

**HTWK**

Hochschule für Technik,  
Wirtschaft und Kultur Leipzig

$$\theta = 7,4^{\circ}\text{C}$$
$$\varphi = 68,0\%$$

$$\theta = 10,2^{\circ}\text{C}$$
$$\varphi = 56,5\%$$

# Einblicke

Forschungsmagazin 2022



Schwerpunkt:

**Nachhaltig Bauen**

Das modernste Gebäude der HTWK Leipzig ist der Nieper-Bau auf der Karl-Liebknecht-Straße. In dem Neubau sind seit 2015 die Vorlesungssäle, Seminarräume, Büros und Labore der Fakultät Ingenieurwissenschaften untergebracht. Für Forschungszwecke werden dort Wärme und Strom aus Sonnenlicht, Windkraft, Erdwärme und Biomasse erzeugt. Um den eigenen Energiebedarf zu decken, ist das Gebäude jedoch auf Fernwärme und Strom aus dem öffentlichen Netz angewiesen. Beim Umgang mit Trinkwasser wird gespart: Die Toilettenspülung erfolgt mit Regenwasser.

Abonnieren Sie kostenfrei das  
Forschungsmagazin *Einblicke* unter  
[htwk-leipzig.de/einblicke](http://htwk-leipzig.de/einblicke)



Mark Mietzner



# Liebe Leserinnen und Leser,

Sie halten die zehnte Ausgabe unseres Forschungsmagazins in der Hand. Seit nunmehr einer Dekade bietet die Redaktion Lesenden außerhalb wie innerhalb unserer Hochschule Einblicke in die Forschung an der HTWK Leipzig. *Einblicke* zeigt den Facettenreichtum und die Bedeutung der Forschung an einer Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Mit diesem Magazin möchten wir in allgemeinverständlicher Form die Themen und die daran arbeitenden Menschen vorstellen und zeigen, dass die Beantwortung der Fragen, mit denen wir uns befassen, auch für die Welt außerhalb des wissenschaftlichen Elfenbeinturms hohe Relevanz besitzt. Der Blick hinter die Türen der Forschungslabore und Projekte lädt außerdem zum Kennenlernen und Zusammenarbeiten ein. Damit möchten wir das Vertrauen in Wissenschaft fördern – eine zentrale Grundlage, damit Forschungsergebnisse Wirkung entfalten können.

Ein besonderes Anliegen ist es unseren Forschenden, einen Beitrag zur Lösung von gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Herausforderungen zu leisten und den Weg für dringend nötige Veränderungen zu ebnen. Diese Ausgabe des Forschungsmagazins rückt daher das nachhaltige Bauen in den Mittelpunkt. Ein Blick auf die Zahlen offenbart die enorme Bedeutung dieses Themas: Die Baubranche verbraucht weltweit rund 40 Prozent aller Ressourcen; Gebäude verursachen etwa ein Drittel der gesamten Treibhausgasemissionen. Bereits kleinste Verbesserungen entfalten

also große Wirkung. Mit ihrer Arbeit leisten unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht nur einen Beitrag dazu, sondern stärken auch die Innovationskraft der hiesigen Wirtschaft.

Anlässlich des runden Magazingeburtstags führen wir zwei neue Rubriken ein: In „Dieses tolle Ding ...“ stellen wir künftig Gerätetechnik vor, die wir an der HTWK Leipzig für unsere Forschung verwenden, und in „Blick zurück“ greifen wir ein Thema auf, über das wir vor zehn Ausgaben berichtet haben. Ich bin mir sicher, dass auch Sie von den Fortschritten in der Wissenschaft begeistert sein werden.

Geburtstag feiert dieses Jahr aber nicht nur das Forschungsmagazin. Auch die Gründung der HTWK Leipzig im Juli 1992 jährt sich zum dreißigsten Mal. Aus diesem Anlass haben wir vier Wegbereiter zum Gespräch gebeten, die als Prorektoren die erfolgreiche Entwicklung der Hochschule im Forschungsbereich über die Jahre vorangetrieben haben. Die Einblicke, die Sie hier erwarten, unterstreichen die eindrucksvolle Erfolgsgeschichte unserer Hochschule.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre.

Ihr Prof. Dr. Mark Mietzner, Rektor der HTWK Leipzig

## Schwerpunkt

# Nachhaltig Bauen

➤ **8 Intro:** Ob Holz als Baustoff oder Fassaden als Energiequellen – Nachhaltigkeit im Bau hat viele Gesichter

➤ **10 Kurz vorgestellt:** Vier Forschungsprojekte, die Baumaterialien und Energieressourcen optimal einsetzen wollen

➤ **12 Interview:** „Wir müssen jetzt handeln“  
Architektin Annette Fest, HTWK-Professor Klaus Holschemacher und Staatsminister Thomas Schmidt im Gespräch über nachhaltiges Bauen

➤ **18 Betonbau: Grünes Grau**  
Carbonbeton soll den Ressourcenverbrauch im Bauwesen senken. Die HTWK Leipzig erprobt die vollautomatisierte Fertigung

➤ **26 Solartechnik: Fassaden als Energiequelle**  
Gebäudeintegrierte Photovoltaik soll helfen, mehr erneuerbare Energien zu nutzen. Eine Erfindung der HTWK Leipzig versorgt nun eine Fabrik bei Heilbronn mit Strom

➤ **32 Wasserbau: Die Natur machen lassen**  
Auf einer Spritztour mit dem Wasserbau-Experten Tilo Sahlbach lernen wir über nützliche Überschwemmungen, wertvollen Niederschlag und preisgekrönte Kläranlagen



Alexander Kahnt und Lena Voelker untersuchen, welche Baukonstruktion das angenehmste Raumklima ergibt ➤ S. 60

## Fotoreportage

➤ **40 Statikprüfung: Stark genug?**  
Eine ehemalige Fabrik soll zum Fitnessstudio werden. Ein Belastungstest ermittelt, was die Bausubstanz trägt



## In Zahlen

↗ 6 **Forschungsstatistik 2021 der HTWK Leipzig** Drittmittel – Finanzvolumen – Personal und Promovierende



## Schlaglichter

↗ 48 **30 Jahre HTWK Leipzig: „Ziemlich einzigartig, was da entstanden ist“** Drei ehemalige und der aktuelle Prorektor Forschung blicken zurück und nach vorn

↗ 54 **Graduiertenzentrum: Gestärkt in die Promotion** Das 2016 gegründete GradZ zieht eine positive Bilanz

↗ 56 **Karrierewege: An der HTWK Leipzig promoviert – und dann?** Vier Promovierte im Portrait

↗ 58 **3D-Druck: Implantate mit Wirkstoff** Dissertationspreis 2021 für Dr. Tobias Flath

↗ 59 **Grüner Wasserstoff: Volles Potenzial ausschöpfen** Neue Nachwuchsforschungsgruppe GreenHydroSax

↗ 59 **Werkstoff-Forschung: Eine Million Euro für neue Großgeräte** DFG fördert Rasterelektronenmikroskop und Computertomograph

↗ 60 **Modulares Bauen: Wohlfühlklima im Büro** Wo arbeitet es sich am behaglichsten?

↗ 62 **Internationales Recht: Was das Pariser Klimaschutzabkommen (nicht) leistet** Kann so das Zwei-Grad-Ziel erreicht werden?

↗ 67 **Wirtschaft: Kreative trotzen Corona** Neuer Monitoringbericht zur Kultur- und Kreativbranche

↗ 68 **Reverse Engineering: Weltmeister-Akkordeons digitalisiert** Ingenieure unterstützen Instrumentenbauer

↗ 69 **Drucktechnik: Diebstahl? Verpackung schlägt Alarm** Elektrisch leitfähige Druckfarbe zur Sendungsverfolgung

↗ 69 **Wirtschaftsrecht: Bargeld abschaffen – wäre das möglich?** Eine juristische Einordnung

↗ 70 **Verpackungen: „Herumliegende Masken sind ein Nebenschauplatz“** Interview mit Prof. Eugen Herzau

↗ 72 **Messtechnik: So fahren Straßenbahnen leiser** Den Verschleiß von Schienen frühzeitig erkennen

↗ 74 **Datenübertragung: Daten aus der Lampe** Leuchtdioden können kommunizieren

↗ 76 **Lange Nacht der Wissenschaften: Mit einem Klick vom Sofa in die Hochschule** Ein Rückblick

↗ 78 **Kreativität: Wie Ideen entstehen** Der Kreativraum der Gründungsberatung Startbahn 13 sorgt für Inspiration

↗ 80 **Datenschutz: Mode und Technologie für mehr Privatsphäre** Das Start-up Urban Privacy im Portrait

↗ 81 **Blick zurück: Forschung unter Strom** Was aus dem Covermotiv der *Einblicke* vor zehn Jahren wurde

↗ 82 **Dieses tolle Ding ...** 3D-Handscanner Artec Leo Technik an der HTWK Leipzig vorgestellt

↗ 83 **Impressum und Fördernachweise**

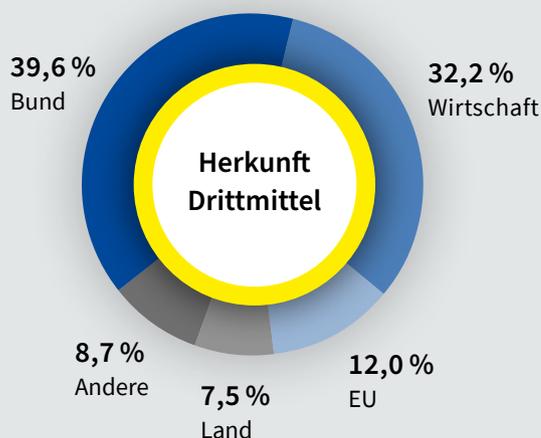
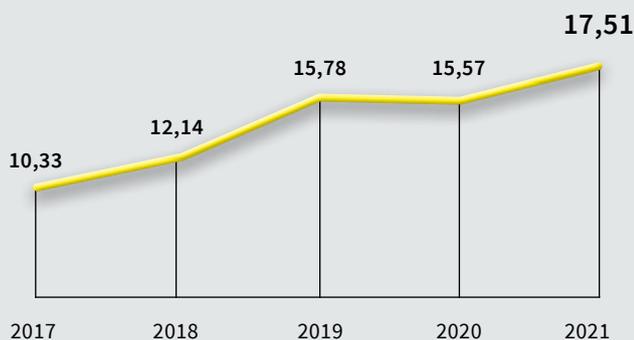
# 2021

**17,51**  
Mio. Euro

... Drittmittel warb die HTWK Leipzig 2021 im Wettbewerb mit anderen Wissenschaftseinrichtungen von Bund, Land, Wirtschaft und EU zusätzlich ein. Daraus entfielen 3,30 Millionen Euro auf das Forschungs- und Transferzentrum (FTZ) der Hochschule. Für die Fakultät Digitale Transformation stiftete die Deutsche Telekom 2,97 Millionen Euro.

## Entwicklung 2017-2021

Drittmittelleinnahmen in Mio. Euro



## Finanzvolumen

in Mio. Euro

**17,51**  
Drittmittel,  
davon **3,30**  
via FTZ



**39,04**  
Zuschuss des  
Freistaates  
Sachsen



**6.529**  
Studierende<sup>\*1</sup>



**1.157**  
Absolventinnen und Absolventen<sup>\*2</sup>

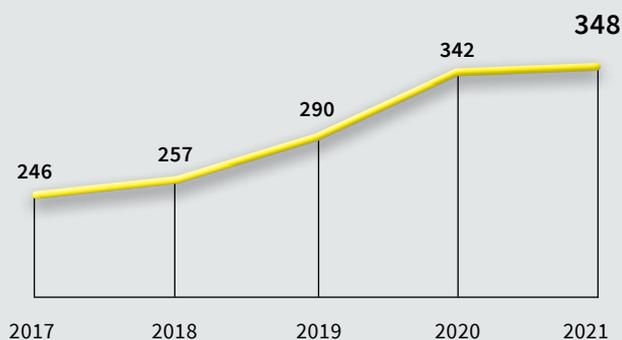
# 348

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

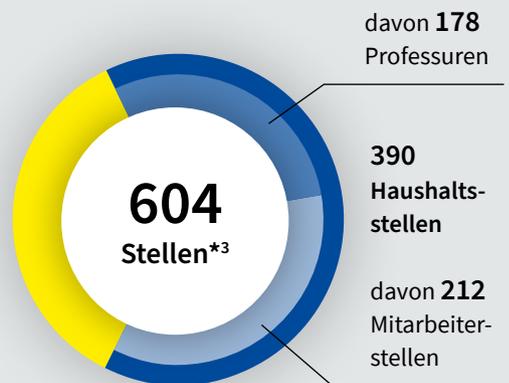
... wurden 2021 aus Drittmitteln finanziert. Sie arbeiten in zahlreichen Forschungsvorhaben, in Projekten zur Internationalisierung und zur Verbesserung der Studienbedingungen. Die zusätzlichen Stellen tragen maßgeblich zum Innovationspotenzial der Hochschule bei.

### Entwicklung 2017–2021

Drittmittelbeschäftigte



214  
Drittmittel-  
und  
sonstige  
Stellen



\*3Vollzeitäquivalente



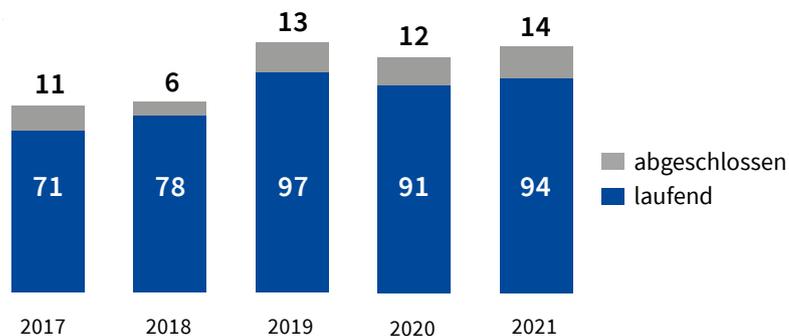
# 94

## Promovierende

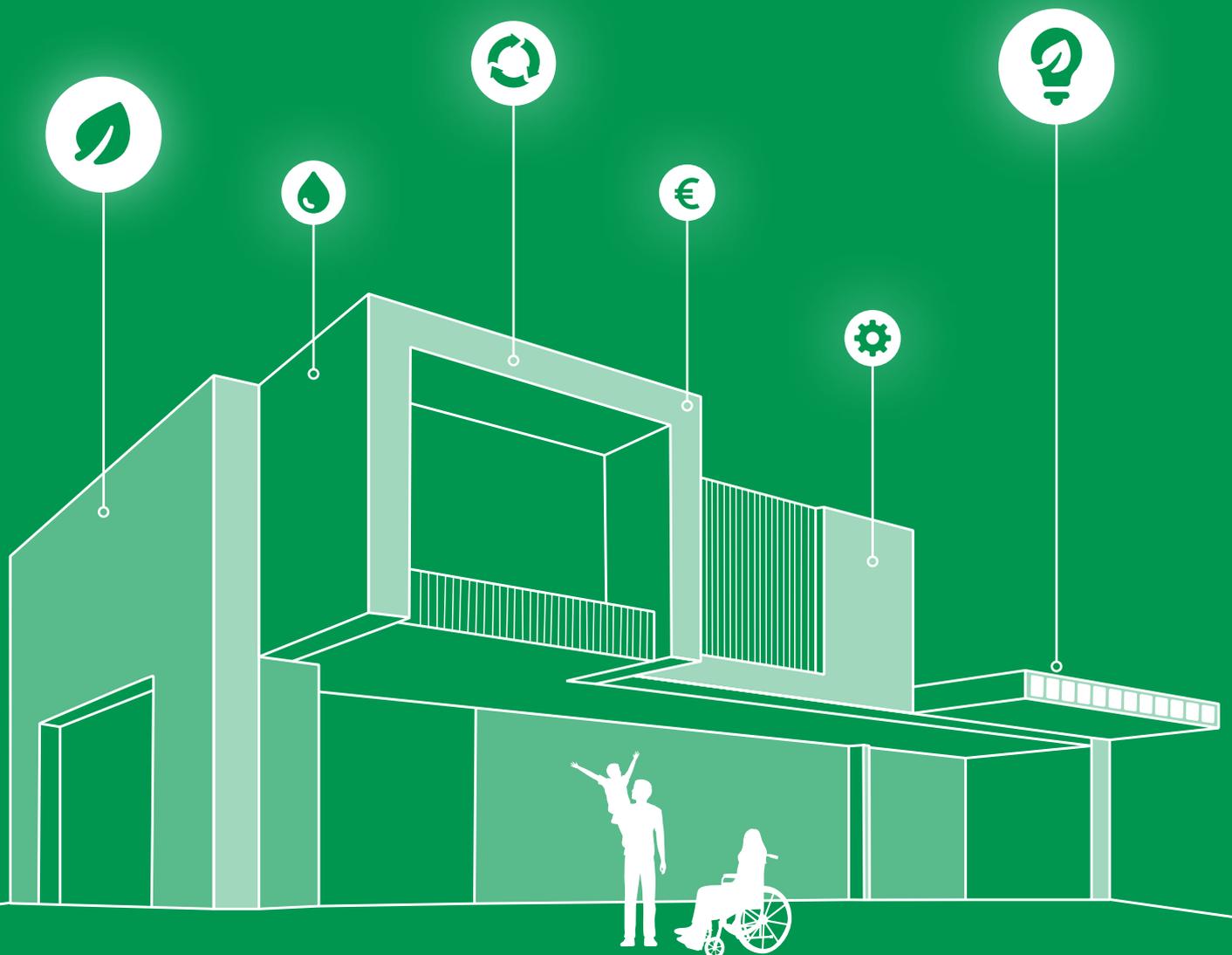
... wurden 2021 von Professorinnen und Professoren der HTWK Leipzig bei ihrem Promotionsvorhaben in Kooperation mit einer Universität betreut.

### Promotionsvorhaben

in Kooperation mit Universitäten



# Nachhaltig Bauen



# 1713

formulierte der Sachse Hans Carl  
von Carlowitz erstmals schriftlich  
das Prinzip der Nachhaltigkeit

Wir Menschen bauen seit mindestens achttausend Jahren Häuser. Seitdem wir nicht mehr in Höhlen leben, nutzen wir Lehm, Holz, Stein und andere Naturmaterialien zum Bauen. Während Hütten aus Stroh nach dem ersten Starkregen weggespült waren, überdauern Burgen aus Stein bereits Jahrhunderte. Bauen verändert also langfristig unsere Umwelt. Heute nutzen wir vor allem künstlich hergestellte Baustoffe, sei es Glas, Beton oder Stahl – für knapp acht Milliarden Menschen.

Das belastet die Umwelt und erfordert Ressourcen: Die Baubranche verbraucht mit jährlich 400 Millionen Tonnen Material weltweit die Hälfte aller abgebauten Rohstoffe und stößt mehr als ein Drittel der Treibhausgase in die Atmosphäre aus. Deshalb gehört sie neben der Öl- und Gasindustrie, der Modebranche, der Landwirtschaft und dem Transportwesen zu den umweltschädlichsten Sektoren. Damit unsere Welt bewohnbar bleibt, trägt auch die Baubranche eine Verantwortung, langfristig Ressourcen einzusparen und weniger Treibhausgase zu produzieren.

Nachhaltiges Bauen ist aber viel mehr. Es umfasst neben den ökologischen Aspekten auch wirtschaftliche und soziale, die eng miteinander verzahnt sind: Gebäude sollten mit umweltschonenden und energieeffizienten Mitteln erbaut werden und während des möglichst langen Lebenszyklus wenig

Energie verbrauchen. Sie sollten robust sein, im Betrieb wenig Kosten verursachen und für die Nutzerinnen und Nutzer funktional und komfortabel sein. In der gesamten Lebensdauer eines Gebäudes – beim Planen, Errichten, Nutzen und Rückbauen – beeinflussen wir die Umwelt. Sich all dieser Einflüsse bewusst zu sein und je nach Klima, Boden und Lage die bestmögliche Lösung zu suchen, bedeutet nachhaltiges Bauen.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Disziplinen von Architektur bis Ingenieurwesen forschen an der HTWK Leipzig intensiv an Lösungen, um umweltfreundlichere Materialien zu finden und mehr Energie einzusparen: seien es Photovoltaik-Häuserfassaden, ökologischerer Beton, die optimale Nutzung von Regenwasser oder Möglichkeiten, alte Bausubstanz wiederzuverwenden. Diese und andere vielversprechende Innovationen stellen wir Ihnen auf den folgenden Seiten vor.

NACHHALTIG BAUEN

# 2045

will Deutschland  
treibhausgasneutral sein



## Millionenförderung für Forschung zum Holzbau

Beim nachhaltigen Bauen besinnen sich viele Architekturbüros zurück auf einen der ältesten Baustoffe der Welt: Holz. Denn es ist klimaneutral und wächst nach. Sie schätzen Holz, weil es ästhetisch, statisch gut belastbar und vielseitig einsetzbar ist, ob als Tragwerk, Fassade oder Dach. Die Forschungsgruppe FLEX rund um Architektur-Professor Alexander Stahr erforscht seit langem die historische Holzbauweise des Zollingerdaches, denn sie ermöglicht es, Holz im Dachbau effizient einzusetzen.

Modell des weiterentwickelten Zollingerdaches

Die rautenförmige, gekrümmte Dachkonstruktion aus den 1920er Jahren verbesserten die HTWK-Forschenden intensiv, auch mithilfe digitaler Planungs- und Herstellungsmethoden. Das Ziel: jeden Arbeitsschritt optimal gestalten und damit die Baukosten gering halten. Ob Planen, Fertigen, Liefern oder Montieren – jede Etappe wird numerisch gesteuert und intelligent miteinander verknüpft. Ihre Forschungsarbeiten treffen auf Resonanz: Eine Millionenförderung ermöglicht nun den konkreten Einsatz der Zollingerbauweise für Dächer landwirtschaftlich genutzter Gebäude. Die dabei erarbeiteten digitalen Methoden sollen es kleinen und mittelständischen Unternehmen wie Zimmereien oder Dachdeckereien ermöglichen, konkurrenzfähige Angebote zu machen und so dafür zu sorgen, dass wieder vermehrt mit Holz gebaut wird.

## Zimmerdecken aus Holz, Beton und Hanf



Der Hanfbast wird auf den Holzbalken laminiert

Derzeit sorgt vor allem Stahlbeton dafür, dass Zimmerdecken tragfähig und stabil sind. Forscherinnen und Forscher am Institut für Betonbau der HTWK Leipzig suchen nach ressourcenschonenden Alternativen und setzen dabei auf Decken aus Holz und Beton, die mit Hanffasern und Kunststoff verstärkt werden. Hier werden die Vorteile aller Materialien verbunden: Holz und Hanf sind leicht, zugfest und als nachwachsende Rohstoffe umweltfreundlich. Wird ein Holzbalken mit Hanf verstärkt, ist er tragfähiger und biegt sich weniger leicht durch. Das macht die Decken bei gleicher Leistung dünner. Dadurch können vorhandene Bauflächen besser genutzt werden. Um das Holz mit dem Hanf zu verbinden, dient der Kunststoff als Leim. Die dünne Betonschicht wiederum bietet den wichtigen Brandschutz zwischen den

Geschossen. An einem Öko-Beton, der weniger Zement enthält, forschen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ebenfalls.

# Auf dem Weg zur klimaneutralen Grundschule

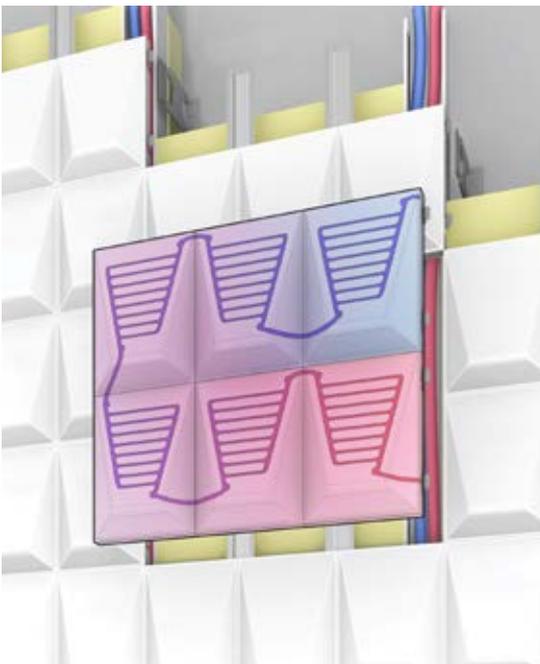
Damit ein Gebäude klimaneutral ist, braucht es eine ausgeglichene Energiebilanz: Es soll sich durch Photovoltaik, Solarthermie oder Erdwärme selbst mit genügend erneuerbarer Energie für Wärme und Elektrizität versorgen. Doch zwischen Planung und Realität kann es leicht zu Abweichungen kommen. So auch bei der 2019 neugebauten Grundschule „Zur alten Poststation“ im sächsischen Wermisdorf. Deren Energiebilanz untersuchten Ulrich Möller, HTWK-Professor für Bauphysik und Baukonstruktion, und seine Mitarbeiterinnen Stephanie Weiß und Antonella Polzin mittels Fernüberwachung knapp zwei Jahre lang. Das Ergebnis: Insgesamt erzeugten die Solarmodule auf dem Gebäudedach 47.537 Kilowattstunden Strom. Die Schule selbst verbrauchte im selben Zeitraum allerdings 5.705 Kilowattstunden mehr – zu viel, um klimaneutral zu sein. Die Abweichung ist verhältnismäßig gering, sodass die Schule mit Anpassungen wie einer nutzungsspezifischen Steuerung der Lüftungstechnik Energie einsparen und damit klimaneutral werden kann. Die Forschenden haben Optimierungsvorschläge wie diesen im Abschlussbericht detailliert ausgeführt. Mit den Erkenntnissen aus den Messungen können nicht nur die Schule in Wermisdorf, sondern auch zukünftige Projekte noch effizienter gestaltet werden.



Der Neubau der Grundschule in Wermisdorf

## Sonnenwärme in Metallfassaden nutzen

Schema einer Metallfassade mit Solarthermie



Die Wärme von Sonnenstrahlen machen sich Architektur-Professor Alexander Stahr und seine Forschungsgruppe FLEX zunutze. Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik in Chemnitz und dem belgischen Metall-Forschungszentrum CRM entwickeln sie ein System für zweilagige Metallfassaden mit integrierter Solarthermie. Die Forschenden formen in die Rückseite der Blechpaneele aus Edelstahl kleine Rinnen, durch die Solarflüssigkeit fließen kann. Diese wird durch die Sonne erwärmt und dient als Energieträger, mit dem Wasser erhitzt oder Gebäude beheizt werden können. Mithilfe rechnerischer Simulationen liefert FLEX Designrichtlinien, die einerseits ästhetisch sind und andererseits die hohen technischen Anforderungen in Bezug auf Fertigung und Nutzung der Fassadenelemente berücksichtigen. Um ein solches Fassadensystem unter realen Bedingungen zu veranschaulichen, bauen sie Mitte 2022 einen Demonstrator der Blechpaneele mit Solarthermie im belgischen Liège. Dort prüfen die Forschenden nun, ob das gemeinsam entwickelte Gesamtkonzept funktioniert und wie viel Energie sich zum Beheizen eines Gebäudes gewinnen lässt.

# „Wir müssen jetzt handeln“

Wie können wir beim Bauen und Wohnen Energie und Baumaterial einsparen? Darüber sprechen die Architektin Annette Fest, der Leiter des HTWK-Instituts für Betonbau Prof. Klaus Holschemacher und der sächsische Staatsminister für Regionalentwicklung Thomas Schmidt.



### Annette Fest

(\*1966) ist Architektin und seit 2005 Geschäftsführerin des Münchner Architekturbüros Bodensteiner Fest. Seit ihrer Lehre als Hochbauzeichnerin und dem Architekturstudium an der Hochschule München beschäftigt sie sich mit energie- und ressourcenoptimierten Konzepten im Städte- und Hochbau. Als Planerin und Bauherrin war sie an der Casa Rossa beteiligt, einem umgebauten Mehrfamilienhaus in Chemnitz, das 2021 als Finalist für den Deutschen Nachhaltigkeitspreis Architektur nominiert war.

### Prof. Dr. Klaus Holschemacher

(\*1961) ist seit 1996 Professor für Stahlbetonbau an der HTWK Leipzig und seit 2006 Leiter des Instituts für Betonbau der Fakultät Bauwesen. Als Vorstandsmitglied im Verein C<sup>3</sup>- Carbon Concrete Composite setzt er sich für den Transfer der Forschungsergebnisse über Carbonbeton ein, um Alternativen zum Stahlbeton in die praktische Anwendung zu bringen. Holschemacher hat an der Technischen Hochschule Leipzig Bauingenieurwesen studiert und dort 1992 promoviert.

### Thomas Schmidt

(\*1961) ist seit 2019 Sächsischer Staatsminister für Regionalentwicklung und als CDU-Mitglied seit 2004 Abgeordneter des Sächsischen Landtags. Von 2014 bis 2019 war er Staatsminister für Umwelt und Landwirtschaft in Sachsen. Im Bundesrat ist er Mitglied des Ausschusses für Städtebau, Wohnungswesen und Raumordnung. In Burgstädt geboren, machte er mit seiner Ausbildung zum Agrotechniker das Abitur und studierte an der Martin-Luther-Universität Halle Agraringenieurwesen.

## Was bedeutet für Sie Nachhaltigkeit?

**Annette Fest:** Nachhaltigkeit betrifft alle Lebensbereiche. In Bezug auf den Bau bedeutet es für mich gute Architektur mit intelligenten Lösungen. Flexibel, ästhetisch und langlebig mit angemessenen Mitteln.

**Thomas Schmidt:** Die Definition geht auf Hans Carl von Carlowitz zurück, den sächsischen Oberberghauptmann. Carlowitz hat damals in Bezug auf den Forst ausgedrückt, dass man diesem System nur so viel entnehmen soll, wie auch wieder nachwächst, damit wir die Ressource Holz nicht aufbrauchen. Das ist Nachhaltigkeit. Die Frage lautet also: Wie können wir ressourcenschonend die Zukunft gestalten?

**Prof. Klaus Holschemacher:** Der Begriff wird inzwischen fast inflationär gebraucht. Eigentlich geht es darum, die Lebensumstände aufrecht zu erhalten. Dabei ist nicht nur der CO<sub>2</sub>-Ausstoß wichtig, auch soziale und wirtschaftliche Komponenten spielen hinein. Man muss es komplex betrachten.

**Nachhaltigkeit steht mittlerweile in der politischen Agenda weit oben. Der Klimawandel war beim letzten Bundeswahlkampf Thema Nummer eins. Glauben Sie, dass den Worten nun Taten folgen?**

**Fest:** Das ist ein Muss! Es gibt keine Alternative dazu. Wenn dieser Planet weiter bewohnbar sein soll – und das wollen wir allein schon für unsere Kinder und Kindeskinde – dann müssen wir jetzt handeln.

„Beim Bauen greifen wir massiv in die Umwelt ein und verbrauchen neue Ressourcen. Deshalb ist es umso wichtiger, den Gebäudebestand als eine solche zu begreifen“

Annette Fest, Geschäftsführerin des Architekturbüros Bodensteiner Fest



Wie regt die Politik zu mehr Nachhaltigkeit im Bau an?

**Schmidt:** Mit verschiedenen Regulierungen wie beispielsweise der CO<sub>2</sub>-Bepreisung, Vorgaben zur Dämmung und Ähnlichem. Parlamente haben die Aufgabe, Ziele und Rahmen zu setzen, die eine Weile gelten müssen. Dazwischen allerdings muss Freiheit sein. In einem Wettstreit der Ideen, in einem offenen Innovationsprozess ergeben sich die besten Lösungen. Leider neigt die Politik derzeit oftmals dazu, nicht bloß Ziele und Rahmen zu setzen, sondern durch zu strikte Vorgaben bestimmte Wege von vornherein auszuschließen. Das ist ein Problem.

**Holschemacher:** Richtig, eine Überregulierung haben wir teilweise schon, andererseits brauchen wir natürlich Regulierungen, beispielsweise eine Norm für Carbonbeton als neuen Verbundwerkstoff. Erst dann handelt

es sich um ein geregeltes Bauprodukt. Das macht es viel einfacher für Architekturbüros und Bauunternehmen, ein solches Produkt für die Anwendung in Bauwerken vorzuschlagen.

**Fest:** Wenn der Markt es selbst regulieren soll, müssen die Materialpreise anders entstehen. Zum Beispiel beim Wärmedämmverbundsystem: Da muss in das Produkt eingepreist werden, was es kostet, wenn ich es wieder rückbaue, entsorge oder recycle. Viele denken das bisher nicht mit und entscheiden sich deshalb für Methoden und Materialien, die nicht nachhaltig sind und uns damit auf lange Sicht teuer zu stehen kommen.

**Schmidt:** Aber wie preisen Sie es ein? Denn diejenigen, die es verkaufen, sind nicht unbedingt diejenigen, die es viele Jahre später zurückbauen. Wer also legt den Preis fest und wer bekommt das Geld?

**Holschemacher:** Das ist sehr spekulativ. Wenn wir heute etwas neu bauen, wird das Recycling in circa 70 Jahren stattfinden. Niemand kann jetzt schon wissen, in welcher Form sich das abspielt. Das, was man im Moment tun kann, ist die CO<sub>2</sub>-Bepreisung. Ich glaube, das ist der richtige Weg, um überhaupt in die Gänge zu kommen.

### Was könnte die Industrie zu mehr Nachhaltigkeit anregen?

**Schmidt:** Unser Ministerium versteht sich als Bündler und Katalysator, der andere Akteure miteinander verknüpft, um gemeinsam stärker zu werden und Synergieeffekte zu schaffen. Das passiert zum Beispiel beim Holzbau. Seit drei Jahren laden wir alle sächsischen Kompetenzträger der Holzbranche ein und bringen sie an einen Tisch. Die Idee kam von den Holzbauinnungen selbst, die gesagt haben: „Wir müssen etwas tun.“ Sie gründeten einen Verein und planen derzeit ein Holzbaukompetenzzentrum – und wir unterstützen sie, wo wir können. Initiativen dieser Art schaffen Vorbilder, die andere begeistern. Politik muss an den richtigen Stellen etwas befördern und Plattformen vernetzen. Das ist ein Prozess, aber wenn der erst einmal etwas Dynamik erreicht, dann wird aus der Invention eine Innovation. Wenn sie dann den Markt durchdringt, setzt sie sich durch.

### Wie gehen Sie im Architekturbüro konkret vor, wenn Sie ein nachhaltiges Haus bauen wollen?

**Fest:** Beim Bauen, speziell mit einem Neubau, greifen wir massiv in die Umwelt ein und verbrauchen neue Ressourcen. Deshalb ist es umso wichtiger, den Gebäudebestand als eine solche zu begreifen. Bei der Casa Rossa haben wir uns bewusst damit auseinandergesetzt und darüber diskutiert, wie weit wir die bestehende

Bausubstanz erhalten oder wiederverwenden. Wir fragten uns: Wie können wir diesen Schatz heben und durch zeitgemäße Ergänzungen zu etwas Neuem überführen? Wir suchten die Materialien sehr sorgfältig aus und dachten Nutzungsdauer und Rückbau mit. Dabei stimmten wir Energiekonzept, Gestaltung und Funktion so lange aufeinander ab, bis sie eine Einheit ergaben.

### Was kann jeder und jede Einzelne tun, um das Wohnen und Bauen nachhaltiger zu gestalten?

**Fest:** Sie könnten über neue Nutzungskonzepte und Kooperativen nachdenken, die selbstbestimmtes Wohnen in Städten ermöglichen, also dort, wo Ver- und Entsorgung sowie die Mobilität aufgrund der höheren Dichte wirtschaftlicher und nachhaltiger sind.

**„Wir untersuchen, wie wir Beton umweltfreundlicher gestalten können. Denn der Betonbauweise müssen wir eine ganze Menge CO<sub>2</sub>-Ausstoß zuschreiben“**

Klaus Holschemacher, Professor für Stahlbetonbau an der HTWK Leipzig



Baugruppen oder Genossenschaften sind beispielsweise eine bewährte Form für ein zeitgemäßes, urbanes Wohnen und Arbeiten jenseits flächenfressender Einfamilienhausgebiete. Manche Kommunen unterstützen bereits kooperative Initiativen durch Beratungen und Kontaktbörsen.

**Holschemacher:** Wer ein Haus baut, kann sich von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen beraten lassen. Sie erteilt Zertifikate, die die Nachhaltigkeit von Gebäuden beurteilt. Die öffentliche Hand macht das schon weitgehend. Für private Bauherren ist das weniger üblich, beim Industriebau erst recht nicht. Hier ist ein Feld für die Politik, um mehr Druck zu machen. In der Forschung können wir das nur begleiten. Wir können Zahlen bereitstellen, die für jeden Baustoff deutlich machen, was er wirklich kostet. Ob wir das mit Euro belegen müssen oder mit einer gewissen Menge, zum Beispiel an CO<sub>2</sub>-Ausstoß, die mit der Herstellung eines Bauteils verbunden ist, das wäre die Frage.

#### Ist nachhaltiges Bauen teurer als konventionelles Bauen?

**Schmidt:** Wenn man nur den Moment betrachtet, ja. Aber wenn man die Lebensdauer eines Einfamilienhauses von etwa 50 oder 70 Jahren betrachtet, dann ist nachhaltiges Bauen nicht teurer. Die anfänglichen Mehrkosten für die Nachhaltigkeitsaspekte werden sich bereits nach wenigen Jahren auszahlen, davon bin ich überzeugt.

#### Wird Forschung zum Thema Nachhaltigkeit besonders gefördert?

**Holschemacher:** In der Forschung sind wir seit Jahren dazu angehalten, die Themen in Richtung Nachhaltigkeit auszurichten. Wir haben 2013 beispielsweise die Forschungsgruppe Nachhaltiges Bauen am Institut gegründet. Wir untersuchen, wie wir Beton umweltfreundlicher gestalten können. Denn der Betonbauweise müssen wir eine ganze Menge CO<sub>2</sub>-Ausstoß zuschreiben, deshalb sind wir gefordert, Dinge zu verbessern.

#### Ein Hoffnungsträger ist Carbonbeton, der Fasern aus Carbon zur Bewehrung nutzt und dadurch weniger Beton benötigt. Wie ist der Stand der Forschung dazu?

**Holschemacher:** Das Thema hat sich gut entwickelt. In Dresden wird im Herbst 2022 der Cube eröffnet – das weltweit erste Gebäude aus Carbonbeton (↗ S. 18). Damit zeigen wir: Es funktioniert! Wir haben die Kosten sehr genau kalkuliert, denn Carbonfasern sind teurer als Betonstahl. Auch hier konnten wir beweisen, dass die Kosten nicht explodieren. Wie Baufirmen ihre Technologie zukünftig umstellen können, wenn sie mit Carbonfasern als Bewehrung bauen wollen, zeigen wir in Leipzig in einem Technikum. Allerdings stehen wir erst am Anfang des Weges. Die Überführung der Erkenntnisse von der Forschung

in die Praxis dauert in der Regel sehr lange, teilweise Jahrzehnte. Jetzt sind wir speziell unter Druck und müssen schneller vorankommen. Deswegen sind wir froh, dass die Politik mit uns an einem Strang zieht.

**Schmidt:** Das Thema Carbonfasern spielt in ganz vielen Bereichen eine Rolle, wenn wir über Ressourcenschutz sprechen. Es ist im Grunde eine Frage des Leichtbaus: Wie können wir Carbonfasern vielfältig in die Industrie, in den Bau und in andere Bereiche hineinbringen? Dazu sind mehrere Projekte geplant. Eins davon entsteht in der Lausitz und ergründet das Material aus der Perspektive einer Kreislaufwirtschaft – inklusive Recycling.

#### Gibt es auch Forschungsprojekte zum Recyceln von Beton?

**Holschemacher:** Ja, die gibt es schon seit längerer Zeit. Wir überlegen derzeit, wie wir das Recycling schaffen, ohne große Energiemengen zuführen zu müssen. Durch die materialspezifischen Eigenschaften des Betons ist das aber nicht so einfach. Wir hoffen, dass wir in drei, vier Jahren eine vernünftige Antwort haben.

#### Leben Sie in einem nachhaltigen Gebäude?

**Schmidt:** Ich wohne in einem Haus, das ich gebaut und mittlerweile modernisiert habe. Damals mussten wir uns unsere Ziegelsteine noch selbst besorgen. Sicherlich ist das Gebäude nicht auf dem aktuellen Stand der Technik, aber was ist nachhaltiger: Ein neues Haus bauen, oder das vorhandene Haus ertüchtigen? Wenn man es ehrlich betrachtet, ist es in der

# 14,4

Prozent der Bodenfläche Deutschlands sind bebaut. Das sind insgesamt 51.693 Quadratkilometer



## „Wenn man die Lebensdauer eines Einfamilienhauses von etwa 50 oder 70 Jahren betrachtet, dann ist nachhaltiges Bauen nicht teurer“

Thomas Schmidt, Sächsischer Staatsminister für Regionalentwicklung (CDU)

Bilanz besser, in dem Haus einfach weiter zu wohnen. Neubau um jeden Preis ist Unsinn.

**Holschemacher:** Ich wohne seit 2015 in einem Mehrfamilienhaus in Leipzig. Es gibt fünf Punkte, die für mich Nachhaltigkeit im Bauwesen ausmachen: Umbau vor Neubau, umweltfreundlicher Entwurf, klimafreundliche Materialien, Industrialisierung erhöhen in Richtung Serienfertigung und Bauschäden vermeiden. Im Bezug darauf bewerte ich das Gebäude, in dem ich wohne, nur durchschnittlich gut.

**Fest:** Ich wohne in München zur Miete in einem Haus von 1920, das ist ein sehr schönes Mehrfamilienhaus. Das Haus steht unter Denkmalschutz. Im Winter wird die Wohnung nicht richtig warm, da gibt es einfach Hausschuhe und Pullover. Aber die räumlichen und gestalterischen Qualitäten

sind so hochwertig, dass das Haus noch lange stehenbleiben wird. Sie sind ein ganz wesentlicher Nachhaltigkeitsfaktor, der bislang noch zu wenig gesehen wird.

**Was ist Ihre Vision: Wie werden wir in hundert Jahren wohnen?**

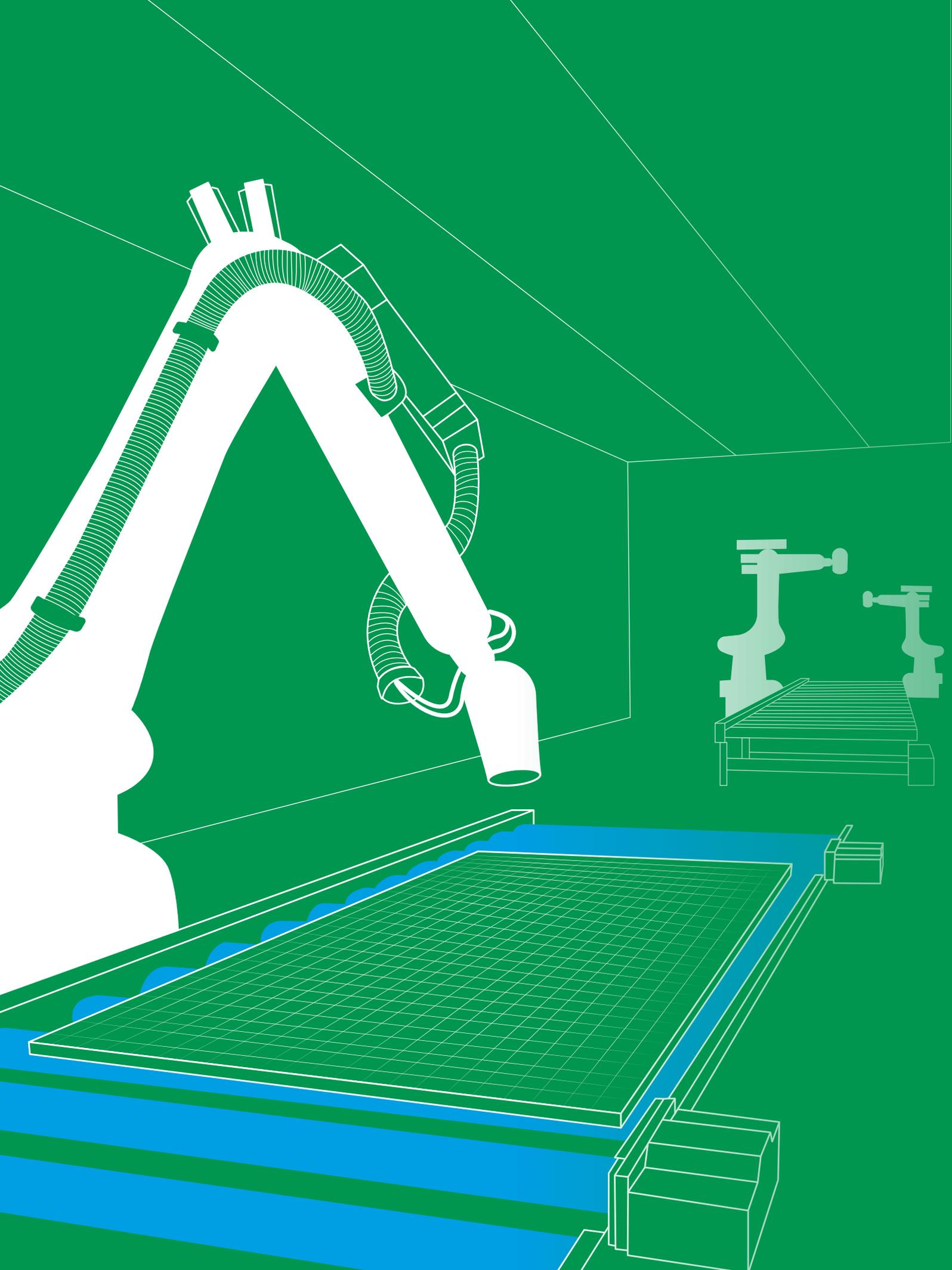
**Fest:** Zum einen wünsche ich mir, dass wir in Mehrfachnutzungen denken. Für Gebäude, die tagsüber leer stehen, weil sie nur abends gebraucht werden, sollten wir Möglichkeiten finden, sie anderweitig zu verwenden. Zum anderen haben wir gerade viele Single-Wohnungen – früher waren wir mal bei der Großfamilie. Wir sollten wieder mehr miteinander tun, miteinander sprechen. Genossenschaftlich bauen, in Baugruppen bauen, sich Räume teilen ...

**Schmidt:** Mein Wunsch ist, auch die hohe Lebensqualität kleiner Städte und Dörfer vermehrt zu nutzen, anstatt nur in die großen Zentren hineinzudrängen und, wenn es dort zu voll wird, von Mietpreisbremse und Mietendeckel zu reden. Auf dem Land und im gut vernetzten Umland der Zentren gibt es viele Möglichkeiten, bereits bestehende Gebäude umzunutzen. Gerade in Sachsen gibt es eine ganze Menge Leerstand und damit Potenzial.

**Holschemacher:** Ich hoffe, dass sich die Lebensumstände nicht verschlechtern. Wir sind in Deutschland schon auf einem relativ guten Niveau, wenn man sich weltweit umschaute. Wenn wir diesen Standard hier erhalten können, auch in hundert Jahren noch, egal wie es dann im Detail aussieht, da wäre schon unheimlich viel gewonnen.

**Vielen Dank für das Gespräch.**

*Das Interview führte Katrin Haase.*



# Grünes Grau

Text: Dr. Rebecca Schweier

Beton ist aus gutem Grund der meistverwendete Baustoff. Doch er verursacht einen Großteil der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen und verschlingt immense Rohstoffmengen. Carbonbeton soll diesen Ressourcenverbrauch senken. Um den Weg in die breite Anwendung zu beschleunigen, entsteht an der HTWK Leipzig eine Modellfabrik für die automatisierte Fertigung von Bauteilen aus Carbonbeton.

← Im Carbonbetontechnikum können Bauteile aus Carbonbeton im Maßstab 1:1 für Forschungs- und Demonstrationszwecke automatisiert gefertigt werden

Beton und Stahl ergänzen sich richtig gut. Diese Erkenntnis führte im frühen 20. Jahrhundert zu einer Revolution im Bauwesen, die ein Vordringen in bislang ungeahnte Dimensionen ermöglichte: Immer größere Hochhäuser, weiter spannende Brücken, gewaltigere Industriehallen und ganze Stadtteile entstanden innerhalb kürzester Bauzeit. Denn Beton kann große Lasten tragen, brennt nicht, ist unempfindlich gegenüber äußeren Einflüssen und günstig in der Herstellung. Er kann in fast beliebige Formen gebracht werden und ist im ausgehärteten Zustand enorm druckfest. Mit dem zugfesten Material Stahl als Bewehrung kann Beton beachtliche Flächen überspannen. Aufgrund dieser Vorzüge ist Stahlbeton heute weltweit der meistverwendete Baustoff. Allein in Deutschland werden jährlich mehr als 100 Millionen Kubikmeter davon verbaut. Das entspricht etwa dem Volumen des Cospudener Sees am Südrand Leipzigs. Doch die Kehr-

seite des „grauen“ Siegeszuges ist ein enormer Rohstoff- und Energieverbrauch, ganz zu schweigen von den Treibhausgasemissionen.

Beton besteht hauptsächlich aus Zement, Kies, Sand und Wasser, wobei allein die Zementherstellung für rund acht Prozent der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich ist – dreimal mehr als der Flugverkehr. Hauptursache ist der im Zement enthaltene Kalkstein. Nicht nur, dass für das Brennen von Kalkstein Temperaturen von 1.450 Grad Celsius benötigt werden. Noch dazu löst sich während des Erhitzens das im Stein gebundene CO<sub>2</sub> und entweicht in die Atmosphäre.

Dass so viel Beton verbraucht wird, liegt auch am Stahl. Er kann leicht rosten und muss deshalb durch eine dicke Betonschicht vor Korrosion geschützt werden. Lange Zeit sah darin niemand ein Problem – immerhin kostet ein Liter Beton weniger als ein

# 2050

Bis dahin will die globale Zement- und Betonindustrie klimaneutral sein. Sie setzt große Hoffnung in die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung

Liter Mineralwasser. Doch die wahren Kosten liegen weitaus höher: Die Bauindustrie verbraucht rund 40 Prozent der weltweit abgebauten Rohstoffe. Zudem gehen rund ein Drittel der gesamten Treibhausgasemissionen auf das Bauen, Nutzen und Rückbauen von Gebäuden zurück.

## Ressourcen sparen mit Carbonbeton

An einer Alternative, die die Vorzüge von Stahlbeton übertreffen und gleichzeitig Ressourcen sparen soll, arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Deutschland seit rund zwanzig Jahren: Carbonbeton. Carbon kann nicht rosten und ist enorm zugfest. Im Vergleich zum Stahlbeton spart der neuartige Baustoff bis zu 80 Prozent Material, denn Bauteile aus Carbonbeton sind bei gleicher Leistungsfähigkeit um ein Vielfaches dünner und leichter. Dadurch wird nicht nur weniger Beton und damit Zement, Kies, Sand und Wasser benötigt, sondern auch deutlich weniger Energie für Herstellung, Transport und Logistik. Diese Einsparungen übertreffen schon heute den höheren Ener-



Im Vergleich zu Stahlbeton (großer Würfel links) spart Carbonbeton (kleiner Würfel und Platte) bei gleicher Leistungsfähigkeit bis zu 80 Prozent Material



gieverbrauch, den die Herstellung von Carbonfasern aus Erdöl gegenüber der Stahlverarbeitung verursacht. In wenigen Jahren sollen Carbonfasern CO<sub>2</sub>-neutral aus nachwachsenden Rohstoffen unter Nutzung regenerativer Energien erzeugt werden.

Damit es Carbonbeton in die breite Anwendung schafft, braucht es mehr als Ideen und gute Argumente. Vor acht Jahren startete deshalb C<sup>3</sup> – Carbon Concrete Composite, das mit 45 Millionen Euro Förderung größte Bauforschungsprojekt Deutschlands. Über 160 Partner aus Wissenschaft und Praxis schufen dabei unter Koordination der Technischen Universität Dresden viele Voraussetzungen für die Markteinführung von Carbonbeton und erarbeiten Herstellungsprozesse für die neuartige Carbonbewehrung, Rezepturen für geeignete Betone sowie angepasste Konstruktionsmethoden und Prüfverfahren. Auch die HTWK Leipzig war mit mehreren Forschungsgruppen an den erarbeiteten Lösungen beteiligt. Zum Abschluss des Projekts entsteht mit dem Cube am Dresdner Universitätscampus das weltweit erste Gebäude aus Carbonbeton. Es demonstriert, dass Bauen mit Carbonbeton möglich ist und zeigt mit seiner herausragenden Klimabilanz, den schlanken Wänden und seiner leichten Ästhetik eindrücklich die Vorteile der Bauweise.

Doch bis solche Gebäude unsere Städte prägen, ist noch einiges zu tun. Um den Cube zu bauen, waren Zustimmungen im Einzelfall erforderlich.



So wird der Cube, das weltweit erste Gebäude aus Carbonbeton, aussehen

**Carbonbeton ist bei gleicher Leistungsfähigkeit um ein Vielfaches dünner und leichter als Stahlbeton. Das spart sowohl Rohstoffe als auch Energie für Herstellung, Transport und Logistik**

# 24

Kilogramm Stahl entsprechen der Leistungsfähigkeit von einem Kilogramm Carbon, denn Carbon ist sechsmal zugfester und viermal leichter

Zudem mussten die einzelnen Bauteile teilweise manufakturartig in enger Zusammenarbeit mit Forschenden produziert werden. Ohne öffentliche Förderung wäre so ein Vorzeigeprojekt nicht umsetzbar. Um einen substantziellen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, muss das Bauen mit Carbonbeton innerhalb kürzester Zeit von der Ausnahme zur Regel werden.

### Von der Forschung in die breite Anwendung

Damit das gelingt, treiben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Aachen, Dresden und Leipzig den Transfer der Forschungsergebnisse weiter voran. In diesem Zuge entsteht mit dem Carbonbetontechnikum Deutschland eine Modellfabrik, in der Bauteile aus Carbonbeton im Maßstab 1:1 für Forschungs- und Demonstrationszwecke gefertigt werden sollen. „Unser rund tausend Quadratmeter großes Carbonbetontechnikum ist weltweit einzigartig. Hier erforschen wir, welche Prozesse eine effizien-

te, nachhaltige und wirtschaftliche Produktion von Carbonbeton ermöglichen. Denn auch wenn Carbonbeton und Stahlbeton vergleichbare Anwendungsgebiete haben, müssen alle Produktionsschritte und Maschinen an den neuen Baustoff angepasst und zum Teil völlig neu gedacht werden“, so Prof. Klaus Holschemacher vom Institut für Betonbau der HTWK Leipzig. „Schon in ein paar Monaten wollen wir hier Bauunternehmen zeigen, wie sie ihre Produktionsstätten gestalten müssen, um Carbonbetonbauteile zu produzieren.“

Untergebracht ist das Carbonbetontechnikum in einer eigens dafür errichteten Versuchshalle im Leipziger Stadtteil Engelsdorf. Schritt für Schritt entsteht hier eine komplette Produktionsstrecke für die automatisierte Herstellung von Fassadenelementen von 3,25 Metern Breite und

1,25 Metern Höhe. Dabei gilt es an vielen Stellen, Neuland zu beschreiten. Auf eine Innovation sind die Leipziger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler besonders stolz: Im Carbonbetontechnikum wird ein Roboter die Bewehrung aus Carbon individuell vor Ort herstellen. Dazu legt er innerhalb von dreißig Minuten mehr als hundert Meter Carbongarn zu genau der gitterförmigen Geometrie mit der Tragfähigkeit, die für ein bestimmtes Bauteil benötigt wird. Ein riesiger Fortschritt: Wird bislang Carbon verwendet, egal ob für Fahrzeuge oder für Bauteile, kommen fast immer vorgefertigte Carbonmatten mit Standardmaßen zum Einsatz. Sie müssen für die eigentliche Anwendung zugeschnitten oder zusammengelegt werden. „Durch die direkte Garnablage werden nicht nur Transportwege, sondern auch bis zu 40 Prozent des teuren und energieintensiven Materials Carbon gespart. Damit fallen die Herstellungskosten von Carbonbetonbauteilen auf das Niveau vergleichbar leistungsfähiger Stahlbetonbauteile“, prognostiziert Otto Grauer, der Leiter des Leipziger Carbonbetontechnikums.



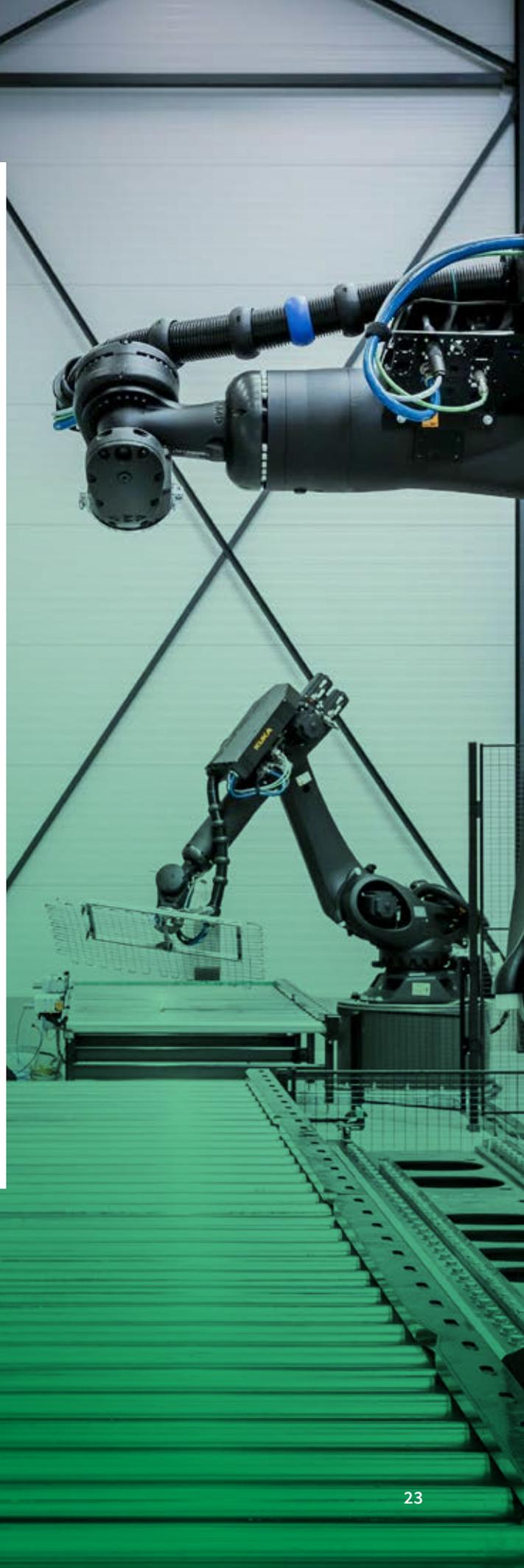
In dieser Halle in Leipzig-Engelsdorf entsteht eine weltweit einzigartige Modellfabrik für Carbonbeton

## So entsteht ein Bauteil aus Carbonbeton

Drei Industrieroboter sorgen im Carbonbetontechnikum dafür, dass die Fertigung weitestgehend automatisch abläuft. Ein Roboter ist für die Herstellung individueller Bewehrungen aus Carbon zuständig. Dafür verlegt er vor Ort das aus mehreren tausend Einzelfilamenten bestehende Carbongarn in der gewünschten Geometrie in einen Spannrahmen und tränkt es dabei zeitgleich mit Epoxidharz. Für Fenster, Lüftungsschächte oder Ähnliches lässt der Roboter automatisch eine Aussparung. Ist die Carbonmatte fertig, fährt sie zur Aushärtung in einen Ofen.

Unterdessen fertigt ein weiterer Roboter die notwendige Schalung für den Beton. Dazu schiebt er auf einem Tisch aus Stahl magnetische Leisten so zusammen, dass sie die Form des späteren Bauteils ergeben. Anschließend fährt der Rahmen zum Fertigungsbereich Betonage. Hier öffnet sich über ihm eine Klappe und eine Portion Beton verteilt sich auf dem Schaltisch.

Danach fährt der Schaltisch zu einem Roboter, der die mittlerweile ausgehärtete Carbonmatte passgenau in den noch weichen Beton legt, und kehrt dann zurück in den Betonage-Bereich. Eine weitere Portion Beton verteilt sich hier auf der Carbonmatte. Nun muss die Masse rund acht Stunden aushärten. Dafür fährt das mittlerweile zwei bis drei Zentimeter hohe Bauteil in eine Wartezone. Anschließend kann ein Fräzroboter noch Aufnahmepunkte für die spätere Befestigung einfügen oder die Oberfläche durch Nuten, Kanten oder Muster gestalten. Ist das Fassadenelement fertig, fährt es zu einem speziell entwickelten Kipptisch, an dem ein Kran das Bauteil aus der Schalung hebt.



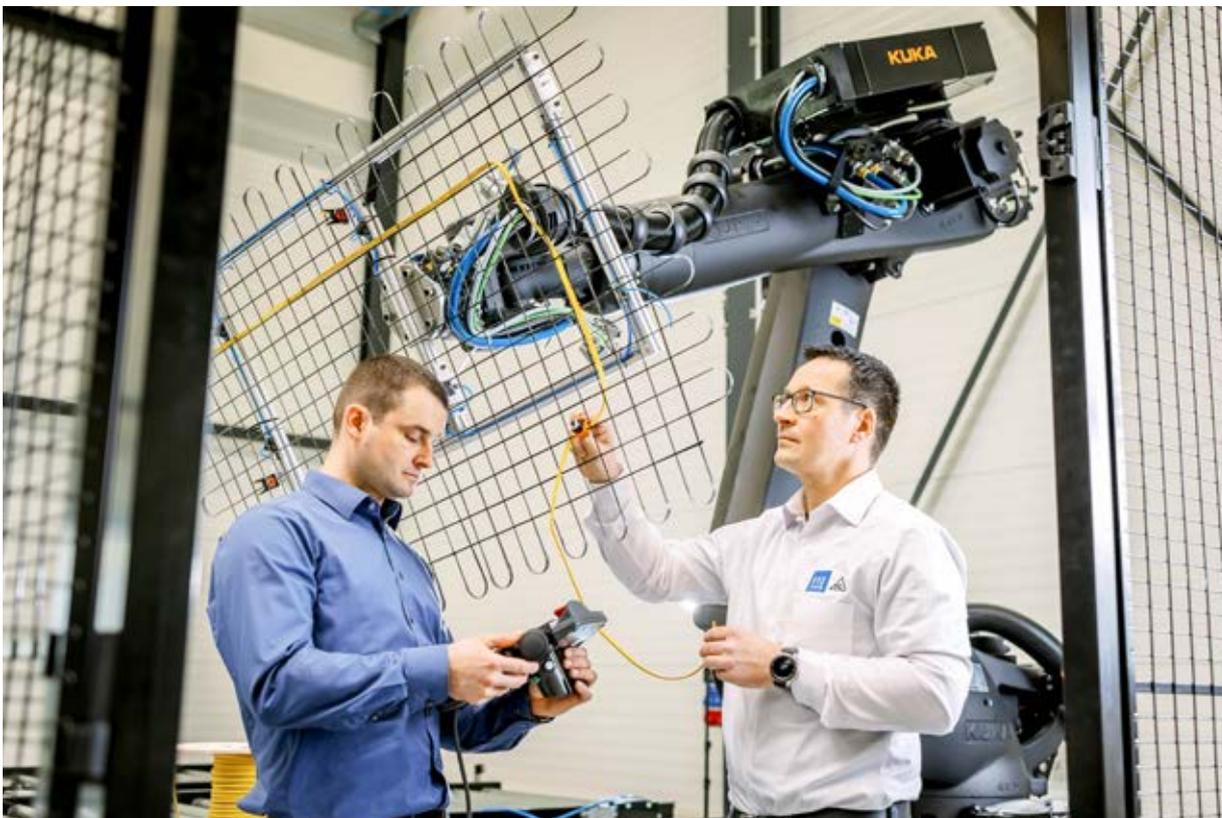
## Modellfabrik ermöglicht neue Innovationen

Bauteile aus Carbonbeton haben weit aus mehr Potenzial als bloß einen Raum zu umschließen. Denn Carbon ist elektrisch leitfähig. Die einbetonierten Carbonfasern könnten also genutzt werden, um nützliche Funktionen direkt ins Bauteil zu integrieren. An der HTWK Leipzig arbeiten deshalb Fachleute aus Bauingenieurwesen und Automatisierungstechnik zusammen. Aus dieser Kooperation entsprungen bislang nicht nur ein Patent, sondern auch mehrere Forschungsprojekte mit Millionenförderung.

In einem dieser Projekte soll Sensorik in Carbonbetonbauteile integriert werden. Die Idee dahinter entstammt dem industriellen Übertragungsstandard AS-Interface. „Durch AS-Interface kommunizieren zahlreiche Sensoren und Aktoren flexibel über ein und dasselbe Kabel miteinander. Selbst die benötigte Energie beziehen sie über dieses Kabel. Das reduziert den Verkabelungsaufwand auf ein Minimum“, erklärt der Elektrotechnik-Professor Tilo Heimbold. Die Technologie ist weltweit millionenfach im Einsatz und ermöglicht automatisierte Prozesse in Flughäfen, Fabriken und Gebäuden. Heimbold: „AS-Interface wird bislang hauptsächlich in der Industrie verwendet. Nun wollen wir die Vorzüge der Tech-

nologie auch auf Carbonbetonbauteile übertragen.“ Exemplarisch soll ein Demonstrator eines Büro-Wandelements im Carbonbetontechnikum entstehen. Wandintegrierte Helligkeitssensoren steuern hier Jalousien und Beleuchtung; Feuchte- und CO<sub>2</sub>-Sensoren das Raumklima.

Im ersten Schritt integrieren die Forschenden handelsübliche AS-Interface-Kabel in die Carbonbewehrung. Doch zukünftig soll die Datenkommunikation direkt über Carbonfasern laufen. Umsetzbar ist das nur, wenn die Carbonbewehrung so wie im Leipziger Carbonbetontechnikum automatisiert individuell gefertigt wird. Und diese Schlüsseltechnologie ermöglicht noch mehr, blickt



Die Forschenden wollen Carbonbetonbauteile zusätzlich mit Funktionen versehen. Dafür setzen Otto Grauer (links) und Tobias Rudloff auf den Übertragungsstandard AS-Interface. Das gelbe Kabel überträgt Energie und Daten zugleich. Künftig soll das direkt über die Carbonfasern laufen



Die beiden HTWK-Professoren Tilo Heimbold (links) und Klaus Holschemacher

der Automatisierungsexperte Tobias Rudloff in die Zukunft: „Nachdem ein Roboter aus Carbongarn die Gitterstruktur für die Bewehrung des Bauteils erzeugt hat, könnte er zukünftig an einer bestimmten Stelle eine zusätzliche Struktur aus Carbongarn legen und so beispielsweise einen kapazitiven Sensor nachbilden. Wer später an dieser Stelle an das Bauteil fasst, könnte das Licht an- und ausschalten – ähnlich einem Touchscreen, ganz ohne Schalter.“

Parallel dazu erforschen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie sie die elektrische Leitfähigkeit von Carbon nutzen können, um Heizungen in Wandelemente zu integrieren. Dazu analysieren die Forschenden in einem weiteren Projekt die Energiebilanz und Sicherheit dieser Bauteile, entwickeln standardisierte und automatisierte Fertigungsprozesse, testen deren elektromagneti-

sche Verträglichkeit im Forschungs- und Transferzentrum der HTWK Leipzig und führen die gewonnenen Erkenntnisse in einem technischen Regelwerk zusammen.

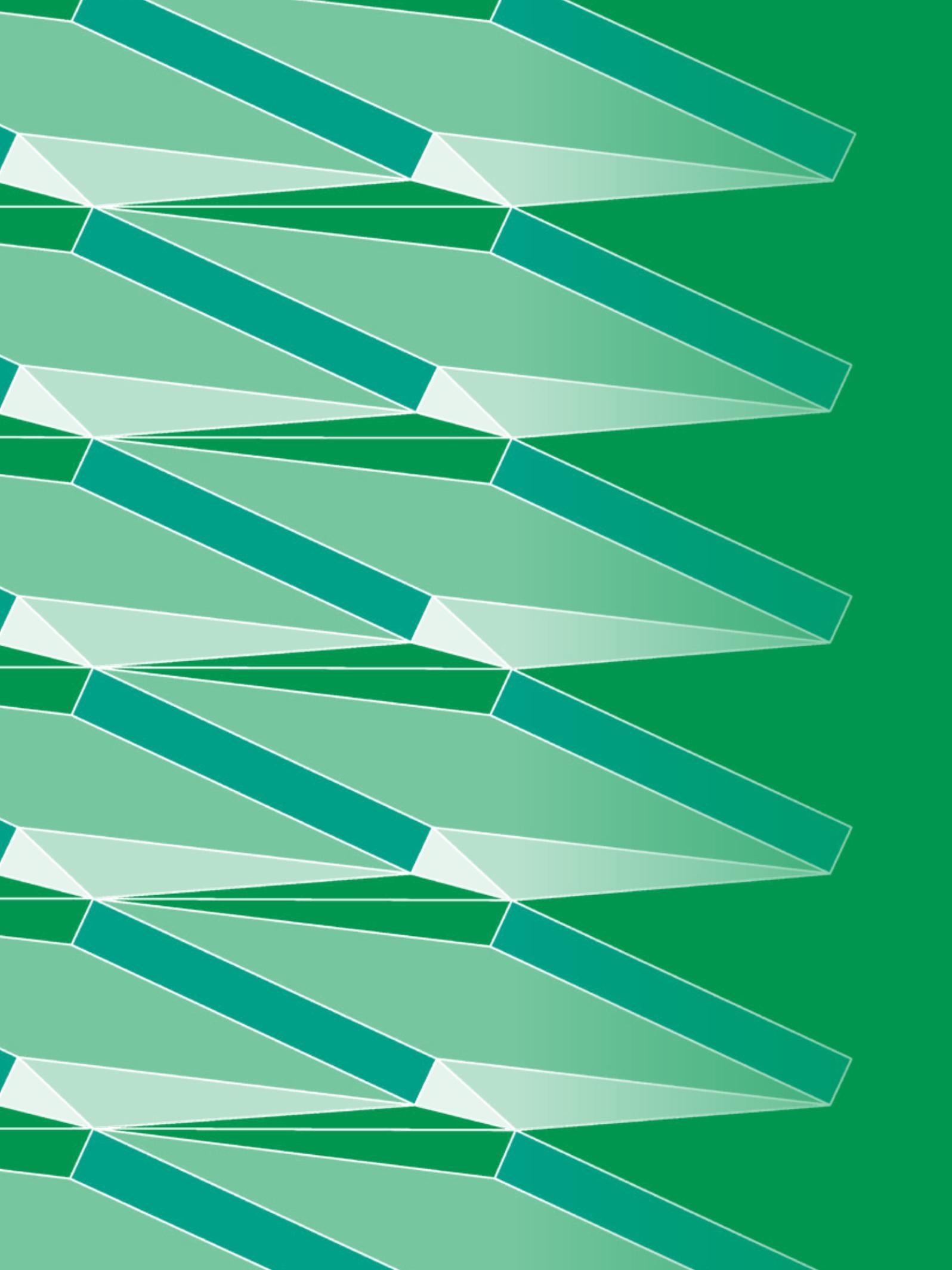
Forschungsbedarf, um das Bauen mit Beton umweltfreundlicher zu machen, gibt es an vielen Stellen. So soll in der Halle zukünftig auch erprobt werden, wie Carbonbetonbauteile recycelt werden können. Dabei werden Carbon und Beton getrennt, denn nur sortenreine Materialien lassen sich gut wiederverwenden. Doch zunächst liegt der Fokus ganz auf der Inbetriebnahme der automatisierten Fertigungsstrecke. Die Eröffnung der Modellfabrik ist für Herbst 2022 angesetzt. —

#### Prof. Dr. Tilo Heimbold

(\*1961) ist seit 2004 Professor für Prozessleittechnik an der HTWK Leipzig und seit 2019 wissenschaftlicher Direktor des Forschungs- und Transferzentrums der Hochschule. Heimbold entwickelt seit 1991 den industriellen Kommunikationsstandard AS-Interface mit.

#### Prof. Dr. Klaus Holschemacher

(\*1961) leitet seit 2006 das Institut für Betonbau an der HTWK Leipzig. Der Professor für Stahlbetonbau setzt sich als Vorstandsmitglied im Verein C<sup>3</sup> – Carbon Concrete Composite für den Transfer der Forschungsergebnisse über Carbonbeton in die Praxis ein.



# Fassaden als Energiequelle

Text: Katrin Haase

Sonne scheint nicht nur auf Dächer, sondern auch auf Fassaden. Wie wir dort die Sonnenenergie nutzen können, erproben Forschende der HTWK Leipzig mit Partnern aus der Praxis. So entstand eine Gebäudefassade, die Photovoltaik und Design elegant miteinander verbindet.

Ein wenig futuristisch sieht es aus, das Firmengebäude von Aluform, einem Verarbeiter von Aluminium-Verbundwerkstoffen. An einem Feldrand bei Heilbronn sticht es aus dem am Ortsrand gelegenen Industriegebiet hervor. An der Süd- und Westfassade des Neubaus glänzen helle Drei- und Vierecke, die aus den beiden Wänden dreidimensional hervorstehen und Solarstrom erzeugen. „Die plastische Struktur entsteht automatisch, wenn wir die Photovoltaik-Module bestmöglich zur Sonne ausrichten, denn kaum eine Wand steht in einem für die Energiegewinnung optimalen Winkel“, erläutert Frank Hülsmeier, Architektur-Professor an der HTWK Leipzig. Die meisten Photovoltaikanlagen in Deutschland erzeugen dann optimal Strom, wenn sie nach Süden ausgerichtet und zwischen 30 und 35 Grad geneigt sind. Nach diesem Prinzip sind auch die

über 400 Module ausgerichtet, welche in die Fassadenelemente des Firmengebäudes fest integriert sind. Sie produzieren circa 10.000 Kilowattstunden Strom im Jahr und versorgen die Büro- und Produktionsräume der Firma seit Dezember 2021 mit Energie.

### **Viel Potenzial, wenig Umsetzung**

Photovoltaik-Anlagen erzeugten 2021 knapp ein Zehntel des in Deutschland produzierten Stroms. Ausgehend von einem weiter steigenden Strombedarf müssen wir laut Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme bis 2045 etwa siebenmal mehr Strom aus Solarenergie gewinnen, um die Ziele

der Energiewende zu erreichen. Gebäudeintegrierte Photovoltaik birgt dabei großes Potenzial: 6.000 Quadratkilometer Gebäudedächer und doppelt so viel Fassadenfläche ließen sich theoretisch in Deutschland für Photovoltaik nutzen und könnten bis zu 1.000 Gigawatt Stromleistung ermöglichen. Doch Fassaden sollten nicht nur funktionell, sondern auch abwechslungsreich gestaltet sein, da sie das Bild einer Stadt prägen, findet Hülsmeier. Gemeinsam mit seinem Team entwickelt er dafür gestalterische Möglichkeiten, denn er



Die Fassade des Firmengebäudes von Aluform produziert dank Photovoltaik 10.000 Kilowattstunden Strom pro Jahr

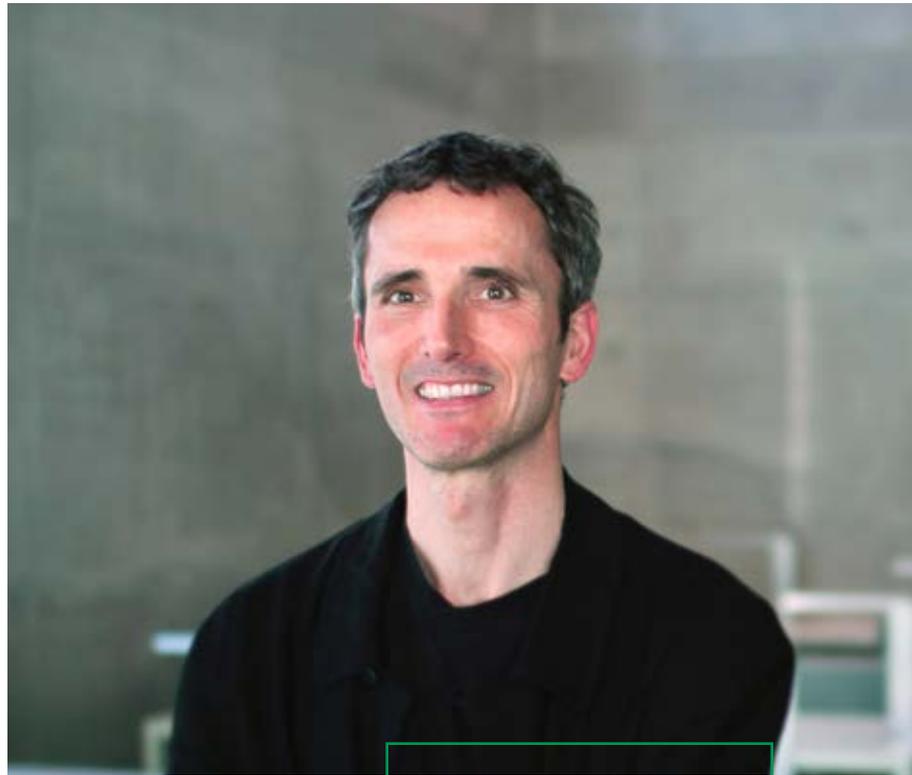
ist überzeugt: „Um die Energiewende zu schaffen, müssen wir Architektinnen und Architekten mitnehmen. Allein flächig mit schwarzen Solarpanels behängte Wände wären keine Lösung für einen vielfältigen öffentlichen Raum.“

### Sonne scheint auf Aluminium ...

Ein Lösungsvorschlag von Hülsmeier und seinem Team ist die vorgehängte Fassade aus Aluminium-Verbundelementen mit integrierten Photovoltaikmodulen namens Solar-Shell. Frank Hülsmeier und seine wissenschaftlichen Mitarbeiter Stefan Huth und Adrian Heller suchten nach Partnern aus der Wirtschaft, die eine solche Fassade bauen und somit erstmals anwenden. Mit Erfolg: Gemeinsam mit Aluform, 3A Composites, Opes Solutions und der SGB Steuerungstechnik verfeinerten sie die Technik der Solar-Shell, passten die Fassadenelemente den Anforderungen in Heilbronn an und fanden Lösungen für Herausforderungen, die sich beim Planen, Bauen und Anwenden ergaben. Zum Beispiel, wie die Photovoltaik-Module am besten am Aluminium-Verbundstoff befestigt werden können. „Die Suche nach einem Klebstoff-Partner war am schwierigsten. Nur wenige hatten einen für die Fassade zugelassenen Aluminium-

Glas-Kleber“, erinnert sich Stefan Huth. „Der Klebstoff muss immerhin Temperaturen von minus 20 bis plus 80 Grad Celsius standhalten.“

Wie eine Fassade mit einer integrierten Photovoltaik-Anlage im Detail aussieht, berechnet ein Algorithmus, den Huth und Heller in monatelanger Arbeit programmiert haben. Darin fließen Informationen wie Gesamtfläche, erwünschter Stromertrag, Standort, Himmelsrichtung und die Eigenschaften der verwendeten Mate-



#### Prof. Frank Hülsmeier

(\*1964) ist seit 2002 Professor für Gebäudetechnik, Energiekonzepte und Bauphysik an der HTWK Leipzig und leitet seit 2009 das hausinterne Architektur-Institut Leipzig. Zuvor lehrte er an Hochschulen in Darmstadt und Hildesheim, sammelte in Architekturbüros in Berlin, Darmstadt und Hamburg praktische Erfahrungen und gründete 2004 in Leipzig sein eigenes Architekturbüro.

# 306 Tsd.

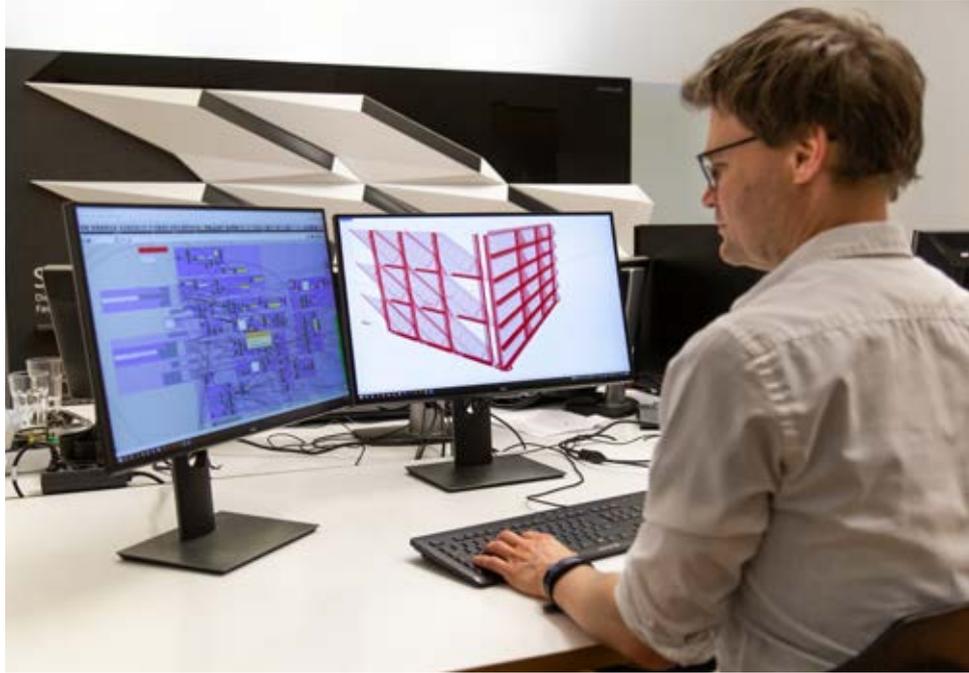
Gebäude wurden 2020 in Deutschland fertiggestellt. Das ist so viel wie seit zwanzig Jahren nicht mehr

rialien ein. Ein Computerprogramm berechnet dann, wie groß die Einzel-elemente sein müssen, um den Platz optimal auszunutzen. Diesen Vorschlag können Architektinnen und Architekten dann mit ihren Gestaltungsideen erweitern.

Zusätzlich zur Fassade bei Heilbronn bauten die Forscher und Partner zwei rechtwinklig zueinanderstehende Wände mit Solar-Shell-Fassadenelementen im Technikum des Konzerns 3A Composites in Singen am Bodensee. „Dort können wir veranschaulichen, wie sich dieses Bauteil verhält, wie viel Strom es produziert und wie die Photovoltaikmodule gewartet und ausgetauscht werden können“, erklärt Heller.

### ... und auf Beton

Mit Metall gestalten Architektinnen und Architekten verhältnismäßig selten Fassaden. Häufig bestehen Gebäudewände aus Mauersteinen oder Betonbauteilen, die von außen gedämmt und verputzt werden. Manchmal sollen die Materialien aber sichtbar bleiben: In der modernen Architektur wird beispielsweise gern Sichtbeton als gestalterisches Element verwendet. Auch dort könnte Photovoltaik zum Einsatz kommen. Doch wie genau? Dafür untersuchen Hülsmeier und sein Team derzeit verschiedene Lösungen – mit der gleichen Grundidee wie bei Solar-Shell: Die Photovoltaikmodule sollen sich optimal zur Sonne ausrichten, der



Stefan Huth programmiert die Algorithmen, die einen Designvorschlag für die Fassade mit integrierter Photovoltaik entwerfen

**Die Photovoltaikmodule sollen sich optimal zur Sonne ausrichten, der Beton passt sich als Designelement gestalterisch dieser Maßgabe an, sodass eine dreidimensionale Struktur entsteht**

2022

Seit dem 1. Mai muss auf jedes neue Haus in Baden-Württemberg eine Solaranlage. Eine bundesweite Regelung wird diskutiert

Beton passt sich als Designelement gestalterisch dieser Maßgabe an, sodass sich auch hier eine glatte Wand in eine dreidimensionale Struktur verwandelt.

Doch individuelle Einzelanfertigungen sind keine Lösung: Betonhersteller müssen Fertigteile in Serie produzieren, um wirtschaftlich zu sein. Dafür benötigen sie Schalungsformen, die mehrmals verwendet werden können und sich vielfältig einsetzen lassen. Um dem gerecht zu werden, setzen die Forschenden auf ein sechseckiges Beton-Modul, denn diese Wabenform ermöglicht verschiedenste Designideen. Im Zentrum der Wabe ist das Solarmodul befestigt. Geht es kaputt oder erbringt es im Laufe seines Lebens weniger Leistung, kann es ausgetauscht werden. „Im Moment nutzen wir einen verdeckten Rahmen, um die Photovoltaik im Betonmodul zu befestigen und wieder zu lösen“, erläutert Huth den aktuellen Stand der Forschung. Doch daran wird noch „geschraubt“. Viel Zeit bleibt nicht: Bereits Mitte 2022 soll die erste Betonhexagon-Photovoltaik-Fassade an einem Schulungsgebäude beim Projektpartner Hering Bau in Burbach errichtet werden.

Dann sind bereits in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen Gebäude zu sehen, deren Fassaden aus Aluminium oder Beton Solarenergie produzieren und mit ihrer anspruchsvollen Gestaltung ins

Auge fallen. Ein wichtiger Schritt in Richtung nachhaltiges Bauen, denn wenn technischer Fortschritt ästhetisch umgesetzt ist, greifen Architektinnen und Architekten die neuen Möglichkeiten zur Fassadengestaltung hoffentlich gern auf. —



Adrian Heller zeigt: Auch Betonfassaden mit Photovoltaik können kreativ gestaltet werden



# Die Natur machen lassen

Text: Katrin Haase

Auf Spritztour mit dem Wasserbau-Experten Tilo Sahlbach besuchen wir einen hochwassergefährdeten Platz, ein neu entstehendes „Schwammviertel“, den Leipziger Auwald und ein Dorf, das gemeinsam vieles richtig macht – vier Orte, an denen Wasser beim Bauen eine zentrale Rolle spielt.

← Stilisierter Ausschnitt der Leipziger Starkregengefahrenkarte. Dunkelblau sind Gebiete, die bei intensivem Starkregen im Auwald und den angrenzenden Stadtteilen überschwemmt werden

Wasser folgt seinem natürlichen Weg im Kreislauf zwischen Wolke, Regen, Fluss und Meer und kann dabei nützlich oder zerstörerisch sein. „Mit extremen Wetterlagen wie Dürre und Starkregen müssen wir in Zukunft vermehrt rechnen“, prophezeit Tilo Sahlbach. Er leitet gemeinsam mit Prof. Hubertus Milke das Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft (IWS) der HTWK Leipzig. Von Sahlbach wollen wir wissen, welche Rolle Wasser beim Bauen einnimmt. Für seine Antworten lädt er uns auf eine gemeinsame Spritztour ein.

### Erster Halt: Hier führt Starkregen zu Hochwasser

„Zuerst zeige ich Ihnen, wie es nicht laufen sollte“, beginnt Sahlbach. Im Herzen Leipzigs stehen wir auf dem Friedrich-List-Platz östlich des Hauptbahnhofs und halten drei Straßenkarten in der Hand, auf denen viele magentafarbene Flächen zu sehen

sind. Es sind Auszüge aus der Starkregengefahrenkarte, die Sahlbach und seine Forscherkolleginnen und -kollegen vom IWS im Auftrag der Leipziger Wasserwerke und der Stadt Leipzig durch Messungen und umfangreiche Simulationen erstellt haben. Die digitale Karte informiert Leipzigerinnen und Leipziger über Gegenden der Stadt, die bei Starkregen überflutungsgefährdet sind. Dabei können sie drei Szenarien anschauen: die Überflutung bei intensivem Starkregen, der statistisch gesehen alle 30 Jahre fällt, bei außergewöhnlichem Starkregen, der alle 100 Jahre auftritt oder extremem Starkregen, der einmal in 1.000 Jahren vorkommt – hier zuletzt im Jahr 2013. Der nächste wird wohl nicht tausend Jahre auf sich warten lassen – durch den Klimawandel wird das Wetter immer extremer.

Der Friedrich-List-Platz ist der überflutungsgefährdetste Ort Leipzigs. Die Farbe Magenta warnt: Hier würde vieles bei intensivem Starkregen

mehr als 50 Zentimeter tief im Wasser stehen, seien es die Straßenbahnen und Autos an der Kreuzung oder die Wohnungen und Läden am Rande des Platzes. „Das Wasser würde natürlicherweise Richtung Westen abfließen, dort wird es aber durch die Mauern des Hauptbahnhofs davon abgehalten und sammelt sich hier“, erläutert Sahlbach. Gemeinsam mit den Leipziger Wasserwerken suchen die Forschenden derzeit nach baulichen Lösungen gegen die Überflutungsgefahr. Helfen würden Parks oder Becken, die das Wasser zwischenspeichern, oder eine Möglichkeit, das Wasser in naheliegende Flüsse abzuleiten. Auch Hauseigentümerinnen und -eigentümer können mithilfe der Karte einschätzen, ob sie ihre Gebäude gegen Sturzfluten schützen sollten, beispielsweise durch mobile Hochwasserschutzwände aus Edelstahl oder abgedichtete Fenster und Keller.

Die Stadt Leipzig und ihre Bürgerinnen und Bürger sind mit der Starkregengefahrenkarte informierter und vorbereiteter als die meisten anderen Orte, die nur aus den Sturzfluten der



**„Am besten sollten wir der Natur möglichst viel selbst überlassen – sie ist die Expertin. Wenn der Mensch gegen die natürlichen Kreisläufe kämpft, kostet es immer mehr Energie, als diese Wege zu nutzen“**

Tilo Sahlbach, HTWK Leipzig



Bei intensivem Starkregen steht der gesamte Friedrich-List-Platz unter Wasser, wie auf der Starkregengefahrenkarte in blau und magenta zu sehen ist



Vergangenheit lernen können – doch dann ist es erst einmal zu spät und Schaden bereits entstanden. Die Gefahr durch Starkregen ist dank der Karte seit zwei Jahren bekannt. Städte wie Markkleeberg oder Taucha können sich voraussichtlich Ende 2022 über die Überflutungsgefahr informieren, denn die Karte wird derzeit um das Leipziger Umland erweitert. Die Städte können dann mit Schutzmaßnahmen reagieren, aber meistens nicht von Grund auf neu planen.

### Nächste Station: Ein neues Viertel im Leipziger Norden

Anders beim Stadtteil „Leipzig 416“: Hier entsteht ein Quartier gänzlich neu und bietet die Chance, den Lauf des Wassers von Anfang an mitzudenken. Wir fahren zu einer Groß-

baustelle nördlich des Leipziger Hauptbahnhofs und betreten ein 25 Hektar großes Gelände. Bagger und Planiermaschinen rollen zwischen Haufen aus Sand und Erde hin und her. Sie schaffen die Grundlage für den neuen Stadtteil auf dem Gelände des ehemaligen Güterbahnhofs im Stadtteil Eutritzsch. Die Schienen und Lager weichen Häuserblöcken mit mehr als 2.100 Wohnungen, zwei Schulen, zwei Kindergärten sowie Laden- und Sportflächen.

Das Besondere: Das gesamte Regenwasser soll im Stadtviertel bleiben. Dachrinnen und Gullydeckel wird es nur wenige geben. Stattdessen soll eine Grünfläche im Zentrum des Viertels das Wasser wie ein Schwamm aufsaugen. „Parks und Bäume speichern versickerndes Regenwasser optimal“, erläutert Sahlbach, während wir über das noch leere Gelände spazieren. „Am besten sollten wir der Natur möglichst viel selbst überlassen – sie ist die Expertin.“ Ein Satz, den



Von Grund auf erneuert: Der Boden des neuen Quartiers Leipzig 416 soll selbst bei intensivem Starkregen den gesamten Niederschlag speichern können

Sahlbach während der Spritztour des Öfteren wiederholt, denn: „Wenn der Mensch gegen die natürlichen Kreisläufe kämpft, kostet es immer mehr Energie, als diese Wege zu nutzen.“ Damit das Regenwasser auf natürlichem Wege dorthin fließt, wo es versickern kann, wird das neue Quartier mit einem Gefälle zur zentralen Grünanlage errichtet. Beim Speichern des Wassers helfen Rigolen. Das sind mit Kies gefüllte Auffangbecken, die unter Rasen und Bäumen angelegt werden. Dadurch kann das Wasser langsam versickern oder von den Wurzeln erneut aufgenommen werden. Das löst zwei Probleme: Es hilft gegen überschwemmte Häuser und zugleich gegen verdorrte Wiesen.

„Regenwasser, das auf Dächer fällt, sollte Pflanzen bewässern oder ins Grundwasser fließen“, ist Sahlbach überzeugt, „sonst verschwenden wir dieses wertvolle Gut.“ Deshalb setzen die Planerinnen und Planer von Leipzig 416 auf Gründächer. Sie speichern Regenwasser, verbessern die Luftqualität, kühlen Gebäude im Sommer und wirken im Winter wie eine Wärmedämmung.

Die Chance, dass ein ganzes Viertel von Grund auf neu entsteht, bietet sich selten. Umso spannender ist dieses Bauprojekt, das im Auftrag der Stadt und des Eigentümers unter dem Namen „Leipziger BlauGrün“ von Forschungseinrichtungen wie dem

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung und vielen weiteren Partnern begleitet wird. Die Forschenden der HTWK Leipzig modellieren und visualisieren hierbei die Wege des Wasserflusses und übertragen die gewonnenen Erkenntnisse auf das Stadtgebiet von Leipzig. 2023 sollen die ersten Gebäude entstehen.

801

Liter Regen pro Quadratmeter fielen 2021 in Deutschland. Das entspricht etwa fünf vollen Badewannen

## Weiter geht's: Der Leipziger Auwald

Die nächste Etappe führt uns ins Grüne und Blaue: in den Leipziger Auwald samt seinen Flüssen. Er zählt zu den größten in einer Stadt gelegenen Auwäldern Europas. Doch das einzigartige Biotop ist vom Austrocknen bedroht. Auwälder müssen mehrmals pro Jahr von den naheliegenden Flüssen überschwemmt werden; die hier lebenden Pflanzen und Tiere sind auf nassen Boden angewiesen. Wenn eine Aue austrocknet, setzt sie zudem CO<sub>2</sub> frei. „Seit Jahrhunderten schaden Menschen diesem Ökosystem, indem sie Flüsse begradigen und die Stadt mit Dämmen und Flutbetten vor Hochwasser schützen“, erklärt Sahlbach, während wir an den Ufern der Nahle entlangspazieren, einem begradigten Fluss, der ursprünglich ein weitläufiges Delta war. „Jetzt schützen hier ein Hochwasserdeich und ein Wehr nicht nur die nahegelegenen Stadtteile, sondern auch die Aue vor kleinem und großem Hochwasser, obwohl gerade die Aue die kleinen, häufigen Hochwasser braucht.“ Auf eine gute Mischung aus notwendigem Hochwasserschutz für die Stadt und wichtiger natürlicher Flutung der Aue kommt es jedoch an. Vom Menschen gebaute Änderungen des natürlichen Flusses sollen – soweit möglich und sinnvoll – wieder rückgängig gemacht werden. „Zurück zur Natur – das ist ein Paradigmenwechsel nach Generationen von Wasserbau-Projekten, die meist versuchten, Kräfte der Natur umzulenken“, so Sahlbach.

Um den Auwald zu retten, finanziert das Bundesamt für Naturschutz im Modellprojekt „Lebendige Luppe“ die Wiederbelebung der Aue. Dafür beauftragte die Stadt Leipzig die HTWK Leipzig, zu modellieren, welche Auswirkungen eine Flutung auf den Auwald und auf den Grundwasserspiegel der Stadt hätte. Im Ergebnis sollen künftig mehrmals pro Jahr mithilfe eines Schlauchwehres Wald und Wiesen am Ufer der Nahle geflutet wer-

den. Dafür füllt sich das Wehr wie ein Fahrradschlauch mit Luft oder Wasser und sorgt dafür, dass der Wasserspiegel zweieinhalb Meter ansteigt.

Langfristiges Ziel ist es, nicht nur hier, sondern im gesamten Auwald das Wasser in Deltas zusammenzuführen, damit es sich wie früher in einer natürlichen Aue aufteilt – und das, ohne den Hochwasserschutz und wichtige Infrastrukturen der Stadt zu beein-

## Vom Menschen gebaute Änderungen des natürlichen Flusses sollen – soweit möglich und sinnvoll – wieder rück- gängig gemacht werden



Die Nahle ist ein angelegter Fluss, der durch den Leipziger Auwald verläuft. Ursprünglich floss das Wasser in Deltas und hielt die Auen feucht

trächtigen. Dafür sind die Berechnungen und Visualisierungen der HTWK Leipzig grundlegend.

## Aussteigen, bitte: Die Kläranlagen in Treptitz

Unsere Spritztour endet im nordsächsischen Treptitz. In dem beschaulichen Dorf lebt Sahlbachs Familie seit fünf Generationen. Hier machte sich der Bauingenieur für nachhaltige Kläranlagen stark. Was als Konfrontation gegen die Vorschriften der Gemeinde begann, wurde zum Vorzeigeprojekt: Das Dorf erhielt im Jahr 2014 den sächsischen Umweltpreis und die Auszeichnung „Land der Ideen“. Ursprünglich hatte jedes Grundstück im Dorf eine eigene Mini-Klärgrube. Ab 2009 sollten sie biologisch umgerüstet werden, das gab eine neue Umweltrichtlinie vor. Das hätte alle Grundstücksbesitzende mehrere tausend Euro gekostet. Bei der Suche nach



Eine der beiden Kläranlagen in Treptitz, die gemeinsam das Abwasser von 45 Haushalten reinigen

Alternativen setzten die Treptitzerinnen und Treptitzer auf den Wasserwirtschaftsexperten aus den eigenen Reihen. Unter seiner Betreuung entstand an der HTWK Leipzig eine Diplomarbeit, in der die Bauingenieurin Uta Stark herausfand: In Treptitz ist der Einsatz von Gruppenkläranlagen nachhaltiger, da sie im Vergleich zu Einzelkläranlagen kostengünstiger im Bau und Betrieb sind und pro Kopf weniger Strom verbrauchen.

Nachdem auch die Politikerinnen und Politiker von der besseren Lösung überzeugt waren, baute die Dorfgemeinschaft zwei Gemeinschaftskläranlagen – zwei, um das gesamte Dorf anschließen zu können. Dem natürlichen Gefälle folgend, läuft das Abwasser der 145 Einwohnerinnen und Einwohner in einem Netz aus Abwasserkanälen von zwei Kilometern Länge unterirdisch den Berg hinab und wird dort von den beiden Klär-

anlagen gereinigt. Einmal wöchentlich schaut ein Techniker nach dem Rechten und einmal jährlich prüft ein unabhängiges Labor die Qualität des Wassers – bisher einwandfrei. Der Geruch: unauffällig. „Gut arbeitende Kläranlagen stinken nicht“, erklärt Sahlbach, „da sich im Inneren der Anlage eine Walze dreht und das Wasser permanent mit Sauerstoff anreichert, um die biologischen Reinigungsprozesse anzuregen.“

In diesen autogroßen Kläranlagen ist alles gebündelt: Die mechanische Reinigung, bei der Grobstoffe wie feuchtes Toilettenpapier abgefangen werden, und die biologische Reinigung, in der vor allem Bakterien die „Drecksarbeit“ machen und Sauerstoff das Wasser belebt. Es fließt dann gereinigt in den nahe gelegenen Fluss Dahle.

### Wie können Sie sich vor Hochwasser schützen?

Wer seine eigenen vier Wände vor Hochwasser schützen will, findet im Bildungs- und Demonstrationszentrum Dezentrale Infrastruktur in Leipzig-Leutzsch praktische Tipps. Der Verein zeigt, wie Hausbesitzende Kabel wasserdicht verlegen, Fenster abdichten und Garagen vor Sturzfluten schützen können. Auch verschiedene Kläranlagen für Grundstücke können sich Interessierte hier zeigen und erklären lassen.

➔ [www.bdz-infrastruktur.de](http://www.bdz-infrastruktur.de)



Einblick in die Kläranlage: Unter der Oberfläche dreht sich gemächlich eine große Walze, die das Wasser mit Sauerstoff belebt. Im Bild: Tilo Sahlbach und Katrin Haase

### Tilo Sahlbach

(\*1973) ist seit 2003 geschäftsführender Direktor des HTWK-Instituts für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft. Der Wasserwirtschaftsexperte studierte an der HTWK Leipzig sowohl im Diplom- als auch im Masterstudiengang Bauingenieurwesen mit Schwerpunkt Tiefbau. Nach praktischen Erfahrungen in einem Dresdner Ingenieurbüro kehrte er im Jahr 2001 an das Wasserbau-Institut seiner Hochschule zurück.

Den anfallenden Klärschlamm entsorgt die Dorfgemeinschaft in einer eigenen Vererdungsanlage. Dort wird das Abfallprodukt dreißig Jahre lang sich selbst überlassen, bis Humus daraus entsteht. „Auch hier gilt wieder: einfach die Natur machen lassen. Das braucht Zeit, aber die haben wir“, sagt Sahlbach, während er uns zu dem abgesperrten kleinen Feld am Dorfrand führt, in dem Schilf, wilde Tomaten und Gräser wachsen. Es riecht nach Landluft, von Fäkalien keine Spur.

Unsere Spritztour ist für heute zu Ende. Voller Inspiration verlassen wir den kleinen Ort, der hoffentlich viele andere zu bestmöglichen Lösungen für Mensch und Umwelt anregt, um mit der natürlichen Ressource Wasser sorgsam umzugehen. Auf dem Heimweg tröpfelt leichter Regen auf die Windschutzscheibe. Nach diesem Tag stimmt uns das froh. —



# Stark genug?

Text: Katrin Haase

Fotos: Maximilian Johnson (S. 41–46) und Gunter Hahn (S. 40, 47)

Wie viel Last kann eine Decke tragen? Um das herauszufinden, belastet die HTWK-Ausgründung IEXB Decken mit Stahlrahmen und hydraulischen Pressen. So können die Bauingenieure vorherbestimmen, ab welchem Gewicht alles zusammenbrechen würde. Die Fotostory zeigt einen Belastungstest im sächsischen Vogtland, wo eine ehemalige Eisengießerei zum Fitnessstudio werden soll.

FOTOREPORTAGE

Bevor im künftigen Fitnessstudio stählerne Muskeln trainiert werden, muss erst einmal die Decke der alten Industriehalle beweisen, dass sie noch stark genug ist, die schweren Fitnessgeräte zu tragen





Um die Traglast zu überprüfen, errichtet das Team von IEXB ein neun Meter langes Stahlrahmensystem. Es dient als Rückverankerung für die hydraulischen Pressen, welche genau dort auf den Boden drücken, wo es kritisch werden könnte. Diese Stellen haben die Bauingenieure in der Vorplanung berechnet. Im Bild v. l.: René Janke, Gunter Hahn, Markus Fischer und Patrick Winkler

FOTOREPORTAGE

**Fitnessgeräte sind schwer. Deswegen gibt eine europäische Norm vor, dass Decken von Sportstätten mehr als eine Tonne Last pro Quadratmeter tragen können müssen. Inklusive aller erforderlichen Sicherheiten prüft IEXB die Decke der alten Eisengießerei mit einer Last von 52 Tonnen. Das ist so viel wie zehn Elefantebullen wiegen**

Ein wenig sieht es aus wie eine Brücke aus Stahl, was die Bauingenieure Gunter Hahn und Markus Fischer da gemeinsam mit ihren beiden Technikern innerhalb von zwei Stunden eigenhändig aufgebaut haben: Ein Gestell aus Stahl, das auf Böcken steht und mit daran befestigten Hydraulikzylindern für viel Druck sorgt. Damit wollen die Bauingenieure des Leipziger Unternehmens IEXB herausfinden, ob die Decke über dem ersten Geschoss der alten Eisengießerei in Limbach tatsächlich hält.

Rein rechnerisch kam ein Statiker zu dem Ergebnis, dass die Decke der alten Halle für die neue Nutzung als Fitnessstudio nicht stark genug sei. Ihm fehlten Baupläne und genaue Informationen über die verwendeten Baumaterialien, daher ging er vom schlechtesten Fall aus – mit negativem Ergebnis. Doch der Bauherr wollte nicht aufgeben und beauftragte IEXB für umfangreiche Untersuchungen des Tragwerks.

Zunächst machten sie Vorberechnungen mit Finite-Elemente-Simulationen, erstellten ein individuell angepasstes Konzept, wie die Prüfung vor Ort durchgeführt werden kann, und bereiteten den Außeneinsatz vor. Nun geht es vor Ort weiter: In vier Tagen belasten sie verschiedene kritische Punkte der Decke und messen dabei, wie sich der Beton verformt.



Beim Belastungstest wird ordentlich Druck gemacht: Ein Hydraulikzylinder kann bis zu 38 Tonnen Last erzeugen. Zwei davon sind in Limbach im Einsatz



Die ehemalige Eisengießerei im vogtländischen Limbach. Das Fitnessstudio soll in der zweiten Etage entstehen

Gleich neben der roten Stahlkonstruktion richten sich Hahn und Fischer auf zwei Tischen ein mobiles Messlabor ein. Es besteht aus zwei Computern und einer Elektropumpe, die Öl in die Hydraulikzylinder befördert, wenn Hahn langsam das Ventil aufdreht. Wie viel Kraft auf die jeweiligen Zylinder einwirkt, ermitteln elektrische Kraftmessdosen.

Eine Etage tiefer hängen hochsensible Messgeräte an der Decke, deren zahlreiche Kabel durch ein Loch mit den obestehenden Computern verbunden sind. Die Sensoren messen zweierlei: Speziell angefertigte Mikrofone zeichnen genau die Frequenz der Geräusche auf, die

entstehen, wenn durch die Belastung Mikrorisse im Beton auftreten. Diese Risse sind bis zu einem gewissen Niveau unbedenklich. Diese Art der Schallemissionsanalyse hat Dr. Gerd Kapphahn an der HTWK Leipzig vor zwanzig Jahren für Beton anwendbar gemacht und damit einen entscheidenden Beitrag für die Weiterentwicklung experimenteller Belastungsuntersuchungen geleistet. Weg-aufnehmer wiederum messen, wie viele tausendstel Millimeter sich die Betondecke nach unten durchbiegt und damit auf die langsam steigende Last reagiert.

Diese Informationen visualisieren die Computer. Dadurch sehen Hahn und Fischer zeitgleich alle notwendigen Parameter zur Bewertung des Tragverhaltens der Decke. Sollten die Last-Verformungs-Kurven oder Schallsignale in kritische Bereiche kommen, können die Bauingenieure das Experiment sofort abbrechen. Dann würde Hahn das Ventil öffnen und den Ölfluss umkehren. So kann er eine Schädigung der Struktur vermeiden. Denn nicht die zwei Tonnen schweren Stahlrahmen, sondern die Hydraulikzylinder sorgen für die eigentliche Last. „Zum Vergleich: Wasser schießt mit einem Druck von rund drei Bar aus dem

Wasserhahn. Das Öl im Hydraulikzylinder drückt den Kolben mit einem hundertfach höheren Druck auf den Boden. Dadurch können die beiden hier eingesetzten Hydraulikzylinder je eine Last von bis zu 38 Tonnen erzeugen“, erläutert Hahn.

Heute muss er die Belastung nicht vorzeitig stoppen: Die Decke hält die Zielast von 52 Tonnen ohne Probleme. Hahn überbringt dem Bauherrn schon vor Ort die frohe Botschaft, dass er das alte Gebäude für den neuen Zweck nutzen kann. Das ist fast jedes Mal so: In 15 Jahren Arbeitserfahrung und über 300 Untersuchungen gingen Hahns Belastungstests nur zweimal negativ aus. Eine Probe vor Ort kann sich also durchaus lohnen: für die Bauherren und auch für die Umwelt. Wenn Gebäude, die rein rechnerisch nicht neu genutzt werden dürften, doch noch für eine Umnutzung taugen, spart das Materialien und Energie, die für einen Neubau oder eine aufwendige Verstärkung nötig wären.

Das ist einer der Gründe, die Hahn und seine Mitgründenden im Januar 2020 dazu bewegten, IEXB ins Leben zu rufen und so eine Nische der Branche zu besetzen, die dabei hilft, Bestandsgebäude weiterhin zu nutzen. Die Idee dazu reifte in Gunter Hahn nach dem Bauingenieur-Studium an der HTWK Leipzig während seiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am HTWK-Institut für experimentelle Mechanik. Mit Markus Fischer, ebenfalls Bauingenieur-Absolvent der Hochschule, und Ökonomin Yvonne

Hahn fand er das perfekte Gründungsteam. Beim Weg in die Selbstständigkeit holten sich die drei Unterstützung von ihrem Mentor Prof. Volker Slowik und der HTWK-Gründungsberatung Startbahn 13 (↗ S. 78) und warben so ein Exist-Gründerstipendium des Bundeswirtschaftsministeriums ein. Die Gründung ist ein Erfolg. Die Auftragsbücher sind gefüllt und die Aufgaben klar verteilt: Gunter Hahn und Markus Fischer kümmern sich um neue Aufträge, stellen wissenschaftliche Berechnungen an und messen vor Ort die Bausubstanz. Yvonne Hahn ist für wirtschaftliche Themen wie die Buchhal-

tung zuständig. Mittlerweile gibt sie ihre Gründungserfahrungen zusätzlich bei Startbahn 13 als Coachin weiter.

Nach den erfolgreichen Belastungstests in der ehemaligen vogtländischen Eisengießerei verlädt das IEXB-Team alles in einen LKW und fährt zurück ins Lager nach Leipzig. Im Büro angekommen, werten sie die gesammelten Daten aus und schreiben ein Gutachten, welches der Bauherr dem zuständigen Amt vorlegen kann. Dann steht dem neuen Fitnessstudio in der alten Eisengießerei hoffentlich nichts mehr im Wege. —



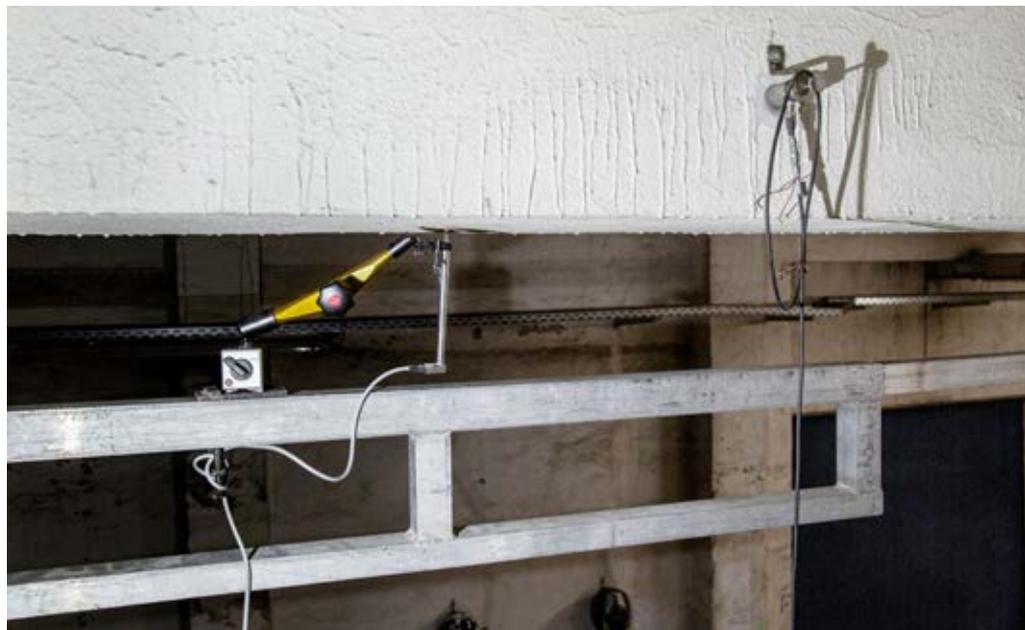
Als Hahn (vorne links) die Muttern mit einem Schlagschrauber befestigt, rattert es laut. „Zeit für die ‚Mickymäuse‘“, ruft Fischer, damit sich alle den Ohrenschutz aufsetzen



Gunter Hahn analysiert mit einem Impuls-Echo-Radar die Decke über dem ersten Geschoss und sieht so, wo im Inneren des Betons die Stahlbewehrung verläuft. Das muss er wissen, um eine geeignete Position für den Stahlrahmen und die Verankerungspunkte zu bestimmen

**Mit modernster Technik testen die Bauingenieure die Traglast von Gebäudeteilen vor Ort, ohne sie zu zerstören. Sensoren messen minimale Verformungen sowie kleinste Geräusche von Mikrorissen im Beton und geben so Aufschluss darüber, wie viel Last eine Decke wirklich tragen kann**

Wie reagiert die Bausubstanz auf die Last? Unter der Decke messen Wegaufnehmer (links), wie viele tausendstel Millimeter sich die Betondecke nach unten biegt. Mikrofone (rechts) erfassen das Knacken kleinster Risse im Beton, die darauf hinweisen, wie viel Last die Decke noch tragen kann



Teamarbeit: Markus Fischer (links) und René Janke drehen gemeinsam die schweren Eisenstangen in die Stahlkonstruktion und in den Boden ein



FOTOREPORTAGE



Hahn verankert die Stahlträger mit den Eisenstangen fest am Boden. Damit die Stangen präzise und gerade an der richtigen Position halten, setzen die Ingenieure Traversen, Ankerplatten und Muttern ein



Viel Handarbeit ist gefragt: An einem Tag drehen die Ingenieure knapp 300 Schrauben in den Stahlträger

**Um die Belastungsprobe exakt durchführen zu können, muss ein Kräftekreislauf zwischen dem zu prüfenden Bauteil und den Stahlträgern erzeugt werden. Dafür verschrauben die Bauingenieure ein Stahlgerüst mithilfe großer Eisenstangen mit dem Boden**

Im mobilen Messlabor: Markus Fischer (links) und Gunter Hahn





Das Stahlgerüst steht im Laufe der vier Tage an zwei verschiedenen Positionen, um alle kritischen Punkte zu untersuchen. Am Ende der Experimente steht fest: Die Decke der ehemaligen Eisengießerei ist stark genug, um ein Fitnessstudio zu tragen

FOTOREPORTAGE

**Auf die schwere Handarbeit folgen die auf tausendstel Millimeter genauen Messungen. Jetzt sind höchste Konzentration und Fachkenntnis gefragt – ebenso wie bei der späteren Datenauswertung im Büro. Experimentelle Belastungstests wie dieser helfen dabei, Gebäude für einen neuen Zweck zu nutzen, anstatt sie abzureißen. Das spart Zeit und Ressourcen**

# „Ziemlich einzigartig, was da entstanden ist“

Vor dreißig Jahren wurde die HTWK Leipzig gegründet. Seitdem ist die Forschungsstärke der Hochschule kontinuierlich gewachsen. Sieben Professoren haben als Prorektoren für Forschung diese Entwicklung vorangetrieben. Gemeinsam blicken vier davon zurück und in die Zukunft.

**Herr Nietner, die HTWK Leipzig wurde 1992 gegründet. Vor welchen Herausforderungen stand die Hochschule in der Anfangszeit?**

**Prof. Manfred Nietner:** Die HTWK Leipzig hat mehrere Vorgängereinrichtungen, die größte war die Technische Hochschule, eine Universität. Kurz nach der Wende zeichnete sich ab, dass wir Fachhochschule werden. Uns Beschäftigten war völlig klar: Dann werden viele Stellen abgebaut. Deswegen sind viele nochmal in die Wirtschaft gewechselt – auch ich. Für diejenigen, die geblieben sind, war es unheimlich schwer. Fachhochschule,

das bedeutet ganz andere Rahmenbedingungen. Die Kolleginnen und Kollegen mussten das neue Studium aufbauen und noch bis 1996 die universitären Studiengänge zu Ende führen. Für sie stand Forschung nicht an allererster Stelle.

**Herr Thiele, Sie waren damals schon in der Forschung aktiv, richtig?**

**Prof. Ralf Thiele:** Ich war von 1984 bis 1998 in diesem Hause, erst als Student und ab '89 als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Mein damaliger Chef hat schnell Kooperationsbeziehungen zur

Universität Karlsruhe entwickelt. In der BRD gab es damals Forschungsförderung, wenn man mit Hochschulen in der DDR zusammenarbeitete. Die HTWK wurde dann '92 Mitglied in einem Sonderforschungsbereich der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Für mich war das eine extrem spannende Zeit. Nebenbei hat sich die Hochschule täglich verändert. Wenn ich mit neuen Ideen oder Aufgaben kam – „ich brauche mal eine Veröffentlichung“, „ich will zu einer Konferenz nach Neapel fahren“ – sind alle sprichwörtlich umgefallen.



Die Professoren Ralf Thiele, Michael Kubessa, Manfred Nietner und Markus Krabbes (v.l.) beim Gespräch im Forschungszentrum Eilenburger Straße

Herr Kubessa und Herr Krabbes, wie war es bei Ihnen?

**Prof. Michael Kubessa:** Ich wurde '96 für Ver- und Entsorgungstechnik berufen. Mein Vorteil war, dass ich aus dem Energiebereich kam. Ich hatte all meine Kontakte aus mehr als zwei Jahrzehnten Berufsleben schon beisammen und konnte dadurch schnell Forschungsaufträge generieren.

**Prof. Markus Krabbes:** Ich habe '91 mein Studium an der Technischen Hochschule begonnen – wie sich herausstellen sollte im letzten Jahrgang. Danach habe ich an der TU Ilmenau eine Assistentenstelle bekommen. Da sagte mein Diplombetreuer zu mir: „Dort machen Sie dann Ihren Doktor.“ Ich wusste gar nicht, was das heißt. Daran merkt man: '96 war wirklich der Tiefpunkt. Alle Promovenden waren raus. Für die neu gegründete HTWK war Forschung Mitte der Neunziger nicht Teil der Lebenswirklichkeit.

Dennoch wurde 1997 das FTZ, das Forschungs- und Transferzentrum der HTWK Leipzig, als gemeinnütziger Verein gegründet. Wie kam es dazu?

**Nietner:** Angewandte Forschung ist ein Zusammenspiel zwischen Wirtschaft und Hochschule, wobei sich beide idealerweise richtig ergänzen. Aber das war alles zusammengebrochen, die Wirtschaft und auch wir hatten andere Sorgen. Also wurde es politisch angegangen und so entstand folgende Idee: Aufbauend auf dem, was die Technische Hochschule insbesondere im Bauwesen und der Elektrotechnik an Forschung geleistet hatte, sollte ein wissenschaftliches Zentrum entstehen, damit die Region wirtschaftlich vorankommt.

**Kubessa:** Ich stieß '97 zu diesem Kreis, der diskutierte, wie sich das strukturell machen ließe. Uns drückte nämlich noch ein ganz anderer Schuh: Aus arbeitsrechtlichen Gründen konnten die verbliebenen Forschungsmitarbeitenden der Technischen Hoch-

schule nicht an die HTWK Leipzig übernommen werden, auch wenn die Finanzierung aus Forschungsprojekten gesichert war. Diese Projekte und Mitarbeitenden wechselten deshalb ans neu gegründete FTZ. Es ergänzt bis heute, was die Hochschule in der Forschung leisten kann und steuert Jahr für Jahr rund zwanzig Prozent zu den gesamten Drittmiteinnahmen der Hochschule bei.

**Nietner:** Es gab aber auch Widerstände, weil unklar war, wie dieses eigenständige Forschungs- und Transferzentrum mit der Hochschule zusammenarbeiten sollte. Es war zwar im Interesse des Ministeriums und der Hochschule, dass es passiert, aber es war nicht richtig juristisch ausgearbeitet, auf welcher Basis das geschehen sollte. Ich kann mich gut daran

erinnern, dass der zuständige Kollege Siegfried Altmann wegen der Widerstände im damaligen Kanzlerbereich manchmal fast verzweifelte.

**Krabbes:** Im Rückblick jedoch ist das FTZ ein Privileg. Das sächsische Hochschulgesetz war damals bundesweit eines der ersten, das den Fachhochschulen mit den FTZs die Möglichkeit gab, die geforderte „praxisbezogene Lehre“ und „anwendungsorientierte Forschung“ auszugestalten.

**Prof. Dr. Manfred Nietner**

(\*1943) war von 1999 bis 2003 Prorektor für Wissenschaftsentwicklung und von 2003 bis 2006 Rektor der HTWK Leipzig. Er wurde 1997 auf die Professur für Bauproduktionstechnik berufen und 2008 emeritiert.

**Wir sind gedanklich schon am Ende der Neunziger, als Sie, Herr Nietner, Prorektor wurden. Wenn Sie zurückblicken, worauf sind Sie besonders stolz?**

**Nietner:** Mittlerweile wirbt die Hochschule fünfzehn Millionen Euro Drittmittel im Jahr ein. Davon hätten wir damals nicht einmal träumen können, zu meiner Zeit lag das bei ein bis zwei Millionen. Dass sich das so gut entwickelt hat, liegt sicherlich auch am FTZ. Deswegen habe ich mich damals als Prorektor und später als Rektor immer dafür eingesetzt, dass sich sowohl die Forschungsfähigkeit der Hochschule als auch das FTZ weiterentwickeln.

**Der Begriff „Drittmittel“ ist nun mehrfach gefallen. Warum sind der Hochschule ihre hohen Drittmittel einnahmen so wichtig?**

**Thiele:** In unserem Haushalt sind keine Stellen für den sogenannten Mittelbau vorgesehen – also für wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, für Promovierende oder Postdocs. Gleichzeitig müssen unsere Professorinnen und Professoren 18 Stunden pro Woche Vorlesungen und Seminare halten. Das ist doppelt so viel wie an Universitäten. Ohne zusätzliches Personal ist Forschung also kaum möglich. Über die Fördermittel, die wir von Dritten, also von öffentlichen Stellen wie Land, Bund oder EU sowie von Stiftungen und Unternehmen einwerben, finanzieren wir im Grunde unsere gesamte Forschung mit mittlerweile mehr als dreihundert Mitarbeitenden.

**Herr Kubessa, Sie folgten 2006 auf den mittlerweile verstorbenen Prorektor Rainer Agsten. Was prägte Ihre Amtszeit?**

**Kubessa:** Innerhalb meiner Amtszeit haben wir das Drittmittelvolumen mehr als verdoppelt auf ungefähr sieben Millionen im Jahr 2011. Das ge-

**„Angewandte Forschung ist ein Zusammenspiel zwischen Wirtschaft und Hochschule, wobei sich beide idealerweise richtig ergänzen“**



## „Innerhalb meiner Amtszeit haben wir das Drittmittelvolumen mehr als verdoppelt auf ungefähr sieben Millionen Euro im Jahr 2011“



### Prof. Dr. Michael Kubessa

(\*1953) war von 2006 bis 2011 Prorektor für Wissenschaftsentwicklung. Er wurde 1996 auf die Professur für Ver- und Entsorgungstechnik berufen und 2019 emeritiert.

lang, indem wir unsere Forschungsaktivitäten gebündelt und Fördermittel strategisch eingesetzt haben, für konkrete Forschungsprojekte einerseits, aber auch um Unterstützungsstrukturen aufzubauen wie die Forschungskommunikation, die Kompetenzschule für Promovierende und das später gegründete Referat Forschung. Das ist für mich das markanteste Ergebnis meiner Prorektoren-Tätigkeit. Aber es gibt noch etwas Zweites: Im Jahr 2009 wurden wir als erste Fachhochschule in Ostdeutschland Mitglied der EUA, der Vereinigung der Europäischen Universitäten. Mit der Forschungsleistung, die wir damals inklusive FTZ hatten, waren wir unter den besten fünfzig Fachhochschulen von insgesamt über zweihundert in Deutschland. Für mehr Forschung brauchten wir übrigens auch neue Räumlichkeiten. Also zogen wir 2010 auf das Gelände der alten Kinderklinik in Leipzig-Reudnitz und eröffneten hier ein Forschungszentrum.

**Dieses Forschungszentrum blieb nicht das einzige. Können Sie das kurz rekapitulieren, Herr Thiele?**

**Thiele:** Mit dem wachsenden Drittmittelerfolg können wir immer mehr Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einstellen. Deshalb mieteten wir 2014 zusätzlich campusnahe Räume in der Karl-Liebknecht-Straße 143 an. Mittlerweile belegen wir beinahe das gesamte Gebäude.

Vor etwa einem Jahr haben wir außerdem in Leipzig-Engelsdorf eine Halle für das neue Carbonbetontechnikum gemietet. Was das Forschungszentrum in Leipzig-Reudnitz angeht: Es ist spannend, dass dort heute komplett andere Dinge passieren als damals vor zehn Jahren. Unser Interview findet in den Räumen der Gründungsberatung Startbahn 13 statt – früher befand sich hier ein Trainingsoperationssaal. Was die Zukunft angeht: Wir werden mit offenen Laboren, offenen Versuchs- und Prüfflächen demonstrieren, woran und wie wir forschen. Das können wir über unsere Forschungszentren gut umsetzen.

**Herr Kubessa, Sie erwähnten Unterstützungsstrukturen für Promovierende. Wie kam die HTWK Leipzig als Fachhochschule ohne Promotionsrecht zu Promovierenden?**

**Kubessa:** 2011 hatten wir etwa vierzig kooperative Promotionsverfahren, das heißt, die Doktorandinnen und Doktoranden wurden bei uns und zusätzlich an einer Universität betreut. Darum gekümmert haben sich die forschungsinteressierten Kolleginnen und Kollegen, denn viele hochkarätige Forschungsprojekte hängen mit einer solchen Qualifizierung zusammen. Aber hier in Leipzig gibt es keine technische Universität, das machte es anspruchsvoller.

**Nietner:** Ich kann mich erinnern, dass die Universitäten, an denen kooperative Verfahren liefen, teilweise sehr hohe Hürden aufbauten für unsere Promovierenden. Die mussten ganze Fächer nochmal absolvieren.

**Krabbes:** Nächstes Jahr wird vielleicht ein Viertel aller Bundesländer ein Promotionsrecht an Hochschulen eingerichtet haben. Da ist Sachsen nicht dabei. Die Universitäten haben hier starken Einfluss und stehen auf der Bremse.

**Thiele:** Das kooperative Promotionsrecht ist eine Hilfskonstruktion, die sich über viele Jahre bewährt hat. Aber jetzt ist es an der Zeit, den Fachhochschulen einen einfacheren und direkteren Weg zu Promotionen zu ermöglichen.

**Nietner:** Mein Vorschlag ist: Macht eine Evaluierung und guckt euch an, welche Einrichtung was leistet und welche dann das Recht erhält zu promovieren – unabhängig davon, ob es eine Universität oder eine Fachhochschule ist.

**Krabbes:** Wir haben immer versucht, eine Qualität vorzuleben, die sich abhebt von der an den althergebrachten Universitäten. Deswegen haben wir Instrumente wie die Kompetenzschule CompeTE<sup>+</sup> geschaffen, aus der 2016 das Graduiertenzentrum wurde.

**„Wir haben immer versucht, eine Qualität vorzuleben, die sich abhebt von der an den althergebrachten Universitäten“**

**Thiele:** Das ist ziemlich einzigartig, was da entstanden ist. Es war das erste Graduiertenzentrum an einer Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Sachsen. Wenn ich das mit meiner Zeit vergleiche: Ich hatte keine Schulungsangebote, kein Schreib-Coaching und keine Austauschplattform. Und jetzt sind das rund hundert Personen, die sich in einem kursgeführten System vernetzen. Was da an intensiven Verbindungen entsteht, wird sowas von helfen.

**Herr Krabbes, wenn Sie zurück-schauen auf Ihre Amtszeit, was konnten Sie als Prorektor erreichen, worauf Sie stolz sind?**

**Krabbes:** Ich bin stolz, wie sich das Graduiertenzentrum entwickelt hat und dass es weiterhin Bestand hat.

Was meine zweite Dienstzeit geprägt hat, war das Förderprogramm „Innovative Hochschule“. Da Erfolg zu haben war quasi Pflicht, insofern war das sehr herausfordernd. Wir haben uns dort als Verbund der fünf sächsischen Hochschulen für Angewandte Wissenschaften beworben – und es ist nicht trivial, fünf Hochschulen unter einen Hut zu bringen.

**Prof. Dr. Markus Krabbes**

(\*1970) war von 2011 bis 2019 Prorektor für Forschung. Er wurde 2003 auf die Professur für Informationssysteme berufen. Seit April 2022 ist er Rektor der Hochschule Merseburg.



## „Ich sehe die HTWK in zehn Jahren als eine technische Hochschule, die in Deutschland einen Spitzenplatz in der Forschung einnimmt“

Was wünschen Sie der HTWK Leipzig zum 30. Geburtstag?

**Nietner:** Ich wünsche der HTWK, dass sie weiterhin erfolgreich bleibt, dass wir in der Frage des Promotionsrechts weiterkommen und dass die Wirtschaft unsere Hochschule bei der sächsischen Politik mit vertritt. Denn die Wirtschaft hängt in dieser Region stark mit uns zusammen und das sollte sie auch der sächsischen Regierung gegenüber immer und in allen Gremien zum Ausdruck bringen.

**Kubessa:** Ganz oben steht, aber das ist nah vor den Sternen, dass wir bald universitäre Einrichtung mit eigenständigem Promotionsrecht werden. Realistisch gesehen: Herzlichen Glückwunsch zu 30 Jahren und weiterhin viel Erfolg.

**Krabbes:** Ich möchte noch zwei irdische Wünsche ergänzen: Das eine ist, dass die finanzielle Unterersetzung von den fragilen Strukturen, die heute zur strukturellen Ausstattung einer Hochschule dazugehören, einfacher wird. Das andere ist, dass es bei den baulichen Planungen schneller weitergeht, sodass die Unternehmen, mit denen wir zusammenarbeiten, wissen, wo sie uns finden und vielleicht selbst ihre Ansiedlung danach ausrichten, weil einen Wettbewerbsvorteil hat, wer am nächsten an der Hochschule ist. Denn man kann an anderen Hoch-

schulstandorten nachvollziehen, wie sich so ein kleines Silicon Valley bildet und einen Innovationsschub auslöst.

**Herr Thiele, wo wird es für die HTWK Leipzig in den nächsten zehn Jahren hingehen?**

**Thiele:** Ich sehe die HTWK in zehn Jahren als eine technische Hochschule, die in Deutschland einen Spitzenplatz in der Forschung einnimmt und die international in einzelnen Schwerpunktfächern eine stärkere Anerkennung und Profilierung erfährt als heute. Dafür werden wir uns deutlich schärfen müssen und innerhalb der Breite unserer jetzigen Ausrichtung einige Leuchttürme herausbilden. Damit werden wir als Hochschule einen neuen Status quo erreichen, davon bin ich überzeugt. Aber dafür braucht es



### Prof. Dr. Ralf Thiele

(\*1963) ist seit 2019 Prorektor für Forschung der HTWK Leipzig. Er wurde 2007 auf die Professur für Bodenmechanik, Grundbau, Fels- und Tunnelbau berufen.

eine angemessene Ressourcenbasis. Die nachhaltige Sicherung von finanziellen Zuwendungen ist gerade vor dem Hintergrund der Corona-Pandemie eine der wichtigsten Aufgaben, um weiterhin gestalten zu können, was wir bisher erreicht haben. Wenn es größere Einschnitte gibt, wird es schwierig.

**Vielen Dank für das Gespräch.**

*Das Interview führte  
Dr. Rebecca Schweier.*

# Gestärkt in die Promotion

Vor mehr als fünf Jahren wurde das Graduiertenzentrum GradZ gegründet. Es begleitet Studierende und junge Forschende vor, während und nach der Promotion. Auch Doktorandin Ann-Kathrin Dieterle fand beim GradZ Unterstützung.

SCHLAGLICHTER

„Wie schreibe ich eine Doktorarbeit? Wer betreut mich dabei? Welche Kompetenzen sind dafür wichtig?“ Fragen wie diese stellte sich Ann-Kathrin Dieterle noch vor dreieinhalb Jahren. Heute erforscht sie als Teil einer Nachwuchsforschungsgruppe digitale Transformationsprozesse in der sächsischen Wirtschaft. In ihrer Doktor-

arbeit untersucht sie, wie etablierte Unternehmen sich strategisch neu ausrichten und dabei mit Start-ups kooperieren, um widerstands- sowie veränderungsfähig zu sein.

Antworten auf ihre anfänglichen Fragen zum Promovieren fand sie im Gespräch mit Susann Hannemann,

der Koordinatorin des Graduiertenzentrums GradZ der HTWK Leipzig. Gemeinsam besprachen sie die ersten Schritte. „Zu Beginn der Promotion stehen neben der Themenfindung Fragen der Finanzierung und der wissenschaftlichen Begleitung im Vordergrund“, so Hannemann. Neben der Betreuung an der HTWK Leipzig ist eine weitere Professorin oder ein Professor einer Universität nötig, denn Hochschulen für Angewandte Wissenschaften haben in Sachsen – im Gegensatz zu anderen Bundesländern – aktuell noch kein eigenes Promotionsrecht.



Ann-Kathrin Dieterle (3. v. l.) beim Workshop des Qualifizierungsprogramms CompeTE\*

## Wissenschaftlichen Nachwuchs fördern

Bereits seit mehr als zehn Jahren unterstützt die HTWK Leipzig Nachwuchsforschende wie Ann-Kathrin Dieterle, zunächst durch ein individuelles Qualifizierungsprogramm in einer Kompetenzschule für Promovierende. Daraus ging im Sommer 2016 das GradZ hervor – das erste

Graduiertenzentrum einer Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Sachsen. Dieses hat sich in den vergangenen fünf Jahren zur zentralen Koordinations- und Servicestelle für den wissenschaftlichen Nachwuchs der Hochschule entwickelt. Gegenwärtig begleitet es etwa hundert Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei der Promotion. Allein in den vergangenen fünf Jahren wurden vierzig Stipendiatinnen und Stipendiaten, fünf Postdocs und vier Nachwuchsforschungsgruppen vom GradZ unterstützt. „Unsere Promovierenden sind engagierte, motivierte und exzellente Forschende. Ihre Zahl nimmt stetig zu. Seit der Gründung des Graduiertenzentrums haben über fünfzig Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihre Doktorarbeiten verteidigt – und unsere Promovierten sind gerngesehene Fachkräfte in Wirtschaft und Wissenschaft“, freut sich Prof. Ralf Thiele, wissenschaftlicher Leiter des GradZ.

## Beraten und vernetzen

In ihren Beratungen geht Susann Hannemann auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Promotionsinteressierten ein: „Neben praktischen Fragen zu Stipendien und Förderungen wollen viele Masterstudierende zunächst herausfinden, ob eine Promotion der richtige Weg für sie ist.“ Die Koordinatorin bringt die Studierenden deshalb mit Promovierenden derselben Fachrichtung zusammen, damit sie realistische Eindrücke vom Arbeitsalltag der Forschenden gewinnen können.

## „An der HTWK Leipzig kooperativ zu promovieren, war genau die richtige Entscheidung“

Ann-Kathrin Dieterle, Doktorandin

Diejenigen, die bereits an ihrer Doktorarbeit schreiben, stehen wieder vor anderen Herausforderungen, bei denen das GradZ zur Seite steht. Manchen fehlt es entweder an Zeit – bedingt durch die Arbeit in Forschungsprojekten – oder durch ein auslaufendes Stipendium an Geld. Nach der Verteidigung der Doktorarbeit bietet das GradZ Promovierten Unterstützung, wenn sie eine akademische Laufbahn verfolgen wollen.

Eine wichtige Grundlage legt das Qualifizierungsprogramm CompeTE<sup>+</sup> des GradZ. Es bietet Workshops und Vorträge in fünf Modulen zu wissenschaftlichem Arbeiten, Management, Lehre und Didaktik, Forschungsfinanzierung und Forschungskommunikation. Promovierende können hier Kompetenzen erlernen, die für eine weitere Karriere in Wissenschaft oder Wirtschaft gefragt sind.

## Meilenstein Betreuungsvereinbarung

Ann-Kathrin Dieterle interessierte sich besonders für die Workshops zu den Themen Unternehmensgründung, Hochschuldidaktik und erfolgreiches Führen. Gemeinsam mit ihrem HTWK-seitigen Betreuer Prof. Rüdiger Wink überlegte sie zu Beginn,

an welchen Workshops sie im Rahmen ihrer Promotion teilnimmt.

Absprachen wie diese sind Teil der Betreuungsvereinbarung. Das Dokument regelt die Rechte und Pflichten der Promovierenden und der Betreuenden, definiert das Thema und einen Zeitplan für die Promotion. „Die Einführung einer obligatorischen Betreuungsvereinbarung war 2021 ein wichtiger Meilenstein. Erstmals wird es verbindlich, zentrale Bausteine für eine erfolgreiche Promotion im Detail zu formulieren. Dazu gehört die Diskussion gegenseitiger Erwartungen und wissenschaftlicher Standards. Damit werden die Rahmenbedingungen für Promovierende wesentlich verbessert“, erläutert Hannemann.

Gewappnet mit vertieften Kompetenzen und einer guten Betreuung kann Dieterle ihre laufende Promotion voraussichtlich Ende des Jahres abschließen. „An der HTWK Leipzig kooperativ zu promovieren, war genau die richtige Entscheidung“, resümiert die junge Wissenschaftlerin. Danach möchte sie ihre Karriere an einem Schnittpunkt zwischen Wissenschaft und freier Wirtschaft fortsetzen.

➤ [gradz.htwk-leipzig.de](https://gradz.htwk-leipzig.de)

# Karrierewege

## Dr. Nele Drünert



„Die Digitalisierung soll Menschen helfen. Sie stehen im Mittelpunkt, nicht die Technik selbst“, davon ist Dr. Nele Drünert überzeugt. Die Psychologin untersuchte in ihrer Promotion in Kooperation mit BMW Leipzig, ob und wie technische Gadgets wie Smartwatches Arbeitende bei der Montage von Autos unterstützen können. Ihre Faszination für die Interaktion zwischen Mensch und Technik entdeckte die gebürtige Chemnitzerin während des Studiums in Jena. Das Thema führte die Psychologin schließlich als wissenschaftliche Mitarbeiterin an die HTWK Leipzig. „Promovieren war nicht mein ursprüngliches Ziel. Doch die Arbeit in der Forschungsgruppe ‚Soziales und Gesundheit‘ war so spannend – dann wollte ich auch den Dokortitel“, erinnert sie sich. Während und nach der Promotion sammelte Drünert in kleineren Leipziger IT-Firmen erste Erfahrungen als Beraterin und wechselte kürzlich zu Schwarz Produktion, die Lebensmittel für Lidl und Kaufland herstellen. So kann sie nun in einem Großunternehmen die Digitalisierung mitgestalten. Immer mit der Haltung: Was bringt es den Menschen? Nach Feierabend paddeln die frisch Verheiratete und ihr Mann auf dem Karl-Heine-Kanal, spielen mit den beiden Katzen oder retten die Welt in Pen-and-Paper-Rollenspielen.

Viele Wege führen zu einer Promotion an der HTWK Leipzig – und auch danach geht es vielfältig weiter, wie die Portraits dieser vier Promovierten zeigen.

## Dr. Mirco Fuchs



Dr. Mirco Fuchs entwickelt mithilfe künstlicher Intelligenz Algorithmen, die Vitalparameter wie Herzschlag oder Blutdruck aus Kamerabildern ableiten können. Der 40-Jährige hat an der HTWK Leipzig Elektrotechnik studiert und als Doktorand und Postdoc geforscht, bevor er im April 2021 Vertretungsprofessor für Computer Vision und Maschinelles Lernen an der Hochschule wurde. „Früher habe ich mir nie vorstellen können zu unterrichten. Ich bin eher ein stiller Beobachter“, so Fuchs. Mittlerweile gefällt es ihm sehr. Die Forschung, und damit das Laboratory for Biosignal Processing, darf bei Fuchs jedoch nicht zu kurz kommen. In der Forschungsgruppe, die er 2010 mitbegründete und bis heute leitet, erforschen zwölf Mitarbeitende und Promovierende, wie Informationen aus Bild- und Videodaten extrahiert werden können. Dafür gibt es viele Einsatzbereiche, sei es in der Medizin zum kabellosen Erfassen des Herzschlags oder im Sport beim digitalen Auswerten von Trainingstechniken. Forschung und Lehre nehmen Fuchs momentan zeitlich voll ein; freie Momente genießt der gebürtige Leipziger zu Hause mit seiner Familie.

## Dr. Marina Block



„Ich mag Plattenbauten“, gesteht Dr. Marina Block, als sie den Blick über ein fünfgeschössiges Wohnhaus in Leipzig-Lößnig schweifen lässt. Dieses Gebäude ist der Grund, warum Block 2018 aus dem süditalienischen Neapel nach Leipzig zog. Für ihre Doktorarbeit erforschte die Architektin dieses Haus der Leipziger Wohnungs- und Baugesellschaft und zeigte auf, wie die digitale Bauplanungsmethode BIM nicht nur im Neubau, sondern auch im Plattenbau sinnvoll angewendet werden kann. „Leipzig ist wie Urlaub für meine Seele im Vergleich zum lauten und chaotischen Neapel“, so die 33-Jährige über ihre neue Heimat. Derzeit schreibt sie hier gemeinsam mit ihrer Betreuerin an der HTWK Leipzig, Prof. Monica Rossi-Schwarzenbeck, ein Buch über BIM im Bestand. Einen Ausgleich findet Block in der klassischen Musik – sie spielt Klavier, Klarinette und singt – und im Sport: Oft praktiziert sie in den Morgenstunden Tai-Chi und Qigong im Park. „Die östliche Philosophie stellt neben dem Denken auch das Handeln in den Vordergrund.“ Das ist es auch, was Block an der HTWK Leipzig schätzt: „Hier forschen wir für die praktische Umsetzung.“

## Prof. Dr. Björn Höhlig



Bereits als Grundschüler hatte Björn Höhlig ein Vorbild aus seiner Wernesgrüner Heimat: Johann Andreas Schubert, den Erbauer der Göltzschtalbrücke. „Insgesamt wollte ich wie Schubert Bauingenieur-Professor werden“, erinnert sich Höhlig. Der 35-Jährige hat sein Ziel Anfang 2021 als Professor an der HTWK Leipzig erreicht. Nach dem Abitur entschied sich Höhlig für ein Bauingenieurstudium an der HTWK Leipzig und arbeitete nebenbei weiter für eine Baufirma im Vogtland, die ihn nach dem Abschluss übernahm. Doch schnell merkte Höhlig, dass das Kleinstadtleben ihn nicht mehr reizte, und kehrte vier Monate später wieder zurück, um an der HTWK Leipzig in Kooperation mit der TU Dresden zu promovieren. In seiner Doktorarbeit beschrieb er, wie Radiowellen Beton schneller erhärten lassen. Nach der Promotion zog es ihn an die Universität Kapstadt. Ein Jahr lang forschte und lehrte er dort, bis ihm die kulturellen Unterschiede zu groß wurden. So kam er zurück nach Leipzig, um Erfahrungen in der Wirtschaft zu sammeln: Bei der Deutschen Bahn war er vier Jahre lang als Bauwerksprüfer in der ganzen Republik unterwegs, um tragende Pfeiler persönlich zu bewerten. Als an der Hochschule eine Professur für Nachhaltiges Bauen und Bauen im Bestand ausgeschrieben wurde, bewarb er sich – mit Erfolg. Nachhaltig sei beim Bauen neben dem Ziel, immer weniger Energie zu verbrauchen, vor allem das Recyclen von Baumaterialien. „Erneuerbare Energie haben wir theoretisch unendlich, doch natürliche Ressourcen für Baustoffe sind irgendwann verbraucht.“

# Dissertationspreis 2021



Tobias Flath vor einem 3D-Drucker mit dem neu entwickelten Dosierkopf im Labor der Pharmazeutischen Technologie der Leipziger Universitätsmedizin

## Implantate mit Wirkstoff

Menschen, die komplizierte Knochenverletzungen erleiden und auf Implantate angewiesen sind, könnten in Zukunft optimaler versorgt werden. Das ermöglicht eine Entwicklung von Dr. Tobias Flath: Er erforschte im Rahmen seiner Doktorarbeit eine neue Technologie für den 3D-Druck. Mit dieser können Medizinerinnen und Mediziner individuelle Materialmischungen herstellen und Implantaten Medikamente beifügen. Für diese Forschungsleistung ehrte die Stiftung HTWK den Maschinenbau-Ingenieur mit dem Dissertationspreis 2021. Den Preis stiftete in diesem Jahr der Energieversorger EnviaM.

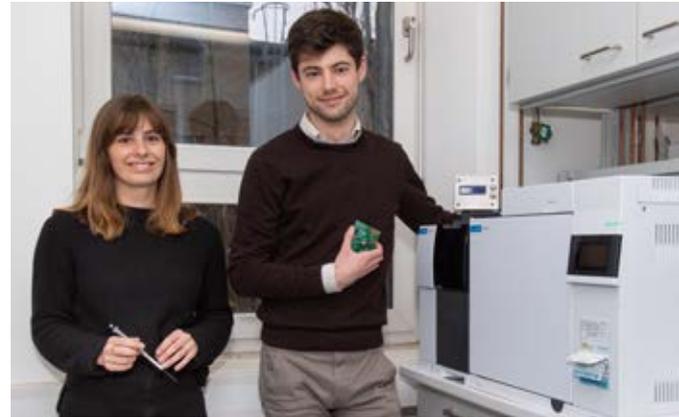
Flath entwickelte einen Dosierkopf für das FDM-Verfahren, eine 3D-Druck-Technologie, bei der Objekte aus schmelzfähigem Kunststoff oder Pasten aufgebaut werden. Das Novum an seinem Dosierkopf: Es können zwei Materialien zu einer homogenen Masse gemischt werden – und zwar während des 3D-Druckvorgangs. Wenn bislang im FDM-Verfahren zwei Materialien gemischt werden sollten, passierte das vor dem Druckvorgang unter Wärmezufuhr. Sollen dem Material spezielle Wirkstoffe beigefügt werden, die

beispielsweise die Knochenregeneration anregen, darf die Temperatur 75 Grad Celsius nicht übersteigen, sonst würden die Inhaltsstoffe zerstört. Flaths Entwicklung kann die Temperaturbelastung auf 65 bis 70 Grad Celsius reduzieren. Das gelingt über zwei Mechanismen: Zum einen werden die Materialien erst während des 3D-Drucks gemischt und zum anderen wird die maximale Temperatur erst kurz vor dem Austritt des Materials aus dem Dosierkopf erreicht. Ein weiterer Vorteil: Es lassen sich gleitende Mengenteile der gemischten Materialien realisieren. Das vermeidet Sollbruchstellen, an denen Implantate schneller zerbrechen könnten.

Aktuell entwickelt der gelernte Krankenpfleger seine Dosierkopftechnologie für die Verpackungsherstellung weiter. Aber auch für medizinische Anwendungen soll sie weiter erforscht werden. Damit käme Flath seiner Vision näher: „Medizinerinnen und Mediziner sollen künftig vor Ort, möglichst im OP-Saal, patientenindividuelle Implantate mit den passenden Inhaltsstoffen drucken und diese direkt einsetzen können.“ – *frb*

# Neue Nachwuchsforschungsgruppe zu grünem Wasserstoff

Wasserstoff soll einen wichtigen Platz in der Energiewende einnehmen. Doch bis er flächendeckend einsetzbar ist, müssen noch zahlreiche Herausforderungen bewältigt werden. Mit einigen davon befasst sich die interdisziplinäre Nachwuchsforschungsgruppe GreenHydroSax, die im Januar 2022 an der HTWK Leipzig ihre Arbeit aufgenommen hat. „Grüner Wasserstoff kann mithilfe erneuerbarer Energiequellen wie Windkraft oder Photovoltaik hergestellt und relativ gut transportiert, gespeichert und in Strom oder Wärme umgewandelt werden“, erklärt Joachim Schenk, Professor für Umwelttechnik an der HTWK Leipzig und Leiter der ESF-Nachwuchsforschungsgruppe. Zur Verteilung von Wasserstoff soll auch die vorhandene Erdgasinfrastruktur genutzt werden. Doch dazu sind noch umfangreiche Forschungsarbeiten nötig. Beispielsweise braucht es für die Sicherheits- und Qualitätskontrolle kostengünstige Messgeräte, die den Wasserstoffgehalt an verschiedenen Stellen dieser Infrastruktur genau bestimmen können. Daran forscht die Hochschule bereits seit längerem im Rahmen des mitteldeutschen Forschungsverbunds Hypos. Den dabei entstandenen Prototyp entwickelt der Elektrotechnikingenieur Achim Taoussanis als Mitglied der neuen Nachwuchsforschungsgruppe nun



Leslie Klawitter und Achim Taoussanis von der Nachwuchsforschungsgruppe GreenHydroSax

weiter. Die anderen drei Gruppenmitglieder beschäftigen sich mit weiteren Aspekten der Wasserstoffnutzung: Viola Rädle forscht zur plasmagestützten Wasserstofferzeugung, Leslie Klawitter zur Verwendung von Wasserstoff zum Abbau von Schadstoffen und Robin Berg zur Wasserstofftrocknung mithilfe von Radiowellen. Im Rahmen des Projekts sollen in engem Austausch mit regionalen Netzwerken Ansatzpunkte für eine Vertiefung der Forschungsthemen entstehen. — rs

## Eine Million Euro für die Werkstoff-Forschung

Neue Hochleistungswerkstoffe verschieben die Grenzen des technisch Machbaren. Zugleich sind sie ein Hoffnungsträger im Kampf gegen den Klimawandel. An der HTWK Leipzig nimmt die Werkstoff-Forschung für Bauindustrie, Maschinenbau und Energietechnik deshalb seit Jahren einen wachsenden Stellenwert ein. Im Juni 2021 gründeten vier HTWK-Professoren das Kompetenzzentrum für Werkstoff-Forschung. Damit wollen sie die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Materialforschung und eine fakultätsübergreifende Nutzung vorhandener Gerätetechnik erleichtern. Nun erhält die HTWK Leipzig als eine von sechzehn Hochschulen für Angewandte Wissenschaften in Deutschland eine Großgeräte-

Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft über rund eine Million Euro. Davon werden unter anderem ein Rasterelektronenmikroskop und ein Computertomograph für die Forschung finanziert. „Die beiden Geräte ermöglichen Analysen verschiedener Materialien auf unterschiedlichen Größenskalen vom Makro- bis in den Nanometer-Bereich“, sagt Robert Böhm, Professor für Leichtbau mit Verbundwerkstoffen und Mitinitiator des Kompetenzzentrums für Werkstoff-Forschung. Böhm beschäftigt sich unter anderem mit der Frage, wie Carbonfasern aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt werden und wie der CO<sub>2</sub>-Abdruck von Carbonbeton weiter reduziert werden kann. — frb

# Wohlfühlklima im Büro

Wer sich am Arbeitsplatz wohlfühlt, ist produktiver. Dabei spielt die Temperatur eine wichtige Rolle. Wie der Spagat zwischen angenehmem Raumklima und Energieeinsparungen für den Klimaschutz gelingen kann, erprobt die Forschungsgruppe Nachhaltiges Bauen. Sie vergleicht dafür drei Baukonstruktionen.

SCHLAGLICHTER

Drei Raummodule stehen nebeneinander auf dem Gelände des HTWK-Forschungszentrums in Leipzig-Reudnitz. Sie sind gleich und doch verschieden: Die Module bestehen jeweils aus einem Büroraum in identischer Größe. Sie sind demselben Klima ausgesetzt und mit zahlreichen Sensoren versehen. Alle drei werden von Stahlrahmen getragen, doch die restlichen Baustoffe unterscheiden sich. Das Raummodul linkerhand besteht aus Gipskartonplatten und einer verputzten Außendämmung aus Mineralwolle – ein gängiger Standard im Bau. Das Holzmodul in der Mitte wurde innen mit Lehm verputzt, mit Holzfasern gedämmt und außen mit Lärchenholz verkleidet. Das Modul rechterhand besteht sowohl innen als auch außen aus Carbonbetonplatten, dazwischen sorgt Mineralwolle für Dämmung. An allen drei Konstruktionen untersucht die Forschungsgruppe Nachhaltiges Bauen am Institut für Betonbau in Kooperation mit dem Modulbauunternehmen Kleusberg das Raumklima. Der Fokus liegt auf dem sommerlichen



Diese drei Raummodule dienen der Forschungsgruppe Nachhaltiges Bauen als „lebendiges Labor“

Wärmeschutz, der thermischen Behaglichkeit und der Ökobilanz der Büroräume – sie sollen so wenig Energie wie möglich verbrauchen. Seit April 2021 und noch bis Oktober 2023 sammeln die Forschenden Daten, um mithilfe der Messungen aus Sommer und Winter herauszufinden, welches Material das beste Raumklima zum Arbeiten ermöglicht und dabei am umweltfreundlichsten ist. „Wir wollen in den Sommermonaten auf zusätzliche Kühlenergie verzichten“, definiert Ronny Bellmann, Leiter Technik und Innovation bei Kleusberg, ein Ziel.



Lena Voelker kontrolliert im Holz-Modul, welche Daten der Sensor für die empfundene Temperatur (rechts) ausliefert

## Empfundene Temperatur

Um für Abkühlung zu sorgen, tauscht eine Lüftungsanlage die warme Luft der drei Raummodule in Sommernächten mindestens zweimal pro Stunde durch kältere Außenluft aus. Innerhalb der üblichen Büronutzungszeit messen Sensoren die Temperaturen im Innenraum und auf Oberflächen sowie die Wärmeströme auf und in den Baukonstruktionen. Die empfundene Temperatur in einem Büro dieser Art sollte zur Sommerzeit möglichst nah an 24,5 Grad Celsius liegen. Dieser Wert gilt in unserer Klimazone in diesem Szenario als behaglich. Je mehr die Temperatur davon abweicht, desto unzufriedener werden diejenigen, die darin arbeiten – beeinflusst durch Zugluft, kalte Wände, große Sonneneinstrahlung oder einen großen Temperaturunterschied zwischen Fußboden und Decke. „Empfundene Temperatur – das klingt subjektiv, ist aber messbar“, erläutert Dr. Mario Stelzmann, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgruppe. „Um sie

zu bestimmen, messen wir auf Kopfhöhe einer am Schreibtisch sitzenden Person die Strahlungs- und Lufttemperatur sowie die Luftgeschwindigkeit.“

Um valide Daten zu erhalten, begleiten die Forschenden die Messergebnisse rechnerisch mithilfe eines digitalen Zwilling. Eine Software simuliert Kopien der drei Module mit gleichen geometrischen und materialspezifischen Eigenschaften und Standortbedingungen. So können die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler überprüfen, wie plausibel die gesammelten Messergebnisse sind. „Damit der digitale Zwilling möglichst nah an der Realität ist, habe ich eine Schnittstelle zum Import der realen Wetterdaten programmiert“, erklärt die Elektrotechnikingenieurin Lena Voelker.

### Am besten ist ...

Die Forschenden haben bereits Daten aus mehr als einem gesamten Jahreszyklus gesammelt. Auf dieser Grundlage zieht Dr. Alexander Kahnt, der Leiter der For-

schungsgruppe Nachhaltiges Bauen, ein erstes Zwischenfazit: „Das Carbonbeton-Modul hat im Vergleich den besten sommerlichen Wärmeschutz. Eine ähnliche Leistungsfähigkeit kann das Holz-Modul mit dem Lehmputz erreichen, wenn die Baukonstruktion weiter optimiert wird.“

Ein Aspekt des nachhaltigen Bauens ist es, Gebäude so zu konzipieren, dass die Materialien leicht rückzubauen sind und somit wiederverwendet werden können. Das ist mit den vorgefertigten Elementen beim modularen Bauen möglich. Deswegen wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch nach Oktober 2023 weiter gemeinsam mit Kleusberg an den Raummodulen forschen. „Wir wollen die Platten der Module auswechseln und so weitere Materialien testen, das Dach begrünen und untersuchen, wie Moduleteile recycelt werden können. Die drei kleinen Raummodule sind für uns wie ein lebendiges Labor“, so Kahnt.

# Was das Pariser Klimaschutzabkommen (nicht) leistet

Text: Dr. Rebecca Schweier

Um die Erderwärmung zu verlangsamen, müssen viele Staaten einen Beitrag leisten. Wie wirksam ist das Pariser Abkommen? Rechtswissenschaftlerinnen und Ökonomen untersuchen diese Frage gemeinsam.

Eine gerechte Aufteilung der Beiträge zum Klimaschutz – das wollen alle Staaten. Doch was das bedeutet, wird verschieden interpretiert



Die vergangenen sieben Jahre waren die heißesten seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Die Auswirkungen des Klimawandels spüren wir bereits durch häufigere Starkregen, Hitzesommer und Stürme. Steigt die Erderwärmung weiterhin so schnell, werden der Anstieg des Meeresspiegels und immer häufigere Extremwetterereignisse Teile der Welt unbewohnbar machen. Die Weltgemeinschaft hat sich deshalb bei der Klimakonferenz 2015 in Paris nach zähem Ringen darauf verständigt, die durchschnittliche Erderwärmung auf weniger als zwei Grad zu begrenzen. Das Pariser Abkommen wurde bis heute von 192 und damit fast allen Staaten der Welt in nationales Recht umgesetzt.

Auf konkrete gemeinsame Maßnahmen zur Erreichung des Zwei-Grad-Ziels konnten sich die Vertragsstaaten allerdings bislang nicht einigen. Stattdessen setzen sie auf Verfahrensregeln und Transparenz durch die Offenlegung freiwilliger nationaler Beiträge: Jeder Staat gibt eine Erklärung ab, in der er seine Klimaschutzbeiträge definiert und geplante sowie ergriffene Maßnahmen beschreibt. Alle fünf Jahre soll jeder Staat seine „NDCs“ (nationally determined contributions) aktualisieren und die Beiträge zum Klimaschutz erhöhen. Die erste Bestandsaufnahme aller Beiträge ist für 2023 anvisiert. Erste Analysen zeigen jedoch: Die angekündigten Beiträge zum Klimaschutz werden voraussichtlich nicht ausreichen, um dauerhaft unter dem Zwei-Grad-Ziel zu bleiben. Die Klimaschutzanstrengungen der Staaten müssen also ambitionierter werden. Ein interdisziplinäres Team aus Rechtswissenschaftlerinnen und Ökonomen der HTWK Leipzig, der Hochschule Bochum, des Leibniz-Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) Mannheim und des In-



Jedes Jahr verhandelt die Staatengemeinschaft bei der UN-Klimakonferenz, wie durch gemeinsame Anstrengungen die Erderwärmung aufgehalten werden kann – zuletzt 2021 in Glasgow

## Das Pariser Abkommen wurde bis heute von 192 und damit fast allen Staaten der Welt in nationales Recht umgesetzt

stituts für ökologische Raumforschung Dresden hat vor diesem Hintergrund gemeinsam untersucht, wie wirksam die vereinbarten Regeln des Pariser Abkommens sind und durch welche Maßnahmen die Wirksamkeit verbessert werden könnte.

### Klimaschutzverhandlungen als soziales Dilemma

„Das grundlegende Dilemma ist, dass Klimaschutz ein globales öffentliches Gut ist: Alle profitieren davon, wenn die Erderwärmung eingedämmt wird. Die dafür nötigen Maßnahmen ver-

ursachen allerdings erhebliche individuelle Kosten. Deshalb ist es aus Sicht der einzelnen Staaten am günstigsten, wenn andere mehr in den Klimaschutz investieren als man selbst“, erklärt Bodo Sturm, Ökonomeprofessor an der HTWK Leipzig. Sturm hat untersucht, wie sich die Vorgabe des Pariser Abkommens, die eigenen Anstrengungen kontinuierlich zu erhöhen, auf die Höhe der nationalen Beiträge auswirkt. Seine Vermutung: Dieses Fortschrittskriterium ist kontraproduktiv. Um das zu belegen, entwarf er gemeinsam mit seinem Kollegen Dr. Carlo Gallier vom ZEW Mannheim ein Experiment.

Dabei konnten 340 Probandinnen und Probanden über fünf Runden etwas Geld erspielen. Sie bekamen ein eigenes Budget, das sie für sich behalten oder in einen gemeinsamen Topf abgeben konnten. Je voller der gemeinsame Topf, desto mehr sprang für alle heraus. Ein Drittel der Teilnehmenden konnte fünf Runden lang frei seinen Einsatz wählen, ein Drittel durfte von Runde zu Runde seinen Einsatz nicht verringern und ein Drittel musste, wie im Pariser Abkommen, von Runde zu Runde mehr Geld in den gemeinsamen Topf werfen. „Wir beobachteten einen deutlichen und statis-

tisch signifikanten Effekt“, fasst Sturm die Erkenntnisse zusammen: „Die Spielenden reduzieren zu Beginn des Spiels ihre Beiträge für das Gemeinwohl, wenn sie in Zukunft ihre Beiträge nicht absenken dürfen oder höhere Beiträge leisten müssen.“ Zwar führen solche Spielbedingungen im Verlauf zu steigenden Beitragsniveaus. Dieser Anstieg ist aber nicht stark genug, um die Effizienzverluste zu Beginn auszugleichen.

Für die internationale Klimapolitik bedeutet das: Das Fortschrittskriterium, nach welchem alle Staaten ihre Anstrengungen alle fünf Jahre verstärken müssen, schadet möglicherweise mehr als es nutzt. „Die Staatengemeinschaft sollte stattdessen stärker auf bedingt kooperative Maßnahmen setzen, die auf Gegenseitigkeit abzielen. Das auch im Völkervertragsrecht geläufige Prinzip ‚Leistung gegen Gegenleistung‘ könnte daher stärker angewendet werden. Wenn beispiels-

weise Staaten in einer Art ‚Klimaklub‘ Steuern für CO<sub>2</sub>-Emissionen erheben und gleichzeitig Importe aus Staaten ohne CO<sub>2</sub>-Bepreisung zusätzlich besteuern, gibt es für alle einen Anreiz, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern“, so Sturm.

### Wer leistet zu wenig?

In einer Sache sind sich die Staaten, die in den Klimaschutz investieren, einig: Die Beiträge sollen fair verteilt werden. Doch was das heißt, liegt im Auge des Betrachters. Ein Beispiel: Staaten wie China oder Indien empfinden es als fair, wenn die „historische Schuld“ eine Rolle spielt. Nach dieser Argumentation haben die Industriestaaten ihren Wohlstand über hundert Jahre lang auf Kosten des Klimas erwirtschaftet. Ärmere Staaten hingegen haben lange kaum CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht und möchten ihr Wirtschaftswachstum nun nicht durch hohe Klimaschutzzusagen dämpfen. Industriestaaten hingegen argumentieren, dass die klimaschädlichen Auswirkungen hoher Treibhausgasemissionen in der Vergangenheit nicht bekannt waren. Weit zurückliegende Emissionen genau zu messen und einzelnen Staaten zuzuordnen, sei zudem kaum möglich.

Es ist sehr schwierig zu beziffern, wer fairerweise wie viel zum Klimaschutz beitragen soll. Doch wenn die „Lastenverteilungsregeln“ klarer

#### Prof. Dr. Bodo Sturm

(\*1972) ist seit 2009 Professor für Volkswirtschaftslehre und Quantitative Methoden an der HTWK Leipzig und zugleich assoziiertes Mitglied des Leibniz-Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung Mannheim. Er nutzt experimentelle Wirtschaftsforschung, um Anreizprobleme der internationalen Umweltpolitik zu erforschen.





Die Rechtswissenschaftlerinnen Ulrike Will (links) und Cornelia Manger-Nestler

## „Die Staatengemeinschaft als Ganzes trägt die Verantwortung dafür, dass die Ambitionen beim Klimaschutz derzeit noch nicht hinreichend sind“

Dr. Ulrike Will

wären, könnten die Staaten die Anstrengungen der anderen besser einschätzen. „Das Pariser Abkommen ist ein völkerrechtlicher Vertrag und als solcher bindend für die Vertragsparteien. Allerdings ist der Wortlaut der Lastenverteilungsregeln so vage, dass die juristische Auslegung keine hinreichende Klarheit über den Umfang der nationalen Klimaschutzbeiträge schafft, sondern vielmehr den Vertragsstaaten die Aufgabe überträgt, das Klimaschutzziel in ‚gemeinsamer, aber unterschiedlicher Verantwortung‘ zu erreichen“, erklärt Cornelia Manger-Nestler, Professorin für Deutsches und Internationales

Wirtschaftsrecht. Sie hat gemeinsam mit der Völkerrechtlerin Dr. Ulrike Will an der HTWK Leipzig das Vertragswerk analysiert. „Die erwartete Nichteinhaltung des Zwei-Grad-Ziels kann rechtlich nicht auf einzelne Staaten bezogen werden. Vielmehr trägt die Staatengemeinschaft als Ganzes die Verantwortung dafür, dass die Ambitionen beim Klimaschutz derzeit noch nicht hinreichend sind“, so das Urteil der beiden Rechtswissenschaftlerinnen. Ulrike Will führt weiter aus: „Die offenen Lastenverteilungskriterien und die starke Betonung der freiwilligen nationalen Beiträge im Pariser Abkommen werfen die Frage

### Prof. Dr. Cornelia Manger-Nestler

(\*1976) ist seit 2009 Professorin für Deutsches und Internationales Wirtschaftsrecht an der HTWK Leipzig. Sie erforscht Rechtsfragen, die sich aus dem Zusammenspiel von nationalem, europäischem und internationalem Wirtschaftsrecht ergeben. Ihr besonderes Interesse gilt einem besseren Verständnis der Reichweite von europa- und völkerrechtlichen Regeln, die an der Schnittstelle zwischen transnationalen Wirtschafts- und Finanzräumen wirken.

### Dr. Ulrike Will

(\*1987) ist seit 2018 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der HTWK Leipzig. Sie promovierte über Border Adjustments für das europäische Emissionshandelsystem und deren Vereinbarkeit mit dem Welthandelsrecht und studierte Staats-, Politik- und Rechtswissenschaften. Ihre Forschungsschwerpunkte sind das internationale Klimaschutzrecht und das Welthandelsrecht.

auf, wie die einzelnen Staaten das Regelwerk für sich interpretieren. Denn wenn viele Staaten einer ähnlichen Rechtsauslegung folgen, dann beeinflusst diese sogenannte ‚nachfolgende Übung‘ die Rechtsnorm selbst.“ Die Völkerrechtlerin hat 193 nationale Beiträge untersucht. Dabei fand sie heraus: Konsens herrscht darüber, dass die Staaten, die absolut betrachtet mehr Treibhausgase ausstoßen, auch mehr in den Klimaschutz investieren müssen. Außerdem legen die Staaten Wert auf eine faire Verteilung der Klimaschutzbeiträge – und am häufigsten wird unter „fair“ verstanden, dass die Emissionen pro Kopf berücksichtigt werden. Hier enden allerdings bisher die Gemeinsamkeiten. Kein Wunder, denn die nationalen Beiträge unterscheiden sich von Staat zu Staat in Detailierungsgrad und Umfang erheblich.

„Um klarere Kriterien für die Lastenverteilungsregeln zu erlangen, müssten die nationalen Beiträge einheitlicher werden. Deshalb habe ich eine offene Tabelle für die Lastenverteilung entwickelt, die die Staaten den NDCs beilegen könnten“, so Will. Die Vertragsstaatenkonferenz hat 2021 in Glasgow Berichtstabellen für andere

Themenbereiche beschlossen. Für die Lastenverteilung gibt es ein solches Format bisher noch nicht. Will: „Natürlich kann man die Staaten zu nichts zwingen. Aber wenn sie sich überhaupt zu bestimmten Punkten positionieren – also beispielsweise dazu, welche Kriterien für die Lastenverteilung ihnen am wichtigsten sind – dann schafft das mehr Transparenz über die Maßstäbe, wer wie viel zum Klimaschutz beitragen soll.“

Die Zeit zu handeln wird immer knapper. Schon in wenigen Jahrzehnten könnte die Erde so warm werden, dass ein unumkehrbarer Erwärmungskreislauf in Gang kommt. Doch nur auf völkerrechtliche Diplomatie als Wunderwaffe gegen den Klimawandel zu setzen, findet Will naiv. „Die Erwartungen sind zu hoch“, so ihre Einschätzung. „Wenn es allerdings gelingt, einige Mechanismen im Pariser Abkommen zu optimieren – durch mehr Transparenz in den freiwilligen nationalen Beiträgen der einzelnen Staaten, das Vermeiden von Fehlanreizen und zusätzliche preisbasierte Anreize – dann kann das Abkommen mittelfristig zu größeren internationalen Klimaschutzanstrengungen führen.“ —

#### Ausgewählte Publikationen

Gallier, C.; Sturm, B. (2021): The Ratchet Effect in Social Dilemmas, *Journal of Economic Behavior and Organization* 186: 251–268, <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2021.03.022>

Will, U.; Manger-Nestler, C. (2021): Fairness, Equity and Justice in the Paris Agreement: Terms and Operationalization of Differentiation, *Leiden Journal of International Law* 34(2): 397–420, <https://doi.org/10.1017/S0922156521000078>

Will, U. (2022): Differentiation in the NDCs to the Paris Agreement – A Legal and Empirical Analysis, *Carbon & Climate Law Review* 16(1): 56–72, <https://doi.org/10.21552/cclr/2022/1/8>

#### Die Klimaziele der EU

Alle 27 Mitgliedsstaaten der EU haben ein gemeinsames Klimaszuchtziel im Pariser Abkommen vereinbart. Sie wollen ihre Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55 Prozent gegenüber 1990 reduzieren und bis 2050 klimaneutral werden. Als Instrumente nutzt die EU einen Emissionshandel, nunmehr mit stärkerer Berücksichtigung des Verkehrssektors, und eine Lastenteilungsverordnung, die den einzelnen EU-Mitgliedern konkrete Ziele für Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und kleine Unternehmen vorgibt. Vereinbart wurde zudem der „European Green Deal“, ein durch Finanzmittel und ein EU-Klimaschutzgesetz unterfüttertes Konzept, das eine Brücke zwischen dem Pariser Abkommen und den nationalen Gesetzen der EU-Mitgliedsstaaten schlägt.

#### Die Klimaziele Deutschlands

Deutschland will bis 2030 seine Treibhausgasemissionen um 65 Prozent gegenüber 1990 reduzieren und bereits bis 2045 klimaneutral werden. Bis 2038 sollen die Kohlekraftwerke vom Netz gehen. Mit dem Sofortprogramm Klimaschutz 2022 sollen acht Milliarden Euro in eine Industrie ohne Kohle, in grünen Wasserstoff und grünen Stahl, in energetische Gebäudesanierung und klimafreundlichen Verkehr fließen. Über die Hälfte der Mittel sind für Fördermaßnahmen für klimafreundliche Gebäude vorgesehen.

# Kreative trotzen Corona

Die Kultur- und Kreativwirtschaft in Deutschland gehört zu den am stärksten von der Covid-19-Pandemie betroffenen Branchen. Doch es geht wieder bergauf: „Die Umsatzprognosen für 2022 lassen eine vorsichtige Annäherung an das Vorkrisenniveau erwarten“, sagt Rüdiger Wink, Professor für Volkswirtschaftslehre an der HTWK Leipzig. Zum zweiten Mal in Folge untersuchte er im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums gemeinsam mit dem Marktforschungsunternehmen Goldmedia und der Hamburg Media School die wirtschaftlichen Kennzahlen der Branche.

Vor der Pandemie florierte die Kultur- und Kreativwirtschaft. Innerhalb von neun Jahren steigerte sie ihren Jahresumsatz um mehr als 20 Prozent auf 176 Milliarden Euro. Ihr Anteil am Brutto-Inlandsprodukt lag 2019 bei 3 Prozent und übertraf damit in Sachen Wertschöpfung sogar Finanzdienstleister oder Energieversorger. Corona stürzte die Kreativen in eine wirtschaftliche Krise: 2020 sank der Umsatz um 9 Prozent und warf die Branche vier Jahre zurück.

Der Tiefpunkt scheint überwunden: 2021 hat sich die Branche voraussichtlich leicht erholt und einen Umsatz von 165 Milliarden Euro erwirtschaftet. Die einzelnen Märkte waren von der Pandemie unterschiedlich stark betroffen: Während der Umsatz in darstellender Kunst, Film, Kunst und Musik besonders spürbar einbrach, steigerten die Bereiche Architektur, Buch und Software/Games sogar ihren Umsatz gegenüber 2019. Viele nutzten die Potenziale der Digitalisierung. So setzten die Musik-, Film- und Rundfunkwirtschaft sowie der Pressemarkt verstärkt auf digitale Angebote wie Streaming. Auch der Markt für darstellende Kunst, der 2020 mit Verlusten von 81 Prozent am stärksten betroffen war, konnte seine Umsätze 2021 durch neue Formate in Form von digitalen und hybriden Veranstaltungen wieder ankurbeln.

Die Anzahl an Unternehmen der Kultur- und Kreativbranche sank kaum, denn Corona-Hilfen und Kurzarbeitergeld bewahrten vor massenhaften Insolvenzen. Auch ist die Anzahl der rund 1,8 Millionen Menschen, die als Kreative berufstätig sind, kaum zurückgegangen – obwohl einige geringfügig Beschäftigte oder Selbstständige sich eine neue Arbeitstätigkeit suchen mussten. „Auch 2022 werden sich noch nicht alle Teilmärkte der Kultur- und Kreativbranche erholen. Doch wenn die hohen Infektionszahlen nun deutlich zurückgehen, die Maßnahmen gelockert werden können und kein erneuter Rückfall durch eine weitere Welle kommt, könnte die Branche insgesamt wieder an Fahrt gewinnen“, prognostiziert Wink. — *frb*



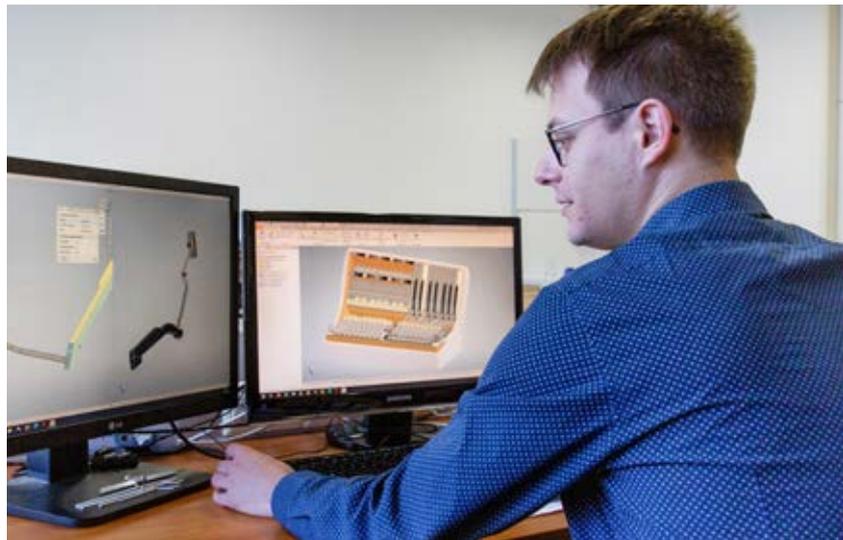
Digitalisieren bis zu 3.000 Einzelteile der Akkordeons: Maschinenbau-Professor Johannes Zentner, Max Böhme und Moritz Leo Neubert (v. l.)

# Weltmeister-Akkordeons digitalisiert

SCHLAGLICHTER

Weltmeister ist nicht nur ein ersehnter Titel im Sport, sondern auch der Name der ältesten Akkordeon-Manufaktur der Welt. Um für die Zukunft gut aufgestellt zu sein, digitalisiert der Akkordeon-Hersteller in einem gemeinsamen Entwicklungsprojekt mit der HTWK Leipzig die Fertigungsunterlagen und Montageanleitungen für seine Instrumente. Johannes Zentner, HTWK-Professor für Konstruktion, entwickelt gemeinsam mit den wissenschaftlichen Mitarbeitern Max Böhme und Moritz Leo Neubert detailgetreue, digitale 3D-Modelle der Instrumente. Dabei erforscht Zentner auch Wege zur Gewichtsreduzierung und zur Verringerung unerwünschter Geräusche beim Spielen der Instrumente, ohne ihre Funktion und Spielbarkeit zu beeinträchtigen. Aus den digitalen Modellen erstellt er Fertigungsanweisungen und digitale Animationen, die Monteurinnen und Monteure Schritt für Schritt beim Akkordeon-Bau anleiten sollen. „Dafür zerlegen wir die Instrumente bis zum kleinsten Teil und vermessen sie mithilfe analoger Messtechnik und digitaler Verfahren wie Fotogrammetrie und 3D-Scannen“, erklärt Zentner. Weltmeister-Akkordeons bestehen aus bis zu 3.000 Einzelteilen; der Aufbau der Instrumente ist dementsprechend kompliziert. Aufgrund bewegter Zeiten gingen Fertigungsunterlagen und andere Dokumente des Instrumentenbauers teilweise verloren: Im Laufe der über hundertfünfzigjährigen Geschichte des Akkordeon-Baus im sächsi-

schen Klingenthal sorgten zwei Weltkriege, schwierige Jahre nach der friedlichen Revolution und mehrere Besitzerwechsel für Brüche in der Dokumentation von Bauanleitungen. Die Lücke schließen nun die digitalen 3D-Modelle der Akkordeons. Zentner hat dafür ein gutes Händchen, denn der Maschinenbau-Ingenieur ist selbst leidenschaftlicher Akkordeon-Spieler.



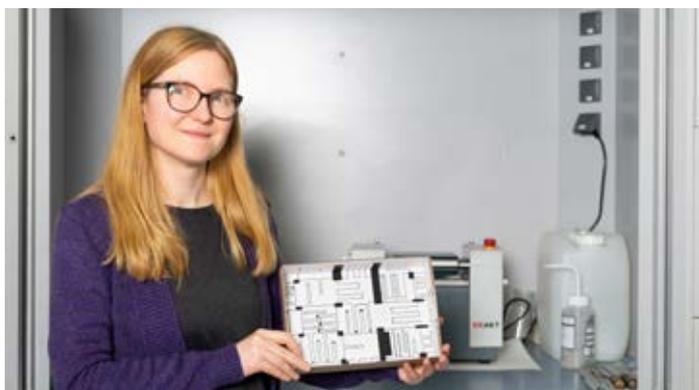
Moritz Leo Neubert erstellt die 3D-Modelle der weißen und schwarzen Pianotasten des Weltmeister-Akkordeons Cassotto 374



## Diebstahl? Verpackung schlägt Alarm

Ob Handy, Hose oder Avocado – die meisten Produkte sind fast einmal um die Welt gereist, bevor wir sie benutzen. Doch nicht alle Waren kommen an. Ladungsdiebstahl verursacht jährlich Schäden in Millionenhöhe. Die Diebe sind perfide: Manchmal stehlen sie komplette LKW, manchmal tauschen sie unbemerkt wertvollen Verpackungsinhalt gegen billige Imitate. Das Leipziger Unternehmen Tecventure ist auf sicher-

heitsrelevante Elektronik spezialisiert. Es arbeitet an einem Aufdruck für Verpackungen, der bei Beschädigung einen Alarmhinweis versendet. Die elektronisch leitfähige Druckfarbe wurde an der HTWK Leipzig entwickelt. „Verpackungen müssen möglichst billig und trotzdem robust sein. Die Herausforderung war deshalb, eine Farbe zu entwickeln, die elektronisch leitfähig ist, sich gut auf Wellpappe drucken lässt, gut haftet und wenig kostet“, erklärt HTWK-Mitarbeiterin Franziska Pöschl. Die Expertin für Beschichtungstechnologien testete fast fünfzig verschiedene Kombinationen von Lacken und leitfähigen Pigmenten, bevor sie die eine geeignete Zusammensetzung fand, die alle Anforderungen erfüllt. Tecventure will mit der Spezialfarbe künftig ein komplexes Muster auf die Innenseite von Verpackungskartons drucken. Wird die Verpackung geöffnet oder beschädigt, verändert sich der elektrische Widerstand des Druckmusters. Ein integriertes elektronisches Modul sendet daraufhin seinen Standort an den Wareneigentümer. Dieser kann dadurch Sicherheitslücken auf Transportwegen besser identifizieren und beheben. — rs



Franziska Pöschl mit einem Prototyp der Sicherheitsverpackung

## Bargeld abschaffen – wäre das möglich?

Seit Jahrtausenden zahlen wir für Waren und Dienstleistungen mit Metallen, Steinen oder Papier. Mittlerweile wird Bargeld, lange Zeit das bevorzugte Zahlungsmittel, immer stärker durch Giro- und Kreditkartenzahlung ersetzt. Auf dem Vormarsch sind zudem Phänomene wie (Bit-)Coins und Kryptowerte. Auch hierzulande ist der weltweite Trend zu elektronischen und digitalen Zahlungen deutlich spürbar, wenngleich nicht so stark wie anderswo in Europa, denn die Deutschen lieben „ihr Bargeld“. Die Rechtswissenschaftlerin Cornelia Manger-Nestler untersuchte zwei Jahre lang, wie die zunehmende Vielfalt von Zahlungsmitteln die Rolle des Bargelds verändert. Dafür analysierte die HTWK-Professorin, wie Bargeld hoheitlich und privatrechtlich gesteuert werden kann und welche währungs- und grundrechtlichen Fragen sich dabei stellen. In der Währungsunion, der Deutschland angehört, besitzt die Europäische Zentralbank (EZB) das ausschließliche Recht, Euro-Bank-

noten als gesetzliches Zahlungsmittel auszugeben; für Prägung und Verteilung der Münzen sind hingegen die Mitgliedsstaaten und ihre Zentralbanken zuständig. Diese Kompetenz- und Aufgabenverteilung ist in der Rechtspraxis zum Teil problematisch, etwa beim Streit um Barzahlungen beim Rundfunkbeitrag. Das Bundesverwaltungsgericht hatte dazu dem Europäischen Gerichtshof (EuGH) die Frage vorgelegt, inwieweit „öffentliche Interessen“ als Grund für die Begrenzung von Barzahlungen beim Rundfunkbeitrag gelten. Der EuGH fällte im Januar 2021 sein Urteil, das die Leipziger Richter nun einbeziehen müssen. „Keine leichte Aufgabe“, so die Professorin, „denn auch in einem funktionsfähigen Rechtsverbund wie der EU greifen europäisches und nationales Recht nicht immer reibungslos ineinander. Dies gilt erst recht für die Vorschläge der EZB zum digitalen Euro, die viele neue Rechtsfragen zur zukünftigen Rolle des Euro-Bargelds aufwerfen.“

# „Herumliegende Masken sind ein Nebenschauplatz“

Masken: Seit zwei Jahren liegen sie zwischen Zigarettenstummeln und Kaugummis als ungeliebter Müll auf den Straßen. Ob sich das Müllproblem durch die Covid-19-Pandemie verschlimmert hat, fragen wir den HTWK-Verpackungsexperten Prof. Eugen Herzau im Interview. Sein Fazit: Durch die Pandemie wurde sichtbar, was schon da war, auch beim Thema Abfall. Müll war und ist ein Problem.

SCHLAGLICHTER

**Laut Weltgesundheitsorganisation entstehen durch Corona Millionen Tonnen zusätzlicher Müll. Welche Materialien häufen sich nun?**

**Prof. Eugen Herzau:** Durch die Pandemie ist der Verpackungsumsatz weiter gestiegen. Das bedeutet, dass auch mehr Abfall entsteht. Das liegt hauptsächlich an zwei Gründen: Zum einen wuchs der Onlinehandel aufgrund geschlossener Läden und Isolation. Zum anderen kamen im Medizinbereich neue Impfungen und das Testen hinzu. Aus hygienischen Gründen ist das Zubehör Einwegware und muss steril sein. Das ist mit erheblichem Verpackungsaufwand verbunden. Die Verpackungen bestehen aus beschichtetem Papier, Kunststoffen oder Kunststoffverbunden. Das bedeutet: Sie

sind weniger gut zu recyceln. Es einfacher zu gestalten, ginge jedoch zulasten der Sterilität der Medizinprodukte und der sogenannten Maschinengängigkeit, also der Qualität des Verpackungsmaterials. Die Vorgaben dafür sind sehr speziell und die Vorlaufphasen der Entwicklung lang – ein Jahr mindestens. Auf der anderen Seite sind diese strengen Vorgaben wichtig, denn sie bringen Sicherheit für uns Menschen. Das ist im Zweifel wichtiger als Umweltschutz.

**Was müssen Verpackungen von Medikamenten leisten?**

Grundsätzlich müssen medizinische Wirkstoffe verlässlich ihre intendierte Wirkung entfalten. Das funktioniert nur,

wenn sie sich während des Transports und der Lagerung nicht verändern. Meist handelt es sich um chemisch-biologische Substanzen, die sehr empfindlich sind, weil sie mit Sauerstoff, Wasser oder Ähnlichem reagieren würden. Die Verpackung muss diesen Wirkstoff deshalb vor allen möglichen Einflüssen schützen, oftmals auch vor Licht. Oder nehmen wir das Beispiel des Biontech-Impfstoffs: Dieser braucht eine spezielle Kühlkette und ist nach dem Auftauen nur wenige Stunden halt- und nutzbar. Das ist noch viel krasser als bei Lebensmitteln, und das leuchtet auch ein.

## Wie wird medizinischer Müll entsorgt?

Generell zählen die Abfälle aus Arztpraxen und Kliniken meist als Sondermüll. Da sie schlecht recycelbar sind, gibt es dafür eigene Entsorgungssysteme. Dieser Müll muss verbrannt werden, und zwar alle verwendeten Materialien zusammen. Das ist aus Sicherheitsgründen wichtig, denn es können Keime darin enthalten sein. Doch wenigstens kann daraus noch Energie gewonnen werden. Das Vorgehen wird in diesem Bereich auch so bleiben.

## Hat die Pandemie das Abfallproblem lediglich sichtbarer gemacht?

Ja. Die Krise ist eine Lupe. Corona wirkt als Katalysator für vieles und macht bewusst, was längst bekannt ist. Die geworfenen Mund-Nasenschutz-Masken fallen im Moment sehr auf. Das ist nicht schön, aber im Vergleich zu anderem, „normalem“ Abfall ist das Aufkommen verschwindend gering. Herumliegende Masken sind ein Nebenschauplatz. Meiner Meinung nach sollten wir zunächst die Materialien richtig recyceln, für die wir bereits Systeme haben, und weltweit brauchen wir mehr Anreizsysteme für die Kreislaufwirtschaft. Wir müssen Abfälle als Wertstoffe erkennen und diesen ein „neues Leben“ geben.

## Was ist Ihre Vision: Wie sehen Verpackungen in Zukunft aus?

Wir werden sicher Veränderungen haben, aber auch vieles behalten, Glasbehältnisse zum Beispiel. Wir nutzen Glas seit mehr als dreihundert Jahren, das hat sich bewährt. Warum sollte das verschwinden? Auch Metall werden wir weiter nutzen, vielleicht in anderen Formen als der guten alten Dose, anders konstruiert. Auch Papier bleibt interessant.



### Prof. Dr. Eugen Herzau

(\*1958) ist seit 1992 Professor für Verpackungstechnologie an der HTWK Leipzig. Als Studiendekan verantwortet er die Lehre im Studiengang Verpackungstechnologie und Nachhaltigkeit. Er erforscht, wie sich faserbasierte Pack- und Kunststoffe optimal verarbeiten lassen. Herzau ist unter anderem Gutachter in der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen, Vorstandsvorsitzender der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Fördertechnik und Verpackung sowie Vorstandsmitglied des Bunds deutscher Verpackungstechniker.

Wir bereiten gerade Versuche vor, um bei uns im Labor mit Studierenden die Recyclingfähigkeit von beschichteten Papieren zu untersuchen. Die Verpackung der Zukunft wird extrem optimiert sein, vor allem hinsichtlich der eingesetzten Materialien. Sie wird ressourcenschonender und sehr funktionell sein. Die zwei großen Trends sind Recyclingfähigkeit und „Convenience“, also bequeme Handhabung: wiederverschließbar, gut entleerbar, sogar personalisiert. Wir werden viele papierbasierte Verpackungen haben. Kunststoffe werden sicherlich weiterhin dort eingesetzt, wo es alternativlos ist: im Medizin- und Lebensmittelbereich. Also dort, wo es vor allem um Frische – denken Sie an Tiefkühlkost – Hygiene und Haltbarkeit geht. Wir als Verbraucherinnen und Verbraucher können und sollten unseren Beitrag leisten: Nur das Notwendige kaufen, nicht jeden Trend mitmachen und das Einkaufen als Belohnung oder aus Lust hinterfragen.

Einfach etwas weniger von allem. Keiner muss leiden oder in Askese leben. Aber mehr Nachdenken, das geht auch im Homeoffice.

**Vielen Dank für das Gespräch.**  
Das Interview führte Franka Platz.

# So fahren Straßenbahnen leiser

Oft sind verschlissene Schienen Schuld an lauten Straßenbahnen. Ein Diagnosesystem der HTWK Leipzig und ihrer Kooperationspartner soll Abhilfe schaffen. Es überwacht den Zustand der Schienen während der Fahrt und hilft so, sie intakt zu halten.

SCHLAGLICHTER

Seit mehr als 120 Jahren rattern sie durch Leipzig: die Straßenbahnen. Im Laufe der Zeit wurden sie moderner, schneller und bequemer. Mit Strom betrieben, sind sie eine umweltfreundliche Alternative zum Auto und für eine klimaneutrale Zukunft der Stadt von zentraler Bedeutung. Doch mitunter sind die Bahnen ziemlich laut. Schuld daran sind oft die Schienen.

Temperaturschwankungen, Veränderungen des Gleisbetts, unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten und das Bremsen und Beschleunigen der Bahn an immer denselben Stellen führen im Laufe der Zeit zu Unebenheiten in der Schiene. Werden diese frühzeitig bemerkt, können die Schienen kostengünstig und oft ohne Streckensperrung nachgeschliffen werden. Doch für eine frühzeitige und automatisierte Schadenserkenkung fehlt bislang die passende Technik. In Leipzig werden die gesamten Gleisanlagen von einem Mitarbeiter der Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) persönlich inspiziert. Dieser sogenannte Schienenläufer prüft die Schienen visuell und analysiert ihre Beschaffenheit. Bestimmte Gleisabschnitte untersucht er aus Kosten- und Aufwands-



Werden Schienenunebenheiten frühzeitig erkannt, können sie durch einen Schienenschleifzug zügig und kostengünstig behoben werden

gründen nur alle ein bis drei Jahre. Zwischenzeitlich können sich entstandene Schäden verschlimmern und für Lärm sorgen.

## Intelligente Technik analysiert Schienenzustand

Um Abhilfe zu schaffen, haben Prof. Mathias Rudolph und Projektmitarbeiter Maik Wolf an der HTWK Leipzig gemeinsam mit den beiden lokal ansässigen Unternehmen SDS Schwingungs Diagnose Service und BitCtrl Systems sowie den LVB ein intelligentes Diagnosesystem entwickelt. Es analysiert die Schienen im Regelbetrieb während der Fahrt, verarbeitet die Daten nach modernsten IT-Sicherheitsaspekten online in einer Cloud und visualisiert sie für die Straßenbahnbetreiber. Dafür werden unterschiedliche Messgrößen wie Fahrzeugschwingungen, Feuchtigkeit und Temperatur sowie die Straßenbahngeschwindigkeit und -position genutzt.

Die Hauptaufgabe des HTWK-Forscherteams lag in der Entwicklung eines Algorithmus, der zielsicher verschiedene Schadensbilder erkennt. „Beim Kontakt des Rads mit der Schiene übertragen sich Unregelmäßigkeiten als Körperschall in den Drehgestellrahmen der Bahnen. Dort erfassen wir sie mit einem Körperschallsensor“, erklärt Maik Wolf. „Um aus den Messungen auf den Zustand der Schiene zu schließen, haben wir eine Diagnosesoftware entwickelt. Diese haben wir durch maschinelles Lernen mit Messdaten von Schadensbildern trainiert, die wir an ausgewählten Stellen des Schienennetzes, im Labor und in



Für ihre Forschung zur intelligenten Schadenserkennung steigen Messtechnik-Professor Mathias Rudolph (links) und Maik Wolf auch mal in die Montagegrube einer Straßenbahn

Computersimulationen erhoben haben“, so Wolf weiter. Nach Herausforderungen gefragt, ergänzt er: „Gemeinsam mit den beteiligten Firmen haben wir lange am Algorithmus zur metergenauen Lokalisation getüftelt. Denn in der Innenstadt werden GPS-Signale oft von den Hauswänden reflektiert und können aufgrund dieses Umwegs zur Fehlortung führen.“

### Testeinsatz auf Leipzigs Linie 11

Für die Erprobung des Diagnosesystems nutzten die Forscher von Herbst 2020 bis Dezember 2021 die Leipziger Straßenbahnlinie 11, die vor den Toren der Hochschule verläuft. „Die Leipziger Verkehrsbetriebe haben unsere Forschung unterstützt, indem sie das Fahrzeug, die Infrastruktur und ihre Expertise zur Verfügung gestellt haben. Die Straßenbahn mit unserer Messtechnik ist mehrmals täglich an meinem Büro vorbeigefahren. Das gab dem Fahrgeräusch eine ganz

andere Bedeutung – zumal das Diagnosesystem auch hier einige Schienenunebenheiten erkannt hat“, so Projektleiter Mathias Rudolph.

Für die LVB ist das entstandene Diagnosesystem von großem Interesse: „Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es ein hohes Potenzial gibt, Schwachstellen im Gleis sichtbar zu machen und somit hohe Folgekosten zu minimieren“, erklärt Volker Bäsel, Leiter Anlagenmanagement Oberbau der LVB. Die Projektpartner Schwingungs Diagnose Service und BitCtrl wollen die entstandenen Forschungsergebnisse nutzen, um ihr Dienstleistungsspektrum künftig um die intelligente Technik zur Schadenserkennung von Schienen zu erweitern. In Leipzig und auch in anderen Städten wird es dann leichter, Straßenbahnlärm und Schieneninstandhaltungskosten zu reduzieren. — *as/rs*

# Daten aus der Lampe

Licht ist allgegenwärtig. Lampen beleuchten Wohnzimmer, Büroräume und Fabrikhallen. Leuchtdioden, auch LEDs genannt, haben Glühbirnen und Energiesparlampen inzwischen größtenteils verdrängt, da sie effizienter sind. Das eröffnet neue Möglichkeiten, denn LEDs können weitaus mehr als nur leuchten.

Licht, das ist elektromagnetische Strahlung. Wir Menschen sehen davon nur einen kleinen Wellenbereich: die Farben des Regenbogens. Zur Datenübertragung nutzen wir bereits infrarotes Licht, zum Beispiel in Fernbedienungen oder Glasfasernetzen. Doch auch das sichtbare Licht hat mehr Potenzial als reine Be-

leuchtung. Die Technik dahinter nennt sich Visible Light Communication (VLC): Kommunikation über sichtbares Licht. Gemeint sind weiße Leuchtdioden, die dank eines kleinen technischen Zusatzmoduls Daten übertragen können – überall dorthin, wohin das Licht der Lampe strahlt.

Die Professoren Slavisa Aleksic und Christian-Alexander Bunge untersuchen an der HTWK-Fakultät Digitale Transformation, wie eine solche Kommunikation über LED-Lampen möglich ist. „Zunächst galt VLC als potenzielle Alternative zum Drahtlosnetzwerk WLAN. Dieser Zahn ist gezogen: Funk hat sich durchgesetzt“, fasst Bunge die Entwicklung der Forschung an VLC zusammen. Doch für zwei Bereiche ist die Kommunikation über sichtbares Licht durchaus interessant: für die Medizin und für die Industrie.

## Datenlicht in der Medizin

Operationssäle von Krankenhäusern sind heute mit Spitzentechnologie ausgestattet. Ärztinnen und Ärzte schicken kleinste Sensoren durch Blutbahnen, trennen Gewebe mit millimetergenauen Lasern und

Untersuchen die Störanfälligkeit von Lichtkommunikation: Christian-Alexander Bunge (links) und Mete Ramazan beim Experiment am Laser und Netzwerk-analysator



überwachen Herzschlag, Sauerstoffsättigung oder Blutdruck der Patientinnen und Patienten mithilfe zahlreicher Geräte. Überall hängen Strom- und Datenkabel. Da Funksignale Implantate und medizinische Geräte stören können, hat sich eine kabellose Kommunikation in der Medizin noch nicht durchgesetzt. Hier sieht Aleksic Entwicklungspotenzial: „Im Operationssaal ist es sehr hell, damit die Operierenden jedes Detail gut sehen. LED-Lampen können wir nutzen, um über das Licht zu kommunizieren und damit Datenkabel obsolet zu machen.“ Denkbar sei beispielsweise eine VR-Brille, die der Ärztin oder dem Arzt wichtige Informationen einblendet und so die Operation unterstützt. Die VR-Brille erhält die Daten aus dem Licht über dem OP-Tisch. So werden die Informationen zielgerichtet, robust, sicher und schnell übertragen. Eine neue Infrastruktur wäre nicht nötig, denn VLC nutzt die bereits vorhandenen Leuchtdioden. Unter realitätsnahen Bedingungen wollen Bunge und Aleksic diese Idee im rein für Forschungszwecke eingerichteten Operationssaal der Fachhochschule Campus Wien testen. In Zusammenarbeit mit den Wiener Forschenden untersuchen sie dort den Einsatz von VLC in der Medizin.

### Datenlicht in der Industrie

Auch in Fabrikhallen könnte die Technologie punkten. In modernen Industrieanlagen sind Maschinen intelligent vernetzt und kommunizieren digital miteinander – Stichwort Industrie 4.0. Wichtig dafür sind robuste und zuverlässige Signale, denn eine fehlerhafte Datenübertragung würde Produktionskosten in die Höhe treiben. VLC könnte in diesem Umfeld ein sichereres Netz bieten als die Funktechnologie. Auch vor Industriespionage oder Manipulation schützt das Datenlicht besser, denn die Informationen werden



Slavisa Aleksic erforscht, wie herkömmliche LED-Lampen Daten übertragen können, sei es in der Medizin oder in der Industrie 4.0

örtlich begrenzt übermittelt. Wohin das Licht strahlt, fließen Daten. Wo es dunkel bleibt, sind diese Daten nicht lesbar. Das macht sie abhörsicherer.

Gemeinsam mit dem Fraunhofer IOSB-Institut für industrielle Automation in Lemgo wollen Bunge und Aleksic sondieren, welche Einflüsse im industriellen Umfeld auf VLC einwirken und ob Datenlicht dort einen Mehrwert in der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation bietet. Sie wollen untersuchen, wie gut die Technologie bei Elektrosmog, Funkflug, Dampf und Hitze funktioniert.

### Störfaktoren finden

Derzeit untersuchen die Netzwerktechniker an der HTWK Leipzig gemeinsam mit Mete Ramazan, einem Gastforscher aus Nordzypem, welche Störungen generell auf VLC einwirken und welche Modulationsformate sich für diese Anwendungen am besten eignen. Dazu

erstellen sie mathematische Modelle des Übertragungskanals und führen in kontrollierter Umgebung Experimente durch. Sie messen, wie groß Interferenzen zwischen Senden und Empfangen der Signale durch Effekte wie Reflektionen oder Überlagerungen sein können. „Wir gehen davon aus, dass es weniger Störungen gibt als bei elektrischen Funktechniken. Aber genau hat das bisher niemand für VLC berechnet“, so Bunge. Darauf aufbauend können sie einen möglichen Einsatz der Leuchtdioden als Datenüberträger in Medizin und Industrie weiterentwickeln und Licht dort, wo es sinnvoll ist, mit Informationen anreichern – sei es im Operationssaal oder in der Fertigungshalle.



# Mit einem Klick vom Sofa in die Hochschule

Bei der ersten virtuellen Langen Nacht der Wissenschaften am 16. Juli 2021 in Leipzig präsentierten sich 20 Lehr- und Forschungsbereiche der HTWK Leipzig online auf spielerische, informative und interaktive Art.

40

Programmpunkte bot die HTWK Leipzig zur Wissenschaftsnacht an

1.600

Zugriffe auf Live-Veranstaltungen, interaktive Formate und Videos der HTWK Leipzig

Per Computer, Tablet, Smartphone oder VR-Brille konnten sich die Besucherinnen und Besucher der Langen Nacht der Wissenschaften 2021 durch das Foyer des Nieper-Baus der HTWK Leipzig bewegen. Das Lehr- und Laborgebäude im Leipziger Süden diente als virtueller Ausstellungsraum. HTWK-Rektor Prof. Mark Mietzner, der darin in „Star Wars“-Manier als Hologramm aufleuchtete, begrüßte die Gäste mit der Frage: „Sie wollten schon immer einmal wissen, wieso unsere Hochschule Kanus aus Beton baut oder wie ein Fußball-Roboter zum Weltmeister wird?“ Antworten fanden Interessierte, indem sie sich im virtuellen Raum bewegten, Labortüren öffneten, Experimente per Video verfolgten und mit Forschenden bei Videokonferenzen ins Gespräch kamen.

Das ist normalerweise während der Langen Nacht der Wissenschaften in Präsenz möglich, doch die Corona-Pandemie zwang alle Teilnehmenden zu neuen, digitalen Wegen. Fast alle Leipziger Forschungseinrichtungen beteiligten sich und stellten gemeinsam mit der Stadt Leipzig ein vielfältiges Programm mit knapp vierhundert Beiträgen zusammen. Trotz des warmen und ersten masken- und testfreien Sommerabends nahmen rund 7.000 Kinder und Erwachsene online teil.

Statt Ausstellungsständen bauten auch an der HTWK Leipzig Lehrende, Forschende und Studierende ihre Übertragungsstudios im Labor, im Büro oder zu Hause auf und erreichten damit viele Interessierte: Über 1.600 Mal wurden die Live-Veranstaltungen, interaktiven Formate und vorproduzierten Videos angeklickt.

### Spaß haben und Neues lernen

Besonders beliebt waren die Angebote für Kinder. Schnell vergriffen waren die Bastelpakete für zu Hause, mit denen Kinder Kühlschrankschrauben aus Beton herstellen konnten. Sowohl Kinder als auch Eltern bedankten sich bei Ludwig Hertwig vom Betonkanuteam „für die tolle Idee“, denn sie hatten „sehr viel Spaß“. Hertwig erzählt: „Mit der Bastelaktion konnten die Kinder den Baustoff Beton kennenlernen. Damit wollten wir zeigen, wie vielfältig Beton sein kann. Aus demselben Grund stellen wir auch Kanus aus Beton her.“

Auch die Mitarbeiterinnen der Hochschulbibliothek freuten sich über die mehr als zweihundert Kinder, die auf eine digitale Schnitzeljagd gingen. Dabei konnten die 9- bis 13-Jährigen mit Spielen ihr Wissen rund ums Internet, Social Media und Computerspiele testen. Rund fünfzig Kinder holten sich am Ende ihren Gewinn ab: ein Hörspiel zum Download.

Jugendliche und Erwachsene konnten online verschiedene Vorträge, Workshops und Live-Demonstrationen besuchen. Sie sprachen mit Expertinnen und Experten über Solarenergie, Elektro-

mobilität, nachhaltige Verpackungen, Social Media in Museen, künstliche Intelligenz oder 3D-Modellierung im Bauwesen. So wurde aus der Langen Nacht der Wissenschaften eine Nacht, die für Staunen und Aha-Momente sorgte.

Neben den vielen Online-Angeboten öffnete die Hochschule für kleine Gruppen auch ein paar Türen: In drei Rundgängen führte Prof. Steffen Winkler durch das Sanitärtechniklabor. Die Kinder und Erwachsenen staunten über das dreigeschossige Abwassersystem und lernten, wie Wasserleitungen von innen aussehen, warum es manchmal zu Verstopfungen kommt und verfolgten den Weg eines Probekörpers bei der Reise von der Toilette bis zur Kanalisation. „Ich bin überrascht, wie komplex ein Rohrleitungssystem ist und was für äußere Einflüsse beim Funktionieren eine Rolle spielen“, so die Studentin Olivia De Almeida, die den Rundgang besuchte.

### Weiterhin online

Rundgänge wie diese leben vom Moment und sind unersetzlich. Doch auch Digitales hat seine Vorteile: Es ist langlebiger und erreicht mehr Menschen. Neben der digitalen Schnitzeljagd sind alle Videos weiterhin online zu sehen, so auch die Gewinnvideos des Promovierenden-Wettbewerbs „Außergewöhnlich angewandt“. Langfristig verfügbar sind ebenfalls ein virtuelles Geotechnik-Labor und ein digitaler Showroom zum Carbonbeton. Im virtuellen Ausstellungsraum gibt es außerdem 3D-Modelle, beispielsweise von einem HTWK-Gebäude. — *frb*

➔ [htwk-leipzig.de/ln21](https://htwk-leipzig.de/ln21)

# 262

Kinder gingen auf digitale Schnitzeljagd in der Hochschulbibliothek



# Wie Ideen entstehen

Kreativ auf Knopfdruck – das können die Wenigsten. Wer jedoch allein oder im Team auf Einfälle hofft, kann mit der richtigen Herangehensweise und inspirierenden Orten eine gute Grundlage schaffen. Ein solcher Ort ist der neue Kreativraum der Gründungsberatung Startbahn 13.

Die besten Ideen kommen meist unverhofft. Nämlich dann, wenn das Gehirn entspannt, zum Beispiel während wir unter der Dusche stehen, einen Spaziergang machen oder Fahrrad fahren. Doch wie vorgehen, wenn der kreative Einfall am Arbeitsplatz gefragt ist? Eine Möglichkeit besteht darin, kreative Phasen einzurichten: Zeiten, die bewusst darauf ausgerichtet sind, neue Ideen zu finden und diese bestenfalls gleich auszuprobieren. Aber auch kreativitätsfördernde Orte führen zum Erfolg. Viele Unternehmen und Start-ups versuchen, Büroräume durch eine moderne Einrichtung inspirierend zu gestalten. Wahre Orte der Kreativität sind sie dennoch selten. Zudem verspricht es mehr Erfolg, das eigene Büro für einen Tapetenwechsel zu verlassen.

Einen solchen Raum für kreative Impulse auf dem Weg zur eigenen Unternehmensgründung, beim Verwirklichen von Ideen oder beim Lösen eines wissenschaftlichen Problems hat Startbahn 13 geschaffen. Die Gründungsberatung der HTWK Leipzig gestaltete mit dem Kreativraum einen Ort zum Nachdenken,

Experimentieren, Vernetzen und Wachsen. Wer gründet, schafft Neues – kreative Phasen sind daher im Gründungsprozess fundamental.

## Im Flow bleiben

Unterstützung erhielten sie dabei von Innenarchitekt Stefan Knopf. Er ist Teil des Projekts Weltenerbauer und unterstützt Firmen dabei, inspirierende Räume zu gestalten. Seine Maxime: Um kreativ arbeiten zu können und die Gedanken frei zu entfalten, braucht es einen Raum, in dem alles in greifbarer Nähe ist. Ähnlich wie eine gute Werkstatt sollten Kreativräume geordnet sein. Die räumliche Ordnung, die Abläufe und die damit verbundenen Verhaltensmuster prägen sich so bei den Nutzenden leichter ein und helfen dabei, im Flow zu bleiben. Denn Fragen wie „Wo ist der Stift?“ oder „Wie geht der Beamer an?“ rauben kostbare Zeit und werden im neuen Kreativraum vermieden: „Je besser der Raum kuratiert und vorbereitet ist, desto effektiver wird der Prozess“, so Knopf.



## Kreativität – was ist das?

Kreativität ist die Fähigkeit, etwas zu erschaffen, was neu oder originell und dabei nützlich oder brauchbar ist, so die Definition von Brunco und Jaeger in „The Standard Definition of Creativity“.

## Das passiert im Kopf

Ganz gleich, ob wir ein Bild malen, ein Problem lösen oder ein Experiment durchführen wollen – am Anfang steht meist ein Brainstorming. Dabei denkt unser Gehirn in viele Richtungen und sammelt Ideen. In der Hirnforschung wird dieser Prozess als divergentes Denken bezeichnet. Danach wägen wir beim konvergenten Denken ab und wählen die vielversprechendste Idee aus. In diesem Wechselspiel entsteht Kreativität.



Jeder Arbeitsprozess verläuft in unterschiedlichen Phasen. Kreative Momente mit viel Austausch wechseln sich mit Phasen der zurückgezogenen Einzelarbeit ab. Dabei hat idealerweise jeder Prozess ein eigenes Umfeld. Das ist im Kreativraum möglich: Nutzende können alle Möbelstücke und die mobilen Wände verschieben, um den Raum individuell zu gestalten. So lässt sich der Raum in einen Konferenz- und einen separaten Loungebereich aufteilen. In beiden Bereichen stehen Whiteboard-Wände mit herausnehmbaren Elementen und großen Arbeitsflächen, an denen geklebt, gebastelt, ausgelegt und geschoben werden kann, um Ideen eine Gestalt zu geben. Der Konferenzbereich ist mit einem großen Bildschirm und genügend Platz zum Aufstellen von Tischen und Stühlen ausgestattet – optimal für strukturiertes Arbeiten, Konferenzen, Workshops und Veranstaltungen. Wer gern etwas freier vorgeht, ist im Loungebereich richtig. Hier laden Couch, Sitzhocker und Sitzsäcke dazu ein, den Gedanken freien Lauf zu lassen.



### Kreativraum buchen

Startbahn 13 will in ihrem Kreativraum so viele Ideen wie möglich entstehen lassen und bietet daher allen Interessierten die Möglichkeit, den Raum zu nutzen, sei es für Brainstormings und kreativen Austausch, Konferenzen und Besprechungen, Coachings und Workshops oder für Netzwerk-Events. So entstehen Geistesblitze nicht nur unter der Dusche, im Wald oder auf dem Fahrrad, sondern können auch mithilfe inspirierender Orte herbeigelockt werden. — sb/kh

Verschiebbare Whiteboards und Möbel – im Kreativraum passt sich alles dem kreativen Prozess an



#### Startbahn 13

Die Gründungsberatung der HTWK Leipzig unterstützt seit 2020 Studierende, Alumni, Lehrende, Forschende und Mitarbeitende der Hochschule in der Vorgründungsphase auf dem Weg zum eigenen Unternehmen. Der Fokus liegt auf ingenieurwissenschaftlich-technischen Ideen. Coachings, Workshops und Seminare bietet Startbahn 13 in der Eilenburger Straße 13 in Leipzig-Reudnitz oder digital an.

➔ [s13.htwk-leipzig.de/kreativraum](https://s13.htwk-leipzig.de/kreativraum)

# Mode und Technologie für mehr Privatsphäre

Überwachungskameras an Bahnhöfen, auf Marktplätzen, in Parkanlagen – es gibt immer weniger öffentliche Orte, an denen wir uns anonym bewegen können. Das wollen die Modedesignerin Nicole Scheller und der Informatiker Marcel Göbe ändern. Gleichzeitig möchten sie für Privatsphäre und Datenschutz sensibilisieren. Gemeinsam arbeitet das Gründungsteam Urban Privacy an der HTWK Leipzig an einer Modekollektion, die vor ungewollter Datenaufzeichnung schützt.

Mit biometrischer Erkennung können Kameras die Identitäten von gefilmten Menschen zuordnen. Dafür sind Gesichtsmarkere wie Augen, Nase und Mund wichtig. In Kombination mit einer Bewegungsanalyse kann eine Person mit einer bis zu 98-prozentigen Genauigkeit identifiziert werden. Als Informatiker kennt Marcel Göbe die dazu eingesetzten Methoden der künstlichen Intelligenz und entwickelt gemeinsam mit Nicole Scheller modische und technische Gegenmaßnahmen: Gegen die Gesichtserkennung geht Urban Privacy mit einem speziell entwickelten Schwarz-Weiß-Muster vor. Auf die Kleidung gedruckt, verwirrt es den Algorithmus, der neben dem des Trägers oder der Trägerin eine Vielzahl anderer Gesichter erkennt, sodass eine eindeutige Zuordnung nicht mehr möglich ist. Die weiten Formen der Kollektion verbergen wichtige Hinweise auf Geschlecht, Größe und Gewicht, die für eine Bewegungsanalyse wichtig sind.



Marcel Göbe und Nicole Scheller von Urban Privacy

Gegen Nachtsichtkameras schützen in die Kleidung gewobene LEDs, die die Kameras blenden.

Erste funktionierende Prototypen einer Datenschutzkleidung entwickelte Nicole Scheller 2017 in ihrer Bachelorarbeit. Seitdem vervollständigt sie die Kollektion ständig weiter. Dazu gehört eine spezielle Handytasche. Ein Smartphone überträgt normalerweise auch dann Daten, wenn es sich im Flugmodus befindet oder ausgeschaltet ist. Rund um die Uhr und überall. Wenn sich das Smartphone jedoch in der Datenschutz-Tasche befindet, gibt es keine eingehenden Anrufe, keine Internetverbindung und keinerlei Ortungsmöglichkeiten.

Um ihre Datenschutz-Mode auf den Markt zu bringen, lassen sich Göbe und Scheller von der HTWK Leipzig unterstützen. Göbe hat hier studiert und stellte den Kontakt zu Informatik-Professor Thomas Riechert her, der das Gründungsteam betreut. Zusätzlich werden Scheller und Göbe von der HTWK-Gründungsberatung

Startbahn 13 unterstützt. Mit ersten Erfolgen: 2020 konnte Urban Privacy seine Idee bei der Leipziger Gründernacht vorstellen und warb später ein einjähriges Exist-Gründungsstipendium des Bundeswirtschaftsministeriums ein. „Wir waren nicht sicher, ob das Thema zu politisch ist. Aber es geht um die Privatsphäre des Einzelnen – und diese Botschaft kam an“, so Scheller.

Seit Januar 2022 entwickeln Scheller und Göbe in Vollzeit die bisherige Kollektion weiter. Zum Auslaufen der Förderung im Dezember 2022 ist eine Crowdfunding-Kampagne geplant, mit der die gesamte Kollektion auf den Markt kommen soll. „Uns ist bewusst, dass wir einen Kampf gegen Windmühlen führen, aber das ist zugleich unser Antrieb“, beschreibt Scheller den Einsatz gegen Überwachung. — sb



# Forschung unter Strom

Für den Blick zurück trafen wir Faouzi Derbel im selben Getreidefeld unter Hochspannungsleitungen wie Karl Friedrich Eichhorn vor zehn Jahren

Das Cover des ersten Forschungsmagazins *Einblicke*, das vor zehn Jahren erschien, zeigt einen Feldtest im Wortsinn: Prof. Karl Friedrich Eichhorn sitzt an einem Schreibtisch mitten im Getreidefeld und notiert Ergebnisse eines Erdschlussversuchs. Dafür verbindet der Elektroingenieur Hochspannungsleitungen mit dem Erdboden und stellt so einen Erdschluss her. Er testet dabei eine neue Spule, die ungewollte Spannungsübertragungen löschen soll. Auch wenn Eichhorn 2010 in den Ruhestand getreten ist, entwickelt seine Forschungsgruppe bis heute das Verfahren weiter, nunmehr geleitet von Faouzi Derbel. Als Professor für Smart Diagnostik und Online Monitoring kam Derbel 2013 an die HTWK Leipzig.

Im Jahr 1970 in Sfax, der zweitgrößten tunesischen Stadt geboren, interessierte sich Derbel für Mathematik und Automatisierungstechnik. Er erhielt ein Regierungsstipendium für ein Elektrotechnik-Studium an der TU München. Dafür belegte Derbel einen einjährigen Intensivkurs, um Deutsch zu lernen. „Ich habe vorher an Matheolympiaden teilgenommen – aber diese Sprache war im Gegensatz dazu wirklich herausfordernd.“ Nach dem Studium promovierte er an der Universität der Bundeswehr München zu Sensoren in Brandmeldern, damit sie seltener Fehlalarm auslösen. Das Thema Sensoren und drahtlose Kommunikation nahm Derbel mit zu Siemens und Qundis, wo er zwölf Jahre lang arbeitete und die Karriere-

leiter bis zum Bereichsleiter Produktinnovation bei Siemens und zum Bereichsleiter Entwicklung bei Qundis immer höher stieg. „Ich bin sehr technikaffin, aber irgendwann hatte ich nur noch mit Power Point und Excel zu tun“, erinnert er sich. Außerdem wollte er gern nach Sachsen ziehen, da seine Frau eine Professur in Chemnitz innehat. So fand Derbel zunächst in Zwickau und ein Jahr später in Leipzig als Professor wieder zur Wissenschaft zurück und wohnt nun mit seiner Frau und den beiden Kindern in Chemnitz.

Seine Liebe zur Technik kann er wieder ausleben: durch die Forschungen an Hochspannungsleitungen über Land, am Niederspannungs-Stromnetz in Haushalten und an drahtlosen, intelligenten Sensoren. Besonders stolz ist er auf die Entwicklung von „Wake-up-Transceivern“. Das sind kleine Sendeempfänger, die den eigentlichen Sensoren zugeschaltet werden und sie immer dann „aufwecken“, wenn sie gebraucht werden. So müssen die Hauptsensoren nicht permanent sende- und empfangsbereit sein und können dadurch viel Energie sparen.

Die Erdschlusskompensation haben Derbel und seine Mitarbeitenden mittlerweile derart professionalisiert, dass sie diese gemeinsam mit dem Verteilnetzbetreiber Mitnetz Strom als Dienstleistung anbieten. Dann ist auch Faouzi Derbel wie damals Karl Friedrich Eichhorn im Feld zu finden.

SCHLAGLICHTER

# Dieses tolle



# Ding ...

... ist ein handgeführter 3D-Laserscanner namens Artec Leo.

... kann ein Objekt dreidimensional aus jedem Winkel erfassen. Ein 3D-Modell wird innerhalb von Sekunden erzeugt und kann später auf den Computer übertragen werden.

... hilft Forschenden, Geometrien von Gebäuden, archäologischen Funden oder verdichtetem Sand schneller zu vermessen und Eigenschaften zu berechnen.

... gehört zur Forschungsgruppe FLEX. Das Team um Prof. Alexander Stahr leiht den Handscanner regelmäßig auch anderen Forschenden der HTWK Leipzig.

... kostete 25.700 Euro und wurde im Rahmen von HTWK-Invest aus Haushaltsmitteln des Freistaates Sachsen finanziert.

## Projektpartner und Förderungen

Viele der im Forschungsmagazin vorgestellten Projekte werden durch öffentliche Förderprogramme unterstützt. Die Durchführung der Projekte erfolgt sowohl an der HTWK Leipzig als auch am Forschungs- und Transferzentrum der Hochschule. Wir bedanken uns bei allen Fördergebern für die Unterstützung. Ebenso bedanken wir uns bei unseren zahlreichen beteiligten Partnern aus der Praxis für die gute Zusammenarbeit.

S. 10 (o.): 

S. 10 (u.), 24 f., 30 f., 69 (o.), 72 f.: 

S. 18 ff.:  

S. 24, 56 (l.), 78 f.:  Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

S. 26 ff.:  

S. 35 f., 62 ff.: 

S. 40 ff., S. 78 f., 80:   

S. 56 (l.), 59 (o.):    Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

S. 59 (u.): Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – Projektnummer 498129749 

Diese Ausgabe des Forschungsmagazins *Einblicke* wird aus Mitteln des Projekts Saxony<sup>5</sup> finanziert, das im Rahmen des Bund-Länder-Programms Innovative Hochschule gefördert wird.

## Impressum

**Herausgeber**  
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, Referat Forschung

**Anschrift**  
Postfach 30 11 66 | 04251 Leipzig

**Redaktion**  
Dr. Rebecca Schweier (verantwortlich),  
Katrin Haase und Dirk Lippik  
Telefon: +49 341 3076-6385  
einblicke@htwk-leipzig.de

Alle Texte, soweit nicht anders angegeben, von Katrin Haase.

**Redaktionsschluss**  
31. März 2022

**Weitere Autorinnen dieser Ausgabe**  
Dr. Franziska Böhl (frb), Stephanie Börner (sb),  
Franka Platz (fp), Anika Schreyer (as)

**Corporate Design**  
wenkerottke GmbH

**Grafisches Konzept, Layout, Satz und Grafik**  
Aileen Burkhardt, Punze Typografie

**Druck**  
Oeding Print GmbH  
Erzberg 45, 38126 Braunschweig

Gedruckt auf 100 % Altpapier, FSC®-zertifiziert



**Auflage**  
3.000

**ISSN**  
Printausgabe: 2194-4067  
Online-Ausgabe: 2195-9420

**Bildnachweise**  
Titelfoto: Maximilian Johnson • S. 2: Johannes Ernst •  
S. 3: Kirsten Nijhof • S. 10 (o.): Marius Zwigart •  
S. 10 (u.): Lars Hoffmann • S. 11 (o.): Tobias Ritz •  
S. 11 (u.): Martin Dembski • S. 14: Florian Holzherr •  
S. 15, 25, 30–31, 34–39, 41–46, 54, 57, 60–61, 66,  
68, 81–82: Maximilian Johnson • S. 17: Foto Atelier  
Klemm • S. 20: filmaton.tv • S. 21: Iurii Vakaliuk, IMB,  
TU Dresden • S. 22: Katrin Haase • S. 23–24, 49–53:  
Stephan Flad • S. 28: Tim Friedrich, Aluform • S. 29:  
Tobias Krettek • S. 40, 47: Gunter Hahn • S. 56 (l.), 64:  
Andreas Schröder • S. 56 (r.), 59, 65, 69, 74–75: Omid  
Arabbay • S. 58: Marco Dirr • S. 62: Markus Spiske,  
Unsplash • S. 63: Kiara Worth, UNFCCC •  
S. 67: rawpixel, freepik.com • S. 72: Torsten Winkler •  
S. 73: Robert Weinhold • S. 76: Gorodenkoff,  
stock.adobe.com • S. 79–80: Stephanie Börner

Soweit nicht anders angegeben: HTWK Leipzig

