





In der FertighausWelt Wuppertal, der modernsten Fertighausausstellung Europas, sind ausschließlich Plusenergiehäuser zu finden, die untereinander vernetzt sind und übers Jahr summiert mehr erneuerbare Energie erzeugen, als sie verbrauchen. Die Siedlungsstruktur ist so angelegt, dass überschüssiger Solarstrom gemeinschaftlich verwaltet und gemanagt wird. So wird im praktischen Betrieb die für die Energiewende wichtige Sektorenkopplung (Strom, Wärme, Verkehr) erprobt und in einer öffentlichen Ausstellung mit mehr als 60 000 Besuchern pro Jahr demonstriert.

Das Fraunhofer IBP entwickelte gemeinsam mit dem Bundesverband Deutscher Fertigungsbau (BDF) dieses wegweisende Siedlungskonzept, das in den nächsten Jahren als Living Lab und Ausstellungsgelände betrieben werden soll und betreut das erste Forschungsvorhaben zur zentralen Speicheroptimierung hierin wissenschaftlich. Living Lab ist ein neues Forschungsformat, das energetische Fragestellungen im laufenden Betrieb einer Siedlung parallel und additiv analysiert und fortlaufend optimiert.



VORWORT

Demographischer Wandel, nicht aufzuhaltende Urbanisierung, zunehmende Ressourcenverknappung, fortschreitender Klimawandel, neue Formen der Mobilität, hohe Ansprüche an dennoch günstigen Wohnraum sowie der berechnete Wunsch nach einem gesunden Arbeits- und Lebensumfeld – das sind nur einige der globalen Herausforderungen, die jeden von uns betreffen. Diese Entwicklungen berühren alle den thematischen Aktionsradius unseres Instituts, sodass wir sie kontinuierlich in unsere strategische Ausrichtung einbeziehen – auch wenn manche »Überraschungen« wie anhaltend niedrige Ölpreise oder milde Winter so manche Vorhersage zwischenzeitlich relativieren.


Ein wesentlicher Meilenstein im Jahr 2015 war daher für das Fraunhofer IBP die Bündelung seiner Energiekompetenzen. Mit der fach- und standortübergreifenden Abteilung Energieeffizienz und Raumklima (EER) haben wir uns klare Ziele gesetzt: Wir wollen den Gestaltungsspielraum energieeffizienter Gebäude erweitern und zugleich den inneren Gebäudewert, die Qualität der Räume nutzungsgerecht optimieren.

Wir greifen die Trends auf, indem wir sie mit konkreten Projekten und Initiativen in die wissenschaftliche und gesellschaftliche Praxis übertragen. Natürlich könnte nach meinem Geschmack vieles schneller gehen. Die Herausforderungen etwa in den Kommunen lassen keineswegs nach, wie die Großstadtstrategie, die Überlegungen zur Baukostensenkung oder der Investitionsstau bei öffentlichen Gebäuden für Erziehung und Bildung erkennen lassen. Andererseits passen die allseits strapazierten kommunalen Haushalte nicht zu den realen Kostenüberschreitungen beim Schulbau von mehr als 80 Prozent. Stellen Sie sich nur einmal die wieder verfügbaren Mittel vor, wenn es diese Überschreitungen nicht mehr gäbe, weil geeignete Konzepte, Instrumente und bauliche Lösungen die Planungs- und Ausführungssicherheit verbessern. Probleme und Potenziale dieser Art gibt es zuhauf und wir packen sie an.

So blicken wir mit diesem Bericht zurück auf ein Jahr, in dem wir viel bewegt haben. Dafür gebührt dem gesamten Team des Fraunhofer IBP einmal mehr mein herzlicher Dank. Selbstverständlich fühlen wir uns auch den langjährigen und neuen Förderern und Partnern des Instituts verbunden. Wir freuen uns auf ihre Anregungen und Impulse, um gemeinsam das Wissen zu schaffen, auf das wir künftig bauen können.

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

INHALT



8 DAS INSTITUT
IM ÜBERBLICK

- 10 Organigramm
- 12 Das Kuratorium
- 14 Verwaltung und Zahlen
- 16 Patentierte Innovationen
- 17 Medienpräsenz



18 HIGHLIGHT-
PROJEKTE

- 20 Lüften ohne Lärm
- 24 Freisetzung von Durchwurzelungsschutzmitteln
- 28 Begleitforschung treibt Energiewende voran
- 32 Digitalisierung und Rationalisierung im Bauwesen
- 36 PlasCarb
- 40 Passivhauszertifizierung in den USA



44 ABTEILUNGS-
PROJEKTE

- 46 Akustik
- 50 Bauchemie, Baubiologie, Hygiene
- 54 Energieeffizienz und Raumklima
- 64 Ganzheitliche Bilanzierung
- 68 Hygrothermik

72 GESCHÄFTSFELDER

AVIATION KULTURERBE

74

FRAUNHOFER-ALLIANZ BAU

75

FRAUNHOFER-ZENTRUM BAUTECHNIK



76 NAMEN, DATEN,
EREIGNISSE

- 78 Personelles
- 78 Auszeichnungen
- 79 Fachveranstaltungen
- 80 Im Gedenken

82

STRUKTUREN, AKTIVITÄTEN, INSTRUMENTE


84

DIE FRAUNHOFER- GESELLSCHAFT

86

IMPRESSUM

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



DAS INSTITUT IM ÜBERBLICK

10 ORGANIGRAMM

12 DAS KURATORIUM

14 VERWALTUNG UND ZAHLEN

16 PATENTIERTE INNOVATIONEN

17 MEDIENPRÄSENZ

ORGANIGRAMM 2016

Institutsleitung

Prof. Dr. Philip Leistner
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Stellvertreter

Dr. Klaus Breuer
Prof. Dr. Gunnar Grün

Strategische Planung

Dr. Klaus Breuer

Institutsentwicklung

Dr. Ingo Heinemann

Unternehmenskommunikation

Assja Terseglav

Verwaltung

Christopher Fiegel

Universität Stuttgart

Lehrstuhl für Bauphysik

Technische Universität München

Lehrstuhl für Bauphysik

Promotionskollegs
Climate Culture Building
Menschen in Räumen

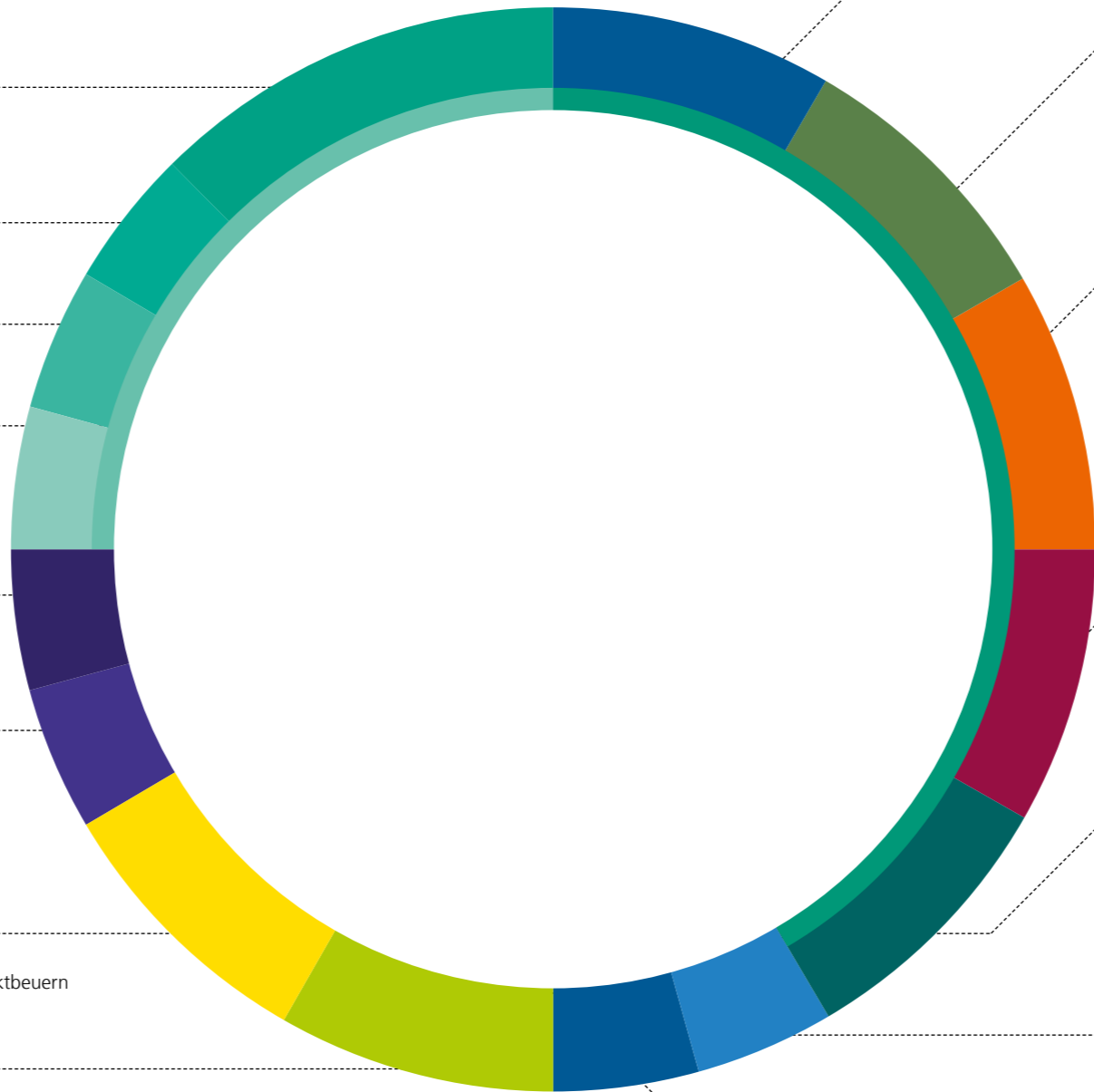
Innovationszentren

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

Geschäftsfelder und Fachgebiete

- Aviation
- Kulturerbe
- Fachgebiet Verbrennungssysteme

Abteilungen



Akustik

Dr. Peter Brandstät

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

Bauchemie,

Baubiologie,

Hygiene

Dr. Florian Mayer

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

Energieeffizienz

und Raumklima

Hans Erhorn

Prof. Dr. Gunnar Grün

- Energieversorgungssysteme
- Evaluierung und Demonstration
- Flug- und Fahrzeugklimatisierung
- Gebäude – Quartier – Stadt
- Gebäudesystemlösungen
- Lichttechnik und passive Solarsysteme
- Planungswerkzeuge

Ganzheitliche

Bilanzierung

Matthias Fischer

- Energie und Mobilität
- Nachhaltiges Bauen
- Werkstoffe und Produktsysteme

Hygrothermik

Dr. Hartwig M. Künzel

- Feuchtmanagement
- Feuchteschutz und Bauen in anderen Klimazonen
- Feuchtetechnische Materialkennwerte
- Hygrothermische Gebäudeanalyse
- Wärme-Kennwerte, Klimasimulation

- Fraunhofer-Allianz Bau
Sprecher: Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer
- Forschungsallianz Kulturerbe FALKE
Sprecher: Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

- Fraunhofer-Allianzen Energie, Verkehr
- Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS



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

Ehemals Vorsitzender der Geschäftsführung der
Xella International GmbH, Duisburg

Dipl.-Ing. Sabine Djahanschah

Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Abteilung Umwelttechnik,
Referat Architektur und Bauwesen, Osnabrück

Thomas Ducreé

Vorstandsvorsitzender der Gips-Schüle-Stiftung, Stuttgart

Dipl.-Oek. HSG Max Duttlinger

Unternehmensberatung: Menschenorientiertes
Führungssystem, Marketing & Vertrieb, Stühlingen;
Ehrenpräsident des Economic Clubs, Zürich

Prof. Dr. Bettina Fischer

Professur für Marketing und Unternehmensführung,
Wiesbaden Business School der Hochschule RheinMain,
Wiesbaden; Leitung des Research Center Nation Branding,
Hochschule RheinMain, Wiesbaden

Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus

Professur für Energiemanagement in der Immobilienwirtschaft,
Hochschule Ruhr West, Mülheim, EBZ Business School –
University of Applied Sciences, Bochum

MinR Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und
Reaktorsicherheit (BMUB), Berlin, Leiter Referat B 13 »Bau-
ingenieurwesen, 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-Afheldt

Aufsichtsrat der Gips-Schüle-Stiftung, Stuttgart

Dipl.-Betriebswirt Klaus Niemann

Ehemaliger Leiter WOLFIN Bautechnik/Henkel AG & Co.
KGaA, Wächtersbach; Vorstandsvorsitzender des Industrie-
verbands 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. iur. Heimo Scheuch

Vorstandsvorsitzender der Wienerberger AG, Wien

Dipl.-Ing. (FH) Gerd Stotmeister

Vorstand Technik der Sto AG, Stühlingen

MinR Dr. Joachim Wekerle

Leiter des Referats 75 (Gesundheitsindustrie,
Chemie und Werkstoffe) im Ministerium für Finanzen und
Wirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart

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

Aufsichtsratsvorsitzender der CalCon Deutschland AG, München

Dr. Bernd Widera

Ehemals Mitglied des Vorstands der RWE Deutschland AG

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

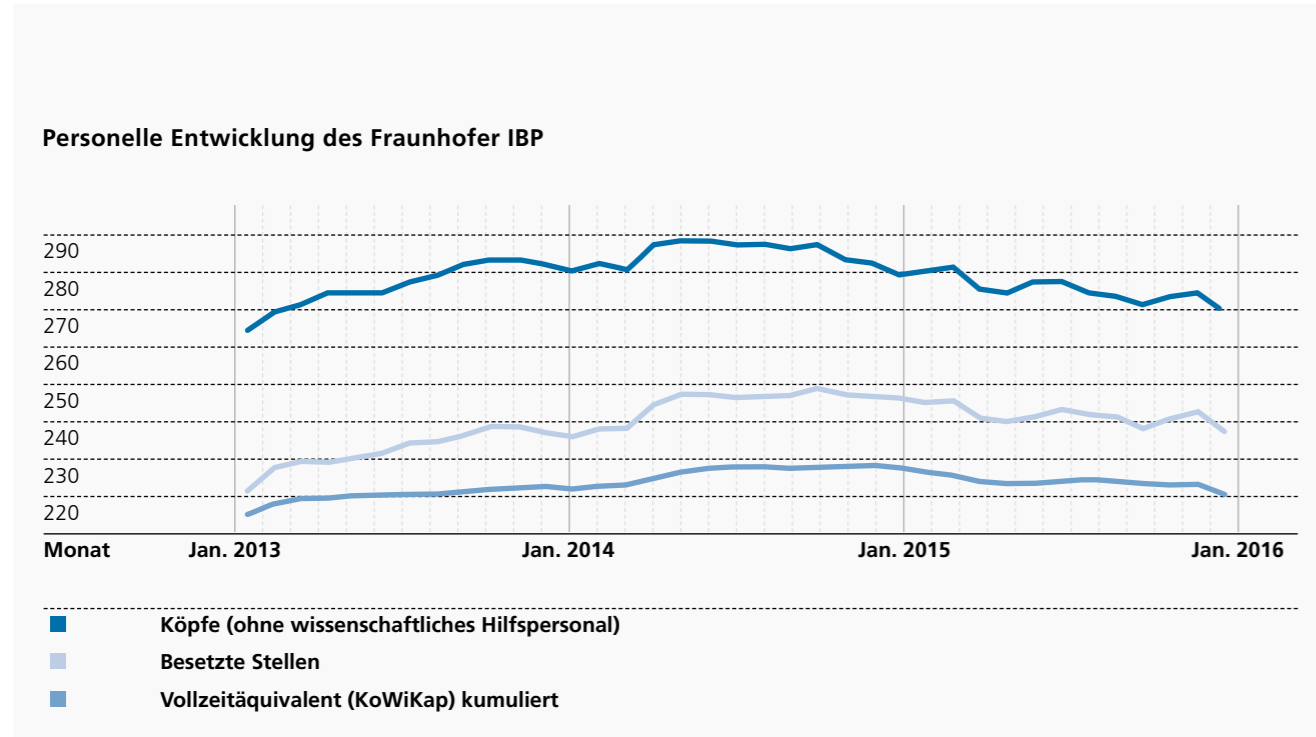
Vorstandsvorsitzender der Saint-Gobain Isover G+H AG;
Vorsitzender der Fachvereinigung Mineralfaserindustrie (FMI),
Frankfurt; Vorstand des Forschungsinstituts für Wärmeschutz e. V.
(FIW), München



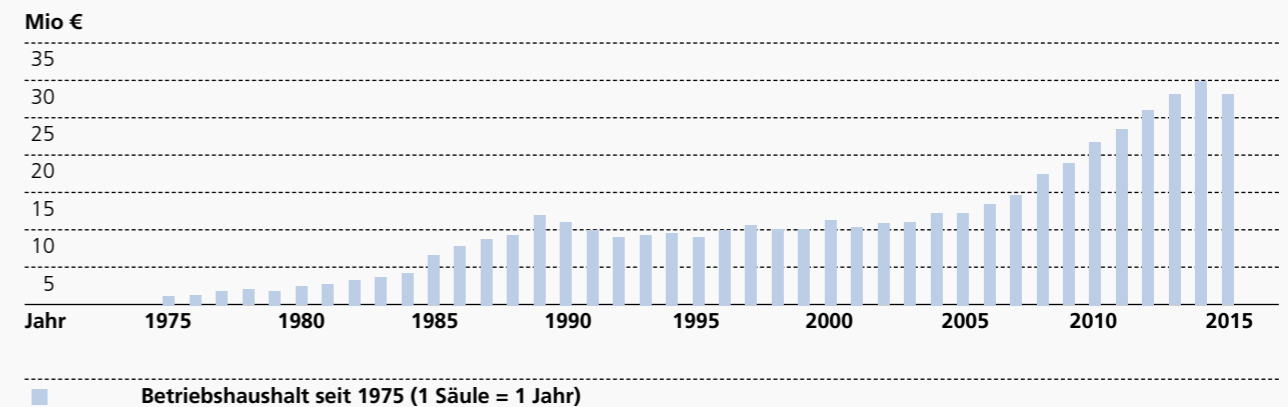
VERWALTUNG UND ZAHLEN

PERSONALENTWICKLUNG

Das fortschreitende Wachstum der letzten Jahre wurde 2015 projektbedingt nicht fortgesetzt. Ausgehend von 229 Vollzeitäquivalenten Ende 2014 (nur Stammbesellschaft, ohne wissenschaftliche Hilfskräfte und Auszubildende), betrug diese Zahl Ende des Jahres 2015 224. Insgesamt standen am 31. Dezember 2015 mit 274 Personen neun weniger unter Vertrag als im Vorjahr. Dennoch werden am Fraunhofer IBP vielfältige Karrieremöglichkeiten angeboten. Zum 31. Dezember 2015 waren mehrere Stellen der unterschiedlichsten Ebenen (Ausbildung, technische und wissenschaftliche Stellen) ausgeschrieben.



Finanzielle Entwicklung des Fraunhofer IBP

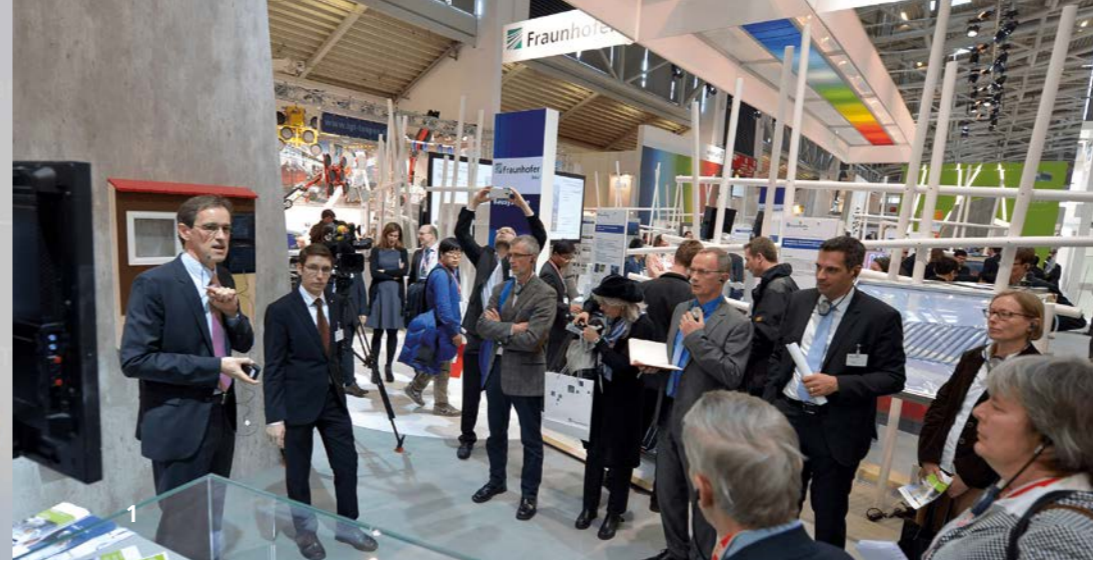


FINANZENTWICKLUNG

Durch diverse Einsparungen (Nicht-Verlängerung von Arbeitsverträgen, Einsparungen im Sachkostenbereich) verringerte sich der Betriebshaushalt auf 27,6 Mio € (Vorjahr: 29,4 Mio €). Nach wie vor ist der Ertrag durch Aufträge der Industrie die größte externe Finanzierungsquelle des Fraunhofer IBP. Absolut konnten zur Finanzierung des Betriebshaushalts (Personal- und Sachaufwendungen) 9,7 Mio € (Vorjahr: 10,5 Mio €) mit der Industrie Erlöst werden; der Anteil der Industrieerträge zur Finanzierung des Betriebshaushalts sank nur leicht auf 34,2 Prozent (Vorjahr: 36,3 Prozent). Das stärkste Ertragswachstum fand im öffentlichen Bereich statt und erreichte mit 7,7 Mio € (Vorjahr: 5,9 Mio €) im Betriebshaushalt ein neues Allzeithoch. Die Erträge aus EU-Projekten gingen leicht auf 1,9 Mio € (Vorjahr: 2,1 Mio €) zurück, auch die sonstigen Erträge (Aufträge von Stiftungen, Universitäten, Kirchen, Museen oder Ähnliches) erreichten mit 1,7 Mio € nicht das Niveau des Vorjahres (2,7 Mio €). Die Erträge aus Patenten und Lizenzen verbesserten sich aufgrund höherer

Software-Lizeneinnahmen auf knapp 2 Mio € (+ 140 T€ gegenüber 2014). In den nächsten Jahren werden geringere Erträge erwartet, da der Schutz eines Europäischen Patents 2016 endet und dessen Lizeneinnahmen nur schwer kompensiert werden können. Die gesamten externen Erträge waren mit 21 Mio € (Vorjahr: 21,3 Mio €) nur leicht rückläufig, die Finanzierungsquote externe Erträge / Betriebshaushalt erhöhte sich damit auf 76 Prozent (Vorjahr: 73 Prozent).

Die Investitionen 2015 wurden dominiert durch das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie finanzierte Projekt »Modulplattform der energieeffizienten Gebäudeausrüstung«. Insgesamt erreichten die Investitionen ohne Baumaßnahmen und Konjunkturprogramme ein Volumen von 3,0 Mio € (Vorjahr: 2,6 Mio €). 1,2 Mio € davon entfielen auf vom Fraunhofer-Vorstand anteilig finanzierte strategische Investitionen, der Rest auf anteilig finanzierte projekt- und nichtprojektbezogene Investitionen.



PATENTIERTE INNOVATIONEN

Deutsches Patent DE 10 2013 210 708 B4
(22. Januar 2015)

»Tellerfeder-Schallwandler«

Schallwandler mit Gehäuse mit einem umschließenden Flächengebilde, das mit niedrigem Kraftaufwand zu Schwingungen angeregt werden kann

Deutsches Patent DE 10 2103 114 507 B3
(12. Februar 2015)

»Behälter mit einer Mischung aus Phasenwechselmaterial und Graphitpulver«

Europäisches Patent EP 2 370 684 B1
(18. Februar 2015)

»Emissions cleaning system and method for reducing emissions of internal combustion engines with the engine is switched off«

Emissionsreinigungssystem sowie Verfahren zur Emissionsminderung von Verbrennungsmotoren bei abgeschaltetem Motor

Europäisches Patent EP 2 191 341 B1
(18. November 2015)

»Material transport and event monitoring in systems featuring piezoelectrically activated emission of droplets, and possible combinations of a matrix and material to be metered«

Verfahren und Vorrichtung zum Zudosieren eines Stoffes in eine Trägermatrix mittels piezoelektrisch aktivierter Tröpfchenemission

Europäisches Patent EP 2 720 607 B1
(18. November 2015)

»Method and device for detecting thermal comfort«

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der thermischen Behaglichkeit

Europäisches Patent EP 2 016 342 B1
(23. Dezember 2015)

»Component for sound absorption and air conditioning«

Bauteil zur Schallabsorption und Luftaufbereitung

MEDIENPRÄSENZ

1 Pressegespräch »Forschungs-WerkStadt – Technologien für die urbane Zukunft« zur BAU 2015 am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand.



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



Internet-Infodienst
Über Neuigkeiten des Fraunhofer IBP informiert ein Newsletter.
www.ibp.fraunhofer.de/de/newsletter.html



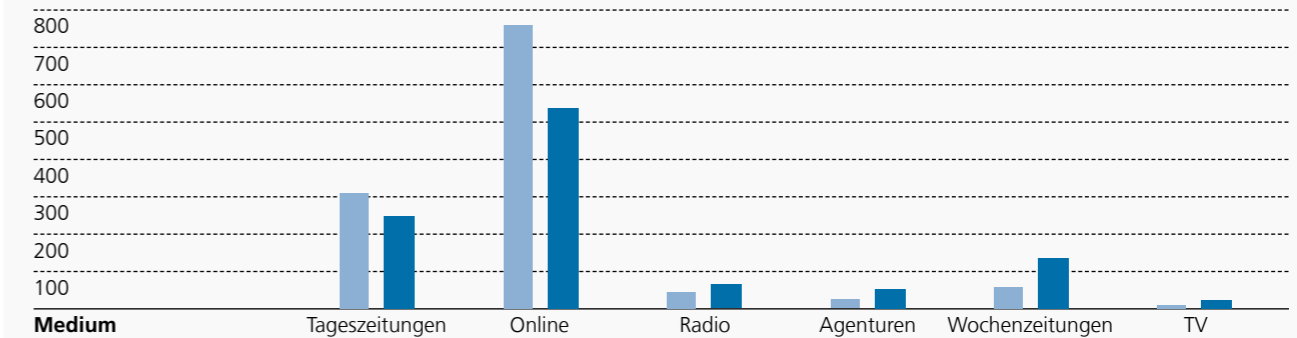
Forschung im Fokus
In dieser Internetrubrik gewähren kurze Reportagen einen Blick hinter die Kulissen der Forschungsarbeit.
www.ibp.fraunhofer.de/de/Presse_und_Medien/Forschung_im_Fokus.html



IBP-Mitteilung
Neue Forschungsergebnisse kurz gefasst.
www.ibp.fraunhofer.de/de/publikationen/IBP-Mitteilungen.html

Medienresonanz

Treffer



■ 2014
■ 2015



HIGHLIGHT- PROJEKTE



20 LÜFTEN OHNE LÄRM

24 FREISETZUNG VON DURCHWURZELUNGSSCHUTZMITTELN

28 BEGLEITFORSCHUNG TREIBT ENERGIEWENDE VORAN

32 DIGITALISIERUNG UND RATIONALISIERUNG IM BAUWESEN

36 PLASCARB

40 PASSIVHAUSZERTIFIZIERUNG IN DEN USA

HIGHLIGHTPROJEKTE

**LÜFTEN
OHNE LÄRM**

AKUSTISCHE FENSTERSTEUERUNG

**AUTOS DRÄNGEN SICH IN DEN ÜBERFÜLL-
TEN STRASSEN, LASTWAGEN SCHEPPERN
UND KLAPPERN, UND DIE MOTORRÄDER
RÖHREN, WENN DIE AMPEL ENDLICH AUF
GRÜN SPRINGT ...**



Der Schlagbohrhammer auf der Baustelle nebenan lässt den Umgebungslärm noch weiter anschwellen. Für die Anwohner ein Ärgernis: Das Fenster zum Lüften offen stehen zu lassen gewöhnt man sich schnell ab, wenn man an lauten Straßen, Zugtrassen oder in der Nähe anderer Lärmverursacher wohnt oder arbeitet. Auch auf das Schlafen bei gekipptem Fenster und somit das nächtliche Lüften verzichten die meisten der Anwohner notgedrungen.

Künftig können lärmgeplagte Menschen aufatmen

Sie können die Fenster öffnen und so frische Luft in ihre vier Wände lassen und dennoch ihre Ohren schonen. Möglich macht es eine technische Entwicklung der Abteilung Akustik, die die Forscher Hand in Hand mit ihren Kollegen aus Unternehmen entwickelt haben. Sie haben sensorische Fenster, die sich bei sensorisch erfasstem Lüftungsbedarf öffnen, um eine neue Funktion erweitert: Um das »Ohr am Fenster«. Erreicht der Geräuschpegel außerhalb des Gebäudes einen bestimmten Wert, wird das Fenster automatisch geschlossen. Rattert beispielsweise ein Zug vorbei, schließt sich das Fenster – kehrt draußen dagegen wieder Ruhe ein, öffnet es sich erneut und lässt frische Luft in den Raum strömen.

Das Grundprinzip der akustischen Fenstersteuerung ist recht einfach

Ein Mikrophon oder ein anderer Schallsensor, der beispielsweise außenseitig in den Fensterrahmen integriert ist, misst den einwirkenden Außenlärm. Überschreitet der Lärmpegel eine Schwelle, die der Nutzer gemäß seiner Bedürfnisse einstellen kann, schließt sich das Fenster automatisch. Ist es draußen stiller – wird also die Schwelle unterschritten –, öffnet es sich wieder. Die Automatik lässt sich bei Kippfenstern und Fenstern mit Parallelabstellung einsetzen, ebenso bei Dachfenstern und Oberlichtern. Dabei sind natürlich weitere Ansprüche und Funktionen zu berücksichtigen. Herrscht draußen beispielsweise Dauerlärm, muss zwischen Lüftungs- und Ruhebedarf

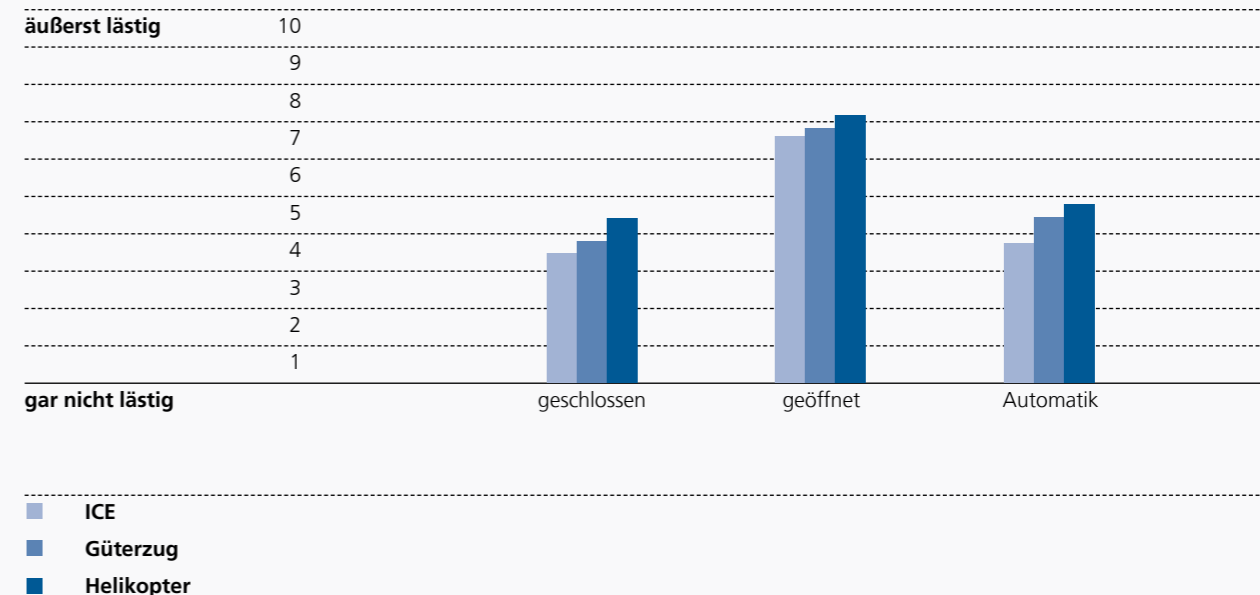
entschieden werden. Zudem sind Sicherheitsaspekte zu gewährleisten und letztlich hat der Nutzer die Hoheit über das System.

Antriebe für automatische Fenster sind bereits auf dem Markt verfügbar. Daher konzentrierte sich die Entwicklung des Fraunhofer IBP vor allem auf die Sensorik, die Regelungstechnik und auf ruhige Antriebssysteme. Trotz des einfachen Prinzips sind bei der Regelung zahlreiche Kriterien und Randbedingungen zu beachten. So gilt es z. B., kurzzeitige Geräuschspitzen sowie den Schallpegel im Raum zu berücksichtigen und Fahrplaninformationen von Bus, Bahn oder Flughäfen einzubinden. Für ein vorausschauendes Regelungsverhalten ist auch die Signalerkennung wichtig.

Die genannten Punkte ließen sich noch weiter fortführen, um auf diese Weise eine möglichst flexible und komfortable Regelung zu realisieren. Andererseits zeigt sich: Für viele Lärmsituationen reicht bereits ein einfaches System aus, um die Lärmbelastung in den betroffenen Räumen spürbar zu senken. Dies gilt insbesondere bei Bahn- oder Fluglärm mit hoher temporärer Lärmbelastung und dazwischenliegenden Ruhephasen. Wie sich die Automatik auf den Lärmpegel im Raum auswirkt, validierten die Forscher nicht nur technisch, sondern auch in einem Probandenversuch. Die Forscher spielten dazu verschiedene Schallereignisse ein – etwa den Lärm eines ICE, eines Güterzugs oder eines Helikopters. Wie laut sind diese bei geschlossenem, geöffnetem und bei dem automatisch geregeltem Fenster zu hören? Die Testpersonen sollten diese unterschiedlichen Geräuschszenarien bewerten, unter anderem hinsichtlich der Kriterien Lästigkeit und Lautheit.

Die Ergebnisse bestätigen die Erwartungen: Die Probanden nahmen die Geräusche im Raum bei akustischer Fenster-Automatik ähnlich gedämpft wahr wie bei einem dauerhaft geschlossenen Fenster. Im Vergleich dazu empfanden sie die Geräusche bei geöffnetem Fenster als deutlich lauter und lästiger. Das Versuchsdesign ermöglicht aber noch

Lästigkeitsbewertung für verschiedene Verkehrsgeräusche bei geschlossenem, geöffnetem und automatisch geregeltem Fenster



weitere Aussagen. So teilten die Forscher die Probanden in eine »entspannte« und eine »kognitiv geforderte« Gruppe auf. Der Hintergrund: Der Anwendungskontext spielt bei der akustischen Fenstersteuerung eine erhebliche Rolle. So empfinden die meisten Menschen Außengeräusche in einer ruhigen, entspannten Situation daheim als sehr viel lästiger und lauter als in Momenten, in denen sie geistig gefordert sind und konzentriert einer kognitiven Beschäftigung nachgehen, beispielsweise bei der Arbeit. All diese Erkenntnisse

fließen in die akustische Regelungsmethodik ein: So kann das Fraunhofer IBP eine Lösung anbieten, die sich für möglichst viele Anwendungen und Anwender eignet. Bei pausenlosem Dauerlärm und sehr kurzzeitigen Lärmereignissen allerdings kann die Regelung kaum Vorteile bieten. Die Zahl der Interessenten ist groß. Die nächsten Schritte auf dem Weg in die Praxis sind daher vorprogrammiert, um Menschen in lärmbelasteten Gebieten natürliche Lüftung und Ruhe in optimaler Kombination zu ermöglichen.

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

1 Akustische Tests am sensorischen Fenster im Freifeldraum des Fraunhofer IBP.

HIGHLIGHTPROJEKTE

FREISETZUNG VON DURCHWUR- ZELUNGSSCHUTZ- MITTELN

AUS DACHABDICHTUNGEN

GRÜNDÄCHER GELTEN ANGESICHTS IHRES
WASSERRÜCKHALTE- UND SPEICHERVER-
MÖGENS ALS EINE UMWELTSCHONENDE
DACHVARIANTE ...



... denn sie helfen, bei schweren Regenfällen die Kanalsysteme zu entlasten und fangen im Sommer Temperaturspitzen ab.

Bevor die Pflanzen jedoch auf dem Dach gedeihen können, bedarf es einer zuverlässigen und dauerhaften Dachabdichtung. Dazu kommen häufig Dachbahnen aus Polymerbitumen zum Einsatz. Die Pflanzen schützen die Dachbahn vor der UV-Strahlung. Allerdings können die Wurzeln die Dachbahn beschädigen. Radizide Materialschutzmittel sollen daher verhindern, dass die Wurzeln sich im Bitumen ausbreiten. Die hierzu verwendeten Mittel basieren auf herbiziden Wirkstoffen, ihr häufigster Vertreter ist die (R)-2-(4-Chlor-2-methylphenoxy)propionsäure (Mecoprop, MCP). In den Dichtungsbahnen setzt man nicht den Wirkstoff selbst ein, sondern unterschiedliche Ester von MCP. Gelangt Wasser auf das Dach, werden die Ester hydrolytisch gespalten, die wirksame Säure wird freigesetzt. Der freie Wirkstoff löst sich in Wasser wesentlich besser als der Ester und kann von der Pflanze aufgenommen werden. Prasseln jedoch starke Niederschläge auf das Gründach und wird die Speicherkapazität überschritten, spült das ablaufende Regenwasser teilweise auch den Ester und den freien Wirkstoff mit in die Umwelt.

Inwieweit dieser ausgespülte Wirkstoff Boden und Grundwasser beeinträchtigt, untersuchen Forscher am Fraunhofer IBP derzeit sowohl mithilfe von Labor- als auch mit Freilandexperimenten. Dabei wenden sie verschiedene Laborverfahren an: das intermittierende Tauchen nach DIN EN 16105 und den Langzeit-Tauchversuch nach DIN CEN/TS 16637-2. Sie unterwerfen die Proben der Dachbahnen unterschiedlichen Bewässerungszyklen oder auch Bewässerungs-Trocknungszyklen. Beim intermittierenden Tauchen kann eine Probe zwischen zwei Benetzungsphasen immer wieder trocknen. Beim Langzeit-Tauchversuch hingegen bleibt die Probe für 64 Tage mit Wasser in Kontakt. In fest vorgegebenen Zeitabständen erneuern die Forscher das Wasser und analysieren, wie viel Ester bzw. freier Wirkstoff jeweils freigesetzt wurde.

Neben diesen Laborversuchen untersuchen die Wissenschaftler auf dem Freilandversuchsgelände des Fraunhofer IBP an Miniatur-Gründächern, wie viele Wirkstoffe die Dächer unter realen Witterungsverhältnissen freisetzen. Indem sie die Ergebnisse aus den Labor- und den Freilandversuchen gegenüberstellen, wollen sie das Prüfverfahren identifizieren, das die realen Verhältnisse auf einem Gründach besser widerspiegelt. Denn um die Umwelteigenschaften von Abdichtungsbahnen zu beurteilen und zuverlässige Aussagen darüber treffen zu können, wie sich die Gründächer auf Boden und Grundwasser auswirken, muss ein zuverlässiges Laborverfahren zur Verfügung stehen. Freilandversuche sind nicht geeignet, um die Umwelteigenschaften von Bauprodukten zu bewerten: Sie sind zu zeitaufwendig, zu kostspielig und aufgrund der schwankenden Wetterverhältnisse zu wenig reproduzierbar. Weiterhin untersuchen die Mitarbeiter, wie gut sich die Laborverfahren anwenden lassen. Hier stehen vor allem Handhabbarkeit und Reproduzierbarkeit im Fokus.

In den Eluat aus den Laborversuchen und in den Wasserproben, die nach Regenfällen von den Gründächern gesammelt wurden, bestimmen die Forscher die Konzentrationen der freigesetzten Ester, der freien Wirkstoffe und von ggf. nachweisbaren Abbauprodukten. Dazu setzen sie auf Hochleistungsflüssigkeitschromatographie, gekoppelt mit Tandem-Massenspektrometrie, kurz LC/MS-MS. Bei diesen matrixreichen Proben, die neben den gesuchten Stoffen noch eine Vielzahl von störenden Begleitsubstanzen aus der Dachbahn selbst oder auch aus dem Gründachaufbau enthalten, kommen die Vorteile der Tandem-Massenspektrometrie zum Tragen: sowohl die hohe Selektivität als auch die hohe Empfindlichkeit und gute Spezifität. Die Wasserproben lassen sich somit ohne zeitaufwendige Anreicherungs- oder Aufreinigungsschritte analysieren.

Die begrünten Probekörper weisen im Vergleich mit den unbegrünten Probekörpern ein erhöhtes Wasserrückhaltevermögen auf. Ist die Witterung allerdings über einen längeren Zeitraum durchgehend feucht und ist das Substrat daher mit Wasser gesättigt, läuft von den begrünten Probekörpern fast ebenso viel Wasser ab wie von den unbegrünten. Im Bewitterungsexperiment zeigt sich bereits nach drei Monaten, dass es von der Menge und der Art der eingesetzten Ester abhängt, wie hoch die freie Säure MCP konzentriert ist. Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen der bisher durchgeführten Laborauslauguntersuchungen wider. Bei den Freilanduntersuchungen zeigte sich zudem, dass aus den Miniatur-Gründächern mehr MCP ausgetragen wird als aus unbegrünten Vergleichsprobekörpern. Die Ursache hierfür liegt wahrscheinlich in der Wasserkontaktzeit, die durch das Speichervermögen des Pflanzsubstrats verlängert wird.

1 Dachbahnen im Langzeit-Tauchversuch nach DIN CEN/TS 16637-2.

2 Begrüntes Versuchsdach zur Bestimmung der Auslaugung von Durchwurzelungsschutzmitteln unter realen Witterungsbedingungen.

Ansprechpartner

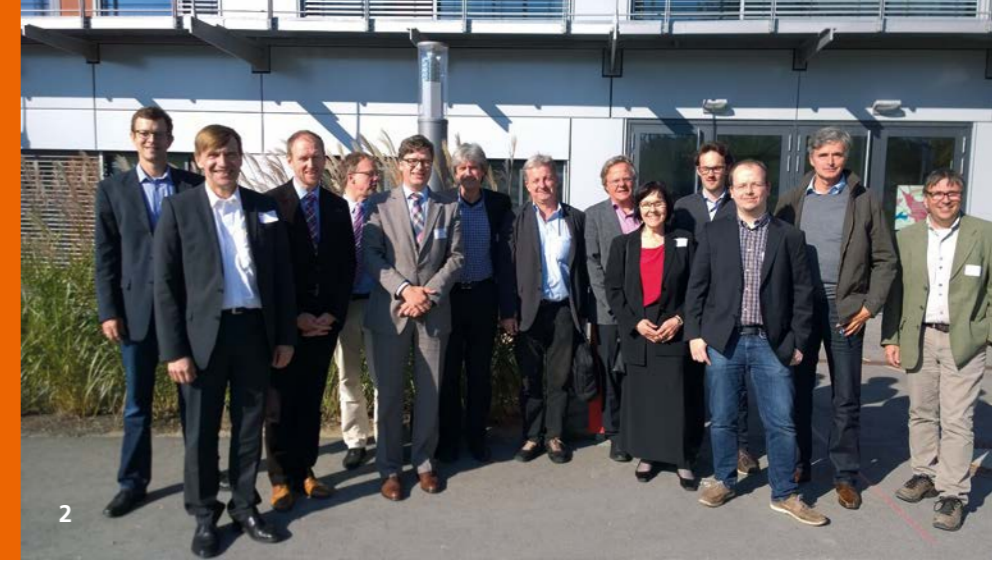
Dr. Christian Scherer
 Telefon +49 8024 643-246
 christian.scherer@ibp.fraunhofer.de



HIGHLIGHTPROJEKTE

**BEGLEITFORSCHUNG
TREIBT ENERGIE-
WENDE VORAN**

**ENERGIEEFFIZIENZ, SOLARSTROM,
ABWÄRME – DIE ENERGIEWENDE STEHT AN.
DEUTSCHLAND STECKT BEREITS MITTEN-
DRIN ...**



Eine solche Umwälzung geht mit vielen Anforderungen einher, auch im Baubereich. Neue Gebäude müssen entsprechend geplant und konzeptioniert, bestehende Häuser, Quartiere, mitunter auch ganze Siedlungsräume saniert und effizient mit Energie versorgt werden. Eine systemorientierte Herangehensweise ist gefragt, soll die Transformation unseres Energiesystems optimal vonstattengehen. Und für diese braucht es selbstverständlich die nötige Wissensbasis. Die Bundesregierung stellt daher Forschungsmittel zur Verfügung: Mit diesen sollen neue Techniken, Verfahren und Werkzeuge entwickelt werden, um sie anschließend an anspruchsvollen Vorhaben zu demonstrieren.

Das Wissen, das in einzelnen Projekten generiert wird, muss systemisch analysiert und verdichtet werden – nur so lässt es sich verallgemeinern. Um den Transfer in die Praxis zu unterstützen, haben die Ministerien, die für die verschiedenen Forschungsinitiativen thematisch zuständig sind, Begleitforschungsvorhaben ausgeschrieben. Sie sollen erprobte sowie neue Formate und Inhalte, mit denen die Energiewende umgesetzt werden soll, im urbanen Kontext testen und die hohe wissenschaftliche Qualität sicherstellen. Die Abteilung Energieeffizienz und Raumklima des Fraunhofer IBP hat für vier der einschlägigen Begleitforschungsvorhaben den Zuschlag erhalten – und ist somit ein bedeutender Partner in den zugehörigen Netzwerken der Ministerien.

Das umfangreichste Begleitforschungsvorhaben ist im neuen Forschungsbereich »Energie in Gebäuden und Quartieren« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) angesiedelt. Das Projektkonsortium erhebt systematisch den Forschungsbedarf, wertet laufende und abgeschlossene Projekte auf methodisch abgesicherte Weise aus und stellt Werkzeuge und Erkenntnisse für alle Akteure zur Verfügung. Ein neues Element der Begleitforschung umfasst eine interaktive Landkarte der Projekte. Sie dient quasi als Datenbank für projektspezifische Kennwerte, Ergebnisse und Kernaussagen. Wie detailliert die Informationen sind, hängt von der jeweiligen Nutzergruppe ab – die Forscher passen die Datenbank

spezifisch an. Die wissenschaftliche Begleitforschung in diesem Forschungsbereich ist dem Forschungsnetzwerk »Energie in Gebäuden und Quartieren« zugeordnet, sie umfasst alle darunterfallende Förderaktivitäten des BMWi. Das Begleitforschungsvorhaben baut auf das Begleitforschungsprojekt zur Förderinitiative »Energieeffiziente Stadt« auf, welches das Fraunhofer IBP seit acht Jahren erfolgreich betreut.

Ein anderes wegweisendes Förderprogramm widmet sich dem Effizienzhaus Plus, welches das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) initiierte. Anfang 2011 – also am Beginn der Initiative – erhielt die Abteilung Energieeffizienz und Raumklima den Zuschlag. Die Forscher sollten die wissenschaftliche Begleitforschung übernehmen und realisierte Modellvorhaben querauswerten. Im Jahr 2015 bewarben sich die Wissenschaftler auch auf die Ausschreibung der mittlerweile vierten Projektphase in Folge: mit Erfolg. Während Häuser bisher fast ausschließlich Energie verbrauchten, können sie bereits heute zu Energieerzeugern werden. Möglich machen es moderne Energiegewinnungstechnologien. Setzt man regenerative Energiequellen, etwa Sonnenenergie oder Erdwärme, im und am Gebäude gezielt ein, mausern sich Häuser zu Plusenergiehäusern und werden zu Kleinkraftwerken. In der Jahresbilanz heißt das: Sie erzeugen nicht nur die Energie, die Haus und Haushaltsgeräte verbrauchen, sondern sogar einen Überschuss, der für andere Zwecke zur Nutzung parat steht. Im Rahmen der Begleitforschung für das BMUB koordiniert und pflegt die Abteilung auch ein Netzwerk, in dem mehr als 100 Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen ihr Wissen austauschen.

Auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) widmet sich dem Thema – im BMBF-Begleitforschungsvorhaben »WiTraBau«. Die Forscher des Fraunhofer IBP haben für die Initiativen »NanoTecture« (abgeschlossen) und »High-TechMatBau« einen erfolgsrelevanten Verbreitungsprozess sichergestellt und den Technologietransfer beschleunigt. Hierzu bereiten sie die Ergebnisse auf, die in begleitenden wissenschaftlichen Projekten erzielt wurden, und machen sie

der Baupraxis zugänglich. Eine wesentliche Leistung liegt darin, die Ergebnisse adressatengerecht und nachvollziehbar aufzubereiten und sie publik zu machen. Die Wissenschaftler erarbeiten eine geeignete Systematik, mit der sich die Forschungsergebnisse für die Praxis strukturieren und über mehrere Kanäle kommunizieren lassen – etwa über eine neue Internetplattform oder Schriftenreihen, die im Bauwesen anerkannt sind. Ein weiteres Ziel: Die Ergebnisse sollen in aktuelle und neue technische Regelwerke einfließen und somit die Innovationskraft der Betonbauweise in Deutschland stärken.

Das vierte Begleitforschungsprojekt widmet sich dem Schwerpunkt »Energieeffiziente Schulen«, das ebenfalls von den Forschern der Abteilung Energieeffizienz und Raumklima koordiniert wird. Die energetische Qualität von Schulgebäuden zu verbessern ist eine vordringliche Aufgabe der öffentlichen Hand, für Schulträger und Planer. Denn die Energieeffizienz lässt nicht nur die Betriebskosten einer Schule sinken. Sie kann auch dazu beitragen, eine behagliche Schulatmosphäre zu schaffen und den verantwortungsvollen Umgang mit Energie pädagogisch zu vermitteln. Das BMWi hat 2005 die Förderinitiative EnEff:Schule eingerichtet und die Begleitforschung hierzu an ein Konsortium unter Leitung des Fraunhofer IBP gegeben. Die Bekanntheit der Initiative geht weit über Deutschland hinaus und führte dazu, dass 2010 ein vergleichbares Vorhaben von der Europäischen Union unter dem Titel »School of the Future« aufgelegt und an das Fraunhofer IBP zur Bearbeitung übertragen wurde.

1 Vorstellung der Ergebnisse des Effizienzhaus-Plus-Netzwerks bei der EU-Kommission in Brüssel.

2 Die vom Fraunhofer IBP geleitete AG »Neue Formate« des BMWi-Forschungsnetzwerks »Energie in Gebäuden und Quartieren«.

Ansprechpartner

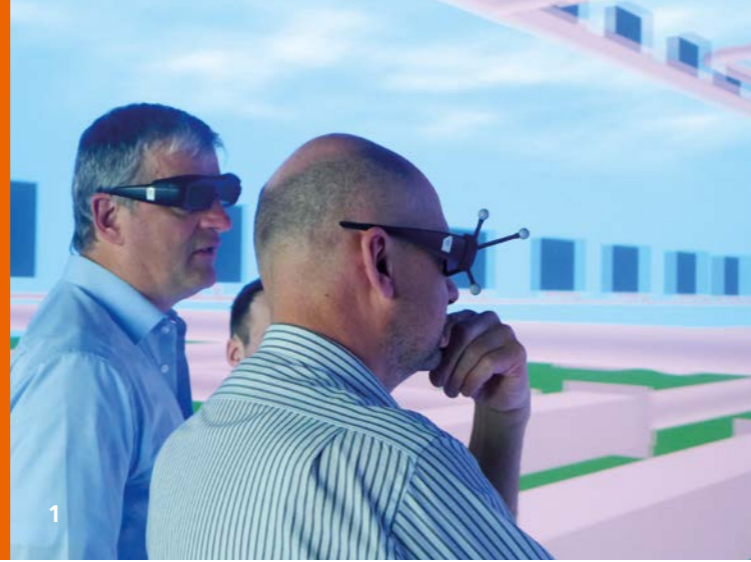
Hans Erhorn
 Telefon +49 711 970-3380
 hans.erhorn@ibp.fraunhofer.de

HIGHLIGHTPROJEKTE



**DIGITALISIERUNG
UND RATIONALISIE-
RUNG IM BAUWESEN**

**AUS DEN MEISTEN LEBENSBEREICHEN IST
DIE DIGITALISIERUNG KAUM NOCH WEGZU-
DENKEN. SO AUCH IM BAUWESEN ...**



Mit der Gebäudedatenmodellierung – auch Building Information Modeling, kurz BIM, genannt – lassen sich Gebäude mithilfe von Software optimiert planen, bauen und bewirtschaften. Alle relevanten Gebäudedaten werden dabei digital erfasst, kombiniert und vernetzt.

Das Fraunhofer IBP treibt die Digitalisierung und Rationalisierung des Bauwesens daher voran und zwar in mehreren Projekten und Aktivitäten. Ein Beispiel ist das Projekt »BIMiD – BIM Referenzobjekt in Deutschland«, bei dem das Fraunhofer IBP Konsortialführer ist. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) führen die Forscher das Building Information Modeling in verschiedenen Bauprojekten ein und stehen beratend zur Seite. Die Ziele: Zum einen sollen die Wissenschaftler einen BIM-Referenzprozess für Deutschland ausarbeiten und die Hemmnisse, die bei der Anwendung auftreten, systematisch analysieren. Zudem gilt es, anhand realer Bauprojekte ein authentisches Bild der aktuellen Anwendung zu erarbeiten. In der Branche stieß das Projekt auf sehr großes Interesse. Dies ist vor allem auf den hohen Praxisbezug und die direkte Kommunikation mit den Baubeteiligten zurückzuführen, die über eine eigene Website (www.bimid.de) lief. Inzwischen haben die Forscher den BIM-Referenzprozess für Deutschland fertiggestellt, ihn gemeinsam mit Architekten und Fachplanern des AHO e.V. überarbeitet und veröffentlicht. Seinen Mehrwert und seine Praxistauglichkeit hat der Prozess in mehreren Workshops bewiesen.

Die dort gesammelten Erfahrungen flossen auch in das Kernberatungsteam zum »Stufenplan 4.0« des BMVI ein, welcher am 15. Dezember von Alexander Dobrint, Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur, präsentiert wurde. Um die Digitalisierung konsequent weiterzuführen, startete das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) im Dezember 2015 ein Projekt mit dem Titel »Bauen mit Weitblick«. In diesem sollen unter anderem die Forscher des Fraunhofer IBP Lösungen für kostengünstigen Wohnraum realisieren. Die Basis dafür bilden industrielle Vorfertigungsprozesse und digitalisierte Bausystemkomponenten. Beteiligt sind neben dem Fraunhofer IBP die Wohnungsbaugesellschaft KoWo, der TU München und die Industriepartner Max Bögl und Regnauer Holzbau.

Die Prozesse rund um das Bauen und den Betrieb von Gebäuden zu digitalisieren ist allerdings nur dann sinnvoll, wenn auch die notwendigen informationstechnischen Grundlagen weiterentwickelt werden. Das Verbundvorhaben EnEff-BIM, das vom BMWi gefördert wird, setzt dabei auf digitale Bauwerkinformationsmodelle: Mit ihnen sollen sich Neu- und Bestandsbauten energieeffizienter planen und auslegen lassen. Auch neue Möglichkeiten für die Modellierung und Simulation sollen sich auf diese Weise erschließen, ebenso wie für computergestützte Nachweisführung und für Analysen des Gebäudelebenszyklus. Die Wissenschaftler treiben daher derzeitige Methoden zur Analyse und zum Datenaustausch mittels BIM weiter und entwickeln offene Schnittstellen, die automatisch lauffähige Simulationsmodelle generieren.



Das Projekt EnEff-BIM ist eng mit dem internationalen Forschungsverbund unter der Schirmherrschaft der Internationalen Energieagentur (IEA) verbunden: Der EBC Annex 60 treibt die Entwicklung und Validierung von Modellbibliotheken und Softwaretools für Energiesysteme auf Bauwerks- und Siedlungsebene voran – auf Basis von Modelica und Functional Mock-up Interfaces (FMI). Hierbei werden ausschließlich Open-Source-Projekte gestartet: Sie legen eine Basis für die nächste Generation von Simulations- und Planungswerkzeugen. Eine wichtige Voraussetzung dafür: Planungs- und Analysewerkzeuge müssen immer besser zusammenarbeiten – ansonsten entsteht ein enormer wirtschaftlicher Schaden. Denn eine fehlende Durchgängigkeit im Prozess und ein geringer Automatisierungsgrad erhöhen den Aufwand und treiben die Kosten in die Höhe. Nationale und internationale Normungsgremien treiben derzeit auch die technischen Standards für Schnittstellen und Datenmodelle voran. Die Schnittstellen, die für die Digitalisierung nötig sind, beziehen sich dabei nicht nur auf Gebäude- und Geoinformationsmodelle (BIM/GIS), sondern auch auf Datenerfassungssysteme. So lassen sich die immer größer werdenden Datenmengen aus dem Gebäudebetrieb nutzbar machen.

Um das lebenszyklusorientierte Datenmanagement in der Praxis umzusetzen, ist eine gemeinsame IKT-Infrastruktur nötig – etwa mittels Computer Aided Facility Management (CAFM) für die Betreiber. Zwar nimmt die Komplexität stetig zu. Dies lässt sich allerdings bereits in der Gebäudeplanung auffangen, indem man interdisziplinäre, iterative Planungsprozesse über ein fachdomänenübergreifendes Datenmodell koordiniert. Koppelt man verschiedene Werkzeuge miteinander, werden künftig auch Planungs-, Betriebs- und Optimierungsaufgaben im Kontext netzdienlicher Gebäude und Quartiere möglich. Mit der angestrebten Virtualisierung des Bauens soll es künftig bereits in frühen Phasen der Planung möglich sein, fundierte Aussagen zu treffen: Wie hoch wird der Energieverbrauch sein? Wie steht es um die Nutzerakzeptanz? Nicht zuletzt werden digitale Planungswerkzeuge gebraucht, um die Vorteile innovativer und intelligenter Systemlösungen hinsichtlich Energieeffizienz und Klimakomfort sichtbar und quantifizierbar zu machen.

1 Teilnehmer einer virtuellen Baubesprechung.

2 Vorstellung der Referenz Bau-Prozess-Map für die Integration der BIM-Prozesse.

Ansprechpartner

Thomas Kirmayr
Telefon +49 8024 643-250
thomas.kirmayr@ibp.fraunhofer.de

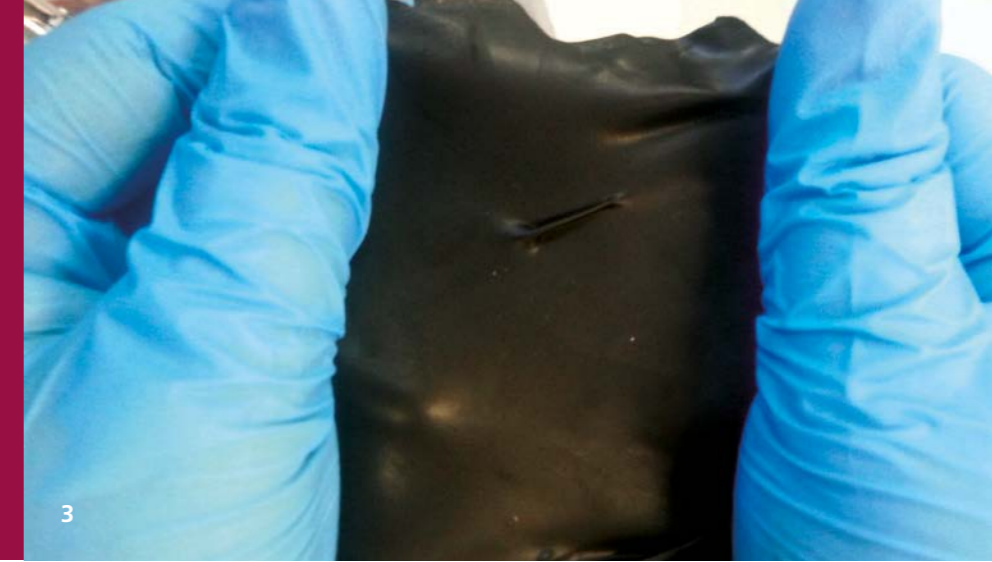
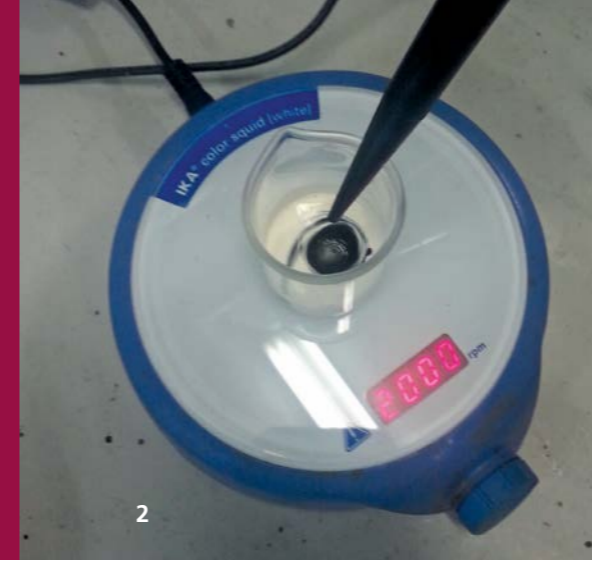


HIGHLIGHTPROJEKTE

PLASCARB

VERBORGENE POTENZIALE AUS
LEBENSMITTELABFÄLLEN NUTZ-
BAR MACHEN

**IST WEG GLEICH WEG?
WAS LEBENSMITTEL ANGEHT, IST DEUTSCH-
LAND EINE WEGWERFNATION ...**



Bis zu einem Drittel der gesamt produzierten Lebensmittel gehen über die Wertschöpfungskette verloren. Sprich: Sie landen in der Tonne, während gleichzeitig in vielen Regionen der Erde Hungersnöte herrschen. Es ist eine nachhaltige Optimierung nötig – beispielsweise in Hinblick auf Flächenbedarf, Ressourcenausbeutung und Treibhausgasemissionen, die mit der Produktion der Lebensmittel einhergehen. Zudem landet wertvolle Energie, die für die Bereitstellung der Lebensmittel benötigt wurde, direkt und ungenutzt im Müll.

Hier setzt das Projekt PlasCarb an, ein von der EU-Kommission gefördertes Forschungsvorhaben, das Partner aus fünf Ländern vereinigt. Es geht nicht darum, die Lebensmittelverschwendung per se einzudämmen, was keine triviale Angelegenheit darstellt, sondern vielmehr darum, die im Abfall enthaltene Energie und das stoffliche Potenzial nutzbar zu machen. Das Projekt baut dabei auf einer etablierten Technologie auf: der biologischen Vergärung organischer Abfälle. Mithilfe des neuen Verfahrens soll es künftig möglich sein, die Abfälle nicht nur energetisch, sondern auch stofflich zu recyceln – oder sogar upzucyclen.

Die Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung des Fraunhofer IBP führt die ökologische, ökonomische und soziale Bilanzierung für das Projekt durch. Weitreichende Erfahrungen in diesen Themengebieten sammelte die Abteilung bereits in anderen durchgeführten Projekten. So erstellten die Mitarbeiter umfassende Bilanzen für unterschiedliche Lebensmittelbereitstellungsketten, für die Sammlung und Verwertung von organischen Abfällen – konkret für die Biogaserzeugung und -aufbereitung – und für die Erzeugung und Nutzung regenerativen Wasserstoffs. Außerdem entwickelte die Abteilung ein spezielles Tool: Mit diesem lassen sich Methoden, mit denen man die Einflüsse der Menschen auf die Bodenqualität bewerten kann, in bestehende Software-Lösungen implementieren (LANCA®). Weiterhin unterstützten die Forscher auch die Entwicklung einer Datenbank von Lebens- und Futtermitteln der thinkstep AG.

Optimierungspotenziale bereits während der Entwicklung aufdecken

PlasCarb setzt dort an, wo üblicherweise die energetische Verwertung von Biogas steht: im Blockheizkraftwerk oder bei der Einspeisung ins Erdgasnetz. Die Forscher reinigen das Biogas aus der anaeroben Vergärung und teilen es in seine Hauptkomponenten CO₂ und CH₄ auf. Diese bringen sie in einem definierten Verhältnis in einen Reaktor ein: Hier herrscht ein Niedrig-Temperatur-Plasma, das durch Mikrowellen induziert wird. Dieses Plasma zerlegt das Methan in seine atomaren Bestandteile Kohlenstoff und Wasserstoff. Der Zielwertstoff ist graphitischer Kohlenstoff, eine bestimmte Morphologie festen Kohlenstoffs, der aufgrund seiner Eigenschaften als Werkstoff der Zukunft gilt. Auch der regenerativ hergestellte Wasserstoff lässt sich gut weiterverwerten: Er ist ein Energieträger und ein etablierter Ausgangsstoff für viele chemische Zwischenprodukte.

Doch vom Lebensmittelabfall bis zu den Endprodukten sind viele Zwischenschritte notwendig, die sich in verschiedenen Stadien der Entwicklung befinden und die teils von unterschiedlichen Projektpartnern durchgeführt werden. Jeder einzelne ist jedoch für die ganzheitliche Betrachtung des Produktlebensweges relevant. Für die Analyse gliedern die Wissenschaftler den Gesamtprozess in Unterprozesse auf, wobei sie jedem Unterprozess separate In- und Outputströme zuweisen. Diese Ströme analysieren sie hinsichtlich ihrer Umweltwirksamkeit und ihres sozioökonomischen Impacts und vergleichen sie beispielsweise mit bestehenden Verwertungs- oder Produktionsverfahren. Um diese Ströme zu identifizieren und zu quantifizieren, müssen die Forscher sich wissenschaftlich mit einer Vielzahl teils sehr verschiedener Technologiefelder auseinandersetzen – etwa biologisch basierter Energieerzeugung, Abfallverwertungskonzepten, Verfahrenstechnik – und eng mit den Projektpartnern kommunizieren. Durch die hierarchische und damit detaillierte Betrachtung können sie Hotspots ermitteln, während sie durch die ganzheitliche Bilanzierung des Gesamtprozesses vermeiden, dass sich Probleme durch die Verbesserung eines

Prozessschritts in einen anderen verschieben – man spricht dabei auch vom »Shift of burden«. Diese Analysen können aufdecken, welche zielgerichteten Veränderungen bereits während der Entwicklung den Gesamtprozess verbessern würden.

Für diese Analysen verwenden die Forscher die Software GaBi. Diese bietet zusätzlich die Möglichkeit, die Methode des Life Cycle Costing anzuwenden. Anders gesagt: Sie führt neben der ökologischen auch eine ökonomische Optimierung durch. Analog zur Ökobilanzierung werden beim Life Cycle Costing Ausgaben und Einkommen, die während des gesamten Produktlebensweges anfallen, einander gegenübergestellt.

Am Ende dieser Analysen sollen quantitative Aussagen über die Nachhaltigkeit zur Verfügung stehen, ob und unter welchen Rahmenbedingungen dieser innovative Prozess sowohl mit herkömmlichen Konzepten der Abfallverwertung als auch mit Prozessen der Wasserstoff- und Graphitherstellung konkurrieren kann. Durch die begleitende Analyse der Entwicklung können mögliche Probleme früh erkannt werden. Somit wird nicht nur der technische Prozess effizienter, sondern auch der Innovationsprozess selbst.

1 Im PlasCarb-Projekt hergestellte Nanocarbon-Tinte.

2 Nanocarbon-Naturlatex-Verbund(struktur).

3 Verbesserung der Eigenschaften durch Zumischen des Nanocarbons in den Naturlatex.

Ansprechpartner

Dr. Stefan Albrecht
Telefon +49 711 970-3170
stefan.albrecht@ibp.fraunhofer.de



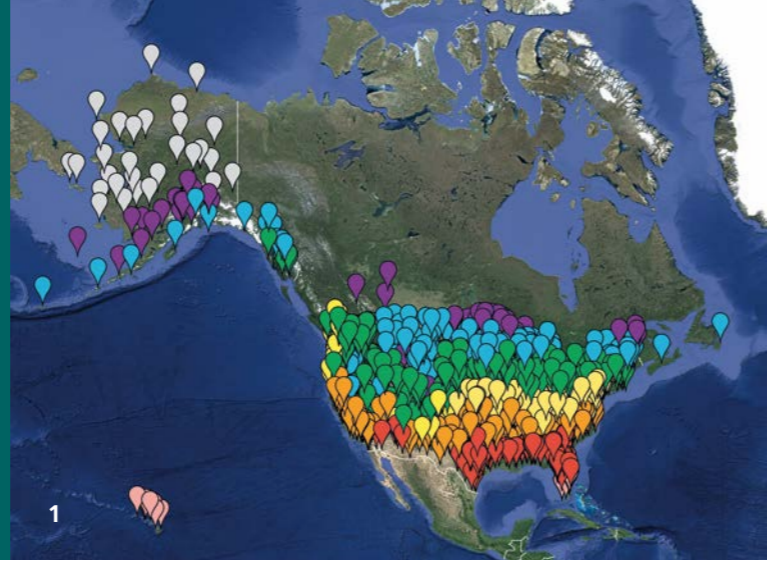
HIGHLIGHTPROJEKTE

PASSIVHAUS- ZERTIFIZIERUNG IN DEN USA

WUFI® PASSIVE ALS STANDARDTOOL

**AUCH WENN DAS KLIMA FEUCHTWARM IST,
KÖNNEN PASSIVHÄUSER FUNKTIONIEREN ...**

HIGHLIGHTPROJEKTE



Dazu notwendig sind jedoch angepasste Werkzeuge zur Planung und Projektierung. In den USA wurden Passivhäuser bisher nach dem Standard PHIUS+ zertifiziert. Dieser entspricht im Wesentlichen dem deutschen Passivhausstandard. Die Wirtschaftlichkeit basiert dabei auf der Rechnung, dass sich höhere Ausgaben für z. B. die Dämmung des Gebäudes durch die Einsparung einer teuren wassergeführten Heizung und durch den gesenkten Energiebedarf amortisieren. In den USA ist dieser Spareffekt jedoch weniger ausgeprägt: Zum einen werden dort in der Regel sehr viel günstigere Luftheiz- und Kühlsysteme eingesetzt, zum anderen liegen die Kosten für fossile Brennstoffe deutlich niedriger als in Europa.

Dabei bietet der Einsatz passiver Bauprinzipien wesentlich mehr Vorteile als nur den geringeren Energieverbrauch: Tageszeitliche Klimaschwankungen, die in Teilen der USA deutlich ausgeprägter sind als in Mitteleuropa, wirken sich weniger stark aus – das Raumklima ist ganzjährig angenehm. Auch unter extremen Wetterbedingungen, die zum Teil zu mehrtägigen Stromausfällen führen, nimmt das Gebäude keinen Schaden.

Betrachtet man bisher zertifizierte Projekte in den USA, so zeigt sich: Soll der Passivhausstandard wirtschaftlich übertragen werden, müssen die enthaltenen Vorgaben an die unterschiedlichen Klimata angepasst werden. Die Arbeitsgruppe »Hygrothermische Gebäudeanalyse« des Fraunhofer IBP unterstützte das nordamerikanische Passivhausinstitut PHIUS dabei auf zweierlei Weise: Die Forscher begleiteten die Entwicklung eines klimaangepassten Passivhausstandards und implementierten diesen in die bereits etablierte Gebäudesimulations-Software WUFI® Passive.

Eine Software für viele Fragestellungen

Bereits die Ursprungsversion von WUFI® Passive – erstmals verkauft 2012 – entstand aus der Kooperation zwischen dem Fraunhofer IBP und PHIUS. Das Ziel lag darin, ein Planungspaket zu entwickeln, das an die Anforderungen und Bedürfnisse

der amerikanischen Passivehouse Community angepasst war. Im Gegensatz zum moderaten Klima im Zentrum Europas macht das feuchtwarme Klima, das in einigen Regionen der USA herrscht, das Kühlen und Entfeuchten der Raumluft nötig. Daraus ergeben sich feuchtetechnische Fragestellungen, die mit dem üblichen Monatsbilanzverfahren nicht hinreichend beantwortet werden können. Bereits in der ersten Version der Software berücksichtigten die Forscher diesen Umstand: Die Software ermöglicht es sowohl das Gebäude in der Planungsphase energetisch auszulegen und zu zertifizieren als auch die einzelnen Bauteile und das ganze Gebäude hygrothermisch dynamisch zu betrachten. Somit können die hygienischen Verhältnisse, die Schadensfreiheit des Gebäudes sowie der Komfort der Bewohner auch langfristig sichergestellt werden.

Entwicklung eines klimaangepassten Passivhausstandards

In einem nächsten Schritt unterstützte die Arbeitsgruppe das nordamerikanische Passivhausinstitut PHIUS bei der Entwicklung eines klimaangepassten Passivhausstandards, der auch die anderen Bautraditionen in den USA berücksichtigt: den Standard PHIUS+ 2015. Der Hintergrund: Durch die Vorgaben des ursprünglichen Passivhausstandards war der energiesparende Baustil bisher in vielen Regionen kaum wirtschaftlich anwendbar und resultierte zum Teil in Gebäuden mit unkomfortablen Bedingungen. Er fand somit nur geringe Akzeptanz. Die Forscher wollten daher Vorgaben definieren, die ambitioniert den Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß reduzieren, gleichzeitig aber kosteneffektiv sind. Dazu ermittelten sie für mehr als hundert Standorte klimaabhängige Grenzwerte, etwa für den Jahresheiz- und Kühlbedarf oder auch für die Spitzenheiz- und Spitzenkühlleistung. Anschließend integrierten sie das Verfahren in WUFI® Passive.

Das Ergebnis: Die Software des Fraunhofer IBP ist aktuell das Standardtool, wenn es um die Auslegung und Zertifizierung von Passivhausprojekten in den USA geht.

Neben der Vollversion gibt es nun auch die kostenfreie Version WUFI® Passive Free. Sie findet großen Anklang: Innerhalb eines halben Jahres kamen mehr als 500 neue Nutzer hinzu. Die freie Version bietet die Möglichkeit, ein Projekt umfassend auszulegen und zu zertifizieren. Die dynamische hygrothermische Simulation ist allerdings nur in der Vollversion verfügbar.

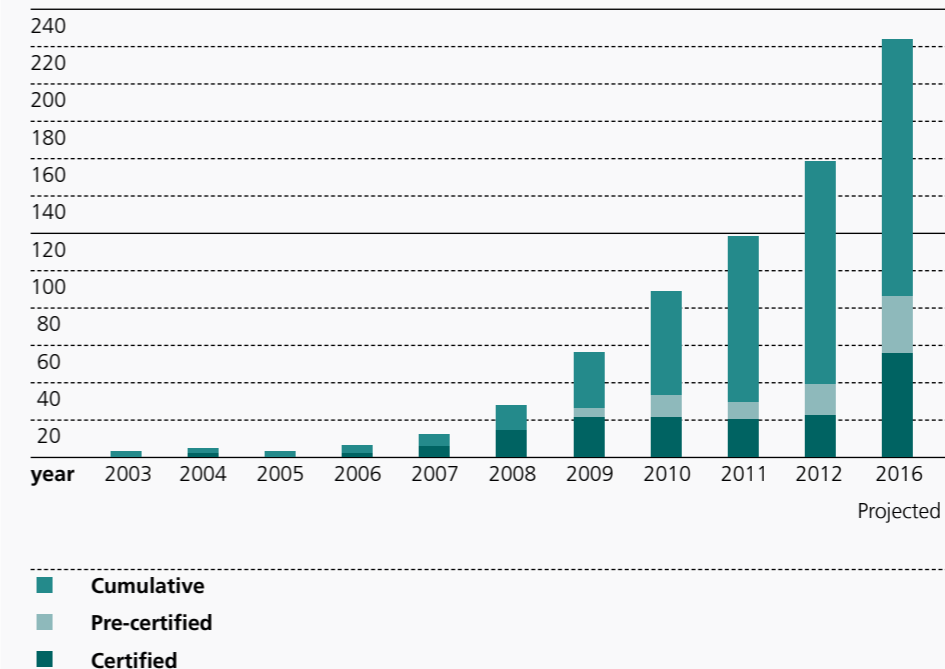
Ihre Erfahrungen aus den USA will die Arbeitsgruppe nun auch bei der Entwicklung von passiven Gebäuden in China einbringen: Sie will den dortigen Partnern helfen, Richtlinien und Standards zu entwickeln, die an Klima und Nutzerverhalten angepasst sind.

1 Für über 100 Standorte stehen klimaabhängige Grenzwerte zur Passivhausauslegung zur Verfügung.

2 Das neue Hauptquartier des Rocky Mountain Institute – zertifiziert über WUFI® Passive.

PHIUS+ Project Count

Number of projects



Ansprechpartner

Florian Antretter
 Telefon +49 8024 643-242
 florian.antretter@ibp.fraunhofer.de



ABTEILUNGS- PROJEKTE

46 AKUSTIK

50 BAUCHEMIE, BAUBIOLOGIE, HYGIENE

54 ENERGIEEFFIZIENZ UND RAUMKLIMA

64 GANZHEITLICHE BILANZIERUNG

68 HYGROTHERMIK

ABTEILUNGSPROJEKTE

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.

ABTEILUNG

AKUSTIK

BAUAKUSTIK | GRUNDLAGEN UND SOFTWARE | MUSIKALISCHE AKUSTIK / PHOTOAKUSTIK | PSYCHOAKUSTIK UND KOGNITIVE ERGONOMIE | RAUMAKUSTIK | TECHNISCHE 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 Diagnosetechnik.

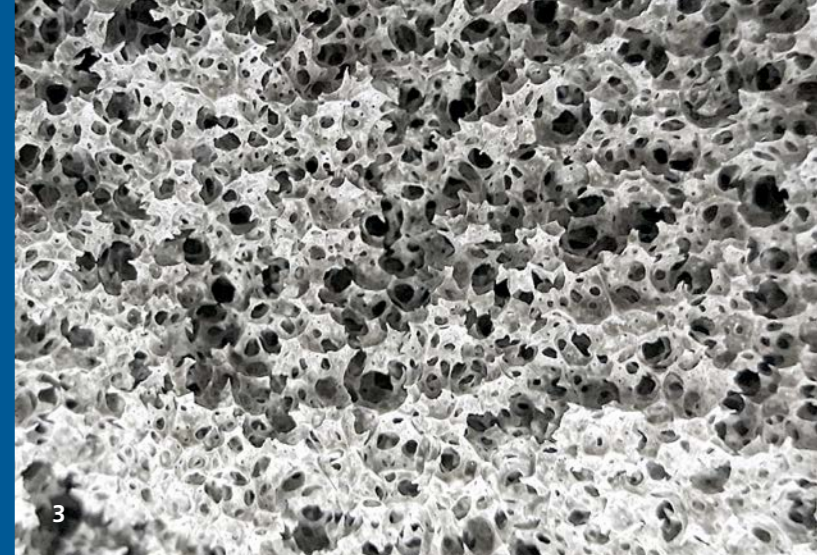
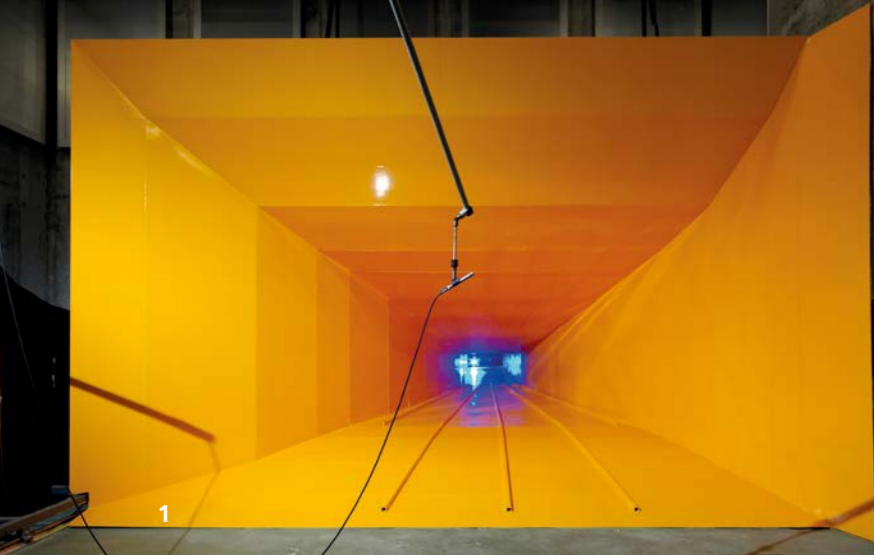
Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Entwicklung von neuartigen Akustikbauteilen: alternative Schallabsorber, passive, reaktive und aktive Schalldämpfer sowie Schallschutz-Bauteile, die in Gebäuden eingesetzt werden oder den Lärm an Maschinen, Anlagen und Fahrzeugen mindern. Gemeinsam mit mehr als fünfzehn 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 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (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

Dr. Peter Brandstät
Telefon +49 711 970-3392
peter.brandstaett@ibp.fraunhofer.de



HEULENDER WIND AN HOHEN HÄUSERN?

WINDGERÄUSCHE AN FASSADEN

1 *Blick vom Hallraum auf die Auslassdüse des Windkanals.*

2 *Optimierte Akustik einer Wellenfassade.*

Die umliegenden Häuser spiegeln sich in ihnen, mitunter ranken Pflanzen an ihnen hoch bis in schwindelnde Höhen, oder bewegliche Elemente lassen Wellen an hohen Wänden entstehen und visualisieren auf diese Weise den Wind. Die Rede ist von Hochhaus-Fassaden. Sie sind die Visitenkarte des Architekten und sichtbarer Ausdruck seines Designs. Die Fassaden erfüllen dabei zahlreiche Funktionen: Sie schützen das Hausinnere vor den Witterungsbedingungen, dämmen das Haus und helfen somit dabei, die Energieeffizienz zu steigern. Über diese elementaren Aufgaben hinaus realisieren sie aber auch Ansprüche an den Komfort, etwa indem sie Lichteinfall und Beschattung regeln und akustische Aspekte wie Schalldämmung umsetzen.

Doch die Fassaden bringen auch unerwünschte Seiten mit sich: So hören die Menschen im Hochhaus beispielsweise Strömungsgeräusche, die der Wind hervorruft. Da die Fassadenflächen recht groß sind, können die Geräusche teilweise so laut werden, dass sie das Wohlbefinden der Menschen innen und außen in der unmittelbaren Umgebung beeinflussen. Dafür braucht es nicht unbedingt mittlere und hohe Windgeschwindigkeiten. Gerade laue Lüftchen können die Entstehung von markanten Geräuschen verursachen und unter Umständen viel lästiger sein, da sie sich deutlicher vom Hintergrundschall abheben.

Wie die Gestaltung der Fassade und die entstehende Strömung zusammenhängen und miteinander wechselwirken, lässt sich rechnerisch über CFD (Computational Fluid Dynamics) oder CAA (Computational Aeroacoustics) als auch experimentell im Windkanal untersuchen. Forscher am Fraunhofer IBP bauen Fassadenausschnitte als Testobjekte im hauseigenen Windkanal ein und analysieren ihre akustischen Eigenschaften. Ist der Fassadenausschnitt klein genug, kann er in der geschlossenen Messstrecke platziert werden. Größere Objekte untersuchen die Wissenschaftler bei geöffneter Messstrecke sowohl im Hallraum als auch an der Öffnung am Kanal selbst. Ein Beamforming-Mikrofonarray hilft Geräuschquellen zu visualisieren und zu lokalisieren, die durch die Umströmung des Testobjekts entstehen. Untersuchungen an größeren Fassadenausschnitten platzieren und analysieren die Forscher unmittelbar hinter der etwa fünf Quadratmeter großen Auslassdüse des Windkanals. So untersuchten sie beispielsweise eine Wellenfassade und optimierten das Material sowie die Aufhängung. Mit diesem Ergebnis ist keine zusätzliche Geräuschquelle zu erwarten – das geplante Design des Fassadenelements konnte bewahrt bleiben.

STAUBGOLD

PORÖSE BAUMATERIALIEN FÜR SCHALL- UND WÄRMESCHUTZ AUS FEINKÖRNIGEN BETON-, BAU- UND ABRUCHABFÄLLEN

Mit Wucht schlägt die Abrissbirne in die Mauer des baufälligen Hauses – es kracht, Staub wirbelt auf. Solch ein Abriss geht naturgemäß mit viel Schutt einher: Allein in Baden-Württemberg fallen jährlich etwa 36 Millionen Tonnen Beton-, Bau- und Abbruchabfälle an. Etwa 90 Prozent dieses Schutts werden wiederverwertet. Die restlichen 10 Prozent bestehen hauptsächlich aus feinkörnigem Material, sie werden auf Deponien entsorgt. Am Fraunhofer IBP arbeiten Forscher daran, diesen feinkörnigen Abfall in nachhaltiges, funktionales Baumaterial für den Schall- und Wärmeschutz umzuwandeln und damit dem Stoffkreislauf wieder zuzuführen. Man könnte auch sagen: Die Wissenschaftler machen »Staub« zu »Gold«.

3 *Offenzelliger Mineralschaum.*

Bisher wird Mauerwerksabbruch gemahlen, mit einem Blähmittel dotiert und thermisch zu porösen Granalien aufgebläht – ein Prozess, der viel Energie verbraucht. Anders sieht es bei der »Aufbaugranulation« aus: Mit ihr stellen die Forscher am Fraunhofer IBP aus feinkörnigem Abfall mikroporöse Granalien her und bringen sie mithilfe anorganischer Binder beispielsweise in Plattenform. Und zwar gänzlich ohne zusätzliche thermische Energie. Als alternatives Verfahren setzen die Wissenschaftler auf das Schäumen: Sie nutzen den Spielraum bei der Herstellung des porösen Materials und optimieren die Mikrostruktur so, dass das entstehende Material konkurrenzfähige Schallabsorptions- oder Wärmedämmwerte erreicht. Mit Erfolg: Die ersten geschäumten mikroporösen Proben sind mechanisch stabil und zeigen eine ermutigend gute Schallabsorption.

Auch die Umweltkompatibilität haben die Forscher im Blick: Sie untersuchen sowohl den feinkörnigen Abfall als auch das neue Baumaterial auf ihre Umweltverträglichkeit. Haben sich Schadstoffe im Schutt angereichert, erkennen sie dies und können Schadstofffreisetzungen somit vermeiden. Zudem widmet sich das Fraunhofer IBP der Nachhaltigkeitsbewertung: Welche Vorteile bringt das Verfahren, sei es in ökologischer, ökonomischer oder soziokultureller Hinsicht? Indem die Forscher diese Frage beantworten, schaffen sie einen entscheidenden Aspekt für die industrielle Weiterentwicklung.

Gefördert wird das Projekt von der Baden-Württemberg Stiftung im Forschungsprogramm »Nachhaltiges Bauen«. Projektpartner sind von der Universität Stuttgart das Institut für Werkstoffe im Bauwesen, das Otto-Graf-Institut und die Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung am Fraunhofer IBP sowie von der Universität Tübingen das Zentrum für Angewandte Geowissenschaften. Als industrielle Partner wirken mit: der Industrieverband Steine und Erden, das Qualitätssicherungssystem Recycling-Baustoffe Baden-Württemberg sowie die Firmen Heinrich Feeß, Sto und solidian.

ABTEILUNGSPROJEKTE

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.



ABTEILUNG

BAUCHEMIE, BAUBIOLOGIE, HYGIENE

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

Im Fokus der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten 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 humansensorisch – 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 Voraussetzungen 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 beispielsweise daran, die Stabilität durch Zusätze zu erhöhen oder dem Massenwerkstoff neue Funktionalitäten zu verleihen.

Unsere Wissenschaftler analysieren Stofftransport und Absorptionsvorgänge in Werkstoffen und Materialverbänden, etwa in Filtermedien, Katalysatoren und aktiven Bauteilen. Sie messen und modellieren Vorgänge unter praxisnahen Randbedingungen, 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 Erkenntnisse für so unterschiedliche Bereiche wie »Baustoffe, Bauteile, Gebäude«, »Fahrzeuge und Antriebssysteme« und »Flugzeuge, Flugzeugkomponenten«.

Ansprechpartner

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



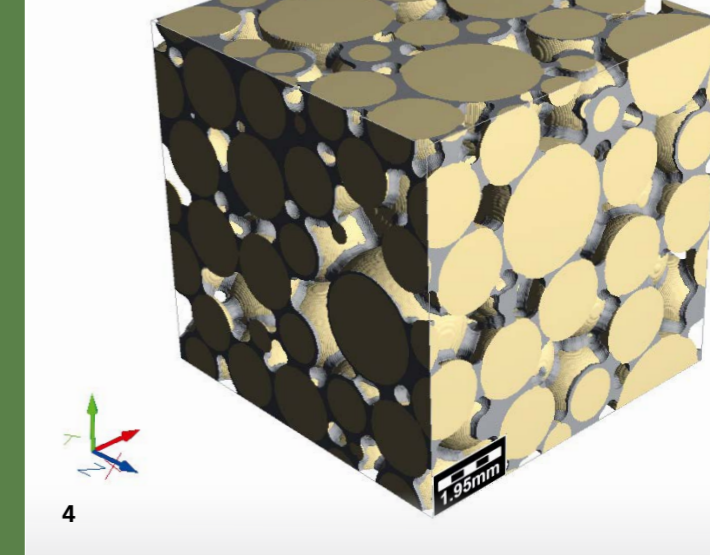
1



2



3



4

BIOTECHNOLOGISCHE AUFBEREITUNG VON ROTSCHLAMM

SONDERMÜLL ALS RESSOURCE FÜR WIRTSCHAFTSSTRATEGISCHE ROHSTOFFE

1 *Verschiedene Testreihen vor dem Bebrüten.*

2 *Verschiedene Testreihen nach dem Bebrüten.*

Die Herstellung von Aluminium aus Bauxit geht mit großen Mengen an Abfällen einher. Weltweit fallen pro Jahr etwa 120 Millionen Tonnen Rotschlamm an. Da dieser vielfach unsachgemäß entsorgt wird, führt dies zu schwerwiegenden Umweltproblemen. Auch die Lagerung von Rotschlamm ist nicht ohne Risiken: In der Vergangenheit kam es zu Unfällen, beispielsweise beim Kolontar-Dammbruch in Ungarn im Jahr 2010.

Rotschlamm besteht zu etwa 30 Prozent aus verschiedenen Eisenhydroxiden – sie verleihen dem Rotschlamm auch die rote Farbe. Weiterhin enthält der Schlamm bis zu 10 Prozent des Weißpigments Titandioxid und weitere wertvolle wirtschaftsstrategische Rohstoffe wie Gallium, Vanadium, Niob und eine Reihe Seltener Erden. Die Mineralien voneinander zu trennen ist aufgrund der Vielzahl und Komplexität der mineralischen Phasen im Rotschlamm jedoch extrem schwierig.

Rotschlamm wird deshalb in einem Fraunhofer-internen Discover-Projekt durch einen neuen Ansatz behandelt. Dabei kommen unterschiedliche ein- oder mehrstufige biotechnologische Verfahren in Betracht, in denen jeweils spezielle Mikroorganismen eingesetzt werden. In einem ersten Schritt soll das Eisen abgetrennt werden. Der Rotschlamm würde dadurch entfärbt und könnte als Rohstoffquelle für Eisen genutzt werden. Im verbleibenden Rotschlamm reichern sich durch die selektive Entfernung des Eisens die anderen Elemente an – und könnten erstmalig wirtschaftlich rentabel aufbereitet werden. Die Aufgabe der Arbeitsgruppe Biologie ist es, einen oder mehrere Stämme und damit verbundene biotechnologische Verfahren zu finden, welche die extremen Bedingungen im Rotschlamm unbeschadet überstehen. Die Gruppe Betontechnologie führt chemisch-mineralogische Analysen des Ausgangsmaterials und der biogen erzeugten Produkte durch. Erste Versuchsreihen zeigen bereits vielversprechende Ergebnisse: Spezielle Mikroorganismen binden Eisen selektiv und entfärben die Medien-Rotschlamm-Suspension (Bild 1 und 2). In einem weiteren Schritt soll dies noch weiter evaluiert und verfeinert werden.

NEUARTIGER AKUSTISCHER ABSORBER AUS BETON

PRODUKTENTWICKLUNG UND NUMERISCHE MODELLIERUNG

Ein Arbeitskollege telefoniert, ein anderer bespricht sich mit dem Kollegen – kaum möglich, sich bei diesem Geräuschpegel auf die eigene Arbeit zu konzentrieren. Schallabsorber sowohl in Innenräumen als auch in Außenbereichen sollen den Lärm »schlucken« und auf diese Weise die Lebensqualität und die Arbeitsleistung der Menschen erhöhen. Häufig verwendete poröse Materialien wie Fiberglas, Mineralwolle oder Schäume bringen jedoch Nachteile mit sich: Sie haben nur eine geringe Strukturfestigkeit und sind nicht sonderlich formstabil. Ihre Oberfläche muss beschichtet werden und sie lassen sich schlecht wiederverwenden, ihr Montageaufwand ist hoch und ihre Umweltverträglichkeit schlecht. Manche Schallabsorber-Typen erfordern zudem kostenintensive Produktionsverfahren wie beispielsweise eine Sinterung.

Die Gruppe »Betontechnologie und funktionale Baustoffe« am Fraunhofer IBP wählt einen anderen Ansatz, um ein akustisch ansprechendes Raumklima zu realisieren: einen neuartigen akustischen Absorber aus Beton (Bild 3). Dieser besteht aus gebundenen porösen Glaskörnern und ist – im Vergleich zu ähnlichen Absorbieren mit körniger Struktur – äußerst effizient, architektonisch ansprechend und verfügt über eine hohe mechanische Festigkeit. Auch die Herstellungskosten sind gering.

Um diesen Absorber weiterzuentwickeln, haben die Forscher ihn numerisch modelliert (Bild 4). Der dafür entwickelte Algorithmus verbindet zwei Modelle miteinander, die das akustische Verhalten charakterisieren. Die Grundlage bildet das Johnson-Champoux-Allard-Modell und dessen physikalische Parameter Strömungswiderstand, offene Porosität, Tortuosität sowie die thermischen und viskosen charakteristischen Längen. Dieses Modell ermöglicht es, die Schallabsorption zu ermitteln. Zusätzlich haben die Wissenschaftler den Python-Code implementiert, um daraus den Schallabsorptionskoeffizienten zu berechnen. Umgekehrt ist es möglich, aus den Schallabsorptionskoeffizienten die physikalischen Parameter zu berechnen – mithilfe der nichtlinearen Methode der kleinsten Quadrate. Das zweite implementierte Modell ist GeoDict. Diese Software verwendet geometrische Parameter, um die Anzahl an physikalischen Einflussgrößen zu kalkulieren. Der entwickelte Algorithmus erlaubt es also, aus vorgegebenen geometrischen Eigenschaften des Materials den Schallabsorptionskoeffizienten vorherzusagen.

3 *Granularer akustischer Absorber.*

4 *Geometrische Modellierung in GeoDict.*

ABTEILUNGSPROJEKTE

DIE ABTEILUNG ENERGIEEFFIZIENZ UND RAUMKLIMA FORSCHT UND ENTWICKELT IM BEREICH DES ENERGIEEFFIZIENTEN WOHNENS, ARBEITENS UND BAUENS AN IHREN STANDORTEN STUTTGART, HOLZKIRCHEN, KASSEL UND NÜRNBERG. IM FOKUS STEHEN ENERGETISCHE FRAGESTELLUNGEN ZU GEBÄUDEN UND SIEDLUNGEN, DIE ENTWICKLUNG VON EFFIZIENTEN ENERGIEVERSORGUNGSKONZEPTEN SOWIE MASSNAHMEN ZUR BEDARFSMINIMIERUNG UNTER EINBEZIEHUNG VON ERNEUERBAREN ENERGIEN.

ABTEILUNG

ENERGIEEFFIZIENZ UND RAUMKLIMA

ENERGIEVERSORGUNGSSYSTEME | EVALUIERUNG UND DEMONSTRATION | FLUG- UND FAHRZEUGKLIMATISIERUNG | GEBÄUDE – QUARTIER – STADT | GEBÄUDESYSTEMLÖSUNGEN | LICHTTECHNIK UND PASSIVE SOLARSYSTEME | PLANUNGSWERKZEUGE

Dies geht einher mit den Kriterien für ein nutzer- und nutzungsgerechtes Raumklima – nicht nur im Gebäude, sondern auch in Innenräumen von Fahr- und Flugzeugen. Im Fokus steht zum einen der Zusammenhang zwischen Klimawirkung und Behaglichkeitsempfinden und zum anderen, wie mit möglichst geringem Ressourcenaufwand ein optimales Innenraumklima für die schadens- und störungsfreie Nutzung hergestellt werden kann.

So planen, betreuen und beurteilen die Wissenschaftler Niedrigstenergie-, Nullemissions- und Plusenergiehäuser – sowohl für den Neubau als auch den Gebäudebestand. Zudem steht die Erarbeitung von Konzepten für energieeffiziente bis hin zu CO₂-neutralen Städten und Gemeinden im Blickpunkt der Forscher. Auf der Ebene ganzer Siedlungen werden innovative Energiekonzepte entwickelt (im Plusenergiebereich und darunter), die die Implementierung von Energieeffizienzmaßnahmen im Zusammenspiel mit der Integration erneuerbarer Energien zur Wärme-, Kälte- und Stromerzeugung umfassen. Hierbei wird für die Optimierung der Energienutzung auch auf die Anwendung exergetischer Prinzipien und die entsprechende Bewertung von Energieanwendungen zurückgegriffen.

Auch Themenstellungen zur Stadtklimatologie, etwa die Vermeidung sogenannter Wärmeinseln und die ausreichende Tageslicht- und Frischluftversorgung, sowie zur Straßenbeleuchtung widmen sich die Forscher der Abteilung.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Evaluierung und Demonstration von innovativen Entwicklungen, Konzepten und Technologien. Hierbei reicht das Spektrum von Labor- und Freilanduntersuchungen bis hin zur Begleitung von In-situ-

Demonstrationsvorhaben und Pilotanwendungen. Dies umfasst sowohl eigene Entwicklungen als auch die Bewertung derer unserer Partner und Kunden.

Die Wissenschaftler entwickeln innovative Beleuchtungs- und Gebäudesystemlösungen für den Innen- und Außenraum, beraten Kunden im Hinblick auf ihre spezifischen Fragestellungen und führen Begutachtungen durch. Hierbei stehen Verfahren zur Auslegung und Steuerung der Anlagentechnik sowie von Sonnenschutz- und Beleuchtungssystemen im Vordergrund. Zu dem umfangreichen Analysespektrum der Abteilung zählen Labormessungen in diversen einmaligen Mess- und Prüfeinrichtungen (beispielsweise VERU, MEGA, Fluglabor, IATC, DressMAN, Test-Schulhaus, Goniophotometer), Probandenstudien zur thermischen und visuellen Behaglichkeit und Gebäudesimulationen. Baukonstruktionen, Bauteile, Baustoffe und Anlagekomponenten für Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung und Energiesysteme können am Standort Holzkirchen unter realen Klimabedingungen und in realistischen Nutzungsszenarien mit einmaligen Versuchseinrichtungen im 1:1-Maßstab untersucht werden.

Darüber hinaus erstellen die Wissenschaftler Bewertungs- und Berechnungswerkzeuge zur energetischen Gebäudeplanung, Raumklimatisierung und Beleuchtung in Gebäuden sowie Fahrzeuginnenräumen. Computergestützte Planungsinstrumente und Informationssysteme werden für Endanwender sowie Rechenkerne für Softwarehäuser entwickelt und gepflegt.





Die in der Abteilung verwendeten Vorhersagemodelle basieren auf experimentellen Ergebnissen und werden am Fraunhofer IBP entwickelt. Sie unterstützen unter anderem die Strömungssimulation sowie die Analyse der thermischen Behaglichkeit. Die Gebäudesimulation erlaubt neben energetischen Analysen auch Aussagen zur Schadensfreiheit der raumumschließenden Bausysteme. Im Fokus stehen auch die Luftströmungen in Räumen und großen Hallen sowie das Temperaturverhalten von Gebäuden im Sommer.

Die Abteilung koordiniert 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, von Bund, Ländern und Kommunen sowie der Industrie. Seminare sowie die Evaluation von Forschungs-, Förder- und Transferprogrammen öffentlicher und privater Projektträger runden das Portfolio ab.

Zu den Kunden der Abteilung gehören internationale Herstellerunternehmen sowie Planer oder Entwickler aus dem öffentlichen, gewerblichen wie auch privaten Bereich. Ständiges Ziel ist eine gemeinsame Umsetzung gewonnener Ergebnisse in marktfähige Innovationen, Produkte und Dienstleistungen.

Ansprechpartner

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

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

LÖSUNGEN FÜR EINE UMWELTSCHONENDE ENERGIEVERSORGUNG

Häuser, Städte und Kommunen sollen effizient mit Energie versorgt werden – und zwar möglichst mit solcher aus erneuerbaren Quellen. Das lässt sich nur über langfristige Projekte realisieren. Bei ihrer Planung spielen Städte und Kommunen eine entscheidende Rolle. Denn will man die Energiesysteme in Richtung einer zuverlässigen und effizienten Versorgung mit erneuerbaren Energien umbauen, kann dies nur auf lokaler Ebene geschehen. Für Städte aller Größenklassen – von der dörflichen Kleinstadt bis zu Großstädten und globalen »Mega-Cities« – gilt heute mehr denn je: Sie sind gleichzeitig Problemzonen und Hoffnungsträger für unsere zukünftigen Energiesysteme.

Die Arbeitsgruppe »Gebäude – Quartier – Stadt« des Fraunhofer IBP arbeitet in einer Vielzahl von Projekten daran, die Ziele einer energieeffizienten und nachhaltigen Stadt zu realisieren. Im Wettbewerb »Energieeffiziente Stadt« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ist sie mit gleich zwei der fünf Siegerstädte dabei. So geht es im Projekt »Stadt mit Energieeffizienz – SEE Stuttgart« vor allem darum, Energieversorger, Wohnungswirtschaft, Industrie und Bevölkerung intensiver einzubinden und somit die Energieeffizienz zu steigern. Das Projekt »Wolfhagen 100 % EE« strebt die Umwandlung des Energiesystems der Kleinstadt an, hin zu einer Vollversorgung mit erneuerbaren Energien.

Auf Quartiersebene entwickeln die Forscher am Fraunhofer IBP innovative Lösungen für eine umweltschonende Energieversorgung. So beispielsweise für die Städte Kassel und Ladenburg: Sie wollen ihre Neubauquartiere möglichst vollständig durch erneuerbare Energiequellen beheizen. Im Projekt Stuttgart Neckarpark versorgt ein Abwasserkanal ein Niedrigstenergie-Neubauquartier mit Wärme. Die Ergebnisse und Erfahrungen strahlen international aus: Beispielsweise im IEA EBC Annex 64 »LowEx Communities – Optimised Performance of Energy Supply Systems with Exergy Principles« oder im Projekt »Erstellung von integrierten Energiekonzepten für ausgewählte chinesische Städte«, das im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) China im Rahmen der deutsch-chinesischen Klimapartnerschaft initiiert wurde.

1 *Bebauungsplan Neckarpark.*



HALTEN DIE KONZEPTE, WAS SIE VERSPRECHEN?

2 *Plusenergiegebäude
Lilienstraße, München.*

Neue Wege zu beschreiten erfordert Mut. Das gilt auch im Bauwesen: Der Investor braucht eine gewisse Portion Courage, um beim Bau von Gebäuden oder bei der Sanierung des Gebäudebestands neue Wege zu wählen. Bevorzugt greifen Gebäude- und Anlagenplaner daher auf Bekanntes und Altbewährtes zurück – die Baubranche wird oftmals mit dem Vorwurf konfrontiert, konservativ zu sein. Soll der Energieverbrauch bestehender und neuer Gebäude gesenkt werden, sind neue Lösungen jedoch unabdinglich. Demonstrationsgebäude zeigen solche neuen Lösungsansätze auf, sie sind quasi die Keimzellen einer energiesparenden Gebäudetechnologie. Sie demonstrieren die Machbarkeit und regen zur Nachahmung an.

Auch das Nutzerverhalten hat einen wesentlichen Einfluss auf den Energieverbrauch. Wie stark dieser Einfluss ist, zeigen die Energiebedarfswerte von Gebäuden, die in der Praxis signifikant von den Berechnungen abweichen können. Sprich: Je nach Nutzerverhalten liegen die gemessenen Energieverbräuche oftmals deutlich höher als die theoretischen. Gründe dafür sind vor allem im thermischen Komfortniveau sowie im Lüftungsverhalten zu suchen. Maßgeschneiderte Messprogramme helfen dabei, spezifische Fragestellungen in den Demonstrationsvorhaben zu analysieren und auf die Praxistauglichkeit hin zu überprüfen.

Das Fraunhofer IBP hat mittlerweile über 250 Demonstrationsvorhaben weltweit realisiert und messtechnisch evaluiert. Es verfügt damit über einen immensen praktischen Erfahrungsschatz und über eine große Datenbasis zu Nutzerverhalten und Effizienzkennwerten.

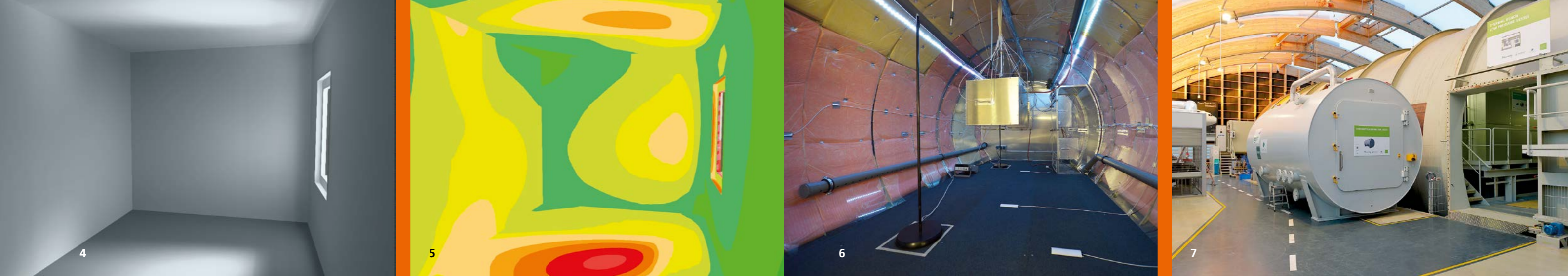
MODULPLATTFORM ENERGIEEFFIZIENTE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG

Forscher am Fraunhofer IBP haben eine einzigartige Testumgebung geschaffen: Hier lassen sich Anlagensystemverbände der technischen Gebäudeausrüstung untersuchen und weiterentwickeln. Gefördert wurde die Anlage vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Die Plattform besteht aus Wärme- und Kälteerzeugern – also aus einem Blockheizkraftwerk mit gekoppelter Absorptionskälteanlage, Gasbrennwertkessel, Kompressionskälteanlage und Wärmepumpe –, welche über ein Nahwärmenetz mit unterschiedlichen Gebäuden als Verbraucher vernetzt sind. Auf diese Weise können die Forscher im Sinne eines Hardware-in-the-Loop-Ansatzes verschiedene Systemkombinationen flexibel untersuchen.

In einem neuen Testgebäude koppelten die Wissenschaftler das Nahwärmenetz an eine Installationsplattform für unterschiedliche Puffersysteme wie einfache Volumenspeicher, Schichtenspeicher, Eisspeicher, an unterschiedliche Wärme- und Kälteübergabesysteme, an Testräume sowie an einen zweigeschossigen Modulbau. In Kombination mit einer frei programmierbaren Gebäudeleittechnik entstand somit eine vollständige Systemplattform: Sie erlaubt es, an allen Positionen gebäude- und anlagentechnische Systeme und deren Effizienz im Betrieb zu analysieren – sei es einzeln oder im Verbund – und diese weiterzuentwickeln.

Als erste Anwendung starteten die Forscher hierfür das Projekt VASE, kurz für »VerbundAnlagen: validierte Ermittlung der SystemEffizienz von Systemkombinationen für die Umsetzung der ErP-Richtlinie«. In enger Kooperation mit dem Spitzenverband für Gebäudetechnik VdZ erarbeiten sie, gefördert durch das BMWi, einfache Beurteilungsmodelle für effiziente Anlagenkombinationen. Die Grundlagen dafür legten umfangreiche Messreihen und gekoppelte Simulationsmodelle.

3 *Energieversorgungsmodule
auf der MEGA-Plattform.*



TAGESLICHTTECHNISCHE LÖSUNGSVARIANTEN IM VERGLEICH

4, 5 *Lichtausbreitung in einem südorientierten Raum bei offener Jalousie: Visualisierung (links) und Falschfarbendarstellung (rechts).*

Fassaden verleihen Gebäuden nicht nur ein schmales Aussehen. Sie sorgen auch für eine gute Energieeffizienz und versorgen die Räume mit Tageslicht. So ermöglichen gut geplante Fassaden, in dahinter liegenden Raumbereichen wie Büros zu etwa 80 Prozent der Zeit ohne künstliches Licht auszukommen. Das heißt: Es ist deutlich weniger Energie für die Beleuchtung nötig, auch der Leuchtmittelinsatz sinkt signifikant. Zudem wirkt sich Tageslicht biologisch auf den Menschen aus, beispielsweise bei der Steuerung des circadianen Rhythmus. Bis dato herrschte allerdings Planungsunsicherheit, was die Lichttechnik von Fassaden angeht. Es fehlten Daten zu Fassadensystemen, ebenso mangelte es an geeigneter Beratungssoftware. Die Folge waren planerische Fehlentscheidungen.

In einem Verbundprojekt, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert wird, entwickeln die Forscher des Fraunhofer IBP gemeinsam mit sieben Herstellern von Fassadenkomponenten umfassende Berechnungs- und Optimierungswerkzeuge, die die Fassadenplaner kostenfrei nutzen können. Die drei Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte Messtechnik, Numerik und bedienungsfreundliche Software wurden in einen Planungsprozess integriert. Schwerpunkte liegen darin, Systemdaten zu erheben, Berechnungsalgorithmen und Datenstrukturen zu entwickeln und sie in die freie Lichtplanungssoftware DIALux Evo zu integrieren. Weiterhin gilt es, praktische Workflows zu implementieren, Datenmanagementtools zu entwickeln und das Gesamtpaket zu validieren sowie einer Qualitätssicherung zu unterziehen.

Somit wird es möglich, Fassadenlösungen zu vergleichen. Zudem steht zu erwarten, dass diese Entwicklung weitere Innovationen in der Fassadentechnik anstößt und sich planerische Lösungen und Qualitäten somit differenzieren lassen. Eine solche tageslichttechnische Fassadenplanung erschließt ein großes Potenzial im Bereich der Energieeffizienz und ist daher ein wichtiger Baustein für nachhaltige Energiekonzepte.

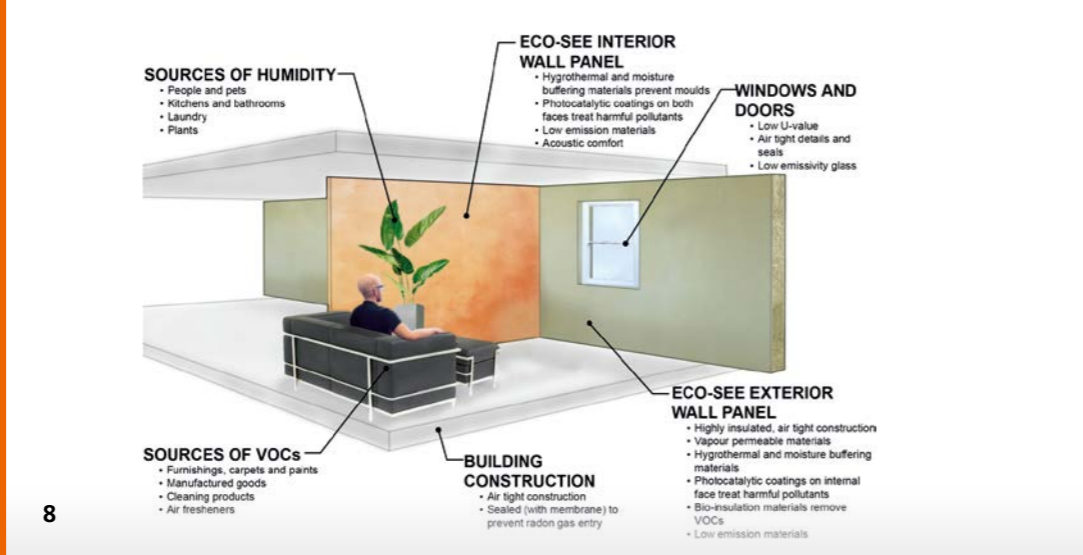
CLEAN SKY – ECO DESIGN FOR SYSTEMS

VALIDATIONSPLATTFORM FÜR THERMISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DER LUFTFAHRT

Ist das Raumklima im Flugzeug so, wie das Modell es vorhersagt? Wie gut kühlen Heatpipes die Jets? Solche und ähnliche Fragen lassen sich nun mit komplexen Tests in Flugzeugen beantworten, die für Flug- und Bodensituationen durchgeführt werden. Das Besondere: Der Jet muss sich dafür nicht in die Lüfte aufschwingen. Vielmehr bleibt er auf dem sicheren Boden stehen – genauer gesagt in den Flugtestanlagen des Fraunhofer IBP, die die Forscher im Rahmen des europäischen Luftfahrtforschungsprojekts Clean Sky um eine Businessjet-Plattform erweitert haben. In den Tests können die Wissenschaftler die extremen Temperaturen sowie den Luftdruck berücksichtigen, der während eines Fluges sowie am Boden in einer Flugzeugkabine vorliegen kann. Dazu integrierten sie drei Demonstratoren in die Flugtestanlagen des Fraunhofer IBP: einen Carbon Cockpit Mock-up, ein Kabinensegment sowie ein Hecksegment mit Gepäck- und Geräteabteil. Ergänzt werden diese Testanlagen durch das Aircraft Calorimeter (ACC): Es kann einen variablen Testraum zusätzlich mit thermischem Schock, also einer extrem schnellen Abkühlung, sowie rapidem Druckabfall beaufschlagen.

Die Forscher erprobten Heatpipes für die Kühlung von Fluggeräten und validierten die thermischen Modelle, die mit dem »Thermal Model Generation Tool« erzeugt wurden. Das Besondere an diesen generierten thermischen Modellen: Sie zeichnen sich durch eine extrem hohe Geschwindigkeit aus im Vergleich zu herkömmlichen CFD-Berechnungen. Die geringere räumliche Auflösung eignet sich für die Innenraum-Simulation wesentlich besser als die hochauflösenden CFD-Berechnungen, da Letztere viel Zeit rauben, nur bedingt repräsentativ sind und sich für diesen Einsatzbereich kaum validieren lassen. Die Korrelation der thermischen Modelle konnten die Wissenschaftler in einer 18-monatigen Testkampagne verlässlich nachweisen. Somit konnte das Fraunhofer IBP seinen Anteil am Clean-Sky-Projekt, das seit 2008 läuft, zuverlässig und erfolgreich ableisten. Die innovativen und neuen Methoden für den thermischen Flugzeugentwurf sind mittlerweile anwendungsreif, im Programm Clean Sky 2 entwickeln die Forscher des Fraunhofer IBP die Validationsplattform nun weiter.

6, 7 *Cockpit-Mock-up (links) und Aircraft Calorimeter (rechts) der Clean Sky Thermal Test Bench am Fraunhofer IBP.*



8



9

RAUMKLIMATISCHES PLANUNGS- UND BEWERTUNGSTOOL

FÜR DIE WIRKUNG VON BAUSTOFFEN AUF DAS INNENRAUMKLIMA

8 *ECO-SEE-Wandelemente aus ökologischen Baustoffen zur Verbesserung des Innenraumklimas.*



Innovative und nachhaltige Baustoffe können für ein gesünderes Innenraumklima sorgen – und sollen durch multifunktionale Produkte die Kosten für Neubau und Gebäudesanierung um 20 bis 30 Prozent senken. Dies war das erklärte Ziel im EU-Forschungsprojekt ECO-SEE, kurz für »Eco-innovative, Safe and Energy Efficient wall panels and materials for a healthier indoor environment«, das die Arbeitsgruppe Planungswerkzeuge des Fraunhofer IBP seit 2013 bearbeitet.

Als zentrales Ergebnis soll ein neuartiges Planungs- und Bewertungstool geschaffen werden: Dieses stellt die wesentlichen Vorteile für das Innenraumklima bei der kommerziellen Verwertung der ECO-SEE-Produkte quantitativ dar. Dabei gilt es, die unterschiedlichen bauphysikalischen Faktoren in ein einheitliches Bewertungsschema zu überführen, sodass der Nutzer verschiedene Produkte und Lösungen miteinander vergleichen kann. Das Tool erfasst sowohl die thermischen und feuchtetechnischen Eigenschaften der Wandpaneele als auch die akustischen Leistungskennwerte – und bildet diese in einem Modell ab.

Ein weiterer Vorteil der Materialien: Sie nehmen Schadstoffe auf und verbessern auf diese Weise die Luftqualität. Das Fraunhofer IBP koordiniert das Arbeitspaket für die Entwicklung dieses neuen, modellbasierten Planungstools. Die Teilmodelle für Raumluftqualität, Hygrothermik und Akustik haben die Forscher bereits anhand von Messungen an den neuen ECO-SEE-Materialien erstellt und validiert. Im weiteren Verlauf werden sie eine Software entwerfen und prototypisch implementieren, welche alle Teilmodelle integriert. Basierend auf einem digitalen Gebäude- bzw. Raummodell (BIM) soll demonstriert werden, wie eine ganzheitliche Bewertung der ECO-SEE-Lösungen künftig durchgeführt und die Ergebnisse an die Planer kommuniziert werden können.

LASTVERSCHIEBUNGSPOTENZIALE VON GEBÄUDEN

FÜR STROM AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

Wind und Sonne liefern ihre Energie unregelmäßig. Da die erneuerbaren Energien im Bereich der Stromversorgung immer weiter ausgebaut werden, heißt das: Der Anteil der fluktuierenden und nur begrenzt regelbaren Stromerzeugungssystemen nimmt mehr und mehr zu. Um die zur Verfügung stehende Energie dynamisch an den Strombedarf anzupassen und die Netzstabilität zu garantieren, können zum einen Stromspeicher integriert oder das Netz ausgebaut werden oder aber der Betrieb elektrischer Geräte in Haushalten kann zeitlich verschoben werden.

Speziell Wärmepumpen bieten dabei ein hohes Lastverschiebungspotenzial: Sie haben eine große Anschlussleistung und bieten einen thermischen Speicher im Gebäude. Im Projekt »LAGE-EE«, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird, soll daher ein angebotsangepasstes regelbares System entwickelt werden, das das Gebäude kühlt und heizt, das Warmwasser aufbereitet und dabei den Strom aus erneuerbaren Energien optimal ausnutzt. Der Ansatz verfolgt dabei die Prinzipien der Eigenstromoptimierung und verschiebt die Last hin zu Zeiten, in denen Wind und Sonne einen Überschuss an Energie liefern. Somit entlastet das System das Stromnetz und bietet bei entsprechenden Kostenmodellen für Endnutzer eine attraktive Möglichkeit zur Wärme- und Kältebereitstellung.

Auf technischer Seite ist es notwendig, geeignete Regelungssysteme zu entwickeln und zu überprüfen sowie numerische Simulationen, Labormessungen und Feldtests durchzuführen. Aus Sicht des Netzes gilt es, das real zur Verfügung stehende »elektrische« Speicherpotenzial zu ermitteln und die Verfügbarkeit technisch zu sichern. Und aus Sicht des Nutzers muss der thermische und technische Komfort gewährleistet sein. Zudem sind Anreizmodelle notwendig, welche den Einbau und den Betrieb eines angebotsangepassten geregelten Wärmepumpensystems attraktiv machen.

9 *Stromerzeugung mittels Photovoltaik.*

ABTEILUNGSPROJEKTE

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.

ABTEILUNG

GANZHEITLICHE BILANZIERUNG

ENERGIE UND MOBILITÄT | FEUCHTECHNISCHE MATERIALKENNWERTE |
NACHHALTIGES BAUEN | WERKSTOFFE UND PRODUKTSYSTEME

Arbeitsschwerpunkt der Abteilung ist die Ganzheitliche Bilanzierung und Analyse von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen. Hierbei berücksichtigen die Forscher ökologische, ökonomische, soziale und technische Gesichtspunkte über den gesamten Lebensweg – und unterstützen somit die Entscheidungsfindung. 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 bezieht auch die Kosten über den gesamten Lebenszyklus mit ein – in Erweiterung der Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040/14044. Zudem gleicht sie die technischen Eigenschaften der untersuchten Produkte und Prozess-Systeme 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

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



SESAM

GEWINNUNG VON SEKUNDÄRROHSTOFFEN AUS FLUGASCHEN DER MÜLLVERBRENNUNG

1 *Flugaschen aus Müllverbrennungsanlagen könnten als wertvolle Sekundärrohstoffquelle genutzt werden.*

Viele strategisch wichtige Metalle sind knapp – während gleichzeitig der Bedarf der Industrie an Hightech-Materialien steigt. Sekundärrohstoffe zu gewinnen ist daher eine wichtige Säule der zukünftigen Rohstoffversorgung Deutschlands. Dabei treten auch Siedlungsabfälle verstärkt in den Fokus.

Im Projekt SESAM wollen Forscher des Fraunhofer IBP gemeinsam mit Kollegen Wertstoffe aus Flugaschen der Müllverbrennung wiedergewinnen – ein Vorhaben, das in Deutschland einmalig ist. Dafür entwickeln sie innovative Verfahren, mit denen sich die Sekundärrohstoffe selektiv aus den Flugaschen abtrennen und anreichern lassen. In einem weiteren Schritt gilt es, diese Rohstoffe für die großtechnische Anwendung bereitzustellen. Über eine systematische Langzeitanalyse der Flugasche können die Wissenschaftler das Sekundärrohstoffpotenzial der Asche bewerten. Das Ziel: Sie wollen eine Methode entwickeln, mit der sich die Wertstoffe aus den Flugaschen möglichst ressourcenschonend gewinnen lassen. Indem die Forscher Abfallsäuren und -laugen verwenden, die bei der Rauchgaswäsche in der Müllverbrennungsanlage anfallen, können sie das Verfahren ökonomisch und ökologisch optimieren – schließlich werden die Stoffkreisläufe auf diese Weise geschlossen. Das Verbundprojekt vereint die Kompetenzen der Technischen Universität München, der Bundesanstalt für Gewässerkunde, des Fraunhofer IBP, der Martin GmbH und der Müllverbrennungsanlage Ingolstadt.

Das Ressourceneffizienzpotenzial des Verfahrens überwachen und optimieren die Forscher, indem sie die Metalloide zielgerichtet identifizieren und auswählen. Bei welchen Metallen lohnt sich die Rückgewinnung, bei welchen nicht? Zudem optimieren sie die dynamische ökobilanzielle Prozessabbildung projektbegleitend. Auf gleicher Ebene stellen sie das Verfahren wissenschaftlich dar. Abschließend evaluieren sie die Nachhaltigkeit des entwickelten Verfahrens: Wie nachhaltig ist es im Vergleich zu konventionellen Verfahren, über die die Primärmaterialien gewonnen werden? Da das entwickelte Verfahren Abfallprodukte verwertet, leistet es neben der Rohstoffsicherung zusätzlich auch einen Beitrag zum Umweltschutz. Ein weiterer Vorteil: Indem die behandelte Flugasche in die Müllverbrennung zurückgeführt wird, lässt sich der deponiepflichtige Sondermüll deutschlandweit deutlich reduzieren. Damit sinken auch die entsprechenden Entsorgungsgebühren.



LeNa

LEITFADEN NACHHALTIGKEITSMANAGEMENT FÜR AUSSERUNIVERSITÄRE FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN

Nachhaltigkeit setzt sich durch – in vielen Betrieben ist das nachhaltige Wirtschaften bereits zum Selbstverständnis geworden. Kurzum: Das Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen hat sich in den letzten Jahren als Planungs- und Steuerungsinstrument etabliert. Wie man die Unternehmensnachhaltigkeit umsetzen und dokumentieren kann, geben Leitlinien vor: So beispielsweise die Berichterstattungsgrundsätze der Global Reporting Initiative (GRI). Auch die großen außeruniversitären Forschungseinrichtungen bekennen sich zunehmend zu den Leitlinien der Nachhaltigen Entwicklung und setzen das Leitbild bereits in unterschiedlichen Forschungsprojekten um. Standards und umsetzungsorientierte Leitfäden, die speziell auf die Besonderheiten von Forschungseinrichtungen angepasst sind, sucht man bisher jedoch vergebens.

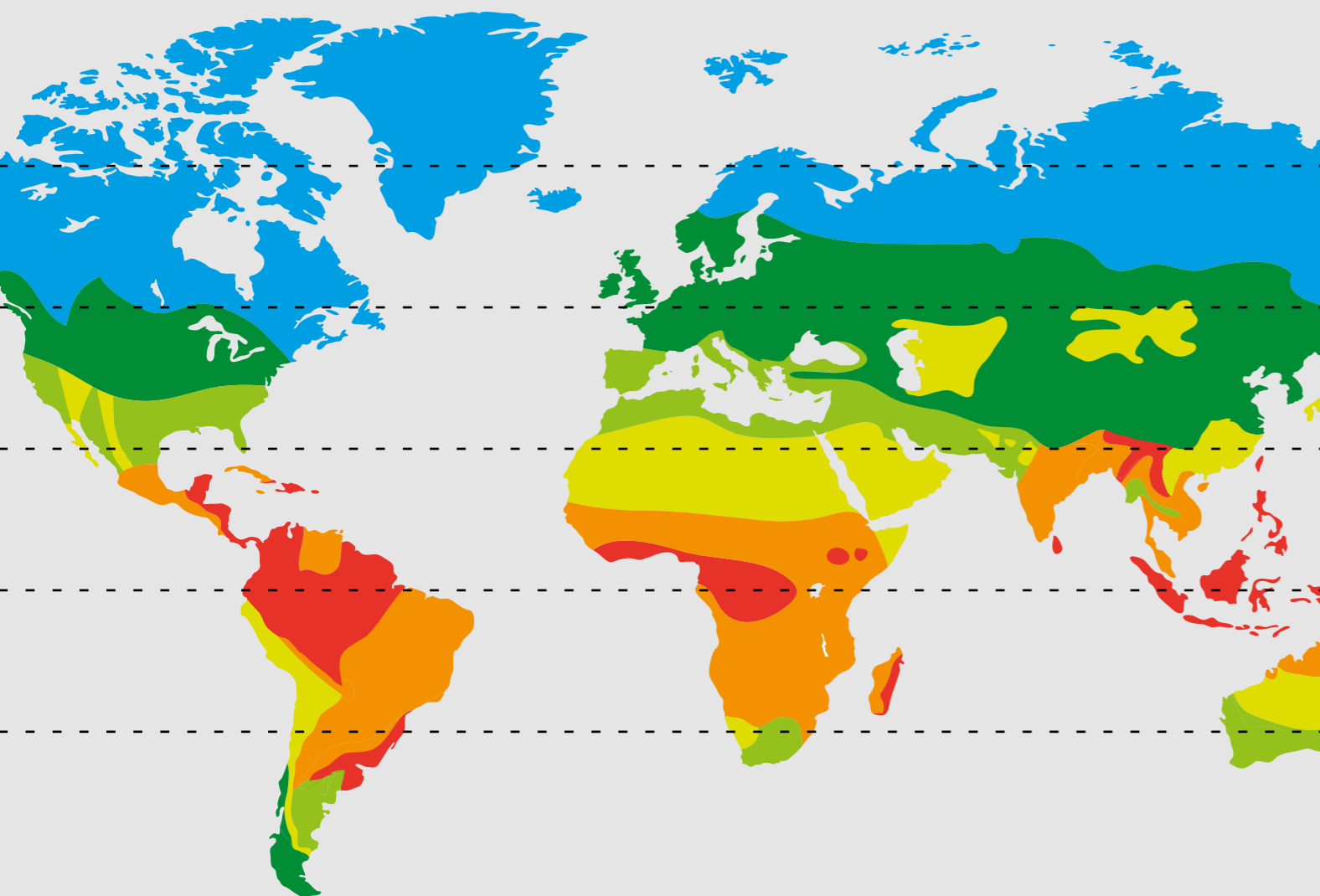
Fraunhofer-Forscher entwickeln daher gemeinsam mit ihren Kollegen der Helmholtz- und Leibniz-Gemeinschaft einen Leitfaden für das Nachhaltigkeitsmanagement in außeruniversitären Forschungseinrichtungen – im geförderten Projekt »LeNa« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Das Ziel: Sie wollen ein gemeinsames Verständnis zu Handlungsfeldern entwickeln. Insgesamt sind 25 Einrichtungen und circa 90 Mitarbeiter in drei Teilprojekten beteiligt.

Das Teilprojekt 1, »Forschen in gesellschaftlicher Verantwortung«, beschäftigt sich mit Forschungsprozessen und deren Folgenabschätzung. Schwerpunkt des Teilprojekts 2, »Personal«, liegt auf dem Personalmanagement und dem Verantwortungsbereich der Mitarbeitenden. Die Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung des Fraunhofer IBP beteiligt sich im 3. Teilprojekt des Forschungsvorhabens, »Bau und Betrieb«: Hier liegt der Fokus auf den Liegenschaften eines Forschungsstandorts. Um zu gewährleisten, dass dieser Leitfaden bezüglich Bau und Betrieb von Liegenschaften auch umsetzbar ist, müssen die Wissenschaftler die Organisationsstrukturen, Standorte und Zuständigkeiten zunächst typologisieren. Darauf basierend legen sie die Handlungsfelder fest: »Planung und bauliche Gestaltung«, »Bau und Modernisierung«, »Betrieb und Bewirtschaftung« sowie »Rückbau und Entsorgung«. Zu jedem Handlungsfeld erstellen sie Fact Sheets, welche verschiedene Themen beschreiben, Handlungsebenen identifizieren und konkrete Schritte zur Umsetzung beinhalten. Die einzelnen Themenfelder reichen vom Energiekonzept über die nachhaltige Bedarfsplanung, das Flächenmanagement und die Umnutzungsfähigkeit bis hin zu Recyclingkonzepten und Rückbaumanagement. Praxisbeispiele ergänzen die Fact Sheets, Anwendungsbeispiele belegen ihre Praxistauglichkeit. Der Leitfaden soll den relevanten Akteuren der Forschungsorganisationen ein Instrumentarium bieten, um ein gezieltes Nachhaltigkeitsmanagement zu implementieren.

2 *Die Entwicklung eines einheitlichen Verständnisses davon, in welchen Handlungsfeldern außeruniversitäre Forschungseinrichtungen als Organisation und Arbeitgeber einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung leisten können, ist das Ziel des Forschungsvorhabens.*

ABTEILUNGSPROJEKTE

DIE ABTEILUNG HYGROTHERMIK IST SPEZIALISIERT AUF DIE ANALYSE DES INSTATIONÄREN WÄRME- UND FEUCHTEVERHALTENS VON BAUSTOFFEN, BAUTEILEN UND GANZEN GEBÄUDEKOMPLEXEN. DAZU GEHÖRT AUCH DIE ANALYSE DES ENERGETISCHEN UND FEUCHTE-TECHNISCHEN VERHALTENS VON RAUMLUFT-TECHNISCHEN ANLAGEN UND DEREN INTERAKTION MIT DER GEBÄUDEHÜLLE SOWIE WEITEREN HYGROTHERMISCHEN SPEICHERMASSEN. SOLCHE ANALYSEN BILDEN DIE BASIS FÜR EINE OPTIMIERTE UND DEM GEPLANTEN BETRIEB EINES GEBÄUDES ANGEPASSTE AUSLEGUNG DER ANLAGENTECHNIK.



ABTEILUNG

HYGROTHERMIK

FEUCHTEMANAGEMENT | FEUCHTESCHUTZ UND BAUEN IN ANDEREN KLIMAZONEN | FEUCHTE-TECHNISCHE MATERIALKENNWERTE | HYGROTHERMISCHE GEBÄUDEANALYSE | WÄRME-KENNWERTE, KLIMASIMULATION | ZUSÄTZLICH: AKKREDITIERTE PRÜFLABORS FEUCHTE / MÖRTEL / STRALUNG / EMISSIONEN SOWIE KENNWERTE FÜR DÄMMSTOFFE / FENSTER / FASSADEN / BAUTEILE

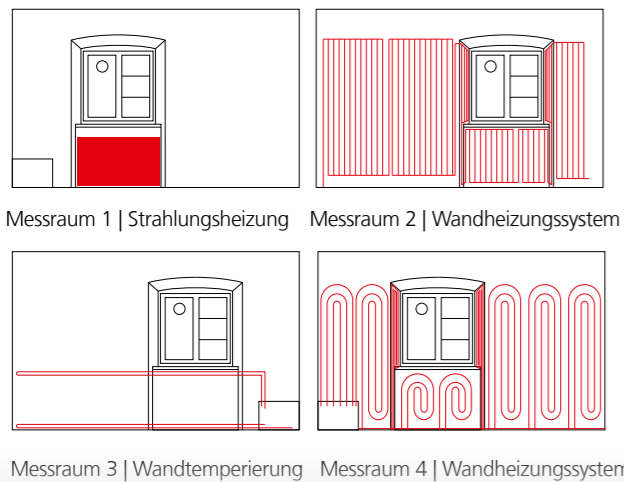
Die Forscher dieser Abteilung führen nicht nur Materialprüfungen durch, sondern untersuchen auch ganze Bauteile und Anlagenkomponenten im Labor und passen sie bei Bedarf an. Die entscheidenden Praxistests nehmen sie mithilfe von Freilandversuchen unter definierten Randbedingungen vor sowie durch Klimasimulationen in entsprechenden Differenzklimakammern. Auch speziell am Fraunhofer IBP entwickelte neue Prüfverfahren kommen zum Einsatz.

Einen wesentlichen Bestandteil der Aktivitäten stellt auch die Entwicklung und Anwendung numerischer Simulationsmodelle dar. Die langjährige Erfahrung der Abteilung mit experimentellen wie auch mit rechnerischen Untersuchungsmethoden erlaubt es, das energetische Gebäude- und Anlagenverhalten umfassend zu beurteilen – ebenso wie den klimabedingten Feuchteschutz von Baukonstruktionen. Darüber hinaus ermöglicht sie auch eine gezielte Optimierung von Bauprodukten bis hin zur Entwicklung von neuartigen Anlagen, Baustoffen und Bausystemen.

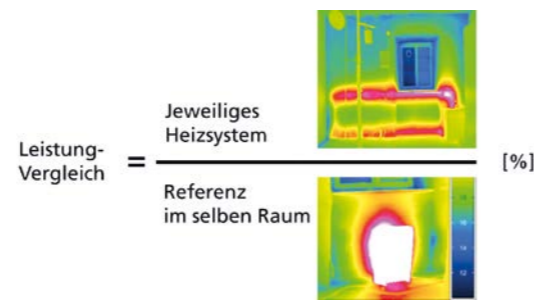
Es gilt, Energie zu sparen. Gleichzeitig wachsen die Komfortansprüche, und es besteht der Wunsch nach einer nachhaltigen Entwicklung des Gebäudesektors. Diese Punkte stellen neue Herausforderungen für Planer und Ausführende dar, die ohne eine vertiefte Kenntnis der hygrothermischen Zusammenhänge nicht zu bewältigen sind. Globalisierung und Klimawandel gefährden unsere Kulturgüter zunehmend. Sie müssen nicht nur vor Starkregen, Überschwemmungen und hohen Temperaturen geschützt werden, sondern auch vor den Auswirkungen des wachsenden Besucheransturms. Der bauliche Feuchteschutz und die Stabilisierung des Raumklimas in denkmalgeschützten Gebäuden gehört daher seit Langem zu den vornehmlichen Aufgaben der Hygrothermik.

Ansprechpartner

Dr. Hartwig M. Künzel
Telefon +49 8024 643-245
hartwig.kuenzel@ibp.fraunhofer.de



1 Messraum 3 | Wandtemperierung Messraum 4 | Wandheizungssystem 2



2



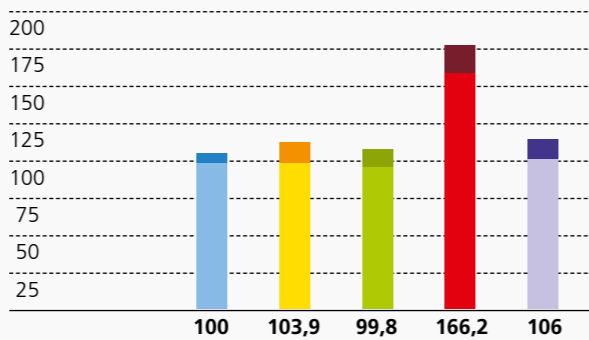
WANDHEIZSYSTEME IM VERGLEICH

Wie lassen sich historische Gebäude energieeffizient sanieren? Dieses Thema wurde bisher eher vernachlässigt – ebenso wie die Entwicklungen in der entsprechenden Anlagentechnik. Die Forscher am Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege Benediktbeuern widmen sich diesem Thema. Das Besondere: Die Untersuchungen erfolgen am realen Altbau mit verschiedenen, auch innovativen Heizsystemen. In jeweils vier benachbarten Räumen ähnlicher Größe installierten die Wissenschaftler jeweils eines der Heizsysteme. Allerdings zeigten die Untersuchungen, wie komplex vergleichende energetische Analysen in realen Bauten sind. Trotz großer Anstrengungen gelang es nicht, vergleichbare Verhältnisse herzustellen.

Aus diesem Grund wählten die Forscher einen neuen Ansatz: Bei diesem verglichen sie die Energieverbräuche der Heizungssysteme für jeden Raum mit einer Referenzbeheizung, einem elektrischen Heizkörper in der Fensternische. Sprich: Sie verglichen jeden Raum mit sich selbst. Die Kennwerte, die sie für den Vergleich heranzogen, berechneten sie täglich neu und mittelten sie über mehrere Wochen. Mit dem Mittelwert berechneten sie die Verbräuche – bezogen auf die Referenzheizung. Das Ergebnis: Fast alle untersuchten Wandheizsysteme verbrauchten ähnlich viel Energie wie der konventionelle, konvektive Heizkörper. Lediglich die Bauteiltemperierung ist deutlich energieintensiver als der elektrische Referenzheizkörper.

Bei der Planung kommt es jedoch nicht nur auf die energetische Betrachtung an. Auch mögliche positive Effekte zum Schutz der Bausubstanz und Vorteile in puncto Behaglichkeit gilt es zu berücksichtigen. Im Vergleich zur elektrischen Beheizung bewirken alle Systeme eine geringere Höhenschichtung der Raumlufttemperatur, das zeigen die Ergebnisse. Die Raumtemperatur ist also über die Höhe des Zimmers gleichmäßiger.

Leistungsvergleich der Wandheizungssysteme zu den elektrischen Heizkörpern mit Angabe des Messfehlers im Zeitraum 15. Dezember 2013 bis 10. März 2014



Heizkörper	Korrekturfaktor
Referenz elektr. Heizkörper	± 2,5 %
MR1 Strahlungs-Heizkörper	± 6,5 %
MR2 Wandheizung mit Entkopplung	± 6,4 %
MR3 Bauteil-Temperatur	± 5,4 %
MR4 Wandheizung modular	± 5,6 %

Ein weiterer Vorteil: Wandheizungen vermeiden Schäden weitaus besser und stellen daher eine interessante Alternative zu herkömmlichen Wärmeübergabesystemen dar. Denn sie beheizen die Wand und erwärmen bauphysikalisch kritische Stellen der Baukonstruktion. Auf diese Weise mindern sie das Risiko von Feuchteschäden. Wie die vorliegenden Untersuchungen gezeigt haben, können die Wärmeverluste bei diesen Wandheizungen ggf. jedoch höher sein als bei herkömmlichen Systemen. Im Einzelfall heißt es daher, Energieeffizienz und konservatorischen Nutzen gegeneinander abzuwägen.

LABORBEWITTERUNG VON SONDER-VERBUNDGLÄSERN

FÜR DIE DACHSANIERUNG EINES INDUSTRIEDENKMALS

Der Regen prasselt vom Himmel, kurz darauf lichten sich die dunklen Wolken und die Sonne schaut hervor: Das britische Klima ist bekannt für seine »Launen«. Diese Unstetigkeit gilt es auch bei Bauwerken zu berücksichtigen, wie etwa bei der Sanierung einer historischen Werkhalle, in der die Gebrauchstauglichkeit der Dacheindeckung abzusichern war – einer knapp 4000 Quadratmeter großen vollverglasten Dachfläche. Das Erscheinungsbild sollte aus Gründen des Denkmalschutzes erhalten bleiben, jedoch galt es, den Wärmeschutz zeitgemäßen Standards anzupassen. Die Fachplaner gaben als Sonnenschutz eine Wärmeschutzverglasung vor, mit einem außen aufgesetzten Glas und einer Vlieseinlage. Um die Dauerhaftigkeit des Glasaufbaus zu gewährleisten, sollten mehrere originalgroße Verglasungen mit der Dachschräge von 55 Grad aufgestellt und – entsprechend der DIN EN 12543 – 2000 Stunden lang einer zeitgerafften Bewitterung ausgesetzt werden. Das heißt: Strahlungsbelastung mit erhöhtem UV-Anteil, zyklische Beregnung sowie ein Wechsel zwischen Temperaturen von minus 10 bis plus 50 Grad Celsius.

Das Fraunhofer IBP konnte diese Prüfanforderungen des Auftraggebers punktgenau umsetzen – die Forscher haben viel Know-how bei der Errichtung von Sonnensimulationseinrichtungen. Üblicherweise sehen die Normen Besonnungsfelder mit 900 W/m² Bestrahlungsstärke in der Größe von 1 Quadratmeter vor. Bei größeren Flächen, wie in diesem Fall von über 4 Quadratmetern, treten Überlappungseffekte auf, die Bestrahlungsstärke wäre nicht über das gesamte Glaselement gleich. Die Forscher am Fraunhofer IBP haben daher ein Berechnungsprogramm entwickelt, mit dem sich auch Flächen von mehreren Quadratmetern gleichmäßig bestrahlen lassen. Da der Kunde einen Temperaturzyklus von vier Stunden vorgegeben hatte, mussten die Klimakammern schnell umtemperiert werden. Das ist bei größeren Kammern kaum zu bewältigen. Die Lösung: Die Wissenschaftler teilten die Prüffläche in zwei Teile und versahen die Probekörper mit einer transparenten Abdeckung, sodass ein schmaler Luftkanal vor der Probe entstand. Über Kanäle, die sich über motorische Klappen in wenigen Sekunden quasi von »Sommer« auf »Winter« umschalten ließen, banden die Forscher beide Prüfflächen an die Luftversorgungseinheiten an.

Nach den Versuchen inspizierten die Wissenschaftler die Glaselemente nicht nur visuell, sondern trennten auch den Randverbund auf und überprüften gravimetrisch, ob Wasser aufgenommen wurde. Auf diese Weise konnten sie zweifelsfrei nachweisen, dass die Probekörper dicht sind.

1 Schematische Darstellung der untersuchten Heizsysteme.

2 Prinzipielle Vorgehensweise für den Leistungsvergleich.

3 Besonnungsfeld für beschleunigte Bewitterung des Glasdachs – links »Sommer«, rechts im Hintergrund »Winter«.

4 Blick auf den Prüfling während der Beregnungsphase zur Erzeugung hoher Temperaturlastwechsel.



GESCHÄFTSFELD

AVIATION

Weiterer Meilenstein in der europäischen Forschungsinitiative Clean Sky erreicht!

Die europäische Forschungsinitiative Clean Sky, die sich eine emissionsärmere, spritsparendere und umweltfreundlichere Luftfahrt zum Ziel gesetzt hat, erreichte einen weiteren Meilenstein innerhalb des Integrated Technology Demonstrators »eco DESIGN«. Im thermischen Prüfstand »Thermal Test Bench« ermöglicht ein komplexes Zuluftsystem die Optimierung verschiedener Avioniksysteme unter Realbedingungen. Zu den Testparametern zählte beispielsweise die Erhöhung des Passagierkomforts. Eingeblassene warme Luft unter den Kabinenboden verhindert das Auskühlen des Bodens zum Treibstofftank. Auch der Einfluss des Füllgrades des Treibstofftanks und die Integration mehrerer Technologieträger in den Versuchsaufbau, beispielsweise einer sogenannten Heatpipe, standen im Fokus der Testarbeiten. Die Heatpipe nutzt Verdunstungs- und Kondensationswärme durch ein zirkulierendes Fluid, um auf engem Bauraum höhere Wärmeströme abführen zu können.

Die Forschungen im Rahmen von eco DESIGN überprüfen, ob neu entwickelte Materialien und Komponenten die Luftqualität oder On-board-Systemleistungen beeinträchtigen oder beflügeln: In Fluglabor des Fraunhofer IBP lassen sich die Druck-, Temperatur- und Feuchtebedingungen während eines Fluges simulieren. In das Labor integriert sich auch die »Thermal Test Bench«.

Im Hinblick auf künftige ökologische Ansprüche an Flugzeugbauteile tragen die langjährigen Kompetenzen des Fraunhofer IBP im Bereich der Lebenszyklusanalyse nach ISO 14040 dazu bei, das »value chain management« der Clean-Sky-Partner vor Risiken zu bewahren. Gleichzeitig unterstützt das eigens entwickelte eco-DESIGN-Software-Tool ENDAMI Designer und Entwicklungsingenieure bereits während des Designprozesses mit einem verständlichen Zugang zur Ökobilanzierung.

Weitere Highlights und Perspektiven

Auch für die aeroakustische Auslegung von Flugzeugkomponenten entwickelten die Wissenschaftler des Fraunhofer IBP eine neue Methodik. Anhand der numerischen Strömungssimulation (CFD) analysierten sie die instationären Strömungen eines Flugzeugflügels für verschiedene Konfigurationen, wie z. B. ausgefahrene Landeklappen, die Highlift-Konfiguration mit Augenmerk auf innovative Vorderkantenhilfen oder gesenkte Tragflügelhinterkanten. Mit der numerischen Aeroakustik (CAA) berechneten sie die abgestrahlten Geräusche des Flügels.

Die Luftfahrt ist ein globalisierter Wirtschaftszweig, der Maßstäbe für die ökologische und sozioökonomische Akzeptanz setzt. Jede Entwicklung im Umfeld – von Werkstoffen, Leselampen in der Kabine bis hin zu Lebenserhaltungssystemen – muss einer systematischen Qualifizierung unterzogen werden. Fachleute des Geschäftsfelds Aviation des Fraunhofer IBP forschen disziplinübergreifend daran. So gehört das Institut zu einem übergreifenden Programmsystem, in das Maßnahmen zu Fertigung und Montage eingebunden sind. Darüber hinaus spielen die gewonnenen Ergebnisse aus internationalen Kooperationen bei der Elektrifizierung von Flugzeugen eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung robuster Powersysteme. Auch hieran ist das Fraunhofer IBP beteiligt.

Ansprechpartner

John Cullen Simpson
Telefon +49 8024 643-271
john.simpson@
ibp.fraunhofer.de

1 Weltweit einzigartiges Fluglabor am Standort Holzkirchen, das unter anderem die Thermal Test Bench beinhaltet.



GESCHÄFTSFELD

KULTURERBE

Wie lässt sich materielles Kulturgut erhalten? Mit dieser Frage beschäftigt sich das Fraunhofer IPB auf vielfältige Weise. Die Forschungen umfassen Analysen und Konzepte für das Raumklima in historischen Bauten ebenso wie die Denkmalpflege, die nachhaltige Sanierung von Museen sowie die Entwicklung neuer Lösungen für Museumsdepots. Dabei arbeiten Experten aller Fachabteilungen in meist multidisziplinären Arbeitsgruppen zusammen, um optimale Konzepte und Lösungen für die jeweiligen Fragestellungen zu erzielen.

In der Baudenkmalpflege blickt das Institut auf eine langjährige Forschungsgeschichte zurück. In den 1980er- und 90er-Jahren erforschten die Wissenschaftler grundlegende Mechanismen des Wärme- und Feuchtetransports an historischen Baustoffen. Heute erweitern sie diese Erkenntnisse durch moderne Simulationsverfahren: Diese bewerten beispielsweise die Schadensresistenz von neuartigen Materialien und Baukonstruktionen rechnerisch, ebenso wie die Dauerhaftigkeit von Konservierungsmaßnahmen. Am Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege Benediktbeuern (www.denkmalpflege.fraunhofer.de) erforschen die Mitarbeiter an einem realen historischen Gebäude vielfältige Fragestellungen rund um die heutigen Nutzungsanforderungen, sie erstellen umfangreiches Monitoring sowie Analysen.

Diese Methoden und Verfahren werden auch in der archäologischen Konservierung eingesetzt, beispielsweise im »Pompeii Sustainable Preservation Project«, in dem sich das Fraunhofer IBP seit 2012 engagiert (www.pompeii-pspp.org).

Bei musealen Sammlungen in historischen Gebäuden wie Schlössern und Kirchen stellt sich die Frage: Wie lassen sich diese Kulturgüter präventiv konservieren? Anders gesagt: Wie können Schäden an Kunstwerken, Ausstattung und

historischen Gebäuden vermieden werden, indem man die Umgebungsbedingungen langfristig verbessert? Die Forscher erstellen umfassende Analysen und darauf aufbauend individuelle Risikobewertungen. Anhand dieser Bewertung entwickeln sie Konzepte, über die die Kulturgüter dauerhaft erhalten werden können. Neben dem Raumklima betrachten sie heute auch Fragen des Besucherkomforts oder der Energieeffizienz von Maßnahmen.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt in nachhaltigen Lösungen für Museen, Depots und Archive – insbesondere entwickeln die Wissenschaftler ressourcenschonende Klimakonzepte, die mit Gebäude und Sammlung im Einklang stehen. Sie widmen sich sowohl der präventiven Konservierung, wobei sie die musealen Klimavorgaben berücksichtigen, entwickeln aber auch minimalinvasive und dezentrale klimatechnische Lösungen und Niedrigenergiekonzepte für Museen. Mit Blick auf die Sammlung werden Klima-Zielbereiche festgelegt und die technische Gebäudeausrüstung wird entsprechend ausgelegt und optimiert.

Ansprechpartner

Dr. Ralf Kilian
Telefon +49 8024 643-285
ralf.kilian@ibp.fraunhofer.de

1 Pompeii – kulturelles Erbe der Menschheit – ist Forschungszentrum für die dauerhafte und nachhaltige Konservierung antiker Architektur.



FRAUNHOFER-ALLIANZ BAU

DIGITALISIERUNG IM BAUWESEN

»ForschungsWerkStadt« der Fraunhofer-Allianz Bau auf der BAU 2015: Produkt- und Systemlösungen für mehr Energie- und Ressourceneffizienz

Knappe und teure Rohstoffe, steigende Energiepreise und Klimaschutz stellen die Bauindustrie vor große Herausforderungen. Etwa 40 Prozent der Energie wird in den industrialisierten Ländern für das Heizen und Kühlen verbraucht. Neue Gebäudesysteme, die den Energieverbrauch senken, sind deshalb ebenso unverzichtbar wie die Erforschung innovativer Baustoffe und eine zukunftsorientierte, umsichtige Planung von Gebäuden, Siedlungen und Städten. Mit einer großen Sonderschau zum Thema »ForschungsWerkStadt« hat sich die Fraunhofer-Allianz Bau im Januar 2015 bei der Weltleitmesse BAU 2015 präsentiert. Insgesamt 18 Fraunhofer-Einrichtungen zeigten 44 Produkt- und Systemlösungen für die Bauindustrie und gaben Antworten auf die Megatrends Energie- und Ressourceneffizienz. Eines der Highlights auf dem Stand war die Vorstellung des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Forschungsprojekts »BIMiD – BIM Referenzobjekt in Deutschland«.

Zweiter BAU Congress China in Peking

Mit dem enormen Wirtschaftswachstum in China geht landesweit eine extreme Bautätigkeit einher: Es werden nicht nur einzelne Häuser gebaut, sondern ganze Stadtteile und Siedlungen. Die Folge dieses rasanten Wachstums sind Qualitäts- und Ausführungsmängeln, Baufolgeschäden, ungesundes Raumklima und unnötig hoher Energieverbrauch. Es besteht daher ein großer Bedarf an neuen Baustoffen, Baukomponenten und -systemen sowie Planungs- und Fertigungsverfahren. Diese Fragestellungen beschäftigen nicht nur

die Fraunhofer-Allianz Bau, sondern auch die Organisatoren der Kongressmesse BAU Congress China, die 2015 zum zweiten Mal stattfand. Vom 23. bis 24. Juni 2015 stellte die Fraunhofer-Allianz Bau mit 15 Mitgliedsinstituten im National Convention Center in Peking innovative Entwicklungen für die Städte von morgen vor.

Bau Forum II »Industrialisierung und Digitalisierung des Bauwesens in Deutschland«

Die Produktivität im deutschen Bauwesen stagniert und liegt weit hinter der Entwicklung anderer Branchen zurück. Um die Gesamtwertschöpfung zu steigern, ist eine integrale Betrachtung der gesamten Prozesskette erforderlich. Die Fraunhofer-Allianz Bau fördert das Building Information Modeling (BIM) und die industrielle Vorfertigung in Deutschland und stellt als Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Politik und Wissenschaft den Dialog dazu her. Das zweite BAU Forum fand daher unter dem Titel »Industrialisierung und Digitalisierung des Bauwesens in Deutschland« statt. Am 2. Dezember 2015 trafen sich im Fraunhofer-Forum in Berlin auf Einladung der Fraunhofer-Allianz Bau Architekten, Planer und Politiker, um sich über die digitale Zukunft des Bauwesens zu informieren und über ihre Vor- und Nachteile zu diskutieren.

Ansprechpartner

Jan Peter Hinrichs
Telefon +49 8024 643-283
janpeter.hinrichs@ibp.fraunhofer.de

1 *Gemeinschaftsmessestand der Fraunhofer-Allianz Bau auf der BAU 2015.*

2 *Austausch mit prominenten Persönlichkeiten aus Politik und Forschung auf dem Messestand.*

FRAUNHOFER-ZENTRUM BAUTECHNIK

GEBÜNDELTE KOMPETENZ UNTER EINEM DACH

Das Fraunhofer-Zentrum Bautechnik bündelt vier kompetente Einrichtungen im Bereich Forschung und Entwicklung für das Bauwesen:

- das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP,
- die Hochschule Rosenheim,
- das Institut für Fenstertechnik (ift Rosenheim) und
- das Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB.

In Fragen der Bautechnik steht das Zentrum der Industrie als wissenschaftlicher Partner für Forschungs-, Entwicklungs- und Consultingprojekte zur Verfügung. Als weiterer Partner unterstützt das Fraunhofer IRB bei Veröffentlichungen und Verbreitung der wissenschaftlichen Erkenntnisse.

FuE-Bereiche

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.

Ansprechpartner

Andreas Kaufmann
Telefon +49 8031 805-2683
andreas.kaufmann@ibp.fraunhofer.de

1 *Effiziente Gebäudehüllen, optimierte bauliche Gesamtkonzepte sowie innovative Bausysteme und -prozesse bilden die Forschungsschwerpunkte des Zentrums.*



NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

78 PERSONELLES

78 AUSZEICHNUNGEN

79 FACHVERANSTALTUNGEN

80 IM GEDENKEN



PERSONELLES

- Prof. Dr. Gunnar Grün ist mit Wirkung zum 1. Januar 2015 an die Technische Hochschule Nürnberg berufen worden. Er vertritt dort das Lehrgebiet »Systemintegration effiziente Gebäude«.
- Seit dem 1. Januar 2015 leitet Dr. Ralf Kilian das Geschäftsfeld »Kulturerbe«.
- Mit der Urkundenübergabe am 9. April 2015 wurde Dr. Martin Krus zum Honorarprofessor an der Universität Stuttgart ernannt. Seit 1985 ist Martin Krus als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IBP in den Abteilungen Hygrothermik und Raumklima tätig.
- Zum 1. Mai 2015 bündeln die bisherigen Abteilungen Raumklima, Energiesysteme und Wärmetechnik ihre Kompetenzen in einer Abteilung unter dem neuen Namen Energieeffizienz und Raumklima. Die Leitung obliegt Hans Erhorn und Prof. Dr. Gunnar Grün.
- Seit 1. November 2015 leitet Dr. Moritz Späh die Gruppe Raumakustik und ist damit Nachfolger von Dr. Horst Drotleff, der in die Industrie wechselte.

AUSZEICHNUNGEN

Der Lehrstuhl für Bauphysik der Universität Stuttgart gehört zu den Preisträgern der Initiative »Deutschland – Land der Ideen«. Im Wettbewerb »Ausgezeichnete Orte 2015: Stadt, Land, Netz! Innovationen für eine digitale Welt« wurde das im Team von Lehrstuhlleiter Professor Schew-Ram Mehra entwickelte »Virtuelle Labor Bauphysik« ausgezeichnet, das eine neue flexible Form des Lernens bietet und einen damit verbundenen Mehrwert in Bildung und Beruf erzielt.

1 *Messestand des Fraunhofer IBP auf der »Paris Air Show«, 2015.*

FACHVERANSTALTUNGEN

- Geplant, gebaut, gesteuert – das Fraunhofer IBP stellt innovative Lösungen auf der Weltleitmesse BAU 2015 vom 19. bis 24. Januar 2015 vor.
- ForschungsWerkStadt« der Fraunhofer-Allianz Bau auf der BAU 2015: Produkt- und Systemlösungen für mehr Energie- und Ressourceneffizienz
- Die Veranstaltung »Lauter Sport in leisen Hallen« am 20. Januar 2015 im Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart verbuchte einen großen Erfolg.
- Das bereits Wochen im Voraus ausgebuchte 3. BIMiD-Fachsymposium am 23. April 2015 beschäftigte sich mit virtuellen Techniken im Bauwesen.
- Das 6. Fachkolloquium »Effiziente und schadstoffarme Verbrennungstechnologien für Biomasse« lockte am 12. Mai 2016 über 100 externe Teilnehmer an das Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart.
- Auf der Internationalen Bauphysik-Konferenz in Turin vom 14. bis 17. Juni 2015 mit über 650 Teilnehmer aus 85 Ländern demonstrierte das Fraunhofer IBP die große Bandbreite von Sanierungsansätzen zu hocheffizienten Schulgebäuden
- Auf der »Paris Air Show Le Bourget 2015 S.I.A.E.« präsentierte das Fraunhofer IBP vom 15. bis 21. Juni 2015 seine Innovationen für die Luftfahrt.
- Die Fraunhofer-Allianz Bau präsentierte sich mit einem Messestand vom 23. bis 24. Juni 2015 in Peking auf dem internationalen BAU Congress China und war vertreten durch die beiden Mitgliedsinstitute Fraunhofer IBP und Fraunhofer IGB.
- Unter dem Dach der »International Conference Future Buildings & Districts« am 10. September 2015 in Lausanne veranstalteten das Fraunhofer IBP und das Fraunhofer ISE sowie die RWTH Aachen im Kontext des gemeinsamen Verbundvorhabens »Netzreaktive Gebäude« den Workshop »Grid-Supportive Buildings«.
- Nach vier Jahren intensiver Forschung fand am 12. November 2015 die Abschlusstagung des Projekts »Temperierung in Museen« im gut besuchten Max-Josephs-Saal der Residenz in München statt.
- Der 4. Kongress »Zukunftsraum Schule – Schulgebäude nachhaltig gestalten« in der Carl Benz Arena in Stuttgart am 17. und 18. November 2015 löste durchweg positive Resonanz und Begeisterung der Gäste aus.
- Auf Einladung der Fraunhofer-Allianz Bau haben rund 40 Vertreter aus Politik, Forschung und Industrie am 2. Dezember 2015 am BAU Forum II in Berlin teilgenommen. Thema war die Industrialisierung und Digitalisierung des Bauwesens in Deutschland.

IM GEDENKEN

Nachruf auf Prof. Dr. Mirosław Weclas

Am 20. August 2015 starb Prof. Dr. Mirosław Weclas im Alter von 53 Jahren. Er kam am 1. Januar 2012 als Leiter der Gruppe Feuerstätten und Abgasanlagen ans Fraunhofer IBP und war ab 1. April 2013 wissenschaftlicher Leiter des Fachgebiets Verbrennungssysteme. Insbesondere auf dem Fachgebiet der Verbrennungstechnologie machte er sich einen Namen. Zahlreiche Publikationen und Patentanmeldungen in dieser Disziplin zeugen von seiner hohen wissenschaftlichen Reputation.

Nachruf auf Prof. Dr. Gerd Hauser

Prof. Dr. Gerd Hauser starb am 10. August 2015 im Alter von 67 Jahren. Von 2004 bis zu seinem Ruhestand im Jahr 2014 leitete er das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP und war gleichzeitig in Personalunion Ordinarius des Lehrstuhls für Bauphysik an der Technischen Universität München (TUM).

1972 schloss Gerd Hauser sein Studium an der TUM als Diplom-Maschinenbauingenieur ab und begann seine wissenschaftliche Laufbahn am Fraunhofer IBP. Dort befasste er sich vor allem mit theoretischen Untersuchungen zum thermischen Verhalten in Gebäuden. Fünf Jahre später promovierte er im Fachbereich Baukonstruktion der Universität Stuttgart. Es folgten wissenschaftliche Karrierestationen an den Universitäten Essen und Kassel. 2004 wurde er an die TUM berufen, in

Verbindung mit der Leitung des Fraunhofer IBP. Als fachkompetente Persönlichkeit hat Gerd Hauser wesentlichen Anteil daran, dass die Bauphysik heute nicht mehr aus dem Bauwesen wegzudenken ist. Seine Entwicklung des ersten Energiepasses zur energetischen Kennzeichnung von Gebäuden in Europa machte ihn in der Fachwelt als »Vater des Energieausweises« bekannt. Auch auf energiepolitischer Ebene nahm er Einfluss, indem er die Bundesregierung zu Themen wie Wärmeschutz, Energieeinsparung und -effizienz beriet. Im Hinblick auf Innovationen im Bauwesen gab er der Politik für Fachdiskussionen und Schwerpunktsetzung entscheidende Impulse. Für seine Verdienste in der Fraunhofer-Gesellschaft erhielt er 2014 die Fraunhofer-Medaille.

Über die speziellen Forschungsthemen hinaus sind im Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen von Gerd Hauser über 310 Fachpublikationen in den Gebieten der thermisch-energetischen Bauphysik, allgemeinen baukonstruktiven Fragen und der Anlagentechnik sowie mehrere Fachbücher zu finden.

Gerd Hauser war ein hochgeschätzter Gesprächspartner, ein Visionär und überzeugter Ingenieur, der mit seiner unglaublichen Energie, Disziplin und Zielstrebigkeit die Menschen in seinem Umfeld mitzureißen wusste. Mit Gerd Hauser hat auch die wissenschaftlich-politische Landschaft Deutschlands einen wichtigen Ratgeber, Förderer und Freund verloren.

WIR SIND HEUTE TECHNISCH IN DER LAGE, PLUSENERGIEHÄUSER ZU KONZIPIEREN, DIE OHNE KOMFORTEINBUSSEN MEHR ENERGIE PRODUZIEREN ALS SIE VERBRAUCHEN. ICH PROGNOSTIZIERE, DASS WIR IN ZEHN BIS FÜNFZEHN JAHREN GEBÄUDE MEIST ALS ENERGIE-LIEFERANTEN ZU BETRACHTEN HABEN.

Gerd Hauser, 2005





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 DAS WISSENSCHAFTLICHE FUNDAMENT DES INSTITUTS BILDEN.

1 Virtuelles Fenster für psychologische Untersuchungen zur Lichtwirkung in fensterlosen Umgebungen.



Spezielle Versuchseinrichtungen

Leistungsfähige Labors 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.
www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/de/mess-und-pruefeinrichtungen.html

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.

Lehrtätigkeiten und Vorlesungen



Abschlussarbeiten und Dissertationen

<http://www.ibp.fraunhofer.de/de/ueber-uns/lehre/abschlussarbeiten.html>

<http://www.ibp.fraunhofer.de/de/ueber-uns/lehre/lehrtaetigkeiten-und-vorlesungen.html>



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.
www.ibp.fraunhofer.de/de/ueber-uns/kooperationen/internationale-kooperationen.html

mehr
Information



Wissenschaftliche Vorträge

Die Vorträge der Wissenschaftler weisen eine große thematische Bandbreite auf und spiegeln die vielfältigen Forschungsgebiete des Fraunhofer IBP wider.
www.ibp.fraunhofer.de/de/publikationen/vortraege.html

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.
www.ibp.fraunhofer.de/de/publikationen/fachpublikationen.html

Fachpublikationen



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.
www.ibp.fraunhofer.de/de/ueber-uns/ausschuesse-und-gremien.html

mehr
Information



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.
www.ibp.fraunhofer.de/de/produktentwicklungen/software-fuer-die-praxis.html

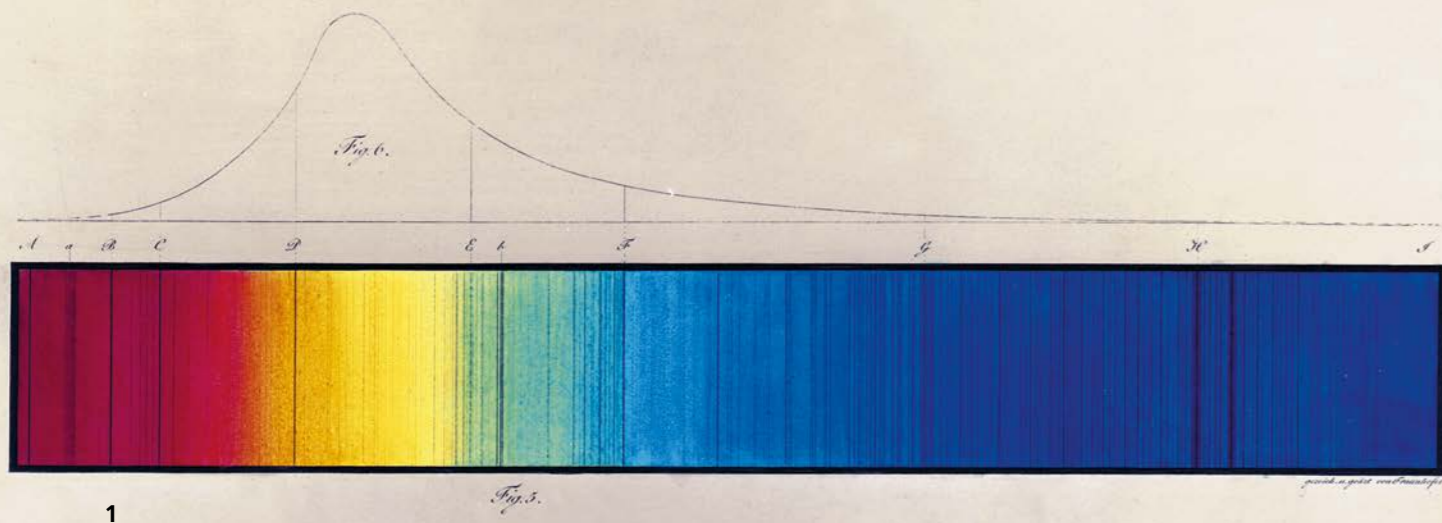
mehr
Information



Akkreditierte Prüflabors

Vier Prüflabors des Fraunhofer IBP sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) akkreditiert.
www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/de/akkreditierte-prueflabore.html

mehr
Information



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.

1 Absorptionslinien im Sonnenspektrum, entdeckt von Joseph von Fraunhofer.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 67 Institute und Forschungseinrichtungen. 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen über 1,8 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Mehr als 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

STANDORTE DER FRAUNHOFER-EINRICHTUNGEN

Hauptstandorte ●
Nebenstandorte ○



IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Institutsleitung

Prof. Dr. Philip Leistner

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 28 a, 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

Janine van Ackeren, Ingo Heinemann, Rita Schwab,
Assja Terseglav und Mitarbeiter des Fraunhofer IBP

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

Gestaltung

Ansichtssache, München

Bildquellen

BDF, Titel, 3
Fraunhofer-Gesellschaft, Seite 84
Gunther Wölfle/buildingSMART, Seite 34, 35
GWG München, Seite 58
K. Kampioti/CNRS, Seite 38, 39
Landeshauptstadt Stuttgart, Seite 57
LeNa-Projektgraphik/Urheber Heyko Stöber, Seite 67
Ludmilla Parsyak, Seite 32
Michael Volz, Dipl.-Ing. Arch., Seite 76
Oliver Rapf/BPIE, Seite 30, 31
Paavo Blafeld, Seite 63
Passive House Institute US, Seite 40, 42, 43
shutterstock, Seite 12, 14, 16, 18, 36, 44, 66, 75
Stadt Freiburg i. Br., Seite 28
Universität Stuttgart, Institut für Werkstoffe
im Bauwesen (IWB), Seite 49

Alle weiteren Abbildungen:

© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Druck

Fraunhofer IRB, Stuttgart

© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, 2016

