicklung

Dr. Ingo Heinemann

Unternehmenskommunikation

Janis Eitner

Verwaltung

Christopher Fiegel

Universität Stuttgart

Lehrstuhl für Bauphysik

Promotionskolleg

Menschen in Räumen

Technische Universität München

Lehrstuhl für Bauphysik

Promotionskolleg

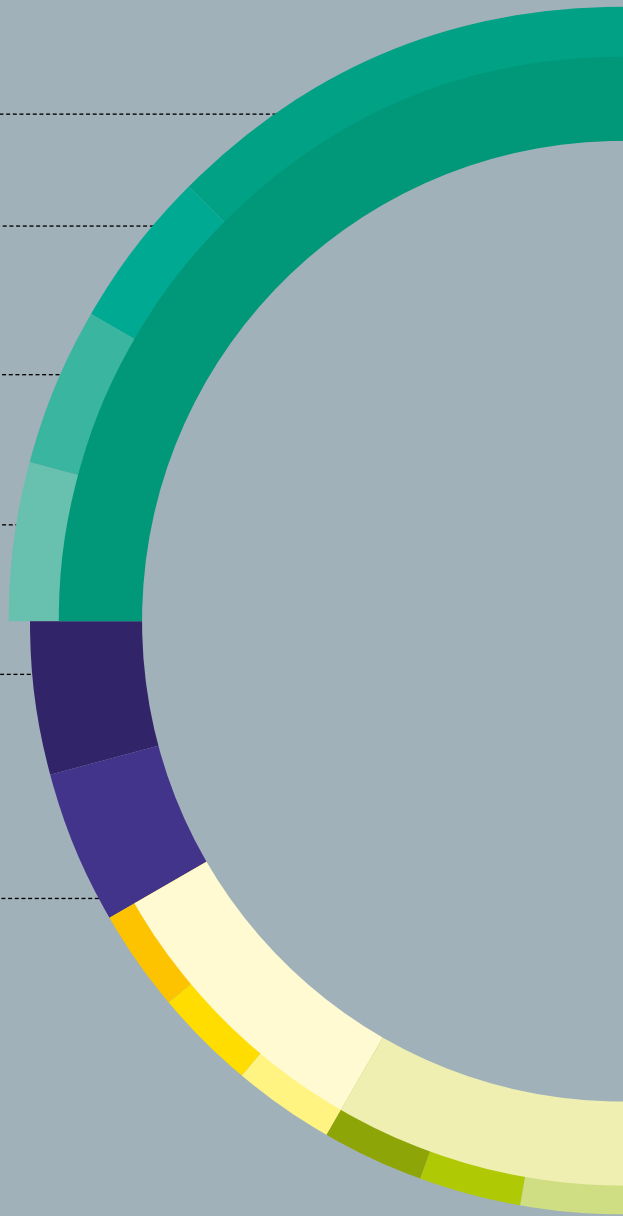
Climate–Culture–Building

Innovationszentren

- Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege Benediktbeuern
- Fraunhofer-Zentrum Bautechnik Rosenheim
- Fraunhofer-inHaus-Zentrum Duisburg

Geschäftsfelder

- Aviation
- Morgenstadt
- Kulturerbe



Abteilungen



Akustik

Prof. Dr. Philip Leistner

- Psychoakustik und kognitive Ergonomie
- Bauakustik
- Grundlagen und Software
- Technischer Schallschutz und Fahrzeugakustik
- Raumakustik
- Musikalische Akustik / Photoakustik

Bauchemie, Baubiologie, Hygiene

Dr. Florian Mayer

- Chemie und Sensorik
- Biologie
- Prüfwesen
- Betontechnologie & funktionale Baustoffe

Energiesysteme

Dr. Dietrich Schmidt

- Niedrig-Energie-Systeme
- Anlagentechnik
- Fassadenkonzepte
- Verbrennungssysteme

Ganzheitliche Bilanzierung

Matthias Fischer

- Energie und Mobilität
- Werkstoffe und Produktsysteme
- Nachhaltiges Bauen

Hygrothermik

Dr. Hartwig M. Künzel

- Projektentwicklung
- Feuchteschutz und Bauen in anderen Klimazonen
- Feuchtetechnische Materialkennwerte
- Feuchtmanagement
- Wärmekennwerte, Klimasimulation
- Hygrothermische Gebäudeanalyse

Raumklima

Prof. Dr. Gunnar Grün

- Systemintegration
- Denkmalpflege und Bauen im Bestand
- Raumklimasysteme
- Simulation

Wärmetechnik

Hans Erhorn

- Energiekonzepte
- Gebäudesysteme
- Lichttechnik
- Planungsinstrumente

- Fraunhofer-Allianz Bau
- Fraunhofer-Allianzen Energie, Verkehr
- Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile
- Forschungsallianz Kulturerbe FALKE



DAS KURATORIUM

DAS KURATORIUM STEHT DEN LEITERN DER INSTITUTE UND DEN ORGANEN DER GESELLSCHAFT BERATEND ZUR SEITE. IHM GEHÖRTEN IM BERICHTSZEITRAUM FOLGENDE MITGLIEDER AN:

Dipl.-Ing. Thomas Blinn – Kuratoriumsvorsitzender
Geschäftsführender Gesellschafter der ERTL GmbH;
Geschäftsführender Gesellschafter der Hatex GmbH, Moers

Jan Buck-Emden
Vorsitzender der Geschäftsführung
der Xella International GmbH, Duisburg

Thomas Ducreé
Vorstandsvorsitzender der Gips-Schüle-Stiftung, Stuttgart

Dipl.-Oek. HSG Max Duttlinger
Unternehmensberatung: Menschenorientiertes
Führungssystem, Marketing & Vertrieb, Stühlingen;
Ehrenpräsident des Economic Clubs, Zürich

MinRat Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und
Reaktorsicherheit (BMUB), Berlin, Leiter des Referats B I 5
»Bauingenieurwesen, Nachhaltiges Bauen, Bauforschung«;
Obmann des DIN AA »Energieeinsparung und Wärmeschutz –
Kennwerte und Anforderungsbedingungen« beim NABau;
Obmann des Sachverständigenausschusses »Baustoffe und
Bauarten für den Wärme- und Schallschutz« beim DIBt

Dipl.-Ing. Wolfgang Maier-Afeldt

Aufsichtsrat der Gips-Schüle-Stiftung, Stuttgart

Dipl.-Betriebswirt Klaus Niemann

Ehemaliger Leiter WOLFEN Bautechnik/Henkel AG & Co. KGaA, Wächtersbach; Vorstandsvorsitzender des Industrieverbands Kunststoff-Dach- und Dichtungsbahnen DUD e. V., Darmstadt; Vorstandsmitglied Industrieverband Kunststoffe (IVK), Frankfurt; stellvertretender Vorsitzender der »Aktion DACH«

Jochen Renz

Geschäftsführer der Renz GmbH
System Komplettbau, Aidlingen

Dr.-Ing. Thomas Scherer

Stellvertretender Kuratoriumsvorsitzender;
Vizepräsident der Airbus Deutschland GmbH, Hamburg

Mag. Dr. Heimo Scheuch

Vorstandsvorsitzender der Wienerberger AG, Wien

Dipl.-Ing. (FH) Gerd Stotmeister

Vorstand Technik der Sto AG, Stühlingen

MinRat Dr. Joachim Wekerle

Leiter des Referats 25 (Lebenswissenschaften)
im Ministerium für Finanzen und Wirtschaft
Baden-Württemberg, Stuttgart

Dipl.-Kfm. Dipl.-Phys. Christian Wetzel

Aufsichtsratsvorsitzender CalCon Deutschland AG, München

Dr. Bernd Widera

Mitglied des Vorstands der RWE Deutschland AG;
Aufsichtsratsvorsitzender der RWE Effizienz GmbH

MR Dr. Stefan Wimbauer

Leiter des Referats Angewandte Forschung, Clusterpolitik
im Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien,
Energie und Technologie, München

Dipl.-Phys. Michael Wörtler

Vorstandsvorsitzender der Saint-Gobain Isover G+H AG;
Vorsitzender der Fachvereinigung Mineralfaserindustrie (FMI),
Frankfurt; Vorstand des Forschungsinstituts für Wärme-
schutz e.V. (FIW), München



INNOVATIVE LÖSUNGEN FÜR ZUKUNFTSFÄHIGE BESTÄNDE

Im Immobilienbereich werden immer wieder stolz einzelne Leuchtturmprojekte präsentiert, die sich besonders in Sachen Nachhaltigkeit hervortun. Wo viel Licht ist, ist aber bekanntlich auch viel Schatten, denn Neubauten haben einen sehr geringen Anteil an der Summe aller Gebäude. Laut Statistischem Bundesamt sind in Deutschland beispielsweise über 50 Prozent der etwa 19 Millionen Wohngebäude älter als 40 Jahre. Es gilt also am Bestand anzusetzen, will man Immobilien tatsächlich zukunftsfähig gestalten.

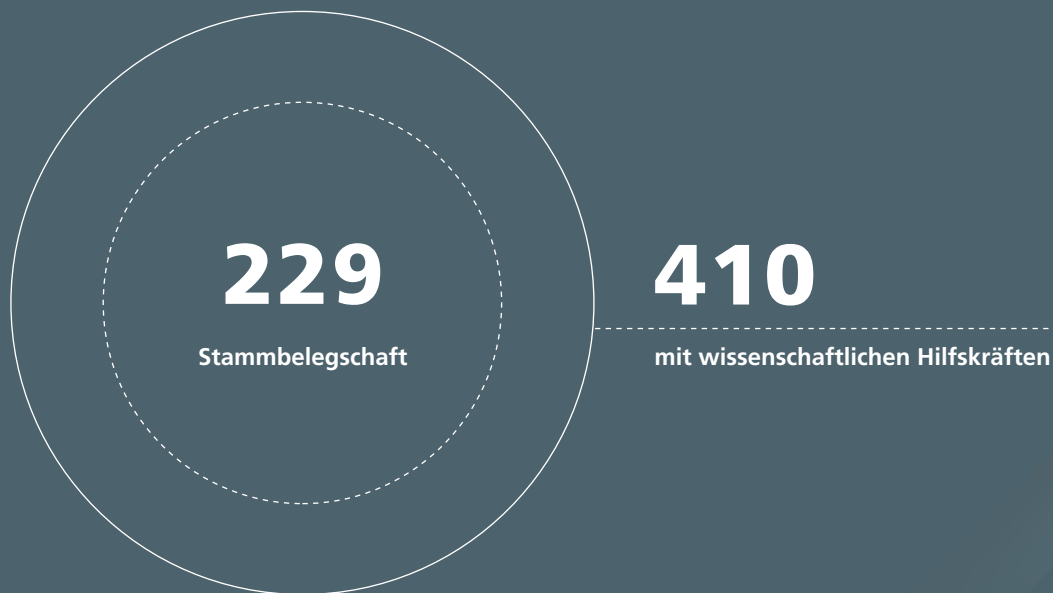
Um diese Mammutaufgabe umzusetzen, sind allerdings innovative Lösungen nötig, die sich in der Praxis einfach und vor allem wirtschaftlich umzusetzen lassen. Das epiqr®-Verfahren, das im Rahmen eines EU-Projekts vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP mitentwickelt wurde, ist hierfür ein gutes Beispiel. Ziel war es, eine praxismgerechte, kostengünstige, schnelle und objektive Zustandsbewertung von Bestandsimmobilien zu ermöglichen, die als Grundlage für die Instandhaltungs- und Budgetplanung dienen kann. Um dies zu gewährleisten, orientiert sich das Verfahren bei der Gebäudeerfassung am Pareto-Prinzip: Mit nur 20 Prozent Erfassungsaufwand werden 80 Prozent Datengenauigkeit erreicht.

Dies bedeutet für die Praxis, dass lediglich wenige Gebäudegrunddaten erhoben und nur die wichtigsten Bauteile nach

ihrem Zustand bewertet werden müssen. Hieraus leitet die zugehörige Software dann mittels umfangreicher statistischer Hochrechnungen die erforderlichen Massen ab und berechnet die Kosten des jeweiligen Instandsetzungs- und Modernisierungsbedarfs. Grundlage für zuverlässige Ergebnisse sind hierbei europaweit empirisch erhobene Daten. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, insbesondere große Bestände deutlich effizienter zu erfassen als mit herkömmlichen Verfahren.

Auf Basis dieser objektiven Informationen lassen sich dann Ausgaben und Aufwände, etwa durch sinnvolle Maßnahmenbündelung und bedarfsgerechte Planung, optimieren. Dieser wirtschaftliche Aspekt ist letztlich entscheidend für die tatsächliche Umsetzung der energetischen Modernisierung von Altbauten. Nur wenn Innovationen auch effizient und einfach anwendbar sind und einen praktischen Mehrwert schaffen, werden aus Forschungsprojekten wie epiqr® am Ende marktfähige Produkte, die dabei helfen, den Gebäudebestand nachhaltig zu entwickeln, und somit einen Beitrag zu mehr Lebensqualität leisten. Mit epiqr® wurden mittlerweile Gebäude mit über 140 Millionen Quadratmeter Bruttogrundfläche (BGF) erfasst und bewertet. Ein Paradebeispiel dafür, wie das Fraunhofer-Motto »Forschen für die Praxis« Gestalt annehmen kann.

*Christian Wetzel,
Aufsichtsratsvorsitzender CalCon Deutschland AG*



Personalentwicklung

Das rasante Wachstum der letzten Jahre wurde in diesem Jahr nicht fortgesetzt. Ausgehend von 223 Vollzeitäquivalenten Ende 2013 (nur Stammebelegschaft, ohne wissenschaftliche Hilfskräfte), betrug diese Zahl Ende des Jahres 2014 229, wobei zum 31. Dezember 2014 410 Personen unter Vertrag standen.

Finanzentwicklung

Beeinflusst durch die Stagnation im Personalbereich, wuchsen die Finanzzahlen nur leicht. Der Betriebshaushalt steigerte sich auf 29,4 Millionen Euro. Die Wirtschaftserträge erhöhten sich auf 10,7 Millionen Euro nach 10,2 Millionen Euro im Vorjahr. Der Anteil der Wirtschaftserträge am Betriebshaushalt als wichtige Kenngröße eines Fraunhofer-Instituts erreicht 36,3 Prozent. Im Bereich der öffentlichen und EU-Erträge war ein durchmisches Bild ersichtlich: öffentliche (+0,4 Millionen Euro) und EU-Projekte (–0,2 Millionen Euro). Mit 1,9 Millionen Euro erreichen die Erträge aus Patenten und Lizenzen den Stand des Vorjahres. Die Investitionen sind im Vergleich zum Vorjahr stärker gestiegen auf insgesamt 2,6 Millionen Euro. Hiervon entfielen 0,8 Millionen Euro auf vom Fraunhofer-Vorstand anteilig finanzierte strategische Investitionen, 0,7 Millionen Euro auf projektbezogene und 1,1 Millionen Euro auf nichtprojektbezogene Investitionen.

Der Kredit bei der Fraunhofer-Zentrale für den Fahrzeug-Akustikprüfstand wurde mit 0,4 Millionen Euro getilgt, womit der Kredit nunmehr vollständig abgetragen ist.

Internet-Infodienst

Welche Neuigkeiten es beim Fraunhofer IBP gibt, darüber informiert ein Newsletter seine Abonnenten.

www.ibp.fraunhofer.de/de/newsletter.html

Forschung im Fokus

In dieser Internetrubrik gewähren kurze Reportagen einen Blick hinter die Kulissen der Forschungsarbeit.

www.ibp.fraunhofer.de/de/Presse_und_Medien/Forschung_im_Fokus.html

IBP-Mitteilung

Neue Forschungsergebnisse kurz gefasst.

www.ibp.fraunhofer.de/de/publikationen/IBP-Mitteilungen.html

Pressemitteilungen

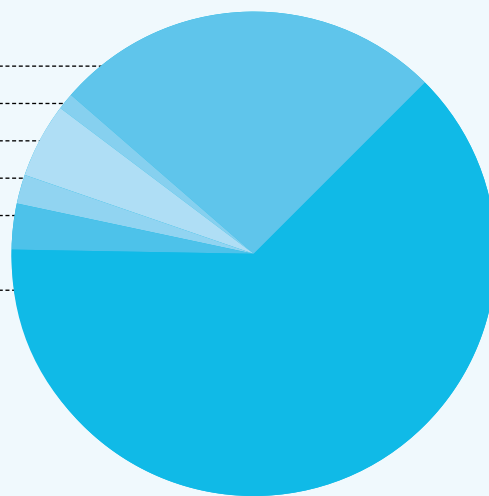
Zielgruppenspezifisch aufbereitet erhalten Journalisten und Redaktionen der Fach-, Tages- und Onlinemedien regelmäßig Pressemitteilungen, die über bedeutende Ereignisse und wissenschaftlich relevante Themen des Fraunhofer IBP informieren.

www.ibp.fraunhofer.de/de/Presse_und_Medien.html

Fraunhofer IBP – Kantar Media

Tageszeitungen: 26 %
 Radio: 3 %
 Agenturen: 25 %
 Wochenzeitschriften: 5 %
 TV: 1 %

Online: 63 %



Medium	Treffer
Tageszeitungen	311
Radio	45
Agenturen	25
Wochenzeitschriften	59
TV	10
Online	759
Gesamt	1209

Instrumente der Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Das Fraunhofer IBP nutzt eine breite Palette an Publikationsmedien zur zielgruppengerechten Aufbereitung und Bereitstellung von Informationen.



Newsletter



Forschung im Fokus

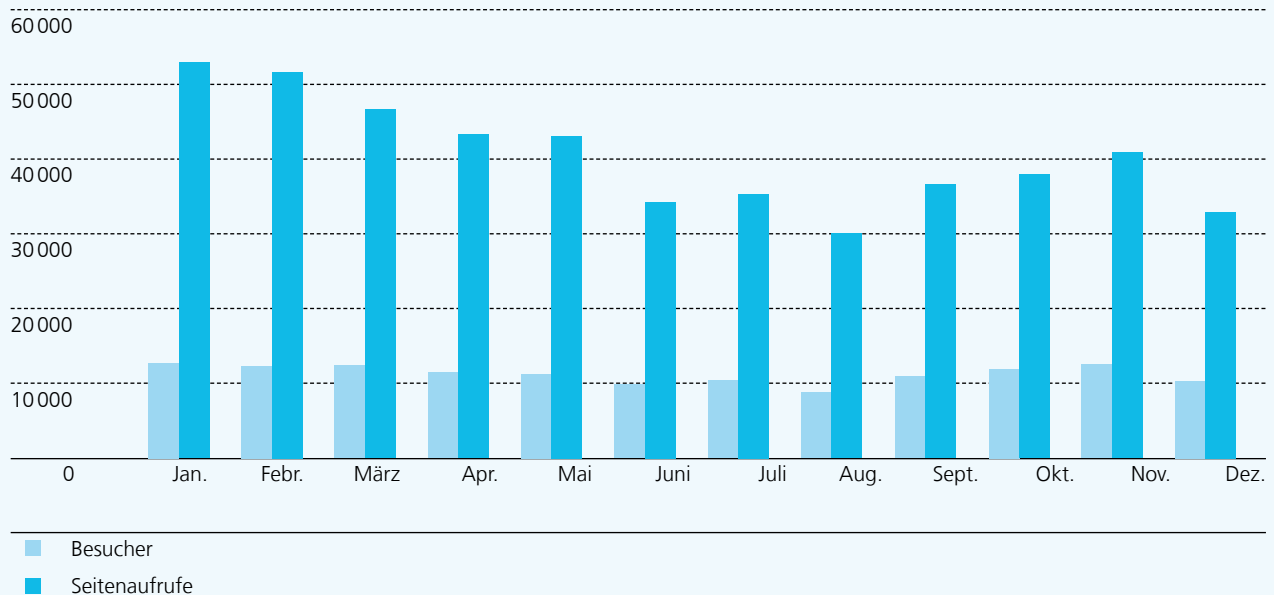


IBP-Mitteilung



Pressemitteilungen

Webanalyse



Monat	Besucher	Seitenaufrufe
Januar	12 839	53 169
Februar	12 438	51 901
März	12 517	46 912
April	11 527	43 556
Mai	11 384	43 307
Juni	9 963	34 449
Juli	10 459	35 520
August	8 848	30 213
September	11 034	36 813
Oktober	12 031	38 108
November	12 622	41 125
Dezember	10 415	33 125
Gesamt	136 077	488 198

NETZWERKE

BETEILIGUNG AN VERBÜNDEN UND ALLIANZEN

Die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft kooperieren in Allianzen, Verbänden und Zentren, um je nach Anforderung unterschiedliche Kompetenzen in flexiblen Strukturen zu bündeln. Sie sichern dadurch ihre führende Stellung bei der Entwicklung von Systemlösungen und der Umsetzung ganzheitlicher Innovationen.

Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS

Maßgeschneiderte Werkstoff- und Bauteilentwicklungen
www.vwb.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Bau

Bauen für die Zukunft – Zukunft für den Bau
www.bau.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Energie

Märkte erschließen mit Energie
www.energie.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Verkehr

Für eine sichere Welt in Bewegung
www.verkehr.fraunhofer.de

Fraunhofer-inHaus-Zentrum Duisburg

Innovationen für Immobilien
www.inhaus.fraunhofer.de

Denkmalpflegezentrum Benediktbeuern

Sehen, verstehen und erfolgreich anwenden
www.denkmalpflege.fraunhofer.de

Fraunhofer-Zentrum Bautechnik

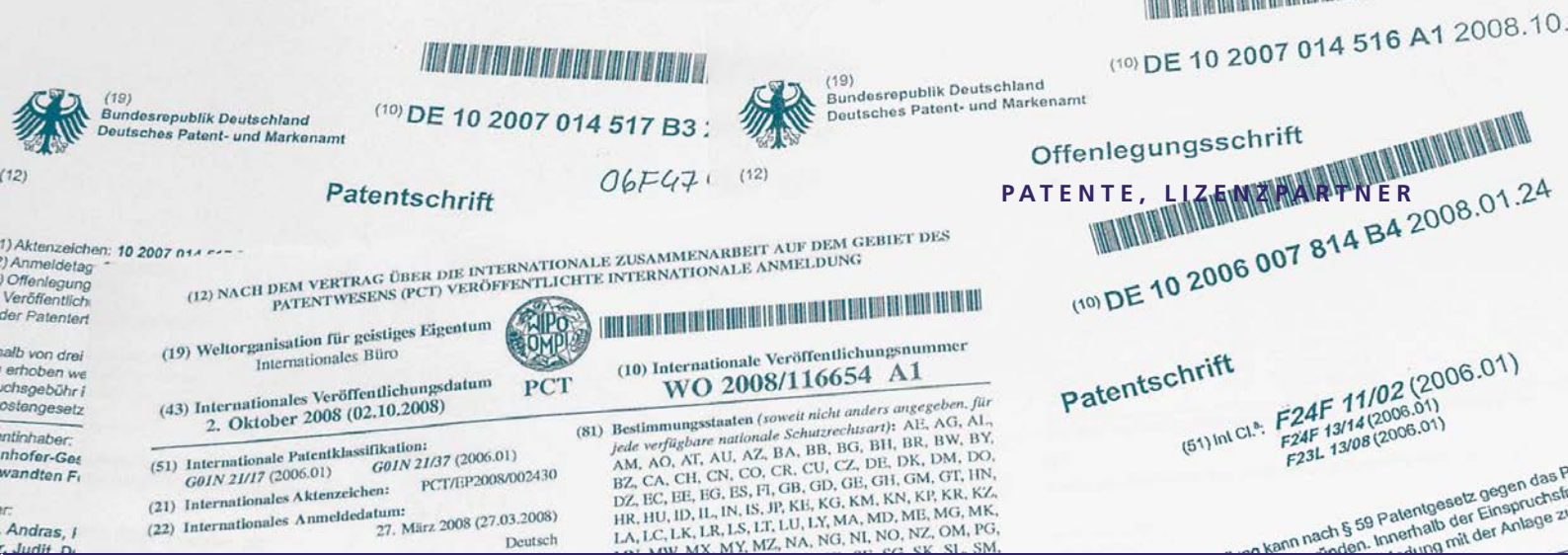
Kompetenzen für die Bautechnik
www.bautechnik.fraunhofer.de

Forschungsallianz Kulturerbe

Forschung für den Kulturerbeschutz
www.forschungsallianz-kulturerbe.de

Forschungsverbund Erneuerbare Energien

forschen für die Energie der Zukunft
www.fvee.de



ERTEILTE PATENTE 2014

Amerikanisches Patent US 8,756,887 B2 (24. Juni 2014)

»Thermal insulation element with ventilation ducts«

Wärmedämmelement mit Lüftungskanälen

Das plattenförmige Wärmedämmelement enthält innen liegende Kanäle, die – außer in Randbereichen – allseitig von Dämmmaterial umgeben sind.

Europäisches Patent EP 255 0201 (16. Juli 2014)

»Flugzeug und Verfahren zur Klimatisierung zumindest eines Teilbereiches des Innenraums eines Flugzeuges«

Verfahren zur Klimatisierung eines Teilbereichs des Innenraums eines Flugzeugs

Amerikanisches Patent US 8,899,055 B2 (2. Dezember 2014)

»Device and method for cooling and dehumidifying room air«

Vorrichtung und Verfahren zur Kühlung und Entfeuchtung der Raumluft

Es entspricht einem Grundanliegen Fraunhofer'scher Innovations- und Umsetzungspolitik, Erkenntnisse und Ergebnisse schnell aus der Werkstatt der Forschung in die »Markthallen« der Praxis hineinzutransferieren. Die Bauphysik fließt hierbei nicht nur in Gebäude und Bauelemente ein; sie befruchtet vielmehr auch anlagentechnische Entwicklungen und erweitert die Anwendung bauphysikalischer Kompetenzen auf benachbarte Fachgebiete der Kraftfahrzeug- und Luftfahrtindustrie.

FORSCHUNGSERGEBNISSE FÜR DIE PRAXIS

HIGHLIGHT- PROJEKTE

DIE HIGHLIGHT-PROJEKTE AUF DEN FOLGENDEN SEITEN SPIEGELN DIE VIELFÄLTIGEN AKTIVITÄTEN DER INSTITUTS-ABTEILUNGEN WIDER. NEBEN DER GEZIELTEN FOKUSSIERUNG AUF SPEZIFISCHE THEMENBEREICHE GILT ES, MIT PARTNERN UND KUNDEN INNOVATIONEN VORANZUTREIBEN, UM IN FORSCHUNGSRELEVANTEN GESCHÄFTSFELDERN GEMEINSAM DIE ZUKUNFT ZU GESTALTEN.

AKUSTIK
20 **SCHALLMASKIERENDE STEHLEUCHTE**

BAUCHEMIE, BAUBIOLOGIE, HYGIENE
24 **BESSERER SCHUTZ**

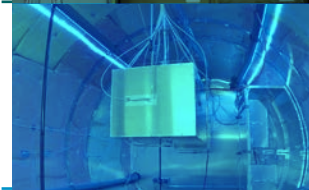
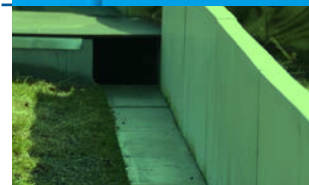
ENERGIESYSTEME
28 **ENERGIEOPTIMIERTE PRODUKTIONSSTÄTTEN**

GANZHEITLICHE BILANZIERUNG
32 **RESSOURCENOPTIMIERTES PRODUKTDESIGN**

HYGROTHERMIK
36 **ENERGETISCHE SANIERUNG**

RAUMKLIMA
40 **INNENRAUMKLIMA VON FLUGZEUGEN**

WÄRMETECHNIK
44 **DAS HAUS ALS »KRAFTWERK«**



Ein Paket von schallabsorbierenden und schallschirmenden Maßnahmen – kombiniert mit sogenannter Schall-Maskierung – reduziert den Störeffekt, der durch Sprachverständlichkeit in Büros entsteht, deutlich. Maskierung bedeutet hierbei: Es wird ein weiteres Geräusch abgestrahlt, das zwar die Lautstärke der ursprünglichen Laute nicht mindert, aber den störenden Sprachschall verdeckt.

MASKIERLEUCHE

SCHALL- MASKIERENDE STEHLEUCHE

ARBEITSPLÄTZE IN BÜROS

WER IN EINEM MEHRFACHBÜRO ARBEITET, KENNT DAS PROBLEM: FREMDE TELEFONE DUDELN IHRE MELODIEN, SPRACHFETZEN SCHWIRREN UMHHER, DRÄNGEN SICH IN DIE EIGENEN GEDANKEN UND LENKEN STÄNDIG VON DEN DINGEN AB, DIE MAN GERADE ERLEDIGEN WILL. KURZUM: ES BRAUCHT VIEL INNERE RUHE UND KONZENTRATIONSFÄHIGKEIT, UM IN EINEM SOLCHEN BÜRO EFFEKTIV ARBEITEN ZU KÖNNEN.



SCHALL- MASKIERENDE STEHLEUCHTE

Ansprechpartner

Dr.-Ing. M. Sc. Horst Drotleff
Telefon +49 711 970-3356
horst.drotleff@
ibp.fraunhofer.de

1 Prototyp der schallmaskie-
renden Stehleuchte, Detail des
Leuchtenkorpus mit integrier-
tem Lautsprecher.

Was das im Alltag heißt, davon können viele Menschen ein Lied singen: Etwa 10,5 Millionen Menschen arbeiten deutschlandweit in Büros, die meisten in Mehrpersonenbüros. Der dort herrschende Geräuschpegel beeinträchtigt nicht nur das Wohlbefinden, sondern auch die kognitive Leistungsfähigkeit – dies bestätigen Untersuchungen des Fraunhofer IBP in Bürogebäuden. Die Messergebnisse lassen sich im Labor noch genauer quantifizieren.

Unter anderem testeten die Forscher die kognitiven Grundfunktionen von Probanden. Dabei setzten sie auf den etablierten »Serial Recall Test«: Die Teilnehmer sahen auf dem Computerbildschirm eine Reihe von Ziffern, die sie sich merken und nach einiger Zeit wieder in den Computer eingeben sollten. Diesen Test führten die Wissenschaftler einerseits bei Stille durch – wie sie im Einzelbüro herrscht – und andererseits bei einer hohen Geräuschkulisse wie in einem Raum, in dem zahlreiche Mitarbeiter am Schreibtisch beschäftigt sind. Das Ergebnis: In einem Mehrpersonenbüro funktionierte das verbale Kurzzeitgedächtnis um zehn Prozent schlechter als in einer ruhigen Umgebung – die Menschen vergessen Dinge, die ihnen gesagt wurden, also schneller. Schaut man sich das durchschnittliche Tätigkeitsprofil von Büro- und Verwaltungsangestellten an, wird dies besonders brisant. 60 Prozent Stillarbeit stehen 25 Prozent Telefonaten und Besprechungen direkt am Arbeitsplatz gegenüber. Ohne geeignete Maßnahmen werden die Stillarbeiter nahezu ständig durch die Sprache ihrer kommunizierenden Kollegen gestört, die für sie irrelevant ist.

Verständliche Sprache stört mehr

Wie sehr Telefonate und Besprechungen die Konzentration der anderen Mitarbeiter stören, hängt dabei weniger von der Lautstärke ab als vielmehr von der Verständlichkeit. Der Kollege kann noch so viel Rücksicht nehmen und möglichst leise ins Telefon flüstern – solange die Sätze für den Sitznachbarn verständlich bleiben, wird er sich beeinträchtigt fühlen. Ein Maß für die Verständlichkeit von Sprache liefert der »Speech Transmission Index«, kurz STI: Bei perfekter Verständlichkeit hat er den Wert eins, ist die Sprache vollkommen unverständlich, liegt er bei null. Wie stark es das eigene Konzentrationsvermögen schwächt, wenn man mit halbem Ohr die Gespräche der Kollegen unfreiwillig mitbekommt, zeigten ebenfalls die Tests am Fraunhofer IBP: Während die Fehlerquote der Probanden bei verständlicher Sprache aus der Umgebung – der STI lag bei 0,6 – um zehn Prozent höher lag als in einem ruhigen Büro, sank sie bei einem STI von 0,3 auf zwei Prozent, verglichen mit einer stillen Umgebung.



2



3

Abschirmmaßnahmen und schallabsorbierende Wände helfen nur bedingt, wenn man die störenden Sätze und Gespräche der Kollegen unkenntlich machen will. Erst ein Paket von schallabsorbierenden und schallschirmenden Maßnahmen kombiniert mit sogenannter Schall-Maskierung reduziert diesen Störeffekt deutlich. Maskierung bedeutet hierbei: Es wird ein weiteres Geräusch abgestrahlt, das zwar die Lautstärke der ursprünglichen Laute nicht mindert, aber den störenden Sprachschall verdeckt. Sprich: Man versteht die vom Kollegen geführten Gespräche nicht mehr. Die kognitiven Grundfunktionen der einzelnen Mitarbeiter werden daher kaum noch beeinträchtigt.

Individuelle Maskier-Systeme steigern die Konzentration

Maskier-Systeme kennt man vor allem aus nordamerikanischen Mehrpersonenbüros. Sie bestehen aus einem Raster von Lautsprechern unter der Decke, die gleichmäßig im gesamten Raum ein monotones Rauschen abstrahlen – das Geräusch ähnelt dem einer Lüftung. Dieses Konzept gleicht einer unabänderlichen »Berieselung von oben«. In Europa konnte es nie richtig Fuß fassen. Die Büronutzer haben das Gefühl, keine Kontrolle mehr über den eigenen Arbeitsplatz zu haben und in ihrem Bedürfnis nach Privatheit eingeschränkt zu werden – und bewerteten das System negativ.

Eine schallmaskierende Stehleuchte für Büroarbeitsplätze überwindet diese Probleme nun. Entwickelt haben sie Ingenieure und Psychologen des Fraunhofer IBP zusammen mit ihren Kollegen der Stuttgarter NIMBUS GROUP. Der Clou; Das Rauschen fällt nicht unabänderlich von oben herab; vielmehr hat jeder Mitarbeiter eine Stehleuchte an seinem Arbeitsplatz stehen. Das bringt gleich zwei Vorteile mit sich. Zum einen fokussiert die integrierte Lautsprecheranordnung das Geräusch nur auf den jeweiligen Arbeitsplatz – das heißt, der Betroffene kann die Lautstärke so regulieren, wie er selbst es als angenehm empfindet. Zum anderen maskiert das Geräusch die Gespräche und Telefonate der Kollegen selbst dann signifikant, wenn sie lauter sprechen oder das Maskiergeräusch leise ist. Um die Akzeptanz der Stehleuchte ist es daher gut bestellt. Einen Prototyp gibt es bereits: Er ist mittlerweile preisgekrönt. Seine Vorstellung auf der internationalen Leitmesse für Büro und Objekt ORGATEC 2014 sorgte für Furore.

2 Schallmaskierende Stehleuchte für Mehrpersonenbüros, beispielhaftes Arbeitsplatz-Layout.

3 Prototyp der schallmaskierenden Stehleuchte für Arbeitsplätze in Mehrpersonenbüros, Detail des Leuchtenkorpus.

HIGHLIGHT-
PROJEKTE

Die Wärmeverteilung von Beton ist für Amphibien besser geeignet als beispielsweise die von Stahl oder Kunststoff.

Wird die Oberfläche der Betonbauteile zusätzlich mit immer dunkler werdenden Pigmenten modifiziert, können diese innovativen Leitplanken als Amphibienschutzsysteme dienen. Die Bauteile aus Leichtbeton sind sehr leicht, dünn und zugleich sehr stabil.

AMPHIBIENSCHUTZANLAGE

BESSERER SCHUTZ

FÜR FRÖSCHE UND KRÖTEN

**DIE FRÜHJAHRSSONNE
WÄRMT DEN WINTERKALTEN
BODEN, SCHNEEGLÖCKCHEN
UND KROKUSSE RECKEN SICH
AUS DER ERDE – UND FRÖ-
SCHE UND KRÖTEN HÜPFEN
ZU IHREN LAICHGEBIETEN.**



1



2



3

BESSERER SCHUTZ

Ansprechpartner

Dr. rer. nat. Severin Seifert
 Telefon +49 8024 643-676
 severin.seifert@
 ibp.fraunhofer.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
 des Deutschen Bundestages

Zwar sitzt die Kälte den Amphibien noch in den Gliedern, die Beine sind etwas steif und die ohnehin langsamen Tiere kommen noch schleichender voran. Doch ihr Instinkt zur Fortpflanzung treibt sie unaufhaltsam voran. Durch Wälder, über Wiesen und – ein lebensgefährliches Unterfangen für die Tiere – auch über Straßen. Nach Schätzungen des NABU-Bundesverbands sterben in Deutschland jedes Jahr Millionen Amphibien bei ihrer Frühjahrswanderung: Schon 60 Autos pro Stunde reichen aus, um 90 Prozent der wandernden Erdkröten zu überfahren. Engagierte Naturschützer greifen den Amphibien während ihrer Wanderung immer wieder helfend unter die Beine und tragen sie über die Straße, und viele Autofahrer verhalten sich sehr umsichtig. Dennoch ist ein funktionierendes Leitsystem, das die Amphibien unter den Verkehrswegen hindurchführt, die beste Lösung für Mensch und Tier.

Bislang bestehen die Amphibienschutz-Leitplanken hauptsächlich aus Stahl, Kunststoff oder Beton. Welche Vor- und Nachteile die jeweiligen Materialien haben, darüber sind sich die Experten längst nicht einig. Kritiker von Stahl, der sich in der Sonne rasch aufheizt, befürchten einen »Brateneffekt«. Anders gesagt: Die Tiere könnten auf dem heißen Metall kleben bleiben. Kunststoff dagegen ist nicht so stabil und resistent, und Betonteile sind bislang sehr schwer und lassen sich daher nicht sonderlich gut handhaben. Forscher vom Fraunhofer IBP entwickeln mit Bauteilen aus Leichtbeton nun eine Alternative. Sie vereinen sämtliche Vorteile der bestehenden Amphibienleitsysteme in sich und weisen darüber hinaus weitere Pluspunkte auf. Denn die Bauteile sind sehr leicht und dünn, aber zugleich stabil.

1 Ansicht des aufgebauten Testparcours.

2 Leitelement mit Krötenhotel.

»Beschilderung« für Amphibien

Weiterhin möchten die Wissenschaftler eine Art Leitsystem für die Frösche und Kröten in die Absperrung einbauen – quasi eine Art »Beschilderung«. Kröten, Frösche und Co. sind wechselwarme Tiere, das heißt, sie fühlen sich in dunklen, warmen und feuchten Bereichen am wohlsten. Treffen die Amphibien bei ihrer Wanderung also auf eine Straßenböschung, dienen die vom Fraunhofer IBP mitentwickelten Planken nicht nur als Absperrung, sondern sie weisen



den Tieren den Weg zu einem Tunnel unterhalb der Straße. Erfahrungsgemäß orientieren sich die Amphibien zum Dunklen und Feuchteren hin, das könnte man bei einer Leiteinrichtung zum Vorteil machen. Hier bietet Beton Vorteile: Seine Wärmeverteilung ist für Amphibien besser geeignet als die von beispielsweise Stahl oder Kunststoff. Indem die Forscher die Oberfläche der Betonbauteile mit Pigmenten modifizieren, wollen sie deren Eigenschaften so optimieren, dass die Leitplanken ihrem Namen tatsächlich gerecht werden – und den Tieren den rechten Weg weisen. Kurzum: Werden die Farbpigmente in Tunnelnähe immer dunkler und der Bereich damit für Amphibien immer angenehm wärmer, orientieren sich die Amphibien in diese Richtung. Auch die Oberflächenstruktur verbessern die Wissenschaftler so, dass Frösche Versuche, die Wand der Leitplanke hinaufzugelangen, erst gar nicht als wünschenswert empfinden.

Testparcours für Frösche und Kröten

Doch nehmen die Tiere das Leitsystem auch wie geplant an? Dies untersuchen die Wissenschaftler auf einem Testparcours für Amphibien, das sie 2014 auf dem Freilandversuchsgelände in Holzkirchen errichteten. Hier verlegten sie Betonplatten mit verschiedenen biologischen Funktionalisierungen. Mit einer Sondergenehmigung der oberbayerischen Regierung dürfen die Forscher beobachten, wie sich die Tiere auf der neuen Laufstrecke verhalten und wie sie die funktionalisierte Oberfläche annehmen. Mögen sie den Untergrund oder nicht? Anschließend bewerten die Wissenschaftler die verschiedenen Modifikationen nach ihrer Effizienz.

Tierschützer können dabei ganz beruhigt sein: Die Forscher arbeiten mit dem örtlichen Bund Naturschutz zusammen – und es versteht sich von selbst, dass sie die Tiere äußerst sorgsam und pfleglich behandeln. Die Kröten und Fröschen sind vielmehr »Testhüpfer«, um zu überprüfen, ob die Entwicklungen funktionieren. Unmittelbar nach den Beobachtungen werden die Amphibien wieder in ihr angestammtes Revier zurückgebracht – natürlich auf der anderen Straßenseite. Im Frühjahr 2015, wenn die einheimischen Amphibien sich nach der Winterstarre wieder auf den Weg zu ihren Laichgebieten machen, setzen die Forscher die Tests fort.

Erste Probanden im Frühjahr 2014

3, 4 Erdkröten.

5–7 Grasfrösche.

HIGHLIGHT-
PROJEKTE

E³ steht für einen Paradigmenwechsel in der Produktionstechnik: von maximalem Gewinn aus minimalem Kapitaleinsatz zu maximaler Wertschöpfung bei minimalem Ressourceneinsatz. Ziel des Projekts ist, es ganzheitlich zu erforschen, wie Stoff-, Energie- und Informationsflüsse künftig besser geplant, umgesetzt und gesteuert werden können – und zwar in emissionsneutralen Fabriken mit energie- und ressourceneffizienter Produktion und unter Einbindung des Menschen.

PLUSENERGIE-PRODUKTIONSSTÄTTEN E³

ENERGIEOPTIMIERTE PRODUKTIONSSTÄTTEN

DAS FABRIKGEBÄUDE DER ZUKUNFT

**DEUTSCHLANDS WIRTSCHAFTSLEISTUNG
IST STARK AUF DIE PRODUKTION VON
GÜTERN AUSGERICHTET – DEUTLICH
STÄRKER ALS IN JEDEM ANDEREN WEST-
LICHEN INDUSTRIELAND.**



ENERGIE- OPTIMIERTE PRODUKTIONS- STÄTTEN

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Michael Krause
Telefon +49 561 804-1875
michael.krause@
ibp.fraunhofer.de

1 *Energieautarke Kollektor-
fabrik der Firma Wagner & Co.
Solartechnik.*

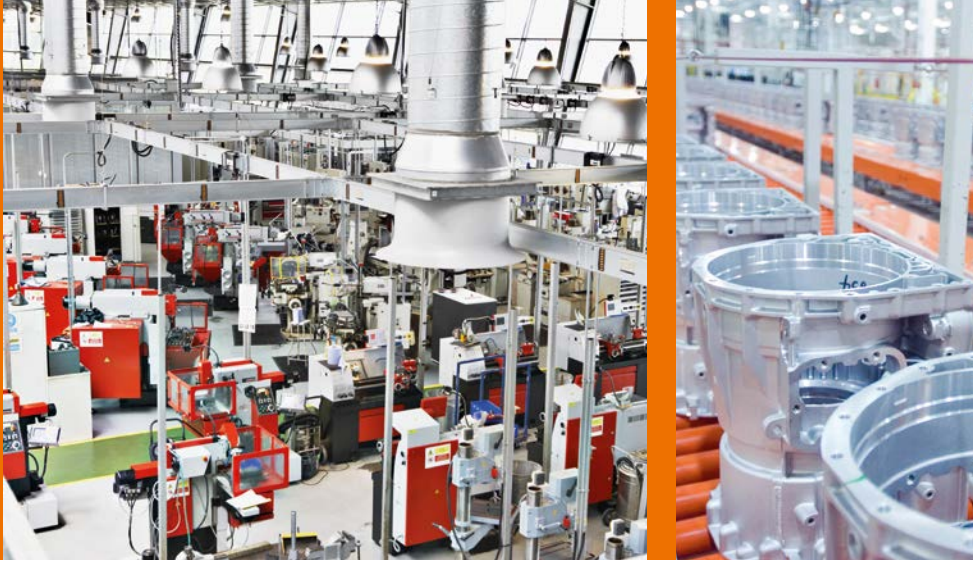
Fast jeder zweite Arbeitsplatz hängt hierzulande an der Produktion. Doch soll Deutschland auch dauerhaft wettbewerbsfähig bleiben, müssen die Industrien mit immer weniger Ressourceneinsatz eine maximale Wertschöpfung erreichen – denn Energie und Rohstoffe werden stetig knapper und teurer. Anders gesagt: Das Material muss bei den Produktionen vollständig ausgenutzt und in einer Kreislaufwirtschaft immer wieder neu aufbereitet werden.

E³ steht für einen Paradigmenwechsel in der Produktionstechnik: von maximalem Gewinn aus minimalem Kapitaleinsatz zu maximaler Wertschöpfung bei minimalem Ressourceneinsatz. Ziel des Projekts ist es, ganzheitlich zu erforschen, wie Stoff-, Energie- und Informationsflüsse künftig besser geplant, umgesetzt und gesteuert werden können – und zwar in emissionsneutralen Fabriken mit energie- und ressourceneffizienter Produktion und unter Einbindung des Menschen.

Von Produktionsstätten zu Plusenergie-Produktionsstätten

Die Abteilung Energiesysteme des Fraunhofer IBP widmet sich dabei den Produktionsgebäuden – im Teilprojekt »Emissionsoptimierte Plusenergie-Produktionsstätten der Zukunft«. Wie lässt sich die Effizienz der Produktionsgebäude ganzheitlich optimieren? Dazu arbeiten die Wissenschaftler eng mit anderen Fraunhofer-Instituten zusammen, deren Fokus auf der Produktion liegt. Übergreifende Planungswerkzeuge zu entwickeln, stellt die Forscher jedoch vor Herausforderungen: Denn bislang fehlen belastbare Daten über den energetischen Status der Fabrikgebäude. Auch eine Typologie, die sowohl das Fabrikgebäude als auch den Produktionsprozess umfasst, gibt es nicht. Um ein Gebäude energieeffizient planen zu können, müssen die Wissenschaftler zudem branchenspezifische Anforderungen und Bewertungsgrößen definieren, die auch die Komfortbedürfnisse der Menschen am jeweiligen Arbeitsplatz berücksichtigen.

Auf Basis dieser Anforderungen und Bewertungsgrößen entwickeln die Forscher Handlungsstrategien, die die Energieeffizienz der Produktionsstätte signifikant steigern – und überprüfen diese in der Praxis. Der Kern dieser Handlungsstrategien: Synergien zwischen Produktionsgebäude und den Prozessen sollen genutzt werden. Im Alltag könnte das etwa heißen, Büros und andere Räumlichkeiten mit der Abwärme aus den Produktionsprozessen zu heizen und Komfortfragen bereits bei der Baukonstruktion mit zu bedenken.



Typologie für Produktionsgebäude

In der ersten Projektphase entwickeln die Wissenschaftler eine prozessbasierte Typologie für Produktionsstätten – und schaffen somit eine belastbare Datenbasis für die Toolentwicklung. Eine solche Typologie enthält generelle, allgemeine Abschätzungen. Sie beantwortet beispielsweise folgende Fragen: Wie groß ist eine Produktionshalle normalerweise, etwa in der Autoindustrie? Welche Bauweisen sind typisch? Auf diese Weise können die Forscher Randbedingungen festlegen und anhand dieser Abschätzungen vornehmen – beispielsweise zu den Wärmelasten bei der Autoproduktion. Dazu erstellen sie Modelle, in denen sie grundlegende Typgebäude aufbauen und analysieren die Möglichkeiten, aus den typisierten Hallen Potenziale zu bergen. Kurzum: Die Forscher wollen eine bessere Wissensbasis schaffen. Für welche Branchen würde sich welche Investition lohnen?

Um diese Frage zu beantworten, übertragen die Wissenschaftler die bestehenden Gebäudetypologien auf eine erweiterte Produktionsstätten-Typologie. Anschließend charakterisieren sie die Gebäude in Abhängigkeit von ihrer Geometrie und Größe, den Stoffströmen, den dort stattfindenden Produktionsprozessen, der Energiebedarfe für Heizen und Kühlen sowie den Komfortanforderungen. Durch die Identifikation geeigneter Branchen führen sie die Daten aus Gebäude, Anlagentechnik und Prozess anschließend zusammen. Das Ergebnis dieses Arbeitspakets: Ein kombiniertes Planungstool, mit dem sich die Gebäudeenergieeffizienz der Produktionsstätten sowohl berechnen als auch bewerten lassen – unter Berücksichtigung der Stoffströme aus den Prozessen. Dieses Tool erlaubt es, innovative Gebäude- und Anlagentechnik im Kontext der Produktionsprozesse zu realisieren, sei es Wärmerückgewinnung, Lüftungstechnik, Kühlung oder Entfeuchtung.

Ob die erstellten Typologien die realen Gegebenheiten entsprechend widerspiegeln, überprüfen die Wissenschaftler über den Abgleich mit existierenden Produktionsstätten. Mit einem Datenerhebungsbogen fragen sie die gebäude- und prozessbezogenen Energieflüsse ab, diese können um weitere relevante Produktionsprozesse ergänzt werden. Die Ergebnisse der Berechnungen und Simulationen: eine Entscheidungsmatrix mit den untersuchten System- und Anlagenkonfigurationen. Diese Matrix unterstützt Unternehmer dabei, Produktionsgebäude im Bestand und Neubau auf den Weg zu einer emissionsfreien Fabrik zu bringen.

HIGHLIGHT-
PROJEKTE

Wie viel Ressourcen ein Produkt über seinen Lebensweg braucht, wird maßgeblich durch Entscheidungen während der Produktentstehung beeinflusst. Möchte man die Ressourceneffizienz ganzheitlich betrachten, muss man bereits in den frühen Phasen der Produktentwicklung ansetzen. Voraussetzung hierfür sind geeignete Planungs- und Prognosewerkzeuge.

E³-PRODUKTION

RESSOURCEN- OPTIMIERTES PRODUKTDESIGN

FÜR EINE ENERGIE- UND RESSOURCENEFFIZIENTE
PRODUKTION

**FABRIKBETRIEBEN STEHEN GROSSE
ÄNDERUNGEN BEVOR: DIE PRODUK-
TION SOLL MAXIMALE WERTE
SCHÖPFEN, DABEI JEDOCH MÖG-
LICHST WENIG RESSOURCEN VER-
BRAUCHEN. DIESEM LANGFRISTIGEN
PARADIGMENWECHSEL WIDMET
SICH DAS FRAUNHOFER-LEITPROJEKT
»E³-PRODUKTION«**



RESSOURCEN- OPTIMIERTES PRODUKTDESIGN

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Michael Held
Telefon +49 711 970-3160
michael.held@
ibp.fraunhofer.de

1 *Um ein Produktdesign ressourcenschonend auszugestalten, gilt es, vielfältige Informationen auszuwerten und nach Relevanz zu beurteilen.*

Das Ziel ist es, die Vorgaben einer E³-Fabrik in der produzierenden Industrie umsetzen – also eine energie- und ressourceneffiziente Produktion, die emissionsneutrale Fabrik und die Einbindung des Menschen in die Produktion. Dabei gilt es, das System aus Produktion, Fabrik und Mensch ganzheitlich zu betrachten. Wie lassen sich Stoff-, Energie- und Informationsflüsse möglichst ressourceneffizient verbinden, planen und steuern?

Produktentstehung entscheidet maßgeblich über Ressourceneffizienz

Voraussetzung hierfür sind geeignete Planungs- und Prognosewerkzeuge. Die erforderlichen Kompetenzen im Bereich der ressourcen- und energieeffizienten Produktion schafft das Projekt »I2 – Ressourcenoptimiertes Produktdesign«, das in das Fraunhofer-Leitprojekt E³-Produktion eingebettet ist. Der Hintergrund: Wie viel Ressourcen ein Produkt über seinen Lebensweg braucht, wird maßgeblich durch Entscheidungen während der Produktentstehung beeinflusst. Möchte man die Ressourceneffizienz also ganzheitlich betrachten, muss man bereits in den frühen Phasen der Produktentwicklung ansetzen.

Doch wie wirken sich Designentscheidungen auf den Produktlebenszyklus in der Konstellation von der Wiege bis zur Bahre aus? Hier mangelt es derzeit noch an Transparenz: Methoden, um die Ressourceneffizienz zu bewerten und zu optimieren, werden im Entstehungsprozess des Produkts kaum angewendet. Denn sie sind entweder zu allgemein gehalten und ermöglichen somit keine spezifischen Aussagen. Oder aber die erforderlichen Informationen liegen erst in späten Phasen der Produktentstehung vor. Ein weiteres Problem: Die Methoden, die es bislang gibt, sind zumeist losgelöst von herkömmlichen IT-basierten Arbeitswerkzeugen eines Entwicklungsingenieurs und lassen sich daher nur bedingt in den Arbeitsalltag integrieren. Dies erschwert es zusätzlich, die Ressourceneffizienz in den Entwicklungsprozess einzubeziehen.

Assistenzsystem bewertet Lösungsmöglichkeiten

Das Ziel des Projekts »I2 – Ressourcenoptimiertes Produktdesign« liegt daher darin, ein entsprechendes Assistenzsystem zu entwickeln. Dieses soll aufzeigen, wie sich Entscheidungen in der Produktentstehung auf die Ressourceneffizienz eines Produkts auswirken – und zwar über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg – und potenzielle Lösungsmöglichkeiten bewerten. Um zusätzlichen Aufwand in der Produktentwicklung weitestgehend zu vermeiden, verknüpfen die Forscher die Konstruktion (CAD), das Produktdatenmanagement (PDM) und die Ökobilanzierung (LCA) miteinander. Wie wirken sich die verschiedenen Designoptionen für das Produkt auf den Ressourcenbedarf in seinem Lebenszyklus aus? Diese Abhängigkeiten ermitteln die Wissenschaftler quantitativ und hinterlegen sie im IT-Tool. Welche Produktparameter dabei relevant sind, ermitteln sie vorab über eine Ökobilanz innerhalb des zu optimierenden Systems.



In einem ersten Schritt identifizieren die Forscher zunächst, welche ökologischen Ressourcen relevant sind, um das Produktdesign zu bewerten. Dabei leiten sie auch bedeutsame Indikatoren für den Lebenszyklus ab. Auf dieser Basis entwickeln sie eine neue Methodik. Diese erlaubt anhand von Designparametern bereits im Entwicklungsprozess zu bestimmen, welche Ressourcen in welchem Maß benötigt werden. Da die Forscher dabei den gesamten Lebenszyklus des Produkts im Blick haben, wirken sich die Modifikationen des Designs nicht negativ auf andere Lebenszyklusphasen aus. Verlagern sich die Ressourcen, die in Anspruch genommen werden, einfach nur innerhalb des Produktlebenszyklus, wird dies frühzeitig erkannt und lässt sich somit vermeiden.

Zudem erarbeiten die Wissenschaftler eine Logik. Sie analysiert, wie die Designparameter angepasst werden müssen, um vorgegebene Kriterien zu erfüllen. Im Rahmen des Projekts bauen sie dazu eine beispielhafte Produkt-, Prozess- und Ressourcen-Bibliothek für eine Produktlebenszyklusmanagement- und CAD-Software auf. Diese zeigt zusätzlich die Abhängigkeiten bezogen auf die Ressourceneffizienz auf. Am Beispiel von Demonstrator-Bauteilen aus anderen Arbeitspaketen des E³-Projekts evaluieren die Forscher ihre entwickelte Methodik – etwa an den Turbinenschaufeln einer Fluggasturbine oder dem Getriebegehäuse eines Nutzfahrzeugs.

Das Ergebnis: Die entwickelte Methode vereint die beiden Lebenszyklusperspektiven von Life Cycle Assessment (LCA) und Produktlebenszyklusmanagement (PLM) in einem ganzheitlichen Ansatz – und unterstützt ressourcenoptimierte Produktentstehungsprozesse. Dabei werden sowohl Fragen der methodischen Abbildung von Ressourceneffizienz als auch der spezifischen Informationsbereitstellung adressiert.

2 *Im Fokus des Forschungsprojekts: die produzierende Industrie mit den Fragestellungen der Zukunft zu synchronisieren.*

HIGHLIGHT-
PROJEKTE

Das Zentrum entstand im Jahr 2004 bei der Handwerkskammer Münster – mithilfe des Fraunhofer IBP. Es besteht aus mehreren Gebäuden unterschiedlichen Charakters sowie einem Ausstellungs- und Unterrichtsgebäude. Vor einigen Jahren kam noch die Hofstelle Haus Kump dazu. Mit dem denkmalgeschützten Bereich wurde ein spezielles Demonstrationszentrum für die energetische Fachwerksanierung geschaffen.

DEMONSTRATIONSZENTRUM FÜR BAU UND ENERGIE

ENERGETISCHE SANIERUNG

VON FACHWERKGEBÄUDEN

FACHWERKHÄUSER WIRKEN MEIST HEIMELIG, MIT IHREN DUNKLEN HOLZBALKEN STRAHLEN DIESE EINE URIGE GEMÜTLICHKEIT AUS. MÖCHTE MAN DIE HISTORISCHEN GEMÄUER ALLERDINGS ENERGETISCH SANIEREN, STELLEN SICH EINIGE HERAUSFORDERUNGEN – DIE FACHLEUTE BRAUCHEN SPEZIELLES KNOW-HOW.



ENERGETISCHE SANIERUNG

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Martin Krus
Telefon +49 8024 643-258
martin.krus@
ibp.fraunhofer.de

So darf beispielsweise keine Feuchtigkeit in die Holzkonstruktionen hineinkriechen – sie würde das Holz und damit das gesamte Gebäude auf Dauer zerstören. Doch welche Dämmstoffe eignen sich fürs Fachwerk? Dies untersuchen Forscher des Fraunhofer IBP im »Demonstrationszentrum für Bau und Energie«. Das Zentrum entstand im Jahr 2004 bei der Handwerkskammer Münster, mithilfe des IBP. Es besteht aus mehreren Gebäuden unterschiedlichen Charakters sowie einem Ausstellungs- und Unterrichtsgebäude, vor einigen Jahren kam noch die Hofstelle Haus Kump dazu. Während einige Häuser der Hofstelle abgerissen und durch neue ersetzt wurden, erhielt man den denkmalgeschützten Bereich – und schuf mit ihm ein spezielles Demonstrationszentrum für die energetische Fachwerksanierung.

Für die Sanierung der Fachwerkaußenwände des alten Wirtschaftsgebäudes – auch Remise genannt – haben die Forscher verschiedene Wandaufbauten entwickelt, sie wählten eine Bandbreite an möglichen Sanierungsvarianten aus. Doch bevor die Dämmmaterialien an der Hauswand zeigen durften, was sie können, überprüften die Wissenschaftler sie mit einer speziellen Software. Eignen sich die jeweiligen Materialien generell für ein Fachwerkhau? Dazu nutzen sie das Programm WUFI® Pro, das sie vor Jahren entwickelten und das weltweit verkauft und eingesetzt wird. Die Forscher verwendeten Klimasätze, wie sie für den Landstrich üblich sind, und simulierten, wie sich das Dämmmaterial über mehrere Jahre hinweg auswirkt. Zu welchen Zeiten gibt es Schwierigkeiten? Schaukeln sich diese im Laufe der Zeit auf? Anhand dieser Daten optimierten die Mitarbeiter des Fraunhofer IBP die Systemaufbauten entsprechend und passten sie an die Gegebenheiten an.

1 Außenansicht der mit Ziegeln
ausgefachten Remise.

Härtetest für verschiedene Dämmstoffe

Im Anschluss an diese Simulationen folgte der reale Testlauf an der Fassade des Demonstrationszentrums. Als Innendämmungen verwendeten die Forscher sowohl einen Mineralschaum, einen neu entwickelten, hochdämmenden Dämmstoff auf Basis von Aerogel, nachwachsende Dämmstoffe wie Zellulosefaser- bzw. Holzfaserdämmstoff sowie das neu entwickelte, magnesitgebundene Typhaboard. Zusätzlich zu diesen Innendämmungen haben sie ein System mit Gefach- und Innendämmung aus Typha in der Fassade verbaut sowie mehrere außen gedämmte Varianten aus Typha bzw. Mineralfaser mit außenseitiger Verschieferung.



Besonderes Innovationspotenzial bietet dabei der Dämmstoff aus Typha, den die Wissenschaftler am Fraunhofer IBP mit der Firma typha technik entwickelt haben: Den Rohstoff liefern Rohrkolben – die dicken braunen Pfeifenputzer, die man häufig am Ufer von Seen findet. Allerdings verwendet man nicht die puscheligen Bürsten selbst, sondern die bis zu drei Meter hohen Blätter der Pflanze. Sie verfügen über ein Schwammgewebe, das als Dämmstoff dient, sowie über ein Stützgewebe, das die Festigkeit des Materials bewirkt. Die Blätter werden mit mineralischem Kleber zu einem Baustoff verarbeitet, der eine geringe Wärmeleitfähigkeit hat und sehr stabil ist. Ein weiterer Vorteil: das Material brennt nicht.

Bauphysikalische Vorgänge genau erfassen

Messfühler in den Dämmstoffen erfassen die Temperatur, die Feuchte, den Wärmestrom und vor allem die Holzfeuchte der Balken. Sie messen also die bauphysikalischen Vorgänge in den unterschiedlich sanierten Wänden des Gebäudes, die dann für die weitere Untersuchung in einer Datenbank gespeichert werden. Wie verhalten sich die einzelnen Sanierungsvarianten energetisch und bauphysikalisch? Um die äußeren Randbedingungen zu erfassen, wird auch die Außentemperatur, die Luftfeuchte, der Schlagregen und die solare Einstrahlung analysiert – und zwar über das webbasierte Messdatenerfassungs- und Auswertesystem mit dem Namen IMEDAS™, das ebenfalls die Mitarbeiter des Fraunhofer IBP entwickelt haben. Das System besteht aus mehreren Programm-Modulen, die zur Datenerfassung, Messwert-Überwachung, Auswertung sowie Visualisierung dienen.

Die gesammelten Daten ermöglichen es, die dauerhafte Funktion der Dämmstoffe zu überprüfen. Bleiben sie schadensfrei? Zudem können Mitarbeiter des Handwerkskammer Bildungszentrums Münster (HBZ) mit dem webbasierten Auswerteprogramm von IMEDAS™ auf die Daten zugreifen – sie haben somit ein praxisnahes Informationssystem, um Kunden der Handwerkskammer auszubilden. Besucher des Demonstrationszentrums können auf Bildschirmen Online-Visualisierungen der gerade laufenden Prozesse ansehen, diese vorkonfigurierten Graphiken stehen auch im HBZ-Intranet zur Verfügung.

2 Innenansicht mit Sensorik für Oberflächentemperatur und Wärmefluss.

3 Holzfeuchtemessung – ein Beispiel für die eingesetzte Messsensorik.

HIGHLIGHT-
PROJEKTE

Mit dieser Testanlage ist es möglich, Architekturen vollständiger Business-Jet-Sektionen auf ihre thermische Effizienz und Funktionstüchtigkeit zu überprüfen – was insbesondere durch den Übergang zu »More Electric Aircraft«-Architekturen immer mehr in den Fokus rückt.

GROUND THERMAL TEST BENCH

INNENRAUM- KLIMA VON FLUGZEUGEN

AM BODEN GETESTET

DIE LUFTFAHRT WIRD UMWELT-FREUNDLICHER: BIS 2020 SOLLEN DIE JETS 50 PROZENT WENIGER CO₂ PRODUZIEREN ALS DIE FLOTTE AUS DEM JAHR 2000, 80 PROZENT WENIGER STICKSTOFF AUSSTOSSEN UND NUR NOCH HALB SO LAUT LÄRMEN. ZUDEM GILT ES, IN DEN BEREICHEN DESIGN, HERSTELLUNG, INSTANDHALTUNG UND RECYCLING INNOVATIVE LÖSUNGEN ZU ENTWICKELN UND DEN LEBENSZYKLUS VON FLUGZEUGEN SOMIT DEUTLICH RESSOURCENSCHONENDER ZU GESTALTEN.



INNENRAUM- KLIMA VON FLUGZEUGEN

Ansprechpartner

Dipl.-Ing Markus Siede
Telefon +49 8024 643-674
markus.siede@
ibp.fraunhofer.de

1 *Blick in den Unterboden
des Kabinen-Mock-ups mit
ersten installierten
Equipment-Simulatoren.*

Dies sind die hochgesteckten Ziele, denen sich das EU-Projekt Clean Sky verschrieben hat – die bislang größte europäische Technologieinitiative. Sie startete im Jahr 2008 mit einem umfangreichen Programm.

Ein wichtiger Partner in der Initiative ist das Fraunhofer-Institut für Bauphysik. Die Kernaufgabe der Wissenschaftler besteht darin, die Ground Thermal Test Bench zu entwickeln, zu konstruieren und in Betrieb zu nehmen. In dieser Versuchsanlage lassen sich innovative Flugzeugarchitekturen und Geräte sowie neue Auslegungswerkzeuge thermisch validieren. Mit Erfolg: Der Demonstrator wurde 2014 in Betrieb genommen und absolvierte bereits erste Testläufe. Damit ist es nun möglich, Architekturen vollständiger Business-Jet-Sektionen auf ihre thermische Effizienz und Funktionstüchtigkeit zu überprüfen – was insbesondere durch den Übergang zu »More Electric Aircraft«-Architekturen immer mehr in den Fokus rückt.

Es stehen hierzu drei Mock-ups zur Verfügung:

1. Carbon-Cockpit: Mit ihm lässt sich das thermische Verhalten von Carbonstrukturen analysieren.
2. Kabinensektion: Sie ermöglicht es, das Kabinenklima und den Komfort zu untersuchen, ebenso wie Unterbodengeräte und die Nutzbarkeit des Tanks als Wärmespeicher.
3. Heckrumpfteil: Hier werden Avionic-Bay-Architekturen getestet und Systeme mit extremer Wärmeentwicklung integriert.

Diese drei Rumpfteile setzen die Forscher vollständig den möglichen Umweltbedingungen aus, wie sie im Flug und am Boden auftreten können – insbesondere was die Temperaturen und den Luftdruck angeht. Präzise Anlagen für die Luftkonditionierung sorgen für die Klimatisierung des Innenraums: Über sie lässt sich ein breites Spektrum an Lufttemperaturen, -feuchten und -mengen für die Kabinenventilation bereitstellen. Weiterhin entwickelten und optimierten die Wissenschaftler des Fraunhofer IBP die Steuerung und Regelung der Ground Thermal Test Bench. Das Ergebnis: Die geforderten Testbedingungen werden äußerst genau und gleichmäßig erreicht, mit den Versuchsaufbauten lassen sich sogar Tests gemäß dem Luftfahrtstandard Do160 durchführen. In der Testkampagne für den Technologie-Demonstrator »Heatpipe« konnte eine solche Untersuchung erstmals umgesetzt werden.



Parallel hierzu haben Forscher am Fraunhofer IBP ein thermisches Modell weiterentwickelt und auf der Ground Thermal Test Bench validiert. Denn um Raumklima-Applikationen auszulegen, braucht man räumlich aufgelöste Temperaturverteilungen. Klassische Rechenverfahren für den Entwurfsprozess können diese jedoch bislang nicht liefern. Auch aufwendige Simulationen für die fortgeschrittene Auslegung, wie Computational Fluid Dynamics (CFD), bringen in diesem Stadium wenig: In großen Räumen haben sie ein chaotisches Strömungsverhalten – bei einem sehr hohen Rechenaufwand bringen sie damit nur wenig praktischen Mehrwert. Das thermische Modell, das am Fraunhofer IBP entwickelt wurde, unterteilt einen Raum hingegen in typischerweise 20 bis 200 Zonen, die miteinander im Luftaustausch stehen. Hier können Wärmequellen, Lüftungsöffnungen, Wände und Fenster platziert und mit benachbarten Zonen verbunden werden. Auch die Einflüsse der Wärmestrahlung aller vorhandenen Oberflächen aufeinander werden mit berücksichtigt, ebenso wie der Einfluss der Sonnenstrahlung in Abhängigkeit von Ort und Zeit. Durch diesen Ansatz reduzierten die Wissenschaftler den Rechenaufwand um den Faktor 1000 bis 10 000 – bei vergleichbar aussagekräftigen Ergebnissen. Entwerfen Ingenieure ein Flugzeug, können sie daher nun viele verschiedene Architekturen miteinander vergleichen und die vielversprechendsten identifizieren. Das Thermal Model Generation Tool und das Ecolonomic Analysis Tool sorgen dafür, dass dieser Prozess automatisch abläuft.

Doch sind die Ergebnisse für realistische Anwendungsfälle repräsentativ? Dies muss nachgewiesen werden, soll diese Toolkette in der Luftfahrt eingeführt werden. Bislang konnte kein entsprechendes Werkzeug für Luftfahrtstrukturen diesen Nachweis erbringen. Denn die klimatischen Bedingungen sind extrem, die geometrischen Strukturen kompliziert – das Klima im Flugzeug muss daher über aufwendige Klimatisierungssysteme reguliert werden. Mit der Ground Thermal Test Bench lassen sich repräsentative Untersuchungen nun jedoch bereits am Boden durchzuführen. Die Vorhersagen des thermischen Modells liegen deutlich im Rahmen der geforderten Genauigkeit und liefern realitätsnähere Ergebnisse als parallel durchgeführte CFD-Berechnungen, das zeigten Testkampagnen am Cockpit- und Kabinen-Mock-up. Nun überprüfen die Wissenschaftler des Fraunhofer IBP das thermische Modell für ein breiteres Spektrum an Bedingungen auf der Ground Thermal Test Bench und entwickeln es weiter, sodass es sich in den industriellen Entwurfsprozess integrieren lässt.

2 Kabinen-Mock-up eines Business-Jets der Ground Thermal Test Bench.

Hocheffiziente Plusenergiegebäude produzieren in der Jahressumme mehr Energie, als sie und ihre Nutzer verbrauchen. Innovative Ansätze sind der Schlüssel im Umgang mit der Energie – sowohl im ökologischen als auch ökonomischen Sinn. Das Effizienzhaus Plus hat das Potenzial, der neue europäische Mindeststandard im Jahr 2030 zu werden.

EFFIZIENZHAUS PLUS

DAS HAUS ALS »KRAFTWERK«

MODELLVORHABEN DER FORSCHUNGSINITIATIVE »ZUKUNFT
BAU« FÜR DIE NACHHALTIGE ENTWICKLUNG DES BAUSEKTORS

**BIS VOR KURZER ZEIT HAT JEDER NEU-
BAU – UND SEI ER NOCH SO EFFIZIENT
ERRICHTET – ZUR ERHÖHUNG DES ENER-
GIEVERBRAUCHS IN DEUTSCHLAND BEI-
GETRAGEN. JETZT IST ES GELUNGEN, MIT
DEM EFFIZIENZHAUS PLUS EINEN PARA-
DIGMENWECHSEL EINZULEITEN, DENN
ES ERZEUGT IN DER JAHRESSUMME
MEHR ENERGIE, ALS ES SELBST UND
SEINE NUTZER VERBRAUCHEN.**



DAS HAUS ALS » KRAFTWERK «

Ansprechpartner

Dipl.-Ing Hans Erhorn
Telefon +49 8024 970-3380
hans.erhorn@
ibp.fraunhofer.de

1 *Blick in den Haustechnikraum
des Effizienzhauses Plus in Berlin.*

Künftig sollen die Häuser selbst Energie produzieren – und zwar mehr, als sie zum Betrieb ihrer Anlagen und Geräte benötigen. Solche »Effizienzhäuser Plus« erhöhen den Energiebedarf also nicht länger, sondern reduzieren ihn, sie fungieren quasi als kleine Kraftwerke. Damit stellen sie einen Kernbaustein der Energiewende dar, denn der einzelne Bauherr trägt zur Energieversorgung bei. Im Jahr 2030, so lauten Prognosen, kann das Effizienzhaus Plus für Neubauten gar zum gesetzlichen Mindeststandard werden.

Forschungsinitiative des Bundes mit regionalen Treibern

Das ehemalige Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat 2011 ein Pilotgebäude in Berlin errichten lassen und darüber hinaus ein Forschungs-Förderprogramm für Modellhäuser aufgelegt, die den »Effizienzhaus Plus-Standard« erfüllen. Das Programm unterstützte bundesweit vorerst etwa 35 Bauherren: Sie bauten Wohngebäude, die deutlich mehr Energie produzieren, als sie selbst brauchen. In einem wissenschaftlichen Begleitprogramm testen und evaluieren Forscher des Fraunhofer IBP die Modellprojekte – und zwar unter bewohnten Bedingungen. Die Ergebnisse sollen dabei helfen, das Energiemanagement der Gebäude zu verbessern und Komponenten weiterzuentwickeln, die für eine energieeffiziente Gebäudehülle und die Nutzung erneuerbarer Energien nötig sind.

Netzwerk aus regionalen und überregionalen Partnern

Im Laufe des Projekts hat sich – koordiniert vom Fraunhofer IBP – ein Netzwerk aus regionalen und überregionalen Partnern gebildet: Sie tauschen die Erkenntnisse aus den diversen Untersuchungsprogrammen untereinander aus und informieren die Öffentlichkeit. Das Netzwerk besteht mittlerweile aus über 100 Partnern aus der bau- und anlagentechnischen Industrie, die diese Gebäudekonzepte erfolgreich am Markt multiplizieren. Allein der Verband der Fertigbauindustrie berichtete für den Zeitraum 2012 bis 2014, dass seine Mitglieder mehr als 300 Effizienzhaus Plus-Gebäude verkauft und realisiert hätten – zusätzlich zur denen aus der Forschungsinitiative.

Konzepte und deren Evaluierung

Planer, Industrieunternehmen und Bauherren der öffentlichen Hand entwickelten mit Unterstützung der Wissenschaftler im Laufe der letzten Jahre umfangreiche Konzepte für Effizienzhäuser Plus. Die Forscher des Fraunhofer IBP evaluieren darüber hinaus diese Ansätze und prüfen sie auf »Herz und Nieren« – sei es für Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, diverse Bildungsbauten wie Schulen, Kindergärten und Universitätsliegenschaften.



Doch wie ist der Status quo der Effizienzhäuser Plus, wenn man auf die wesentlichen Schlüsseltechnologien schaut? Was den Wärmeschutz angeht, schneiden die bisher realisierten Gebäude hochwertig und bezahlbar ab: Er ist im Mittel etwa 30 bis 40 Prozent besser, als es die Mindestanforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) vorgeben. Allerdings mussten nur bei wenigen Objekten die ambitionierten Vorgaben eines Passivhauses realisiert werden. Bei konsequenter integraler Planung ist es möglich, eine »wärmebrückenfreie« Gebäudehülle zu realisieren.

Die Wärmeerzeugung in den Effizienzhäusern Plus erfolgt derzeit überwiegend über Elektro-Wärmepumpen. In puncto Effizienz der Wärmepumpensysteme besteht jedoch noch Entwicklungsbedarf. Auch bei den Wandlern der Photovoltaikanlagen besteht Verbesserungsbedarf – schließlich sind sie entscheidend für die Gesamteffizienz der Anlage. Während gute Wandler Wirkungsgrade von bis zu 97 Prozent aufweisen, haben weniger gute Umwandlungsverluste von bis zu 15 Prozent. Auch im Bereich der Stromspeicher fehlen noch ausreichend wirtschaftliche Lösungen. Das Problem liegt hier vor allem in der Lebensdauer der Speicher.

Auch die Kosten der Effizienzhäuser analysierten die Forscher des Fraunhofer IBP. Das Ergebnis: Für ein Effizienzhaus Plus braucht man im Mittel Mehrinvestitionen zwischen 230 und 325 Euro je Quadratmeter Nutzfläche – etwa 40 Prozent fallen hiervon für die installierte Photovoltaikanlage inklusive Batteriespeicher an, circa 35 Prozent für die innovative Haustechnik, weitere 20 Prozent für die effizientere Bauausführung und nur etwa 5 Prozent für energieeffizientere Geräte im Haushalt. Bei zusätzlich installierten Photovoltaikflächen zur Unterstützung der Elektromobilität erhöhen sich die Investitionen entsprechend.

Unterstützung der Markteinführung

Die Analyse der bisher realisierten Vorhaben bereiten die Fraunhofer-Forscher zielgruppengerecht für unterschiedliche Informationskanäle auf – etwa für die vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) herausgegebene Broschüre »Wege zum Effizienzhaus Plus« mit über 15 000 verteilten Exemplaren. Zudem stellen sie die Projektergebnisse monatsaktuell auf der Projektseite des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) ein. Zugriffsraten von über 10 000 pro Monat reflektieren die Aktualität der Ergebnisse.

Derzeit bereitet die KfW Bankengruppe ein Förderprogramm für Effizienzhäuser Plus vor, um diese im Markt weiter zu verbreiten. Das Fraunhofer IBP unterstützt die KfW, indem es die erforderlichen Werkzeuge und verallgemeinerungsfähige Ergebnisse bereitstellt.

2 Eingangsbereich des Effizienzhauses Plus in Berlin mit Informationsmonitoren für die Öffentlichkeit.

ABTEILUNGEN



ABTEILUNGEN

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP forscht im anwendungsnahen Bereich an den Standorten in Stuttgart, Holzkirchen, Kassel, Nürnberg und Rosenheim. Ein intensiver Austausch zwischen den Abteilungen und Fachbereichen bietet ein vollständiges Leistungsspektrum zu relevanten bauphysikalischen Fragen des Bauwesens an allen Standorten. Dabei stellen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler drängenden Fragen der Gegenwart und entwickeln gleichzeitig Schlüsseltechnologien für die Zukunft.

Die folgenden Seiten geben einen Überblick über exemplarische Beispiele der Forschungsarbeiten des Fraunhofer IBP im Berichtszeitraum.

50 AKUSTIK



58 BAUCHEMIE, BAUBIOLOGIE, HYGIENE



64 ENERGIESYSTEME



70 GANZHEITLICHE BILANZIERUNG



76 HYGROTHERMIK



86 RAUMKLIMA



96 WÄRMETECHNIK



DIE AKUSTIK IST EIN BREITES FELD: SIE SPIELT NICHT NUR IN DER MUSIK EINE GROSSE ROLLE, SONDERN AUCH IN BAUWERKEN, RÄUMEN UND FAHRZEUGEN. FERNER GEHÖREN DER TECHNISCHE SCHALLSCHUTZ UND DIE PHOTOAKUSTIK ZU DIESEM BEREICH. SO BREIT WIE DAS THEMENFELD SELBST SIND AUCH DIE FORSCHUNGSGEBIETE DER ABTEILUNG »AKUSTIK« AM FRAUNHOFER IBP.



AKUSTIK

BAUAKUSTIK • GRUNDLAGEN UND SOFTWARE • MUSIKALISCHE AKUSTIK / PHOTO-AKUSTIK • PSYCHOAKUSTIK UND KOGNITIVE ERGONOMIE • RAUMAKUSTIK • TECHNISCHER SCHALLSCHUTZ UND FAHRZEUGAKUSTIK • ZUSÄTZLICH: AKKREDITIERTE PRÜFSTELLE BAUAKUSTIK UND SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ

Die themenübergreifende Ausrichtung ist strategisches Ziel und zugleich Ausgangspunkt interdisziplinärer Forschung und Entwicklung. Die Wissenschaftler entwickeln Berechnungs- und Simulationsverfahren sowie Analyse- und Prognosemethoden. Dabei geht der Anwendungsbereich dieser Methoden häufig über rein akustische Fragestellungen hinaus – sie reicht in den Maschinen- und Anlagenbau hinein, in die Aerodynamik, aber auch in die Psychoakustik und die akustische Diagnostik.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Entwicklung von neuartigen Akustikbauteilen: Alternative Schallabsorber, passive, reaktive und aktive Schalldämpfer sowie Schallschutz-Bauteile, die in Gebäuden eingesetzt werden oder den Lärm an Maschinen, Anlagen und Fahrzeugen mindern. Gemeinsam mit mehr als fünfzehn industriellen Lizenz- und Kooperationspartnern bietet das Fraunhofer IBP eine stetig wachsende, internationale Plattform für innovative Akustik. Das Ziel liegt darin, die akustische Systemqualität komplexer Produkte und Strukturen zu optimieren.

Moderne Analysesysteme – seien es Scanning-Laservibrometrie, Mikrofon-Array-Systeme und binaurale Kunstkopf-Technik – bilden in Verbindung mit mehr als 20 akustischen Prüfständen die Basis für die Forschungsarbeit. Weiterhin verfügt die Abteilung über eine DAkKS flexibel akkreditierte Prüfstelle in den Bereichen Bauakustik und Schallimmissionsschutz.

Das Dienstleistungsangebot ist groß, beispielsweise gehören folgende Fragestellungen dazu: Wie lassen sich Luft- und Trittschall von Bauteilen aller Art dämmen? Welche Materialsysteme absorbieren Schall? Und wie misst man Geräusche an haustechnischen Anlagen und Installationen? Ein leistungsfähiger Allrad-Rollenprüfstand ermöglicht es den Forschern, die Fahrzeugakustik zu untersuchen; ein Windkanal erlaubt aeroakustische und aerodynamische Messungen. Für den Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis organisiert das Fraunhofer IBP in Kooperation mit der Fachpresse regelmäßig Akustik-Foren.

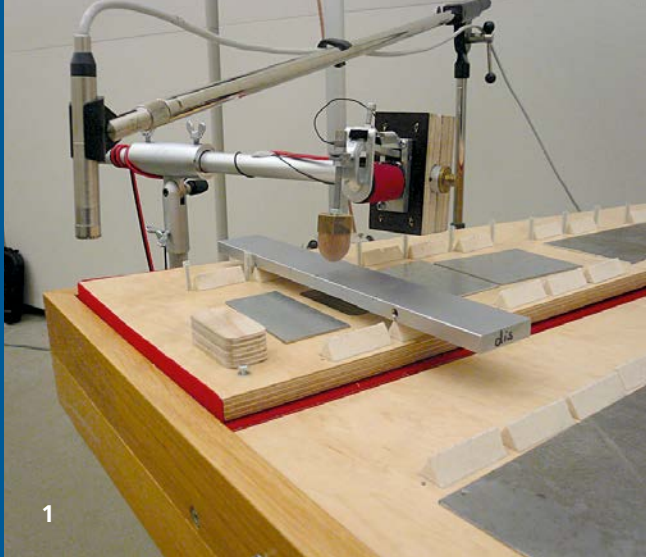
Ansprechpartner

Prof. Dr. Philip Leistner
Telefon +49 711 970-3346
philip.leistner@ibp.fraunhofer.de



53 OPTIMIERUNG EINES NEU ENTWICKELTEN GLOCKENSPIELS

54 HÖRGERÄTE IM WINDKANAL



1



2

OPTIMIERUNG EINES NEU ENTWICKELTEN GLOCKENSPIELS

MIT MANUELLER KLANGERZEUGUNG

In enger Kooperation mit dem Instrumentenbauer SCHIEDMAYER CELESTA wurde am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP untersucht, wie sich der Klang eines neu entwickelten manuellen Glockenspiels optimieren lässt. Ein ausgereiftes Musikinstrument zeichnet sich dadurch aus, dass nicht die Klangfarbe eines jeden Tons sich verändert, sondern nur die Tonhöhe. Erst dies führt zu einem einheitlichen Gesamtklang, der von den Zuhörern als wohlklingend empfunden wird.

Die Klangplatten des neuen Instruments erfüllten nur im mittleren Bereich die hochgesteckten Ziele. Bei den hohen Tönen war die Abklingzeit zu kurz, bei den tiefen Tönen konnte aufgrund der großen Masse der Klangplatten der Grundton nicht gut genug angeregt werden.

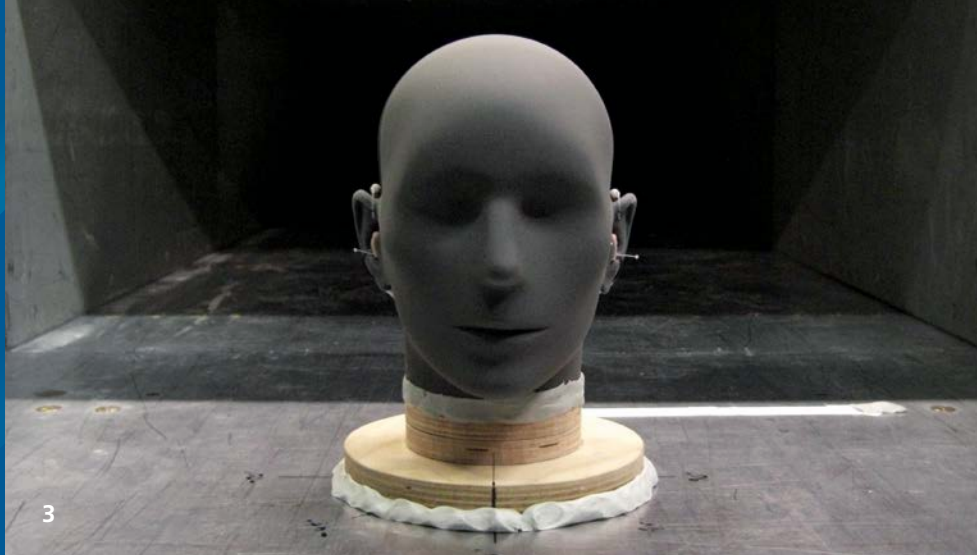
Die Modifikationen am Instrument mussten zwei besondere Ansprüche erfüllen: Zum einen sollte die Breite jeder Klangplatte gleich bleiben,

da ansonsten das Spielen des Instruments erschwert würde. Zum anderen sollte auch die Plattendicke einen Mindestwert besitzen, sodass die kürzeren Platten für höhere Töne während des Spielens nicht von ihren ursprünglichen Positionen verschoben werden.

Damit sich die Klangcharakteristik hoher Töne sowohl in der Lautstärke als auch im Abklingvorgang von der Klangcharakteristik tiefer Töne beim Anhören nicht auffällig unterscheidet, wurden Messungen, theoretische Modelle und konstruktive Überlegungen verknüpft. Die praktische Anwendung der mathematischen Formeln richtete sich insbesondere auf eine deutlich genauere Dimensionierung der Resonatoren. Auch die Abhängigkeit des Spektrums und des Abklingverhaltens des Klangs von Material und Masse des Schlägels stand im Fokus der Forschung, um dafür ebenfalls geeignete Design-Prinzipien zu gewinnen.

1 *Messung der Signale am Glockenspielmodell, während die nebenliegenden Hohlräume abgedeckt sind.*

2 *Akustische Untersuchungen am Glockenspielmodell im Labor.*



3

HÖRGERÄTE IM WINDKANAL

3 Gehörschutz im Windkanal (nicht Teil der Messungen für Phonak).

Während die meisten Menschen einen leichten Luftzug oder einen Windhauch kaum wahrnehmen, ist er für Träger eines Hörgeräts ein echtes Ärgernis. Denn die Luft bläst das Mikrofon an, das im Hörgerät integriert ist, und erzeugt einen Pseudoschall. Dieser »unechte« Schall kann viel lauter sein als das tatsächlich zu hörende Geräusch. Kurzum: Er beeinträchtigt die Wahrnehmung der Geräusche, die der Träger hören möchte, beispielsweise Musik oder die Unterhaltung der Kollegen.

Betroffen sind zahlreiche Menschen: Etwa 14 Millionen Bundesbürger müssen mit einer mehr oder weniger starken Hörbehinderung leben. 60 Prozent aller Personen über 65 Jahre sind schwerhörig. Auch 4 Prozent aller 15- bis 35-Jährigen haben bereits eine unheilbare Hörschädigung. Zwar verwenden nicht all diese Betroffenen Hörhilfen, dennoch haben geeignete Geräte – also eine Kombination aus Mikrofon, Signalverarbeitung und Lautsprecher – eine große Bedeutung. Wie gut deren Qualität aus Sicht der Nutzer ist, hängt von vielen Faktoren ab, unter anderem von der Empfindlichkeit gegenüber Windgeräuschen.

Forscher des Fraunhofer IBP nehmen sich dieser Thematik an: Sie führen Tests an einem künstlichen Kopf im Windkanal durch und ermöglichen es somit, den Nachbearbeitungsprozess für solche Störgeräusche zu optimieren. Wie beeinflussen Windgeschwin-

digkeit und Einfallswinkel des Windes das Ohr und das Hörgerät? Im aeroakustischen Windkanal des Fraunhofer IBP haben die Wissenschaftler solche Untersuchungen an Hörgeräten durchgeführt, die sowohl im Ohr als auch außerhalb des Ohres getragen werden – an einem künstlichen Kopf, den sie in 45-Grad-Schritten einmal vollständig im Kreis drehen. Die Messungen erfolgten jeweils bei fünf, acht und zehn Meter pro Sekunde Windgeschwindigkeit.

Anhand der Daten, die an beiden Ohren gemessen werden – also binaural –, lassen sich die Unterschiede im Hören und in der Störung beurteilen, die bei unterschiedlichen Windverhältnissen auftreten. Natürlich können die Daten auch für jedes Ohr einzeln verwendet werden, wenn nur ein Hörgerät getragen wird. Vergleichsdaten mit einem kalibrierten Mikrofon helfen dabei, die Signalverarbeitung in den Hörgeräten zu analysieren und anzupassen. Die Untersuchungen liefern den Herstellern wertvolle Hinweise, wie sie die Signalverarbeitung in den Hörgeräten anpassen können, um den Einfluss der Windgeräusche am Mikrofon zu minimieren – und dem Träger ein natürlicheres Hörgefühl zu vermitteln.

PROJEKTÜBERSICHT

Akustische Stadtgestaltung	Messung der Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen	Akustisch adaptive und leistungsfördernde Arbeitsplatzsysteme	Streifenabsorber für thermisch aktivierte Betondecken
Akustische Lauschabwehr in Gebäuden	Schalltechnische Untersuchung an Wasserinstallationen	Entwicklung eines variablen Labors zur multimodalen Quantifizierung von Leistungsfähigkeit und Komfortempfinden in Büroräumen	Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren für Betonbauteile mit schallabsorbierenden Eigenschaften
Bedarfsgerechte Erhöhung der Schalldämmung von Bauteilen mittels eines neuen Wirkprinzips	Prüfung des Geräuschverhaltens von Armaturen und Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse	Wirkung von Schallschirmen auf kognitive Leistungsfähigkeit und akustisches Komfortempfinden	Low noise design for green regional aircrafts (JTI Clean Sky)
AcuWood – Entwicklung verbesserter Mess- und Bewertungsverfahren für den Schallschutz im Holzbau	Bestimmung der Regen-geräusche von Bauteilen	Feldstudie zum Einfluss raumakustischer Parameter auf das Privatheitsempfinden an Büroarbeitsplätzen	Aerodynamische und aeroakustische Modellierung von umströmten Strukturen
Längsschalldämmung von Gipskarton-Ständerwänden	Akustische Gestaltung von Hotels	Richtlinie zur akustischen Gestaltung von Bildungsräumen	Innen- und Außengeräuschmessungen an Pkw
Berechnungsmethoden für die Schalldämmung von plattenartigen Strukturen	Didaktik und Akustik in Museumsräumen	Schallmaskierende Stehleuchte für Arbeitsplätze in Büros	Akustische Untersuchungen an Pkw-Bauteilen
Schalldämmung und Schallabsorption von metallischen Vakuumbauteilen	Nutzervergleich von Beschallungsszenarien in Museen und Ausstellungen	Entwicklung und Bewertung von Algorithmen für Bürosysteme zur Maskierung störender Hintergrundsprache	Neuartige Wandler-Systeme für aktive Schalldämpfer in Lüftungsgeräten und -anlagen
Schwingungsanalyse von Bauteilen mit dem Scanning-Laservibrometer			Schallerzeuger für aktive Schalldämpfer in extrem heißen Abgasanlagen

PROJEKTÜBERSICHT

Auslegung und Dimensionierung von Halbfreifeldräumen als akustische Messräume oder Motorenprüfstände	Bestimmung der Einfügungsdämpfung von Kulissenschalldämpfern	Rohr-Schalldämpfer für Heizungsanlagen	Klanggestaltung und Dimensionierung von Zungenorgelpfeifen
-----	-----	-----	-----
Ermittlung der Schwingungsverteilung an der Oberfläche verschiedener Geräte mittels Scanning-Laser-Vibrometrie	Untersuchung der Windgeräuscherzeugung an Fassadenelementen im Windkanal	Untersuchung und Optimierung von Lüftungs- und Heizungsaggregaten	Weiterentwicklung der Software für die Klanganalyse von Orgelpfeifen
-----	-----	-----	-----
Reinigbare Rohr-Schalldämpfer und eckige Innenzug-Schalldämpfer für Dieselmotoren-Kraftwerke und großformatige Industrie-Schornsteine	Windkanalmessungen an Hörgeräten	Schallschutz bei Wärmedämm-Verbundsystemen	Entwicklung spezifischer Messmethoden der Konzentration und Größenverteilung von Partikeln in Aerosolen und flüssigen Dispersionen mittels Photoakustik
-----	-----	-----	-----
	Schalleistung und Druckverlust von Überströmelementen, Brandschutzklappen und anderen Komponenten für RLT-Anlagen	Optimierung eines neu entwickelten Glockenspiels mit manueller Klangerzeugung	

		Innovative Verfahren und Instrumente zur Klanggestaltung und Dimensionierung von Lippenorgelpfeifen	Entwicklung photoakustischer Detektoren für die Gasanalyse

WELCHE CHEMISCHEN, BIOLOGISCHEN UND HYGIENISCHEN FRAGESTELLUNGEN TRETEN IM INNEREN VON GEBÄUDEN, FAHRZEUGEN UND FLUGZEUGEN AUF – UND WIE LASSEN SIE SICH BEANTWORTEN? DARAN FORSCHT DIE ABTEILUNG BAUCHEMIE, BAUBIOLOGIE, HYGIENE. SIE BERÄT EINERSEITS KUNDEN, ANDERERSEITS ENTWICKELT SIE SELBST NEUE MATERIALIEN UND ANALYTISCHE VERFAHREN.



BAUCHEMIE, BAUBIOLOGIE, HYGIENE

BETONTECHNOLOGIE UND FUNKTIONALE BAUSTOFFE •
BIOLOGIE • CHEMIE UND SENSORIK • PRÜFWESEN

In ihrem Fokus stehen vor allem technische Werkstoffe, Bauteile und Bauprodukte in Innenräumen. So untersuchen die Wissenschaftler der Abteilung beispielsweise Emissionen und Eluate aus Materialien, Produktvorstufen, Endprodukten und Produktionsverfahren.

Sie beurteilen Gerüche und deren Quellen humansenso- risch – also mithilfe der menschlichen Nase – und klären diese anschließend analytisch und chemisch auf. Auch mit der Resistenz gegen biologischen Aufwuchs und Befall befasst sich die Abteilung, ebenso mit allgemeinen mikrobiologischen Untersuchungen. Eine Kernfrage dabei: Unter welchen Vor- aussetzungen wachsen Mikroorganismen wie Schimmelpilze und Algen? Welche Arten wachsen zuerst? Wie breiten sie sich aus? In/auf Materialien, im Wasser, im Boden oder in der Luft?

Die Abteilung treibt Optimierungsprozesse vorhandener Werkstoffe voran und entwickelt neue Materialien mit zielgerichteten Funktionalitäten. Dazu zählen unter anderem funktionelle Oberflächen, multifunktionale Werkstoffe und Bauteile. Stellvertretend seien katalytische Oberflächen, selbstreinigende Oberflächen, biostatische Oberflächen und bionische Komponenten genannt.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Aufgabe, den Werkstoff Beton weiterzuentwickeln. So arbeiten die Forscher beispiels- weise daran, die Stabilität durch Zusätze zu erhöhen oder dem Massenwerkstoff neue Funktionalitäten zu verleihen.

Unsere Wissenschaftler analysieren Stofftransport und Absorp- tionsvorgänge in Werkstoffen und Materialverbänden, etwa in Filtermedien, Katalysatoren und aktiven Bauteilen. Sie messen und modellieren Vorgänge unter praxisnahen Randbedingun- gen, wobei sie materialspezifische chemische wie physikalische Eigenschaften einbeziehen.

Mit dem gewonnenen Wissen entwickeln unsere Forscher neue analytische Verfahren. Daraus können sie beispielsweise Schnelltests ableiten, die Umweltsimulationen, chemische und mikrobiologische Fragestellungen miteinander kombinieren. Die innovativen Analyseverfahren liefern wesentliche Erkennt- nisse für so unterschiedliche Bereiche wie »Baustoffe, Bauteile, Gebäude«, »Fahrzeuge und Antriebssysteme« und »Flugzeuge, Flugzeugkomponenten«.

Ansprechpartner

Dr. rer. nat. Florian Mayer
Telefon +49 8024 643-238
florian.mayer@ibp.fraunhofer.de



PROJEKTE

61 PFLASTERSTEINE REINIGEN



PFLASTERSTEINE REINIGEN

UNTER REALEN WITTERUNGSBEDINGUNGEN WERDEN DIE PHYSIKALISCHEN PARAMETER UNTERSUCHT, WELCHE DIE REINIGBARKEIT VON PFLASTERSTEINEN BEEINFLUSSEN.

Auf öffentlichen Plätzen und in Fußgängerzonen hinterlassen Besucher und Spaziergänger leider häufig Spuren ihrer Anwesenheit auf dem Boden: Zigaretten- und Kaugummireste, Fett-, Saucen- und Zucker-Flecken von unterwegs verzehrtem Essen und Trinken. Die hohen Reinigungskosten trägt üblicherweise der Steuerzahler. Allein in der Stadt Duisburg sind 192 Beschäftigte in der Straßenreinigung für 107 000 Quadratmeter Einkaufsstraßen zuständig – weitere Straßen, Rad- und Gehwege kommen hinzu. Fußgängerzonen müssen oft mehrmals täglich gesäubert werden. Wie teuer und aufwendig die Reinigung ist, hängt von der Art und Qualität der verlegten Pflastersteine oder Beläge ab: So lassen sich manche Pflastersteine besser reinigen als andere. Würde dies bei der Planung öffentlicher Plätze berücksichtigt, könnten die Reinigungskosten besser abgeschätzt und teilweise sogar reduziert werden.

Neun Großstädte aus Deutschland und Österreich wollen diese Problematik nun in Angriff nehmen. Auf Initiative kommunaler Reinigungsbetriebe haben sie sich daher mit dem Fraunhofer IBP zu einem Projekt zusammengeschlossen. Ebenfalls beteiligt sind drei Hersteller von Pflastersteinen, ein Unternehmen, das Reinigungsgeräte produziert, sowie ein Fabrikant von Fugenmörtel.

Das Ziel: die physikalischen Parameter, die die Reinigbarkeit von Pflastersteinen beeinflussen, unter realen Witterungsbedingungen zu untersuchen.

Dazu wurden auf 420 Quadratmetern Freilandfläche 30 Pflastersteinarten verlegt. Als Fugenmaterial kam sowohl Sand als auch feste Verfüzung auf Zement- und Kunstharzbasis zum Einsatz. Die Steine werden zwei Jahre lang regelmäßig mit Ketchup, Cola, Taubenkot, Kaugummi oder Öl verschmutzt und anschließend mit einer handelsüblichen Kehrmaschine gereinigt. 2D-Kameras und 3D-Scanner helfen dabei, die Sauberkeit vor und nach der Reinigung zu beurteilen: Wie effizient war die Reinigung – abhängig von der Art des Schmutzes und der Steinoberfläche? Auch die Oberflächentopographien der Steine ermitteln die Forscher auf diese Weise. Den Rutschwiderstandswert, der für öffentliche Flächen vorgeschrieben ist, ermitteln sie mit einem SRT-Pendel, kurz für Skid Resistance Tester: Es misst die Mikrorauheit der Oberfläche, also ihre Griffigkeit. Weitere Tests ermitteln die Druckfestigkeit, den Abriebwiderstand und das Benetzungsvermögen – und zwar jeweils zu Beginn und am Ende des Projekts. Das Ziel: Die Untersuchungen sollen zeigen, wie stark Schmutz und Reinigung die Dauerhaftigkeit der Steine beeinflusst.

1 *Versuchsfläche zur Untersuchung der Reinigbarkeit verschiedener Pflastersteine auf dem Freilandgelände des Fraunhofer IBP.*

2 *SRT (Skid Resistance Tester) – Pendel zur Bestimmung des Rutschwiderstandswerts von Pflastersteinen.*

PROJEKTÜBERSICHT

Anaerobe Fermentation	Biotechnologische Recyclingprozesse	Emissionen aus Kunstharzputzen	Entwicklung von Schnellverfahren zur Evaluation des Verhaltens von Bauteilen, Oberflächen und Materialien gegenüber mikrobieller Besiedelung
-----	-----	-----	-----
Analyse von Ursachen und Hintergründen für mikrobielle Korrosion	Bleed Air Contaminant Analysis – Analyse von Triebwerks-Zapf-Luft	Emissionen aus PVC – Kunstleder-Folien	Erdbebensicherer Porenbeton
-----	-----	-----	-----
Analytik gasförmiger Aminemissionen aus Materialien und Werkstoffen für den Innenraum	Dauerhaftigkeit von Dachbahnen	Emissionen und Geruchsentwicklung bei der Sprühapplikation von Polyurethan für Wärmedämmwendungen in Kriechkellern	European Joint Technology Initiative Clean Sky – Integrated Technology Demonstrator Eco-Design Airframe
-----	-----	-----	-----
Aufbereitung von Elektro-schrott zur Anreicherung von Edelmetallen und Seltenen Erden	Dauerhaftigkeit von Dichtmassen	Emissionsmessungen von Bauteilen und Materialien für die Automobilindustrie	Freisetzung von Isocyanaten und Aminen aus Bauwerksabdichtungen – Erarbeitung eines Verfahrens zur analytischen Quantifizierung und Bewertung im Rahmen der Zulassung
-----	-----	-----	-----
Auswaschungen aus Fassadenbauelementen	ECO-SEE – ECO-innovative, Safe and Energy Efficient wall panels and materials for a healthier indoor environment	Emissionsuntersuchungen an Bauprodukten für den Innenraum	Freisetzungverhalten unterschiedlich rezeptierter Biozide in Fassadenbeschichtungen
-----	-----	-----	-----
Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen aus wässrigen Lösungen	Effektivität und Dauerhaftigkeit von Bioziden in Außenanstrichen	Entwicklung akustischer Absorber aus Beton	Funktionale Bauteiloberflächen
-----	-----	-----	-----
Bestimmung von Algen, Moosen, Flechten, Pilzen, Bakterien, Hölzern	Effektivitätsmessung und Optimierung von Luftaufbereitungssystemen für die Flugzeugkabine	Entwicklung einer neuartigen, dauerhaft installierten Schutzanlage für den ganzjährigen Schutz wandernder Amphibien	Geruchsuntersuchungen von Innenräumen (Immobilien, Verkehrsmittel)
-----	-----	-----	-----
Bestimmung von Geruchsschwellenwerten	Eigenschaftsmodifikation von Oberflächen und analytische Oberflächencharakterisierung	Entwicklung integraler funktionaler Bausysteme	High Performance Indoor Environment – HiPIE
-----	-----	-----	-----
Biogene Korrosion von Holz	ELDYNTON – Auftrennung von Beton mittels elektrodynamischer Fragmentierung	Entwicklung von Leichtbeton unter Zugabe von geschäumten Leichtzuschlägen	
-----	-----	-----	
Biomimetik am Bau			

Hygienische Sicherheit in Innenräumen	Mikrobiologische Charakterisierung von Räumen, Bauteilen, Oberflächen und Materialien	Recycling von Altbeton	Untersuchungen zu Marker-substanzen für die Bestimmung des Raumlftwechsels und Evaluierung geeigneter Sensorsysteme
Identifizierung von Fehlgerüchen in technischen Werkstoffen und Bauprodukten, Aufklärung der Herkunft aus Rohstoffen sowie der Bildungswege	Molecular Sorting – Trennung von Stoffen zur Erhöhung der Ressourcen-Effizienz	Rückbau, Recycling und Entsorgung von WDVS-Bestandteilen	Untersuchungen zur Reinigbarkeit von Pflastersteinen
In-flight Cabin Air Measurements – Analyse von Flugzeugkabinenluft	Natürliche Hydrophobierung	Sanierung und Erweiterung einer Grundschule	Untersuchungen zur Schlagregenbelastung von Fassaden
Isoplethensysteme für verschiedene Materialien	Natürliche Wirkstoffe und Antagonisten	Sensorische Prüfung von Bauprodukt- und Innenraumemissionen mit einem trainierten Panel	Verbesserung der Umwelteigenschaften von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS)
Luftqualitätssensoren zur Luftqualitätsüberwachung in Innenräumen	Neuartige antimikrobielle Systeme	Substratoptimierung von Innenraumoberflächenmaterialien	Vergütung von Bauteilen, Oberflächen und Materialien gegen mikrobielles Wachstum
MAI-Recycling – Recycling von karbonfaserverstärkten Kunststoffen	Odor evaluation and analysis of automotive parts and materials	SUSCON – Verwertung von silikatischen Abfällen zur Herstellung von Geopolymeren	Wirksamkeitsuntersuchungen antimikrobieller Systeme und Verfahren
Material- und Werkstoffanalytik auf flüchtige Phthalate, Isocyanate, Phosphate	Ökotoxikologische Aspekte von Fassadenablaufwässern	Systeme und Technologien für das Energiemanagement in leistungsoptimierten Luftfahrzeugarchitekturen – Innovative Cabin Air Treatment	Wirksamkeitsuntersuchungen von Luftreinigungstechnologien im Innenraum: Adsorber, Photokatalyse, Ionisierung
Materialien und Materialverbände aus nachwachsenden Rohstoffen	Online-Prozessanalytik qualitätsbeeinflussender Parameter bei der Biogasproduktion durch intelligente Sensorik	Taxonomie bauteilrelevanter Mikroorganismen	
Messen der Verdunstungsemissionen von Antriebssystemen	Produktionsintegrierte, zerstörungsfreie Qualitätssicherung mittels Thermographie für stahlfaserverstärkte Betonbauteile	Textilverstärkter Leichtbeton	
		Umwelteigenschaften mineralischer Werkmörtel und pastöser Produkte	

**DAS THEMA ENERGIE BEWEGT ALLE SCHICHTEN UNSERER GESELLSCHAFT –
DER UMBAU UNSERER ENERGIESYSTEME UND DIE ENERGIEWENDE BETRIFFT
JEDEN. DIE GESTECKTEN ZIELE WERDEN SICH JEDOCH NUR MIT INNOVATIVEN
PRODUKTEN UND NEUEN TECHNOLOGIEN ERREICHEN LASSEN.**



ENERGIESYSTEME

ANLAGENTECHNIK • FASSADENKONZEPTE • NIEDRIG-EXERGIE-SYSTEME

Wir sehen unsere Aufgabe, in der Abteilung »Energiesysteme« an den Standorten Kassel und Holzkirchen die entsprechende Forschung und Entwicklung zu betreiben: Wie können wir Energie im Gebäudebereich effizient einsetzen? Wie lässt sich die Energieversorgung intelligent gestalten? Im Fokus unserer Arbeit stehen energetische Fragestellungen zu Gebäuden und Siedlungen. Wir entwickeln Konzepte zur effizienten Energieversorgung, untersuchen, wie sich der Bedarf minimieren lässt, und analysieren, wie sich Restbedarfe mit erneuerbaren Energien effizient decken lassen.

Gebäude, Gebäudehülle und Anlagentechnik betrachten wir dabei umfassend und integral: So können wir anlagentechnische Komponenten, Fassadensysteme und vorgefertigte Bauteile entwickeln, die optimal auf die Anlagentechnik und das Gebäude abgestimmt sind. Bei diesem Prozess schenken wir der Integration aller Systeme und ihrem Betrieb mittels Gebäudeleittechnik große Aufmerksamkeit, denn neben energetischen Aspekten spielen auch der Komfort der Nutzer, die Gesundheit sowie Nachhaltigkeitsaspekte eine wesentliche Rolle. Im Blickfeld stehen hierbei auch Verfahren zur Auslegung und Steuerung der Anlagentechnik, Sonnenschutz- und Beleuchtungssystemen. Sie können am Standort Holzkirchen unter realen Klimabedingungen und in realitätsnahen Nutzungsszenarien im 1:1-Maßstab untersucht werden – mit einmaligen Versuchseinrichtungen.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt der Abteilung liegt darin, Konzepte für die energetische Versorgung von einzelnen Gebäuden oder ganzen Siedlungen zu erstellen und diese möglichst weitgehend über regenerative Energieträger zu versorgen – vor allem, was die Wärme- und Kälteerzeugung angeht. Auf der Ebene ganzer Siedlungen entwickeln wir Verfahren, um die Energienutzung durch exergetische Prinzipien zu optimieren und Energieanwendungen in der Entwicklung entsprechend zu bewerten. Von besonderem Interesse ist hierbei die Abbildung von Wohnquartieren und Kommunen in Form von Energiesystemen, die Optimierung des energetischen Bedarfs auf Gebäude- und Siedlungsebene sowie die Erarbeitung von Konzepten für energieeffiziente oder CO₂-neutrale Städte und Gemeinden.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Abteilung Energiesysteme werden durch vielfältige Prüfungen, Simulationsuntersuchungen und Demonstrationsvorhaben ergänzt und abgerundet.

Auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen einige wichtige Projekte aus unserer Arbeit im vergangenen Jahr vorstellen.

Ansprechpartner

Tekn. Dr. Dietrich Schmidt
Telefon +49 561 804-1871
dietrich.schmidt@ibp.fraunhofer.de



PROJEKTE

67 HUNDERTPROZENTIGER KLIMASCHUTZ

68 INNOVATIVE FASSADEN ENTWICKELN UND PRÜFEN



HUNDERTPROZENTIGER KLIMASCHUTZ

IN FRANKFURT AM MAIN

Der 1. März 2012 war ein besonderer Tag für die am Main gelegene Stadt Frankfurt: Denn an diesem Tag fiel der Beschluss, die gesamte Energieversorgung der Stadt auf erneuerbare Energien umzustellen – die Bedingung, um am Projekt »Masterplan 100% Klimaschutz« der Bundesregierung teilzunehmen. Doch wie können Versorgungslösungen für ausgewählte Stadtteile aussehen, und wie ein Generalkonzept für die gesamte Stadt?

Das Energierreferat der Stadt Frankfurt am Main beauftragte das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, solch ein Generalkonzept und Stadtteilkonzepte zu erstellen. Das Generalkonzept zeigt auf, wie sich der Endenergiebedarf um 50 Prozent reduzieren lässt und die Stadt und der Regionalverband zu 100 Prozent mit erneuerbaren Energien versorgt werden kann.

Zunächst veranstaltete das Fraunhofer IBP eine Reihe von Workshops, in denen interdisziplinäre Teilnehmer aus Industrie, Verbänden, Vereinen und Gewerbe bei der inhaltlichen Anpassung halfen, den regionalen Bezug des Konzepts stärkten und dafür sorgten, dass soziale Aspekte der Energiewende mit aufgenommen werden. Die Forscher berechneten, wie viel Energie sich typischerweise in den einzelnen Sektoren Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie einsparen lässt – und stellten zukunftsweisende Versorgungskonzepte im Jahr 2050 dar. Wesentliche Bestandteile

waren Fern- und Nahwärme, Wärmepumpen und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen. Ein weiterer Schwerpunkt bestand in einer nachhaltigen Mobilitätsstrategie bis zum Jahr 2050. Zur jeder der vorgestellten Maßnahmen wurde eine Hemmnis- und Akteursanalyse vorgenommen. Zudem betrachteten die Wissenschaftler ökonomische Aspekte. So analysierten sie etwa die Finanzströme in Frankfurt und Umgebung.

Anhand der Einsparpotenziale skizzierten die Wissenschaftler zwei Szenarien für die Entwicklung der Stadt Frankfurt. Im Referenzszenario gingen sie davon aus, dass die Maßnahmen aus dem Generalkonzept inkonsequent umgesetzt werden, im Zielkonzept legten sie eine vollständige Ausschöpfung der berechneten Einsparpotenziale zugrunde.

Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES und der Klima und Energieeffizienz Agentur KEEA errechneten die erneuerbaren Energiepotenziale für die Stadt Frankfurt am Main und den Regionalverband. Zusammen mit den vom Fraunhofer IBP berechneten Einsparpotenzialen fließen die Ergebnisse in der stündlichen Simulation zusammen, die vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE durchgeführt wird. Das Modell berechnet eine ökonomisch optimierte Energieversorgung für die Stadt Frankfurt am Main – basierend auf erneuerbaren Energien.

2 Teilnehmer aus Industrie, Verbänden, Vereinen und Gewerbe brachten mit regionalem Bezug ihren Teil in die Konzepterstellung ein.

INNOVATIVE FASSADEN ENTWICKELN UND PRÜFEN

TECHNISCHER MOCK-UP – ÜBERPRÜFUNG VON FUNKTION SOWIE SICHERSTELLUNG DER EINHALTUNG DES KOSTEN-RAHMENS IM AUFBAU UND IM BETRIEB BEREITS VOR DER UMSETZUNG

3 Außenansicht VERU-Gebäude mit der Mock-up-Fassade.

Der Neubau eines Bürogebäudes eines großen Unternehmens steht an. Forscher des Fraunhofer IBP untersuchen an der Versuchseinrichtung für energetische und raumklimatische Untersuchung (VERU) am Standort Holzkirchen in diesem Zusammenhang ein neuartiges Fassadenkonzept – und zwar eine einschalige Fassade mit vollflächiger Sonnenschutzverglasung und einem innen liegenden Sonnenscreen. Damit sich die Räume auch bei starker Sonnenstrahlung nicht allzu sehr aufheizen, wird die Abluft aus dem Raum über den Spalt zwischen Sonnenscreen und Außenverglasung geführt, entgegen der Thermik von oben nach unten. Abgesaugt wird die Luft im Bereich des Doppelbodens. So soll dem Raum ein Großteil der solar eingestrahelten Wärme über die Abluft unmittelbar wieder entzogen werden – es bleibt somit auch an heißen, sonnigen Tagen angenehm kühl. Innerhalb des Doppelbodens sind zudem Konvektoren mit Heiz- und Kühlfunktion vorgesehen. Sie bringen konstant Zuluft in den Raum. Darüber hinaus verfügt der Raum über Quellluftauslässe. Ergänzend zur Abluftführung an der Fassade befindet sich eine weitere Abluftstelle im Raum: Wo die Luft abgesaugt wird, lässt sich variieren. Eine Betonkernaktivierung sorgt für eine zusätzliche Flächenkühlung.

Doch funktioniert das Fassaden- und Lüftungskonzept wie geplant? Dies untersuchen die Forscher messtechnisch am VERU-Prüfstand mit einer Mock-up-Fassade im 1:1-Maßstab unter realer Witterung und analysieren, wie sie sich auf den Energieverbrauch und das Raumklima des Arbeitsbereichs auswirkt. Im Laufe der Versuche betrachten die Wissenschaftler dabei zwei unterschiedliche Verglasungen sowie verschiedene Stoffmuster der Sonnenscreens. Die erhaltenen Messdaten können alle Planungsbeteiligten des Büroneubaus über einen gesicherten Zugang zum Messwerterfassungssystem Imedas™ 4 einsehen. Um die Luftströmung bewerten zu können, führen die Forscher zusätzlich Nebelversuche durch und dokumentieren diese über Videoaufzeichnungen. Sie legen die einzelnen Parameter wie Spaltmaße, Abstände und Volumenströme fest, führen auch eine Auswahl des Screenstoffs durch. Diese erfolgt auf Basis der Messergebnisse – in Verbindung mit den raumklimatischen Einflüssen des Screenmaterials. Diese Untersuchungen geben nicht nur den Fachplanern Sicherheit, was die Funktionsweise dieser innovativen Fassade im späteren Betrieb angeht, sondern auch den Bauherren, was die Betriebs- und Wartungskosten der Konstruktion betrifft.

PROJEKTÜBERSICHT

MuFuDaPS-ES – Versuchseinrichtung für energetische, feuchtetechnische und strahlungsphysikalische Untersuchungen an neuartigen Dachsystemen und transparenten Außenkonstruktionen

In-situ-Prüfverfahren – Erarbeitung von Prüfverfahren zur Vereinheitlichung der energetischen Bewertung von großformatigen, transparenten Bausystemen unter In-situ-Randbedingungen

Hybrid Ecoboost – Messtechnische Untersuchung der Funktionsweise der Hybrid-Ecoboost-Kühldecke und ihres Einflusses auf das Raumklima

Raumregelung Radiatorheizung – Messtechnische Untersuchung einer Radiatorheizung mit einem sich hydraulisch selbst abgleichenden System

Smart-Micro-Grid – Monitoring eines Plusenergiegebäudes im Rahmen des Schaufenster-Projekts E-Mobilität in Zusammenarbeit mit der TU München

EEStadt Wolfhagen – Wolfhagen 100%EE, Entwicklung einer nachhaltigen Energieversorgung für die Stadt Wolfhagen

EE+Hyg@TWI – Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasserinstallation

Interaktion EE-Strom, Wärme und Verkehr – Interaktion EE-Strom, Wärme und Verkehr: Die Analyse der Interaktion zwischen den Energieverbrauchssektoren Strom, Wärme/Kälte und Verkehr in Deutschland im Hinblick auf steigende Anteile fluktuierender erneuerbarer Energien im Strombereich unter Berücksichtigung der europäischen Entwicklung

KSI-RüFlö – Klimaschutzkonzepte für Rüsselsheim und Flörsheim am Main

EFFESUS-RTD-Kassel – EFFESUS – Energy Efficiency for EU Historic Districts Sustainability

Netzreaktive Gebäude – Ganzheitliche Bewertung von Bauphysik und Gebäudeenergiesystemen einschließlich ihrer Rolle in der Energiewirtschaft (Energie, Exergie, Leistungsbezug und -abgabe)

Klimaschutzkonzept FFM Konzept – Studie Klimaschutzkonzept: Masterplan 100% Klimaschutz der Stadt Frankfurt am Main. Generalkonzept

Klimaschutzkonzept FFM Stadtteile – Klimaschutzkonzept: Masterplan 100% Klimaschutz der Stadt Frankfurt am Main. Energetische Untersuchung ausgewählter Stadtteile

Sümpfungswasser – Ausbaupotenzial Sumpfungswasserwärme im Rheinischen Braunkohlerevier

ALH 3 – Bewertung der baulichen und anlagentechnischen Planung eines Privatgebäudes

Solare Klimatisierung – Monitoring einer zentralen Energieversorgung aus erneuerbaren Energien für ein Verwaltungszentrum

Plusenergie-Produktion E2.1 – Emissionsoptimierte Plusenergie-Produktionsstätte der Zukunft

BaaS – Buildings as a service (Ecosystem)

DIRECTION – Buildings Management – Demonstration at European Level of Innovative and Replicable Effective Solutions for very Low Energy new Buildings

RetroKit – RetroKit – Toolboxes for systemic retrofitting

Dezentrale Ventilatoren – Einsatz von dezentralen Ventilatoren zur Luftförderung in zentralen RLT-Anlagen

Neubauquartier Riedberg – Entwicklung eines Energieversorgungskonzepts für das Neubauquartier Konrad-Zuse-Straße, Riedberg

DIE ABTEILUNG »GANZHEITLICHE BILANZIERUNG«, KURZ GABI, WURDE 1989 AM INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFPRÜFUNG UND KUNSTSTOFFKUNDE (IKP) DER UNIVERSITÄT STUTTGART GEGRÜNDET. SEIT 2006 IST SIE AM LEHRSTUHL FÜR BAUPHYSIK (LBP) DER UNIVERSITÄT STUTTGART ANGESIEDELT UND IN DER FOLGE SEIT 2008 AUCH AM FRAUNHOFER IBP.



GANZHEITLICHE BILANZIERUNG

Arbeitsschwerpunkt der Abteilung ist die Ganzheitliche Bilanzierung und Analyse von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen. Hierbei werden ökologische, ökonomische, soziale und technische Gesichtspunkte über den gesamten Lebensweg berücksichtigt – und die Entscheidungsfindung somit unterstützt. Forschungsinhalte sind hierbei:


- Ganzheitliche Bilanzierung/Life Cycle Engineering (LCE)
- Ökobilanzierung/Life Cycle Assessment (LCA)
- Lebenszykluskosten/Life Cycle Costing (LCC)
- Soziale Aspekte/Life Cycle Working Environment (LCWE)
- Nachhaltigkeitsbewertung – ökologisch/ökonomisch/sozial – (LCA/LCC/LCWE)
- Umweltgerechte Produktentwicklung/Design for Environment (DfE)
- Umweltproduktdeklarationen/Environmental Product Declarations (EPD)
- Stoffstromanalysen/Material Flow Analysis (MFA)

Sei es bei der Sachbilanzierung, der Wirkungsabschätzung und der Integration sozialer Nachhaltigkeitsbewertung, die Erarbeitung von Methoden ist stark international ausgerichtet. Die Ganzheitliche Bilanzierung kann auch die Kosten über den gesamten Lebenszyklus mit einbeziehen – in Erweiterung der Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040/14044. Zudem gleicht sie die technischen Eigenschaften der untersuchten Produkte und Prozess-Systeme mit ab. In konkreten Projekten verbinden die Forscher lebenswegbezogene Fragestellungen mit übergeordneten Fragen im Bereich technische Machbarkeit, Kapazitäten, Infrastruktur und Stoffstrommanagement.

Die Methode der Ganzheitlichen Bilanzierung wenden die Wissenschaftler der Abteilung GaBi in zahlreichen Projekten an. Auftraggeber sind Industrieunternehmen sowie öffentliche Forschungsförderer. Das vorhandene Know-how geben die Mitarbeiter in Vorlesungen an Studierende technischer Disziplinen weiter. Der ingenieurwissenschaftliche Hintergrund, umfangreiche Projekterfahrung und die erfolgreiche Verknüpfung von Forschung und praktischer Industrieanwendung führen zu qualitativ hochwertigen, verlässlichen und kundenorientierten Lösungen. Die entwickelten Tools und Datenbanken werden weltweit in Industrie, Forschung und Beratung zur Nachhaltigkeitsbewertung eingesetzt.

Ansprechpartner

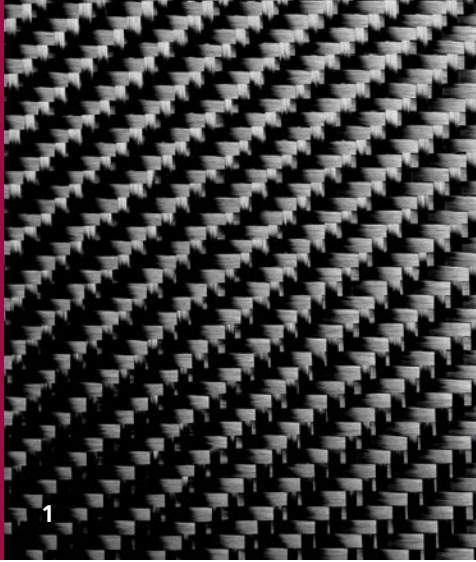
Dipl.-Ing. Matthias Fischer
Telefon +49 711 970-3155
matthias.fischer@ibp.fraunhofer.de



PROJEKTE

73 PROJEKT MAI ENVIRO

74 SBS BUILDING SUSTAINABILITY



PROJEKT MAI ENVIRO

FERTIGUNG VON FASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFEN – ENERGETISCH UND ÖKOBILANZIELL ANALYSIERT

Die Rohstoff- und Energieressourcen schwinden, das Umweltbewusstsein steigt – aus diesem Grund gehören Leichtbauweisen zu den wichtigsten Zukunftstechnologien im Flugzeug-, Fahrzeug- und Maschinenbau. Die größte Bedeutung haben hierbei kohlefaserverstärkte Kunststoffe, kurz CFK: Das technische Produkt wird leichter, der Spritverbrauch sinkt. Kurzum: Der Energiebedarf während der Nutzungsphase minimiert sich erheblich. Die Umweltwirkungen bei der CFK-Herstellung, Recycling oder Entsorgung sind allerdings noch vergleichsweise hoch. Sollen durch CFK-Strukturen die Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus der Maschinen reduziert werden, muss man die ökologischen Folgen der Herstellung von kohlefaserverstärkten Kunststoffen im Detail kennen. Belastbare Daten über die Umweltwirkungen der Herstellung von CFK waren bisher jedoch Mangelware.

Diese Situation hat sich nun grundlegend geändert. Im Projekt MAI Enviro wurden unter Federführung des Spitzenclusters MAI Carbon und mit der Unterstützung zahlreicher Industriepartner Produktionsdaten von CFK entlang der gesamten Wertschöpfungskette erfasst.

Forscher der Projektgruppe Funktionsintegrierter Leichtbau des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie ICT haben verschiedene Anlagen der CFK-Produktion hinsichtlich ihrer Prozessparameter und ihres Energiebedarfs vermessen.

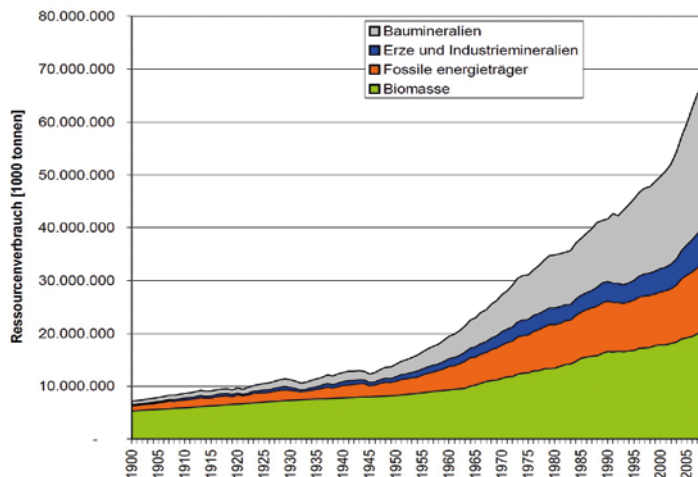
Die Ergebnisse dieser Datenerfassung dienen als Basis für die energetische und umwelttechnische Analyse der CFK-Herstellung, die die Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung des Fraunhofer IBP durchführte. Dafür wurden die erfassten Daten zunächst in ein parametrisiertes Modell übertragen. Mit ihm lassen sich die Massen- und die Energiebilanz berechnen – und damit auch der Prozessenergiebedarf, der Primärenergiebedarf und die Umweltwirkung der Herstellung von CFK.

Die Ergebnisse der Analyse zeigen klar die Stellschrauben für eine energetisch und umwelttechnisch optimierte Herstellung und den Einsatz von CFK-Strukturen auf. Ein Großteil der Entwicklungsarbeiten, die derzeit im Rahmen des Spitzenclusters MAI Carbon gefördert werden, setzen bereits an den richtigen Stellschrauben an: Der Primärenergiebedarf bei der Herstellung von CFK dürfte sich künftig erheblich reduzieren, und auch die Umweltwirkungen werden sinken.

1 Kohlefaserverstärkte Kunststoffe: das geringe Gewicht eröffnet ein großes Einsatzgebiet.

Bild links: Durch die Vermessung der Parameter von CFK-Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen kann der Energiebedarf ermittelt werden.

© Carbon Composites / SGL Carbon



2

SBS BUILDING SUSTAINABILITY

SOFTWARE VEREINFACHT ÖKOBILANZIERUNG

Gebäude haben in puncto Energieeffizienz in den letzten 30 Jahren große Fortschritte gemacht, von der Wärmeschutzverordnung bis hin zur Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014. Nichtsdestotrotz zählt der Baubereich noch immer zu den Spitzenreitern, was den Energieverbrauch angeht – in naher Zukunft könnte er sogar zum größten Ressourcenverbraucher weltweit aufsteigen.

Baumaterialien rücken daher immer mehr in den Fokus, ebenso wie ihr energetischer und umwelttechnischer Rucksack. Mithilfe der Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment – LCA) lassen sich diese Aspekte erfassen, für verschiedene Alternativen analysieren und entsprechend optimieren. Gerade im nachhaltigen Bauen, etwa bei der Gebäudezertifizierung, stößt die Ökobilanzierung zunehmend auf Interesse. Damit auch Personenkreise, denen das nötige Know-how fehlt, eine Gebäude-Ökobilanz schnell und unkompliziert erstellen können, hat die Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung des Fraunhofer IBP eine entsprechende Software entwickelt – die SBS Building Sustainability.

Dieses Software-Tool unterstützt Architekten, Planer und Nicht-Ökobilanzexperten dabei, Gebäude-Ökobilanzen für Zertifizierungssysteme zu erstellen. Zudem dient es als Informationsplattform für Machbarkeits- und

Umsetzungsstudien. Die Nutzer können gängige Bauteilkonstruktionen aus einem umfangreichen Katalog auswählen und komplexe Gebäude somit einfach und schnell abbilden. Zudem haben sie die Möglichkeit, detailspezifische Konstruktionen zu erstellen und unterschiedliche Aufbauten und Zusammenstellungen miteinander zu vergleichen. Sprich: Die Software identifiziert die umweltfreundlichste Konstruktion. Ein Mausklick reicht aus und das Programm berechnet die relevanten Parameter für die jeweilige Gebäudezertifizierung.

SBS Building Sustainability ist sehr bedienerfreundlich

So sorgen Schnittstellen dafür, dass Gebäudeinformationen wie Geometrien und Materialeigenschaften direkt aus Architekturprogrammen in die Software übertragen werden. Und die Lebenszykluskostenrechnung erfasst sowohl die umwelttechnische als auch die ökonomische Qualität des Gebäudes auf konsistente Weise.

In vielen europäischen Forschungsprojekten wurde die Software bereits getestet, darunter OPEN HOUSE und COST EFFECTIVE. Darüber hinaus nutzen die Hochschule Augsburg und die Technische Universität München das Programm für Schulungen.

2 Ressourcenverbrauch weltweit 1990 – 2005 (Krausmann et al., 2009).

PROJEKTÜBERSICHT

Biodiversitäts-Wirkungs-
abschätzung von
Produktsystemen

CHIC – Clean Hydrogen In
European Cities

Clean Sky Initiative

CommONEnergy –
reconceptualize shopping
malls from consumerism to
energy conservation

Comparative LCA study of
fossil and biofuels

Diesel Katalysator Light-
Off/Out Unterstützung

DIRECTION – Demonstration
at European Level of Innova-
tive and Replicable Effective
Solutions for very Low Energy
new Buildings

ECO-SEE – Eco-innovative,
Safe and Energy Efficient wall
panels and materials for a
healthier indoor environment

EVREST – Electric Vehicle
with Range Extender as a
Sustainable Technology

Holz R3 – Ressourcen-
schonend, Regional, Robo-
tisch gefertigt – Holzleichtbau
und digitale Planung für das
Bauen im Bestand

HyTEC – Hydrogen Transport
in European Cities

INTRA r3+ – Integration und
Transfer der r3 Forschungs-
ergebnisse zur nachhaltigen
Sicherung strategischer
Metalle und Mineralien

LCA von Fertigungsprozessen

Leitfaden Nachhaltigkeitsma-
nagement – Integration und
Kommunikation von Nachhal-
tigkeit in außeruniversitären
Forschungseinrichtungen

E³-Produktion –
Fraunhofer-Leitprojekt

MONA – Monitoring des Bio-
methanproduktionsprozesses

NaBrüEis – Ganzheitliche
Bewertung von Stahl- und Ver-
bundeisenbahnbrücken nach
Kriterien der Nachhaltigkeit

PlasCarb – Innovative plasma
based transformation of food
waste into high value gra-
phitic carbon and renewable
hydrogen

Power&Biomass2Gas –
Methanisierung von erneuer-
barem Lastspitzenstrom

PraxPerform E – Bewertung
der Praxistauglichkeit und Um-
weltperformance von Elektro-
Pkw und Nutzfahrzeugen

RheinMobil – Französisch-
deutsche, grenzüberschrei-
tende Erfahrungen in der
E-Mobilität durch vernetzte
Flottenversuche

SESAM – Gewinnung von
Sekundärrohstoffen aus Flug-
aschen der Müllverbrennung

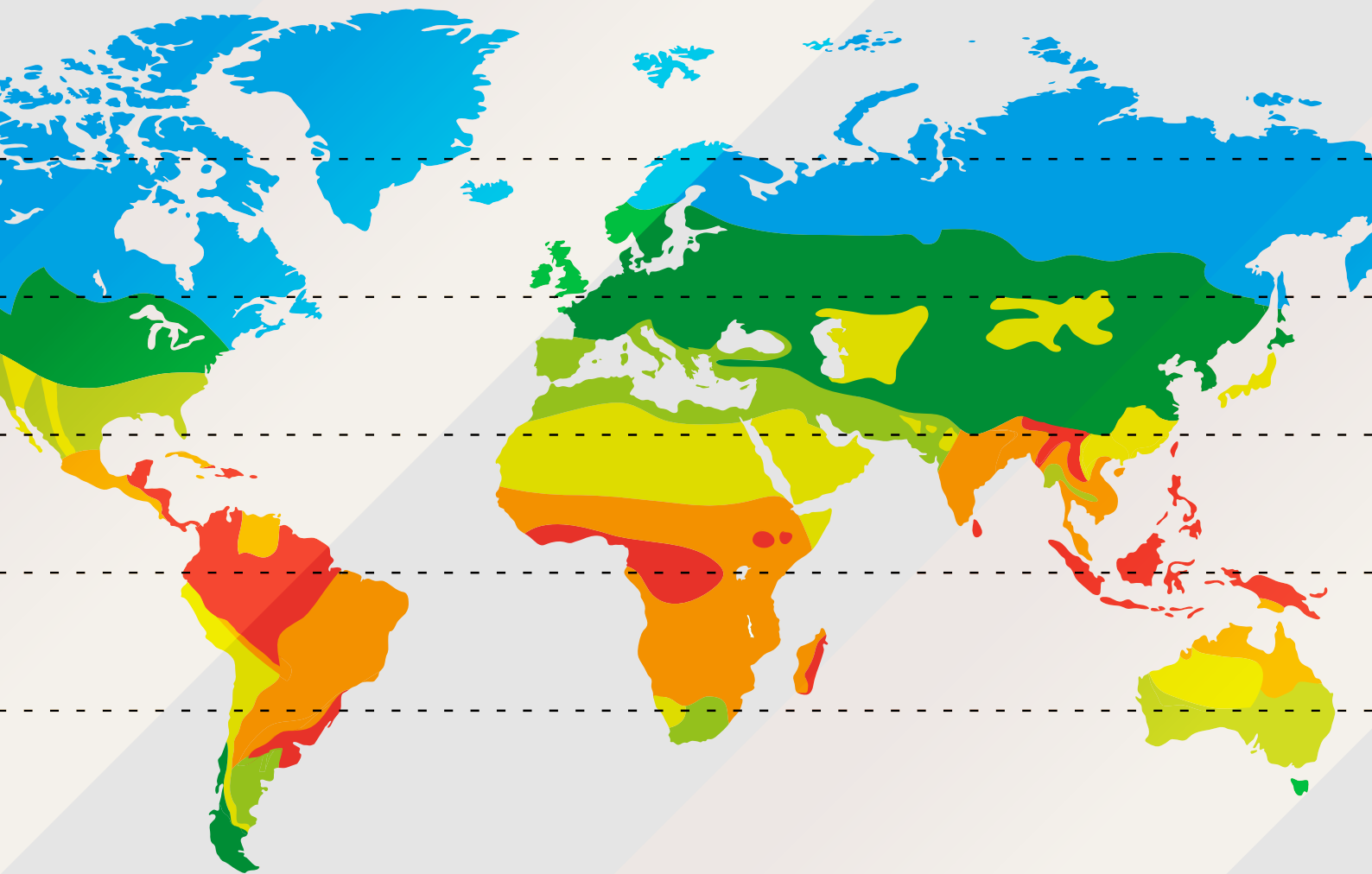
SFB Bionik/TRR 141 –
Biological Design and Inte-
grative Structures. Analysis,
Simulation and Implementa-
tion in Architecture

SunFire – Aufarbeitung von
CO₂ und H₂O zu flüssigen
Brenn- und Kraftstoffen
unter Einkopplung erneuer-
barer Energie

Waste2Go – Development
and verification of an
innovative full life sustainable
approach to the valorisation
of MSW into industrial
feedstocks

Bebauung Karlstraße –
Wissenschaftliche Begleitung
während der Planung und
Gebäudeerrichtung der SWU
GmbH am Projekt

WIE VERHALTEN SICH BAUSTOFFE, BAUTEILE ODER AUCH GANZE GEBÄUDE-
KOMPLEXE HINSICHTLICH WÄRME UND FEUCHTE? AUF DIESE FRAGESTELLUNG
HAT SICH DIE ABTEILUNG HYGROTHERMIK SPEZIALISIERT.



HYGROTHERMIK

Dazu gehört auch die Analyse des energetischen und feuchte-technischen Verhaltens von Anlagen der Raumluftechnik – und deren Interaktion mit der Gebäudehülle und weiteren hygrothermischen Speichermassen. Solche Analysen bilden die Basis dafür, die Anlagentechnik optimal auszulegen und auf den geplanten Betrieb eines Gebäudes zuzuschneiden.

Die Forscher prüfen Materialien, untersuchen aber auch ganze Bauteile und Anlagenkomponenten im Labor – und passen sie bei Bedarf an. Die notwendigen Praxistests nehmen sie über Freilandversuche vor, durch Klimasimulationen in entsprechenden Differenzklimakammern sowie über speziell am Fraunhofer IBP entwickelte neue Prüfverfahren. Einen wesentlichen Bestandteil der Aktivitäten stellt auch die Entwicklung und Anwendung numerischer Simulationsmodelle dar. Wie verhalten sich Gebäude und Anlagen energetisch? Und wie steht es um den klimabedingten Feuchteschutz von Baukonstruktionen? Diese Fragen können die Wissenschaftler umfassend beurteilen, denn die Abteilung verfügt über langjährige Erfahrungen mit experimentellen wie auch rechnerischen Untersuchungsmethoden. Darüber hinaus ermöglicht das Know-how, Bauprodukte gezielt zu optimieren – bis hin zur Entwicklung von neuartigen Anlagen, Baustoffen und Bausystemen.

Planer und Ausführende sehen sich neuen Herausforderungen gegenüber, die ohne eine vertiefte Kenntnis der hygrothermischen Zusammenhänge nicht zu bewältigen sind: So gilt es, Energie zu sparen, gleichzeitig wachsen die Komfortansprüche und der Gebäudesektor soll sich nachhaltig entwickeln. Am Institutssitz in Stuttgart ist die Gruppe »Wärmekennwerte und labortechnische Klimasimulation« angesiedelt. Mit ihrer Zuarbeit kann die Abteilung alle Stoffkennwerte intern bestimmen, die für die hygrothermische Simulation notwendig sind. Die Gruppe verbindet auch die rechnerische mit der labortechnischen Klimasimulation. Mithilfe ständig verbesserter Klimasimulatoren lassen sich die Beanspruchungen, die in der Praxis am Bauteil auftreten, im Labor realitätsnah nachbilden. In diesem Zusammenhang kalibrieren und entwickeln die Forscher des Fraunhofer IBP zurzeit einen großen Sonnensimulator: Er erlaubt es, die Auswirkung kurzweiliger Strahlung auf großflächige opake und transparente Bauteile zu bestimmen. Das Besondere: Die Divergenz der Strahlung ist gering, gleichzeitig verteilt sich die Bestrahlung homogen auf eine Fläche von sechs Quadratmetern. Dies konnte bisher nicht in dieser Qualität erreicht werden. Denn um beispielsweise Verschattungselemente und Reflektoren im Scheibenzwischenraum von Sonnenschutzverglasungen realitätsnah prüfen zu können, braucht man eine möglichst parallele Strahlung – ansonsten würde das Ergebnis verfälscht.

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Hartwig M. Künzel

Telefon +49 8024 643-245

hartwig.kuenzel@ibp.fraunhofer.de



79 QUALITÄT AM BAU – AUCH IN CHINA

80 UNTERESTRICHTROCKNUNG UND
WANDTROCKNUNG NACH WASSERSCHÄDEN

81 HYGROTHERMISCHE REFERENZJAHRE UND
LOKALKLIMAMODELLE



QUALITÄT AM BAU – AUCH IN CHINA

KULTUR- UND KLIMAGERECHTE BAUKONSTRUKTIONEN AUF DER BASIS VON HYGROTHERMISCHER FACHKOMPETENZ

Die Baubranche in China boomt – ist die extreme Bautätigkeit doch ein wesentlicher Faktor, um das Wirtschaftswachstum in China zu erhalten. Dieser Trend ist seit Jahren ungebrochen. Nirgendwo anders entstehen derzeit so viele neue Baukonstruktionen wie in dem fernöstlichen Land. Was die Baukonzepte der Gebäude angeht, so unterscheiden sie sich technisch von denen, die in Deutschland üblich sind. Und das mindestens in zwei wesentlichen Punkten:

- Die Urbanisierung in China steigt rasant, die städtische Bauweise ist daher sehr kompakt. Anders gesagt: Sowohl Wohngebäude als auch Bürogebäude werden als Hochhäuser errichtet, ein Haus steht eng am nächsten. Für die Energieeffizienz kann diese enge Nachbarschaft Vorteile bringen. Doch die kompakte Bauweise hat auch eine Kehrseite in puncto Energieeffizienz. Viele Maßnahmen, die in Deutschland erprobt und verbreitet sind, lassen sich aufgrund der Enge nur bedingt umsetzen. Denn die Flächen, die am Gebäude oder auf dem Grundstück zur Verfügung stehen, reichen meist nicht aus. Sie sind zu klein, um einen ausreichenden Anteil des Energieverbrauchs durch erneuerbare Energie zu decken – sei es nun über Geothermie, Solarthermie oder Photovoltaik.

- Während Deutschland und im Wesentlichen auch Europa in einer einzigen Klimazone liegt, erstreckt sich China über verschiedenste Klimabereiche. Die Bauprodukte und -konzepte, die hierzulande entwickelt werden, können daher nicht eins zu eins übertragen werden. Entsprechen sie den klimatischen wie kulturellen Anforderungen? Dies gilt es zu überprüfen. Mehr noch: Die Produkte und Konzepte sollten zukunftsorientiert und mit nachhaltiger Qualität weiterentwickelt werden.

Über die letzten Jahre baute die Abteilung Hygrothermik – zusammen mit anderen Abteilungen des Fraunhofer IBP – ihre Kompetenz in Bezug auf klimagerechtes Bauen und marktorientierte Lösungen in Ostasien in zahlreichen Industrieprojekten aus. Dies eröffnete immer neue Fragestellungen und bot die Chance, das Spektrum der Lösungsmöglichkeiten zu erweitern.

Speziell in China zeigte die Premiere des BAU Congress in Peking und die ersten WUFI®-Seminare in Shanghai den hohen Bedarf an Lösungen in diesem Kontext.

Die Zahl der Messebesucher und Kongressteilnehmer übertraf alle Erwartungen.

1 Das Motto des BAU Congress China lautete »Better Building – Better Life« und demonstrierte, wie durch das Zusammenwirken von Planung, Produktentwicklung und Nachhaltigkeitszertifizierung mehr Bauqualität erreicht werden kann.

2 Das Plenum der Kongressveranstaltung füllte sich bis zum letzten Stehplatz beim Vortrag von Dr. Hartwig Künzel zum Thema »City of Tomorrow – Balancing comfort requirements and future energy supply«.



3



4

UNTERESTRICHTROCKNUNG UND WANDTROCKNUNG NACH WASSERSCHÄDEN

3 Durchfeuchtung der Ziegelwände mit Dämmfüllungen nach Erzeugung eines Wasserschadens.

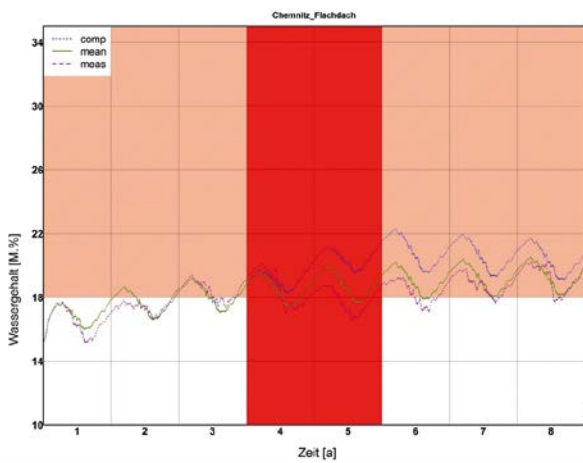
4 Gesamtansicht der vier Prüfräume mit Folienzelt im Klimasimulator.

Tröpfchen für Tröpfchen sickert das Wasser aus der undichten Leitung in die Wand – und bleibt oftmals wochenlang unbemerkt. Erst wenn an Wänden oder der Decke die typischen Flecken auftauchen, wird das Malheur sichtbar. Ein solches Szenario ist kein Einzelfall. Über eine Million Wasserschäden aufgrund undichter Wasserleitungen werden jedes Jahr in Deutschland registriert. Die Ursache liegt meist in undichten veralteten Leitungen, aber auch Frost-Tau-Wechsel, falsche Montage und Überschwemmungen können der Grund sein. Mögliche Folgen: Schimmel bildet sich, Baustoffe und Beläge quellen auf, statische Probleme treten auf. Bautrocknungsfirmen stehen jedoch zunehmend vor neuen Herausforderungen, denn die vielen unterschiedlichen Baumaterialien – seien es mit Wärmedämmung gefüllte Ziegelsteine oder dampfdichte Folien – werden beliebig kombiniert. Spezialwissen ist nötig, um die richtige Trocknungsmethodik auszuwählen.

Die Forscher vom Fraunhofer IBP haben daher im industriellen Auftrag verschiedene Baumaterialien untersucht. Wie steht es um ihr Trocknungsverhalten? Analysiert wurden vier Fußbodenaufbauten mit Estrich und EPS-Dämmschichten sowie die jeweils drei angrenzenden Wände in Ziegelbauweise mit

wärmeisolierten Kammern. Um die Materialien zu trocknen, kamen Unterboden- und Wandtrocknungssysteme und -techniken zum Einsatz. Die Wissenschaftler erstellten vier identische Versuchsräume im Klimasimulator des Fraunhofer IBP in Stuttgart, fluteten die Fußböden zwei Wochen lang mit Wasser und erzeugten somit einen Wasserschaden. Während der Versuche herrschte in allen Räumen die gleiche Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit – die Umgebungsbedingungen waren also identisch. Bei drei Versuchsräumen setzten die Forscher unterschiedliche Trocknungsvarianten ein – einmal ein Unterestrichtrocknungssystem mit Absorptionstrockner, im nächsten Raum ein Unterestrichtrocknungssystem mit Infrarotstrahlungsheizplatten vor den Wänden und im dritten Raum ein Unterestrichtrocknungssystem, welches mit erhöhter Luftgeschwindigkeit betrieben wurde. Der vierte Raum diente als Referenz. Die Trocknungssysteme liefen drei Wochen, nach einer dreitägigen Pause wurden sie erneut für zwei Wochen eingeschaltet.

Aus den umfangreichen Messdaten leiteten die Wissenschaftler Erkenntnisse über die Trocknungsprozesse, die Wirksamkeit der angewendeten Trocknungstechniken und die Bewertung der Trocknungsniveaus ab.



5



HYGROTHERMISCHE REFERENZJAHRE UND LOKALKLIMAMODELLE

Wie wirkt sich Schlagregen auf die Außenbauteile eines Gebäudes aus? Wie hoch ist die Tauwassergefahr in Bauteilen? Und wie sind die hygrothermischen Bedingungen – also die Feuchte und die Temperatur – im Raum in Abhängigkeit vom Außenklima? Solche und ähnliche Fragen sollen hygrothermische Simulationen beantworten. Für sie greift man meist auf Klimadaten zurück, die für die Bemessung von Heiz- und Kühlsystemen ausgewählt wurden und daher vor allem die Temperatur berücksichtigen – für die hygrothermischen Bauteilbemessung eignen sie sich nur bedingt.

Im EnOB-Forschungsprojekt erstellten die Wissenschaftler des Fraunhofer IBP nun neue hygrothermische Referenzjahre für Deutschland, die sowohl die Temperatur und die Strahlung als auch die Luftfeuchte und den Niederschlag repräsentativ für die jeweilige Klimaregion wiedergeben. Kurzum: Die Klimadaten enthalten thermische und hygrische Angaben, wie sie für die jeweilige Gegend typisch sind. Die zehn Zonen, in die die Forscher Deutschland dabei eingeteilt haben, orientieren sich an den Testreferenzjahr-Regionen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) mit den jeweiligen Referenzstandorten.

Neben den mittleren Jahren ermittelten die Forscher auch kritische Jahre, die in bestimmten Kombinationen ein kritisch-repräsentatives Szenario ergeben. Denn manche Schäden treten nur bei singulären Ereignissen auf, etwa bei extrem niedrigen Temperaturen, die bei den mittleren Jahren nicht auftreten. Reiht man andererseits extreme Jahre aneinander, führt dies in der Simulation schnell zum Versagen von Bauteilen, die sich real gut bewährt haben. Die Kombination aus mittleren und kritischen Jahren stellt somit ein besonderes Szenario dar. Abbildung 5 zeigt die Aneinanderreihung von drei mittleren, dann zwei kritischen und am Ende nochmal drei mittleren Klimajahren im Vergleich mit der realen Messreihe. Dies verdeutlicht, dass sich mit den kritisch repräsentativen Jahren auch extreme Wetterlagen abdecken lassen.

Ergänzend zu den hygrothermischen Referenzjahren entwickelten die Forscher Lokalklimamodelle: Diese ermöglichen es, das regionale Klima auf die spezifischen Bedingungen vor Ort anzupassen – etwa die Lage des zu beurteilenden Gebäudes inmitten einer Stadt, am See oder auf einem Berg. Für die hygrothermische Bemessung von Bauteilen steht dem Planer damit künftig eine umfangreiche, spezifische und sichere Datenbasis zur Verfügung.

5 *Simulierte Holzfeuchte in der Schalung eines Flachdachs in Chemnitz über einen Zeitraum von 8 Jahren bei Verwendung realer Messdaten (violett), des mittleren Jahres (grün) sowie einer Kombination aus drei mittleren, zwei kritischen (rot markierter Bereich) und wieder drei mittleren Jahren (blau).*

PROJEKTÜBERSICHT

Bauherrenberatung zur Planung und Realisierung eines nachhaltig gebauten Bürohochhauses in Südchina
Industrieauftrag VR China

Untersuchung der Leistungsaufnahme, der raumklimatischen Wirkung und der Gebrauchsfunktion von Vorrichtungen zur Raumklimatisierung und Entfeuchtung

Entwicklung von Raumklimamodellen für unbeheizte Nebenräume wie Dachböden und Kellerräume
Bestandteil des EnOB Klimaprojekts

Ermittlung effektiver Oberflächenübergangparameter für Wärme und Feuchte bei verschiedenen Dacheindeckungen
Bestandteil des EnOB Klimaprojekts

Genauere Quantifizierung des Feuchteintrags über Infiltration in Leichtbauteile anhand von Labor- und Freilandversuchen zur Verfeinerung bestehender Prognosemodelle
Industrieauftrag, Deutschland

Auswirkung von Feuchte auf das energetische Verhalten von Dachdämmungen
Industrieauftrag, Deutschland

Ermittlung von repräsentativen hygrothermischen Kennwerten aktueller Holzwerkstoffe für die Verwendung in Simulationsprogrammen
Industrielle Forschungsförderung, Deutschland.

Definition der Anwendungsbereiche feuchtevariabler Dampfbremsen in Leichtbaukonstruktionen für verschiedene Nutzungen und Klimabedingungen für die Zulassung in Frankreich
Industrieauftrag, Deutschland

Definition der Anwendungsbereiche von Massivholzbauteilen ohne Dampfbremse für verschiedene Nutzungen und Klimabedingungen für die Zulassung in Frankreich
Industrieauftrag, Frankreich

Vergleich des langfristigen Dämm- und Feuchteverhaltens verschiedener Dämmstoffe für die Isolierung von Kühlmittelrohren
Industrieauftrag, USA

Feuchteverhalten und Dauerhaftigkeit von WDVS-Dämmplatten aus Naturfasern bei Berücksichtigung bautypischer Imperfektionen bei Luft- und Schlagregendichtheit
Industrieauftrag, Deutschland

Beurteilung des Risikos von Feuchteakkumulationen in der Hülle von gekühlten Wassertanks in Nigeria.
Industrieauftrag, Nigeria

Freilanduntersuchungen zum hygrothermischen Verhalten von Wärmedämmverbundsystemen mit dampfdichten Außenbekleidungen
Industrieauftrag Deutschland

Feuchteintrag über Leckagen an Gebäuden in Holzständerbauweise
Industrieauftrag Deutschland

Energieeffizienzsteigerung durch Innendämmsysteme
Projekträger Jülich, BMWi

Entwicklung von Modellen zur Generierung hygrothermischer Kennwerte von Holzwerkstoffen zur numerischen Simulation
AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen

Bestimmung von feuchte-technischen Kennwerten verschiedener Materialien für die Aufnahme in die WUFI® Datenbank
Industrieaufträge Deutschland

Ermittlung von Kapillarspezifischen Koeffizienten von kapillaraktiven Innendämmmaterialien
Industrieaufträge Deutschland

Prüfungen zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit an Bau- und Dämmstoffen
Industrieaufträge International

Handwerkskammer Bildungszentrum Münster – Fachwerk-Kompetenzzentrum Haus Kump

Begutachtung von existierenden Wärmedämm-Verbundsystemen zum Nachweis ihrer Langzeitwirkung

Freilanduntersuchungen am Flexdach zu Leckageströmen

Feuchtetechnische Freilanduntersuchungen an Fassadenelementen mit Foamglass

ECO-SEE – Eco-innovative, safe and energy efficient wall panels and materials for a healthier indoor environment

Energetisches Bewertungsverfahren für Bestandsgebäude mit Holzbalkendecken – Bauphysikalisches Verhalten von Hölzern

Energetische Untersuchungen und Optimierung von Innendämmungen

Erarbeitung von Prüfverfahren zur Vereinheitlichung der energetischen Bewertung von großformatigen, transparenten Bausystemen unter In-situ-Randbedingungen

Freilanduntersuchungen zum Einsatz von Schaumglasgranulat als Perimeterdämmung und als Bodendämmung

Innovative Wandheizungen-Untersuchungen am realen denkmalgeschützten Objekt

EU-Projekt zum Einfluss des Klimawandels auf die Kulturgüter (Damage risk assessment, economic impact and mitigation strategies for sustainable preservation of cultural heritage in the times of climate change)

Untersuchung zum hygrothermischen Verhalten einer Bodenplattendämmung in der Alten Schäferei in Benediktbeuern

Untersuchungen zum Einfluss der Wasseraufnahme verschiedener Dämmstoffe in Dachkonstruktionen auf deren thermisches Verhalten

Diverse Kleinaufträge zur hygrothermischen Berechnung

Zahlreiche Prüfungen im Rahmen der Anerkennung als notifizierte Prüfstelle mit der Kenn-Nummer 1004 für den Bereich Fenster, Türen nach der Produktnorm DIN EN 14351-1, für Fassaden nach DIN EN 13830 und für Wärmedämmstoffe für die technische Gebäudeausrüstung nach DIN EN 14304 (Elastomerschaum) und DIN EN 14313 (Polyethylen-schaum)

Hygrothermische Untersuchungen an 3 unterschiedlichen Sandwichsystemen im Dreikammerklimasimulator

Unterestrichtrocknung und Wandtrocknung nach Wasserschäden. Versuche im Klimasimulator

Erstprüfungen für Rohrdämmstoffe

Industrieaufträge

Güteüberwachung, Überprüfung der werkseigenen Produktionskontrolle und Kennwerteermittlung von Dämmstoffen im Rahmen von bauaufsichtlichen Zulassungen.

Industrieaufträge Deutschland, Schweiz, Frankreich, Belgien, Niederlande, England

Prüfungen zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit von Dämm- und Baustoffen, sowie Fahrzeug, Bahn- und Flugzeugkomponenten

Prüfungen zur Luftdurchlässigkeit, Schlagregendichtheit und Windwiderstandsfähigkeit von Fenstern, Türen, Fassaden, Dächern und sonstigen Bauteilen

U-Wert-Berechnungen und -messungen von Fensterrahmen, Membranprofilen, Fassadenbauteilen, Lichtkuppeln, Stegplatten, Lichtbändern, Schwimmbadabdeckungen u. a.

Berechnungen zur Ermittlung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit von Mauerwerk

 Untersuchungen, gutachterliche Tätigkeit und Stellungnahmen zur Tauwasserproblematik an Fenstern und Fassaden

 Thermische Analyse, Optimierung und Bestimmung der wärmetechnischen Kennwerte U_{sb} , f_{Rsi} und μ von Fenster- und Rollladenkonstruktionen sowie deren Einbauvarianten

Industrieaufträge Deutschland

 Hygrothermische Untersuchungen an und in Fassadenbauteilen

Industrieauftrag Deutschland

 Untersuchungen zur Wirksamkeit natürlicher Lüftungsvorgänge in Wohn- und Bürogebäuden

Industrieauftrag Deutschland

Hygrothermische, mehrmonatige Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit von Leichtbau-Außenwandkonstruktionen im Berechnungsprüfstand und im Dreikammer-Klimasimulator unter Berücksichtigung bulgarischer Klimaverhältnisse

Industrieauftrag Deutschland

 Vor-Ort-Begutachtungen und Analysen zur Tauwasser- und Schlagregenproblematik an transparenten Fassadenbauteilen in einem mehrstöckigen Büro- und Wohngebäude

Industrieauftrag Deutschland

 Untersuchungen des Foggingverhaltens von Komponenten in geschlossenen Fassadensystemen unter sommerlichen Randbedingungen

Diverse Industrieaufträge

Ermittlung langwelliger Emissionsgrade sowie von SRI-Werten an unterschiedlichen Baustoffoberflächen wie z. B. Anstriche, innen liegendem Sonnenschutz, Verbund-Wärmedämmplatten, Dachabdichtungen, Unterspannbahnen, Textilfassaden, Blechdächer und Betonfertigteile, Verkehrsflächen z.T. nach künstlicher Alterung, im nassen Zustand und für stark strukturierte Proben wie z. B. Kiesschüttungen

Diverse Industrieaufträge

 Ermittlung von g-Werten an bedruckten Verglasungen und transluzenten, organischen Fassadenbauteilen nach dem kalorimetrischen Verfahren

Diverse Industrieaufträge

 Ermittlung des Bauteilverhaltens von Deckenelementen für Schienenfahrzeuge unter Klimawechselbelastung

Industrieauftrag Österreich

Ermittlung der Dauerhaftigkeit und strahlungstechnischer Kennwerte von Gläsern mit keramischen Digitaldrucken

Industrieauftrag Österreich

 Untersuchung des mechanischen Verhaltens von Fensteranschlussfugen unter statischen und dynamischen Belastungen

Industrieauftrag

 Dauerfunktionsprüfung von Verglasungen mit Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum

Industrieauftrag

 Erprobung von Verbundfensterkonstruktionen samt Beschlägen unter zyklischer Temperaturwechselbelastung

Industrieauftrag

 Künstliche Bewitterung von organischen Fassadenbauteilen durch kombinierte Belastung mit Temperatur, Feuchte und UV-Strahlung

Diverse Industrieaufträge

Ermittlung mechanischer Kennwerte im Rahmen der Güteüberwachung oder zur Analyse der Gebrauchstauglichkeit z. B. an Dämmstoffen verschiedenster Art, organischen Fassadenbauteilen, Fensterbeschlägen

Diverse Industriefaufträge

Spektralradiometrische Vermessung von Beleuchtungseinrichtungen in Laboren und Reinräumen

Industriefauftrag

Ermittlung der zu erwartenden Maximaltemperaturen in Außenwandkonstruktionen aus Trockenbauplatten mit vorgesetzten Funktionsgläsern für nord- und südeuropäische Länder

Industriefauftrag

Lüftungsmodell

Projekträger Jülich, BMWi

Energieoptimiertes Bauen: Deutsche Mitarbeit im ECBCS-Annex RAP-RETRO Teil A: Einfluss des Benutzerverhaltens auf das energetische und raumklimatische Verhalten von Gebäuden Teil B: Weiterentwicklung von WUFI® Plus zur einfachen thermischen Gebäudesimulation für die Praxis

Climate for Culture (FP7-ENV-2008-1 Theme 6. Environment, Grant Agreement No. 226973)

Damage risk assessment, economic impact and mitigation strategies for sustainable preservation of cultural heritage in the times of climate change

Wood Energy Emissions Experience (WEEE) – Impact of the moisture buffering effect of wooden materials on energy demand and comfort conditions

Industriefauftrag Norwegen

Voruntersuchung des notwendigen Dampfdiffusionswiderstands bei Feuchtigkeitssperren nach DIN 18195-4

Industriefauftrag Deutschland

Natürliche Lüftung – Büroneubau H. O. Schlüter

Industriefauftrag Deutschland

Simulationsstudie zur Bewertung der Effektivität der Lüftung durch Parallelabstellfenster im Wohnhausbereich

Industriefauftrag Deutschland

Gebäudesimulation zum Sanierungsvorhaben Roter Bau in Biberach zur Ermittlung geeigneter Lüftungsraten

Industriefauftrag Deutschland

Klimabrunnen in die Praxis – Weiterentwicklung zur Marktreife im Rahmen des HiPIE-Projekts

Validierung von WUFI® Plus nach DIN EN 13791

SEI ES IN GEBÄUDEN, IM FLUGZEUG ODER IM AUTO: DAS INNENRAUMKLIMA SPIELT EINE BEDEUTENDE ROLLE, VOR ALLEM FÜR DIE BEHAGLICHKEIT DES NUTZER. STRATEGIEN, UM DAS RAUMKLIMA ENERGIEEFFIZIENT ZU BEEINFLUSSEN – ETWA LÜFTEN ODER DIE NUTZUNG VON SOLARER EINSTRAHLUNG – HÄNGEN VOM AUSSENKLIMA, DER FUNKTION, DEM STANDORT UND DEM ENTWURF AB.



RAUMKLIMA

RAUMKLIMASYSTEME • SIMULATION • SYSTEMINTEGRATION EFFIZIENTE GEBÄUDE •
PRÄVENTIVE KONSERVIERUNG • DENKMALPFLEGE UND BAUEN IM BESTAND

Möchte man das Raumklima möglichst energieeffizient gestalten, muss es in Räumen und Gebäuden ideal auf deren Nutzung, den Nutzer und auf seine Anforderungen abgestimmt sein. Mithilfe eines ganzheitlichen Planungsansatzes können Gebäude und Innenräume entwickelt oder saniert werden, die mit einem Minimum an Energie auskommen und den Nutzern gleichzeitig ein Maximum an Behaglichkeit bieten.

Architektur und Technik dürfen dabei nicht getrennt voneinander geplant werden, sondern müssen ein abgestimmtes Gesamtsystem bilden. Es kann dabei nicht die alleinige Aufgabe der Anlagentechnik sein, das optimale Raumklima bereitzustellen. Vielmehr gilt es, Räume und deren umgebende Bauteile »bauwerksgerecht« zu klimatisieren – und zwar so, dass diese dabei keinen Schaden nehmen. Dies betrifft nicht nur Neubauten, sondern auch Altbauten und denkmalgeschützte Bauwerke.

Die Abteilung Raumklima befasst sich dazu mit Forschung und Entwicklung in den Fachbereichen

- Raumklimasysteme
- Simulation
- Systemintegration effiziente Gebäude
- Präventive Konservierung
- Denkmalpflege und Bauen im Bestand

Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Gunnar Grün
Telefon +49 8024 643-228
gunnar.gruen@ibp.fraunhofer.de

89 EFFESUS

90 INNOVATIVE WANDHEIZUNGEN

91 ANGENEHMES KLIMA IN ELEKTROAUTOS

92 DIE DIGITALISIERUNG DER BAUSTELLEN



EFFESUS – HISTORISCHE STADT- QUARTIERE IN EUROPA

NACHHALTIG UND ENERGIEEFFIZIENT

Primärenergie soll eingespart werden, die Energieeffizienz steigen – das ist ein essenzieller Bestandteil der europaweiten Klimaschutzbemühungen. Die EU-Mitgliedsstaaten haben sich verpflichtet, bis 2020 20 Prozent ihrer Primärenergie einzusparen und damit auch die CO₂-Emissionen deutlich zu senken. Doch an historischen Gebäude und Stadtquartieren gingen die Bemühungen bisher größtenteils vorüber – sie haben in puncto Energieeffizienz kaum Beachtung gefunden. Das Projekt EFFESUS soll dies nun ändern. Es hat ein Gesamtbudget von 6,7 Millionen Euro und wurde von der Europäischen Kommission ins Leben gerufen. Das Konsortium vereint 23 Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und kommunaler Verwaltung aus 13 verschiedenen europäischen Staaten, unter anderem das Fraunhofer IBP. Ziel des Projekts: Historische Stadtquartiere und Baudenkmäler in Europa sollen unter energetischen Aspekten betrachtet werden. Wie lassen sich einzelne Gebäuden, Ensembles und Stadtquartiere energieeffizient gestalten? Und wie kann man sie mit erneuerbaren Energien versorgen?

Im Projekt werden innovative Technologien wie Aerogel-Innendämmungen, Fensterlösungen, Dämmputze und reflektierende Beschichtungen sowie ein intelligentes Energiemanagementsystem entwickelt. Ein neues, übergreifendes Softwaretool dient der

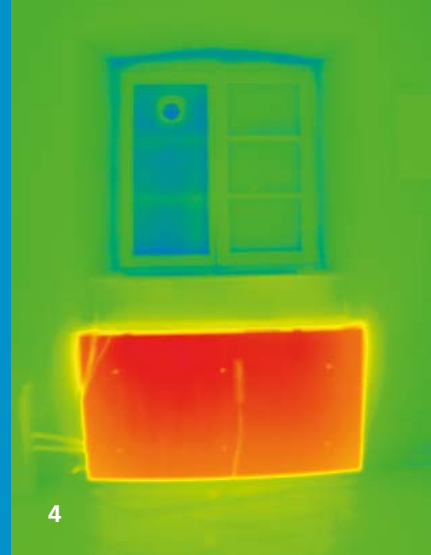
Entscheidungsfindung, welche denkmalverträglichen Maßnahmen den größten Einfluss auf die Energieeffizienz haben und daher sinnvoll sind.

Fallstudien in sieben europäischen Städten zeigen, ob und in welchen Fällen sich die Entwicklungen eignen – sie werden in Benediktbeuern, Budapest (Ungarn), Genua (Italien), Glasgow (Großbritannien), Istanbul (Türkei), Santiago de Compostela (Spanien) und Visby (Schweden) durchgeführt. Die Abteilung Raumklima des Fraunhofer IBP untersucht einen Dämmputz, der im Projekt entwickelt wurde, auf dem Freiversuchsgelände in Holzkirchen und in der Alten Schäfllerei Benediktbeuern. Darüber hinaus widmet sich das Fraunhofer IBP als technischer Koordinator im Projekt intensiv dem Wissensaustausch und Wissenstransfer auf dem Gebiet der Energieeffizienz und Denkmalpflege.

Ende Januar 2015 trafen sich die EFFESUS-Partner in der Fraunhofer-Zentrale in München und im Kloster Benediktbeuern. Anschließend an das zweitägige Projekttreffen folgte das EFFESUS-Symposium auf dem B0 Forum der Messe BAU in München. Hier konnten die aktuellsten Ergebnisse und Entwicklungen im Projekt erstmals einem breiten Publikum vorgestellt werden.

1 *Historisches Zentrum der schwedischen Stadt Visby - eine der Fallstudien im EU-Projekt EFFESUS, in der die Versorgung eines historischen Quartiers mit Fernwärme analysiert wird.*

2 *EFFESUS-Projekttreffen im Barocksaal des Klosters Benediktbeuern – einer weiteren Fallstudie des Projekts. Dort wird in der Alten Schäfllerei die Applikation eines innovativen Dämmputzes untersucht.*



INNOVATIVE WANDHEIZUNGEN

DAS FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP BETREIBT SEIT 2010 IM KLOSTER BENEDIKTBEUERN DAS FRAUNHOFER-ZENTRUM FÜR ENERGETISCHE ALTBAUSANIERUNG UND DENKMALPFLEGE

Ziel dieses Innovationszentrums ist es, neue Methoden und Verfahren für die Sanierung von historischen Bauten zu entwickeln, aber auch bestehende Techniken zu demonstrieren und deren Wirkungsweise zu zeigen. Exemplarisch untersuchen die Forscher an dem historischen Gebäude der Alten Schäferei im Kloster Benediktbeuern Materialien, Konstruktionen und Haustechnik – und zwar vor, während und nach der modellhaften Sanierung.

Im Forschungs- und Entwicklungsprojekt EnOB Wandheizungen, kurz für »Energetische Untersuchungen und Optimierung innovativer Wandheizungssysteme« vergleichen die Wissenschaftler unterschiedliche Flächenheizungssysteme und Strahlungsheizungen mit konventionellen Heizungen. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. Im Vordergrund steht dabei vor allem die energetische Altbausanie rung, denn hier sind besondere Auflagen des Denkmalschutzes einzuhalten. Die Forscher vergleichen die Heizungssysteme energetisch und exergetisch. Dazu untersuchen sie verschiedene, auch innovative Heizungssysteme parallel unter vergleichbaren Randbedingungen – und stellen

die Unterschiede in Bezug auf Energieeffizienz, Schadensrisiko und Behaglichkeit gegenüber. Als Referenzsystem dient eine konventionelle Heizung in Form elektrischer Radiatoren. Damit vergleichen die Wissenschaftler eine modulare Wandheizung auf Lehmbauplatten, eine neuartige Wandheizung mit Entkopplungsmatte, einen strahlungsoptimierten Heizkörper sowie ein System zur Bauteilaktivierung, man spricht dabei auch von »Wandtemperierung«.

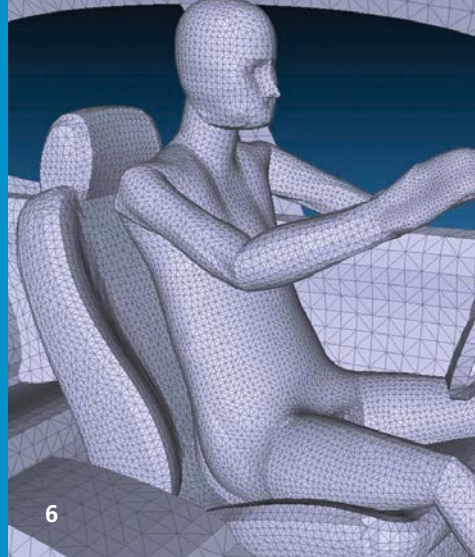
Wie energiesparend ist es, Dämmmaßnahmen mit Wandheizungssystemen zu kombinieren? Dies überprüfen die Forscher zunächst messtechnisch in Freilandversuchen am Fraunhofer IBP in Holzkirchen. In einem weiteren Schritt simulieren sie die Kombination in ein- und zweidimensionalen hygrothermischen Berechnungen mit der Software WUFI® sowie mit dem Raummodell WUFI® Plus. Zudem führen sie exergetische Betrachtungen zur Wahl der Energieträger und der Wärmeübergabe durch. Auf diese Weise und durch die parallel laufende Weiterentwicklung der hygrothermischen Berechnungsmodelle schaffen die Wissenschaftler weitere Grundlagen für eine praxisnahe, fachlich begründete Bemessung von Wandheizsystemen.

3 *Im Rahmen des Projekts »EnOB Wandheizungen« vergleichen Wissenschaftler verschiedene Heizungssysteme und stellen die Unterschiede in Bezug auf Energieeffizienz und Behaglichkeit gegenüber.*

4 *Infrarotthermographie des strahlungsoptimierten Heizkörpers.*



5



6

ANGENEHMES KLIMA IN ELEKTROAUTOS

STÖBERT DRAUSSEN DER SCHNEE, SOLL ES IM AUTO MOLLIG WARM SEIN – UND UMGEKEHRT ANGENEHM KÜHL, WENN IM SOMMER DIE SONNE BRENNT

In Elektroautos ist das jedoch alles andere als einfach, denn ihnen steht nicht die gleiche Abwärme zur Verfügung wie Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren. Und konventionelle Klimasysteme werden von der Batterie versorgt, sie reduzieren somit die Reichweite des Fahrzeugs. Energieeffiziente und körpernah wirksame Klimatisierungskonzepte sollen Abhilfe schaffen: Sie beeinflussen das thermische Empfinden der Fahrzeuginsassen gezielt an ausgewiesenen Stellen und könnten, so die Hoffnung, Diskomfort durch kalte Scheiben oder Zugluft vermeiden.

Im Forschungsvorhaben E-Komfort, das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird, sollen deshalb neuartige Klimatisierungskonzepte erarbeitet werden. Wie steht es um die Energieeffizienz und Reichweite der Ansätze, wie um ihre Akzeptanz durch den Nutzer? Um diese Fragen beantworten zu können, müssen entsprechende Werkzeuge entwickelt werden: Zum einen, um das Energiemanagement des Gesamtfahrzeugs abbilden zu können, zum anderen, um das menschliche Temperaturempfinden zu untersuchen – sei es über Simulationen, Messtechnik oder Probanden.

Dazu haben die Forscher am Fraunhofer IBP einen Komfortsensor entwickelt, der die Messung der Äquivalenttemperatur ermöglicht.

Diese ist in der DIN EN ISO 14505-2 definiert und fasst Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit und Wärmestrahlung zu einem Klimaausmaß zusammen. Einen Prototyp des Sensors haben die Wissenschaftler in das Klimamesssystem DressMAN 2.0 implementiert: So können sie die Äquivalenttemperaturen an den verschiedenen Körperstellen bewerten.

In einem Fahrzeug-Mock-up installierten die Forscher ausgewählte Klimatisierungsmaßnahmen mit unterschiedlichen Anteilen zur Luft-, Strahlungs- und Sitzheizung. Sie testeten sie experimentell und bewerteten sie energetisch – dazu kamen Probanden, zonale Strömungsmodelle und das DressMAN-2.0-Messsystem zum Einsatz. Das Ergebnis: Das Fahrzeugklima ist nur dann optimal, wenn lokalem Diskomfort aktiv entgegengewirkt wird. Eine Kombination von konventioneller Luftheizung mit einer Strahlungs- und Sitzheizung erreichte die höchste Nutzerakzeptanz.

Die erarbeiteten Methoden zur Behaglichkeitsbewertung können auf andere Nutzungskonzepte übertragen werden, zum Beispiel in Schienenfahrzeugen oder in Passagierflugzeugen.

5 *Das Messsystem DressMAN 2.0 zur Ermittlung der Äquivalenttemperatur im Einsatz.*

6 *Geometrische Abbildung des Fahrzeuginnenraums im Simulationsmodell.*



DIE DIGITALISIERUNG DER BAUSTELLEN

AN BAUSTELLEN ARBEITEN NEBEN DEM ARCHITEKTEN VIELE KLEINE UND MITTLERE UNTERNEHMEN – SIE MAUERN DIE WÄNDE, INSTALLIEREN DIE HEIZUNGSSYSTEME, INTEGRIEREN LÜFTUNGEN, LEGEN ELEKTROKABEL, PLANEN DIE STATIK.

Vielfach kommen sie sich dabei jedoch gegenseitig in die Quere: So kann es vorkommen, dass der Statiker eine Säule plant, durch die sich das vom Architekten entworfene Fenster nicht mehr öffnen lässt. Meist werden solche Fehlplanungen erst auf der Baustelle entdeckt und gelöst. Kurzum: Die klassischen Planungsmethoden reichen immer weniger aus, um die wachsenden Anforderungen bei den Bauvorhaben zu beherrschen.

Neue Arbeitsmethode: Building Information Modeling (BIM)

Aus diesem Grund forschen Experten seit mehreren Jahren intensiv an neuen IT-gestützten Verfahren, etwa dem Building Information Modeling, kurz BIM. Hinter diesem Begriff verbirgt sich eine neuartige Arbeitsmethode: Ein Datenmodell, das das gesamte Gebäude umfasst und alle Informationen enthält – und zwar über den gesamten Lebenszyklus, also von der Planung und dem Bau über die Nutzungsphase und Umbauten bis hin zum Abriss und Recycling. Doch während diese Methode in den USA, in England oder Skandinavien schon weit verbreitet sind, gibt es in der deutschen Bau- und Immobilienwirtschaft noch einen großen Nachholbedarf. Denn das System löst eine ähnliche Revolution aus wie einst die Einführung von CAD-Methoden.

Status erfassen und Probleme lösen

Wo steht BIM in Deutschland? Die Forscher vom Fraunhofer IBP haben es sich im Förderprojekt BIMiD zur Aufgabe gemacht, den Status festzustellen, Probleme aufzudecken und sie zu lösen. Wie sieht der hinterlegte Arbeitsprozess aus? Welche Abläufe sind am effektivsten – wer liefert wem was wann in welcher Qualität? Und welches Datenformat eignet sich? Ziel von BIMiD ist es, die Building-Information-Modeling-Methode anhand konkreter Bauprojekte beispielhaft zu demonstrieren und BIM in der mittelständisch geprägten deutschen Bau- und Immobilienwirtschaft zum Erfolg zu verhelfen. Konkret heißt das: Die Forscher wenden diese BIM-Prozesse und -Standards bei speziellen Bauvorhaben an, entwickeln sie weiter und evaluieren sie wissenschaftlich. So beispielsweise beim Neubau eines Bürogebäudes von VW Financial Services in Braunschweig. Dabei widmen sich die Wissenschaftler nicht nur technischen Aspekten und Fragen der Anwendungsmethodik, sondern auch der Arbeitsorganisation, der Vertragsgestaltung und der Nutzerakzeptanz.

PROJEKTÜBERSICHT

Freilanduntersuchungen zum feuchtetechnischen Verhalten von Fachwerkaufbauten

Gefördert durch die Fraunhofer-Gesellschaft

Studie zur Wasseraufnahme von Dämmstoffen

In industriellem Auftrag

Untersuchung des feuchtetechnischen Verhaltens von Innendämmsystemen

In industriellem Auftrag

Entwicklung von Folien mit hoher Kapazität für reversible Wasserdampfabsorption zur Vermeidung von Tauwasser

Gefördert durch die Fraunhofer-Gesellschaft

Hygrothermische Berechnung der erforderlichen Lüftung zur Reduktion der Tauwasserproblematik

In industriellem Auftrag

Laboruntersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Oberflächenfeuchte nach Betauung

In industriellem Auftrag

Feuchtetechnische Entwicklung eines neuartigen Betons

In industriellem Auftrag

Modul Depot Grünes Depot / Grünes Archiv

Gefördert durch die Fraunhofer-Gesellschaft

Hygrothermische Berechnungen zum Innenraumklima vor und nach der Sanierung eines Archivs

In industriellem Auftrag

Plus-Energiedepot für Kunst- und Kulturgut – Optimierung und Machbarkeit eines modularen Depotbaukonzepts

In industriellem Auftrag

Konservatorische, Energie- und Raumklimaberatung für den Neubau des historischen Archivs und der Kunst und Museumsbibliothek Köln

In öffentlichem Auftrag

Beispielhafte energetische Sanierung der Kunsthalle Mannheim

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Sammlungen erhalten: Die Temperierung als Mittel der präventiven Konservierung in Museen

Gefördert durch die Volkswagenstiftung

ArtGuardian – Regelwerk zur präventiven Konservierung, autarke Sensorik und IT-Plattform

Gefördert durch die Fraunhofer-Gesellschaft

Climate for Culture – Auswirkungen des Klimawandels auf das Kulturerbe

Gefördert von der Europäischen Kommission

Pompeji Sustainable Preservation Project

Gefördert durch die Fraunhofer-Gesellschaft

Bauphysikalische Begleituntersuchung – Innovatives Heizsystem in denkmalgeschützten Gebäuden

In industriellem Auftrag

Energetische Untersuchungen und Optimierung innovativer Wandheizungssysteme im Fraunhofer-Zentrum Benediktbeuern

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Validierung von Flächenheizsystemen im denkmalgeschützten Altbau

Gefördert durch Industriepartner und die Fraunhofer-Gesellschaft

Anwendung einer Innendämmungskonstruktion mit Vakuumisulationspaneelen für den Gebäudebestand

Gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und Industriepartner

Energetische Untersuchungen und Optimierung von Innendämmungen

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

PROJEKTÜBERSICHT

<p>Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege, Benediktbeuern <i>Gefördert von der Fraunhofer-Gesellschaft, der Bayerischen Landesstiftung, der Bayerischen Sparkassenstiftung und Industriepartnern</i></p>	<p>Wissenschaftliche Begleitung der Modellvorhaben 2012 »Gebäudebestand (Energieeffizienz, Denkmalschutz)« in der Umsetzungsphase <i>Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)</i></p>	<p>Masdar – Fraunhofer Facade Test Center: Konzeption und Unterstützung bei Entwurf und Ausführung <i>In industriellem Auftrag</i></p>	<p>Untersuchungen zu Strahlungsheizsystemen hinsichtlich Behaglichkeit und Energieeffizienz <i>In industriellem Auftrag</i></p>
<p>Energetische und denkmalgerechte Instandsetzung der Alten Schäfllerei des Klosters Benediktbeuern <i>Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Kloster Benediktbeuern</i></p>	<p>Energetische Sanierung von Gebäuden im Mehrheitseigentum – Entwicklung von Umsetzungs-Werkzeugen <i>Gefördert durch die Europäische Kommission</i></p>	<p>Foshan sino-german industrial services zone: Bauherrenbegleitung, Nachhaltigkeitsbewertung und Konzeption energieeffizienter Klimatisierungsstrategien <i>In industriellem Auftrag</i></p>	<p>Experimentelle Untersuchungen von Strahlungstemperierung und Luftentfeuchtung durch kalte, wasserüberströmte Wandelemente <i>Gefördert durch die Fraunhofer-Gesellschaft und Industriepartner</i></p>
<p>Modellhafte energetische Sanierung des Dach- und Obergeschosses der Alten Schäfllerei im Kloster Benediktbeuern <i>Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)</i></p>	<p>Austausch und Wissenstransfer von modularen Weiterbildungsangeboten im Bereich Energieberatung auf das europäische Ausland – Schwerpunkt Osteuropa <i>Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)</i></p>	<p>Entwicklung modularer Bausysteme für den Büro und Gewerbebau <i>In industriellem Auftrag</i></p>	<p>Entwicklung eines natürlichen Lüftungssystems für Hochhausfassaden <i>In industriellem Auftrag</i></p>
<p>EFFESUS – Energy Efficiency for EU Historic Districts Sustainability <i>Gefördert von der Europäischen Kommission</i></p>	<p>Aufbau eines Bauinnovations-Zentrums in Brasilien – strategische Entwicklung und Planung <i>Im öffentlichen Auftrag</i></p>	<p>Effizienzsteigernde Oberflächen für raumluftechnische Anlagen <i>Gefördert durch die Fraunhofer-Gesellschaft</i></p> <p>Öko-innovative, sichere und energieeffiziente Wandelemente und Materialien für ein gesundes Raumklima <i>Gefördert durch die Europäische Kommission</i></p>	<p>Untersuchungen zur thermischen Behaglichkeit, Luftqualität und Lüftungskonzept von Bürogebäuden <i>In industriellem Auftrag</i></p> <p>Entwicklung von Technologien und Systemen zur energieoptimierten und zonalen Befeuchtung <i>Gefördert von der Fraunhofer-Gesellschaft</i></p>

Validierung von Sanierungsmaßnahmen in Bezug auf Energieeffizienz, Raumklima und Nutzerzufriedenheit anhand von Monitoring

In industriellem Auftrag

Vergleich von Lüftungskonzepten für Schulräume mittels thermischer Gebäudesimulation

In öffentlichem Auftrag

School of the future towards Zero Emission with High Performance Indoor Environment

Gefördert durch die Europäische Kommission

Clean Sky – Eco-Design for Systems (for Small Aircraft)

Gefördert von der Europäischen Kommission

STELLA – Systeme und Technologien für das Energiemanagement in leistungsoptimierten Luftfahrzeugarchitekturen

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

INDIKAR – Interdisziplinäre Kabinenarchitekturen

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

PROTEG – Produktionsoptimierende Technologien: Effiziente Belüftung und Isolierung für verbesserte Cockpit-Klimatisierungskonzepte

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

E-Komfort – Innovative Klimatisierungs- und thermische Komfortkonzepte zur Optimierung der Reichweite von Elektrofahrzeugen

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Sensorik zur Messung der thermischen Bedingungen in Fahrzeuginnenräumen

In industriellem Auftrag

Messungen zur thermischen Behaglichkeit in Kraftfahrzeugen

In industriellem Auftrag

Modelle für das Energie- und Komfortmanagement in Nahverkehrsmitteln

In industriellem Auftrag

Entwicklung und Simulation von klimatisierten Containern

In industriellem Auftrag

Kriterien des nachhaltigen Bauens zur Bewertung des thermischen Raumklimas – Weiterentwicklung des Bewertungswerkzeugs

Gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und Industriepartner

Multi-Physics »Skalen-adaptive Simulationsplattform«

Gefördert durch die Fraunhofer-Gesellschaft

EneffBIM – Planung, Auslegung und Betriebsoptimierung von energieeffizienten Neu- und Bestandsbauten durch Modellierung und Simulation auf Basis von Bauwerkinformationsmodellen

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Analyse von Bauprozessen und Technologieentwicklung für Qualitätsverbesserungen nachhaltiger Bauten

In industriellem Auftrag

BIMiD – BIM-Referenz-Objekt in Deutschland – Ein Praxis-Modellprojekt für die deutsche Bau- und Immobilienindustrie

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Energie Campus Nürnberg: Building I – Systemintegration effiziente Gebäude

Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

**WIR ENTWICKELN IN ZUSAMMENARBEIT MIT VISIONÄREN INDUSTRIEPARTNERN
UND ÖFFENTLICHEN INSTITUTIONEN VON FOSSILER ENERGIE UNABHÄNGIGE
GEBÄUDE UND SIEDLUNGEN MIT HOCHWERTIGEM NUTZUNGSAMBIENTE**



WÄRMETECHNIK

Die Abteilung Wärmetechnik forscht und entwickelt im Bereich des energieeffizienten Wohnens, Arbeitens und Bauens. So planen, betreuen und beurteilen die Wissenschaftler Niedrigenergie-, Nullemissions- und Plusenergiehäuser. Die Entwicklungen schließen alle energierelevanten Technologien der Bau-, Wärme-, Kälte-, Lüftungs-, Klimatisierungs-, Beleuchtungs- und Fördertechnik ein. Darüber hinaus werden in der Abteilung Energieeffizienzkonzepte von Siedlungen bis hin zu ganzen Städten entwickelt. Die Forscher erarbeiten energetische Sanierungskonzepte für Bestandsgebäude und setzen diese in baupraktische Lösungen um. Des Weiteren bearbeitet die Abteilung Themenstellungen zur Stadtklimatologie, etwa die Vermeidung sogenannter Wärmeinseln in verdichteten Bebauungslagen und die ausreichende Tageslicht- und Frischluftversorgung in Straßenschluchten, sowie zur Straßenbeleuchtung.

In den Arbeitsgruppen werden dazu vor allem Bau- und Fassadensysteme sowie Heizungs-, Lüftungs-, Solar-, Hybrid-, Speicher- und Energieversorgungssysteme entwickelt und untersucht. Daneben erstellt die Abteilung Systemanalysen von Gebäuden und Wärmeversorgungssystemen und analysiert und bewertet Energiepotenziale im Neubau und im Gebäudebestand.

Im Fokus stehen auch die Luftströmungen in Räumen und großen Hallen und das Temperaturverhalten von Gebäuden im Sommer.

Nicht zuletzt befasst sich die Abteilung mit der Gefahr des Schimmelpilzwachstums im Rahmen energetischer Gebäudesanierungen.

Die Wissenschaftler der Abteilung erstellen Bewertungs- und Berechnungswerkzeuge zur Beleuchtung in Gebäuden. Innovative Beleuchtungssystemlösungen für den Innen- und Außenraum werden entwickelt, Beratungen und Begutachtungen durchgeführt. Die Abteilung verfügt über diverse einmalige lichttechnische Mess- und Prüfeinrichtungen.

In der Abteilung Wärmetechnik werden computergestützte Planungsinstrumente und Informationssysteme für Endanwender sowie Rechenkerne für Softwarehäuser entwickelt und gepflegt. Darüber hinaus koordiniert die Abteilung nationale und internationale Demonstrations- und Normungsvorhaben sowie Richtlinienkomitees. Die Mitarbeiter konzipieren und betreuen nationale und internationale Studien und Transferprojekte der Internationalen Energieagentur (IEA), der Europäischen Union (EU), von Bund, Ländern und Kommunen sowie der Industrie. Fortbildungsseminare runden das Portfolio ab.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Hans Erhorn
Telefon +49 711 970-3380
hans.erhorn@ibp.fraunhofer.de



99 ENERGIEWENDE
UND KLIMASCHUTZ

99 TOWARDS 2020

100 EFFIZIENZHAUS PLUS

101 ENERGETISCHE
SANIERUNG VON
SCHULEN

101 DER ENERGIE-
KONZEPT-BERATER

102 NETZWERKE LEBEN

102 LICHTLÖSUNGEN
FÜR GEBÄUDE-
SANIERUNGEN

103 FASSADENPLANUNG

103 KÜNSTLICHES
FENSTER SCHAFFT
NEUE BLICKWINKEL

104 VERSPRECHEN
GEHALTEN

105 POSITIV IM QUARTIER

105 SCHULE ERLEBEN

106 QUALITÄTSSICHERUNG
UND NEUAUSGABE
ABGESCHLOSSEN

107 PLATTFORMEN
SCHAFFEN



ENERGIEWENDE UND KLIMASCHUTZ

ENERGETISCHE GEBÄUDESANIERUNGEN SOLLEN STEUERLICH GEFÖRDERT WERDEN, KFW-FÖRDERPROGRAMME AUFGESTOCKT UND DAS EFFIZIENZHAUS PLUS IN DEN MARKT GEBRACHT WERDEN – DIESE UND ANDERE WEITREICHENDE BESCHLÜSSE FASSTE DAS BUNDESKABINETT ENDE 2014

Festgehalten wurden die Beschlüsse im »Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz NAPE« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) und dem Aktionsprogramm »Klimaschutz 2020« des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Beide Aktionspläne setzen auf einen intelligenten Mix aus Beraten und Informieren, Fördern und Fordern. Das angestrebte Fördervolumen liegt im dreistelligen Millionenbereich pro Jahr. Als Säulen für die nächsten Jahre werden in den Programmen explizit die Schwerpunkte »Effizienzhaus Plus« des BMUB und »Energieeffiziente Stadt – EnEff:Stadt« sowie »Energieeffiziente Schule – EnEff:Schule« des BMWi genannt. Diese drei Schwerpunkte betreut die Abteilung Wärmetechnik des Fraunhofer IBP für die Ministerien. Hierfür gilt es, die Kompetenz und Marktführerschaft zu sichern und auszubauen.

1 *Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel und Bundesumweltministerin Barbara Hendricks bei der Präsentation der beiden Aktionspläne in der Bundespressekonferenz.*



mehr Infos zum Klimaschutzprogramm 2020



mehr Infos zum NAPE

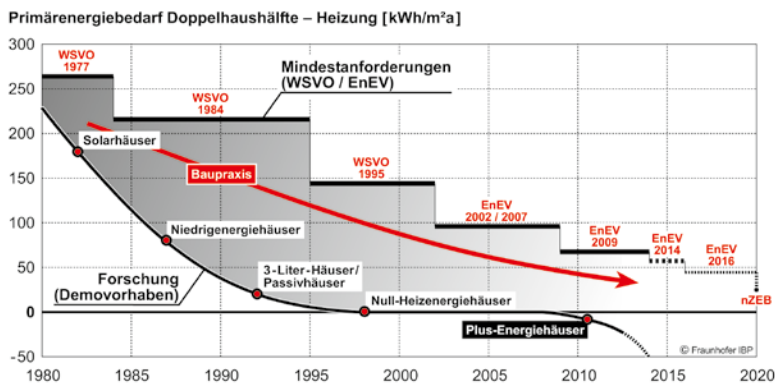
TOWARDS 2020

EU CONCERTED ACTION NZEB COORDINATOR

Ab 2021 sollen europaweit alle Neubauten Niedrigstenergiegebäude sein, für Neubauten der öffentlichen Hand gilt das gar schon ab 2019 – das fordert die EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie. Doch wie definieren die einzelnen EU-Länder diese Niedrigstenergiegebäude, kurz NZEB genannt? Welche politischen Programme haben sie? Den EU-weiten Informationsaustausch zwischen den Mitgliedsstaaten zu diesen Fragen koordiniert das Fraunhofer IBP im Auftrag des Bundesbauministeriums.

2 *Teilnehmer an der Concerted-Action-Plattform beim Studieren von Postern zur nationalen Definition von Niedrigstenergiegebäuden.*

Entwicklung des energiesparenden Bauens



3

Das gemeinsame Begleitvorhaben zur nationalen Umsetzung der Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie EPBD bietet den EU-Mitgliedsstaaten eine Plattform zum Informationsaustausch. Dabei geht es vor allem um die zahlreichen Anforderungen – seien es Energieausweise, heutige und künftige kostenoptimale energetische Mindestanforderungen an Neubauten und zu sanierende Gebäude, Inspektionen von Heizungs- und Klimaanlageanlagen und die Überwachung und Sanktionierung der Vorgänge. In Meetings mit etwa 200 Ländervertretern finden Workshops, Präsentation und Diskussionen statt. Definitionen, wie die des Niedrigstenergiehauses (NZEB), werden im Plenum diskutiert, Erfahrungen der Mitgliedsstaaten vorgestellt, begleitende Maßnahmen wie Demonstrationsprogramme und finanzielle Anreize für Gebäudeeigentümer dargestellt und erste reale Umsetzungen des Gebäudeniveaus in Postern und Katalogen gesammelt. Die Ergebnisse der Arbeiten werden in Berichten zu den Kernthemen und in zusammengestellten Länderberichten veröffentlicht. Dem Fraunhofer IBP ist für das Thema »Nearly Zero Energy Buildings (NZEB)« die Verantwortung übertragen worden.

EFFIZIENZHAUS PLUS

EIN NETZWERK MIT VIEL POWER

Die energetischen Anforderungen an Neubauten steigen stetig – etwa durch die EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie, nach der ab 2019 bzw. 2021 alle Neubauten als Niedrigstenergiehäuser errichtet werden müssen. Aber das ist nicht das »Ende der Fahnenstange« sondern stellt nur einen Meilenstein auf dem Wege zum CO₂-neutralen Gebäudebestand dar. Das Bundesbauministerium definierte daher 2011 den neuen Baustandard »Effizienzhaus Plus« – mit Unterstützung des Fraunhofer IBP. Die zentrale Vorgabe: Die Energiebilanz soll positiv werden. Kurzum: Das Gebäude der Zukunft wird zum Kraftwerk und produziert Energieüberschüsse.

Um den neuen Standard zu etablieren, baute die Bundesregierung das »Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität« in Berlin-Charlottenburg, das Einfamilienhaus mit Schaufensterfunktion wurde 2011 vom Büro Werner Sobek errichtet und für 15 Monate von einer Familie getestet. Zwischen Juni 2013 und April 2014 informierten sich knapp 9000 Besucher vor Ort über das Bauen der Zukunft. Seit Juli 2014 bewohnt eine zweite Testfamilie das Haus. Das Fraunhofer IBP evaluiert das Gebäude energetisch mithilfe eines umfangreichen Messprogramms. Wie markt- und praxistauglich der Effizienzhaus Plus-Standard ist, wird zudem in einem Netzwerk von über 100 Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft über Modellprojekte nachgewiesen: Bundesweit werden 35 Effizienzhäuser Plus errichtet – in unterschiedlichster Form und Größe – und wissenschaftlich begleitet. Das Fraunhofer IBP entwickelt und pflegt das schnell wachsende Netzwerk.

3 Entwicklung des energiesparenden Bauens (Quelle: Fraunhofer IBP).



4



5

ENERGETISCHE SANIERUNG VON SCHULEN

SCHOOL(S) OF THE FUTURE

Den bewussten Umgang mit Energie in der Schule lernen und diesen mit nach Hause und in die Gesellschaft tragen – das ist das Konzept des EU-Demonstrationsprojekts School of the Future, das vom Fraunhofer IBP geleitet wird. Das Projekt setzt auf die gesammelten Erfahrungen im BMWi-Programm EnEff:Schule auf. Vier Schulgebäude, je eines in Deutschland, Italien, Dänemark und Norwegen, wurden energetisch kostengünstig saniert. Das Ergebnis: Sie brauchen nur noch ein Drittel der bisherigen Energie. Auch der Komfort in den Klassenzimmern verbessert sich durch die Renovierung. Eine internationale Expertengruppe aus Forschern und Industriepartnern beriet die lokalen Planungsteams. 2014 wurden die Sanierungsarbeiten fertiggestellt, es begann die einjährige Evaluierungsphase.

Derzeit erarbeiten die Forscher Trainingsprogramme für Schüler, Lehrer und Hausmeister. Diese sollen ihnen die energetischen Sanierungsmaßnahmen näherbringen. Wie können sie selbst zu weiteren Energieeinsparungen beitragen? Die Grundlage bildet ein Screening der energetischen und wirtschaftlichen Potenziale der verschiedenen Sanierungstechnologien. Darauf aufbauend entwickelten die Forscher ein Informationstool sowie Leitfäden zur Schulsanierung. Der Fokus liegt auf dem Innenraumkomfort, der Gebäudehülle und der anlagentechnischen Versorgung bis hin zum Erreichen eines Plusenergiestandards bei Schulen.

4 Das Solitude-Gymnasium in Stuttgart ist eines der Demonstrationsprojekte in School of the Future.

DER ENERGIEKONZEPT-BERATER

FÜR STADTQUARTIERE

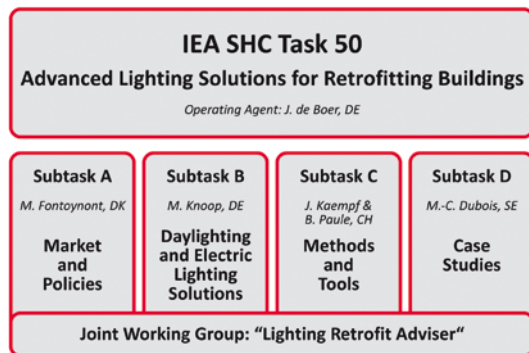
Stadtplaner, Umweltbeauftragte, Investoren und Wohnungsbaugesellschaften erhalten Unterstützung, wenn es um die energetische Planung und Sanierung von Stadtquartieren geht: mit dem IBP-Computertool »Energiekonzept-Berater für Stadtquartiere«. Das Tool bietet Fallstudien zu energieeffizienten Stadtteilen, Informationen zu einsetzbaren Technologien und die Möglichkeit, den Energieverbrauch eines Bestandsquartiers mit dem nationalen Durchschnitt eines ähnlichen Quartiers zu vergleichen.

Kernstück des Computerprogramms: Es bewertet den Energieverbrauch von Stadtquartieren rechnerisch, und zwar auf Basis der DIN V 18599. Wie viel Nutz-, End- und Primärenergiebedarf haben die einzelnen vorkonfigurierten Typgebäude, wie viel das Gesamtquartier? Wie effizient ist die Energieversorgung? Mithilfe des Tools können die Anwender bereits in frühen Planungsphasen

5 Screenshot aus dem Energiekonzept-Berater für Stadtquartiere.



6



7

energetische Potenziale bewerten und darauf basierend richtige Entscheidungen treffen. Das Computertool ist kostenfrei als Download verfügbar. Die deutsche Version wurde 2014 bereits von 1350 Nutzern heruntergeladen, die internationale Version hat derzeit 700 Downloads. Auch innerhalb der Forschungsinitiative EnEff: Stadt des BMWi wird das Tool bei mehreren Projekten eingesetzt, etwa in Berlin Adlershof und beim Neckarpark in Stuttgart.

NETZWERKE LEBEN

BEGLEITFORSCHUNG ENEFF:STADT

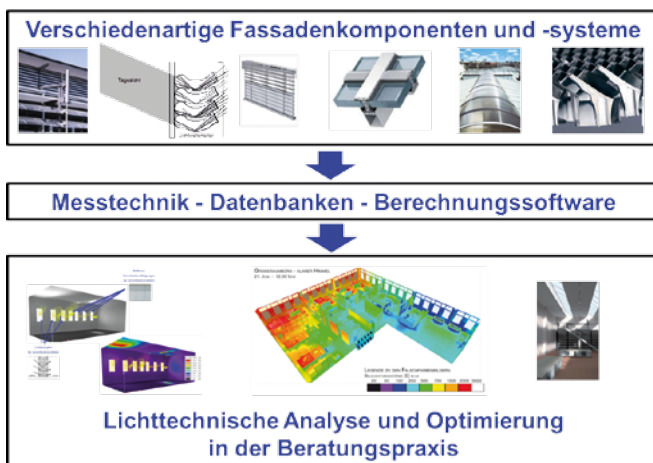
Was können die Demonstrationsprojekte der Forschungsinitiative EnEff:Stadt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie voneinander lernen? Diese Frage zu beantworten, ist ein IBP-Schwerpunkt innerhalb der Begleitforschung. In halbjährlichen Meetings stellen die Projektleiter ihre Vorhaben vor und tauschen Informationen und Erfahrungen aus. Zudem präsentieren die Mitarbeiter der Begleitforschung ihre Erkenntnisse. Mittlerweile – im siebten Jahr der Initiative – hat sich ein Netzwerk aus Kommunen und Forschern gebildet. Einer der Schwerpunkte bei den Meetings im Jahr 2014 in Berlin: Welche Erfahrungen haben die Teilnehmer in den Vorhaben mit den verschiedenen eingesetzten Technologien gemacht? Die Basis dafür legte eine Auswertung des Fraunhofer IBP.

6 *EnEff:Stadt-Kongress 2014 im Bundeswirtschaftsministerium in Berlin.*

Die Initiative vernetzt sich jedoch auch über die eigenen Projekte hinaus. In Praxisworkshops diskutieren die Teilnehmer ausgesuchte Themen mit kommunalen Experten. Zusätzlich tauschen sie sich mit ihren Kollegen der Forschungsinitiative »Energieoptimiertes Bauen« und weiterer, teilweise internationaler Projekte aus. Der EnEff:Stadt-Kongress, der alle zwei Jahre stattfindet, ermöglicht es, die Projekte und Ergebnisse der Forschungsinitiative in die Fachöffentlichkeit hinauszutragen.

LICHTLÖSUNGEN FÜR GEBÄUDESANIERUNGEN

Beleuchtung verbraucht recht viel Strom – ist für 19 Prozent des globalen Stromverbrauchs verantwortlich. Künftig dürfte dieser Anteil sogar noch steigen, trotz LEDs und innovativer Lichtmanagement-Technologien. Der Grund: ein schnell wachsender Markt neuer Anwendungen, während die Mehrheit der bestehenden Beleuchtungsanlagen älter als 25 Jahre ist. Obwohl neue Lösungen mindestens dreimal effizienter sind und sich schnell amortisieren, ist die Sanierungsquote von Beleuchtungsanlagen nach wie vor unverhältnismäßig niedrig.



8



9

Das Projekt IEA SHC Task 50: »Advanced Lighting Solutions for Retrofitting Buildings« der International Energy Agency (IEA) soll die Sanierung von Beleuchtungsanlagen im Nichtwohnbau nun voranbringen: Mit innovativen, praxisnahen Ansätzen, die sich auf viele typische bestehende Gebäuden anwenden lassen. Insgesamt 18 Partner aus 11 Ländern beteiligen sich an dem vom BMWi geförderten Projekt, koordiniert wird es vom Fraunhofer IBP. Auch inhaltlich hat das Institut für das Projekt viel zu bieten: Die Forscher entwickeln neue energieeffiziente LED-Systemlösungen sowie einen elektronischen Ratgeber für die Sanierung von Beleuchtungsanlagen, der auch auf mobilen Plattformen wie Tablets eingesetzt werden kann. Die Anwender können den Ratgeber also dort nutzen, wo sie ihn brauchen: direkt in den zu sanierenden Gebäuden.

7 Organisationsstruktur des IEA SHC Task 50.

FASSADENPLANUNG

DAS TAGESLICHT OPTIMAL NUTZEN

Seien es Systeme zum Sonnen- und Blendschutz, Lichtlenkgläser oder Oberlichter – es gibt viele Möglichkeiten, das Tageslicht optimal zu nutzen. Doch die Unsicherheit bei den Planern ist groß: Denn es mangelt an Systemdaten und geeigneter Beratungssoftware. Planerische Fehlentscheidungen sind die Folge, viele Potenziale der Fassadenplanung liegen brach.

8 Schema der Integration realer Produktdaten in Rechenprogramme.

Ein Verbund-Forschungsvorhaben von Fraunhofer IBP und weiteren Forschungseinrichtungen und Industriepartner soll Abhilfe schaffen: Mit der kostenlosen Lichtplanungssoftware DIALux können Planer künftig neben den Leuchten beliebiger Hersteller auch Fassadensysteme und Dachoberlichter in der Planung berücksichtigen. Kurzum: Die Planer können das verfügbare Tageslicht berechnen, unterschiedliche Systemausführungen direkt miteinander vergleichen und ergänzendes Kunstlicht optimal planen – und zwar auf einfache Art und Weise. Hersteller dagegen erhalten die Gelegenheit, ihren Kunden die Vorteile ihrer Produkte deutlich zu machen. Die Ergebnisse des Projekts, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert wird, werden voraussichtlich im Herbst 2015 verfügbar sein.

KÜNSTLICHES FENSTER SCHAFFT NEUE BLICKWINKEL

Wohnungen und Räume mit großen Fenstern haben ihren ganz eigenen Charme – denn Tageslicht wird vom Nutzer deutlich angenehmer empfunden als das schönste Kunstlicht. In Räumen oder fensterlosen Räumen wie in U-Bahnhöfen ist Tageslicht allerdings ein knappes oder gar

9 Virtuelles Fenster zur Durchführung von Untersuchungen zur Lichtwirkung in fensterlosen Umgebungen.



10, 11 Südwestansicht des Plusenergie-Kinderhauses in Höhenkirchen-Siegertsbrunn.

nicht vorhandenes Gut. An der künstlichen Beleuchtung führt dort kein Weg vorbei. Doch wie kann man Kunstlichtsysteme schaffen, die sich in Niveau, Verteilung und spektraler Zusammensetzung enger am Tageslicht orientieren? Licht, bei dem sich die Menschen wohler fühlen als bei bisherigen Kunstlichtlösungen und das sie beispielsweise weniger schnell ermüden lässt?

Eine Möglichkeit sind künstliche Fenster, die auf effizienten, dynamisierbaren LED-Beleuchtungssystemen beruhen und die einen »Blick« in die Natur erlauben. Welche Potenziale diese Technik birgt, wollen Forscher des Fraunhofer IBP in einer neuen Versuchseinrichtung über Studien zur Nutzerakzeptanz klären. Inwieweit handelt es sich bereits heute um einen nutzbaren Lösungsansatz für Innenräume? Welche weiteren Entwicklungen sind erforderlich? Die Versuchseinrichtung besteht aus drei großen Flachbildschirmen, auf die Bilder und Videos gespielt werden können. Ein Ortungssystem erfasst, wo der Nutzer sich befindet, und passt die projizierten Bilder entsprechend seiner Blickrichtung an.

VERSPRECHEN GEHALTEN

KINDERGARTEN ERFOLGREICH EVALUIERT

Ein besonders nachhaltiges Kinderhaus zu bauen, das war das Ziel der Gemeinde Höhenkirchen-Siegertsbrunn 50 Kilometer südlich von München. Das Gebäude sollte mehr Energie erzeugen, als es selbst verbraucht, und einen hohen thermischen Komfort aufweisen. Die Gemeinde beauftragte daher das Fraunhofer IBP, ein innovatives Konzept zu entwickeln und darüber hinaus ein interdisziplinäres Team aus Architekten und Fachplanern bei der Realisierung zu begleiten. Das Vorhaben wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Förderakzents EnEff:Schule gefördert.

Im August 2013 zogen Kinder und Betreuer in das Haus ein. Doch hält das Gebäude, was es verspricht – erreicht es etwa das Ziel des Plusenergiehauses? Dies soll ein zweijähriges Validierungsmessprogramm zeigen, das zwei Monate nach dem Einzug startete. Die Ergebnisse: Bereits in der Zeit von Oktober 2013 bis Juni 2014 produzierte das Haus mit seiner Photovoltaikanlage mehr Strom aus erneuerbarer Energie, als es selber verbrauchte. Kurzum: Es erreichte von Anfang an den Standard eines Plusenergiehauses. Dafür sorgen unter anderem der gute Wärmeschutz, zwei Wärmepumpen, die das Grundwasser als Wärmequelle nutzen und es in den Räumen angenehm warm werden lassen sowie eine Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung, die nur in der Heizperiode zum Einsatz kommt.



POSITIV IM QUARTIER

GWG-WOHNANLAGE BEZOGEN

Unrenovierte Altbau-Blöcke aus den 50er-Jahren sind vergleichsweise unbeliebt: Die Grundrisse der Wohnungen entsprechen längst nicht mehr den Vorstellungen der Mieter, und energetisch sind die Häuser alles andere als effizient. So auch die vier Wohnblöcke der Münchner Wohnanlage Lilienhof. Die Wohnungsbaugesellschaft GWG entschied sich daher für eine grundlegende Sanierung des gesamten Quartiers.

Die GWG entwickelte zusammen mit den Wissenschaftlern des Fraunhofer IBP, den Ebert-Ingenieuren und dem Architekturbüro Stocker ein Energiekonzept. Das Vorhaben wird über den Forschungsschwerpunkt EnEff:Stadt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. Das Ziel: Der Primärenergiebedarf für die Beheizung und Trinkwassererwärmung sollte auf einen Wert gesenkt werden, der 50 Prozent unter den Neubauanforderungen gemäß Energieeinsparverordnung 2009 liegt. Für die benötigte Restwärme setzen die Bauherren auf erneuerbare Energien, sodass die Energieversorgung CO₂-neutral ist.

Mit Erfolg: Der vierte und letzte Bauabschnitt wurde im Sommer 2014 fertiggestellt und bezogen. Das Vorhaben demonstriert, dass die Sanierung ganzer Quartiere möglich ist – mit einem qualitativ hohen Wohnstandard und extrem niedrigen Energiebedarf für Heizung und Trinkwassererwärmung.

12 Innenhof der energetisch sanierten Wohnanlage Lilienhof in München.

13 Ansicht der zur Straßenseite orientierten Fassade der Wohnanlage Lilienhof in München.

SCHULE ERLEBEN

MESSDATENBANK VON MUSTERSCHULEN ONLINE

Häuser mausern sich: Statt Energie zu verbrauchen, sollen sie welche erzeugen. Sie werden damit zu Plusenergiehäusern. Dieser Trend geht auch an Schulen nicht vorbei. Das Ministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) hat daher die Forschungsinitiative »Energieeffiziente Schulen – EnEff:Schule« aufgelegt. Bestehende Schulgebäude sollen so saniert werden, dass sie das energetische Niveau von 3-Liter-Haus-Schulen oder Plusenergieschulen erzielen – und zudem ein hohes Behaglichkeitsniveau erreichen.

Doch werden die gesteckten Ziele erreicht? Forscher des Fraunhofer IBP erfassen gemeinsam mit anderen Wissenschaftlern für die einzelnen Projekte Messdaten, um diese Frage zu beantworten. Eine Onlineplattform, die das IBP entwickelt hat, visualisiert die erfassten Daten: So kann sich jeder ein Bild davon machen, wie sich die verschiedenen Energiekennwerte über

das Jahr hinweg ändern. Der aufkumulierte Gesamtverbrauch bietet insbesondere eine schnelle und bequeme Übersicht: Es wird schnell sichtbar, ob tatsächlich ein Plus in der Gesamtbilanz erreicht wurde. Die raumspezifischen Werte umfassen je nach Projekt eine Auswahl aus Raumtemperatur, Raumluftfeuchte und den Kohlendioxidgehalt der Raumluft.

QUALITÄTSSICHERUNG UND NEUAUSGABE ABGESCHLOSSEN

IBP: 18599 IN VERSION 4.0 VERÖFFENTLICHT

Gebäude sollen energiesparender werden. Das rechtliche Fundament dafür bildet die Energieeinsparverordnung: Sie schreibt bautechnische Standardanforderungen vor, damit Wohnhäuser, Bürohäuser und Betriebsgebäude energieeffizient betrieben werden. Für die Überarbeitung dieser Energieeinsparverordnung haben die Forscher des Fraunhofer IBP neue Algorithmen in den Rechenkern `ibp18599kernel` implementiert, die für die normierten Berechnungen nach DIN V 18599 `ibp18599kernel` notwendig sind. Zuvor führten sie im Rahmen der 18599-Gütegemeinschaft intensive Vergleichsberechnungen durch. Die Gütegemeinschaft ist ein Zusammenschluss aller Hersteller bauphysikalischer Software zur DIN V 18599.

Anhand eines Ein- und eines Mehrfamiliengebäudes, die mit verschiedenen anlagentechnischen Konfigurationen versehen wurden, führten die Wissenschaftler Prüfrechnungen durch. Zudem zeigten diese Vergleichsrechnungen auf, welche Abschnitte in der Norm unklar formuliert sind. Diese Unklarheiten klärten die Forscher in enger Zusammenarbeit mit den Normungsverantwortlichen, die die Klärungen anschließend in die Überarbeitung der Norm einbrachten. Somit haben diese Vergleichsrechnungen beträchtlich zur Qualitätsverbesserung der Softwareprodukte und zudem der Norm an sich beigetragen.

PLATTFORMEN SCHAFFEN

BETREUUNG VIELFÄLTIGER PROJEKTSERVER

Die Abteilung Wärmetechnik entwickelt und betreut in diversen Projekten spezielle Projektserver. Im Folgenden sind die aktuellen Links zu diesen Servern dargestellt:

www.archiv.ensan.de

www.aivc.org

www.annex36.de

www.annex46.de

www.annex51.org

www.asiepi.eu

www.bestfacade.com

www.forschungsinitiative.de/

effizienzhaus-plus/modellvorhaben/netzwerk/

www.brita-in-pubs.eu

www.buildup.eu

www.effizienzhaus-plus-rechner.de

www.eneff-schule.de

www.eneff-stadt.info

www.enerkey.info

www.enerkey-adviser.info

www.eneeasy.info

www.enevnet.de

www.enper-exist.com

www.epbd-ca.eu

www.fassadentool.eu

www.ibp-18599.de

www.ibp18599kernel.de

www.iea-adeline.de

www.iee-cense.eu

www.inive.org

www.ittoolkitindia.com

www.lowenergyapartments.eu

www.maneg.de/index.php?id=1

www.qualicheck-platform.eu

www.school-of-the-future.eu

www.stuttgart.de/see

www.talisy.de

www.um.baden-wuerttemberg.de/de/pilotprojekt-energieeffiziente-energetisch-nachhaltige-und-lernfoerderliche-schulgebaeudesanierung/



mehr Information

PROJEKTÜBERSICHT

EnEff-Stadt – Wissenschaftliche Begleitung der BMWi-Förderaktivität »Energieeffiziente Stadt«, Phase 3

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

EnEff-Schule – Wissenschaftliches Begleitforschungsprojekt zum BMWi-Forschungsschwerpunkt »Energieeffiziente Schulen« Phase 2

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Effizienzhaus Plus I – Wissenschaftliches Begleitforschungsprojekt zum Förderkonzept des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung-BMVBS – Phase 1

Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Effizienzhaus Plus II – Wissenschaftliches Begleitforschungsprojekt zum Förderkonzept des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung-BMVBS – Phase 2

Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Leitung und Mitarbeit im IEA SHC TASK 50: Advanced Lighting Solutions for Retrofitting Buildings

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Energieeffiziente, energetisch nachhaltige und lernförderliche Sanierung von Schulgebäuden – wissenschaftlich-technische Begleitung eines Pilotvorhabens mit Transfer in die Praxis

Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Machbarkeitsstudie zur Erweiterung des Förderkonzepts »Effizienzhaus Plus« des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur auf Bildungsgebäude (BMVI)

Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Aktualisierung der Broschüre »Wege zum Effizienzhaus Plus«

Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Leitung und Bearbeitung des EU FP 7 PPP EeB Demonstrationvorhabens »School of the Future – Towards Zero Emission with High Performance Indoor Environment«

Gefördert von der Europäischen Union

RENEW SCHOOL – Sustainable school building renovation promoting timber prefabrication, indoor environment quality and active use of renewables

Gefördert von der Europäischen Union

CO₂-neutrale Energieversorgung der Wohnanlage Lilienstraße Nord in München (im Auftrag der Gemeinnützigen Wohnstätten- und Siedlungsgesellschaft mbH [GWG])

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Meßtechnische Validierung der CO₂-neutralen Energieversorgung der Wohnanlage Lilienstraße Nord in München (im Auftrag der Gemeinnützigen Wohnstätten- und Siedlungsgesellschaft mbH [GWG])

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Messtechnische Bewertung eines Effizienzhauses Plus in Holzfertigbauweise

Im Auftrag von Bien Zenker AG, gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Plusenergiehäuser Köln)

Messtechnische Bewertung eines Effizienzhauses Plus in Holzfertigbauweise

Im Auftrag von FingerHaus GmbH, gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Messtechnische Bewertung eines Effizienzhauses Plus in Holzfertigbauweise

Im Auftrag von Huf Haus GmbH & Co. KG, gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Messtechnische Bewertung eines Effizienzhauses Plus in Holzfertigbauweise

Im Auftrag von Luxhaus GmbH & Co. KG, gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Messtechnische Bewertung eines Effizienzhauses Plus in Holzfertigbauweise

Im Auftrag von Schwörer Haus KG, gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Messtechnische Bewertung eines Effizienzhauses Plus in Holzfertigbauweise

Im Auftrag von WeberHaus GmbH & Co. KG, gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Messtechnische energetische Validierung des BMVBS-Effizienzhauses Plus-Pilotgebäudes in Berlin

Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Messtechnische und energetische Validierung des Effizienzhauses Plus in Berlin Phase 2

Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Plusenergie-Kinderhaus Höhenkirchen-Siegersbrunn – Wissenschaftliche Begleitung des Vorhabens

Im Auftrag der Gemeinde Höhenkirchen-Siegersbrunn; gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Entwicklung von Plusenergiehaus-Konzepten für Haussystemanbieter

Im industriellen Auftrag

Nahwärme und -kälte aus Abwasser zur Versorgung eines Niedrigstenergiestadtquartiers, modellhafte Umsetzung im Neckarpark, Stuttgart

Im Auftrag der Landeshauptstadt Stuttgart

Leitfaden »Klimatisierung von Auslandsvertretungen der Bundesrepublik Deutschland«

Im Auftrag des Auswärtigen Amtes

Measurement campaign to validate the DAIKIN Net Zero Energy Building Concept

Im Auftrag von Daikin Europe N. V.

Erstellung eines Sanierungskonzepts für Beleuchtungsanlagen des Firmengebäudes eines Industriebetriebes durch die Anwendung des EnBW-Lichtexperten

Im Auftrag der Fa. Marquardt, Rietheim-Weilheim

Erarbeitung eines Energiekonzepts für den Neubau einer städtischen Realschule in Memmingen

Im Auftrag der Stadt Memmingen

Wissenschaftliche Begleitung bei der Planung und Realisierung einer Plusenergieschule

Im Auftrag der Landeshauptstadt Stuttgart, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Erarbeitung eines energetischen Sanierungskonzepts für das Deutsche Schifffahrtsmuseum Bremerhaven

Im Auftrag des Deutschen Schifffahrtsmuseums Bremerhaven

Wissenschaftliche Begleitung des Vorhabens »Leuchtturmsanierung Kunsthalle Mannheim«

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Erarbeitung eines energetischen Sanierungskonzepts für das Museum Mathildenhöhe, Darmstadt

Im Auftrag des Hochbauamts der Stadt Darmstadt

Energetische Sanierung Ausstellungshallen der Mathildenhöhe

Im Auftrag der Wissenschaftsstadt Darmstadt – Eigenbetrieb Kulturinstitute, gefördert von der Deutschen Stiftung Umwelt (DBU)

EnEV 2017 – Vorbereitende Untersuchungen

Im Auftrag des Ingenieurbüros Prof. Dr. Hauser GmbH

Entwicklung und softwaretechnische Umsetzung eines Anforderungskatalogs an den energiesparenden Wärmeschutz von typischen Wohngebäuden zur Einhaltung der Vorgaben der EnEV 2009 und des EEWärmeG (im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg)

Wissenstransfer im Bauwesen – Teilvorhaben: Transfer neuer Erkenntnisse in die Normung zum energieeffizienten Bauen
Im Auftrag des VDI Technologiezentrum GmbH, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Teilprojektleitung im EU-EIE Projekt »EPBD-Concerted Action III«
Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), gefördert von der Europäischen Union

Organisation und Durchführung von Study Tours im Rahmen des EU-EIE-Projekts »EPBD-Concerted Action III«
Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), gefördert von der Europäischen Union

Mitarbeit und Teilprojektleitung im EU-EIE-Projekt »Low Energy Retrofit for Multi-Occupancy Urban Housing«

Gefördert durch die Europäische Union

Klimaschutz durch verbesserte Beleuchtungsplanung
Im Auftrag der Technischen Universität Berlin

Weiterentwicklung und Pflege der elektronischen Gebäude- und Anlagen-Checkliste als Hilfsmittel für die Berechnung nach DIN V 18599
Gefördert vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)

Mitarbeit in der EU Cost optimum procedure working group
Im Auftrag des Danish Building Research Institute (SBI)

Entwicklung und Umsetzung einer Energieeffizienz-Strategie für die Gesamtstadt Stuttgart
Im Auftrag des Amts für Umweltschutz (AfU) der Landeshauptstadt Stuttgart, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Untersuchungen zur Auswirkung der veränderten Mindestanforderungen an den Primärenergiebedarf und die Wärmeschutzanforderungen von 4 unterschiedlichen Gebäudetypen durch die novellierte Energieeinsparverordnung 2014 auf die Festlegungen im NEH-Beschluss
Im Auftrag der Landeshauptstadt Stuttgart

Flächige Beleuchtungs- und Akustikbauteile für HIPIE Anwendungen
Im industriellen Auftrag

Tageslichtnutzung in Gebäuden IV: Energetisch und ergonomisch optimierte neue Beleuchtungssysteme für Sanierungen und Neubau
Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Entwicklung eines Energy Labels für Dachoberlichter und einer zugehörigen Ausstellungssoftware
Im Auftrag des FVLR – Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V.

Qualitative und quantitative tageslichttechnische Fassadenplanung für die Beratungspraxis
Gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und diversen industriellen Partnern

Verbesserung des Klimaschutzes durch energieeffizientere Beleuchtungsanlagen
Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

Arbeitshilfe für die öffentliche Bauverwaltung bezüglich der Umsetzung des BMVBS-Erlasses »Vorgaben zur Umsetzung einer modernen und energieeffizienten Beleuchtung«
Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Mitarbeit im IEA SHC TASK 47: Renovation of Non-Residential Buildings towards Sustainable Standards
Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Mitarbeit und Subtaskleitung im IEA-ECBCS-Annex 51: Energy Efficient Communities: Case Studies and Strategic Guidance for Urban Decision Makers

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Mitarbeit und Teilprojektleitung im Projekt »Operation, Maintenance, Improvement and Promotion of the BUILD UP Interactive Web Portal (BUILD UP+)«

Im Auftrag von INIVE, gefördert von der Europäischen Union

Qualitätssicherung bei der Planung und Realisierung von energieeffizienten Gebäuden

Im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), gefördert von der Europäischen Union) (IEE QualiCheck)

Entwicklung und Pflege eines Rechenkerns zur DIN V 18599 und der EnEV 2009 zur Implementierung in kommerzielle Softwareoberflächen

Im industriellen Auftrag

Entwicklung und Pflege einer Software zur DIN V 18599 und der EnEV 2009

Kooperation mit Fa. Heilmann Software Gesellschaft für Informationstechnologie mbH, Schwieberdingen

Weiterentwicklung, Pflege und Vertrieb des Lichtberechnungsprogramms ADELIN

Gefördert von über 40 industriellen Planungs- und Entwicklungspartnern

Weiterentwicklung und Pflege des internetbasierten EnEV-net-Computerprogramms

Im industriellen Auftrag

Pflege eines Assessmenttools für die Bewertung von öffentlichen Gebäuden zur internationalen Anwendung

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Weiterentwicklung von Softwaretools zur Beschreibung innovativer Tageslicht-Systeme

Im Auftrag diverser Sonnenschutzsystemhersteller, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

DIN V 18599 Modul für ein Plusenergiehaus-Beratungstool

Im industriellen Auftrag

Pflege einer Bewertungssoftware für Effizienzhäuser Plus Wohngebäude mit Informationsblatt für den Energieausweis

Institutionelle Förderung

Analyse der energetisch nachhaltigen Strategien von Kopenhagen im Rahmen einer sektorenübergreifenden Studienreise

Im industriellen Auftrag

Analyse der energetisch nachhaltigen Strategien von Berlin im Rahmen einer sektorenübergreifenden Studienreise

Im industriellen Auftrag

Leitung des Normenausschusses »Energetische Bewertung von Gebäuden«

Institutionelle Förderung

Mitarbeit im CEN Mandat M/480 zum EPBD recast

Im Auftrag der Europäischen Union

Mitarbeit im CEN Mandat M/480 zum EPBD recast Phase 2

Im Auftrag der Europäischen Union

Mitarbeit in nationalen (DIN) und internationalen (CEN/ISO/CIB) Normengremien und Richtlinienkomitees

Institutionelle Förderung

Mitarbeit im »International Network for Information on Ventilation-INIVE«

Gefördert von diversen industriellen Partnern und Planern

Mitarbeit in der Nationalen Plattform Zukunftstadt

Institutionelle Förderung

Vorbereitung eines Beitrags zur Mitarbeit im IEA BCS Annex 61: »Implementation energy strategies in communities«

Institutionelle Förderung

Durchführung von energietechnischen Informationsveranstaltungen

Institutionelle Förderung

LÖSUNGEN FÜR MEHR NACHHALTIGKEIT IM LUFTFAHRTBEREICH – AVIATION

Neben der Ökonomie in der Luftfahrtbranche sollen ökologische Aspekte noch stärker als bisher in den Vordergrund treten. Das Fraunhofer IBP arbeitet gemeinsam mit zahlreichen weiteren Fraunhofer-Instituten sowie Industriepartnern intensiv an Lösungen für die Herausforderungen, die diese »Ökonomie« mit sich bringt.

Nach dem Abschluss der ersten Auflage der europäischen Technologieinitiative Clean Sky im Jahr 2013, startete Mitte 2014 mit Clean Sky 2 der zweite Teil des europäischen Großforschungsprojekts, an dem auch das Fraunhofer IBP maßgeblich mitbeteiligt ist. Die Europäische Kommission wird gemeinsam mit der Industrie für Clean Sky 2 über sieben Jahre eine Gesamtsumme von knapp 4 Milliarden Euro aufbringen. Das Programm geht dabei Hand in Hand mit den Zielen des »Flightpath 2050« – ein Konzept der Europäischen Kommission, das eine hochrangige Forschergruppe für Luftverkehr und Luftfahrt erarbeitet hat. Auch soll es die neue Agenda für Strategische Forschung und Innovation des »Advisory Council for Aeronautics Research in Europe« (Acare) berücksichtigen. Weiterer Teil der Vereinbarung ist, Clean Sky 2 in das europäische Forschungs- und Innovationsprogramm »Horizon 2020 – A framework programme for research and innovation« einzubetten. Dieses Programm läuft ebenfalls von 2014 bis 2020 und umfasst ein Budget von circa 80 Milliarden Euro.

Das Fraunhofer IBP erforscht in mehreren Labors, wie beispielsweise der weltweit einmaligen Testeinrichtung »Flight Test Facility« (FTF) oder dem thermischen Prüfstand »Ground Thermal Test Bench«, das Kabinenklima, aber auch das Flugzeug als Gesamtsystem. Dabei werden zum Beispiel Cockpit, Passagierkabine, Avionik und Frachtraum unter energetischen Aspekten und Nutzungsanforderungen betrachtet oder Untersuchungen, die dem Vergleich und der Optimierung verschiedenster Avioniksysteme unter Realbedingungen im Labor dienen, durchgeführt. Um Planern und Designern einen leichteren und vor allem zeitigeren Zugang zu den Ökobilanzen ihrer Flugzeuge zu geben, hat das Fraunhofer IBP gemeinsam mit seinen Projektpartnern im Rahmen von Clean Sky das eco DESIGN® Tool ENDAMI entwickelt. Der Abschluss des Projekts erfolgte Ende Mai 2014.



BALLUNGSGEBIETE DER ZUKUNFT – INITIATIVE MORGENSTADT

Stadtviertel versorgen sich selbst mit Strom und Wärme, Elektroautos dienen gleichzeitig als Stromspeicher, intelligente Häuser bieten einen komfortablen und sicheren Lebensraum für alle Generationen – das alles klingt zwar wie Zukunftsmusik, ließe sich jedoch technologisch meist bereits umsetzen. Dennoch gestaltet sich schwer, diese Technologien in den Alltag zu integrieren. Es braucht konkrete Pilot- und Umsetzungsprojekte, soll dieser Sprung in die Praxis gelingen. In der Fraunhofer-Initiative »Morgenstadt« haben sich daher mehrere Fraunhofer-Institute zusammengeschlossen, geleitet wird das Vorhaben vom Fraunhofer IBP und vom Fraunhofer IAO. Das Ziel: Es sollen nachhaltige Technologien und Systeme für die Städte der Zukunft entwickelt und in das neue Stadtmodell integriert werden. Kurzum: Die Forscher entwickeln in dem Verbundforschungsprojekt Innovationen für die Stadt von morgen.

Weitere Informationen:
www.morgenstadt.de

Der Bedarf für eine solche Forschung ist groß – schließlich sind Städte unsere zentralen Lebensräume und wachsen ungebremst. Bereits jetzt leben über die Hälfte der sieben Milliarden Weltbürger im urbanen Raum, bis zum Jahr 2050 wird die Zahl auf fast zehn Milliarden steigen. Städte verbrauchen drei Viertel aller Ressourcen, stoßen dabei gigantische Wolken von Treibhausgasen aus und produzieren Milliarden Tonnen von Müll.

Diesen Negativtrends wollen die Forscher mit der Initiative Morgenstadt entgegenwirken. Im Teilprojekt »Morgenstadt – City Insights«, kurz m:ci, analysierten und bewerteten sie zunächst die sechs internationalen Vorreiterstädte Berlin, Freiburg, Kopenhagen, New York, Singapur und Tokio – und überführten die Ergebnisse in das m:ci-Stadtsystemmodell. Damit konnten sie die Städte systematisch auf ihre Nachhaltigkeitsperformance hin überprüfen und individuelle Roadmaps, Strategien und operative Projekte für eine nachhaltige Stadtentwicklung ableiten. Seit Januar 2014 läuft nun die Forschungsphase II des Projekts. Langfristiges Ziel ist es, gemeinsam mit Städten und Industriepartnern ganzheitliche Strategien und integrierte Lösungen zu erarbeiten und in der Praxis zu etablieren.



FRAUNHOFER-ALLIANZ BAU

BÜNDELUNG DER FRAUNHOFER-BAUKOMPETENZ

FRAUNHOFER- ALLIANZ BAU

Die Baubranche sieht sich derzeit zahlreichen komplexen Problemstellungen gegenüber: Vielfach lassen sich die Antworten nur dann finden, wenn verschiedene Fachbereiche Hand in Hand arbeiten. Die Fraunhofer-Allianz Bau, die 2008 gegründet wurde, führt daher die Ressourcen und Kompetenzen von 15 Fraunhofer-Instituten zum Thema Bau zusammen. Die leistungsstarke Forschungsgemeinschaft steht als zentraler Ansprechpartner für alle baurelevanten Fragestellungen innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft zur Verfügung – sei es für Baubranche oder die Politik. Die Aktivitäten der Fraunhofer-Allianz konzentrieren sich dabei auf acht Geschäftsfelder: Materialentwicklung, Bausysteme und Komponenten, Komfort und Gesundheit, Prozessoptimierung, Energie- und Ressourceneffizienz, Gebäudetechnik, Sicherheit und die Betrachtung von Gebäuden im Quartierskontext.

Bau-Forum Berlin

Das deutsche Bauwesen steht aktuell vor großen Herausforderungen: Neue Wettbewerber drängen auf den Markt, der Preisdruck steigt. Für bestehende Betriebe gilt es daher, ihr Produktportfolio zu erweitern und Nischensegmente auszubauen. Doch nur wenn Wirtschaft, Forschung und Politik gut zusammenspielen, lassen sich vorhandene Potenziale ausschöpfen, nur dann kann man dem schwachen Marktwachstum der am Bau Beteiligten entgegenwirken. Die Fraunhofer-Allianz Bau hat es sich daher zur Aufgabe gemacht, hier eine Schnittstelle zu bilden und den Dialog zu fördern.

Am 2. Dezember 2014 initiierte sie dazu in Berlin ein Bau-Forum. Der Einladung, sich als Referenten aktiv an der Diskussion zu beteiligen, folgten Heike Marcinek von der Deutschen Energie-Agentur, Heiko Stiepelmann vom Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, Carsten Herlitz vom Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen sowie Frau Bärbel Höhn vom Ausschuss für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit des Deutschen Bundestages. Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer vertrat die Fraunhofer-Allianz Bau. Prof. Dr. Alexander Verl, Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft, eröffnete die Veranstaltung und gab mit dem Brückenschlag von Industrie 4.0 zur Bauwirtschaft Impulse für die weitere Diskussion.

Die folgenden Vorträge drehten sich um die politischen Rahmenbedingungen, den Innovationsbedarf der Bauindustrie sowie ihr Image. So sollte die Bauwirtschaft im Sinne des Framing ihre Wortwahl überdenken: Vielfach beschreibt sie ihre Produkte mit Begriffen, die emotional negativ besetzt sind, etwa Nullenergie- oder Passivhaus, was ihrer Bedeutung nicht gerecht wird. Denn darin waren sich die Vortragenden einig: Die Bauwirtschaft spielt eine zentrale Rolle dabei, die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen. Eine Schlüsselposition hat dabei die energetische Sanierung des Gebäudebestands. Sie darf jedoch nicht zu einer übermäßigen Mietpreissteigerung führen.

In diesem Zusammenhang wurde aufgezeigt, dass der Anstieg der Mietpreise nicht auf die Rohbaukosten, sondern auf die hohen Energiepreise und die Immobilienspekulation zurückzuführen sind. Diesen Entwicklungen kann man nur adäquat begegnen, wenn das »Produkt« Gebäude stärker als Einheit betrachtet und auch der Siedlungs- sowie der soziale Kontext mit einbezogen wird.

Eine Digitalisierung des Bauwesens – analog Industrie 4.0 – würde es ermöglichen, die Bauprozesse, den Gebäudebetrieb und den Rückbau zu optimieren. Vor diesem Hintergrund gewinnt das Building Information Modeling (BIM) an Bedeutung, denn es begegnet den Herausforderungen der zersplitterten Prozesskette auf dem Bau. Information und Kommunikation verbessern sich, die Verluste an den Schnittstellen sinken, neue wirtschaftliche Anreize werden gesetzt. Im Mittelpunkt dieses ganzheitlichen Ansatzes sollten das Wohlbefinden und der Komfort der Bewohner stehen. Noch haben kleine und mittelständische Unternehmen jedoch vielfach Berührungspunkte gegenüber dieser Softwarelösung. Sie gilt es abzubauen, soll BIM sich in der Baubranche durchsetzen. Dafür sind die Vorteile der Software deutlicher herauszuarbeiten und zu kommunizieren.

Aufgrund des guten Echos bei den etwa 50 Teilnehmern strebt die Fraunhofer-Allianz Bau an, das Bau-Forum als jährlich stattfindende Veranstaltung zu verstetigen.

9. Oktober 2014: Fachveranstaltung »Baumaterialien der Zukunft«, Fraunhofer-Zentrale, München

Mehr als zwei Drittel aller technischen Neuerungen hängen direkt oder indirekt von den Eigenschaften der verwendeten Materialien ab – das ergab eine aktuelle Erhebung des Bundesforschungsministeriums. Denn das moderne Bauwesen stellt hohe Anforderungen, was den Vorfertigungsgrad, die Ressourceneffizienz sowie die Verarbeitungsmöglichkeiten angeht. Die Nachfrage nach neuartigen Verbundwerkstoffen und Smart Materials ist daher hoch. Karbon ist einer dieser Stoffe, die ganze Arbeitsgebiete revolutionieren könnten – denn er ist leicht und gleichzeitig stabil. Weitere innovative Werkstoffe sowie deren Einsatzmöglichkeiten in der Bauwirtschaft präsentierten Experten aus Industrie und Forschung auf der jährlichen Fachtagung der Fraunhofer-Allianz Bau. Die Veranstaltung fand im Oktober 2014 in der Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft statt und wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (StMWi) gefördert.

Ansprechpartner

Jan Peter Hinrichs
M. Eng, Dipl.-Ing. (FH)
Geschäftsführer
Fraunhofer-Allianz Bau
c/o Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Institutsteil Holzkirchen
Fraunhoferstraße 10
83626 Valley
info@bau.fraunhofer.de
Telefon +49 8024 643-600
Fax +49 8024 643-366
www.bau.fraunhofer.de

KOMPETENZEN FÜR DIE BAUTECHNIK

FRAUNHOFER-ZENTRUM BAUTECHNIK

DAS FRAUNHOFER-ZENTRUM BAUTECHNIK BÜNDELT DREI KOMPETENTE EINRICHTUNGEN IM BEREICH FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG FÜR DAS BAUWESEN:

1

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, die Hochschule Rosenheim und das Institut für Fenstertechnik (ift Rosenheim). In Fragen der Bautechnik steht das Zentrum der Industrie als kompetenter wissenschaftlicher Partner für Forschungs-, Entwicklungs- und Consultingprojekte zur Verfügung. Als weiteren Partner unterstützt das Fraunhofer IRB bei Veröffentlichungen und Verbreitung der wissenschaftlichen Erkenntnisse.

FUE-BEREICHE

1 *Visualisierung einer möglichen Überdachung des Innenhofs der Messe Bozen.*

Im Fokus steht die effiziente Gebäudehülle – vor allem im Hinblick auf aktuelle Themen wie Energie- und Ressourceneffizienz, nutzerorientierte Konzepte, Funktionalisierung und Konstruktion. Auch optimierte bauliche Gesamtkonzepte sowie neuartige Bausysteme, -komponenten und -prozesse erarbeiten die Forscher im Zentrum kooperativ.

PROJEKTE 2014

RiFaRe

Entwicklung vorgefertigter, modularer Fassadensysteme für den italienischen Markt – in Kooperation mit dem Fraunhofer IEC in Bozen

Nexus

Analyse des Baubestands in Südostasien – als Grundlage für kosteneffiziente und klimatisch angepasste Neubau- und Sanierungsmaßnahmen

Bahnhof Luxemburg

Konzeptentwicklung: Wie lassen sich durch ETFE-Folienkissen abrutschende Schneebretter vermeiden?

Messe Bozen

Machbarkeitsstudie zur Überdachung des Innenhofs der Messe Bozen

119 AUF LEITUNGSEBENE

ABSCHIED IN DEN RUHESTAND
RUF VON PROF. DR. KLAUS PETER SEDLBAUER
AN DIE TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN
SEIT 85 JAHREN

120 EHRUNGEN UND AUSZEICHNUNGEN

FRAUNHOFER-MEDAILLE FÜR PROF. DR. GERD HAUSER
MEHRFACHAUSZEICHNUNG FÜR KLIMABRUNNEN
»MORGENSTADT« IST AUSGEZEICHNETER ORT
SEIFRIZ-PREIS FÜR ZÜNDENDE IDEEN AUS HANDWERK UND WISSENSCHAFT
INNOVATIONSPREIS FÜR SCHALLMASKIERENDE BÜROLEUCHE

121 UNSERE TOPVERANSTALTUNGEN

BAU CONGRESS CHINA
WUFI®-SEMINAR IN CHINA
NATIONALE PLATTFORM ZUKUNFTSSTADT
WELTLEITMESSE LIGHT + BUILDING, FRANKFURT

122 ENGAGEMENT FÜR DEN FORSCHUNGSNACHWUCHS

ASIAN EXCELLENCE TEAM
TAG DER BAUPHYSIK FÜR SCHÜLER

123 WEITERE EREIGNISSE

REAKKREDITIERTE PRÜFSTELLEN
BRAND VERURSACHT SACHSCHADEN

124 IM GEDENKEN

NACHRUF AUF PROF. DR. RER. NAT. HABIL. FRIDOLIN P. MECHEL

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE DAS WICHTIGSTE IN KÜRZE



AUF LEITUNGSEBENE

Abschied in den Ruhestand

Wie sich die Bauphysik in 41 Jahren von einer Unbekannten zur Innovationskraft entwickelte, schilderte Prof. Dr. Gerd Hauser in seiner Abschiedsvorlesung am 30. Januar 2014 im Audimax der Technischen Universität München.

Gerd Hauser leistete während seiner beruflichen Laufbahn wichtige Beiträge zur Energieeffizienz. Seine Entwicklung des ersten Energiepasses zur Kennzeichnung von Gebäuden machte ihn in der Fachwelt als »Vater des Energieausweises« bekannt. Er war Berater des Bundesbauministeriums und trieb sein Thema in zahlreichen Organisationen voran. Ohne Sanierung des Gebäudebestands ist die Energiewende nicht zu schaffen, ist seine Aussage.

Als Aufgabe für die Zukunft sieht Gerd Hauser die Weiterentwicklung der Gebäude vom Energieerzeuger zum Energiespeicher. Weiteres Potenzial für künftige Forschung und Entwicklung erkennt er in einer Steigerung der Bauqualität, kostengünstigen Sanierungstechniken mit leicht austauschbaren Fassadenelementen und noch mehr Nachhaltigkeit.

Synergien nutzen, die Bauphysik sichtbar machen und eine verstärkte Internationalisierung waren einige der Ziele der Kooperation zwischen der TU München und Fraunhofer, die Herr Hauser mehr als erfüllt habe, so Dekan Prof. Dr.-Ing. Gerhard Müller. Dabei betonte der Dekan die Bedeutung der Lehre im Wissenschaftsbereich. Es sei nicht zu unterschätzen, dass zentrale Persönlichkeiten wie Hauser jungen Menschen Wissen und gesellschaftliche Verantwortung vermitteln und eine Vorbildfunktion übernehmen würden. Mit dem Stabwechsel an Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer hofft die Universität München auf eine Fortsetzung der erfolgreichen Kooperation mit Fraunhofer.

Ruf von Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer an die Technische Universität München

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer wurde von TU-Präsident Prof. Dr. Wolfgang Herrmann an die Technische Universität München berufen. Seit dem 1. April 2014 ist er der Inhaber des Lehrstuhls für Bauphysik an der TU München.

In Personalunion ist Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer seit 1. April zudem alleiniger Leiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP mit den Standorten Stuttgart, Holzkirchen, Kassel, Nürnberg und Rosenheim.

Seit 85 Jahren

Vor 85 Jahren wurde mit dem Institut für Schall- und Wärmetechnik der Grundstein des heutigen Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP gelegt – mit dem Eintrag in das Vereinsregister am Amtsgericht Stuttgart am 4. Mai 1929, der am 12. Mai rechtskräftig wurde.

Geheimrat Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Oskar Knoblauch und seine Schüler – unter anderem Priv.-Doz. Dr.-Ing. Hermann Reicher – wandten im Jahre 1908 die Methoden wissenschaftlicher Forschung erstmals auf Probleme des Wärme- und Schallschutzes im Bauwesen an. Um die Erkenntnisse, die die Forscher im Laboratorium für Technische Physik der Technischen Hochschule München auf dem Gebiet der Wärme- und Schalltechnik gewonnen haben, möglichst gut in die Praxisanwendung zu überführen, sollte eine eng mit der Praxis verbundene Anstalt errichtet werden. Mit Unterstützung des Württembergischen Landesgewerbeamts, des Württembergischen Kultusministeriums, der Technischen Hochschule Stuttgart sowie einer Reihe engagierter Persönlichkeiten und Firmen konnte im April 1929 das Institut für Schall- und Wärmetechnik gegründet werden, das von einem gleichnamigen Förderverein unterstützt wurde.



EHRUNGEN UND AUSZEICHNUNGEN

Fraunhofer-Medaille für Prof. Dr. Gerd Hauser

Am 30. Januar 2014 gab Prof. Dr. Gerd Hauser seine Abschiedsvorlesung – und erhielt bei diesem Anlass für seine Verdienste in der Fraunhofer-Gesellschaft die Fraunhofer-Medaille. Denn als visionärer Forschungsmanager entspricht Hauser dem Vorbild Joseph von Fraunhofer, der brillanter Wissenschaftler, einfallsreicher Erfinder und praktischer Unternehmer war. Nach diesen Gesichtspunkten sei auch die Fraunhofer-Gesellschaft aufgebaut, würdigte Fraunhofer-Vorstand Prof. Dr. Alfred Gossner die Verdienste von Hauser.

Mehrfachauszeichnung für Klimabrunnen

Schwirren Pollen oder sonstige Verunreinigungen durch die Büros oder Wohnräume, ist dies für Allergiker vielfach eine Qual. Konventionelle Kühlsysteme wie luftumwälzende Klimaanlage oder Kühldecken verbessern die Situation nicht gerade. Der neuartige Klimabrunnen »Monotop Klimawand« der Firma C+P Möbelsysteme schafft dagegen Abhilfe: Sein Wasserfilm reinigt die Luft von den ungewünschten Bestandteilen und ist nicht nur für Allergiker eine Wohltat. Kurzum: Die patentierte Technologie kühlt Räume aller Art auf saubere, energiesparende und gesunde Weise. Nach der Auszeichnung als »Ort im Land der Ideen« wurde der Klimabrunnen nun ein weiteres Mal prämiert: Auf der Messe INDEX in Dubai – internationale Fachmesse für Möbel und Innenausstattung – gewann er den in der Möbelbranche begehrten Produkt-Award in der Kategorie Trennwandsysteme. Die prämierte Klimawand entstand in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP.

»Morgenstadt« ist ausgezeichnete Ort!

Stadtviertel, die Strom und Wärme selbst erzeugen, Elektroautos, die gleichzeitig als Stromspeicher dienen, und intelligente Häuser, in denen auch ältere Menschen bequem und sicher leben können – all dies sind Beispiele der Zukunftsszenarien für

Morgenstadt. In dem interdisziplinären Projekt geht es darum, nachhaltige urbane Technologien und Systeme sowie neue Perspektiven und Ansätze für Städte und Metropolen weltweit zu entwickeln. Die Standortinitiative »Deutschland – Land der Ideen« der Bundesregierung und des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI) sowie die Deutsche Bank würdigten das Engagement zu Morgenstadt mit dem Preis »Ausgezeichnete Orte im Land der Ideen«.

Schule 2030 – Lernen mit Energie

Wie lassen sich Schulen zukunftsweisend sanieren? Diese Frage hat das Fraunhofer IBP gemeinsam mit dem Amt für Umweltschutz mit einem Energiekonzept beantwortet. Auf den Berliner Energietagen zeichnete der Bundesminister für Wirtschaft und Energie, Sigmar Gabriel, das Projektteam »Plus-Energieschule Stuttgart« dafür mit dem BMWi-Preis »Schule 2030 – Lernen mit Energie« aus.

Die Gründe für die Auszeichnung sind zahlreich: So konnten die Forscher beispielsweise bei der Plusenergieschule in Stuttgart-Rot die Qualität der historischen Bausubstanz erhalten. Insgesamt ermöglicht das Konzept, dass die Schulen sich selbst mit Energie versorgen und sogar einen Überschuss produzieren – sie werden also vom Energieverbraucher zum Erzeuger. Was den Wärmeschutz angeht, so setzen die Wissenschaftler mit ihrem Konzept auf unterschiedliche innovative Systeme, etwa eine Vakuum-Dämmung im Kellerdeckenbereich oder spezielle Materialien mit verbesserten Eigenschaften. Das hybride Lüftungskonzept sieht Fensterlüftung und unterstützende dezentrale Lüftungssysteme vor. Dafür sind beispielsweise in den Fenstern kleine Motoren integriert, die diese in der Nacht öffnen.



Innovationspreis für schallmaskierende Büroleuchte

Der erste Innovationspreis 2014 des Fraunhofer-inHaus-Zentrums ging an das Fraunhofer IBP mit seinem Forschungspartner Nimbus Group GmbH. Die Partner entwickelten gemeinsam eine Leuchte, mit der lärmgeplagte Büromitarbeiter störende Geräusche am Arbeitsplatz überdecken können. Denn ständige Kommunikation ist in Mehrpersonenbüros an der Tagesordnung. Dabei erfordern viele Büroarbeiten ein Mindestmaß an Ruhe und Konzentration.

Die Leuchte überdeckt ablenkende Geräusche – man spricht dabei auch von Maskierung – und hilft den Mitarbeitern auf diese Weise, sich besser auf ihre Arbeit konzentrieren zu können. Die Jury kam zu dem Schluss, dass die schallmaskierende Arbeitsleuchte ein nachhaltiges und innovatives Beispiel erfolgreicher Entwicklungsarbeit ist. Die erstmalige Verleihung dieses Preises sollen die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten stärken und erfolgreiche Projekte würdigen.

UNSERE TOPVERANSTALTUNGEN

BAU Congress China

Zu den Highlights 2014 zählte die Premiere des »BAU Congress China« in Peking, bei dem sich die Fraunhofer-Allianz Bau als Partner der Messe München International mit einer Sonderschau präsentierte. Unter dem Motto »Better Building – Better Life« zeigte das Fraunhofer IBP zusammen mit sieben Projektpartnern, wie sich die Bauqualität durch das Zusammenwirken von Planung, Produktentwicklung und Nachhaltigkeitszertifizierung steigern lässt. Die Zahl der Messebesucher und Kongressteilnehmer übertraf alle Erwartungen. So füllte sich auch das Plenum der Kongressveranstaltung bis zum letzten Stehplatz, als Dr. Künzel zum Thema »City of Tomorrow – Balancing comfort requirements and future energy supply« referierte.

WUFI®-Seminar in China

Direkt im Anschluss an den »BAU Congress China« fand das erste ganztägige WUFI®-Seminar in China statt. Der Einladung vom Kooperationspartner Tongji University in Shanghai folgten mehr als 20 ausgewählte Teilnehmer: Während der eintägigen Veranstaltung lernten sie sowohl die theoretischen Grundlagen als auch die Anwendung der Software für hygrothermische Bauteilsimulation kennen. Die fachlich versierten Teilnehmer diskutierten rege mit den Trainern. Dies ermutigte das Entwicklerteam um Dr. Künzel, weitere WUFI®-Seminare in

China anzubieten sowie an einer chinesischen WUFI®-Version zu arbeiten. Neben der sprachlichen Übersetzung gilt es, vor allem zusammen mit den Kooperationspartnern, landesspezifische Klima- und Materialdaten in die WUFI®-Datenbank zu integrieren.

Nationale Plattform Zukunftsstadt

Die Initiative »Nationale Plattform Zukunftsstadt« wird getragen von den Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF), für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), für Wirtschaft und Energie (BMWi) sowie für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI).

Zur Fachkonferenz am 30. September 2014 kamen weit über 400 Teilnehmern aus Forschung, Wirtschaft, Städten und Kommunen. In zwölf Workshops diskutierten sie, wie ihre Ideen für eine nachhaltige Stadt der Zukunft weiterentwickelt werden können. Am 19. Februar 2015 wurden die Ergebnisse der »Nationalen Plattform Zukunftsstadt« an die Bundesregierung übergeben – als strategische »Forschungs- und Innovationsagenda für die CO₂-neutrale, energie- und ressourceneffiziente sowie klimaangepasste Stadt« – und veröffentlicht. Im gleichen Jahr greifen auch Veranstaltungen rund um das »Wissenschaftsjahr« das Thema der Zukunft unserer Städte auf.



Weltleitmesse Light + Building, Frankfurt

Als weltgrößte Messe für Licht und Gebäudetechnik zeigt die Light + Building Lösungen, die den Energieverbrauch eines Gebäudes senken und zugleich den Wohnkomfort erhöhen. Ganz im Zeichen der Weltleitmesse der weltgrößten Leistungsschau für Licht, Elektrotechnik, Haus- und Gebäudeautomation sowie Software für das Bauwesen präsentierte das Fraunhofer IBP sein gut aufgestelltes Portfolio speziell auf dem Themenfeld der Lichttechnik. Das Fraunhofer IBP zeigte Präsenz in mehreren Veranstaltungen der Messe. In Kooperation mit dem Joint Research Center der EU richtete das Institut die 8th International Conference »Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings (IEECB'14)« aus.



*mehr Informationen
Zukunftsstadt*

Das Architekten Forum »Die Zukunft des Bauens – Effizienzhaus Plus: Status Quo, Potentiale, Entwicklungen« verfolgten über 350 Teilnehmer mit großem Interesse. Koordiniert wurde es von der Architektenkammer Hessen, dem Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH) und der Informationsstelle Effizienzhaus Plus des Bundesbauministeriums (BMUB). Als erfolgreicher Schlusspunkt bot die vom Fraunhofer IBP organisierte Abschlussveranstaltung der IEA-Arbeitsgruppe Task 47 »Renovation of Non-Residential Buildings towards Sustainable Standards« den Teilnehmern aufschlussreiche Einblicke in die Fachthematik.



weitere Veranstaltungen

ENGAGEMENT FÜR DEN FORSCHUNGSNACHWUCHS

Asian Excellence Team

Sieben asiatische Studenten und Gastwissenschaftler haben sich im Dezember 2014 zum »Asian Excellence Team in Hygrothermics« zusammengeschlossen. In ihren Abschlussarbeiten und Dissertationen erforschen die Nachwuchswissenschaftler vielseitige Aspekte zum klimaspezifischen und kulturell angepassten Bauen. So haben sie beispielsweise die Charakteristika der unterschiedlichen Klimazonen in China systematisch analysiert und kategorisiert: Welche Anforderungen ergeben sich daraus für die hygrothermische Gebäudesimulation? Um die Vorhersagen durch die hygrothermische Simulation noch näher an die Realität zu bringen, integrierten die Forscher unter anderem spezifische Simulationsmodelle und entwickelten ein praxistaugliches Modell zur Simulation der Hysterese bei der Feuchtespeicherung von Baumaterialien.

Die Abteilung Hygrothermik erhofft sich durch das »Asian Excellence Team« einen noch intensiveren Austausch mit der Bauforschung in Fernost und sieht insbesondere in China einen chancenreichen Zukunftsmarkt.

Tag der Bauphysik für Schüler

Der »Tag der Bauphysik« lockte 330 Schülerinnen und Schüler in die Hörsäle an die Universität Stuttgart. Alle Teilnehmer kamen aus baden-württembergischen Gymnasien und haben Physik als Neigungs- oder Profulfach gewählt. Die Veranstaltung wird gemeinsam vom Stuttgarter Lehrstuhl und vom Fraunhofer IBP organisiert und hat bereits Tradition: Zum 9. Mal widmet sie sich der wichtigen Zielgruppe der Schülerinnen und Schüler. Welche Berufsmöglichkeiten hätten sie, wenn sie den Studiengang Immobilitätsbau und Immobilienwirtschaft mit bauphysikalischer Ausbildung absolvieren? Wie gestaltet sich die wissenschaftliche Forschung und bauphysikalische Lehre an einer Universität?



Schülergerecht aufbereitet erhielten die jungen Menschen Einblicke in die Bauphysik: Welchen Einfluss hat sie auf den Alltag eines jeden? Wie beeinflusst etwa die Beleuchtung das Denken? Der Beitrag »Nachhaltig leben« spannte den Bogen zwischen Bauphysik und Alltag mittels der Methode der Ganzheitlichen

Bilanzierung – und gab einen Überblick, welche Faktoren für die Behaglichkeit im Klassenzimmer ausschlaggebend sind. Ein weiterer wichtiger Programmpunkt: Die Besichtigung der Versuchseinrichtungen im Fraunhofer IBP, an dem sich die Schülerinnen und Schüler interessiert und rege beteiligten.

WEITERE EREIGNISSE

Reakkreditierte Prüfstellen

Das Fraunhofer IBP betreibt vier Prüflabors, die DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiert sind. Turnusmäßig fand daher im Mai 2014 das Reakkreditierungsaudit der DAkkS statt – in den Labors für Bauakustik Schallimmissionsschutz, Feuerstätten und Abgasanlagen, Wärmekennwerte sowie Feuchte, Mörtel, Strahlung, Emissionen.

Solche Akkreditierungen bieten eine Reihe von Vorteilen:

- Sie steigern die Akzeptanz von Produkten und Dienstleistungen und erleichtern den Marktzugang bzw. ermöglichen diesen erst.
- Die Zertifikate, Inspektionen, Prüfungen oder Kalibrierungen sind international vergleichbar und auf der ganzen Welt anerkannt. Dies vermeidet Kosten durch mehrfache Bewertungen. Es gilt: Einmal geprüft, überall akzeptiert.
- Der Kompetenznachweis erleichtert es, einen passenden Dienstleister für die Konformitätsbewertung von Waren und Dienstleistungen auszuwählen.
- Die internationale Rechtssicherheit steigt aufgrund dokumentierter und nachvollziehbarer Prüf- und Managementprozesse.



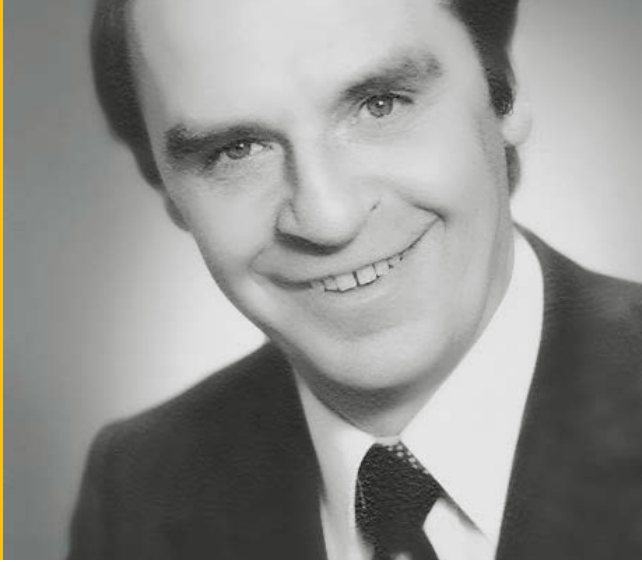
weitere Informationen zu unseren akkreditierten Prüfstellen

Die Urkunden bestätigen: Die Prüflabors sind für die nächsten fünf Jahre flexibel akkreditiert.

Die Prüfstelle in Holzkirchen wurde erfolgreich um zwei neue Prüfbereiche erweitert. Neu hinzugenommen wurden die Geruchsuntersuchungen und die Umwelteigenschaften von Bauprodukten.

Brand verursacht Sachschaden

Am Abend des Aschermittwochs im Jahr 2014 verursachte ein Brand im Analytik-Labor der Abteilung Bauchemie, Baubiologie, Hygiene am Fraunhofer IBP in Holzkirchen erheblichen Sachschaden; Menschen wurden zum Glück nicht verletzt. Glücklicherweise bemerkte ein Mitarbeiter, der abends noch an seinem Schreibtisch arbeitete, einen orangefarbenen Schein am Nachthimmel und beim Blick aus dem Fenster bereits Flammen. Er alarmierte sofort die Feuerwehr, die 15 Minuten später vor Ort war. Die Brandfläche ist vergleichsweise klein, zwei als Büro genutzte Räume im 1. Obergeschoss sind völlig ausgebrannt. Durch die Verteilung von Rauch und Ruß im gesamten Obergeschoss sowie durch das Löschwasser entstand noch größerer Schaden. Die exakte Höhe des Schadens lässt sich bislang nicht beziffern, der Wert aller beschädigten Geräte dürfte im 7-stelligen Bereich liegen. Als Brandursache werden Dachdeckerarbeiten am Übergang zum Chemie-Neubau angesehen. Wäre der Brand noch später am Abend ausgebrochen, wäre er vermutlich länger unbemerkt geblieben und das ganze Gebäude hätte zerstört werden können.



IM GEDENKEN

Nachruf auf Prof. Dr. rer. nat. habil. Fridolin P. Mechel

Der ehemalige Leiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP, Prof. Dr. rer. nat. habil. Fridolin P. Mechel, ist am 4. Mai 2014 im Alter von 84 Jahren verstorben.

Der am 16. April 1930 geborene Wissenschaftler übernahm 1977 die Institutsleitung des Fraunhofer IBP von Prof. Dr. Karl Gösele und blieb in dieser Position bis zu seinem Ruhestand im Jahr 1990. Während seiner Amtszeit konzipierte Fridolin P. Mechel das Institutszentrum Stuttgart und dessen bauphysikalisches Technikum mit aufwendigen bauakustischen Einrichtungen.

Auch nach seiner Verabschiedung in den Ruhestand 1990 blieb er dem Institut wissenschaftlich verbunden und pflegte noch lange darüber hinaus persönliche Kontakte zu Mitarbeitern des Fraunhofer IBP.

Fridolin P. Mechel forschte vor allem auf dem Gebiet der Akustik. Er veröffentlichte neben zahlreichen Fachpublikationen das dreibändige Standardwerk »Schallabsorber«. 1997 wurde Prof. Dr. Mechel mit der Helmholtz-Medaille für sein herausragendes Lebenswerk im Bereich der Akustik ausgezeichnet.

Wir werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

PARACELSUS ERKANNT FÜR DIE MEDIZIN, DASS BEI VIELEN STOFFEN DER UNTERSCHIED IN DER WIRKUNG ALS GIFT ODER ALS HEILMITTEL IN DER DOSIERUNG LIEGT.

ÄHNLICH ENTSCHIEDET BEI SCHALLABSORBERN DIE RICHTIGE DIMENSIONIERUNG ÜBER DIE WIRKSAMKEIT.

Fridolin P. Mechel

STRUKTUREN, AKTIVITÄTEN, INSTRUMENTE

AUF WISSEN BAUEN IST DAS LEITMOTIV DES FRAUNHOFER IBP. DER ERFOLG DER FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSARBEITEN BASIERT AUF VIELSCHICHTIGEN AKTIVITÄTEN UND INSTRUMENTEN, DIE GEZIELT DAS WISSENSCHAFTLICHE FUNDAMENT DES INSTITUTS UNTERSTÜTZEN.

Spezielle Versuchseinrichtungen

Leistungsfähige Labore und teils einmalige Prüfeinrichtungen sowie das größte bekannte Freilandversuchsgelände am Standort Holzkirchen ermöglichen die Erforschung eines breiten Spektrums von komplexen Forschungs- und Entwicklungsthemen. Moderne Labormesstechnik und Berechnungsmethoden, Untersuchungen in Modellräumen, im Prüffeld und am ausgeführten Objekt dienen der Erprobung von Komponenten und Gesamtsystemen.



mehr Information

Internationale Kooperationen

Die internationale Zusammenarbeit in Wissenschaft und Forschung ist zentrales Instrument, die Leistungsfähigkeit der wissenschaftlichen Disziplinen zu steigern. Das Fraunhofer IBP hat zu vielen nationalen und internationalen Institutionen Vereinbarungen zur projektbezogenen Zusammenarbeit und verfolgt das Konzept von »strategischen Partnerschaften« weltweit.



mehr Information



Mitarbeit in Ausschüssen und Gremien

Das Fraunhofer IBP engagiert sich in zahlreichen nationalen und internationalen Ausschüssen und Gremien. Die Mitarbeit ermöglicht einen direkten Erfahrungs- und Informationsaustausch auf den relevanten Fachebenen.



mehr Information

Lehrtätigkeiten

Im Zusammenspiel von Forschung und Lehre befruchten sich neueste Erkenntnisse aus der Wissenschaft und langjährige Erfahrung in der Praxis wechselseitig. Die Lehrbeauftragten vermitteln den Studierenden sowohl theoretische als auch praxisbezogene Inhalte und sichern die hohe Qualität der Lehre.

www.ibp.fraunhofer.de/de/ueber-uns/lehre/lehrtaetigkeiten-und-vorlesungen.html



*Abschlussarbeiten und
Dissertationen*



*Lehrtätigkeiten und
Vorlesungen*

Wissenschaftliche Vorträge

Die Vorträge der Wissenschaftler weisen eine große thematische Bandbreite auf und spiegeln die vielfältigen Forschungsgebiete des Fraunhofer IBP wider.



Vorträge

Publikationen

Das Publizieren von Forschungsergebnissen in der Wissenschaft ist unverzichtbar. Das Fraunhofer IBP blickt auf eine Vielzahl von Veröffentlichungen in unterschiedlichen Disziplinen im Berichtsjahr zurück. Das Wissen steht der Fachwelt, der Öffentlichkeit und allen Interessierten offen.



Fachpublikationen

Bauphysikalische Software

Die am Fraunhofer IBP entwickelten und/oder validierten Programme erlauben die Berechnung von Gebäude- und Bauteilverhalten unter akustischen, feuchte-, licht- und wärmetechnischen Aspekten.



mehr Informationen

GASTWISSENSCHAFTLER



Gastwissenschaftler aus vielen Ländern fanden auch im letzten Jahr ihren Weg ans Fraunhofer IBP. Die gezielte Zusammenarbeit in unserem Netzwerk fördert den intensiven fachlichen Austausch, um gemeinsam nach neuen Lösungen zu suchen und Innovationen voranzutreiben. Beide Seiten profitieren davon und tragen zur Stärkung der internationalen Beziehungen bei.

GASTWISSENSCHAFTLER IN DER ABTEILUNG AKUSTIK

Ana Petelj

1. Februar 2013 bis 31. Januar 2014

Im Themenbereich Raumakustik und technischer Schallschutz; im Rahmen des MOE-Austauschstipendienprogramms der DBU; von der Universität Novi Sad (Serbien)

KUANG Wei, M. Eng

20. Oktober 2013 bis 30. April 2015

Im Themenbereich Musikalische Akustik, im Rahmen des Gastwissenschaftler-Programms DPP (Doctoral Promotion Programme) der Chinese Academy of Science (CAS) Beijing, China und der Fraunhofer-Gesellschaft, von der CAS Beijing (China)

Cristina Zamorano Martinez, B. Tech.

4. März 2014 bis 21. März 2014

Im Themenbereich Musikalische Akustik vom Erich-Thienhaus-Institut (ETI). University of Music Detmold, Detmold (Germany)

Dr. rer. nat. Leonardo Mota de Oliveira

16. Mai 2014 bis 6. Juni 2014

Im Rahmen des DAAD/PROBRAL-Kooperationsprojekts »Verbesserte photoakustische Verfahren und Sensoren und deren Anwendung zur empfindlichen Detektion biologisch relevanter Gase« von der Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) Campos dos Goytacazes/Rio de Janeiro (Brasilien)

IN DER ABTEILUNG BAUCHEMIE, BAUBIOLOGIE, HYGIENE

Hyejin Jang

1. Dezember 2013 bis 31. Juli 2014

Hyundai Motor Company, Korea

IN DER ABTEILUNG ENERGIESYSTEME

Manuel Andrés Chicote

15. September 2014 bis 14. Dezember 2014

Universidad de Valladolid, Departamento de Ingeniería energética y fluido-mecánica, Valladolid (Spanien)

Selin Hülagü

30. Juni 2014 bis 30. September 2014

Ege University, Faculty of Engineering, Civil Engineering, Bornova, Izmir (Türkei)

Giorgio Lupato

17. März 2014 bis 15. September 2014

Università degli Studi di Padova, Master degree in Energy Engineering, Padua (Italien)

Zahra Mehdipour

1. Dezember 2012 bis 15. Februar 2014

Master of Architecture, Teheran (Iran)

Pietro Pagliaro

16. September 2014 bis 31. März 2015

Università degli Studi di Padova, Faculty Ingegneria Energetica, Padua (Italien)

IN DER ABTEILUNG HYGROTHERMIK

ZHANG Xiao Bo

25. Oktober 2014 bis 24. Oktober 2015

Doktorand, Tongji University Shanghai (China)

Sara Freitas

31. Mai 2014 bis 12. Jul 2014

Doktorandin in gemeinsamer Betreuung der Universidade de Porto und des Fraunhofer IBP. Thema: Dachbegrünungen, Einfluss auf Feuchteverhalten, Komfort und Energiebedarf in Portugal

Sughwan Kim

1. Oktober 2014 bis voraussichtlich 2019

Doktorand aus Seoul (Südkorea)

Prof. Dr. Johannes Aschaber

1. März 2014 bis 30. September 2014

Sabbatical-Semester in der Gruppe »Hygrothermische Gebäudeanalyse«, Hochschule Rosenheim

Ass. Prof. Mark Walter

15. September 2014 bis voraussichtlich Juni 2015

Sabbatical in der Gruppe »Hygrothermische Gebäudeanalyse«, Ohio State University, Columbus/Ohio (USA)

DIE FRAUNHOFER- GESELLSCHAFT

FORSCHEN FÜR DIE PRAXIS IST DIE ZENTRALE AUFGABE DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT. DIE 1949 GEGRÜNDETE FORSCHUNGSORGANISATION BETREIBT ANWENDUNGSORIENTIERTE FORSCHUNG ZUM NUTZEN DER WIRTSCHAFT UND ZUM VORTEIL DER GESELLSCHAFT. VERTRAGSPARTNER UND AUFTRAGGEBER SIND INDUSTRIE- UND DIENSTLEISTUNGS-UNTERNEHMEN SOWIE DIE ÖFFENTLICHE HAND.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 66 Institute und Forschungseinrichtungen. Knapp 24.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die

Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

www.fraunhofer.de

Hauptstandorte ●

Nebenstandorte ○



STANDORTE DES
FRAUNHOFER IBP

DIE STANDORTE DES FRAUNHOFER-INSTITUTS FÜR BAUPHYSIK IBP

RUND 300 MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER DES
FRAUNHOFER IBP BRINGEN IN STUTTGART, HOLZKIRCHEN,
KASSEL, NÜRNBERG UND ROSENHEIM IHRE EXPERTISE EIN.
DIE BAUPHYSIK IST KEINE »ELFENBEINTURM-WISSEN-
SCHAFT« GEBLIEBEN, SONDERN WIRKT IN VIELEN FÄLLEN
UND IN VIELFÄLTIGER WEISE ANGEWANDT ZUM BREITEN
NUTZEN FÜR ALLE.



Anfahrtsbeschreibung
Stuttgart



Anfahrtsbeschreibung
Holzkirchen



Standort Stuttgart

Das Fraunhofer IBP forscht neben den klassischen bauphysikalischen Themen wie Akustik, Baubiologie und Hygiene, Energie und Lichttechnik, Nachhaltigkeit, Raumklima oder Aspekten des Wärme-, Feuchte- und Witterungsschutzes an einer großen Bandbreite von Vorhaben mit hoher gesellschaftlicher Relevanz. Die Anbindung an die regionale Industrie bietet dabei ein Höchstmaß an Präsenz der jeweiligen Fachkompetenz.



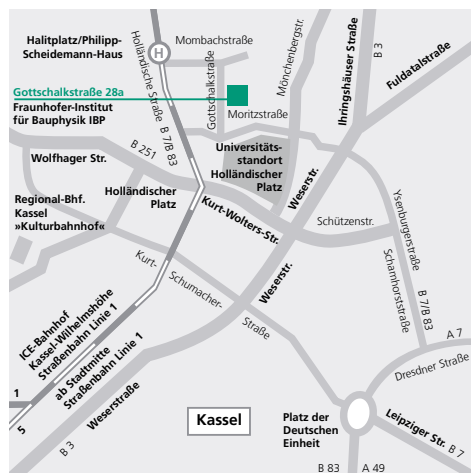
Standort Holzkirchen

Das größte bekannte Freilandversuchsgelände am Standort Holzkirchen bietet mit seinen extremen Klimaverhältnissen die Möglichkeit, Baukonstruktionen, Bauteile und Baustoffe sowie Anlagenkomponenten Maßstab 1:1 unter realen Klima- und Nutzungsbedingungen zu testen. Die Forschungsfelder Bauchemie, Baubiologie und Hygiene sowie das Arbeitsgebiet Betontechnologie komplettieren das Leistungsspektrum des Instituts.

Mit den Grundsätzen der Bauphysik entstehen Bauten, die akustische und raumklimatische Behaglichkeit ausstrahlen, Energie effizient nutzen und Kriterien der Nachhaltigkeit erfüllen. Bauphysikalische Erkenntnisse fließen inzwischen in viele weitere Bereiche des Lebens ein. Das Fraunhofer IBP forscht neben den klassischen Themen wie Schutz vor Lärm, Maßnahmen zur Energieeffizienz-Steigerung oder Aspekte der Bausubstanzerhaltung an einer großen Bandbreite von Vorhaben mit hoher gesellschaftlicher Relevanz. So geht es beispielsweise darum, Schulen oder Arbeitsräume integral zu gestalten, das Fliegen umweltfreundlicher zu machen oder das energetische Potenzial ganzer Städte auszuloten.

Standort Kassel

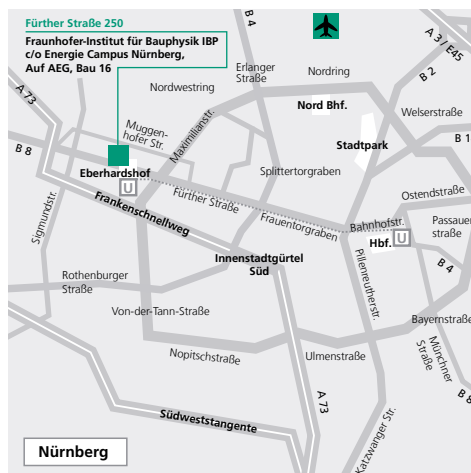
Der Standort Kassel verstärkt die traditionellen Aktivitäten auf den Gebieten der rationellen Energieverwendung und bündelt die Entwicklung anlagentechnischer Komponenten.



Anfahrtsbeschreibung
Kassel

Standort Nürnberg

Eine an die Abteilung Raumklima angegliederte Arbeitsgruppe »Systemintegration effiziente Gebäude« forscht am Standort Nürnberg an ganzheitlichen Lösungen für Gebäude, die ein Maximum an Komfort und Gesundheitsunterstützung aufweisen, altersgerecht sind und bei geringem Energieeinsatz moderate Kosten verursachen.



Anfahrtsbeschreibung
Nürnberg

Standort Rosenheim

In einer Kooperation zwischen dem Fraunhofer IBP, der Hochschule Rosenheim und dem Institut für Fenstertechnik (ift) entwickelt und konzipiert das Fraunhofer-Zentrum Bautechnik am Standort Rosenheim innovative Baukonzepte und optimierte Bauteile für Neu- und Bestandsbauten.



Anfahrtsbeschreibung
Rosenheim

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart

Institutsleitung

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Anschriften

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00
info@ibp.fraunhofer.de
www.ibp.fraunhofer.de

Standort Holzkirchen

Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley
Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen
Telefon +49 8024 643-0

Standort Kassel

Gottschalkstraße 28a, 34127 Kassel
Telefon +49 561 804-1870

Standort Nürnberg

c/o Energie Campus Nürnberg
Fürther Straße 250, 90429 Nürnberg

Standort Rosenheim

Fraunhofer-Zentrum Bautechnik
Hochschulstraße 1, 83024 Rosenheim
Telefon +49 8031 805-2683

Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung

Wankelstraße 5, 70563 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00

Redaktion

Rita Schwab, Unternehmenskommunikation, Fraunhofer IBP

Texte

Christian Wetzel, Janine van Ackeren, Janis Eitner, Rita Schwab

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie Übersetzung nur mit schriftlicher Genehmigung der Redaktion.

Gestaltung

Ansichtssache, München

Bildquellen

Carbon Composites/SGK Carbon Seite 72

fotolia Seite 28, 64, 127, 128

Gotland University Seite 89

handwerk magazin/Fotograf KD Busch Seite 12 links

iStockphoto Titel, Seite 10, 14, 16, 18, 31, 32, 34, 67, 70,
73, 81 rechts, 118

Krausmann et al. Seite 35

Roland Halbe Seite 132

T. Schäfer, PIA, Ffm Seite 66

U2 Sino-German Industrial Platform Seite 78

Alle weiteren Abbildungen:

© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Druck

Fraunhofer IRB, Stuttgart

© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart 2015

