



Fraunhofer

IBP

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

BAUCHEMIE, BAUBIOLOGIE, HYGIENE



»DIE NEUGIER STEHT IMMER AN ERSTER STELLE EINES PROBLEMS, DAS GELÖST WERDEN WILL.«

GALILEO GALILEI

MIT DEN ARBEITSGRUPPEN

- **CHEMIE UND SENSORIK**
- **BIOLOGIE**
- **PRÜFWESEN**
- **BETONTECHNOLOGIE UND FUNKTIONALE BAUSTOFFE**

forscht die Abteilung an chemischen, sensorischen, betontechnologischen, biologischen und hygienischen Fragestellungen, die innen und außen an Gebäuden sowie im Inneren von Fahrzeugen und Flugzeugen auftreten. Sie berät Kunden und entwickelt neue Materialien und analytische Verfahren.

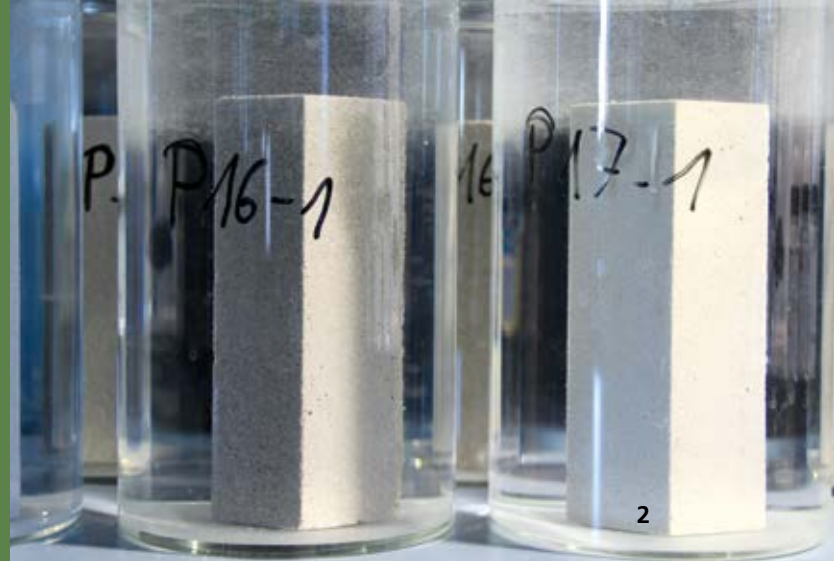
Im Fokus liegen technische Werkstoffe, Bauteile und Bauprodukte in Innenräumen, für Gebäude auch Materialien und Materialverbünde der Gebäudehülle. Die Wissenschaftler untersuchen beispielsweise Emissionen und Eluate aus Materialien, Produktvorstufen, Endprodukten und Herstellerverfahren, beurteilen Gerüche und deren Quellen humansensorisch und klären diese anschließend analytisch und chemisch auf. Außerdem erforscht die Abteilung die Resistenz gegen biologischen Aufwuchs und Befall und befasst sich mit mikrobiologischen Untersuchungen, z. B. von Schimmel und Algen, die im materialwissenschaftlichen Bereich und in den Umweltmedien Wasser, Boden und Luft von Bedeutung sind.

Auch vorhandene Werkstoffe, Systeme und Anlagenkomponenten werden optimiert und neue Materialien mit zielgerichteter Funktionalität entwickelt. So unter anderem funktionelle Oberflächen, mehrfach-funktionelle Werkstoffe und Bauteile, wie z. B. katalytische, selbstreinigende oder biostatische Oberflächen, bionische Komponenten, Filtermaterialien, Sensoren und schallabsorptive Bauteile.

Unsere Mitarbeiter analysieren Stofftransport- und Absorptionsvorgänge in Werkstoffen und Materialverbänden, wie

z. B. Filtermedien, Katalysatoren und aktiven Bauteilen, und messen und modellieren Vorgänge unter Einbeziehung materialspezifischer, chemischer und physikalischer Eigenschaften und praxisnaher Randbedingungen. Mit diesem Wissen entwickeln sie neue analytische Verfahren und können daraus Schnelltests ableiten, die Umweltsimulationen sowie chemische und mikrobiologische Fragestellungen kombinieren und wesentliche Erkenntnisse für die Bereiche »Baustoffe, Bauteile, Gebäude«, »Fahrzeuge und Antriebssysteme« und »Flugzeuge, Flugzeugkomponenten« liefern.

Ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeit ist die Weiterentwicklung des Werkstoffs Beton. Beispielsweise soll durch das Einbringen von Zusätzen die Stabilität erhöht werden, oder es werden gar neue Funktionalitäten des Massenbaustoffs erforscht.



CHEMIE UND SENSORIK

Umwelteigenschaften und gesundheitliche Beurteilung von Bauprodukten in Innenräumen

Bauwerke und Bauprodukte müssen trotz der Vielfalt der eingesetzten Stoffe möglichst gesundheits- und umweltverträglich sein. In der Arbeitsgruppe Chemie und Sensorik werden die Emissionseigenschaften von Bauprodukten nach anerkannten Verfahren und Normen (z. B. nach AgBB) geprüft.

Abgeleitete Analyseverfahren zur Produktentwicklung, Fremd- und Eigenüberwachung

Die anerkannten und genormten Prüfverfahren sind vielfach zu zeitaufwendig für die Untersuchung von Schadensfällen oder die Produktentwicklung. Das Fraunhofer IBP entwickelt neue Kurzzeitverfahren (z. B. auf Basis der Thermoextraktion) zur schnellen Bestimmung von Emissionen und zur Charakterisierung von Materialveränderungen.

Funktionale Bauteile und Oberflächen

Oberflächen und Bauteile im Innenraum können mit zusätzlichen Funktionen ausgerüstet werden, die unter anderem zur Verbesserung der Luftqualität beitragen. Der nötige Luftaustausch wird verringert und Heizenergie eingespart. Dafür entwickeln und optimieren wir adsorptiv und katalytisch ausgerüstete Oberflächen und Bauteile. Die Entwicklung superhydrophober und Schmutz abweisender Oberflächen mit dauerhafter Wirkung trägt dazu bei, dass im Außenbereich Oberflächen besser vor Wasser und Schmutz geschützt werden können.

Luftqualität in Innenräumen

Der Mensch hält sich die überwiegende Zeit des Tages in Räumen auf. Kommt es dadurch zu Beeinträchtigungen des Wohlbefindens, so kann eine Analyse von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Partikelemissionen in Innenräumen einen Hinweis auf bauliche Ursachen der Beschwerden geben. Auf Grundlage der Analyseergebnisse ist es möglich, Empfehlungen für die Beseitigung der Ursachen auszusprechen.

Materialprüfung und Materialanalytik in Schadensfällen

Vielfach lässt sich die Ursache für Schäden am Bau nicht am Gebäude selbst finden. Durch die Prüfung von schadhaften Bauprodukten im Labor des Fraunhofer IBP können Ursachen der Bauschäden ermittelt und Empfehlungen für deren zukünftige Vermeidung gegeben werden.

Ökologische Eigenschaften von Werkstoffen und Bauteilen

Viele Bauprodukte sind heute mit biologisch aktiven Zusatzstoffen ausgerüstet. Ausmaß und Auswirkungen der Freisetzung von Wirkstoffen und Additiven für die Umwelt werden im Freilandversuch unter realen Klimabedingungen oder im Laborexperiment untersucht. Die Ergebnisse fließen bei den Herstellern in die Produktentwicklung und in die nationale und europäische Normung ein.

Nachhaltigkeit und Dauerhaftigkeit von Baustoffen und Gebäuden

Gebäude sollen ökonomisch und ökologisch nachhaltig sein. Neben der Dauerhaftigkeit von Baustoffen, die mittels Materialuntersuchungen unter realen Klimabedingungen im mehrjährigen Freilandversuch ermittelt werden kann, ist die Energieeffizienz der Gebäude ein wichtiges Kriterium. Das Fraunhofer IBP leistet in diesem komplexen Umfeld Unterstützung bei der Entwicklung von öffentlichen und privatwirtschaftlich organisierten Zertifizierungssystemen.

Luftqualität in Innenräumen von Gebäuden und Verkehrsmitteln

Die Zusammensetzung der Innenraumluft wird auf flüchtige organische Verbindungen (VOC) und geruchsaktive organische Verbindungen hin analysiert. Um diese Stoffe zu identifizieren und zu quantifizieren, wird eine Kombination aus klassischer VOC-Analytik mit Methoden der Aromachemie (Gaschromatographie-Olfaktometrie, kurz GC-O oder auch GC-Sniffing genannt) angewendet. Ziel ist es vor allem, die Emissionsquellen zu lokalisieren und die meist unangenehmen Störgerüche zu beseitigen.



3



4



5

Empfundene Luftqualität

Die Geruchscharakteristika von Baustoffen, technischen Materialien und Werkstoffen oder auch von Gebäude- und Fahrzeuginnenräumen (Automobil, Flugzeug) werden mittels eines Probandenkollektivs gemäß nationaler und internationaler Normen sowie industrieller Richtlinien bewertet.

Geruchsanalytik und -optimierung

Fehlgerüche von technischen Materialien und Bauprodukten werden nach dem Konzept der molekularen Sensorik aufgeklärt. Die im Produkt enthaltenen bzw. emittierten geruchsaktiven Verbindungen werden mittels Lösungsmittel- oder Gasphasenextraktion gewonnen und mittels GC-O und Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) analysiert, es wird eine Wichtung durch Verdünnungsexperimente durchgeführt und deren chemische Struktur aufgeklärt. Auf dieser Basis können Aussagen über die Herkunft der Geruchsstoffe aus den Rohprodukten und deren Bildungswege während der Produktion getroffen und somit Herstellungsprozesse optimiert werden.

Geschmacksanalytik und -optimierung

Die Struktur geschmacksaktiver Substanzen beispielsweise in Trinkwasser, das durch Kunststoffleitungen transportiert oder in Kunststoffbehältern aufbewahrt wurde, wird identifiziert. Diese Stoffe migrieren entweder aus der Kunststoffmatrix heraus oder entstehen erst durch den Kontakt mit Wasser. Der Einfluss von

Umgebungsbedingungen, wie z. B. Druck auf die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung, wird untersucht.

Neue Analysetechnologien

Für verschiedenste Fragestellungen, Zielkomponenten und Umgebungsbedingungen werden eigene Analyseverfahren entwickelt. Eine hausinterne Methode erlaubt z. B. die schnelle und genaue Identifizierung und Quantifizierung von über 80 flüchtigen aminoiden Verbindungen mittels Hochleistungsflüssigchromatographie, gekoppelt mit einem Triple-Quad-Massenspektrometer (HPLC-MS-MS).

Katalysator- und Filtertechnologien

Die Effektivität von Luftreinigungssystemen, wie Filter oder chemisch aktive Adsorbentmaterialien, zur Reduktion von VOCs, Geruchsstoffen, Aerosolen und Stäuben wird chemisch-analytisch oder auch humanolfaktometrisch untersucht und verbessert.

Intelligente Luftqualitätssensoren / Lüftungssteuerungen

Auf Basis der Kenntnis der Zusammensetzung von Emissionen (VOCs und geruchsaktive Verbindungen) im Innenraum werden geeignete Sensoren entwickelt. Die daraus resultierenden Signale können zielgerichtet eingesetzt werden, um die Luftqualität anzuzeigen und in die Steuerung von Lüftungssystemen einzugreifen (demand-controlled ventilation).

Sensorgesteuerte Prozessüberwachung

Der Fermentationsprozess in gängigen Biogasanlagen verläuft derzeit weitestgehend unreguliert. Anhand sensortechnologisch erfassbarer Indikatorverbindungen, die bei der anaeroben Gärung entstehen und anhand derer Aussagen über den Verlauf des Gärprozesses getroffen werden können, soll der Prozess überwacht werden. Sensoren werden dahingehend weiterentwickelt, dass sie diese Stoffe detektieren können. Die erzeugten Sensorsignale dienen dann zur Steuerung des Fermentationsprozesses.

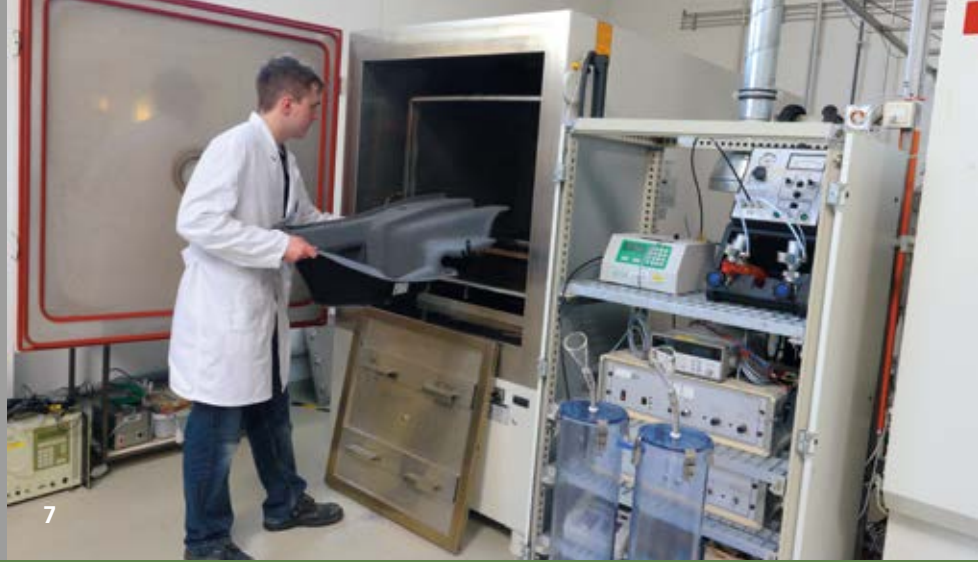
BIOLOGIE

Gebäude- und Materialpathologie; mikrobiologische Bauforensik

Bei Materialien und Konstruktionen, die von unerwünschtem mikrobiellem Wachstum betroffen sind, erfolgt eine detaillierte mikrobiologische und ökophysiologische Anamnese und Diagnostik. Mithilfe einer einzigartigen Kultursammlung an material-, bauteil- und innenraumrelevanten Mikroorganismen unter Einsatz klassischer und molekularbiologischer Methoden erfolgt eine taxonomische Klassifizierung. Die Ergebnisse werden unter hygienischen Gesichtspunkten bewertet und Sanierungs- und Vermeidungsstrategien gegen mikrobiellen Bewuchs entwickelt. Neben Festphasen wie Baumaterialien und deren Oberfläche werden auch Flüssig- und Gasphasen mikrobiologisch charakterisiert, etwa Wasseraufbereitungsanlagen (WaBoLu-Diagnostik).



6



7

1 Bestimmung des thermischen Längenausdehnungskoeffizienten einer keramischen Materialprobe mittels Dilatometrie.

2 Auslaugtest von Putz- und Mörtel-Proben zur Bestimmung der Freisetzung von Inhaltsstoffen.

3 Geruchsstoffanalytik mittels Gaschromatographie-Olfaktometrie (GC-O).

4 Beimpfte Prüfkörper für die Isoplethenmessung.

5 Verschimmeltes Material am Ende der Prüfung.

6 Eine am Fraunhofer IBP neu entdeckte Algenart: *Excentrochloris fraunhoferiana*.

7 Beladung einer Prüfkammer mit einem Automobil-Innenraumbauteil für die Emissionsmessung.

8 Nahaufnahme eines Prüfkörpers aus akustisch aktivem (schallabsorbierendem) Beton.

9 Fraktionen aus Müllverbrennungsschlacke nach elektrodynamischer Fragmentierung.

Mikrobielle Sicherheit

Bei Problemen in Innenräumen, wie z. B. nach Wasserschäden oder bei gesundheitlichen Beschwerden, werden Untersuchungen hinsichtlich mikrobiologischer Belastungen (durch biogene Aerosole, Endotoxine, Mykotoxine etc.) durchgeführt. Mikrobielle Kontaminationen in Räumen im Sinne der hygienischen Sicherheit können auch bei Verdacht auf absichtliche Kontaminationen («Bioterrorismus») erfasst und charakterisiert werden.

Testverfahren; materialspezifische Isoplethenbereiche

Für umwelthygienische Bewertungen werden biologische Materialtests nach Normen, nach externen Vorgaben oder nach selbst entwickelten Standards durchgeführt. Mithilfe eines speziellen Versuchsaufbaus werden Materialien und Materialverbünde entsprechend dem Isoplethensystem charakterisiert und ihre natürlichen Resistenzbereiche definiert. Neben der Freilandbewitterung werden auch Kurzzeitverfahren entwickelt und angewendet. Am Eingang entwickelter Prüfverfahren in Normen wird aktiv mitgearbeitet.

Nachhaltige Materialien und Konstruktionen

Im Zusammenhang mit neuen Einsatzmöglichkeiten von nachhaltigen Rohstoffen und Konstruktionen im Bau werden biologische Fragestellungen bearbeitet. Durch die Ermittlung von Einsatzgrenzen und Resistenzbereichen wird beispielsweise der Einsatz von Materialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe in Materialverbänden und Biokompositen geprüft und konzipiert.

Fermentationsprozesse

Modellanlagen für aerobe und anaerobe Fermentationsprozesse ermöglichen die Untersuchung von Überwachungssystemen zur verbesserten Steuerung von Industrieanlagen. Im Bereich des Abfallmanagements forscht das Institut an der energetischen Verwertung von organischen Abfällen (Biogasanlagen), auch im Hinblick auf den Personenschutz, sowie an biofermentativen Recyclingprozessen.

Übertragung biologischer Prinzipien auf die Bautechnik («Bionik»);

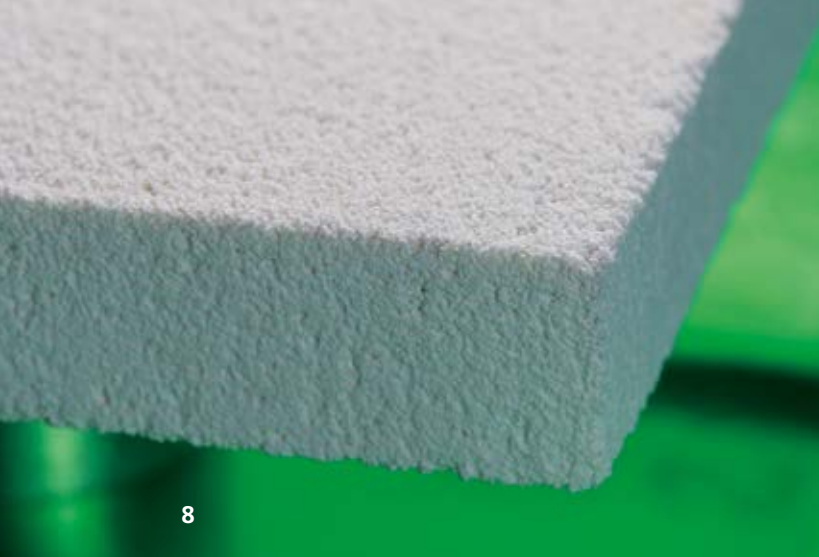
Biocontrol

Die Forscher arbeiten an intelligenten Materialien wie z. B. selbstreinigenden Oberflächen, energiegepufferter Beschichtung durch Phasenübergänge, gezielter Strahlungsreflexion, Demand-controlled Release von Wirkstoffen. Konzepte im Sinne der Systembionik werden erstellt und erforscht.

PRÜFWESEN

Emissionsuntersuchungen von Materialien

Im Rahmen von Materialuntersuchungen und Materialoptimierungen werden Rohstoffe oder sogenannte Halbzeuge mittels Thermo-desorption oder Thermoextraktion analysiert und der Gehalt an flüchtigen organischen Substanzen (VOC) wird bestimmt. Das Labor besitzt für die Untersuchung nach VDA 278 eine Akkreditierung der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005.



8



9

Emissionsuntersuchungen von Halbzeugen und Bauteilen

Die organischen Emissionen der Bauteile werden in sogenannten SHED-Kammern (Sealed House Evaporative Determination) bestimmt. Eine große Anzahl von chemischen Substanzgruppen kann dabei analysiert werden (VOC, Aldehyde, Ketone, Phthalate, Amine, Nitrosamine). Diese Untersuchungen werden nach Normen des VDA und nach Firmen-Standards europäischer und asiatischer Hersteller sowie nach Vorgaben der kalifornischen CARB-Behörde durchgeführt.

Emissionsuntersuchungen von Fahrzeuginnenräumen

Durch Sonnenstrahlung und sommerliche Temperaturen heizen sich die Oberflächen im Fahrzeuginnenraum auf, sodass vermehrt organische Stoffe aus den im Innenraum verbauten Materialien ausgasen. Diese Emissionen können den Komfort und das Wohlbefinden der Fahrzeuginsassen beeinflussen. In einem speziellen Fahrzeugprüfstand mit Sonnensimulation (FIEPS) können diese Emissionen identifiziert und quantitativ bestimmt werden.

Messung von Fuel-Emissionen aus Antriebssystemen

Fuel-Emissionen sind Kraftstoffausdünstungen, die durch Mikroleckagen, Permeations- oder Diffusionsprozesse z. B. von Kraftstoffleitungen oder vom Innenraum eines Motors über das Luftansaugsystem an die Umwelt abgege-

ben werden. Die Emissionen unterliegen behördlichen Höchstmengenregelungen, die über eine definierte Betriebszeit (z. B. 15 Jahre oder 150 000 Meilen) gewährleistet werden müssen. Am Fraunhofer IBP können in einer einzigartigen Prüfanlage Emissionen von Kraftstoffdämpfen aus Antriebssystemen sowohl qualitativ als auch quantitativ bestimmt werden. Ziel ist, Materialien und Dichtungen des Antriebssystems zu optimieren, um Emissionen zu reduzieren und behördliche Vorgaben dauerhaft gewährleisten zu können.

Sonderuntersuchungen

SHED-Prüfkammern werden beispielsweise auch dazu genutzt, um Klimawechseltests oder Alterungstests von Bauteilen und elektrischen Geräten, z. B. aus dem medizinischen Bereich, durchzuführen. Darüber hinaus werden im Labor spezielle analytische Fragestellungen bearbeitet, etwa die Analytik von Aminen, Nitrosaminen, Phthalaten etc.

Akkreditiertes Prüflabor

Bestimmte Bereiche der Abteilung unterliegen einer Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Folgende Prüfungen werden unter dieser Zertifizierung angeboten:

- Bewertungen von Bauprodukten nach AgBB-Schema
- Prüfkammeruntersuchungen und Bestimmung organischer Emissionen nach DIN ISO 16000-6, -9 und -11
- Thermodesorption nach VDA 278

BETONTECHNOLOGIE

Entwicklung von Porenbeton

Die Festigkeit von Porenbetonen soll, bei nahezu gleichbleibenden Wärmedämmeigenschaften, deutlich gesteigert werden. Durch Einmischen diverser fester Zusätze in die niedrigviskose Anfangssuspension soll die Tragfähigkeit der entstehenden Porenbeton-Produkte entscheidend erhöht werden. Zu diesem Zweck wurde eine Porenbeton-Laboranlage konstruiert, die sowohl eine breite Variation der Versuchsparameter als auch eine praxisnahe Umsetzung vom Labor- auf den Produktionsmaßstab gewährleisten soll.

Schallabsorbierende Betone

Granulare Schallabsorber können die Umgebungsbedingungen in Räumen derart beeinflussen, dass sie Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit des Menschen fördern. Sie zeichnen sich durch eine hohe Kosteneffizienz, gute akustische Wirksamkeit sowie ausreichende Festigkeit aus. Darüber hinaus ist deren Herstellung besonders einfach. Untersucht wird der Einfluss des Verdichtungsprozesses, der Korngrößenverteilung als auch der Menge des Bindemittels auf die Materialeigenschaften des schallabsorbierenden Baustoffs.

Simulation von Faserbeton im verarbeitbaren Zustand

Gemeinsam mit dem Fraunhofer ITWM werden numerische Simulationsmethoden entwickelt, mit denen sich Faser-

Ihr Ansprechpartner

Dr. rer. nat. Florian Mayer

Abteilungsleiter

Telefon +49 8024 643-238

Fax +49 8024 643-366

florian.mayer@ibp.fraunhofer.de



verteilung und -orientierung in einem Prüfkörper am Rechner abbilden lassen. Mittels der rechnerbasierten Vorhersagen der Faserverteilung und -orientierung soll das Entwerfen neuer Bauteile möglich werden, die aufgrund verbesserter Faserverteilungen und einer geringeren Anzahl von Faser-Fehlstellen deutlich verringerte Fasergehalte aufweisen.

Zerstörungsfreie Detektion von Stahlfasern in Beton

Zur voll automatisierten, produktionsintegrierten Bestimmung des Gehalts, der Verteilung und Orientierung von Stahlfasern in Betonfertigteilen wird ein zerstörungsfreies Prüfsystem entwickelt. Grundlage hierfür bildet die Methode der aktiven Thermographie. Mithilfe dieser innovativen Prüftechnologie soll in der Betonfertigteile-Industrie die Fertigungs- und Qualitätssicherung entscheidend verbessert werden, um eine Kosteneinsparung bei Stahlfaserbetonen zu erzielen.

Recycling durch elektrodynamische Fragmentierung

Die Aufbereitung von Verbundwerkstoffen mit mechanischen Methoden führt zwar zu einer Zerkleinerung, aber nicht zu einer Trennung in die Einzelkomponenten. Die sogenannte elektrodynamische Fragmentierung ermöglicht es mithilfe von ultrakurzen Hochspannungsimpulsen, Verbundwerkstoffe selektiv in ihre Einzelbestandteile aufzutrennen. Das Verfahren kann z. B. für Altbeton angewendet werden, um Rohstoffe für die Zement-

industrie und hochwertige Zuschläge für Beton zurückzugewinnen. Aus Verbundmaterialien wie Carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) können die Fasern von der polymeren Matrix abgetrennt werden. Das Verfahren lässt sich ebenfalls zur Trennung komplexer Abfallstoffgemische anwenden, wie z. B. bei Müllverbrennungsschlacke oder Elektroschrott, um wertvolle Bestandteile wie Metalle einer Wieder- bzw. Weiterverwertung zuzuführen. Die selektive Trennung durch die elektrodynamische Fragmentierung stellt eine vielversprechende Alternative zu den bisherigen Aufbereitungsmethoden für die Wiederverwertung dar.

Nachhaltige Baustoffe aus Abfallstoffen

Zur Verringerung des Verbrauchs von nicht erneuerbaren natürlichen Rohstoffen werden neue Technologien zur Integration von Abfallstoffen in den Herstellungsprozess von nachhaltigem Beton entwickelt. Dabei sollen aus aufbereiteten Abfallstoffen neuartige, leichte, ökologische und kosteneffiziente Baumaterialien entstehen. Diese zeichnen sich durch einen geringen Energieaufwand sowie einen niedrigen CO₂-Ausstoß bei der Herstellung aus. Zudem sollen wichtige Parameter wie mechanische Eigenschaften und Wärmedämmung des Baustoffs verbessert werden.

PRÜFLABOR

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 Prüfeinrichtungen:

- Biologisches Labor mit Erlaubnis nach IfSG (Infektionsschutzgesetz)
 - Reinstluft Räume mit kontrollierbarer Temperatur, Feuchte, Luftwechsel
 - Emissionsprüfkammern von 0,1 l bis 7,5 m³
 - Thermoextraktoren
 - HPLC-DAD, HPLC-MS-MS
 - ATD-GC-FID-MS, GC-MS, GC-GC-MS, HS-GC-MS
 - GCO-FID, GCO-GCO-MS
 - ICP-MS
 - Hand-Partikelzähler
 - SMPS mit Wasser-CPC und elektrostatischem Klassifizierer
 - Thermische Analyse: DSC, STA, TG, DIL
 - Vergleichsmaßstab für die Geruchsbewertung nach DIN ISO 16000-28
 - Video-, Fluoreszenz-, Polarisations- und Rasterelektronen-Mikroskopie (REM)
 - PCR-Analytik
 - Isoplethen-Prüfstand
 - Bewitterungsanlagen
 - Labor-Fermentationsanlagen
 - Motorenwarmlaufprüfstand
 - Kfz-Prüfstand mit Sonnensimulation
 - Porenbeton-Laboranlage
 - CDF/CIF-Prüfanlage
 - XRD, XRF
 - Elektrodynamische Labor-Fragmentierungsanlage
- Prüfungen nach:
- VDA 270, 275, 276, 277, 278
 - AgBB-Schema
 - DIN EN 717-1
 - CARB
 - Normenreihe DIN ISO 16 000
 - RAL-UZ (Blauer Engel)
 - Firmenstandards

STANDORT

HOLZKIRCHEN

Postfach 11 52
83601 Holzkirchen
Fraunhoferstraße 10
83626 Valley
Telefon +49 8024 643-0
Fax +49 8024 643-366
info@ibp.fraunhofer.de

© Fraunhofer IBP 2014

INSTITUT STUTTGART

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00
Fax +49 711 970-3395

STANDORT KASSEL

Gottschalkstraße 28a
34127 Kassel
Telefon +49 561 804-1870
Fax +49 561 804-3187

STANDORT NÜRNBERG

c/o Energie Campus
Nürnberg
Fürther Straße 250
Auf AEG, Bau 16
90429 Nürnberg
Telefon +49 911 56854-9144

STANDORT ROSENHEIM

Fraunhofer-Zentrum
Bautechnik
c/o Hochschule Rosenheim
Hochschulstraße 1
83024 Rosenheim
Telefon +49 8031 805-2684