



Jahresbericht 2020/21

Gesundheit für Mensch
und Umwelt

Im Projekt »SafeCar« erforschen das Fraunhofer IBP und das Fraunhofer IVV gemeinsam die Ausbreitung und Verteilungsdynamik von Viren im Innenraum eines Rettungswagens.

Dabei testen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Wirksamkeit von physikalisch-basierten Verfahren zur sicheren Desinfektion der Fahrzeuge. Das Bayerische Rote Kreuz stellte dafür ein Forschungsmobil bereit, das sowohl im Labor als auch auf der Straße eingesetzt werden kann.

Jahresbericht 2020/21



Gesundheit für Mensch und Umwelt

Vorwort

Kaum etwas hat die Welt und den Alltag unserer Gesellschaft in den letzten Jahrzehnten derart verändert, wie die Corona-Pandemie. Bei der Suche nach Lösungswegen zur Bewältigung ist die besondere Rolle der Wissenschaft deutlich geworden.

Dieser Verantwortung stellen wir uns am Fraunhofer IBP: Unsere Forscherinnen und Forscher arbeiten seit 2020 mit Hochdruck auch an Projekten, die bei der Eindämmung der Corona-Pandemie helfen. Wie breiten sich die Viren in mobilen und immobilien Räumen aus? In welchem Maße beeinträchtigen Atemschutzmasken die Sprachverständlichkeit – und wie können Herstellende diese optimieren? Und wie lässt sich die Ansteckungsgefahr am Arbeitsplatz über einen personalisierten Luftschleier verringern? Weiterhin entwickelten die Forscherteams einen kostenlosen, webbasierten »Raumluft-hygiene-Konfigurator«. Mit diesem können die Mitarbeitenden öffentlicher Einrichtungen die Räumlichkeiten samt Fenstern und Türen digital nachstellen und analysieren, welche Luftreinigungstechnologie optimal ist, um die Raumluft zuverlässig von Viren zu befreien. Wichtig sind diese Forschungen natürlich nicht nur in Pandemiezeiten: Saubere Luft, gesundes Raumklima sowie gute Aufenthaltsqualität sind und bleiben elementare Ansprüche.

Im vergangenen Jahr hat sich nicht nur in Forschungsfragen vieles getan am Fraunhofer IBP, sondern auch auf organisatorischer Ebene. So haben wir gleich zwei neue Abteilungen gegründet. Es handelt sich um die Abteilung »Forschungsmanagement«, geleitet von Prof. Dr. Gunnar Grün – sie unterstützt die zielgerichtete Verwertung von Forschungsergebnissen. Die zweite Abteilung, die das Fraunhofer IBP im Jahr 2020 ins Leben

gerufen hat, ist die »Projekt- und Geschäftsfeldentwicklung«, geleitet von Thomas Kirmayr. Ihre Aufgabe ist es, relevante Forschungsthemen zu erschließen. Drei neue Bereiche stehen derzeit bereits im Fokus: »Digitale Transformation«, »Industrialisiertes und Modulares Bauen« sowie »New Work«.

Neuerungen gibt es auch auf der Personalebene. So konnte das Fraunhofer IBP mit Dr. Merve Finke v. Berg zum 1. August 2020 eine neue Verwaltungsdirektorin gewinnen. Als ausgewiesener Experte auf dem Gebiet von Lüftungstechnologien und Raumklima wurde Prof. Dr. Gunnar Grün in den Expertenkreis Aerosole der baden-württembergischen Landesregierung berufen und zudem in der Expertengruppe European Academies Science Advisory Council (EASAC) zum Mitglied ernannt. Ziel der EASAC-Expertengruppe ist es, die Energiewirtschaft so umzustellen, dass weniger Kohlenstoff ausgestoßen wird.

Die Herausforderungen, denen die Gesellschaft gegenübersteht, bleiben auch unter veränderten Randbedingungen. Doch wie immer sie aussehen mögen – eines ist über all die Jahre geblieben: Das Fraunhofer IBP forscht stets am Puls der Zeit und schafft Lösungen für Mensch und Gesellschaft.

An dieser Stelle geht unser Dank an unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Förderer und Partner für ihren Einsatz und ihre Unterstützung.



Philip Leistner

*Prof. Dr. Philip Leistner,
geschäftsführender Leiter des Fraunhofer IBP*



Klaus Sedlbauer

*Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer,
Leiter des Fraunhofer IBP*

Inhalt

Kuratorium	8
Personal und Finanzen	9
Organigramm	10
Highlightprojekte	12
Akustik	14
Energieeffizienz und Raumklima	16
Ganzheitliche Bilanzierung	18
Hygrothermik	20
Mineralische Werkstoffe und Baustoffrecycling	22
Umwelt, Hygiene und Sensorik	24
Abteilungsprojekte	26
Abteilungen im Überblick	28
Akustik	30
Energieeffizienz und Raumklima	32
Ganzheitliche Bilanzierung	34
Hygrothermik	36
Mineralische Werkstoffe und Baustoffrecycling	38
Umwelt, Hygiene und Sensorik	40
Sonderforschungsbereiche	42
Forschungsmanagement	44
Projekt- und Geschäftsfeldentwicklung	49
Namen, Daten, Ereignisse	52
Politisch umsetzen, was technisch möglich ist	53
Unsere Top-Veranstaltungen	55
Bandbreite unserer Forschungsthemen	56
Personelles und Organisatorisches	58
Wissenschaftliches Profil	60
Innovationszentren	62
Die Fraunhofer-Gesellschaft	64
Impressum	66



Die Ausbreitung von Aerosolen ist besonders für hoch frequentierte Großraumbereiche relevant. Das Fraunhofer IBP erforscht in verschiedenen Projekten Hygienekonzepte für diverse Raumsituationen. Dabei gilt es, Lösungen zur Verringerung der Viruslast in der Luft zu erarbeiten, um die Ansteckungswahrscheinlichkeit über Aerosole zu minimieren.

Kuratorium

Maria H. Andersson (Berufung zum 1. Juli 2020)

Geschäftsführerin GIWA Management GmbH & Co. KG, München

Jan Buck-Emden

Kuratoriumsvorsitzender – Vorsitzender der Geschäftsführung hagebau Handelsgesellschaft für Baustoffe GmbH, Soltau

Dipl.-Ing. Architektin Dipl.-Ing. (FH) Christine Degenhart

Präsidentin der Bayerischen Architektenkammer, München

Dipl.-Ing. Sabine Djahanschah

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

MinDirig Lothar Fehn Krestas

Leiter der Unterabteilung Bauwesen, Bauwirtschaft im Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Berlin

Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus

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

Annette von Hagel

Geschäftsführende Gesellschafterin der Circular Building UG, Berlin; geschäftsführende Vorständin re!course Stiftung e.V.; Sprecherin des BIM Clusters Berlin Brandenburg; Sprecherin des Beirats der DENEFF e.V.

Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner

Vorstand Bau der Stiftung Humboldt Forum im Berliner Schloss, Berlin

Prof. Dr.-Ing. Winfried Heusler

Senior Vice President Engineering der Schüco International KG, Bielefeld

Helmut Hilzinger

Geschäftsführer der hilzinger Holding GmbH, Fenster- und Türenwerk, Willstätt

Dr. Stefan Hofmann

Vorstand der Gips-Schüle-Stiftung, Stuttgart

Kornelia Kneissl (Berufung zum 1. Juli 2020)

K2K GmbH Innovation Services, München

Dipl.-Ing. Clemens Kuhlemann (Berufung zum 1. Juli 2020)

Geschäftsführer Deutsche Poroton GmbH, Verbandssitz Berlin

Dipl.-Ing. Wolfgang Maier-Afheltdt

Aufsichtsrat der Gips-Schüle-Stiftung, Stuttgart

Prof. Dr. Bettina Manshausen

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

MRin Gabriele Maschke

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg; Referat 34, Rohstoffwirtschaft und Ressourcensicherung, Stuttgart

Alexander Radwan (Berufung zum 1. Juli 2020)

Mitglied des Deutschen Bundestages, Berlin

Dr.-Ing. Thomas Scherer

Stellvertretender Kuratoriumsvorsitzender – VP Energy Management and Power on Board, Airbus Operations GmbH, Hamburg

Dipl.-Ing. Torsten Schoch

Geschäftsführer der Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH, Kloster Lehnin, Emstal

Dipl.-Ing. (FH) Gerd Stotmeister

Vorsitzender des Aufsichtsrats der STO Management SE, Stühlingen

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, Landesentwicklung und Energie, München

Personal und Finanzen

Finanzentwicklung

Der Betriebshaushalt 2020 umfasste ein Volumen von 29,4 Mio € und lag damit um 1,6 Mio € über dem Vorjahreswert (27,8 Mio €). Das Wachstum ist in erster Linie auf einen höheren Personalaufwand zurückzuführen (20,0 Mio € im Jahr 2020 gegenüber 18,5 Mio € im Jahr 2019), wohingegen der Sachaufwand mit einer leichten Steigerung von 0,4 Mio € nahezu konstant blieb.

Der Investitionshaushalt (ohne Baumaßnahmen) verzeichnete mit 1,6 Mio € einen deutlichen Zuwachs im Vergleich zum Vorjahr (1,1 Mio €). Dieser setzt sich zusammen aus vom Fraunhofer-Vorstand anteilig finanzierten strategischen sowie extern finanzierten Investitionen mit und ohne Projektbezug.

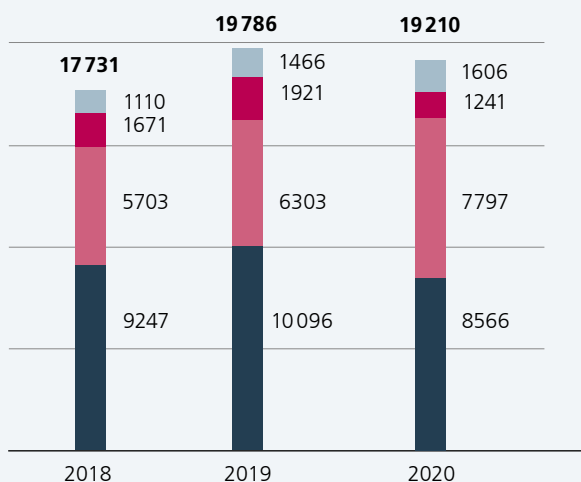
Erwartungsgemäß blieben die Erträge aus der Vertragsforschung mit insgesamt 19,2 Mio € um 0,6 Mio unter dem Vorjahresniveau, was insbesondere auf einen starken Rückgang der Wirtschaftserträge zurückzuführen ist (8,6 Mio € im Jahr 2020 gegenüber 10,0 Mio € im Jahr 2019). Deren Anteil am Betriebshaushalt (rhoWi) sank mit 29,2 Prozent erstmals unter die 30-Prozent-Marke.

Personalentwicklung

Zum Jahresende 2020 waren am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP in Stuttgart und in den Institutsteilen Holzkirchen und Nürnberg insgesamt 274 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (Stammebelegschaft ohne wissenschaftliche Hilfskräfte und Auszubildende) beschäftigt. Unter Berücksichtigung der Teilzeitbeschäftigung entspricht dies einem Vollzeitäquivalent in Höhe von 219,5 (Vorjahr 213,4) und damit einem Personalzuwachs von 6,1 Vollzeitstellen bzw. 2,8 Prozent gegenüber dem Haushaltsjahr 2019. Somit fand auch 2020 ein moderates Wachstum statt. Dem Fraunhofer IBP gelang es, die wirtschaftliche Situation ohne Kurzarbeit zu überbrücken. Beim wissenschaftlichen Personal ist im Vergleich zum Vorjahr die Frauenquote um 1,2 Prozent auf 29,9 Prozent angewachsen.

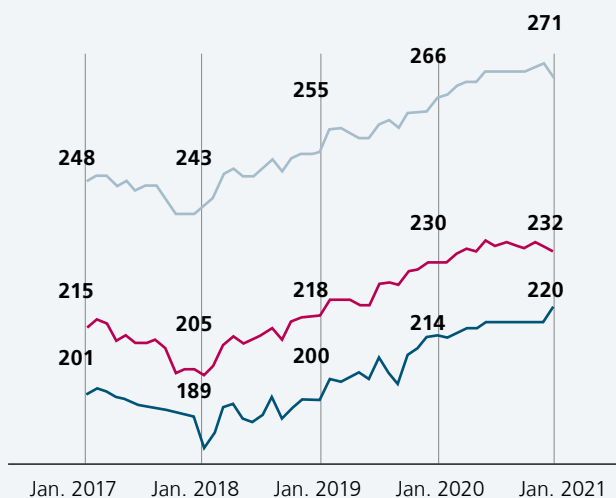
Die Personalentwicklung wurde nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ vorangetrieben. Durch zahlreiche Qualifizierungsmaßnahmen konnten sowohl die fachlichen als auch persönlichen Kompetenzen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter maßgeblich erweitert werden.

Externe Erträge im Gesamthaushalt (in T€)



■ Industrie/Wirtschaftsverbände ■ EU
■ Bund/Länder ■ Sonstige

Personalentwicklung



■ Mitarbeiter (TVöD) ■ Besetzte Stellen
■ Vollzeitäquivalente (KoWiKap) kumuliert

Organigramm

Institutsleitung

Prof. Dr. Philip Leistner
(geschäftsführend)

Prof. Dr. Klaus Peter
Sedlbauer

Prof. Dr. Gunnar Grün
(stellv. Institutsleiter)

Dr. Merve Finke v. Berg
(Verwaltungsdirektorin)

Wissenschaftliche Lehre

- Institut für Akustik und Bauphysik (IABP), Universität Stuttgart
- Lehrstuhl für Bauphysik, Technische Universität München
- Promotionskollegs
 - Climate – Culture – Building
 - Menschen in Räumen

Forschungsmanagement

Prof. Dr. Gunnar Grün

Projekt- und Geschäftsfeldentwicklung

Thomas Kirmayr

Qualitätsmanagement

Dr. Ingo Heinemann

Verwaltung

Johann Pongratz

Akustik

Dr. Peter Brandstätter

Energieeffizienz und Raumklima

Dr. Harald Will

Ganzheitliche Bilanzierung

Matthias Fischer

Hygrothermik

Prof. Dr. Hartwig M. Künzel
Dr. Simon Schmidt

Mineralische Werkstoffe und Baustoffrecycling

Dr. Volker Thome

Umwelt, Hygiene und Sensorik

Dr. Christian Scherer

Fraunhofer Cluster of Excellence

Programmable Materials CPM

Fraunhofer Innovation Platform

for Urban Eco-Development at Shanghai Jiao Tong University

Allianzen und Verbände


- Fraunhofer-Allianz Bau
Sprecher: Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer
- Fraunhofer-Allianz Energie
- Fraunhofer-Allianz Textil
- Fraunhofer-Allianz Verkehr
- Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – Materials sowie
- Forschungsallianz Kulturerbe (FALKE)
Sprecher:
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Innovationszentren

- Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege Benediktbeuern
- Leistungszentrum »Mass Personalization«
- Leistungszentrum »Sichere Intelligente Systeme«
- Mittelstand 4.0. – Kompetenzzentrum Planen und Bauen
- Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus S-TEC

Highlightprojekte

Schon gehört? Atemschutzmasken verringern die Sprachverständlichkeit	14
Strategien versus Corona: Nachrüsten, bewerten, analysieren	16
Gewusst wie: Know-how für nachhaltige Innovation	18
C3RRO – Technologie-Spin-off für die nächste Generation hygrothermischer Simulation	20
Aufbereitung von Mauerwerksabbruch	22
Wie effizient befreien Luftreinigungstechnologien die Luft von Viren? ...	24



Die Reinigung der Innenraumluft ist ein wesentlicher Baustein, das Ansteckungsrisiko in der SARS-CoV-2-Pandemie zu reduzieren. Voraussetzung ist jedoch, dass die vorgegebenen Qualitätskriterien eingehalten werden.

Schon gehört? Atemschutzmasken verringern die Sprachverständlichkeit

Atemschutzmasken sind derzeit ständiger Alltagsbegleiter. Wie sich Masken auf die Sprachverständlichkeit und damit auf unsere Kommunikation auswirken, hat ein interdisziplinäres Team der Abteilung Akustik untersucht.

Wie wirken sich Masken auf die Sprachverständlichkeit und damit auf unsere Kommunikation aus? Dies hat ein interdisziplinäres Team der Abteilung Akustik untersucht. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Abteilung Akustik analysierten, wie sich Sprachpegel und Sprachverständlichkeit mit Stoffmaske, Einwegmaske, FFP2-Maske und Halbmaske verändern – verglichen mit den Werten ohne Maske. Dazu gab ein »künstlicher Mund« ein Rauschen ab, dessen Spektrum und Lautstärke denen der menschlichen Sprache entsprechen. Ein Messmikrofon, das sich 1,5 Meter entfernt befand, zeichnete dieses Signal auf: zum einen ohne Maske, zum anderen mit den jeweiligen Masken vor dem künstlichen Mund. Dazu führte das Team die Untersuchungen in verschiedenen Räumen des Fraunhofer IBP durch.

Im Freifeldraum mit seinen schallabsorbierenden Wänden, im Orgel-Labor, dessen Akustik der eines großen Besprechungsraums entspricht, sowie im Labor High Performance Indoor Environment (HiPIE), einer Testumgebung, in der eine leise sowie eine laute Bürosituation akustisch simuliert wurden.

Sprachverständlichkeit sinkt erheblich

Die Ergebnisse zeigen: Bereits bei einem leisen Hintergrundgeräusch von 35 Dezibel senken Stoffmasken die Sprachverständlichkeit um bis



Maske im Versuchsaufbau.



Im Tech-Dialog: Der Dummy mit seinem künstlichen Mund sendet ein vorgegebenes Signal.

zu 15 Prozent, FFP2-Masken um 10 Prozent und Einwegmasken um 5 Prozent. Halbmasken, wie Einsatzkräfte sie tragen, reduzieren die Sprachverständlichkeit sogar um 25 Prozent. Gemessen wird die Sprachverständlichkeit auf der Skala des Sprachübertragungsindex STI von 0 (unverständlich) bis 1 (perfekt verständlich). Sie liegt – sei es »im Freien«, sei es in Räumen – bei allen untersuchten Masken zwischen STI 0,35 und STI 0,5 und ist damit spürbar beeinträchtigt.

Atemschutzmasken akustisch optimieren

Im sozialen Umgang kommt erschwerend hinzu, dass durch den verdeckten Mund das Lippenlesen wegfällt. Schwierig ist das insbesondere für Personen mit Hörverlust. Die entsprechend den Abstandsregeln vergrößerte Distanz zwischen Gesprächspartnern mindert die Sprachverständlichkeit zusätzlich. Da Menschen intuitiv näher zusammenrücken, wenn sie sich akustisch schlecht verstehen, dürfte sich eine verminderte Sprachverständlichkeit negativ auf das Einhalten der Abstandsregel auswirken.

Im Berufsalltag kann eine reduzierte Sprachverständlichkeit schwerwiegende Folgen haben. Es ist daher auch unabhängig von der Pandemie wichtig, Atemschutzmasken akustisch zu



Messmikrofone nehmen die definierten Signale auf.

optimieren. Ansatzpunkte ergeben sich bei der System- und der Materialentwicklung. Mit den Herstellern können verschiedene Stoffe und Systeme am Fraunhofer IBP akustisch geprüft und miteinander verglichen werden. Wichtig ist auch, die multimodale Wahrnehmung der Maskenträger zu berücksichtigen. Dies wird über Probandenstudien ermöglicht. Wird die Sprachverständlichkeit besser beurteilt, wenn die Maske beispielsweise durchsichtig ist und Lippenbewegungen sowie die Mimik des Sprechers erkennbar sind? Diesen und weiteren Fragen werden sich die Forschungsteams des Fraunhofer IBP gemeinsam mit Industriepartnern auch zukünftig widmen.

Kontakt

Maria Zaglauer
Telefon +49 711 970-3242
maria.zaglauer@
ibp.fraunhofer.de

Benjamin Müller
Telefon +49 711 970-3404
benjamin.mueller@
ibp.fraunhofer.de

Strategien versus Corona: Nachrüsten, bewerten, analysieren

In Innenräumen und Verkehrsmitteln ist die Gefahr, sich mit dem Conoravirus zu infizieren, deutlich höher als an der frischen Luft.

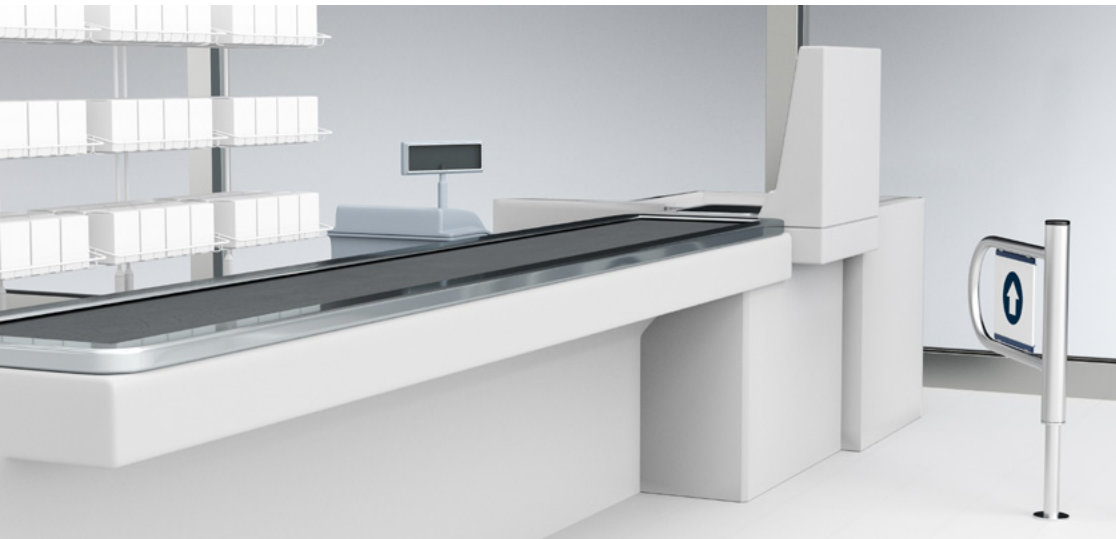


Schutzhimmel mit beheiztem Dummy: Der einströmende, gefilterte Luftschleier schirmt die Person von der Raumluft ab.

Die Abteilung Energieeffizienz und Raumklima des Fraunhofer IBP leistet einen bedeutenden Beitrag, das Corona-Ansteckungsrisiko auch dort einzudämmen – etwa, indem sie einfach umsetzbare Nachrüstlösungen für Innenräume von Gebäuden entwickelt, ein Simulationswerkzeug um ein Modell für die luftgetragene Virusausbreitung erweitert oder neuartige Komponenten bewertet, beispielsweise die UV-C-Desinfektion.

Nachrüstlösungen für Innenräume

Der »Schutzhimmel« – entwickelt vom Fraunhofer IBP – bietet eine solche einfach umsetzbare Nachrüstlösung. Nötig ist nur eine übliche 230-V-Steckdose; das System greift nicht in die bestehende technische Gebäudeausrüstung ein. Die Raumluft wird angesaugt und mit einem HEPA-Filter von kleinen Partikeln und Viren gereinigt. Die gereinigte Luft strömt schließlich wie aus einer Dusche über der zu schützenden Person aus. Die Strömungsgeschwindigkeit ist sehr gering, daher tritt keine unangenehme Zugluft auf. Geeignet ist der Schutzhimmel vor allem für Situationen, wenn Personen viel Publikumsverkehr haben, z. B. an Supermarkt-Kassen. Denn er schützt vor luftgetragenen Partikeln, die an den bisher üblichen Plexiglaswänden vorbeiströmen können. Die erste Entwicklungsstufe reduziert Testpartikel mit Corona-relevanter Größe nachweislich bereits um 50 bis 63 Prozent.



Durch Auflegen auf das Kassenband dient das Hochleistungs-UVC-Modul zur Oberflächendesinfektion.

Bewertung der Aerosol-Ausbreitung

Wichtig ist auch, die Ausbreitung von potenziell virenbeladenen Aerosolen in verschiedenen Innenräumen bewerten zu können. Dazu wurde die vom Fraunhofer IBP entwickelte »Indoor Environment Simulation Suite (IESS)« gezielt erweitert. Basis ist ein dreidimensionaler zonaler Simulationsansatz, bei dem die gesamte Raumluft in 100 bis 1000 Volumenkörper unterteilt wird. Eine infizierte Person kann als Quelle von Virenpartikeln abgebildet werden. Die Stärke der Virenemission wird je nach Aktivität, etwa Atmen, Sprechen, Singen, und der persönlichen Schutzausrüstung – ohne Mund-Nasen-Schutz, mit FFP2-Maske, mit Visier – variiert. Wie verteilt sich ein Aerosol

räumlich, abhängig von der Lüftungssituation? Mit der Modellierung können verschiedene Maßnahmen wie Raumlüftung oder Lüften bezüglich ihres lokalen Effekts miteinander verglichen werden.

Wie effektiv ist die UV-C-Reinigung?

Die Simulation erlaubt es, die Wirkung von Reinigungsgeräten zu bewerten, entweder als Kennlinie oder anhand von Performance-Messungen, die am Fraunhofer IBP durchgeführt werden. Eingehend untersucht wurde die UV-C-Reinigung. Diese Technologie kann nicht nur Aerosole in geschlossenen Systemen behandeln, sondern auch Keime auf Oberflächen in Gebäuden, Fahrzeugkabinen und Alltagsgegenständen deaktivieren. Durch den funktionalen Wirksamkeitsnachweis, den die Forscherinnen und Forscher erbracht haben, entstehen viele neue Anwendungsbereiche von kompakten UV-C-LED-Systemen. Ein Beispiel: die Entkeimung von Bedienfeldern, die von vielen Personen berührt werden.

Durch optische Simulationen und messtechnische Bewertungen kann das Fraunhofer IBP Komponenten- und Systemhersteller bei der Entwicklung und Optimierung neuer Lösungen schnell und zielführend unterstützen.



Hochleistungs-UVC-Modul zur Oberflächendesinfektion von Kassenbändern.

Kontakt

Dr. Harald Will
 Telefon +49 8024 643-620
 harald.will@
 ibp.fraunhofer.de

Gewusst wie: Know-how für nachhaltige Innovation

Die Wissenstransferplattform WiTra bietet neueste Erkenntnisse aus der Forschung für Nachhaltigkeit in der Praxis: anwendungsnah, interaktiv und zukunftsorientiert für nachhaltige Produkte und Technologien.

Forschungserkenntnisse zur Nachhaltigkeit von Technologien, Prozessen und Produkten sind für die Innovationsfähigkeit von enormer Bedeutung.

Klimawandel und Umweltzerstörung stellen uns vor gewaltige Herausforderungen, wie beispielsweise Häuser, Quartiere und ganze Städte so zu gestalten, dass sie diesen Wetterextremen bestmöglich trotzen und ihre Auswirkungen abfedern.

Selbstverständlich geht damit auch eine ökonomische Seite einher. Wem es gelingt, die Herausforderungen mit innovativen Technologien und Produkten zu lösen, sichert Wohlstand und langfristigen wirtschaftlichen Erfolg.

Allerdings ist es dafür nötig, das Know-how aus der Forschung möglichst schnell und effektiv in die Praxis zu bringen. Dieses Ziel

verfolgt das Fraunhofer IBP mit der Webplattform WiTra: Sie bietet Unternehmen einen direkten Zugang zu den neuesten Erkenntnissen aus den Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IBP – anwendungsnah, interaktiv und zukunftsorientiert für nachhaltige Produkte und Technologien.

Aktueller Themenschwerpunkt: Nachhaltiger Leichtbau

Die Plattform wurde im Projekt WiTra-LB aufgebaut. Erste Themen deckt der Wissenspool bereits ab – so etwa innovative Materialien und Verfahren im Kontext des Leichtbaus im Bauwesen sowie die Planung nachhaltiger





*Das WiTra-Erfolgsrezept:
Know-how aus der angewandten
Forschung mit digitalen
Tools für nachhaltige Inno-
vationen in die Praxis bringen.*

Gebäude, Quartiere und Städte. Kontinuierlich werden weitere Inhalte und Nachhaltigkeitsthemen aus den zahlreichen laufenden und zukünftigen interdisziplinären Forschungsprojekten des Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus S-TEC dazukommen.

Interaktive Webtools für optimierten Wissenstransfer

Für seinen Wissenstransfer setzt WiTra auf interaktive Dashboard-Tools. Diese graphischen Oberflächen lassen sich über Webbrowser nutzen und ermöglichen, auf einfache und intuitive Weise mit komplexen Daten und Algorithmen zu interagieren. So lassen sich Forschungserkenntnisse in der Praxis leicht auf individuelle Fragestellungen übertragen. Für Unternehmen heißt das: Sie bekommen schnell Richtungssicherheit, der Innovationsprozess wird beschleunigt, das Risiko für Fehlentwicklungen reduziert und der Fokus auf die Nutzung realistischer Nachhaltigkeitspotenziale gelenkt.

Die Webplattform ist unter folgendem Link erreichbar:

<https://ressourceneffizienz-und-klimaneutralitaet.de>



*Auf der WiTra-Plattform
finden Bauherren und Bau-
planer neueste Erkenntnisse
für die Konstruktion nachhal-
tiger Gebäude.*

Kontakt

Dr. Daniel Wehner
Telefon +49 711 970-3167
daniel.wehner@
ibp.fraunhofer.de

C3RRO – Technologie-Spin-off für die nächste Generation hygrothermischer Simulation

Fragen zum Wärme- und Feuchtehaushalt von Bauteilen und Gebäuden per Simulation beantworten – das ist über die Produkte der WUFI®-Familie möglich, die im Laufe der letzten 25 Jahre in der Abteilung Hygrothermik entwickelt wurden.

Entwicklung hygrothermischer Modelle und Anwendersoftware.



Mittlerweile nutzen Kunden in mehr als 175 Ländern diese Produkte. Dies zeigt: Die Kompetenz der Abteilung ist international anerkannt.

Doch entwickelt sich die Informations- und Kommunikationstechnologie rasant weiter und schafft neue Möglichkeiten. Auch die Herausforderungen ändern sich, etwa durch die globale Pandemie hinsichtlich der digitalen Zusammenarbeit. Und das gesellschaftliche und politische Umfeld macht nicht nur in Europa und Nordamerika einen Green New Deal möglich. All dies erfordert die Entwicklung der nächsten Generation hygrothermischer Simulationen.

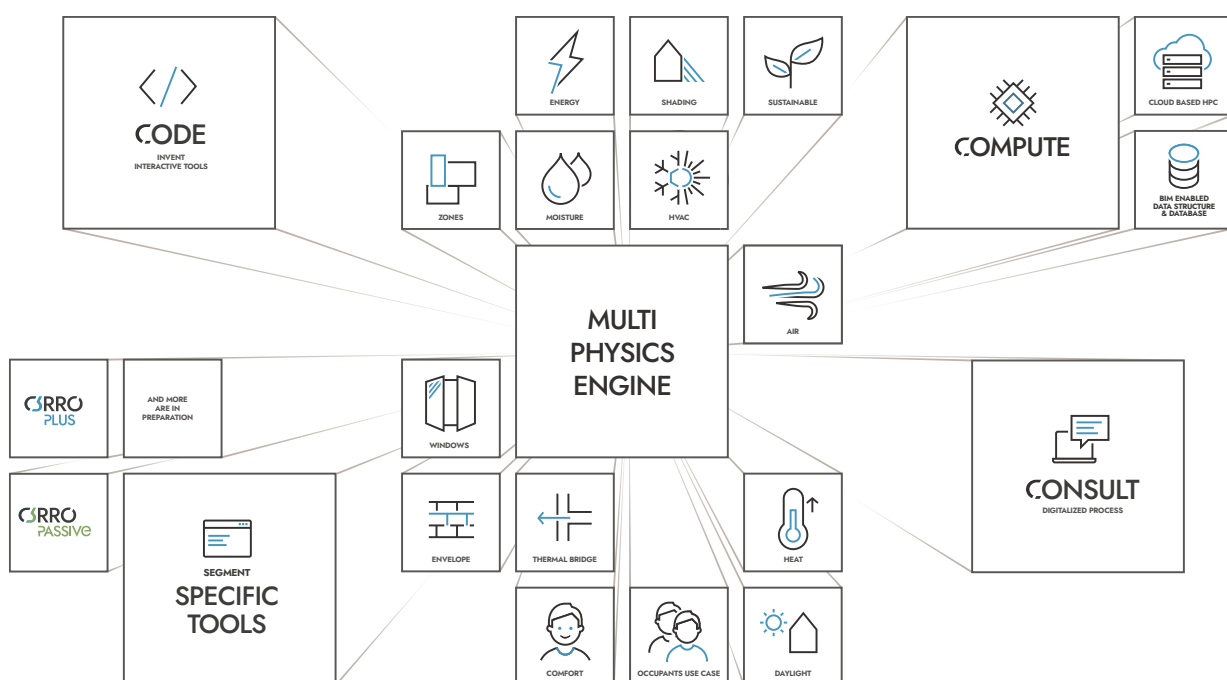
Entwicklung eines Geschäftsmodells

Wie groß der entstehende Mehrwert ist, wenn cloudbasierte Rechenressourcen für hygrothermische Simulationen genutzt werden, hat der HPCwire Editor's Choice Award »Best Use of HPC in the Cloud (Use Case)« gezeigt. Diesen bekam die Abteilung Hygrothermik im Jahr 2019 verliehen – für die erstmalige Umsetzung hygrothermischer Gebäudesimulation mit WUFI® Plus in der Cloud. Das gab den Anstoß, die Entwicklung der nächsten Generation hygrothermischer Simulation anzugehen und das Geschäftsmodell, die Technologie sowie den Markt zu evaluieren – und zwar im Rahmen des Fraunhofer-Programms AHEAD, welches das Spin-off von Fraunhofer-Technologie zu innovativen Hightech-Start-ups unterstützt.

Hygrothermische Simulation der nächsten Generation

Die Fraunhofer-Ausgründung bietet web-basierte Anwendungen an, um dauerhafte und energieeffiziente Gebäude schnell und kostengünstig zu planen. Die Basis bildet ein Multi-Physics-Simulationsmodell, das bauphysikalische Berechnungen auf verschiedenen zeitlichen und räumlichen Skalen ermöglicht. Auf diese Weise können Gebäude nicht nur beispielsweise mit dem amerikanischen Passivhaus-Verfahren energetisch bewertet und zertifiziert werden, sondern kann auch eine sommerliche Überhitzung oder dauerhafte Schadensfreiheit eines Bauteils detailliert vorhergesagt werden. Der Eingabeaufwand wird durch die zugrunde liegende Datenstruktur mit BIM-Anbindung verringert, ebenso durch die Verknüpfung mit Datenbanken für Materialien, Bauteile und Anlagentechniksystemen. Über die Nutzung von Cloud-Ressourcen lässt sich die Simulationszeit reduzieren. Projekte können über Büro- und sogar Landesgrenzen hinweg kollaborativ umgesetzt werden.

Schematische Darstellung der hygrothermischen Simulationsmodelle der WUFI®-Software-Familie.



C3RRO als Fraunhofer-Spin-off

Das Spin-off »C3RROolutions GmbH« mit der Marke C3RRO (sprich: ze-ro, also: null) leistet mit ihren Produkten und Services einen wichtigen Beitrag für eine C3RRO Carbon Future durch C3RRO Energy Buildings mit C3RRO Problemen der Dauerhaftigkeit, Resilienz, Komfort, Gesundheit und Luftqualität. Getrieben wird die Entwicklung vom Glauben daran, dass die Integration von bauphysikalischem Wissen in Gebäudedesign und -betrieb signifikant Gesundheit und Wohlbefinden der Bewohner steigert, während die qualitativ hochwertigen Gebäude einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen leisten. Die C3RROolutions GmbH stellt die fortschrittlichsten bauphysikalischen Simulationsmodelle und das zugehörige Know-how zur Simulation von Gebäudeenergie, Komfort und Dauerhaftigkeit zur Verfügung. Die Vereinbarungen zur Lizenzierung des Fraunhofer-Know-hows und zur zukünftigen Zusammenarbeit sind sowohl die Grundlage, um wissenschaftliche Fragestellungen abzuleiten, als auch dafür, Fraunhofer-Forschung anwendungsorientiert umzusetzen.

Kontakt

Dr. Simon Schmidt
 Telefon +49 8024 643-680
 simon.schmidt@
 ibp.fraunhofer.de

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



Das Logo der C3RRO Produkte – die nächste Generation hygrothermischer Simulation.

Aufbereitung von Mauerwerksabbruch

Jährlich fallen rund 60 Millionen Tonnen Bauschutt in Deutschland an – das entspricht über 700 Kilo Beton- und Mauerwerksabbruch je Einwohner.



Können wir zukünftig Mauerwerksabbruch vollständig aufbereiten und einer nachhaltigen Verwertung zuführen?

Um diese Massen an mineralischen Reststoffen zu verwerten, entwickelt das Fraunhofer IBP ständig neue Recycling-Technologien. Diese Arbeiten fokussierten sich in den vergangenen Jahren auf die Aufbereitung von Betonabbruch – höchste Zeit, sich nun auch des Mauerwerksabbruchs anzunehmen!

Mauerwerksabbruch, also Ziegelbruchstücke mit fest anhaftenden Mörtel- und Putzresten, wird derzeit großtechnisch meist mechanisch zerkleinert und in Subkreisläufe weitergeleitet – man spricht dabei vom »Downcycling«. In einem Arbeitspaket ist es dem Fraunhofer IBP nun gelungen, sortenreine Sekundärrohstoffe aus Mauerwerksabbruch zu gewinnen und damit einen echten Recycling-Prozess aufzuzeigen.

Wie kann Mauerwerksabbruch vollständig verwertet werden?

Der vorzerkleinerte Mauerwerksabbruch wird hierfür zunächst mit der elektrodynamischen Fragmentierung (EDF) behandelt. Hierbei entladen sich unter Wasser wiederholt ultrakurze Blitzimpulse durch das Material und trennen es somit auf – bevorzugt entlang bestehender Korn- und Phasengrenzen. Die Ziegelbruchstücke werden auf diese Weise vollständig von anhaftenden Mörtel- und Putzresten befreit. Das Verfahren kann dabei den Energieverbrauch konventioneller Aufbereitungsmethoden sogar unterbieten.

Das Ergebnis dieser elektrodynamischen Fragmentierung ist ein Gemenge aus Ziegel- und Mörtelbruchstücken, die überwiegend im Millimeter- bis Zentimetermaßstab vorliegen.

Um sortenreine Materialien für den Wiedereinsatz in Bauprodukten zu erhalten, wird das Gemenge in einem zweiten Schritt automatisch sortiert. Hierbei wird jeder Partikel, der größer als zwei Millimeter ist, auf einem Förderband in Echtzeit optisch und spektroskopisch analysiert. So kann nicht nur rostbrauner Ziegelbruch von grauem Mörtelbruch separiert, sondern es können auch besonders gipsreiche Partikel aussortiert werden.

Wie lässt sich das erhaltene Recycling-Material verwerten?

Das abschließend erhaltene sortenreine Ziegelmaterial eignet sich als Sekundärrohstoff – es kann bei der Ziegelherstellung direkt wieder eingesetzt werden. Auch die Mörtelfraktion kann verwertet werden, indem der enthaltene Gips mittels des ENSUBA-Verfahrens zurückgewonnen wird (vgl. Jahresbericht 2017 des Fraunhofer IBP). Der verbleibende mineralische Reststoff lässt sich abschließend als Zement-zumahlstoff in der Zementindustrie einsetzen. Zukünftig könnten so aus einer Tonne Mauerwerksabbruch rund 700 Kilo sortenreiner Ziegelbruch für die Ziegelherstellung gewonnen und nachhaltige Rohstoffquellen für die Gips- und die Zementindustrie erschlossen werden.

Um dieses und vergleichbare Aufbereitungsverfahren entsprechend weiterzuentwickeln, sollen nun schnellstmöglich universelle Pilotanlagen für die elektrodynamische Fragmentierung und die automatische Sortierung installiert werden: Im hierfür eigens erbauten »Forschungsgebäude für Baustoffrecycling«. Die Ergebnisse dieser und weiterer Entwicklungsarbeiten des Fraunhofer IBP sollen dabei unterstützen, unserer Gesellschaft neue Wege in eine nachhaltige Zukunft aufzuzeigen.



Durch eine automatische Sortierung können Ziegel- und Mörtelbruch voneinander separiert werden.

Mauerwerksabbruch besteht überwiegend aus Ziegelbruchstücken mit fest anhaftenden Mörtelresten.

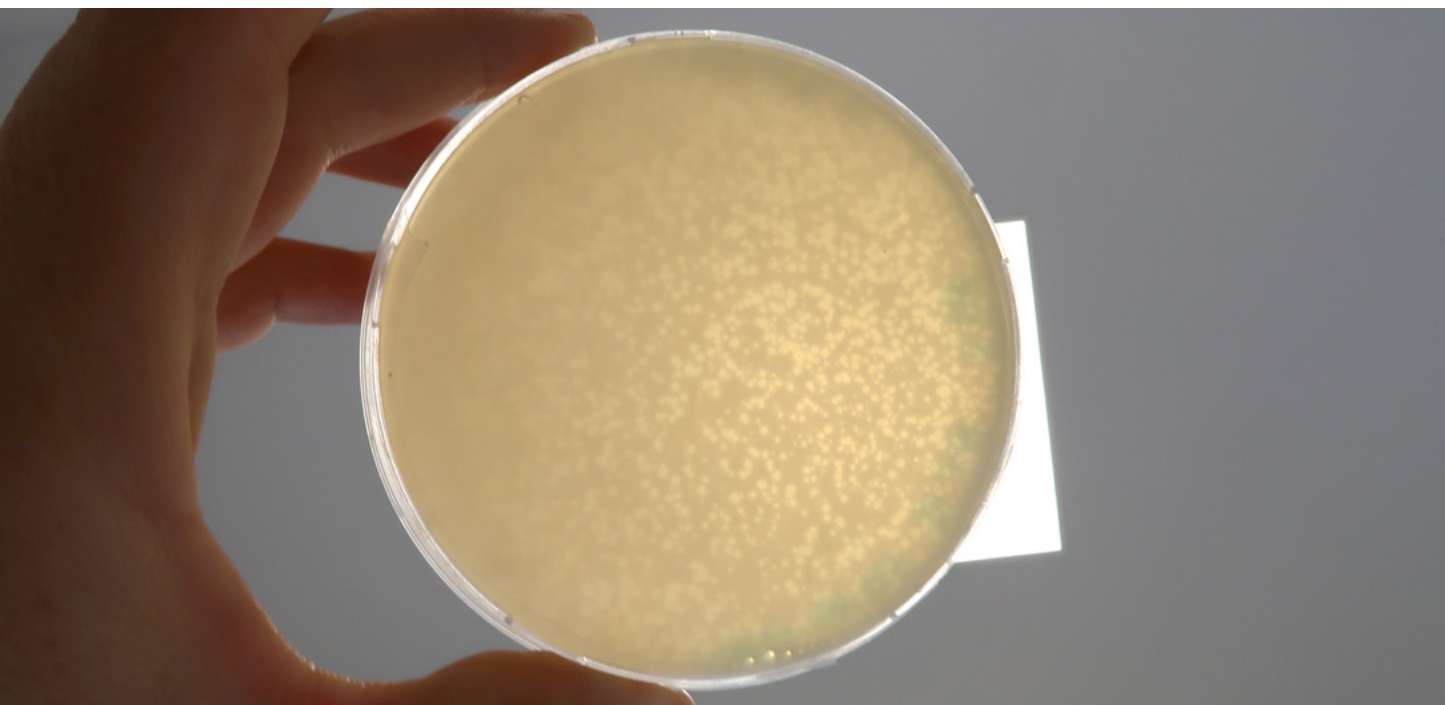


Kontakt

Dr. Sebastian Vogel
 Telefon +49 8024 643-277
 sebastian.vogel@
 ibp.fraunhofer.de

Wie effizient befreien Luftreinigungstechnologien die Luft von Viren?

Die Raumluft zuverlässig von Viren zu befreien – das klingt insbesondere in Corona-Zeiten verlockend. Doch wie effizient können Luftreinigungstechnologien Aerosole und Virenlast reduzieren?



Plaque Assay zur Erfassung der Testviruskonzentration beim neuen Testverfahren: Die hellen Punkte auf der Agarschale repräsentieren Plaques, die von vermehrungsfähigen (aktiven) Viruspartikeln verursacht werden.

Die Raumluft zuverlässig von Viren zu befreien – das klingt insbesondere in Corona-Zeiten verlockend. Doch wie effizient können Luftreinigungstechnologien Aerosole und Virenlast reduzieren? Im Programm »Fraunhofer vs. Corona« etablierte das Fraunhofer IBP realitätsnahe Methoden, um die Effizienz von Luftreinigungstechnologien nachzuweisen – als europaweit erstes Verfahren.

Methodenentwicklung und realitätsnahe Szenarien

Die besonderen Leistungen lagen in der Methodenentwicklung ebenso wie darin, die Untersuchungen in realitätsnahen Szenarien aufzubauen und zu etablieren. Analysiert wurden verschiedene Luftreinigungstechnologien, etwa auf UV-C-Basis, Plasmatechnologie, Filter und thermische Systeme. Um den individuellen Gerätespezifikationen gerecht zu werden, wurde die Vielfalt an klimageregelten Testräumen des Fraunhofer IBP genutzt – vor allem hinsichtlich unterschiedlicher Ausstattung und Raumdimension. Beispielsweise wurden Geräte, die im Zuluftbereich

eingebaut wurden, mit Aufstellgeräten verglichen, weiterhin die tatsächlichen Volumenströme mit den notwendigen Luftwechselraten und der Nachweis der Vireninaktivierung mit dem Abscheidegrad.

Zudem erlauben die Methoden, die Zielanwendungen modellhaft abzubilden – etwa Schulen, Kitas, Gastronomie oder Verkehrsmittel. Sie ermöglichen Aussagen darüber, wie wirksam die Technologien die Viren inaktivieren und wie stark sie Aerosole reduzieren, und schaffen die Voraussetzungen, die Verteilung von Viren im Raum abzubilden. Grundlage des Verfahrens sind u. a. speziell ausgewählte Testviren sowie die Integration eines angepassten Plaque Assays – ein Verfahren, mit dem sich die aktuelle Anzahl der infektiösen Viren bestimmen lässt. Dies ist unerlässlich, um die Effizienz der untersuchten Verfahren in der Praxis zu beurteilen. Schließlich zählt dabei nicht in erster Linie, wie viele Viren vorliegen, sondern vor allem, wie gut sie sich vermehren können – also ihre Virulenz.

Europaweit einzigartig

Diese flexible Anwendung ist europaweit bisher einmalig. Alle bisherigen Methoden beschränken sich entweder auf den Abscheidegrad oder die Inaktivierung im Labormaßstab. Die Kombination aus Mikrobiologie, raumklimatischen Parametern, Upscaling und Verteilungsdynamik im Raum ermöglicht es, die tatsächliche Risikominimierung durch Luftreinigungstechnologien im Realfall abzuschätzen.

Set-up für eine praxisnahe und realitätsbezogene Prüfung unterschiedlicher Raumluftreiniger. Die »DressMEN« können mit Sensoren ausgestattet werden. Sie dienen zur realitätsnahen Simulation von thermischen Lasten und stellen Strömungshindernisse im Raum dar. Mit dem Luftkeimsammler (rechts hinten auf dem Stativ) werden die Viren in der Raumluft für die mikrobiologische Laboruntersuchung erfasst.

Expertise des Fraunhofer IBP ist gefragt

Die Abteilung »Umwelt, Hygiene und Sensorik« des Fraunhofer IBP etablierte sich – basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen – mittlerweile deutschlandweit als kompetenter Ansprechpartner für hygienische und raumklimatische Fragestellungen, insbesondere wenn es um Viren und Aerosole geht. Sei es seitens der Industrie oder der öffentlichen Hand bzw. der Politik, die fachliche Expertise des Fraunhofer IBP ist gefragt. Die etablierten Methoden unterstützen und verstärken alle zentralen Kompetenzen des Fraunhofer IBP im Bereich der Simulation und Evaluation sowie der Bewertung raumluftrelevanter Aspekte – wie Partikel, Emissionen, Feuchte- und Temperaturverteilung, Strömungsverteilung.

Kontakt

Dr. Andrea Burdack-Freitag
Telefon +49 8024 643-295
andrea.burdack-freitag@ibp.fraunhofer.de

Dr. Wolfgang Hofbauer
Telefon +49 8024 643-219
wolfgang.hofbauer@ibp.fraunhofer.de



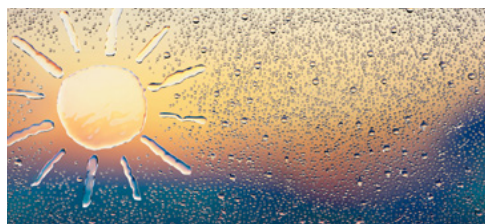
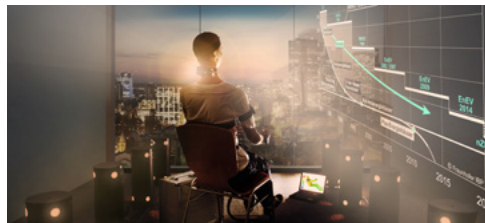
Abteilungsprojekte

Abteilungen im Überblick	28
Akustik	30
Arbeitswelt im Wandel	30
Der Ruhe den Hof machen: Akustische Gestaltung urbaner Oberflächen – am Beispiel von Innenhöfen	31
Energieeffizienz und Raumklima	32
Kommunale Energieberatung – Szenarien für die Klimaneutralität von stadteigenen Gebäuden	32
Fraunhofer EPC Software: Energieeffizienznachweise für Gebäude	32
VRMultiSense: Raumkomfort in Mixed-Reality-Umgebungen direkt erleben ...	33
EE-Modul – Modulfassade versorgt das Gebäude mit Energie	33
Ganzheitliche Bilanzierung	34
Nachhaltige Fabrik: Ökonomisch und ökologisch bewertet	34
LEE-BED – der »one-stop-shop« für gedruckte Elektronik	35
Hygrothermik	36
Bambuswerkstoffe für die weltweite Anwendung	36
Die Bauteiltemperierung – ein Mittel zur Erhaltung historischer Gebäude	37
Mineralische Werkstoffe und Baustoffrecycling	38
Moderne Festkörperanalytik als Entwicklungstool – die Kombination macht den Unterschied	38
Porenbeton mit ungewöhnlichen Eigenschaften: Amorphe Kieselsäure statt Sand	39
Umwelt, Hygiene und Sensorik	40
Luftqualität in Flugzeugkabinen	40
Thermische Raumbehaglichkeit und ausgezeichneter Umweltschutzstandard ..	41



Mit einer einzigen Lärmdefinition oder -grenze kommen wir nicht aus, sondern wir sollten unsere akustische Umgebung gemeinsam, bewusst und ganzheitlich bewerten, behandeln sowie gestalten.

Abteilungen im Überblick



Kontakt AK

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

Kontakt EER

Dr. Harald Will
Telefon +49 8024 643-620
harald.will@
ibp.fraunhofer.de

Akustik (AK)

Akustik beeinflusst in Bauwerken, Räumen und Fahrzeugen Wohlbefinden, Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Die Analyse steht beim technischen Schallschutz im Vordergrund, während die Psychoakustik die Wirkung von Schall auf den Menschen fokussiert. Die Forschenden der Abteilung Akustik entwickeln Berechnungs- und Simulationsverfahren sowie Analyse- und Prognosemethoden, die den Maschinen- und Anlagenbau, die Aerodynamik, die Psychoakustik und die akustische Diagnosetechnik tangieren. Weiteres Kernthema ist die Entwicklung von neuartigen Akustikbauteilen: alternative Schallabsorber, passive, reaktive und aktive Schalldämpfer sowie Schallschutz-Bauteile für den Einsatz in Gebäuden oder zur Lärminderung an Maschinen, Anlagen und Fahrzeugen. Moderne Analysensysteme bilden in Verbindung mit mehr als 25 akustischen Prüfständen die Basis für die Forschungsarbeit.

- Bauakustik
- Psychoakustik und kognitive Ergonomie
- Raumakustik
- Technischer Schallschutz und Fahrzeugakustik
- Akkreditierte Prüfstelle »Bauakustik, Schallimmissionsschutz«

Energieeffizienz und Raumklima (EER)

Im Fokus der Abteilung Energieeffizienz und Raumklima stehen energetische Fragen zu Gebäuden und Siedlungen, die Entwicklung effizienter Gebäudesysteme sowie Maßnahmen zur Bedarfsminimierung unter Einbeziehung erneuerbarer Energien. Teams konzipieren, betreuen und bewerten Niedrigstenergie-, Null-Emissions- und Plusenergiehäuser und entwickeln Kriterien für ein nutzer- und nutzungsgerechtes Raumklima in Innenräumen (Gebäude, Fahr- und Flugzeuge).

Zum Portfolio zählen auch die lichttechnische Fassadenoptimierung, Straßen- sowie Allgemeinbeleuchtung in Gebäuden. Im weltweit einzigartigen Fluglabor wird das Kabinenklima sowie das Flugzeug als Gesamtsystem erforscht. Die Abteilung entwickelt und validiert leistungsfähige Planungswerkzeuge und stellt Daten für modellbasierte Analysen bei.

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

Ganzheitliche Bilanzierung (GaBi)

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

- 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)

Hygrothermik (HT)

Die Abteilung Hygrothermik analysiert und beurteilt das Wärme- und Feuchteverhalten von Baustoffen bis hin zu ganzen Gebäudekomplexen. Dazu zählen auch RLT-Anlagen und deren Interaktion mit der Gebäudehülle sowie der Einfluss weiterer hygrothermischer Speichermassen. Solche Analysen bilden die Basis für die optimierte und anforderungsgerechte Planung im Neubau und bei der Altbausanierung. Die Forschungsthemen umfassen im Einzelnen:

- Hygrothermische Material- und Systemprüfung
- Bestimmung der wärme-, feuchte- und strahlungstechnischen Kennwerte
- Klimasimulation und Freilanduntersuchung
- Beurteilung von Eignung und Dauerhaftigkeit eines Produkts
- Hygrothermische System-Analysen
- Bauteil- oder Gebäudemonitoring, vor allem zum Schutz unserer Kulturgüter
- Stadtbauphysik-Modellierung
- Simulation des Stadtklimas anhand verschiedener Modellierungsansätze

Mineralische Werkstoffe und Baustoffrecycling (MWB)

Die Abteilung Mineralische Werkstoffe und Baustoffrecycling vereint Kompetenzen aus Mineralogie, Restaurierung und Bauingenieurwesen. Im Zentrum stehen die Entwicklung von neuen Baustoffen und die Aufbereitung von mineralischen Reststoffen. Im Fokus steht besonders die Formulierung von Geopolymeren. Die Herstellung von Beton ist von der Rezepturerstellung über die Mischungsoptimierung bis zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften im Baustofflabor möglich. Zur Aufbereitung von Baurestmassen werden neue Technologien entwickelt und neben Trennverfahren auch Sortiertechniken und Verwertungswege für Bauschutt-Fractionen erforscht. Ziel sind neue und kosteneffizienter Baumaterialien aus aufbereiteten Abfallstoffen. Für die Materialanalyse stehen Röntgenmethoden wie Mikro-Computer-Tomographie oder Röntgendiffraktometrie als auch mikroskopische und spektroskopische Verfahren zur Verfügung.

- Baustofftechnologie
- Aufbereitung und Verwertung

Umwelt, Hygiene und Sensorik (UHS)

Gesunde Raumlufte in Gebäuden und Verkehrsmitteln, umweltverträgliche Bauprodukte und Bauweisen sowie Heizenergie aus regenerativen Quellen sind die wichtigsten Arbeitsfelder der Abteilung Umwelt, Hygiene und Sensorik. Pandemiebedingt verschob sich der Schwerpunkt zu hygienischen Themen. Die Abteilung verfügt über eine RT-qPCR-Analytik für den Nachweis von SARS-CoV-2 in der Luft und in Abstrichproben. Die Teams entwickeln realitätsnahe Verfahren zur Wirksamkeitsprüfung von Luftreinigungsgeräten. Neue Formen der Gebäudebegrünung puffern Starkregenereignisse ab und mildern so die Folgen des Klimawandels ab.

- Ökologische Chemie und Mikrobiologie
- Verbrennungs- und Umweltschutztechnik
- Automotive
- Akkreditierte Prüflabore
- Akkreditierte Prüfstelle »Emissionen, Umwelt und Hygiene«
- Akkreditierte Prüfstelle »Feuerstätten, Abgasanlagen«

Kontakt GaBi

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

Kontakt HT

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

Dr. Simon Schmidt
Telefon +49 8024 643-680
simon.schmidt@
ibp.fraunhofer.de

Kontakt MWB

Dr. Volker Thome
Telefon +49 8024 643-623
volker.thome@
ibp.fraunhofer.de

Kontakt UHS

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

Arbeitswelt im Wandel

Homeoffice statt Büro, Videokonferenzen statt Dienstreisen – die Corona-Pandemie hat unser Arbeitsleben schnell und vor allem radikal verändert. Und zudem nachhaltig: Denn ein »back to business as usual« dürfte es auch nach einem Abklingen der Pandemie nicht geben. Vielmehr wirkt die Pandemie als Treiber der Digitalisierung. Auch der langfristige Wandel hin zu hybriden, flexiblen Arbeitsmodellen wird angekurbelt. Das heißt aber auch: Arbeitgeber sowie Arbeitnehmer sehen sich neuen Arbeitssituationen gegenüber – ebenso wie den Herausforderungen, die sich dadurch ergeben.

Studie zum Homeoffice

Die pandemiebedingte Arbeitssituation im Homeoffice kann als »groß angelegtes Feldexperiment« gesehen werden, welches Potenziale bietet, Erfahrungswissen zu generieren. Wie es um die Arbeitssituation von Menschen im Homeoffice und im Büro steht, haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Arbeitsgruppe »Psychoakustik und kognitive Ergonomie« in einer Online-Umfrage erhoben. Ziel der »WORK | HOME | MOBILE – Studie der Büro-Initiative Pre-, Intra- & Post-Corona« ist es, Arbeitsumgebungen und -strukturen zu evaluieren und langfristig zu optimieren. Ein zentrales Ergebnis der Studie: Knapp drei Viertel der Befragten möchten auch nach der Pandemie häufiger im Homeoffice arbeiten. Selbst Personen, die sich bisher skeptisch gegenüber dem Homeoffice zeigten, machten die Erfahrung, dass dieses Arbeitsmodell funktionieren kann.



Der physischen und psychischen Gesundheit von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern ist in Zeiten von New Work eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken.



Die Grenzen zwischen »Home« und »Office« verschwimmen. Dadurch ergeben sich neue Nutzungskonzepte und Anforderungen an den privaten und beruflichen Lebensraum.

Wie gestaltet sich die Arbeitswelt von morgen?

Arbeit ist durch die Pandemie »räumlich, zeitlich und organisatorisch« flexibler geworden. Auch steht zu erwarten, dass digitale Kommunikation und Zusammenarbeit nicht auf das vorherige Niveau zurückgehen werden. Zwar wird das Büro auch nach der Pandemie ein wichtiger Ort sein, doch dürfte es weitaus mehr als »Ort der sozialen Begegnung« angesehen werden.

Unternehmen sind daher gefragt, ihre Zukunftsperspektiven zu definieren: In welchem Umfang sollen künftig Büroarbeit, mobiles Arbeiten, Co-Working-Spaces und Homeoffices realisiert werden? Um diesen Wandel positiv zu gestalten, müssen die Bedürfnisse der am Arbeitsprozess beteiligten Menschen jetzt identifiziert und in Einklang gebracht werden. Mobile Arbeitsplätze müssen adäquat und ergonomisch ausgestattet, die Büroflächen angepasst und verändert und die persönlichen Kompetenzen durch entsprechende Softskills ergänzt werden – etwa die Qualifizierung zu virtuellem Führen oder zum Zeit- und Selbstmanagement im Homeoffice.

Das interdisziplinäre Forschungsteam der Arbeitsgruppe »Psychoakustik und kognitive Ergonomie« unterstützt und begleitet Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber sowie die Arbeitnehmerschaft bei der menschenzentrierten Gestaltung dieses Wandels.

Kontakt

Constanze Weiß
Telefon +49 711 970-3244
constanze.weiss@
ibp.fraunhofer.de

Der Ruhe den Hof machen: Akustische Gestaltung urbaner Oberflächen – am Beispiel von Innenhöfen

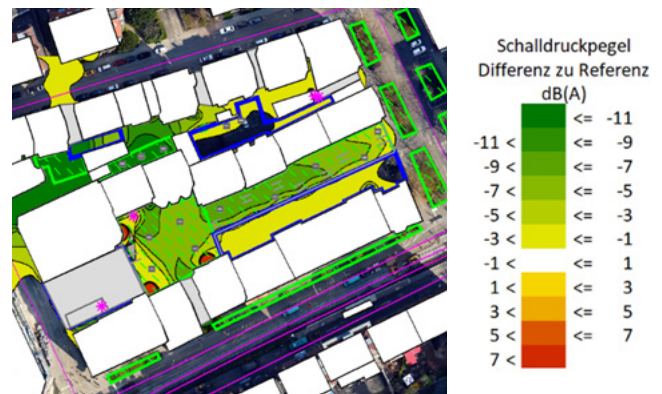


Beispielhafte Illustration der Innenhofsituation als begrüntes und beruhigtes Naherholungsgebiet.

Große Teile von Städten sind durch Gebäudeensembles und Straßenschluchten geprägt. Da sich in solchen Bereichen jedoch auch die Mehrheit der Autos, Busse, Straßenbahnen und Co. drängelt, ist es schwierig, den Verkehrslärm einzudämmen, ohne gleichzeitig die Mobilität deutlich einzuschränken. Bisher vernachlässigt in puncto »Reduzierung der Lärmbelastung« wurden jedoch Innenhöfe, die durch Gebäude umschlossen vom Straßenverkehr abgeschirmt sind. Allerdings kann Verkehrslärm durch Einfahrten und Durchgänge in den Innenhof dringen. Auch Alltagsgeräusche werden von den meist schallharten Oberflächen vielfach reflektiert und sorgen so für eine unangenehme Hellhörigkeit. Wie wichtig es ist, sich in der Nähe des Wohnsitzes erholen und spontan mit Mitmenschen austauschen zu können, hat nicht zuletzt die COVID-19-Pandemie gezeigt. Kurzum: Es wird zunehmend wichtiger, Innenhöfe als Naherholungsgebiete zu gestalten.

Der Ansatzpunkt besteht darin, die Aufenthaltsqualität von Innenhöfen aufzuwerten, indem deren akustische Eigenschaften verbessert werden. Welche Konzepte und Umsetzungsmöglichkeiten es dafür gibt, erarbeitet ein Team an einem Beispielquartier in Stuttgart. Es führt Messungen vor Ort durch, untersucht die Innenhof-Akustik theoretisch und erstellt akustische Simulationen. Der Schwerpunkt des Projekts konzentriert sich auf die »Bauphysik urbaner Oberflächen« und adressiert die akustisch optimale Gestaltung von Bauteilen und Oberflächen. Ein Beispiel sind schallabsorbierende Fassadenbekleidungen, die zudem zur energetischen Sanierung der Gebäude beitragen, sowie eine extensive Begrünung von Fassaden.

Im Ergebnis zeigt das Projekt, welche Konzepte zur allgemeinen Beruhigung von Innenhöfen beitragen und wie sie sich kombinieren lassen, um urbane und natürliche Naherholungsgebiete zu schaffen. Ein Beispiel: Montiert man schallabsorbierende Materialien an der Untersicht von Balkonen, reduziert dies nicht nur den Lärmpegel im Innenhof, sondern erhöht auch die Vertraulichkeit von Gesprächen auf dem Balkon – und das auf einfach umsetzbare und kostengünstige Weise. Bereits niedrige Lärmschutzwände und absorbierende Flächen wiederum können den Lärm deutlich reduzieren, der beim Rangieren auf dem Parkplatz – einer typischen und gewichtigen Lärmquelle – sowie in Durchgangsbereichen entsteht. Insgesamt konnten zahlreiche Ansatzpunkte und vielversprechende Maßnahmen zur Beruhigung von Innenhöfen betrachtet und deren Wirksamkeit durch praxisnahe Simulationsberechnungen nachgewiesen werden.



Verbesserung der Ausgangssituation: Differenz-Lärmkarte mit akustisch wirksamen Maßnahmen (Erstellt mit der Software SoundPlan® des Fraunhofer IBP).

Kontakt

David Goecke
Telefon +49 711 970-3353
david.goecke@
ibp.fraunhofer.de

Kommunale Energieberatung – Szenarien für die Klima- neutralität von stadteigenen Gebäuden



Die Landeshauptstadt München hat das Ziel, klimaneutral zu werden.

Kommunen sind für die Erreichung der Klimaschutzziele Deutschlands ein Hauptakteur. Sie müssen den lokalen Energieversorger bzw. die Stadtwerke motivieren, die Energieversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen. Außerdem erarbeiten sie kommunale Klimaschutzpläne und schaffen Fördermaßnahmen für den energieeffizienten Neubau und die Sanierung von Bestandsgebäuden im Stadtgebiet. Und Kommunen erfüllen mit ihren eigenen Gebäuden eine Vorbildfunktion. Das Fraunhofer IBP unterstützt Kommunen bei diesen Herausforderungen mit umfassender Expertise. Für die Landeshauptstadt München berechnete eine Forschungsgruppe Szenarien, mit denen sich bis 2030 ein möglichst klimaneutraler stadteigener Gebäudebestand realisieren lässt.

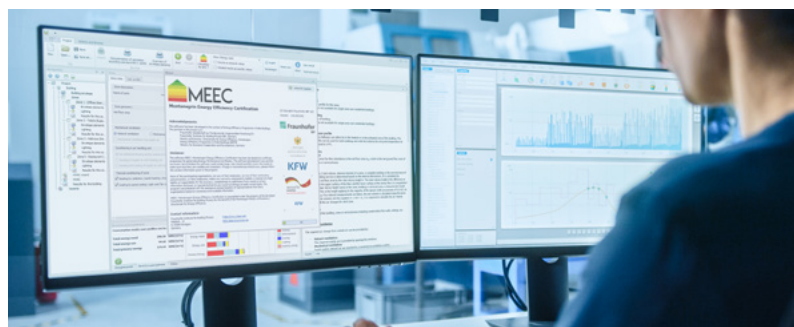
Die Basis bildete der derzeitige Energieverbrauch der Liegenschaften. Wie hoch ist der verbleibende Endenergiebedarf und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 – wenn man die Gebäude unterschiedlich stark saniert, die Wärmeerzeuger umstellt und Photovoltaikanlagen auf den Gebäudedächern installiert? Die Bewertung umfasste auch Investitions- und Energiekosten sowie Treibhausgasemissionen, die durch Herstellung und Instandhaltung der eingesetzten Baumaterialien und Anlagentechnik entstehen.

Kontakt

Heike Erhorn-Kluttig
Telefon +49 711 970-3322
heike.erhorn-kluttig@ibp.fraunhofer.de

Fraunhofer EPC Software: Energieeffizienznachweise für Gebäude

Ist das Gebäude energieeffizient? Das wichtigste Gesetzgebungsinstrument hinsichtlich der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ist die Richtlinie 2010/31/EU (EPBD) – sie einzuhalten und in die Praxis umzusetzen ist eine wichtige Verpflichtung für die EU-Mitgliedstaaten. Auch die Energy Community ist verpflichtet, die Bestimmungen der EPBD-Richtlinie in ihrer nationalen Gesetzgebung umzusetzen: Diese internationale Organisation wurde von der Europäischen Union (EU) und einer Reihe von Drittländern gegründet – sie soll den EU-Energiebinnenmarkt auf Südosteuropa und darüber hinaus ausdehnen. Üblicherweise kommt ein Softwareprogramm zum Einsatz, um die Energieeffizienz von Gebäuden zu berechnen und Energieausweise (EPC) zu erstellen. Das Besondere der Fraunhofer EPC Software: Sie vereint unterschiedliche nationale Versionen, die an die Gesetze, Regelwerke und Randbedingungen verschiedener Länder angepasst sind – derzeit an Deutschland, Luxemburg und Montenegro. Weitere Versionen für Albanien und Georgien sind in Vorbereitung. Das Fraunhofer IBP arbeitete eng mit dem montenegrinischen Wirtschaftsministerium für Energieeffizienz zusammen. Die verwendeten Werte stammen aus dem Energieeffizienzgesetz und dem Regelwerk für energieeffiziente Gebäude – sie umfassen spezifische Klimadaten, Nutzerprofile und Warmwasserbedarfsprofile.



Website zum Herunterladen des für Energieauditoren kostenfreien Programms (www.meec.me).

Kontakt

Simon Wössner
Telefon +49 711 970-3400
simon.woessner@ibp.fraunhofer.de

VRMultiSense: Raumkomfort in Mixed-Reality-Umgebungen direkt erleben



Head-up-Display zur Darstellung von bauphysikalischen Kennwerten.

Wie kann ein Planer oder Nutzer das Komforterlebnis in einem geplanten Raum besser beurteilen? Solche und ähnliche Fragen sind für Planer oder Nutzer meist nicht leicht zu beantworten. VRMultiSense erweitert den Digitalen Zwilling eines Raums um ein realistisches Komforterlebnis. Dieser wird in eine Mixed-Reality-Umgebung übertragen und dort mit mehreren Sinnen erlebbar gemacht. Planer erleben interaktiv mehrere Varianten des Raums und können das Komforterlebnis einer Planung zukünftig besser beurteilen.

Dazu wird die virtuelle Realität über bauphysikalische Wirkmodelle mit Aktoren gekoppelt, die optische, akustische, thermische und olfaktorische Reize produzieren. Die Aktoren werden optimal angesteuert: So lassen sich das reale und das virtuelle Komforterlebnis optimal miteinander abgleichen.

So sind lichttechnische Ereignisse wie beispielsweise Blendung in einer virtuellen Umgebung erlebbar und können gleichzeitig auf Komfortkriterien wie Unified Glare Ratin (UGR), die einheitliche Blendungsbewertung, bezogen werden. Synchron sind thermische Komforterlebnisse – bezogen z. B. auf die operative Temperatur – durch Ansteuerung von sogenannten Thermodisplays in der Mixed-Reality-Umgebung realistisch erfahrbar.

Kontakt

Konstantinos Koutsomarkos
Telefon +49 711 970-3327
konstantinos.koutsomarkos@ibp.fraunhofer.de

EE-Modul – Modulfassade versorgt das Gebäude mit Energie

Ein Fassadensystem, das ein Gebäude möglichst vollständig mit Energie versorgt? Das entwickelten die Fraunhofer-Institute für Bauphysik IBP und für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE im Verbundforschungsvorhaben EE-Modul, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). In der Fassade sind anlagentechnische Bauteile integriert, welche die dahinter liegenden Räume komplett beheizen, kühlen und lüften können. Möglich macht es eine Photovoltaikanlage, kombiniert mit einer reversiblen Kleinstwärmepumpe zur Wärme- und Kältebereitstellung und dezentraler Lüftungstechnik mit Wärmerückgewinnung.

Das System ermöglicht eine komplette Sanierung der Bestandsfassade sowie aller notwendigen anlagentechnischen Systeme, kann aber auch bei Neubauvorhaben angewendet werden. Große Teile des Fassadensystems sind vorgefertigt und multifunktional. Dies verspricht eine hohe Bauqualität bei sinkenden Installations- und Abstimmungsaufwand an der Baustelle. Es ist nur noch ein Stromanschluss nötig, abgehängte Decken und aufgeständerte Böden sind überflüssig. Das System zeichnet sich durch eine hohe Kostensicherheit (Investment, Betrieb) sowie einen beschleunigten Bauprozess aus.



EE-Modul-Fassade mit Photovoltaikfläche im mittleren Segment an der Versuchseinrichtung für energetische und raumklimatische Untersuchungen (VERU).

Kontakt

Michael Eberl
Telefon +49 8024 643-421
michael.eberl@ibp.fraunhofer.de

Nachhaltige Fabrik: Ökonomisch und ökologisch bewertet

Wächst die Wirtschaft, wirkt sich dies üblicherweise negativ auf den Ressourcenverbrauch aus. Einen Ausweg bietet die nachhaltige Kreislaufwirtschaft. Dabei werden Abfall- und Abwasserströme minimiert und in Wertstoffströme umgewandelt – auf diese Weise lassen sich Produkte nachhaltiger herstellen. Zudem senkt dieser Ansatz vielfach auch die Kosten: schließlich fallen u. a. deutlich weniger Gebühren für die Entsorgung von Abfallstoffen an. Allerdings kann ein ganzheitlicher Ansatz in dieser Form nur dann funktionieren, wenn er entlang der gesamten Wertschöpfungskette betrachtet und realisiert wird. Wichtig ist dies auch bei Optimierungen auf Fabrikebene: So verlangen beispielsweise gesetzliche Rahmenbedingungen in asiatischen Ländern wie China für neue Industriestandorte bereits heute die Umsetzung von Zero Liquid Discharge Verfahren, um jegliche flüssigen Abfälle zu vermeiden. Dies erfordert entsprechende Reinigungs- und Recyclingverfahren beim Aufbau und Betrieb einer Produktion.

Expertenkreis entwickelt und evaluiert ökologisch und ökonomisch effiziente Produktionsverfahren

Im Verbundprojekt »Green Manufacturing« untersucht ein interdisziplinärer Expertenkreis aus den Fraunhofer-Instituten für Bauphysik IBP und für Solare Energiesysteme ISE, der Technischen Universität Berlin, des Öko-Instituts und des bifa Umweltinstituts, wie sich Konzepte zur Kreislaufwirtschaft in Produktionsfabriken von Photovoltaikmodulen einbinden lassen. Wesentliche Aspekte liegen darin, feste, flüssige und gasförmige Abfälle zu vermeiden, rückgewonnene Stoffe zu recyceln und Konzepte zur vertikalen Integration von Produktionsprozessen zu erstellen. Die Experten wenden dazu unterschiedliche Konzepte der ökologischen und ökonomischen Analyse sowie der Kreislaufwirtschaft an – jeweils am Beispiel der Photovoltaikmodul-Herstellung – und ziehen die gesamte Wertschöpfungsketten in Betracht.

Kontakt

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



Solarzellen auf kristallinen Siliziumwafern durchlaufen komplexe Produktionsprozesse – Green Manufacturing untersucht diese auf Optimierungspotenziale zur Abfallvermeidung und Kreislaufschließung.

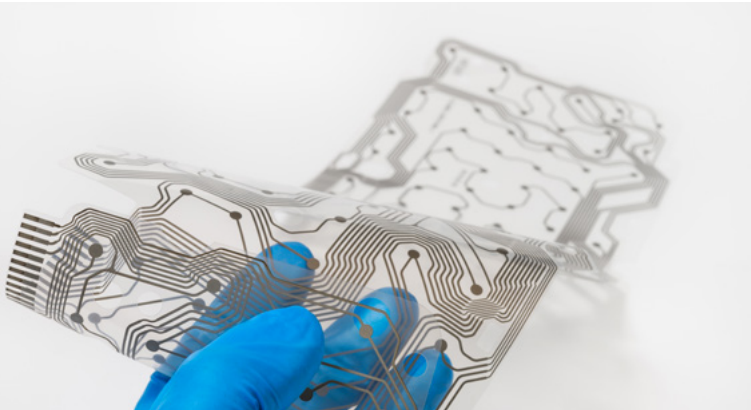
Wichtige Informationen hierfür liefern begleitende Analysen: Etwa die Erstellung eines detaillierten Energie- und Stoffstrommodells, die Ökobilanzierung und die Kostenanalyse. Wie lassen sich verwendete Stoffe und Materialien hinsichtlich nationaler und internationaler Richtlinien bewerten? Welche Einsparpotenziale ergeben sich bei den Abfällen? Welche Rahmenbedingungen sind erforderlich, um Kreislaufprozesse ökonomisch sinnvoll umsetzen zu können?

Die Forschungspartner stehen in engem Austausch mit einem breiten Unterstützerkreis assoziierter Firmen und Verbände. Auf diese Weise können sie eine belastbare Datenbasis über die gesamte Wertschöpfungskette aufbauen.



Green Manufacturing verfolgt Konzepte zur vertikalen Integration von Produktionsprozessen mit dem Ziel, die Kosten und Umweltwirkungen auf Fabrikebene zu reduzieren.

LEE-BED – der »one-stop-shop« für gedruckte Elektronik



Gedruckte elektronische Schaltungen auf Basis einer leitfähigen Tinte mit Silbernanopartikeln.

Flexibel, ultraleicht und hauchdünn – die Zukunft der Elektronik ist gedruckt! Grundsteine hierfür sind leitfähige Tinten und Adhäsive: Sie verbinden die Komponenten und Sensoren miteinander und betten sie in eine gedruckte Umgebung ein. Eine entscheidende Rolle spielen hierbei die Partikelstrukturen der Hochleistungsmaterialien. Wie interagieren sie im Endgerät? Ihre hervorragenden Eigenschaften und vielseitigen Funktionalitäten ermöglichen ein breites Anwendungsspektrum, Massenmärkte werden für gedruckte Elektronik zugänglich. Allerdings sind lange Entwicklungszeiten und hohe Entwicklungskosten eine erhebliche Hürde.

Gedruckte Elektronik verfügbar machen

Genau an diesem Punkt setzt das Projekt »LEE-BED« an, gefördert im europäischen Programm Horizon 2020. Hochleistungsmaterialien und gedruckte Elektronik sollen für die breite Masse der europäischen Wirtschaft zugänglich gemacht werden und zwar über eine im Projekt entwickelte, webbasierte Anlaufstelle (single entry point, SEP), in der sich führende Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Industriepartner aus dem Bereich der gedruckten Elektronik vernetzen. Die Vorteile: Die Anwenderinnen und Anwender haben Zugriff auf einen gewaltigen Wissensfundus, der ihnen dabei hilft, ihre Ideen zu evaluieren und eventuell bis zu einem Prototyp weiterzutreiben.

Dreistufiges Phasenmodell

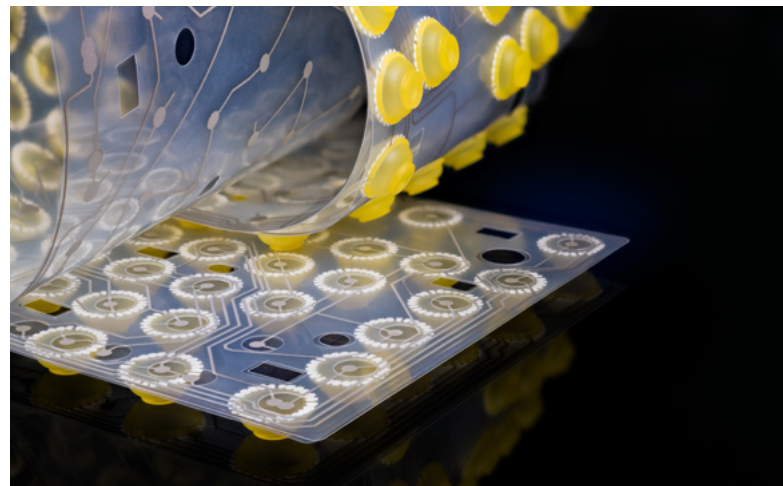
Evaluation und Prototypentwicklung sind in drei Phasen unterteilt. In Phase eins geht es um die Frage: Lässt sich die Idee technisch und ökonomisch realisieren? Zusätzlich werden die

Arbeitssicherheit beurteilt, die Umweltwirkungen erfasst und die Patentsituation überprüft. Fällt diese Evaluierung positiv aus, haben die Nutzenden die Möglichkeit, in Phase zwei einen Prototyp zu entwickeln. Die LEE-BED-Partnerorganisationen stellen hierzu Pilotlinien und Expertise zur Verfügung. Nach erfolgreicher Entwicklung wird in Phase drei ein abschließender Wissenstransfer angeboten: Auf diese Weise werden Anwenderinnen und Anwender qualifiziert, ihr volles Potenzial im Bereich gedruckter Elektronik zu entfalten.

Die Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung des Fraunhofer IBP ist maßgeblich an der Entwicklung der ersten Phase beteiligt und koordiniert das entsprechende Arbeitspaket. Zu den Schwerpunkten gehört ebenfalls, die Umweltwirkungen zu erfassen und die eingesetzten Ressourcen zu bewerten. Ein eigens entwickeltes Fact Sheet gibt Anwendern sowie Entwicklerinnen und Entwickler Einblick in Aspekte der Nachhaltigkeit. So haben sie Fragen zur Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Ressourcen sowie den Beitrag zum Klimawandel frühzeitig im Blick.

Dieses Projekt wird mit Mitteln aus dem EU Horizon 2020 Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Union unter Grant Agreement Nr. 814485 gefördert.

www.LEE-BED.eu



Anwendungsbeispiel der gedruckten Elektronik mit integrierten Komponenten anhand einer flexiblen Tastatur.

Kontakt

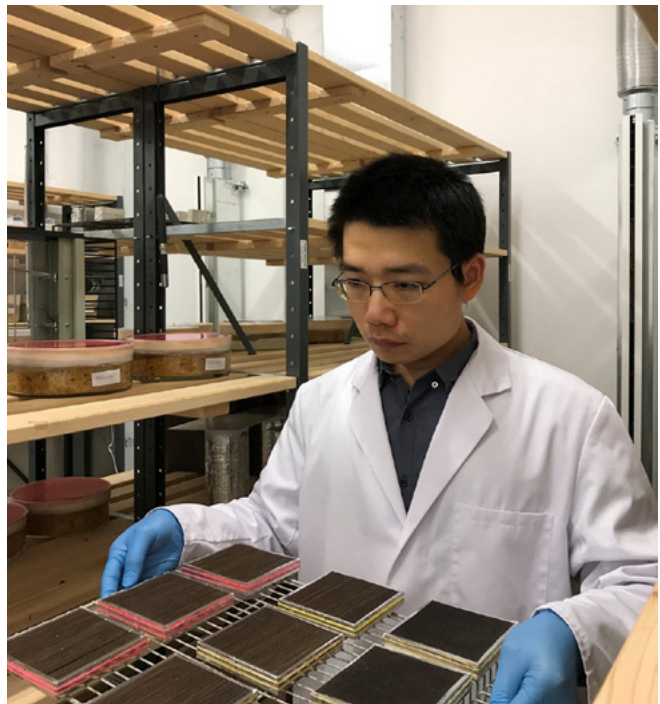
Florian Gehring
Telefon +49 711 970-3173
florian.gehring@
ibp.fraunhofer.de

Bambuswerkstoffe für die weltweite Anwendung

Bambus wächst wesentlich schneller als Bäume. Außerdem ist er sehr hart und stabil und damit einer der interessantesten Rohstoffe für den Baubereich. In Asien wird Bambus seit jeher für die unterschiedlichsten Zwecke eingesetzt, u. a. auch für den Gerüstbau. Doch sein Potenzial ist im Vergleich zu Holz noch längst nicht ausgeschöpft. In China wird deshalb eine intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit betrieben, um aus Bambus neue Werkstoffe herzustellen. Einige davon besitzen große Ähnlichkeiten mit uns bekannten Holzwerkstoffen.

Bambus ist – ebenso wie andere Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – biologisch abbaubar. Soll er im Baubereich eingesetzt werden, ist der Feuchteschutz daher entscheidend. In welchen geographischen Gebieten lässt sich Bambus einsetzen und wo innerhalb des Gebäudes? Wie lassen sich die Voraussetzungen beurteilen? Um solche Fragen zu beantworten, ist es wichtig, das Feuchteverhalten von Bambuswerkstoffen zu kennen. Dazu werden üblicherweise hygrothermische Simulationen durchgeführt. Diese helfen dabei, das langfristige Feuchteverhalten unter verschiedenen Klima- und Einsatzbedingungen abzuschätzen. Die Grundvoraussetzung, um eine solche Bewertung auf Basis von Rechenmodellen durchzuführen: Die hygrothermischen Materialkennwerte müssen genau bekannt sein.

Aus diesem Grund ist Dr. Zujian Huang – ein ausgewiesener Experte in Sachen Bambus (siehe <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-12032-0>) – im Frühjahr 2020 für einen 15-monatigen Forschungsaufenthalt an das Fraunhofer IBP nach Holzkirchen gekommen. Dort nutzt er die international führenden Laboreinrichtungen der Abteilung Hygrothermik, um die hygrothermischen Materialkennwerte unterschiedlicher Bambuswerkstoffe zu bestimmen. Dr. Huang war während seiner Promotion an der renommierten South China University of Technology in Guangzhou (China) zwei Jahre lang an der Technischen Universität München und



Dr. Zujian Huang mit seinen Bambusproben im hygrothermischen Labor.

arbeitet seit 2018 als Postdoc wieder an seiner Heimatuniversität. Am Fraunhofer IBP bestimmt Dr. Huang die hygrothermischen Stoffkennwerte von Bambus-Mehrschichtplatten und Bambus-Scrimber – ein aus Bambuspartikeln und Leim unter hohem Druck hergestellter Werkstoff. Zudem nutzte er das Freilandversuchsfeld, um seine Werkstoffe unter realen Klimabedingungen zu testen. Sein erklärtes Ziel: durch hygrothermische Simulationsrechnungen geeignete Anwendungsgebiete für unterschiedliche Bambuswerkstoffe zu identifizieren und gegebenenfalls Vorschläge für Produktverbesserungen zu erarbeiten. Das Fachkollegium am Fraunhofer IBP unterstützt ihn dabei mit großem Engagement, schließlich sind auch sie vom Potenzial und der ausgezeichneten Nachhaltigkeit von Bambuswerkstoffen überzeugt.



Bambus-Mehrschichtplatten (oben) und Bambus-Scrimber (eine Art Pressspanplatten) in longitudinaler, radialer und tangentialer Richtung.

Kontakt

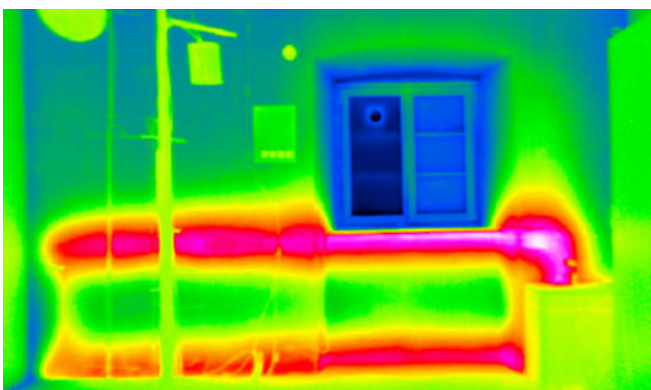
Prof. Dr. Hartwig M. Künzel
Telefon +49 8024 643-245
hartwig.kuenzel@
ibp.fraunhofer.de

Die Bauteiltemperierung – ein Mittel zur Erhaltung historischer Gebäude

In historischen Gebäuden ist es vielfach schwierig, Feuchte in den Bauteilen zu verringern, hohe Raumluftfeuchten zu senken und es im Inneren angenehm warm zu halten – vor allem dann, wenn das historische Gebäude als Museum genutzt wird. Speziell für diesen Zweck wurde ein einfacher heizungstechnischer Lösungsansatz namens »Temperierung« entwickelt: Dabei werden unter Putz Heizrohre verlegt, die Wärme abstrahlen. Dies wirkt sich ebenso positiv auf die Baukonstruktion wie auf das Raumklima auf: Die Effekte sind miteinander gekoppelt. Ob der Schwerpunkt auf feuchtetechnischen Fragestellungen oder auf der Raumerwärmung liegt, ist unterschiedlich. Solche Schwerpunkte lassen sich jedoch nur dann umsetzen, wenn die erwartete Energieeffizienz sowie die Heizleistung bekannt sind.

Um zu ermitteln, wie sich die Temperierung auf Bauteil, Raumklima und Wärmeabgabe auswirkt, wurden am Fraunhofer IBP neue Ansätze und Methoden verwendet und entwickelt (Stefan Bichlmair, 2020, vgl. <http://mediatum.ub.tum.de/?id=1537611>):

- Die Particle Image Velocimetry (PIV) analysiert die Luftströmung im Wandbereich der Temperierung. Auf diese Weise lässt sich der Wärmübergang zur Raumluft im Realmaßstab untersuchen.
- Ein neuer Ansatz zur Wärmestromanalyse
- Eine neue Methode zur vereinfachten Berechnung der Wärmeabgabe und Energieeffizienz



Infrarot-Aufnahme der Außenwand im Messraum des denkmalgeschützten Gebäudes der Alten Schäferei im Kloster Benediktbeuern. Die roten Farbbereiche zeigen höhere Oberflächentemperaturen an der Außenwand an und damit die Wirkung und die Lage der unter Putz verlegten Heizrohre der Temperierung. Im Bildvordergrund sind Messgeräte an einem Messbaum erkennbar.

Die systematische rechnerische Wärmestromanalyse wiederum führte zur Entwicklung einer neuen Methode, um die Wärmeabgabe und die Energieeffizienz der unter Putz verlegten Temperierung – die Bauteiltemperierung – zu bewerten. Als Basis für die Berechnungsmethode dienten Messungen im Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege Benediktbeuern, Laboruntersuchungen sowie zahlreiche Feldstudien in historischen, zumeist museal genutzten Gebäuden.

Der Vergleich von messtechnisch und rechnerisch ermittelter Wärmeabgabe führte dazu, einen bisher nicht berücksichtigten Parameter zu identifizieren: den thermischen Widerstand zwischen Heizrohr und Mauerwerk. Dies ermöglicht es, rechnerisch die Wärmeabgabe und Effizienz realitätsnah zu ermitteln und daraus eine vereinfachte empirische Auslegungsmethode zu entwickeln. Da das Heizrohr vollständig in das Mauerwerk eingebunden ist, hängen Wärmeabgabe und Effizienz stark von der Wärmeleitfähigkeit und Bauteildicke bzw. vom Wärmedurchlasswiderstand des Mauerwerks ab. Die Wärmeabgabe der Temperierung wirkt sich dabei günstig aus: einerseits auf das Raumklima, da die Temperaturschichtung geringer ausfällt, ebenso wie der Temperaturgradient über die Raumhöhe. Andererseits reduziert sie das Risiko feuchtebedingter Schäden am Gebäude.

Kontakt

Dr. Stefan Bichlmair
Telefon +49 8024 643-611
stefan.bichlmair@ibp.fraunhofer.de

Moderne Festkörperanalytik als Entwicklungstool – die Kombination macht den Unterschied

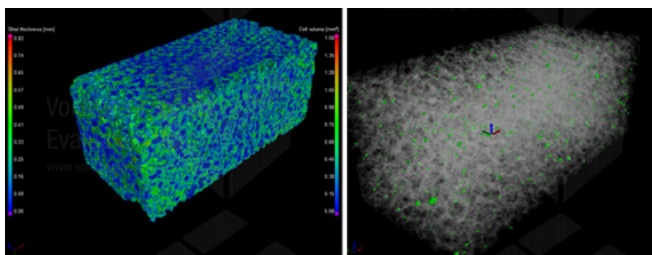
Für die Analyse, wie sich Festkörper – insbesondere Baustoffe – mineralogisch zusammensetzen, hat sich seit Jahrzehnten die Röntgendiffraktometrie (XRD) etabliert. Üblicherweise wird das zu untersuchende Material dafür zerkleinert, gemahlen und als Pulverprobe analysiert. Das Ergebnis: Eine Aussage über die mineralogische Gesamtzusammensetzung der Probe. Doch birgt das Verfahren auch einige Nachteile. Zum einen muss das Material, das untersucht werden soll, zerstört werden. Zum anderen lassen sich lokale Inhomogenitäten auf diese Weise nicht bestimmen.

Ortsaufgelöste, zerstörungsfreie Untersuchung

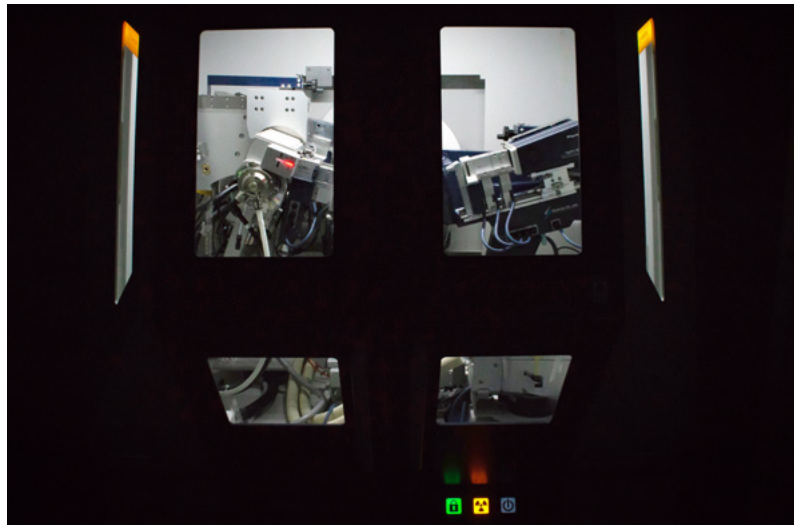
Am Fraunhofer IBP können die kristallinen Phasen von Bauteilen nun mittels XRD ortsaufgelöst und zerstörungsfrei analysiert werden: Möglich macht es ein spezieller Aufbau, mit dem die Oberfläche von Bauteilen punktfokussiert mit einer Auflösung von 100 Mikrometern (μm) abgerastert werden kann. Dies erlaubt Aussagen zur Phasenzusammensetzung, die sich räumlich zuordnen lassen. Auch kann die Zusammensetzung an Grenzflächen oder Phasenübergängen in Kompositbaustoffen direkt analysiert werden. Durch Abrastern eines Querschnitts des Baustoffs können selbst Veränderungen erkannt werden, die etwa durch Verwitterungsprozesse in der Tiefe entstehen. Die ortsaufgelöste Röntgendiffraktometrie ist jedoch immer auf eine Oberfläche von Bauteilen beschränkt.

Starke Kombination: Röntgendiffraktometrie und Computertomographie

Möchte man einen Einblick in den inneren Aufbau von Proben erhalten, eignet sich die Computertomographie $\mu\text{-CT}$.



CT-Aufnahmen von einem Porenbeton ($p_2, 0,35$); rechts: Nachweis von Restquarznestern.



Röntgendiffraktometer 9 kW (SmartLab) mit der Möglichkeit ortsaufgelöster Messungen an großen Probekörpern.

Was Baustoffe angeht, so kann man damit beispielsweise die Porenverteilung sichtbar machen – ebenso wie die Ausrichtung von Fasern oder die lokale Anreicherung bzw. Abreicherung von bestimmten Phasen im Inneren des Baustoffs. Auf diese Weise ist es möglich, Materialeigenschaften wie Schallabsorption oder Wärmeisolation präzise zu beurteilen. In der Abteilung Mineralische Werkstoffe und Baustoffrecycling des Fraunhofer IBP wurden ortsaufgelöste XRD und $\mu\text{-CT}$ miteinander kombiniert: Baustoffe und Bauteile lassen sich somit noch genauer und präziser untersuchen.

Etwa der Baustoff Porenbeton: Restquarz, der sich beim Autoklavierungsprozess nicht auflöst, beeinflusst die Wärmeleitfähigkeit negativ. Über die $\mu\text{-CT}$ können nun in einer Porenbetonprobe neben der Porosität auch Bereiche mit unterschiedlicher Dichte identifiziert werden. Mithilfe der ortsaufgelösten XRD können diese Bereiche anschließend mineralogisch analysiert werden, um zu bestimmen, welche kristallinen Phasen (z. B. Quarz) diese Dichteunterschiede verursachen.

Kontakt

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

Dr. Sebastian Dittrich
Telefon +49 8024 643-209
sebastian.dittrich@ibp.fraunhofer.de

Porenbeton mit ungewöhnlichen Eigenschaften: Amorphe Kieselsäure statt Sand

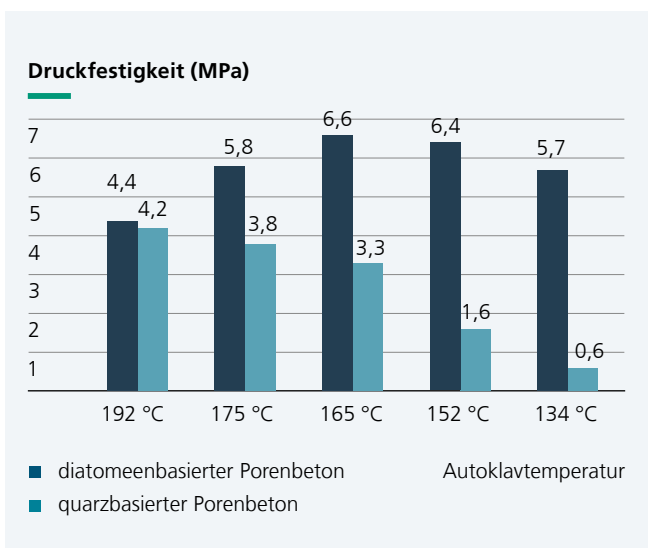
Porenbeton ist vergleichsweise leicht, da er hochporös ist, und wartet dennoch mit einer sehr guten Wärmedämmwirkung auf. Doch: Für seine Herstellung ist viel Energie nötig – schließlich werden hohe Temperaturen von 180 bis 200 Grad Celsius und Drücke zwischen 12 und 13 bar benötigt. Mit dem hohen Energieverbrauch sind hohe CO₂-Emissionen verbunden.

Komplexe Mineralumwandlungen im Autoklavierprozess

Während der Herstellung – ein Autoklavierprozess – finden komplexe Mineralumwandlungen statt. Diese führen dazu, dass Tobermorit und andere Calcium-Silikat-Hydrat-Phasen gebildet werden. Tobermorit ist dabei die wichtigste dieser Phasen im Porenbeton: Denn sie verbessert die Druckfestigkeit und reduziert die Schrumpfung. Wie schnell sich Tobermorit bildet, hängt vom Prozess des Auflöserns von Kieselsäure (SiO₂ • n H₂O) ab. Derzeit ist es üblich, für die Herstellung von Porenbeton Sand als SiO₂-Quelle zu verwenden, aber Sand besitzt eine relativ geringe Löslichkeit in Wasser. Amorphe Kieselsäure dagegen löst sich deutlich besser – das ist bekannt.

Kieselsäure statt Sand

Wie lässt sich die Autoklavierungstemperatur optimieren, wenn man Sand durch Kieselsäure ersetzt? Die Idee: Auf diese Weise könnte man die Tobermorit-Synthese beschleunigen und somit die Autoklavierdauer verkürzen. Zudem wurde untersucht, wie sich das Ersetzen von Sand durch amorphe Kieselsäure auf die mechanischen und mikrostrukturellen Eigenschaften von Porenbeton auswirkt – abhängig von Temperatur und Herstellungsdauer.

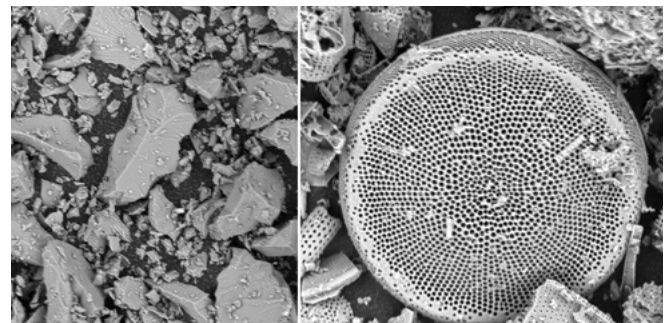


Überraschende Ergebnisse

Die entstandenen mineralogischen Phasen wurden mittels quantitativer und qualitativer Röntgenbeugung (XRD) charakterisiert und die mechanischen Eigenschaften der Porenbetone bestimmt. Die Studie führte – abhängig von Temperatur und Formulierung – zu einer ganzen Reihe von überraschenden Ergebnissen:

- Porenbetone mit einer geringeren Dichte und damit verbunden auch verbesserten Wärmedämmeigenschaften
- Porenbetone mit höherer Druckfestigkeit – für Mauerwerk und Platten
- Porenbetone mit weniger Bindemittel (Zement und Kalk) in den Rezepturen
- Weniger Energieverbrauch während des Autoklavierprozesses
- Schonung der Ressource »Sand«
- Reduzierung von CO₂-Emissionen
- SiO₂-haltige Industrieabfälle können als sekundärer Rohstoff für die Porenbetonproduktion eingesetzt werden

Die Ergebnisse der Studie führten zu einer europäischen Patentanmeldung: EP 20 171 792.3, »Process for producing autoclaved aerated concrete using silica raw materials having higher solubility than quartz«.



REM-Aufnahmen von amorpher Kieselsäure und Diatomeenerde. Als Diatomeenerde bezeichnet man die Sedimente (Ablagerungen) von Kieselalgen. Deren kugelförmigen Skelette bestehen aus Silikaten und sind im Baubereich einsetzbar.

Temperaturabhängige Druckfestigkeit in Porenbeton, hergestellt aus Sand (dunkelblauer Balken) und aus amorpher Kieselsäure (hellblauer Balken).

Kontakt

Dr. Sebastian Dittrich
Telefon +49 8024 643-209
sebastian.dittrich@ibp.fraunhofer.de

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

Luftqualität in Flugzeugkabinen

Die Luft in Flugzeugkabinen ist in der Regel sehr gut: Partikel, die größer sind als 0,3 Mikrometer, werden zu mindestens 99,97 Prozent aus der Luft gefiltert. Möglich machen dies hocheffiziente Partikelfilter, auch High Efficiency Particulate Air Filter oder HEPA-Filter genannt. Zusätzlich sind diese Filter mit Aktivkohlevliesen erhältlich, mit denen auch flüchtige organische Verbindungen aus der Luft entfernt werden. Das Manko: Es wird nur die Umluft gefiltert, nicht aber die Frischluft, die erstmalig in die Kabine gelangt, oder die Zapfluft aus den Triebwerken. In seltenen Fehlerfällen können daher Verunreinigungen aus den Triebwerken – etwa Triebwerksöl durch Systemundichtigkeiten – in die Kabinenluft gelangen. Dabei spricht man von einem »oil fume event«. Ein solcher Fume Event ist, trotz des Namens, nicht zwingend mit einer sichtbaren Rauchentwicklung verbunden: Vielmehr ist damit ein Ereignis gemeint, das in der Kabine einen ungewöhnlichen Geruch verursacht – die Bezeichnung »fume and smell event« ist daher passender.



Wirksamkeitsmessungen von Schadstoffkonvertern am kleinen Bleed Air Contamination Simulator (mini-BACS) bei 150–250 °C.

Fume Events simulieren

Flugbegleiter und Piloten berichteten immer wieder, dass sie aufgrund solcher Vorfälle gesundheitliche Beschwerden entwickelten. Vergangene Messkampagnen zeigten allerdings: Fume Events kommen so selten vor, dass auf kommerziellen Flügen mit Messausrüstung an Bord kein Fume Event auftrat oder diese messtechnisch nicht exakt erfasst werden konnten. Es ist daher zielführender, Fume Events zu simulieren. Genau diese Strategie verfolgt das Fraunhofer IBP mit dem Bleed Air Contamination Simulator (BACS).



Bleed Air Contamination Simulator (BACS) mit drei Temperaturstufen (550 °C, 200 °C, Raumtemperatur). Mit dieser in Europa bislang einzigartigen Anlage, ist es möglich die Druck- und Temperaturverhältnisse in Teilen eines Strahltriebwerks zu simulieren.

In einem Forschungsprojekt des nationalen zivilen Luftfahrtforschungsprogramms (LuFo) wurde auf diese Weise bestimmt, welche chemischen Charakteristika die generierten Fume Events aufweisen und wie sich diese auf die Luftqualität in der Kabine auswirken. Dazu wurden am Boden die Bedingungen bei der Zapfluftentnahme im Triebwerk bzw. im Hilfstriebwerk nachgestellt und die Luft gezielt mit Triebwerksöl (bei 3 bar, 200 °C, bei 8 bar, 280 und 400 °C) oder Hydrauliköl (bei 3 bar, 200 °C) kontaminiert. Im Anschluss analysierte ein Expertenteam unter Raum- und Kabinenbedingungen die durch die Druck- und Temperaturbelastungen entstandenen Abbauprodukte – und zwar am Ende des Wegs durch eine nachgestellte Flugzeugklimaanlage (Environmental Control System – ECS) mit diversen Kühl- und Entspannungsschritten.

Dabei zeigte sich: Mit steigender Temperatur nehmen Anzahl und Menge der Abbauprodukte zu. Eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit führt zu einer verstärkten Hydrolyse von Öl-Estern, es breiten sich dann vermehrt geruchsaktive organische Säuren bis in die Kabine aus. Dabei scheint vor allem Pentansäure zum typischen Geruch nach alten Socken beizutragen, der von Betroffenen nach einem »fume and smell event« beschrieben wurde.

Kontakt

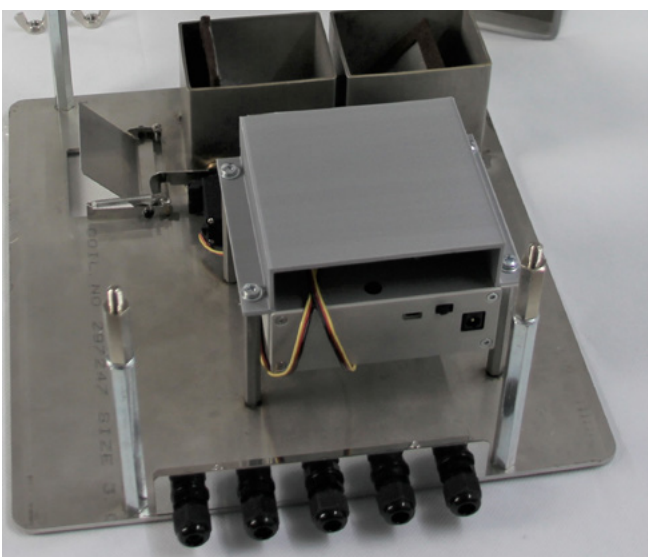
Dr. Florian Mayer
Telefon +49 8024 643-238
florian.mayer@
ibp.fraunhofer.de

Thermische Raumbehaglichkeit und ausgezeichneter Umweltschutzstandard

Biomasse wird zunehmend zur Energieerzeugung genutzt – und trägt maßgeblich dazu bei, die Klima- und Umweltziele in Deutschland und Europa zu erreichen. Erfolgt die thermische Umwandlung sachgemäß, wird dabei nur so viel Kohlenstoffdioxid emittiert, wie die Pflanzen zuvor gebunden haben. Verbrennt man die Biomasse allerdings unsachgemäß, entstehen toxisch relevante Luftschadstoffe, die für Mensch und Umwelt gefährlich sein können.

Handbesockte Einzelraumfeuerungsanlagen wie Kaminöfen zählen zu den Hauptquellen für staub- und gasförmige Schadstoffemissionen, beispielsweise Feinstaub und Kohlenstoffmonoxid. Die Schadstoffe entstehen überwiegend durch eine unvollständige Verbrennung. Meist liegt dies an einer Fehlbedienung der Feuerungsanlagen – vielfach ist das Verbrennungsluftzufuhrsystem falsch eingestellt, teils ist auch gar keine Regelung dafür vorhanden.

Die Gruppe Verbrennungs- und Umweltschutztechnik des Fraunhofer IBP hat im Jahr 2017 eine Verbrennungsregelung aufgebaut und die »T2O2-Regeltechnologie« seitdem stetig weiterentwickelt. Der Vorteil: Über kostengünstige



Verbrennungsluftverteilungssystem mit Hardware (Sensorik, Aktoren, Mikrocontroller, Luft- und Sicherheitsklappen) und Software mit intelligenten und parametrierbaren Regelalgorithmen für die Verbrennungsregelung.



Feldversuch in der Praxis mit einem Kaminofen nach DIN EN 13240 der Firma Hase Kaminofenbau GmbH und integrierter T2O2-Regeltechnologie.

Temperaturfühler im Feuerraumbereich und über Stellmotoren angesteuerte Luftklappen lässt sich der Verbrennungsprozess regeln und somit eine emissionsarme Verbrennung über die gesetzlichen Vorgaben hinaus realisieren. Zudem steigert sich der Wirkungsgrad des Kaminofens. Die T2O2-Regeltechnologie kann als universelle Standardlösung eingesetzt werden, ältere Kaminofenmodelle können nachgerüstet werden.

In mehreren Forschungsprojekten entwickelt die Forscherteams die T2O2-Regeltechnologie gemeinsam mit Kooperationspartnern und Unternehmen weiter. Beispiele sind die Optimierung der bedarfsgerechten Wärmeproduktion und die technische Anpassung der Verbrennungsregelung an unterschiedliche Typen von Einzelraumfeuerungsanlagen. In einem weiteren Projekt wird die Verbrennungsregelung bis hin zur Marktreife entwickelt und in Feldversuchen für den Dauerbetrieb erprobt.


Durch die intensive Zusammenarbeit mit Industriepartnern konnte die Produktentwicklung beschleunigt werden. Im Jahr 2020 erkannten weitere interessierte Unternehmen das Potenzial der T2O2-Regeltechnologie – es wurden erste Lizenznahmen generiert. Zwischenzeitlich sind weitere Lizenznehmer hinzugekommen, welche die T2O2-Regeltechnologie in ihren Produkten bereits einsetzen und baldmöglichst vermarkten werden.

Kontakt

Dr. Mohammad Aleysa
Telefon +49 711 970-3455
mohammad.aleysa@
ibp.fraunhofer.de

Sonderforschungsbereiche

Forschungsmanagement	44
AVATOR – Anti-Virus-Aerosol: Testing, Operation, Reduction	45
Fraunhofer Cluster of Excellence Programmable Materials CPM	47
Kulturerbe-Forschung	47
Projekt- und Geschäftsfeldentwicklung	49
Digitale Transformation	50
Fraunhofer-Allianz Bau	51



**In unseren Sonderforschungsbereichen
bündeln wir themenübergreifende
Ansätze für Forschungs- und Technolo-
gieaspekte, um Multidisziplinarität und
strategische Ausrichtung zu fördern.**

Forschungsmanagement

Die neue Abteilung Forschungsmanagement unter Leitung von Prof. Dr. Gunnar Grün konzentriert sich auf die zielgerichtete Verwertung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Dazu wurden die Aktivitäten des Innovationsmanagements, übergreifenden strategischen Projektmanagements, der Kulturerbe-Forschung sowie der organisatorischen Entwicklung gebündelt und zusammengeführt.

Damit laufen viele Fäden – von der Projektinitiierung über das Management von abteilungsübergreifenden Projekten bis zur Entwicklung neuer Leistungsangebote oder die Begleitung von Ausgründungen bzw. Auslizenzierungen – zusammen. So sind in der Abteilung bereits einige Forschungsprogramme angesiedelt wie der Fraunhofer Cluster of Excellence Programmable Materials CPM, die BUOLUS-Initiative, Clean Sky 2 Regional IADP und das Pompejii Sustainable Preservation Project.

AVATOR – Anti-Virus-Aerosol: Testing, Operation, Reduction

Wie wirksam mindern Reinigungstechnologien Aerosole in der Raumluft?

Das Coronavirus breitet sich vor allem über Aerosole aus – also über Partikel in der ausgeatmeten Luft, die kleiner sind als zehn Mikrometer. Die drängende Frage: Wie lässt sich die Infektionsgefahr durch Aerosol-getragene Viren in geschlossenen Räumen senken?

Im Projekt »AVATOR« untersuchen Forscherinnen und Forscher von 15 Fraunhofer-Instituten unter Leitung des Fraunhofer IBP daher Reinigungstechnologien für die Raumluft, die die Ausbreitung von Aerosolen einschränken sollen. Zudem leiten sie Hygienekonzepte für unterschiedliche Anwendungsfälle ab. Auf Basis von »Computational Fluid Dynamics« – bis hin zu zonalen und agentenbasierten Ansätzen – modellieren sie die Ausbreitungsmechanismen. Parallel zu den simulationsbasierten Bewertungsverfahren für die

Luftausbreitung entwickeln die Institute diverse Luftreinigungstechnologien. Das Forscherteam testet die Entwicklungen in Laborumgebungen und validiert die Ergebnisse in Realumgebungen. Die Projektergebnisse münden schließlich in neuen Konzepten, mit denen sich die Infektionsgefahr mit SARS-CoV-2 in diversen Anwendungsszenarien verringern lässt.

Das Forscherteam am Fraunhofer IBP trifft hierzu Vorhersagen zur Aerosolverbreitung für verschiedene Anwendungsszenarien in Innenräumen, dafür nutzt es die Indoor Environment Simulation Suite (IESS). Technologien, die von Partnerinstituten entwickelt wurden, untersucht es im Indoor Air Test Center (IATC). Die Methoden, um die Wirksamkeit von Raumluftreinigungsverfahren mittels aerosolisierter Corona-Surrogat-Viren zu testen, wurden durch die Mikrobiologie des Fraunhofer IBP entwickelt.

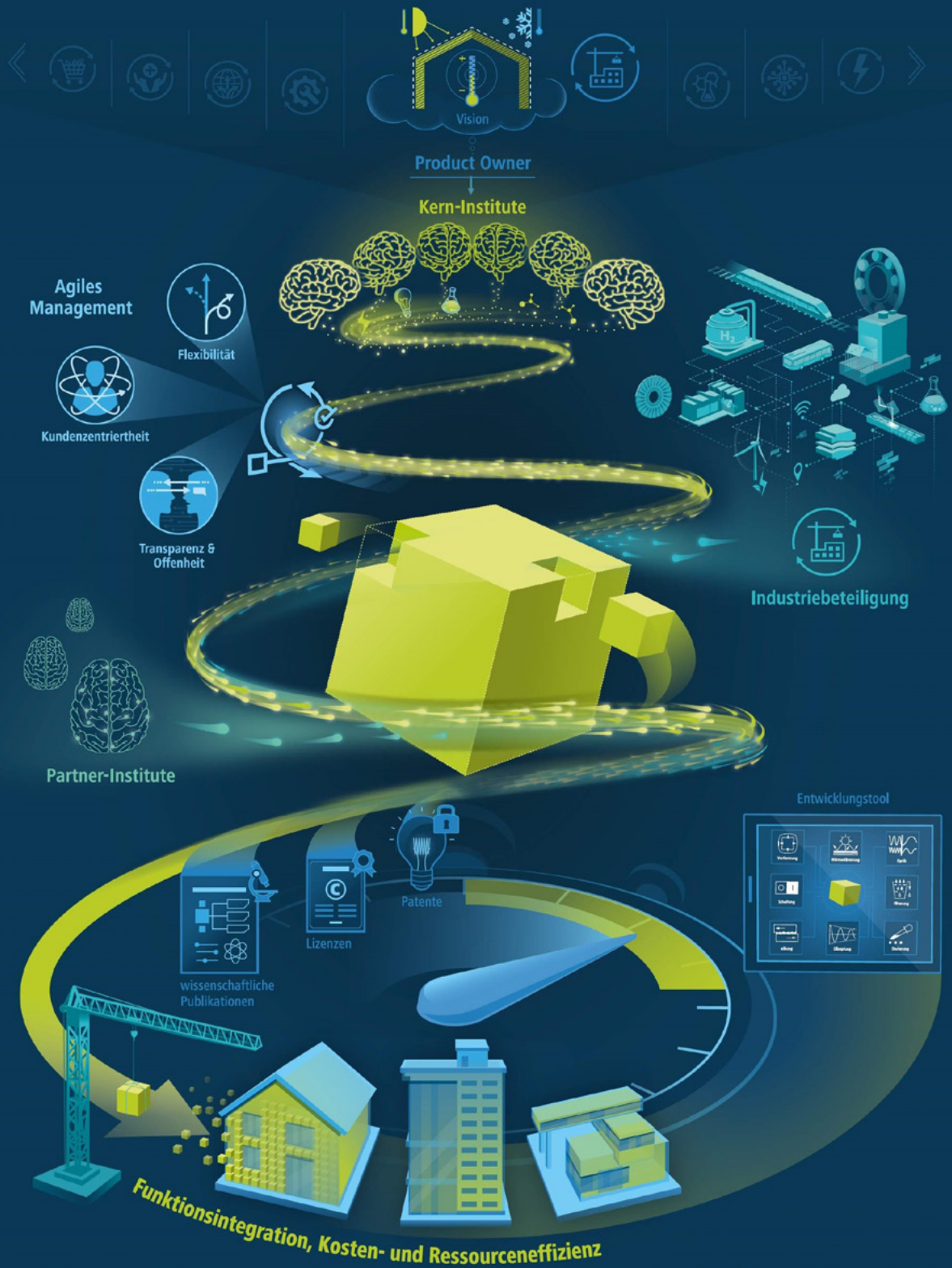
Kontakt

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

Testumgebung am Fraunhofer IBP für die Validierung von Simulationen und Luftreinigungstechnologien: Klimakammer.

Testumgebung am Fraunhofer IBP: »Indoor Air Test Center« mit Filterteststrecke.





Fraunhofer Cluster of Excellence Programmable Materials CPM

Fraunhofer-übergreifende Vernetzung zu baubezogenen Fragestellungen

Neue Materialien eröffnen vielfach gänzlich neue Anwendungsfelder – das gilt auch für neuartige programmierbare Materialien. Welche neuen, spannenden Anwendungen sich dort erschließen, untersucht das Fraunhofer IBP mit seiner Fachexpertise im Bereich Bau. Wie können Wirkstoffe über programmierbare Mikrokapseln lokal und gezielt freigegeben werden – beispielsweise in Wandputzen oder Farben? Dies wird im Themenfokus Stofftransport erforscht. Die Experten des Themenfokus Wärmedurchgang dagegen entwickeln Ansätze für Dämmungen,

die über die Temperatur schaltbar sind, sowie steuerbare Temperierungen in Spezial-Einsatzbereichen wie Gebäuden, Transport oder Energiespeicher.

Im Fraunhofer-Cluster of Excellence Programmable Materials CPM arbeiten insgesamt etwa sieben Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des Fraunhofer IBP aus vier Abteilungen mit Fachkollegen und -kolleginnen aus sechs weiteren Fraunhofer-Instituten zusammen. Die Ergebnisse des Clusters sind nicht nur wissenschaftlicher Natur – als Pilotprojekt für New Work und agile Methoden zeigt der Fraunhofer CPM, wohin sich die Zukunft des gemeinsamen Arbeitens bei Fraunhofer in den nächsten Jahren entwickeln wird.

Kontakt

Dr. Susanne Lehmann-Brauns
Telefon +49 8024 643-622
susanne.lehmann-brauns@
ibp.fraunhofer.de

links:

Prinzipdarstellung der Strukturen und Anwendungsbereiche des Fraunhofer CPM.

unten:

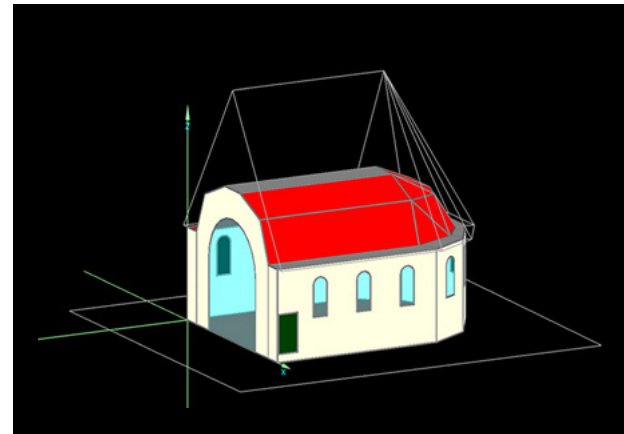
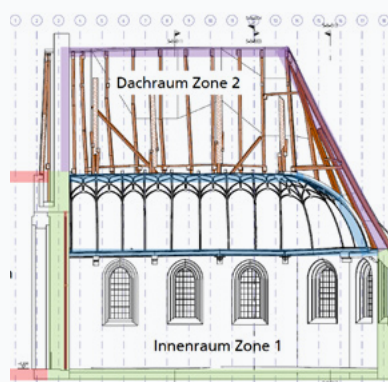
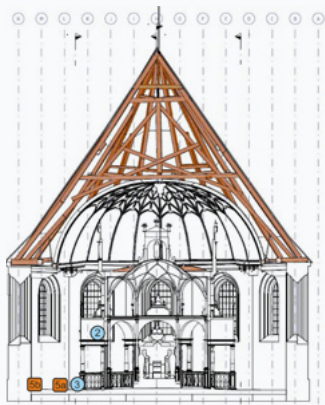
Das Edo-Wiemken-Denkmal in der Stadtkirche Jever ist durch Feuchtigkeit bedroht.

Kulturerbe-Forschung

Besseres Klima in Kirchen: Gebäudesimulation des Edo- Wiemken-Denkmal in Jever

Das Edo-Wiemken-Denkmal befindet sich in einer Gebäudeerweiterung zur Stadtkirche Jever, erbaut wurde es um 1560. Das Problem: Es ist derzeit unbeheizt, das Raumklima ist ungünstig – seit einigen Jahren treten daher vermehrt Schäden am Boden und Teilen der Raumschale sowie am Denkmal selbst auf. Bauphysikalische Untersuchungen mit Messung des Raumklimas ergaben: Die Raumluftfeuchte ist hoch, der absolute Feuchtegehalt ist durchschnittlich höher als an der Außenluft. Vermutlich liegt dies an einer inneren Feuchtequelle. Insbesondere im Fußboden





*links:
An mehreren Stellen wurden in der Kirche das Raumklima sowie Oberflächentemperaturen gemessen.*

*rechts:
Die Daten aus den 3D-Scans des Gebäudes wurden in ein mehrzoniales WUFI®-Plus-Raummodell für die hygrothermische Simulation überführt.*

sind Feuchte und Salzbelastung sehr hoch. Die hohe und wechselnde Feuchtebelastung wird als Ursache für die vorliegenden Schäden angesehen. Das Raumklima soll daher durch eine dauerhaft installierte technische Maßnahme verbessert werden – etwa eine Temperierung in Kombination mit einer Entfeuchtung, eine geregelte Belüftung oder eine reine Beheizung.

Damit die beteiligten Fachleute einschätzen können, wie wirksam die verschiedenen vorgeschlagenen Maßnahmen sind, und sie final auswählen können, führt das Fraunhofer IBP eine hygrothermische Gebäudesimulation durch. Dafür eignet sich das im Institut entwickelte hygrothermische Gebäudemodell WUFI® Plus, das bereits erfolgreich für Untersuchungen und die Entwicklung von Klimakonzepten in mehreren historischen Bauten eingesetzt wurde. Für die hygrothermische Simulation wird aus den Daten eines 3D-Scans ein Gebäudemodell des Baudenkmals erstellt. Dazu wurden neue Softwarelösungen und Schnittstellen getestet und es wurde der notwendige Workflow entwickelt – am konkreten Beispiel des Edo-Wiemken-Denkmal.

Raumluftfeuchte aus. Eine feuchtegesteuerte Beheizung dagegen würde das Raumklima nachhaltig verbessern, bei noch akzeptablem Energieeinsatz. Energetisch günstiger schneidet eine winterliche, leichte Temperierung mit gleichzeitiger Raumluftentfeuchtung ab. Die Ergebnisse liefern eine wissenschaftlich fundierte Entscheidungsgrundlage, auf deren Basis die beteiligten Fachleute eine passende und denkmalgerechte Lösung auswählen und das Edo-Wiemken-Denkmal somit präventiv konservieren können.

Kontakt

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

Nachdem die Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IBP die Simulation anhand der vorhandenen Messdaten kalibriert haben, berechneten sie das Raumklima mit ausgewählten Maßnahmen zur Klimastabilisierung. Obwohl die Feuchte im Kirchengebäude erhöht ist, zeigte die Berechnung: Die adaptive Lüftung wirkt sich nur mäßig auf die

Projekt- und Geschäftsfeldentwicklung

Das Ziel der im Jahr 2020 ins Leben gerufenen Abteilung Projekt- und Geschäftsfeldentwicklung ist die Erschließung relevanter Forschungsthemen und diese als neue Leistungsbereiche in die Linienorganisation einzugliedern.

Drei neue Bereiche stehen im Fokus. Die »Digitale Transformation« positionierte sich rund um das Thema Building Information Modeling (BIM) bereits gut sichtbar im Markt. Es gibt bereits erste wichtige Projekte wie das »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen« sowie das Transformationsprojekt der Fraunhofer-Bauabteilung.

Im Vorhaben »Industrialisiertes und Modulares Bauen« stehen Projekte industriell vorgefertigter Wohnungsbauten mit »Bauen mit Weitblick« genauso im Fokus wie Neuentwicklungen im Kreuzfahrt-Schiffsbau. Viele positive Transformationseffekte für die Bauwirtschaft sind speziell vom Schiffsbau zu erwarten.

»New Work« ist der dritte Bereich und wird gemeinsam mit der Abteilung Akustik erschlossen. Ziel ist es, die Attraktivität des Arbeitsplatzes zu sichern und die Leistungsfähigkeit der arbeitenden Menschen zu erhalten. Das Team verfolgt hierzu den Ansatz eines »Activity Based Working« – also einer tätigkeitsbezogenen Gestaltung des Arbeitsplatzes für den richtigen Mix an Kommunikation, Konzentration und Leistungserhalt.

Digitale Transformation

Kontakt

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

Hilfe für kleine und mittelständische Unternehmen

Für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) ist die digitale Transformation vielfach schwierig zu stemmen – so auch in der Bau- und Immobilienbranche. Hier setzt das »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen« an: Es informiert KMU über die vielfältigen Möglichkeiten der Digitalisierung, vermittelt digitale Kompetenzen und stärkt damit die Zukunftsfähigkeit der Branche. Die Unterstützung ist praxisnah und umfasst die gesamte Wertschöpfungskette Bau mit den Themenfeldern Projektentwicklung, Planen, Bauen, Handwerk und Betrieb.

Dazu bietet das Kompetenzzentrum fundierte Informationsmaterialien, Workshops sowie Veranstaltungen und demonstriert praxiserprobte Lösungen. Wichtig ist auch ein aktiver Austausch zwischen Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Bauverwaltungen und Verbänden – dieser wird ebenfalls über das branchenweite Kooperationsnetzwerk gefördert.

Das digitale Bauen ist Methode und Werkzeug zugleich, die einen Mehrwert für unsere gebaute Umwelt erschaffen.

Das Jahr 2020 war von der Corona-Pandemie geprägt: Es mussten viele Vorgänge auf rein digitale Transferformate umgestellt werden. Dennoch konnten die Anwender von knapp 400 Aktivitäten profitieren, mit mehr als 14 000 Teilnehmern. Gleichzeitig wurde das Online-Angebot deutlich ausgebaut – zum einen im Bereich der Erfahrungsberichte aus Praxisprojekten, zum anderen hinsichtlich der Handlungshilfen und Leitfäden im Downloadbereich. Mit fast 5000 Downloads konnten hier viele Anwendergruppen mit passenden Lösungen unterstützt werden. Grundlage für diesen umfassenden Informationsbestand bilden die inzwischen 35 Kooperationen mit wichtigen Branchenverbänden.

Im Herbst konnte hierzu der erste Verbandsgipfel mit allen Vertragspartnern erfolgreich realisiert werden – im Rahmen des ersten BIM-Tags Deutschlands. Um den Gipfel vorzubereiten, fanden mehrere Workshops zum Thema Digitalisierung und Nachhaltigkeit statt. Zur Veranstaltung wurde zudem ein BIM-Magazin veröffentlicht, in dem die Ergebnisse der Workshops der Allgemeinheit zur Verfügung stehen.



Fraunhofer-Allianz Bau



Virtuelles Schaufenster der Allianz Bau.

Eine von acht Leitmarkt-Initiativen

Welche Leitmärkte sind für die Zukunft der Fraunhofer-Gesellschaft relevant? Dies wurde in einer Zukunftsstudie untersucht. Das Ergebnis sind acht relevante Leitmärkte, welche über 80 Prozent der Forschungsumsätze vereinen. Zu den ersten sechs Piloten gehören der Anlagen- und Maschinenbau, die Energie- und Gesundheitswirtschaft, die Mobilität, die Digitalwirtschaft und die Bauwirtschaft.

Damit hat die Fraunhofer-Allianz Bau im Jahr 2020 eine neue Bedeutung innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft erhalten. 2021 folgten mit der Chemischen Industrie, der Ernährungswirtschaft und der Luft- und Raumfahrtwirtschaft weitere Leitmärkte.

Das Ziel der Fokussierung: In Marktsegmenten, die durch einen starken Veränderungsdruck und damit Forschungsbedarf geprägt sind, sollen Kunden und Unternehmen gezielt angesprochen werden. Zweifelsohne gehört die Bauwirtschaft zu den Bereichen, die noch viel Optimierungspotenzial aufweisen. Schließlich sind zahlreiche Veränderungen erforderlich – sei es hinsichtlich der Kreislaufwirtschaft, der Energieeffizienz und der Ressourcenschonung, sei es im Hinblick auf die Digitalisierung und die stärkere Industrialisierung. Kurzum: Die erforderlichen Expertisen

werden zunehmend komplexer. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, werden die vorhandenen Leistungspotenziale aus den Instituten erweitert: um einen Top-Down-Ansatz, der stark auf den Markt und die Kunden ausgerichtet ist. Auch eine neue Umsetzungsstruktur wurde aufgebaut. Sie verkürzt die Informationswege zu den Instituten ebenso wie durch die Institute und soll somit für schnelle Antwortzeiten beim Kunden sorgen.

Ziel ist ein »one-stop-shop« für alle Fragen rund um die Innovation in der Bau- und Immobilienwirtschaft – über agile Projekt-Teams sowie ein starkes Leistungsnetzwerk sollen ausgehend vom konkreten Kundenbedarf schnell Lösungen entwickelt werden. Um dies auf der Messe BAU 2021 demonstrieren zu können, dient ein digitales Schaufenster. Dieses können Kunden als virtuelle Informationsplattform nutzen, um sich über aktuelle Leistungsbilder und Projekte zu informieren. In einer einzigartigen 3D-Umgebung lassen sich schnell und informativ Erfahrungsberichte und Kontakte von der Kreislaufwirtschaft, der Klimaneutralität, BIM und Digitalisierung, Neues Wohnen und Arbeiten 4.0 bis hin zu Smart Home und Smart City erleben. Selbst die sonst physisch präsentierten Exponate neuester Innovationen wurden virtualisiert und können vom Besucher der Plattform in 3D-Viewern betrachtet werden.

Kontakt

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

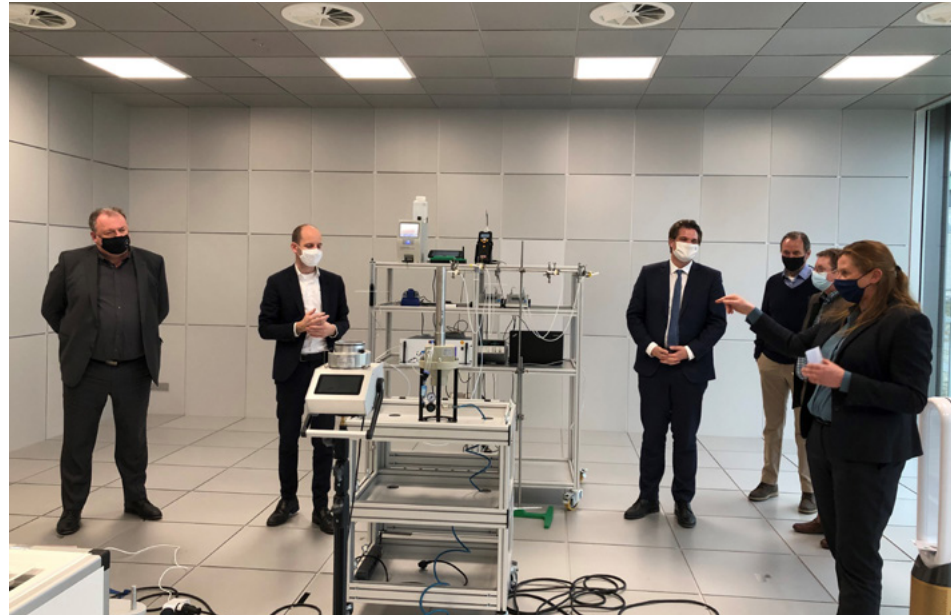
Namen, Daten, Ereignisse

Politisch umsetzen, was technisch möglich ist	53
Unsere Top-Veranstaltungen	55
Bandbreite unserer Forschungsthemen	56
Personelles und Organisatorisches	58

Politisch umsetzen, was technisch möglich ist

Bayerische Staatsregierung informiert sich vor Ort

Rund zwei Dutzend Vertreter und Vertreterinnen aus Politik, Verbänden und Wirtschaft verschafften sich – initiiert durch Walter Nussel (MdL), Beauftragter für Bürokratieabbau der Bayerischen Staatsregierung – direkt vor Ort in Holzkirchen bzw. digital zugeschaltet einen persönlichen Überblick über das Projekt »Hy4HoGa«. Prof. Dr. Gunnar Grün informierte über die Untersuchungen zur Wirksamkeit und zum geeigneten Einsatz ausgewählter Luftreinigungstechnologien im Filterprüfstand und Modellraum des »Indoor Air Test Center«. Die Tests erfolgen auf Basis repräsentativer Szenarien anhand von Corona-Surrogat-Viren. Ziel ist es, Lösungen zur Verringerung der Viruslast in der Luft zu erarbeiten bzw. zu adaptieren, die kostengünstig und ohne großen baulichen Aufwand in verschiedenen Raumsituationen schnell umsetzbar sind.



Prof. Dr. Gunnar Grün mit den Gästen aus den bayerischen Staatsministerien in den Speziallaboren des Fraunhofer IBP.

»Healthy Air Initiative« – Start eines gemeinsamen Beratungszentrums für gesunde Raumluft

Kleine und mittlere Unternehmen sind substantziell bis existenziell von der Corona-Krise betroffen. Sie benötigen schnell und praxisnah wissenschaftlich fundierte Lösungen zur Reduzierung der Virusübertragung durch Aerosole. Das gemeinsame Beratungszentrum des Fraunhofer IBP, Fraunhofer IGB und Fraunhofer IPA und eine daran angeschlossene Studie verfolgen ein integriertes Konzept aus Forschung, Wissenstransfer und Vernetzung, um künftig Unternehmen individuelle und effektive Hilfe anzubieten und sie zu jeweils geeigneten und wirksamen Anpassungen der Hygiene- und Lüftungskonzepte in ihren Betrieben zu beraten. Noch Ende 2020 hat das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg die »Healthy Air Initiative« beschlossen.

Landesregierung folgt Empfehlungen des Fraunhofer IBP

»Wenn wir mehr gegen die Erderwärmung tun wollen, müssen wir die Herausforderung der Klimakrise hier und heute mit aller Kraft angehen«, so Ministerpräsident Winfried Kretschmann. Auf Empfehlung des Fraunhofer IBP verdoppelt die baden-württembergische Landesregierung ihre Anstrengungen und investiert Jahr für Jahr 80 Mio € in energetische Sanierungsmaßnahmen der eigenen Liegenschaften. Das Land wird seiner Vorreiterrolle gerecht, bis 2020 eine Absenkung der CO₂-Emissionen um 40 Prozent gegenüber dem Basisjahr 1990 zu erreichen: Das Fraunhofer IBP hat bei der Weiterentwicklung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes für landeseigene Liegenschaften wissenschaftliche Unterstützung geleistet.

unten:

Jakob Blasl (Aktivist Fridays for Future, I.), Klaus Peter Sedlbauer (Leiter des Fraunhofer IBP, M.) und Norbert Reuter (Geschäftsführer der Stadt Konstanz) beim »Vordenker-Panel Nachhaltigkeit« auf dem Ludwig-Erhard-Gipfel 2020.

ganz unten:

Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut, baden-württembergische Landesministerin für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau, machte sich ein Bild von den Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IBP.

rechts:

Wasserstoff als Schlüsselement für die Energiewende.

Agenda: Klimaschutz

Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut, baden-württembergische Landesministerin für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau, besuchte anlässlich ihrer Sommerreise die Stuttgarter Labore des Fraunhofer IBP. Nachhaltiges Bauen sowie der Transfer von Wissen auf die Baustelle standen im Zentrum der Agenda. Während ihres Rundgangs erhielt die Ministerin Einblicke in praxisnahe Lösungen, die unmittelbare Beiträge für den Klimaschutz leisten, wie beispielsweise Systeme zur Innendämmung und zur energieeffizienten Bautrocknung nach Leitungswasserschäden. Auch innovative Baustoffe, nachhaltige Verbrennungstechnik und weitere Forschungsergebnisse wurden vorgestellt.

Teil des Fraunhofer-Netzwerks Wasserstoff

Mit der kurzfristigen Entwicklung von Wasserstofftechnologien bis zur Marktreife will die Fraunhofer-Gesellschaft einen Beitrag zur Energiewende leisten – und hat das Fraunhofer-Netzwerk Wasserstoff mit 20 Mitgliedsinstituten ins Leben gerufen. Auch das Fraunhofer IBP ist eingebunden. Mit dem umfassenden Wissen zur vollständigen Abbildung entlang der Wertschöpfungsketten übernehmen sie die Nachhaltigkeitsbewertung von Wasserstoff und dessen Infrastruktur.

Die wissenschaftlich fundierte Untersuchung der Umweltwirkungen umfasst u. a. die Berechnung von Ökobilanzen sowie Carbon und Water Footprint ebenso wie die Durchführung von Kostenanalysen und die Bewertung von Sozialprofilen.

Ludwig-Erhard-Gipfel 2020

»Wir.Gestalten.Zukunft.« ist das Motto des renommierten Ludwig-Erhard-Gipfels, in dem Nachhaltigkeit, Energie und Umwelt ganz oben auf der Agenda stehen. Rund 700 Spitzenvertreter aus Wirtschaft, Politik, Wissenschaft, Medien und Gesellschaft trafen sich im Januar 2020 am Tegernsee, um sich den drängenden Fragen unserer Zeit zu stellen und Lösungsansätze für die Zukunft zu formulieren. Volkswirtschaftlich gesehen sei die Energiewende günstiger, als weiterzumachen wie bisher, sagte Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer und unterstrich die Lösungskompetenz Deutschlands bei der CO₂-Reduktion. Allerdings sei schnelles Handeln vonnöten.



Unsere Top-Veranstaltungen

Fachsymposium Effizienzhaus Plus

Impulse zum Klimawandel, Energieeffizienz und Lebenszyklus gab der 16. Workshop des Forschungsnetzwerks Effizienzhaus Plus auf der bautec in Berlin mit nahezu 300 Teilnehmenden. Das digitale Format bot Austausch über Ergebnisse und Erfahrungen aus der Praxis von Effizienzhaus Plus-Modellvorhaben.

ILA Goes Digital

Als Ersatz für die COVID-19-bedingte Absage der Internationalen Luft- und Raumfahrt Ausstellung ILA Berlin haben die Aussteller die Online-Plattform »ILA Goes Digital« auf den Weg gebracht. In Zusammenarbeit mit dem Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e. V. bot die Messe in regelmäßigen Abständen Produkt- und Innovationspräsentationen, Diskussionsveranstaltungen, Webinare und vieles mehr online an.

Online-Seminar Integrated Solutions for Daylighting and Electric Lighting

Innerhalb des IEA SHC Task 61 arbeitet das Fraunhofer IBP an Strategien für die Kombination von Tageslicht und Kunstlicht sowie entsprechende Steuerungsansätze, um energieeffiziente Beleuchtungskonzepte und optimale Lichtverhältnisse für den Menschen zu erzielen. In zwei virtuellen Slots gaben unter der Leitung des Fraunhofer IBP Expertenteams des Verbundprojekts weltweit 225 Teilnehmern aus über 16 Zeitzonen Einblicke in ihre Arbeit.

Symposium Menschen in Räumen im digitalen Veranstaltungsformat

Wie lässt sich eine menschenzentrierte Büroumgebung schaffen, in der Menschen ihr volles Potenzial entfalten können?



Der fachübergreifende Austausch des digitalen 4. Symposiums »Menschen in Räumen« demonstrierte erfolgversprechende Ansätze und erstreckte sich über Themen wie Humane Arbeitswelten, Gerüche in Innenräumen, der professionelle Einsatz von Headsets, personalisierte Klimatisierung und Lüftung, bis hin zum Sonnenlicht aus der Steckdose. Auch in Zeiten von »Alexa« sind physische Räume für den Austausch von Wissen und Erfahrung unabdingbar. Die Natur in den Arbeitsraum zu bringen und damit eine Wohlfühlumgebung für den Wissensträger Mensch zu kreieren, ist das Ziel des Biophilic Designs.

Fraunhofer IBP Teil der Fraunhofer Solution Days 2020

Gesundheit, Wirtschaft, Mobilität und Technik – die Fraunhofer Solution Days liefern jedes Jahr innovative und ganzheitliche Lösungen rund um gesellschaftsrelevante Themen. Das Fraunhofer IBP gestaltete den Themenpart »Mobilitätswirtschaft – Antriebe und Verkehrswege von morgen« mit. Neben dem 360°-Rundgang durch die Labore stellte die Forschungsgruppe auch aktuelle Forschungsprojekte aus Aviation und Avionik vor.

Eine Podiumsdiskussion mit Vertretern der Wohnungswirtschaft, Kommunen, Ministerien, Forschung und Baubranche zu »Effizienzhaus Plus – Erfahrungen aus erster Hand« bot fachübergreifende Informationen.

Bandbreite unserer Forschungsthemen

Erfassung der Virenausbreitung in Rettungswagen

Durch kontaminierte Oberflächen und infektiöse Tröpfchen bzw. Aerosole ist die Virenübertragung stark erhöht. Gerade auch in Rettungswagen besteht durch häufigen Patientenwechsel und kontagiöse Patienten ein erhöhtes Infektionsrisiko. Der Bedarf an effizienten, robusten und einfachen Desinfektionsverfahren, die flexibel für unterwegs oder unmittelbar nach Transport eingesetzt werden können, ist groß. Forschende des Fraunhofer-Instituts für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV und des Fraunhofer IBP arbeiten gemeinsam daran, Infektionsrisiken in Rettungswagen zu minimieren. Dafür soll zunächst die Verteilung der Viren im Raum untersucht und anschließend ein Vorhersagemodell der Verteilungsdynamik entwickelt werden. Dieses ist Grundlage für die im nächsten Schritt erfolgende Erstellung von Konzepten zur schnellen und sicheren Dekontamination der Innenräume von Rettungswagen.

links:

Systeme mit photoakustischen Sensoren können die Narkose von Menschen gezielter überwachen.

rechts:

Das Fraunhofer IVV und das Fraunhofer IBP arbeiten gemeinsam an Lösungen zur Minimierung von Infektionsrisiken in Rettungswagen.

Schnellbewertung der Raumlftströmungen für optimale Schutzmaßnahmen an Arbeitsstätten

Arbeits- und Produktionsstätten müssen die vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales erlassenen SARS-CoV-2-Arbeitsschutzregeln

einhalten. Um Anordnungen, Arbeitsabläufe und Lüftungskonzepte nach ihrem Infektionsrisiko bewerten zu können, benötigen die Verantwortlichen geeignete Werkzeuge. Eine gute Entscheidungsgrundlage dafür bieten Simulationsmodelle. Fachleute am Fraunhofer IBP ist es möglich, Raumlftströmungen mit der Indoor Environment Simulation Suite (IESS) und damit Lüftungskonzepte unter verschiedenen Lastfällen zu simulieren. Eine weitere Leistung ist die Risikoanalyse für die Virenausbreitung in Räumen, aber auch in Verkehrsmitteln wie Flugzeugen, Bussen und Bahnen. Diese Simulationen unterstützen Unternehmen bei der Einrichtung von temporären Schutzmaßnahmen an Arbeitsstätten und helfen dabei, getroffene Schutzmaßnahmen zu optimieren.

Wissenschaftliche Begleitung von (Bau-)Sachverständigen

Bauschäden verursachen enorme ökonomische und ökologische Schäden. Es ist deshalb essenziell, Schäden nicht nur juristisch, sondern auch wissenschaftlich fachlich korrekt aufzuarbeiten. Die Offensive »Qualität am Bau« des Fraunhofer IBP hat zum Ziel, (Bau-)Sachverständige, Versicherungen und Unternehmen wissenschaftlich mit fachlicher Expertise zu begleiten.

Effiziente Überwachung der Narkose mithilfe photoakustischer Sensoren

Forschungsteams der Klinik für Anaesthesiologie am Klinikum der Universität München



(LMU) und des Fraunhofer IBP entwickeln im Projekt »PHOTOFOL« ein System zur Routineüberwachung des Propofol-Wirkspiegels. Das Narkosemittel ist im Vergleich zu gasförmigen Anästhetika besser verträglich, doch gibt es Hinweise darauf, dass Propofol das Risiko für unerwünschte Wachheit während der Narkose – eine sogenannte Awareness – erhöht. Mithilfe von photoakustischen Sensoren soll ein System entwickelt werden, das robust, kompakt, einfach zu reinigen und im Operationssaal anwendbar ist.

Mit Klimamodellen Schadensrisiken abschätzen

Mit welchen Wetterereignissen ist in Deutschland zukünftig zu rechnen und wie können Schäden an historischen Stätten vermieden werden? Im Projekt »KERES«, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, ist das Fraunhofer IBP durch eine umfassende Expertise in den Bereichen der Hygrothermik und der Präventiven Konservierung beteiligt. Ziel ist es, mit hochauflösenden regionalen Klimamodellen Schadensrisiken für historische Gebäude sowie Gärten und Kulturlandschaften mit ihren einzigartigen Sammlungen von Nutz- und Zierpflanzen abzuschätzen und nachhaltige Präventions- und Notfallmaßnahmen für den Erhalt zu entwickeln.

Studie über Wahrnehmung von Vollspektrum-LEDs

Zusammen mit nationalen und internationalen Industriepartnern untersuchte das Fraunhofer IBP die kognitionspsychologische Wirkung von Vollspektrum-LEDs im Vergleich zu Standard-LEDs auf den Menschen in Büros. Probandentests dazu erfolgten im HiPIE-Labor des Fraunhofer IBP. Weitere Untersuchungen – z. B. in Großraumbüros, aber auch im Gastgewerbe oder im Gesundheits- und Bildungswesen – sollen folgen.

Bessere Luft dank innovativer Grilltechnik

Welche Emissionen entweichen aus gewerblichen Holzkohlegrills und wie lässt sich die Wirksamkeit mehrstufiger



Abgasreinigungsprozesse bewerten? Im Auftrag des Umweltbundesamts führte das Fraunhofer IBP Grilltests durch, um festzustellen, wie sich der mit Schadstoffen belastete Grillrauch sowie die Geruchsbelästigung reduzieren und ob sich Abgasgrenzen für Holzkohlegrills in Restaurants ins Gesetz aufnehmen lassen. Zahlreiche Leitmedien wie das SWR-Fernsehen, T-Online, FOCUS, SPIEGEL online, Süddeutsche Zeitung, Die Welt berichteten über das Projekt. Nach der öffentlichen Aufmerksamkeit zeigten mehr als 120 Fachleute ihr großes Interesse an den Forschungsergebnissen. Das Umweltbundesamt als Förderer des Projekts bewertete den Workshop als großen Erfolg und zugleich als Anknüpfungspunkt für weitere Forschung und Entwicklung.

Wie nachhaltig ist mein Gebäude?

Das Baugewerbe ist einer der ressourcenintensivsten Wirtschaftszweige. Bau und Betrieb von Gebäuden, Herstellung sowie Transport von Baustoffen und deren Recycling wirken sich im Verlauf ihres gesamten Lebenszyklus auf die gebaute Umwelt aus. Wie kann es Planern und Architekten gelingen, trotz der vielen wechselseitigen Einflussgrößen bereits in der Planungsphase vorausschauend die richtigen Entscheidungen in puncto Nachhaltigkeit zu treffen? Die Software »GENERIS®« des Fraunhofer IBP bietet einfach handhabbare, jedoch umfassende Berechnungen von Gebäude-Ökobilanzen. Grundlage dieses Programms ist ein Datenbanksystem mit einer Ausführlichkeit und Komplexität, das es in dieser Form bisher nicht gab.



*oben:
Simulation eines historischen Gebäudes in Zeiten des Klimawandels.*

*unten:
Das Logo der Software GENERIS®. Die Software des Fraunhofer IBP ermöglicht detaillierte Berechnungen von Gebäude-Ökobilanzen.*

Psychoakustisch determinierte Schallschutzklassen für den Holzbau

Ein digitaler Kick-off eröffnete das interdisziplinäre Forschungsprojekt »SKH-CO2 – Psychoakustisch determiniertes Klassifikationssystem zum Schallschutz für CO₂-bindende Bauweisen«. Im Verbund mit dem Holzbau Deutschland-Institut erarbeitete das Fraunhofer IBP ein psychoakustisches Klassifikationssystem, das eine Beurteilungsskala für die akustische Qualität von Einfamilienhäusern definiert. Wesentliches Element ist ein Leitfaden, der planende und ausführende Unternehmen unterstützt, die Qualität des baulichen Schallschutzes fachgerecht auszuarbeiten und herzustellen.

Neuer Imagefilm über das HiPIE-Labor

Auf dem MiR-Symposium feierte er Premiere: der neue Imagefilm des »High Performance Indoor Environment (HiPIE)«-Labors, welcher eindrucksvoll die Möglichkeiten unseres innovativen Raumlabor für Wirkungsforschung aufzeigt. Hier können menschliche Wahrnehmung, das Empfinden, Erleben und Verhalten untersucht und Wirkungszusammenhänge evaluiert werden.

Das Labor High Performance Indoor Environment (HiPIE) eröffnet vielfältige Möglichkeiten zur Erforschung der menschlichen Wahrnehmung.



Personelles und Organisatorisches

Berufung von Prof. Dr. Gunnar Grün in den Expertenkreis Aerosole

Aerosole gelten als einer der wesentlichen Übertragungswege für SARS-CoV-2. Die baden-württembergische Landesregierung hat Ende 2020 den multidisziplinären Expertenkreis Aerosole eingesetzt. Dieser bringt die wissenschaftliche Kompetenz in den relevanten Fachgebieten zum Thema »Übertragungsweg durch Aerosole« ein. Als Experte auf den Gebieten der Aerosolausbreitung und Raumluftströmungen vertritt Prof. Dr. Gunnar Grün das Fraunhofer IBP in diesem Expertenkreis.

Prof. Dr. Gunnar Grün in die EASAC-Experten-Gruppe aufgenommen

Die Umstellung der Energiewirtschaft hin zu einem niedrigeren Umsatz von Kohlenstoff (Dekarbonisierung) spielt für die EU-weite Reduktion des Kohlenstoffausstoßes auf null bis 2050 eine wichtige Rolle. Die hierfür gegründete Expertengruppe European Academies Science Advisory Council (EASAC) ernannte Prof. Dr. Gunnar Grün zum Mitglied. Im Zuge des European Green Deal beabsichtigt die EU-Kommission die Implementation einer »Renovation Wave«-Initiative. In den Mitgliedstaaten wird derzeit nur etwa ein Prozent der Gebäude renoviert. Um die Energieeffizienz zu steigern und Treibhausgasemissionen zu senken, ist jedoch ein schnelleres Tempo bei der Sanierung notwendig.

Neue Verwaltungsdirektorin am Fraunhofer IBP

Seit dem 1. August 2020 verstärkt Dr. Merve Finke v. Berg die Leitung des Fraunhofer IBP in der Verwaltung. Als promovierte und praktizierende Juristin war sie viele Jahre und in verschiedenen Führungspositionen im Großanlagenbau aktiv. Mit diesem Wissen und ihren umfassenden Erfahrungen widmet sich Dr. Finke v. Berg der strategischen Institutsentwicklung sowie großen Projekten.

Dr. Ralf Kilian zum Professor an die Otto-Friedrich-Universität Bamberg berufen

Die Otto-Friedrich-Universität Bamberg hat Ralf Kilian zum Professor für »Präventive Konservierung in der

Baudenkmalpflege« berufen. Diese gemeinsame Berufung der Universität Bamberg und der Fraunhofer-Gesellschaft zielt darauf, die Verbindung zwischen Forschung und Lehre in der Denkmalpflege und Altbausanierung zu vertiefen – vor allem durch Verknüpfung des Fraunhofer-Zentrums Benediktbeuern mit dem Kompetenzzentrum für Denkmalwissenschaften und Denkmaltechnologien in Bamberg.

Neue Abteilung Forschungsmanagement

Die neue Abteilung Forschungsmanagement unter Leitung von Prof. Dr. Gunnar Grün unterstützt die zielgerichtete Verwertung von Forschungsergebnissen. Sie führt die Aktivitäten des Innovationsmanagements, das übergreifende strategische Projektmanagement, die Kulturerbe-Forschung sowie die organisatorische Entwicklung zusammen.

Projekt- und Geschäftsfeldentwicklung

Das Ziel der im Jahr 2020 ins Leben gerufenen Abteilung Projekt- und Geschäftsfeldentwicklung ist es, relevante Forschungsthemen zu erschließen und diese als neue Leistungsbe- reiche in die Linienorganisation einzugliedern. Thomas Kirmayr leitet diese Abteilung, in der auch die Fraunhofer-Allianz Bau verankert ist.

Als gefragter Fachmann wurde Prof. Dr. Gunnar Grün in verschiedene Expertenkreise berufen.



Dr. Ralf Kilian wurde zum Professor an die Otto-Friedrich-Universität Bamberg berufen.



Thomas Kirmayr leitet die neu gegründete Abteilung Projekt- und Geschäftsfeldentwicklung.



Prof. Dr. Wolfgang Fasold bei der Moderation des Bauphysikkongresses im Jahr 1993.



Trauer um Prof. Dr. Wolfgang Fasold

Als renommierter Bau- und Raumakustiker kam Prof. Dr. Wolfgang Fasold 1992 als Leiter der Raumakustik sowie stellvertretender Direktor ans Fraunhofer IBP. Sein besonderes Augenmerk galt der raumakustischen Planungspraxis und entsprechender Methoden, u. a. der Modellmesstechnik. Mit der Umgestaltung des Bonner Plenarsaals und Planung eines Konzertsaalkomplexes in Ankara hat er das Fraunhofer IBP international und über die Fachwelt hinaus bekannt gemacht.

Wolfgang Fasold hat die Geschehnisse der Akustik in Ostdeutschland maßgeblich mitgeprägt, vor allem als Leiter der Bauakademie der DDR in Berlin. Mit seinen Arbeiten zur raumakustischen Modellmesstechnik hat er international Maßstäbe gesetzt und als raumakustischer Berater u. a. das neue Gewandhaus in Leipzig, den Palast der Republik und das Schauspielhaus (heute Konzerthaus) in Berlin geprägt.

Das Fraunhofer IBP gedenkt einem bedeutenden Wissenschaftler und sympathischen Menschen.

Dr. Merve Finke v. Berg verstärkt seit dem 1. August 2020 die Institutsleitung.



Wissenschaftliches Profil



Anpassung des Filterprüfstands an die aktuelle Fragestellung.

Akkreditierte Prüfstellen

Die Prüfstellen des Fraunhofer IBP wurden 2019 erfolgreich nach der neuen DIN EN ISO/IEC17025:2018 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) akkreditiert und fachlich erweitert. Damit bietet das Institut seinen Kunden Prüfleistungen auf höchstem Niveau aus folgenden Fachgebieten an:

- Bauakustik, Schallimmissionsschutz
- Emissionen, Umwelt und Hygiene
- Feuchte und mineralische Werkstoffe
- Feuerstätten, Abgasanlagen
- Kennwerte für Dämmstoffe, Fenster, Fassaden und Bauteile

Die Akkreditierung stellt sicher, dass die überprüften Produkte, Verfahren und Dienstleistungen hinsichtlich ihrer Qualität und Sicherheit valide und nachvollziehbar sind, einem analytisch-technisch anspruchsvollem Niveau entsprechen und mit den Vorgaben entsprechender Normen, Richtlinien und Gesetze konform sind. Den Prüfstellen wurde als höchste Akkreditierungsstufe die »flexible Akkreditierung« zuerkannt und berechtigt sie

damit, neue Prüfverfahren zu entwickeln und anzuwenden sowie vorhandene Prüfverfahren zu modifizieren.

www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/prueflabore

Akkreditierte und notifizierte Zertifizierungsstelle

Die Zertifizierungsstelle ist eine unabhängige und eigenständige Einheit innerhalb des Fraunhofer IBP und führt im Rahmen der EU-Bauproduktenverordnung (BauPVO) Überwachungs- und Zertifizierungstätigkeiten für verschiedene Baustoffe und Bauteile durch.

www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/zertifizierungsstelle

Spezielle Versuchseinrichtungen

Leistungsfähige Labore und einmalige Prüfeinrichtungen sowie das größte bekannte Freilandversuchsgelände am Standort Holzkirchen erforschen ein breites Spektrum komplexer 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

Bauphysikalische Software

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

www.ibp.fraunhofer.de/software

Internationale Kooperationen

Das Institut hat mit vielen nationalen und internationalen Institutionen Vereinbarungen zur projektbezogenen Zusammenarbeit und

verfolgt das Konzept von »strategischen Partnerschaften« weltweit.

www.ibp.fraunhofer.de/kooperationen

Mitarbeit in Ausschüssen und Gremien

Die Mitarbeit in vielen nationalen und internationalen Ausschüssen und Gremien ermöglicht ein direkter Erfahrungs- und Informationsaustausch auf relevanten Fachebenen.

www.ibp.fraunhofer.de/ausschuesse-und-gremien

Publikationen

Das Fraunhofer IBP blickt im Berichtszeitraum auf eine Vielzahl von Publikationen in vielen Disziplinen zurück. Das generierte Wissen steht der Fachwelt und allen Interessierten offen.

www.ibp.fraunhofer.de/publikationen

Wissenschaftliche Vorträge

Die Vorträge der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weisen eine große thematische Bandbreite auf und spiegeln die Vielfalt der Forschungsthemen des Instituts wider.

www.ibp.fraunhofer.de/vortraege

Lehrtätigkeiten

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

www.ibp.fraunhofer.de/lehrtaeigkeiten-und-vorlesungen

Abschlussarbeiten

www.ibp.fraunhofer.de/abschlussarbeiten

Dissertationen

www.ibp.fraunhofer.de/dissertationen

Lizenzpartner und -produkte

www.ibp.fraunhofer.de/lizenzpartner-und-produkte

Erteilte und angemeldete Patente

www.ibp.fraunhofer.de/erteilte-patente

www.ibp.fraunhofer.de/publizierte-patente

Zonale Unterteilung eines Klassenzimmers zur Simulation von Raumlüftungskonzepten.



Innovationszentren



Digital planen, bauen und betreiben

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen unterstützt kleine und mittelständische Unternehmen der Bau- und Immobilienbranche bei der digitalen Transformation. Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen hat alle Phasen und Themenbereiche des digitalen Planens, Bauens und Betreibens im Blick: Projektentwicklung, Planen, Bauen und das Betreiben von Bauwerken können dank digitaler Methoden und Techniken effizienter und transparenter ablaufen und besser aufeinander abgestimmt werden. Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen ist bundesweit aktiv und wird von fünf starken Partnern, die an ihren jeweiligen Standorten auch regionaler Ansprechpartner für kleine und mittlere Unternehmen sind, gebildet. Partner sind Fraunhofer IBP, Fraunhofer IAO, Fraunhofer IFF, Jade Hochschule, Ruhr-Universität Bochum.

www.kompetenzzentrum-planen-und-bauen.digital



Kontakt

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

Produkte und Dienstleistungen »on demand«

Das Leistungszentrum »Mass Personalization« ist eine gemeinsame Initiative des Fraunhofer IAO, Fraunhofer IBP, Fraunhofer IGB und Fraunhofer IPA mit der Universität Stuttgart. Ziel ist die Entwicklung von branchenübergreifenden Verfahren, Produktionssystemen und neuen Geschäftsmodellen zur kosteneffizienten Herstellung personalisierter Produkte gemeinsam mit der Industrie

- für personalisierte Assistenzsysteme, Medizintechnik- und Sportprodukte,
- im Bereich modularisiertes Bauen, transformierbare Fahrzeugkonzepte sowie für Consumer Products und Dienstleistungen,
- in der Qualitätssicherung, Logistik- und Produktion personalisierter therapeutischer Produkte.

www.masspersonalization.de



Kontakt

Dr. Daniel Wehner
Telefon +49 711 970-3167
daniel.wehner@ibp.fraunhofer.de

Sicher vom Sensor in die Cloud

Das Leistungszentrum »Sichere intelligente Systeme« ist ein Zusammenschluss von Fraunhofer AISEC, Fraunhofer EMFT, Fraunhofer IBP, Fraunhofer IGCV, Fraunhofer IKS und Fraunhofer IVV aus dem Großraum München mit der Technischen Universität München, der Universität der Bundeswehr München sowie der Hochschule München. Das Kompetenzportfolio des Leistungszentrums umfasst Folgendes:

- Konzeption, Entwicklung und Aufbau intelligenter Sensorknoten zur Datenerfassung für kundenspezifische Anwendungen
- Vernetzung eingebetteter Systeme, wie Sensorknoten und Steuergeräte, durch drahtlose und leitungsgebundene Kommunikationssysteme
- Aufbau von sicheren cloudbasierten Daten- und Steuerungslösungen
- Konzept und Aufbau von Echtzeit-Kommunikationssystemen im industriellen Umfeld
- Konzeption, Evaluierung und Absicherung von neuen Kommunikationsarchitekturen und -technologien für echtzeitfähige, zuverlässige und sichere Fahrzeug-Umwelt-Vernetzung
- Test von Konformität, Performance und Security in Testumgebungen und Kundenszenarien

www.lz-sis.de



Kontakt

Dr. Sabine Trupp
Telefon +49 89 54759-561
sabine.trupp@emft.fraunhofer.de

Sehen, verstehen und erfolgreich anwenden

Das Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege Benediktbeuern gibt in der Alten Schäfllerei des Klosters Benediktbeuern durch Forschung, Demonstration, Wissenssammlung und -vermittlung Antworten auf Fragen zur nachhaltigen und dauerhaften Erhaltung identitätsstiftender Zeugnisse unserer Baukultur. Für diese Initiative arbeiten Forschung, Industrie und Denkmalpflege eng zusammen.

Das Fraunhofer IBP und das Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB haben das denkmalgeschützte Gebäude aus der Mitte des 18. Jahrhunderts als Anschauungsobjekt im Sinne einer »Gläsernen Baustelle« denkmalgerecht und unter energetischen Gesichtspunkten instand gesetzt und einer neuen Nutzung zugeführt.

www.denkmalpflege.fraunhofer.de

We power Innovation

Der Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus S-TEC ist eine Plattform mit internationaler Sichtbarkeit. Sie vernetzt gezielt Unternehmen mit wissenschaftlichen Einrichtungen, um zukunftsrelevante Forschungsthemen mit hohem technischen Innovationscharakter voranzutreiben. Kooperationspartner sind die Fraunhofer-Gesellschaft, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), die Max-Planck-Gesellschaft, die Universität Stuttgart sowie die Hochschule für Medien.

<https://s-tec.de>

Fraunhofer-Zentrum
Benediktbeuern



Kontakt

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



Kontakt

Dr. Daniel Wehner
Telefon +49 711 970-3167
daniel.wehner@ibp.fraunhofer.de

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz. Mit inspirierenden Ideen und nachhaltigen wissenschaftlich-technologischen Lösungen fördert die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaft und Wirtschaft und wirkt mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft.

Interdisziplinäre Forschungsteams der Fraunhofer-Gesellschaft setzen gemeinsam mit Vertragspartnern aus Wirtschaft und öffentlicher Hand originäre Ideen in Innovationen um, koordinieren und realisieren systemrelevante, forschungspolitische Schlüsselprojekte und stärken mit wertorientierter Wertschöpfung die deutsche und europäische Wirtschaft. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Austausch mit den einflussreichsten Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 75 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 29 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,4 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund ein Drittel steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren

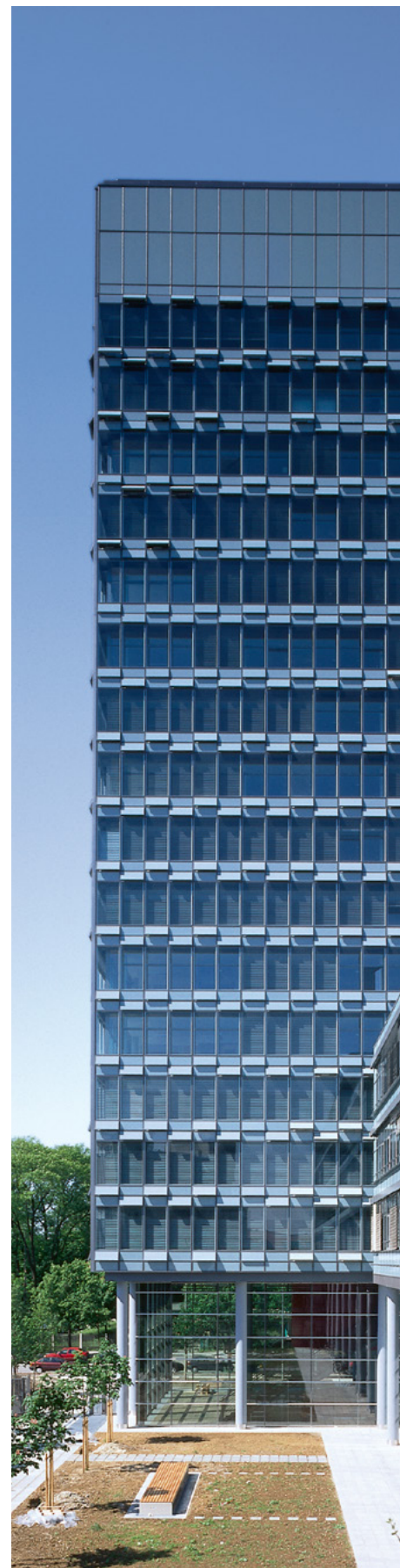
für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht weit über den direkten Nutzen für die Auftraggeber hinaus: Fraunhofer-Institute stärken die Leistungsfähigkeit der Unternehmen, verbessern die Akzeptanz moderner Technik in der Gesellschaft und sorgen für die Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Hoch motivierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf dem Stand der aktuellen Spitzenforschung stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Fraunhofer bietet daher die Möglichkeit zum selbstständigen, gestaltenden und zugleich zielorientierten Arbeiten und somit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung, die zu anspruchsvollen Positionen in den Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft befähigt. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und des frühzeitigen Kontakts mit Auftraggebern 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.

Stand der Zahlen: Januar 2021
www.fraunhofer.de



Impressum

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP Institutsleitung
Prof. Dr. Philip Leistner (geschäftsführend)
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer
Dr. Merve Finke v. Berg

Anschriften

Institut Stuttgart
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 Nürnberg
c/o Energie Campus Nürnberg Fürther Straße 250, 90429
Nürnberg
Telefon +49 911 56854-9143

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

Leitung Unternehmenskommunikation

Silke Kern

Redaktion und Texte

Janine van Ackeren, Rita Schwab (Projektleitung)
sowie Mitarbeitende des Fraunhofer IBP

Gestaltung

Ansichtssache, München

Druck

Fraunhofer Verlag, Mediendienstleistungen

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

Bildquellen

Adobe Stock: Seite 12, 17 (o.)
Fraunhofer CPM: Seite 46
Fraunhofer-Gesellschaft: Seite 64–65
K2K GmbH: Seite 54 (o.)
Lumitronix® LED-Technik GmbH: Seite 17 (u.)
Shutterstock: Titelbild, Seite 6–7, 11, 13, 18, 19, 26–27,
28 (3. Bild o. und 2. Bild u.), 30 (o. und u.), 31 (l.),
32 (o. und u.), 33 (o.), 34 (o. und u.), 35 (o. und u.),
42–43, 52, 54 (r.u.), 56 (l.), 62
Hanke Tammen: Seite 47

Fraunhofer IBP/Benjamin Müller: Seite 14, 15 (o. + u.)
Fraunhofer IBP/Bernd Müller: Titelbild, Seite 5 (l. und r.), 20,
40 (o. und u.), 45 (r. und l.), 56 (r.) 59 (vier Portraits unten), 60

Alle übrigen Abbildungen:
© Fraunhofer IBP

**Besuchen Sie auch unsere
Social-Media-Kanäle**



[www.twitter.com/
Fraunhofer_IBP](https://www.twitter.com/Fraunhofer_IBP)



[www.xing.com/companies/
fraunhofer
-institut-fuer-bauphysik-bp](https://www.xing.com/companies/fraunhofer-institut-fuer-bauphysik-bp)



[www.linkedin.com/company/
fraunhofer-ibp](https://www.linkedin.com/company/fraunhofer-ibp)



[www.youtube.com/channel/
UC6JAnojcYCxVk0h2sqqCQXA](https://www.youtube.com/channel/UC6JAnojcYCxVk0h2sqqCQXA)

