

Impressum/Editorial Information
BAM REPORT 2017/2018

Herausgeber/Publisher:
Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung (BAM)
Präsident Prof. Dr. Ulrich Panne
Unter den Eichen 87, 12205 Berlin
Postanschrift: 12200 Berlin
Telefon: +49 30 8104-0
Telefax: +49 30 8112029
E-Mail: presse@bam.de
Internet: www.bam.de

Redaktion/Editing:
BAM, Referat Unternehmenskommunikation:
Venio Quinque (Leitung), Miriam Ewald und Janina Buchholz
(Koordination), Rebekka Gabler (SHK), Sandra Grzeszek (SHK),
Belgin Kasischke

Die BAM ist eine wissenschaftlich-technische
Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des
Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

BAM is a senior scientific and technical
federal institute with responsibility to the Federal
Ministry for Economic Affairs and Energy.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Autoren/Authors:
Dr. Rainer Kurlemann, freiberuflicher Wissenschaftsjournalist
Christoph Berger & Dieter Beste, MEDIAKONZEPT

Übersetzung/English Translation:
Nigel Pye, NP Services

Lektorat/Proofreading:
Dr. Antje Kronenberg, Lektorat Kronenberg

Layout:
BAM-Z.8 Medienteam: Karina Fast

Bilder und Grafiken/Illustrations:
Wenn nicht anders vermerkt/ If not noted otherwise
BAM-Z.8 Medienteam: Dora Kolar-Bosnjak, Julia Pöpke

Druck und Verarbeitung/Print:
DBM Druckhaus Berlin-Mitte GmbH

Dieses Druckprodukt wurde in einer Druckerei hergestellt,
die mit dem Blauen Engel für Druckerzeugnisse (RAL UZ-195)
ausgezeichnet wurde.

ISSN 0934-9456

DIE MITGLIEDER DES KURATORIUMS DER BAM
MEMBERS OF THE BAM ADVISORY COUNCIL

Stefan Schnorr (Vorsitzender)

Leiter der Abteilung Digital- und Innovationspolitik,
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin

Prof. Dr. sc. nat. ETH Gian-Luca Bona

Direktor der EMPA, EMPA Materials Science & Technology,
Dübendorf, Schweiz

Prof. Dr.-Ing. Laura De Lorenzis

Leiterin des Instituts für Angewandte Mechanik,
Technische Universität Braunschweig

Dr.-Ing. Matthias Fankhänel

Senior Vice President, BASF SE, Ludwigshafen

Prof. Dr. Claudia Felser

Geschäftsführende Direktorin der Abteilung Festkörperchemie,
Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe,
Dresden

Dr.-Ing. E. h. Bernhard Fischer

Power Plant Consulting Fischer, Gehrden

Prof. Dr. rer. nat. Detlef Günther

Vizepräsident für Forschung und Wirtschaftsbeziehungen der
ETH Zürich, Schweiz

Prof. Dr. Dr. Rafaela Hillerbrand

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse
(ITAS), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. h. c. Reinhard F. Hüttl

Wissenschaftlicher Vorstand des GeoForschungsZentrums Potsdam

Dr.-Ing. Jutta Klöwer

Ehemals Senior Vice President, Research &
Development, VDM Metals GmbH, Altena

Alexandra Knauer

Geschäftsführerin, KNAUER Wissenschaftliche Geräte GmbH, Berlin

Dr.-Ing. Sebastian Muschelknautz

CEO and Managing Director, TakeOFF Engineering GmbH, München

Dr. Heinz Neubert

Head of Technology Field Materials Design &
Manufacturing Technologies, Siemens AG, Berlin und München

Dr. Gabriele Pestlin

Head of Strategic Planning and Deployment RDG,
Roche Diagnostics GmbH, Penzberg

Dr. Klaus-Jürgen Richter

Vertriebsvorstand, Saarstahl AG, Völklingen

Prof. Dr. rer. nat. habil. Brigitte Voit

Wissenschaftliche Direktorin und Vorstand, Teilinstitutsleiterin
Makromolekulare Chemie, Leibniz-Institut für Polymerforschung
Dresden e. V.

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn

Institutsleiter, Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur
von Werkstoffen und Systemen IMWS, Halle

Christoph Winterhalter

Vorsitzender des Vorstandes des DIN,
Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin

Prof. Dr.-Ing. Hans-Werner Zoch

Geschäftsführender Direktor des Leibniz-Instituts für
Werkstofforientierte Technologien – IWT, Leiter der
Hauptabteilung Werkstofftechnik, Bremen

Stand: Januar 2019

INHALT

CONTENT

SICHERHEIT MACHT MÄRKTE SAFETY CREATES MARKETS

Interview mit dem Präsidenten der BAM, Prof. Dr. Ulrich Panne	12
<i>Interview with BAM president Prof. Dr. Ulrich Panne</i>	
Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier sieht BAM als wichtigen Partner	16
<i>The federal minister for economic affairs Peter Altmaier sees BAM as an important partner</i>	
Beschleunigungsmanöver für Unternehmensgründungen	22
<i>Fast track support for company founders</i>	
Gesichter der BAM	28
<i>Faces of BAM</i>	
Alumni-Netzwerk: Botschafter und Partner	36
<i>Alumni network: supporters and partners</i>	

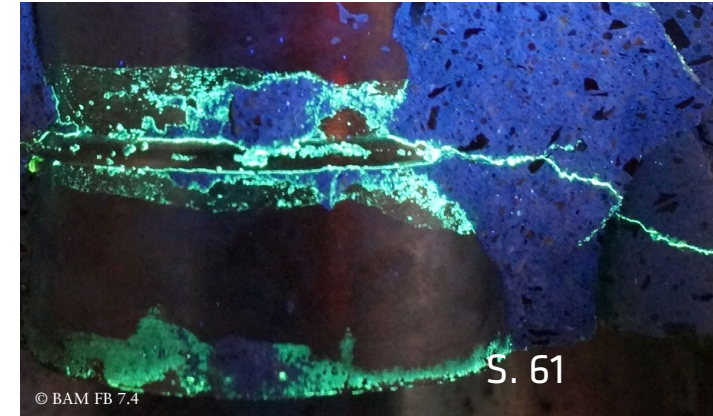
Promovieren an der BAM – Mit Silbernanopartikeln die Karriere starten	42
<i>Ph.D. at BAM – Building a career with silver nanoparticles</i>	

THEMENFELD ENERGIE FOCUS AREA ENERGY

Damit Lithium-Batterien sicher unterwegs sind	53
<i>Making transport of lithium batteries safe</i>	
Wie Windenergieanlagen in rauer See standsicher bleiben	61
<i>How wind turbines remain stable in rough seas</i>	

THEMENFELD INFRASTRUKTUR FOCUS AREA INFRASTRUCTURE

Grüner Beton aus Afrika	73
<i>Green concrete from Africa</i>	



Brandschutz von Bussen auf dem Prüfstand	81
<i>Assessing the fire safety of buses</i>	

THEMENFELD UMWELT FOCUS AREA ENVIRONMENT

Dünger aus Klärschlamm schützt Korallenriffe	93
<i>Fertiliser from sewage sludge protects coral reefs</i>	
Die Abwehrtricks der Bakterien entschlüsseln	101
<i>Deciphering the defensive tricks of bacteria</i>	



THEMENFELD MATERIAL
FOCUS AREA MATERIALS

3D-Druck in Schwerelosigkeit <i>3D printing in zero gravity</i>	111
Neue Schweißtechnik für die Energiewende <i>New welding technology for the energy transition</i>	119

THEMENFELD ANALYTICAL SCIENCES
FOCUS AREA ANALYTICAL SCIENCES

Mit MAUS den Blick in die Nanowelt schärfen <i>Looking deeper into the nanoworld with MAUS</i>	130
Ölverschmutzungen mit dem Smartphone erkennen <i>Detecting oil spills with a smartphone</i>	137

ANHANG
APPENDIX

Die BAM in Zahlen <i>BAM in figures</i>	145
Standorte <i>Locations</i>	146
Organigramm und Kontakt <i>Organigram and contact</i>	151



*BAM-Zweiggelände im Technologiepark
Berlin-Adlershof*

*BAM branch in the Technology Park in
Berlin Adlershof*



BAM 2017/2018

SICHERHEIT MACHT MÄRKTE

SAFETY CREATES MARKETS

Wir arbeiten für eine ausgeprägte Sicherheitskultur in Deutschland und Sicherheitsstandards, die auch in Zukunft höchsten Anforderungen genügen.

Sicherheit macht Märkte.

In den Spitzen- und Schlüsseltechnologien Materialwissenschaft, Werkstofftechnik und Chemie leistet die BAM einen entscheidenden Beitrag zur technischen Sicherheit von Produkten, Prozessen und der Lebens- und Arbeitswelt der Menschen.

Als Bundesoberbehörde sind wir wirtschaftlich unabhängig und fungieren als neutraler Moderator externer Entscheidungsprozesse. Darüber hinaus ermöglichen wir den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Politik und für die Erfüllung öffentlicher Aufgaben. In unseren nationalen und internationalen Netzwerken betreiben wir Technologietransfer und wir nutzen ihre Kompetenzen und wertvollen Impulse für unsere aktuelle Arbeit und die zukünftige Ausrichtung der BAM.

Im Rahmen unserer gesetzlichen und gesellschaftspolitischen Aufgaben identifizieren, kommunizieren und implementieren wir Anforderungen an die Sicherheit in Technik und Chemie für die Gesellschaft von morgen. Mit unseren Innovationen in Forschung und Entwicklung und der Weitergabe unseres Wissens fördern wir die deutsche Wirtschaft.

We make every effort to produce a strong safety culture in Germany and safety standards that will meet the highest requirements in the future.

Safety creates markets.

At the cutting edge of key technologies of materials science, materials engineering and chemistry, BAM makes a crucial contribution to the technical safety of products, processes and to people's life and work environment.

As a senior federal institute, we are financially independent and act as a neutral moderator in external decision-making processes. In addition, we ensure the transfer of scientific knowledge by providing advice to politicians and performing public duties. We perform technology transfer in our national and international networks and use their competences and valued ideas for both our current work and in setting BAM's future direction.

As part of our legal and political tasks we identify, communicate and implement requirements in "Safety in technology and chemistry" for tomorrow's society. Innovations in research and development and the dissemination of our knowledge help promote the German industry.

INTERVIEW MIT DEM PRÄSIDENTEN DER BAM, PROF. DR. ULRICH PANNE

INTERVIEW WITH BAM PRESIDENT PROF. DR. ULRICH PANNE

Der Technologietransfer steht ganz oben auf der Agenda der BAM. Welche Rolle spielt dabei der Mittelstand?

Mittelständische Unternehmen entwickeln oft innovative Ideen, aber ihre Kapazitäten für eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind begrenzt. Hier kommt die BAM als wissenschaftliche Projektpartnerin ins Spiel. Im Zeitraum von 2013 bis 2018 haben wir etwa 12 Millionen Euro Fördergelder für den Technologietransfer eingeworben, rund zwei Drittel davon sind in Projekte mit dem Mittelstand geflossen. Mich freut besonders, dass wir etwa vier Millionen Euro für Vorhaben verwendet haben, an denen ostdeutsche kleine und mittelständische Unternehmen beteiligt waren.

Wie sieht solch eine Zusammenarbeit konkret aus?

Wir entwickeln zum Beispiel gemeinsam mit einem mittelständischen Unternehmen aus Sachsen Kalibrierstandards und Analyseverfahren für den Nachweis von Schimmelpilzgiften in Lebensmitteln. Das ist notwendig, weil regelmäßig neue Mykotoxine entdeckt werden. Wir bringen unsere langjährige Expertise in der Entwicklung von Analyseverfahren und Referenzmaterialien in das Projekt ein, der Mittelständler seine Kompetenz in der organischen Synthese. Ziel ist es, den Prüflaboren verlässliche Instrumente für den Nachweis der Gifte in Lebensmitteln zur Verfügung zu stellen. Außerdem legen wir den Grundstein für innovative Referenzmaterialien,

geben Impulse für die Normung – und leisten einen wichtigen Beitrag für die Lebensmittelsicherheit.

Stichwort Gründungsförderung: Wie engagiert sich die BAM hier?

Mit unserer Initiative BAMStartup Slingshot unterstützen wir Gründerteams umfassend dabei, sich mit einer innovativen Idee selbstständig zu machen. Junge Unternehmerinnen und Unternehmer müssen hier viel beachten. Start-ups aus der Chemie-Branche müssen beispielsweise, genauso wie große Unternehmen, wichtige Vorgaben für den sicheren Umgang mit Chemikalien und Gefahrstoffen einhalten. Sicherheit in Technik und Chemie ist unser Kerngeschäft. Daher

können wir den jungen Unternehmen mit unserer Expertise hierbei helfen. Das unterscheidet uns von anderen Angeboten zur Gründungsunterstützung.

Die Konkurrenz um qualifiziertes Personal ist groß. Was macht die BAM als Arbeitgeberin attraktiv?

Erstens natürlich unser spannendes Aufgabengebiet und unsere moderne Forschungsinfrastruktur. Dann unser Standort: Berlin ist Wissenschaftshauptstadt und für viele, gerade junge Leute, auch sonst eine attraktive Stadt zum Leben und Arbeiten. Zudem bieten wir mehrere Förderprogramme für den wissenschaftlichen Nachwuchs an.

Aber auch die berufliche Ausbildung kann ein Sprungbrett für eine Karriere bei der BAM sein. Regelmäßig werden unsere Auszubildenden für ihre hervorragenden Leistungen ausgezeichnet – und die BAM für ihr Engagement in der Ausbildung.

Schließlich legen wir viel Wert auf die Vereinbarkeit von Beruf und Familie. Seit 2015 ist die BAM nach dem Audit „berufundfamilie“ zertifiziert, 2018 haben wir die turnusgemäße Rezertifizierungsphase erfolgreich abgeschlossen.



Seit 2014 bündelt die BAM ihre Tätigkeiten in den fünf Themenfeldern Energie, Infrastruktur, Umwelt, Material und Analytical Sciences. Wie fällt Ihre Bilanz aus?

Die Themenfelder haben wir als Plattformen etabliert, die unsere sehr vielfältige Arbeit strukturieren. Gleichzeitig wollen wir mit der Zuordnung zu den Themenfeldern klar und deutlich unsere Beiträge zu wirtschaftlich, politisch, gesellschaftlich und wissenschaftlich relevanten Themen kommunizieren – und das gelingt uns auch sehr gut!

Wir haben die Struktur innerhalb unseres multidisziplinären Fachkollegiums weiter fokussiert. So stärken wir die interne Zusammenarbeit weiter und können unsere Forschungsprojekte noch besser auf unsere Ziele ausrichten. Dazu fördern wir gezielt „Themenfeldprojekte“, das sind abteilungsübergreifende Projekte mit interdisziplinärem Charakter.

Welchen Einfluss hat die Digitalisierung auf die BAM?

Einen großen! Die Digitalisierung verändert alle Lebens- und Arbeitsbereiche und stellt uns und unsere Partner vor große Herausforderungen. Wir haben den Auftrag, die Wirtschaft mit unserem Wissen rund um Sicherheit in Technik

und Chemie zu unterstützen. Wenn der Markt sich ändert, muss man sich selbst verändern. Unser Motto ist „Sicherheit macht Märkte“. Das gilt auch in der digitalisierten Welt.

Technology transfer is high on BAM's agenda. What role do SMEs play here?

Small and medium-sized enterprises often develop innovative ideas, but their capacity for undertaking their own research and development is limited. This is where BAM as a scientific project partner comes into play. Over the period from 2013 to 2018, we raised about 12 million euros from external funding for technology transfer, around two thirds of which went to cooperative projects with medium-sized companies. I am really pleased that we have spent about four million euros on projects involving East German small and medium-sized enterprises.

What does such a cooperation actually look like?

Our cooperation with a medium-sized company in Saxony is a good example. Here we are developing calibration standards and analytical methods for the detection of mycotoxins in food. This is needed

because new mycotoxins are being discovered all the time. We contribute our many years of expertise in the development of analytical methods and reference materials to the project and the medium-sized enterprise brings its expertise in organic synthesis. The aim is to provide test laboratories with reliable tools for the detection of toxins in food. In addition, we lay the foundations for innovative reference materials, provide impulses for standardisation and make an important contribution to food safety.

A keyword is start-up funding: how far is BAM committed?

Our BAMStartup Slingshot initiative extensively supports start-up teams in becoming self-employed when they have an innovative idea. Young entrepreneurs must pay attention to a number of issues. Similar to large companies, start-ups in the chemical industry must comply with important requirements for the safe handling of chemicals and hazardous substances. Safety in technology and chemistry is BAM's core business and young companies can benefit from our expertise. This distinguishes us from other offers to support start-ups.

There is a lot of competition for qualified personnel. What makes BAM an attractive employer?

First, of course, is our exciting scope of activities and our modern research infrastructure. Then our location: Berlin is a capital of science and for many, especially young people, also an attractive city in which to live and work. Also, we offer several support programmes for young scientists.

But vocational training can also be a springboard for a BAM career. Our trainees are regularly honoured for their outstanding achievements – and BAM for its commitment to vocational training.

Finally, we put great emphasis on work-life balance. BAM has been certified according to the “berufund-familie” (work-life balance) audit since 2015 and we successfully completed the re-certification phase in 2018.

BAM has bundled its activities in the five focus areas Energy, Infrastructure, Environment, Materials and Analytical Sciences since 2014. What does your balance sheet look like?

We have established the focus areas as platforms to structure our diverse work. Also, we want to simply

and clearly state our contributions to economic, political, social and scientific topics by linking them to the focus areas – and we are rather successful in doing so!

We have further focused the structure within our multidisciplinary group of scientists. This enables us to further strengthen the internal cooperation and better align our research projects towards our objectives. To this purpose, we specifically promote “Focus Area Projects” that are projects with an interdisciplinary character that allow various departments to participate.

What impact does digitisation have on BAM?

A big one! Digitalisation is changing all areas of life and work and poses a major challenge to us and our partners. Our mission is to support industry with our knowledge about safety in technology and chemistry. When the market changes, we have to change too. Our motto is “Safety creates markets” and this also applies in a digitalised world.



Prof. Dr. Ulrich Panne im Gespräch

Interview with Prof. Dr. Ulrich Panne

BUNDESWIRTSCHAFTSMINISTER PETER ALTMAIER SIEHT BAM ALS WICHTIGEN PARTNER

THE FEDERAL MINISTER FOR ECONOMIC AFFAIRS PETER ALTMAIER SEES BAM AS AN IMPORTANT PARTNER

An welchen innovativen Baustoffen die BAM forscht, erläutert Dr. Ines Leana Tchetgnia Ngassam dem Bundeswirtschaftsminister während eines Rundgangs.

During the tour Dr. Ines Leana Tchetgnia Ngassam explains which innovative building materials upon which BAM is conducting research.

Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier hat nach seinem Amtsantritt 2018 im Sommer erstmals die BAM besucht. Er zeigte sich beeindruckt von den vielfältigen Forschungsaktivitäten und lobte die BAM als wichtigen Partner des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). So trägt die Expertise der BAM dazu bei, dass Innovationen ermöglicht werden und sicher sind.

Bei seinem Besuch im August unterzeichnete er mit BAM-Präsident Prof. Dr. Ulrich Panne die gemeinsame Zielvereinbarung zwischen dem BMWi und der BAM. Im Rahmen ihrer strategischen Ausrichtung beschäftigt sich die BAM auch in den kommenden

Jahren mit wichtigen Themen. Insbesondere die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft, die Energiewende, Nanotechnologie und smarte Materialien sowie Produktionstechnologien stehen auf der Agenda.

Bundesminister Altmaier erhielt bei seinem Besuch Einblick in einige aktuelle Forschungsarbeiten der BAM. Unter anderem zeigten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie die BAM Bauteile von Offshore-Windkraftanlagen untersucht. Im Mittelpunkt der Forschung stehen dabei die frühzeitige Detektion von Schäden und die Entwicklung geeigneter Reparaturkonzepte, um einen sicheren und langfristigen Betrieb zu gewährleisten (mehr dazu auf Seite 61).

Danach konnte sich der Minister noch einen Eindruck von der BAM-Forschung zu innovativen Baustoffen verschaffen. Hier engagiert sich die BAM in mehreren Kooperationsprojekten mit Afrika, unter anderem auch an der Entwicklung von nachhaltigem Beton (mehr dazu auf Seite 73).

Am Projekt 3D-Druck in der Schwerelosigkeit zeigte die BAM eindrucksvoll, wie additive Fertigung von Metallteilen unter Schwerelosigkeit funktioniert. Zukünftig sollen Astronauten damit Ersatzteile und Werkzeuge auf Weltraummissionen nach Bedarf selbst drucken können (mehr dazu auf Seite 111).





BAM-Präsident Prof. Dr. Ulrich Panne und Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier unterzeichnen die gemeinsame Zielvereinbarung zwischen der BAM und dem BMWi.

BAM president Prof. Dr. Ulrich Panne and federal minister for economics Peter Altmaier during the signing of a target agreement between BAM and BMWi.



Dr. Christiane Maierhofer zeigt, wie thermografische Verfahren im Bauwesen zum Einsatz kommen.

Dr. Christiane Maierhofer shows how thermographic methods are used in the construction industry.

Die BAM präsentierte außerdem ein neues photothermisches Messverfahren, das den Korrosionsschutz von Betonbauwerken zerstörungsfrei prüfen kann. Dabei wird die Schichtdicke von Oberflächenschutzsystemen über den Temperaturverlauf der Oberfläche ermittelt.

Im Anschluss nahm sich Bundeswirtschaftsminister Altmaier noch Zeit, mit den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der BAM ins Gespräch zu kommen, und würdigte die BAM mit einem Eintrag in das Goldene Buch.

Federal minister for economic affairs and energy Peter Altmaier visited BAM for the first time during the summer following his assumption of office in 2018. He was impressed by the diverse research activities and praised BAM as an important partner of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). BAM's expertise contributes to making innovations possible and safe.

During his visit in August, he and BAM president Prof. Dr. Ulrich Panne signed the joint target agreement between the BMWi and BAM. Within the framework of their strategic focus, BAM will continue to work on important issues in the coming



Dr. Marc Thiele zeigt am Ermüdungsprüfstand, wie die BAM Großbauteile von Windkraftanlagen untersucht.

Dr. Marc Thiele explains how BAM uses its fatigue testing facility to investigate large-scale components of wind turbine structures.



Ein weiteres Offshore-Projekt, bei dem es um die Tragfähigkeitserhöhung von Offshore-Pfahlgründungen geht, wird von Dr. Pablo Cuéllar (links) vorgestellt.

Another offshore project, which is presented by Dr. Pablo Cuéllar (left), is examining the load carrying capacity of monopile foundations.

Prof. Dr. Jens Günster überreicht dem Minister einen gedruckten Schraubenschlüssel. Das Beindruckende daran: Es wurde unter Schwerelosigkeit additiv gefertigt.

Prof. Dr. Jens Günster presents a printed wrench as a gift to the minister. What makes this tool special is that it was produced by additive manufacturing under micro gravity conditions.

years. Especially the digitalisation of economy and business, energy transition, nanotechnology and smart materials and production technologies are on the agenda.

Federal minister Altmaier received a tour of some of BAM's current research areas during his visit. For example, scientists demonstrated how BAM examines offshore wind turbine components. The research places special emphasis on early detection of damage and the development of suitable repair concepts to ensure safe, long-term operation (read more on page 61).

Afterwards, the minister gained an impression of BAM's research on innovative building materials. BAM is engaging in several cooperation projects with Africa, such as the development of sustainable concrete (read more on page 73).

With its 3D printing in zero gravity project, BAM demonstrated how additive manufacturing of metal parts works in zero gravity. In the future, astronauts will be able to print replacement parts and tools as needed (read more on page 111).

BAM also presented a new photothermal measuring process that non-destructively tests the protection of concrete structures against corrosion. The thickness of surface protection systems is determined by measuring the temperature transient of the surface.

After the tour, federal minister for economic affairs Altmaier took time to speak with BAM employees and paid tribute to BAM with an entry in the Golden Book.



BESCHLEUNIGUNGSMANÖVER FÜR UNTERNEHMENSGRÜNDUNGEN

Die BAM ist ein Ort der Spitzenforschung in den Schlüsseltechnologien Materialwissenschaft, Werkstofftechnik und Chemie. Viele Ideen, die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in ihren Laboren entwickeln, könnten sich auch in der freien Wirtschaft durchsetzen. Doch auf dem Weg in die Selbstständigkeit lauern viele Hindernisse. Die Gründungsinitiative BAMStartup Slingshot hilft den Firmengründerinnen und -gründern bei der Verwirklichung ihrer Träume.

FAST TRACK SUPPORT FOR COMPANY FOUNDERS

BAM is a place of cutting-edge research in key technologies of materials science, materials engineering and chemistry. Many ideas that scientists develop in their laboratories may also prevail in the private sector. But many obstacles lurk on the way towards self-employment. The BAMStartup Slingshot founding initiative helps entrepreneurs to implement their dreams.

Die Gespräche im Büro von Hagen Saxowski drehen sich immer um die Zukunft. Junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler berichten von ihren Ideen, mit denen sie den Weg in die Selbstständigkeit planen. „Die Forschung an der BAM ist häufig stark anwendungsorientiert; da ist es kein Wunder, wenn der Wunsch entsteht, mit innovativen Produkten eine eigene Existenz zu gründen“, erklärt der Leiter des Servicebereichs Forschung. Die Gründungsinitiative BAMStartup Slingshot soll die Firmengründerinnen und -gründer vor dem Scheitern an den ersten Hürden bewahren. Denn die wissenschaftliche Arbeit im Labor und der Alltag als Unternehmerinnen und Unternehmer unterscheiden sich stark voneinander. Deshalb benötigen die zukünftigen Firmenchefinnen und -chefs professionelle Hilfestellung bei der Umsetzung ihrer Pläne.

Der Begriff Slingshot stammt aus der Raumfahrt und verkörpert das Beratungsprinzip der Initiative. Er bezeichnet ein Beschleunigungsmanöver, bei dem ein kleines Objekt, beispielsweise eine Raumsonde, dicht an einem Planeten vorbeifliegt und dabei durch die

Wie die BAM Start-ups unterstützt, zeigten Hagen Saxowski, Leiter des Servicebereichs Forschung, und Dominik Sarma vom Start-up Belyntic auf der Hannover Messe 2018.

At the Hannover Messe 2018, Hagen Saxowski, head of Research Services and Dominik Sarma from the start-up Belyntic showed visitors how BAM supports start-ups.



Gravitationskraft des größeren Körpers auf dem Weg zum Ziel stark an Geschwindigkeit gewinnt. In der Raumfahrt finden diese Manöver häufig bei weiten Reisen durch den Weltraum Anwendung, weil sie Kosten und Treibstoff für die Raumsonde sparen. „Wir wollen für unsere Start-ups einen ähnlichen Effekt erzielen, denn unsere Forschungsleistungen sollen möglichst schnell Wirtschaft und Gesellschaft zur Verfügung stehen“, sagt Saxowski. „Eine Unternehmensgründung ist eine sehr bewährte Form des Technologietransfers.“

Jedes Start-up benötigt individuelle Hilfe

„Die Anfragen nach Unterstützung kommen oft aus dem Umfeld der wissenschaftlichen Kolleginnen und Kollegen oder durch Hinweise der Fachbereichsleitungen“, erklärt Saxowski. Seine Aufgabe ist es aber nicht, die Qualität der Gründungsideen zu bewerten. Er konzentriert sich auf die Umsetzung, die oft Jahre dauert. „Die Gründungsteams haben, bevor sie zu uns kommen, meistens schon mit ihren Fachkolleginnen und -kollegen ausführlich diskutiert, ob ihr Thema marktfähig sein könnte“, berichtet Saxowski aus seiner Erfahrung.

Zu Beginn der Beratung durch das Slingshot-Team ist die aussichtsreiche Grundidee wichtiger als ein fertiger Businessplan. „Wir erörtern zunächst die Möglichkeiten und suchen den sinnvollsten Weg für die Gründung“, sagt Saxowski. Eine Option ist dabei die Suche nach Finanzierungsmöglichkeiten über Stiftungen oder Förderprogramme. „Wir arbeiten beispielsweise mit EXIST zusammen, einem Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, das speziell auf technologieorientierte und wissensbasierte Unternehmensgründungen zugeschnitten ist“, so der Gründungsunterstützer Saxowski. In mehreren

Gesprächen klären Beraterinnen und Berater mit dem Gründungsteam, welches Förderinstrument für das Vorhaben passt und wie die Antragstellung funktioniert. „Dabei gibt es keine fertigen Schubladen, jede Gründung hat ihre eigenen Ausprägungen“, erläutert Saxowski. „Solche Einzelfälle in einem gemeinsamen Entwicklungsprozess zu begleiten, das ist unsere Stärke.“ Bis der Businessplan endlich steht, geht es häufig um ganz praktische Probleme: Unter welchen Bedingungen kann die BAM bei der Laborausstattung oder beim Einsatz wissenschaftlicher Geräte helfen? Die BAM bietet auch die Nutzung von Geräteausrüstung und Laborräume, die für die Start-ups oft nur schwer zu finden sind.

Anderen Beratungsstellen fehlt Spezialwissen

Die Vielfalt der wissenschaftlichen Arbeit der BAM spiegelt sich auch in den Ausgründungen wider, die vom Slingshot-Team betreut werden. Das Spektrum reicht von neuartigen Herstellungswegen für 3D-Keramiken über die Überwachung von Bauwerken mit Sensoren bis hin zur Reinigung von Peptiden, die für die Pharmabranche interessant sind. Den klassischen Beratungsstellen für Existenzgründungen mangelt es am Spezialwissen über Qualitätsmanagement- und Sicherheitssysteme. „Uns war klar, dass wir diese Lücke schließen müssen“, erzählt Saxowski.

Die Hürden in der Chemie und den Materialwissenschaften sind für Gründerinnen und Gründer in diesem Punkt besonders hoch. Neben den üblichen Fragestellungen wie der passenden Rechtsform des Unternehmens, der Erstellung eines Businessplans oder der Kundenakquise kommen nämlich Aspekte wie Qualitätsmanagement, Arbeitssicherheit, Gefährdungsbeurteilungen und der Umgang mit Chemikalien hinzu. Berücksichtigt werden müssen auch Patente,

Prüfungen, Zulassungen, Lizenzen und technische Regeln. „Die BAM besitzt in diesem Feld eine Beratungsexpertise, die es bei anderen Einrichtungen so nicht gibt“, sagt Saxowski.

Zur Existenzgründung motivieren

Bei ihrer Präsentation auf der Hannover-Messe 2018 hatte die Initiative BAMStartup Slingshot einen Gast an ihrer Seite, dessen Wurzeln in der BAM und in der Berliner Humboldt-Universität liegen: Belyntic. Das Unternehmen hat sich auf die Reinigung von Peptiden spezialisiert und bereits mehrere Gründerpreise gewonnen. Die BAM steht den jungen Unternehmen auch in dieser Phase noch zur Seite, denn: „Wir lernen auch durch die Begleitung der Ausgründungen dazu und wenden dieses Wissen für die nächsten Projekte an“, sagt Saxowski. Die Beratung müsse eine wechselseitige Beziehung sein und für beide einen Mehrwert schaffen.

Doch das Förderteam für Unternehmensgründung wartet nicht ab, bis potenzielle Gründungsteams nach Beratung fragen. „Wir wollen mit Informationsveranstaltungen zu einem frühen Zeitpunkt für das Thema Existenzgründung sensibilisieren“, erläutert Saxowski. Deshalb stellt die Initiative BAMStartup Slingshot ihre Aktivitäten regelmäßig den Doktorandinnen und Doktoranden der BAM vor. „In manchen Gesprächen merken wir, dass wir Gründungsideen anregen, die vorher nicht so präsent waren“, erzählt Saxowski. Im besten Fall beginnt damit ein weiteres „Slingshot-Manöver“, bei dem ein junges Gründungsteam sich auf den Weg in die Selbstständigkeit macht und von der Beschleunigung durch die BAM profitiert.

The talks in Hagen Saxowski's office always deal with the future. Young scientists explain their ideas which they hope will lead to self-employment. “The research at BAM is often very application-oriented so it is no wonder that they desire to go it alone with innovative products,” explains the head of the Research Services section. The BAMStartup Slingshot founding initiative is intended to protect company founders from failure at the first hurdle because scientific work in the laboratory and the everyday life as an independent entrepreneur are very different. Therefore, future CEOs need professional guidance in implementing their plans.

The term slingshot comes from space travel and embodies the advisory principle of the initiative. It refers to an acceleration manoeuvre in which a small object, such as a spacecraft, flies by close to a planet gaining speed through the gravitational force of the larger body en route to the target. Aerospace engineers like to use these manoeuvres on long journeys through space as it saves costs and fuel for their spacecraft. “We want to achieve a similar effect for our start-ups because our research results should be available to industry and society as quickly as possible,” says Saxowski. “Starting a business is a well-proved form of technology transfer.”

Every start-up needs individual help

“The requests for support often come from scientist colleagues or via advice from heads of division,” explains Saxowski. His job however



Das Team der Initiative BAMStartup Slingshot informiert den wissenschaftlichen Nachwuchs über sein Angebot für Start-ups – wie hier beim Alumni-Event 2018.

The BAMStartup Slingshot team provides information to young scientists about BAM's services for start-ups. Here at the alumni meeting in 2018.

does not include evaluating the quality of the founding ideas, instead he focuses on the implementation, which often takes years. “Before they come to us, the founder teams have already discussed in detail with their colleagues whether their topic may be marketable,” reports Saxowski from his experience.

A promising basic idea is more important than a finished business plan at the beginning of the consultation with the Slingshot team. “We first discuss the options and seek the most sensible way for the foundation,” says Saxowski. One option is to search for funding opportunities through foundations or funding programmes. “For example, we work together with EXIST, a funding programme of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, which is specially tailored to technology-oriented and knowledge-based start-ups,” says founding supporter Saxowski. Consultants and founding teams have several discussions to clarify which funding instrument fits the project and how the application works. “There are no finished drawers, each foundation has its own special features,” says Saxowski. “Our strength is to support such individual cases in a joint development process.” There are often many practical problems until the business plan finally comes to fruition: such as under what conditions can BAM help by providing laboratory equipment or scientific devices? BAM also offers equipment and laboratory space that is often hard to find for start-ups.

Other consultants lack specialist knowledge

The diversity of BAM’s scientific work is also reflected in the spin-offs supported by the Slingshot team. The spectrum ranges from novel production pathways for 3D ceramics through the monitoring of

structures by sensors to the purification of peptides, which are of interest to the pharmaceutical industry. Classic company foundation consultants lack specialist knowledge of quality management and safety systems. “We knew we had to fill that gap,” says Saxowski.

The hurdles in chemistry and materials science are particularly high for founders in this regard. In addition to common issues such as the appropriate legal form of the company, the preparation of a business plan or gaining customers, aspects such as quality management, occupational safety, risk assessments and the handling of chemicals must be dealt with. Patents, tests, approvals, licenses and technical rules must also be taken into account. “BAM has a consulting expertise in this field that is not available in other institutions,” says Saxowski.

Motivating towards founding a business

At their presentation at the Hannover Messe 2018, the BAMStartup Slingshot initiative team had Belyntic on their stand as a guest who has roots in BAM and the Berlin Humboldt University. The company specialises in the purification of peptides and has already won several start-up awards. BAM is still supporting young companies in this phase too because “We also acquire experience from helping the spin-offs and

can apply this knowledge to the next projects,” says Saxowski. The advice must be a mutual relationship and create added value for both.

But the business start-up promotion team does not wait for potential founders to ask for advice. “We want to raise awareness in information events at an early stage for starting a business,” says Saxowski. Therefore, the BAMStartup Slingshot initiative regularly presents its activities to BAM’s Ph.D. students. “In talks, we sometimes see that we have triggered foundation ideas that had not really been there before,” says Saxowski. In the best case scenario, another “slingshot manoeuvre” develops in which a young start-up team sets out on their way to self-employment benefiting from being accelerated by BAM.



KONTAKT/CONTACT

Hagen-Joachim Saxowski
Hagen-Joachim.Saxowski@bam.de

Servicebereich Forschung
Research Services



© Michael Danner

GESICHTER DER BAM

FACES OF BAM

Die BAM beschäftigt rund 1700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Ihre Aufgaben sind so vielfältig wie ihre Persönlichkeiten und Berufsbiografien. Viele der Beschäftigten forschen an der BAM – in Projekten, längerfristig oder im Rahmen eines wissenschaftlichen Austauschs.

BAM employs around 1700 staff. Their tasks are as diverse as their personalities and professional careers. Many of the employees carry out research at BAM – in projects, over the long term or as part of a scientific exchange.

Junge Wissenschaftlerin verbindet Deutschland und Afrika

Nsesheye Susan Msinjili ist Bauingenieurin und arbeitet seit 2010 im Fachbereich Baustofftechnologie. Sie ist in Tansania aufgewachsen, hat dort studiert und gearbeitet. Den beruflichen Weg nach Berlin hat sie eher zufällig eingeschlagen, nachdem sie eine Stellenausschreibung der BAM in einem Online-Netzwerk gesehen und sich erfolgreich beworben hatte. Zum Glück für die BAM, denn als Organisationstalent und gebürtige Ostafrikanerin ist sie die perfekte Besetzung für deutsch-afrikanische Kooperationen.

In ihren bisherigen internationalen Projekten entwickelte Msinjili innovative und nachhaltige Baumaterialien für die Verwendung in Afrika oder sie organisierte Summer Schools in afrikanischen Ländern. „Mit Summer Schools in Tansania, Südafrika und Ghana haben wir Master-Studierenden, Doktoranden und Postdocs aus Afrika und Deutschland den wissenschaftlichen Austausch ermöglicht“, erklärt Msinjili.

Derzeit hat das Thema deutsch-afrikanische Zusammenarbeit bei ihr allerdings Pause, denn sie steckt ihre ganze Zeit und Energie in ihre Promotion. Darin befasst sie sich mit der Verwendung von Tonmineralen als Baumaterial und arbeitet vor allem mit deutschen Projektpartnern zusammen. Unterstützung bekommt sie dabei von ihrem BAM-Kollegen Dr. Gregor Gluth, der auch Ansprechpartner für das Projekt ist.

„Nach der Promotion würde ich dann sehr gerne weiter bei der BAM arbeiten und wieder ein internationales Projekt machen, gerne mit dem Fokus auf Tansania, um dort die wissenschaftliche Forschung zu





innovativen Baumaterialien weiterzuentwickeln. Hier liegt in Afrika noch viel Potenzial“, sagt Msinjili.

Deutschland ist mittlerweile ganz klar ihre zweite Heimat. Mit Blick auf die Zukunft ist aber genauso klar, dass sie nach Tansania zurückkehren will: „Nachdem ich hier sehr viel gelernt habe, ist es wirklich wichtig für mich, dort im Land die innovative wissenschaftliche Forschung und Leistung in meinem Fachbereich voranzubringen.“

A young scientist connects Germany and Africa

Nsesheye Susan Msinjili is a civil engineer and has been working in the Technology of Construction Materials division since 2010. She grew up in Tanzania, where she studied and worked. She started her career in Berlin by chance after having seen a job advertisement placed by BAM in an online network and successfully applied for it. This was a lucky moment for BAM because, as a talented organiser and a native East African, she is the perfect cast for German-African cooperation.

Arbeiten im BAM-Labor: Nsesheye Susan Msinjili füllt ein Fließmittel ab.

Working in the BAM lab: Nsesheye Susan Msinjili measures a superplasticiser.

In her previous international projects, Msinjili has developed innovative and sustainable construction materials for use in Africa and organised summer schools in African countries. “We organised summer schools in Tanzania, South Africa and Ghana that made it possible for master students, Ph.D. students and postdocs from Africa and Germany to exchange academic information,” explains Msinjili.

Currently, she has a break from the topic of German-African cooperation because she is putting all her time and energy into her Ph.D. where she deals with the use of clay minerals as construction materials and cooperates mainly with German project partners. She receives support from her BAM colleague Dr. Gregor Gluth, who is also the contact for the project.

“After obtaining my Ph.D. I would love to continue working at BAM and do another international project with a focus on Tanzania to further develop scientific research on innovative construction materials. There is still a lot of potential in Africa,” says Msinjili.

Germany is now clearly her second home. But looking to the future, it is just as clear that she wants to return to Tanzania: “Having learned a lot here, it is really important for me to promote innovative scientific research and excellence in my field there.”

Auf die Forschung konzentrieren

Wie eine Auszeit die Forschung beflügeln kann? Das zeigen die Erfahrungen von Professor Manuel Piedade, der 2018 ein Wissenschafts-Sabbatical an der BAM verbracht hat.

Manuel Piedade ist Privatdozent für Chemie und Biochemie an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Lissabon (FCUL). Seine Auszeit von der Lehre und anderen akademischen Pflichten hat er an der BAM gezielt für seine Forschung genutzt: „An der Universität Lissabon streben wir ein forschungsbasiertes Studium und den Transfer unserer wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Gesellschaft an. Wissenschafts-Sabbaticals im Ausland werden von der FCUL gern gesehen, denn sie bieten die Möglichkeit, sich ganz auf die Forschung zu konzentrieren und neue wissenschaftliche Kooperationen zu entwickeln.“

In Berlin hat Manuel Piedade gemeinsam mit Dr. Franziska Emmerling, Leiterin der Abteilung Analytische Chemie und Referenzmaterialien, und ihrem Team an mechanochemischen Synthesemethoden geforscht. Die Methoden spielen zum Beispiel bei der Entwicklung von Medikamenten eine Schlüsselrolle. Für Piedade war es ein Luxus, sich für einige Monate nur auf die Forschung konzentrieren zu können: „In Lissabon ist mein Arbeitsalltag ein

Balanceakt zwischen Forschung auf der einen Seite und Lehre, Management und Bürokratie auf der anderen Seite. In Berlin konnte ich dagegen eine entspannte Arbeitsatmosphäre, die ausgezeichnete wissenschaftliche Infrastruktur und die Vernetzung mit den anderen Instituten in Adlershof genießen.“

Die begonnene Zusammenarbeit mit dem Adlershofer BAM-Team wird Manuel Piedade auf jeden Fall fortsetzen. Den Adlershofer BAM-Campus hätte er am liebsten gleich mit nach Lissabon genommen: „Zusammen wären wir wahrscheinlich das perfekte Wissenschaftszentrum für Kristallisationsforschung.“

Focus on research

How can a time off inspire research? This is shown by the experiences of Professor Manuel Piedade, who spent a scientific sabbatical at BAM in 2018.

Manuel Piedade is an Associate Professor of Chemistry and Biochemistry at the Faculty of Sciences of the University of Lisbon (FCUL). He has made good use of his time at BAM, away from teaching and other academic duties, to concentrate on research: “At the University of Lisbon, we aim for a research-based student education and the transfer of scientific

knowledge into society. Sabbatical leaves abroad are encouraged at FCUL as a means to concentrate on research and develop new scientific projects and collaboration.”

In Berlin Manuel Piedade collaborated with Dr. Franziska Emmerling, head of the Analytical Chemistry; Reference Materials department and her team on mechanochemical synthesis methods. These methods play a key role e.g. in the development of pharmaceutical drugs. It was a luxury for Piedade to be able to concentrate on research for a few months: “In Lisbon, my daily work routine often requires balancing science with teaching, management and bureaucratic duties. In Berlin, however, I was able to enjoy a relaxed working atmosphere, excellent research infrastructure and the networking with other institutes in Adlershof.

Manuel Piedade will definitely continue to cooperate with BAM’s Adlershof team. In fact, he would have liked to take the Adlershof BAM campus to Lisbon: “Together we would probably be the perfect research centre for crystallization studies.”



Zu Gast an der BAM: Prof. Manuel Piedade von der Universität Lissabon, hier mit Dr. Franziska Emmerling, Leiterin der Abteilung Analytische Chemie; Referenzmaterialien

Visiting BAM: Prof. Manuel Piedade from the University of Lisbon, during a meeting with Dr. Franziska Emmerling, head of the department Analytical Chemistry; Reference Materials.



Von der Feuerwache in die Wissenschaft

Dr. Thorsten Schönfelder hat sich während seiner Promotion mit der Sicherheit von Atemflaschen beschäftigt. Eingesetzt werden diese vor allem bei Brandeinsätzen der Feuerwehr. Für seine Untersuchungen simulierte Schönfelder Feuerwehreinsätze im Labor und konnte dabei auf langjährige praktische Erfahrungen zurückgreifen: Fast zwei Jahrzehnte war er Feuerwehrmann.

Wenn Feuerwehrleute in brennende Gebäude gehen, hängt ihr Leben und ihre Gesundheit an Atemschutzgeräten. Diese sind mit Gasflaschen verbunden, die die Nutzer mit Atemluft versorgen. In seiner Doktorarbeit, die Thorsten Schönfelder an der BAM anfertigte und an der Bergischen Universität Wuppertal einreichte, beschäftigte er sich mit der Frage, wie sicher die Atemluftflaschen beim Brandeinsatz sind. Der Maschinenbau-Ingenieur weiß, wovon er redet: Bevor er 2012 zur BAM wechselte, löschte er hauptberuflich Brände für die Berliner Feuerwehr.

Neben seiner Vollzeitbeschäftigung als Feuerwehrmann begann er 2006 ein Studium der Ingenieurwissenschaften an der Beuth Hochschule. „Das war eine schöne, wenn auch sehr anstrengende Zeit“, erinnert sich Schönfelder. Aber die Anstrengung hat sich gelohnt, denn die Kombination aus Studium und praktischem Erfahrungswissen war das Sprungbrett für seinen Einstieg in die Wissenschaft. Nach Abschluss des Studiums tauschte Schönfelder seinen Job als Feuerwehrmann gegen die Promotionsstelle.

Mittlerweile arbeitet er bei der BAM am sicheren Ausstieg aus der Atomenergie mit. Als Gutachter ist er mit der Zulassung von Transportbehältern für radioaktive Stoffe befasst. Dass er seinen Job bei

der Berliner Feuerwehr aufgegeben hat, hat er nie bereut. Auch in seinem neuen Arbeitsumfeld kann er sein Wissen aus der Praxis sehr gut einbringen: „Während die Feuerwehr direkt am Ort des Geschehens ist, versuchen wir hier bei der BAM, durch Wissenschaft und Technik vorbeugend zu handeln. Der rote Faden für beides ist die Sicherheit der Bevölkerung.“ Und die ist dem ehemaligen Berufsfeuerwehrmann und heutigen Wissenschaftler am wichtigsten.

From the fire station to science

Dr. Thorsten Schönfelder dealt with the safety of breathing bottles in his Ph.D. thesis. These are used in the fire fighting actions of fire brigades. For his investigations, Schönfelder simulated firefighting operations in the laboratory and was able to draw on many years of practical experience: he was a firefighter for almost two decades.

When firefighters enter burning buildings, their lives and health depend on respirators. These are connected to gas cylinders that provide them with breathing air. In his Ph.D. thesis which Thorsten Schönfelder prepared at BAM and submitted to the University of Wuppertal, he dealt with the safety of breathing air bottles in the event of fire. The mechanical engineer knows what he is talking about: before he moved to BAM in 2012, he was a full-time firefighter in the Berlin fire brigade.

In addition to his full-time job as a firefighter, he began studying engineering at the Beuth University of Applied Sciences in 2006. “That was a nice time, albeit a very exhausting one,” Schönfelder recalls. But

the effort was worth it because the combination of study and practical experience was the springboard for the start of his scientific career. After completing his studies, Schönfelder exchanged his job as a firefighter for that of a Ph.D. student.

He is now working on the safe phase-out of nuclear energy at BAM. As an expert, he is responsible for the approval of transport containers for radioactive substances. He has never regretted that he gave up his job at the Berlin fire brigade. He is able to use his practical knowledge very well in his new field of work as well: “While the fire brigade is right at the scene, we at BAM are trying to develop preventive scientific and technology measures. The common thread for both is public safety.” And that is what is most important to the former professional fire fighter and today’s scientist.

Dr. Thorsten Schönfelder nutzt die praktischen Erfahrungen aus seiner Zeit bei der Berufsfeuerwehr für seine wissenschaftliche Arbeit bei der BAM.

Dr. Thorsten Schönfelder draws on his experience at the fire brigade for his scientific work at BAM.



ALUMNI-NETZWERK: BOTSCHAFTER UND PARTNER

In der Wissenschaft gehören Jobwechsel zur Karriere. Um die Vernetzung mit ihren ehemaligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu erleichtern, hat die BAM im September 2017 ein Alumni-Netzwerk gegründet. Der Gedanke hinter der Netzwerkgründung: Ehemalige Mitarbeiter können zu Ratgebern, Kooperationspartnern und Botschaftern der BAM werden. Im Gegenzug schafft die BAM für die Alumni zahlreiche Vernetzungs- und Informationsangebote. Das Netzwerk richtet sich an alle, die an der BAM geforscht, promoviert oder die wissenschaftliche Arbeit durch ihre Tätigkeit unterstützt haben.

ALUMNI NETWORK: SUPPORTERS AND PARTNERS

In science, job changes are part of one's career. BAM founded an alumni network in September 2017 to facilitate networking with its former staff. The idea behind setting up the network is for former employees to be able to become advisors, cooperation partners and supporters of BAM. In return, BAM creates numerous networking and information options for the alumni. The network is aimed at anyone who has carried out research, completed their Ph.D. at BAM or supported scientific work through their activity.



BAM-Präsident Prof. Dr. Ulrich Panne bei der Gründung des Alumni-Netzwerks im September 2017

BAM president Prof. Dr. Ulrich Panne at the founding of the alumni network in September 2017



Der Kontakt zu den ehemaligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist in der BAM „Chefsache“. Bei der Gründung des Alumni-Netzwerks unterstrich BAM-Präsident Prof. Dr. Ulrich Panne: „Mit dem BAM-Alumni-Netzwerk wollen wir neue Impulse für innovative Forschung setzen.“ Und das Interesse am Netzwerk ist groß, vor allem bei den Nachwuchsforscherinnen und -forschern, die die BAM verlassen, nachdem sie ihre Promotion erfolgreich abgeschlossen haben. „Sich in einem anderen Umfeld zu bewähren und dort Erfahrung zu sammeln, ist ein wichtiger Karriereschritt“, erklärt Venio Quinque, Leiter des Referats Unternehmenskommunikation und Koordinator des Alumni-Netzwerks.

Von den Karriereschritten ihrer einstigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter kann auch die BAM profitieren, denn die Ehemaligen sind für den fachlichen Austausch und Kooperationen ideale Anknüpfungspunkte. Genau hier setzt das neu gegründete Alumni-Netzwerk an: „Wenn wir junge Leute im Rahmen ihrer Promotion qualifizieren, ist es ein logischer nächster Schritt, mit ihnen in Kontakt zu bleiben, wenn sie in anderen Forschungseinrichtungen oder Wirtschaftsunternehmen arbeiten“, so Quinque.

Weitersagen und Werbung machen: Das Alumni-Netzwerk lebt von seinen Mitgliedern und soll daher weiter wachsen.

Tell your colleagues and support us: the alumni network depends on its members and we would like to see it grow.

Die Zeit war reif: Gründungsimpulse aus mehreren Richtungen

Für den Anstoß zur Gründung eines Alumni-Netzwerks gab es gleich mehrere Initiativen. „Der Arbeitskreis der Doktorandinnen und Doktoranden suchte nach einer Plattform, damit die Kontakte zwischen den Nachwuchsforscherinnen und -forschern und der BAM nicht abbrechen“, erzählt Quinque. Unabhängig davon pflegen auch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Fachbereichen der BAM ihre Kontakte zu den Ehemaligen und suchen den fachlichen Austausch mit ihnen. „Wir haben diese Impulse gern aufgenommen, zumal die Idee eines Alumni-Netzwerks in vielen Gesprächen bei der BAM schon seit einiger Zeit präsent war“, sagt Quinque. Das Netzwerk wirkt nicht nur identitätsstiftend, sondern transportiert auch ein Bild über die Fähigkeiten und Qualitäten der BAM in die Welt. „So werden die Alumni gleichzeitig zu Botschaftern für die Arbeit der BAM“, erklärt Quinque.

Alumni-Treffen in der BAM: alte Bekannte treffen, neue Kooperationen starten

Die Alumni-Treffen finden jährlich in den Räumen der BAM statt. Die Erfahrungen aus den ersten Veranstaltungen zeigen, dass diese für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ein willkommener Anlass sind, die „alte Wirkungsstätte“ zu besuchen. Zudem werden die ehemaligen mit den aktuellen Nachwuchsforschern vernetzt, denn das Alumni-Treffen wird mit dem „Ph.D.-Day“ der BAM verbunden.

Neben ausreichend Zeit zum Netzwerken bieten die Alumni-Treffen aber noch mehr: „Wir wollen interessante Events anbieten, bei denen auch Ideen und Informationen ausgetauscht werden“, erklärt

Quinque. Zuletzt stand das Thema Existenzgründung auf dem Programm. Auf dem Podium berichteten Firmengründer mit und ohne Bezug zur BAM, Vertreter von Ministerien und der Geschäftsführer des Wissenschaftsparks Adlerhof, einem beliebten Standort für Start-ups, über ihre Gründungserfahrungen. „Dieses Format war erfolgreich“, erzählt Quinque. „Das Thema hat sofort alle gepackt, wir hatten eine rege Beteiligung und eine tolle Diskussion.“

Persönliche Kontakte erleichtern Kooperationen

Neben den jährlichen Treffen bietet das Alumni-Netzwerk seinen Mitgliedern weitere Informations- und Vernetzungsangebote. Ehemalige können regelmäßig an Vorträgen, Workshops und Events teilnehmen und sich direkt mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der BAM austauschen. „Das Netzwerk wird die Kooperationen der BAM mit der Industrie oder anderen Forschungseinrichtungen nicht nur erleichtern, sondern auch thematisch weiter ausbauen“, sagt Quinque. Das liegt auf der Hand, denn viele Nachwuchsforscherinnen und -forscher arbeiten nach ihrem Jobwechsel weiter in den Forschungsgebieten, mit denen sich auch die BAM beschäftigt.

Für den Beginn einer Kooperation ist es ein großer Vorteil, wenn sich die zukünftigen Partner kennen und dadurch schon im Vorfeld wissen, welche Fähigkeiten sie jeweils einbringen können. „Wissenschaft ist trotz der teilweise sehr speziellen Fragestellungen letztlich ein ‚people’s business‘“, erklärt Quinque.

Manchmal führt dies dazu, dass ehemalige wieder zu neuen Kollegen werden: „Die Alumni sind für uns auch ein Pool von hochqualifizierten

potenziellen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die nach ihrem Ausflug in die Industrie oder in eine andere Forschungseinrichtung ihre wissenschaftliche Karriere vielleicht an der BAM fortsetzen wollen.“ Und so wird das Alumni-Netzwerk zum echten Karriere-Netzwerk.

At BAM, contact with former employees is the management’s responsibility. In founding the Alumni Network, BAM president Prof. Ulrich Panne emphasised: “We intend to use the newly founded BAM Alumni Network to provide the impetus for innovative research”. There is great interest in the network, especially among young scientists who leave BAM after having successfully completed their Ph.D. “To prove themselves and gain experience in another environment is an important career step,” explains Venio Quinque, head of Corporate Communications and alumni network coordinator.

BAM can also benefit from the career steps of its former employees as the alumni are ideal initial contact points for professional exchange and cooperation. This is exactly where the newly founded alumni network comes in: “If we qualify young people, it’s a logical next step to stay in touch with them when they work at other research institutions or companies,” says Quinque.

The time was ripe: founding impulses from several directions

There were several initiatives to launch an alumni network. “The working group of Ph.D. students was looking for a platform to make

sure that the contacts between the young scientists and BAM do not break off,” says Quinque. The staff of the BAM divisions also maintain contacts and seek professional exchange with the alumni. “The idea of an alumni network has been on the agenda in many discussions at BAM for some time,” says Quinque. Not only does the network create identity, it also presents a picture of BAM’s capabilities and qualities to the world. “This is how alumni become supporters for BAM’s work,” explains Quinque.

Alumni meeting in BAM: meet old acquaintances, start new collaborations

The alumni meetings take place annually in BAM’s facilities. The experiences of the first events show that they are welcome occasions for the participants to visit the “old workplace”. The alumni find it easy to establish links to today’s young scientists as the alumni meetings are linked to BAM’s “Ph.D. Days”.

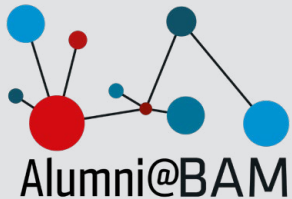
In addition to sufficient time for networking, the alumni meetings offer more: “We want to offer interesting events in which ideas and information are exchanged,” explains Quinque. Most recently, the topic of start-ups was on the programme. On the podium, company founders with and without links to BAM, representatives of ministries and the managing director of the Adlershof Science Park, a popular location for start-ups, reported on their founding experience. “This scheme has been successful,” says Quinque. “The topic captured everyone’s attention, we had large participation and a great discussion.”

Personal contacts facilitate cooperation

In addition to the annual meetings, the alumni network offers its members further information and networking opportunities. Alumni can attend presentations, workshops and events on a regular basis and exchange ideas directly with BAM staff. “The network will not only facilitate BAM’s collaborations with industry or other research institutions but also expand their thematic scope,” says Quinque. The reason is that many young scientists continue to work in the fields of research that BAM is dealing with after changing their jobs.

To start a cooperation, it is a great advantage if future partners know each other and thus know in advance which skills they can contribute in each case. “Science is ultimately a ‘people’s business’ despite the sometimes very specific issues,” adds Quinque.

This can lead to alumni becoming new colleagues again: “For us, alumni are also a pool of highly qualified potential employees who, after their station in industry or another research institution, may wish to continue their scientific career at BAM.” This is how the alumni network becomes a real career grid.



KONTAKT/CONTACT

Venio Piero Quinque
Venio.Quinque@bam.de

Unternehmenskommunikation
Corporate Communications



PROMOVIEREN AN DER BAM – MIT SILBERNANOPARTIKELN DIE KARRIERE STARTEN

Mehr als 240 junge Promovierende forschen an der BAM. Die Doktorandinnen und Doktoranden kommen aus ganz Deutschland und aus dem Ausland. Die exzellente fachliche Betreuung ist oft ein ausschlaggebender Grund. An der BAM lernen sie die Arbeitsweise einer Ressortforschungseinrichtung kennen und erleben, wie wissenschaftliche Zusammenarbeit in interdisziplinären Teams funktioniert. BAM-Alumna Dr. Claudia Kästner erzählt von ihren ganz persönlichen Erfahrungen.

PH.D. AT BAM – BUILDING A CAREER WITH SILVER NANOPARTICLES

More than 240 Ph.D. students from all over Germany and from abroad conduct research at BAM. The excellent technical support is often the main factor in their decision to come to BAM. They become familiar with the working methods of a departmental research institution and with working together in interdisciplinary teams. BAM alumna Dr. Claudia Kästner talks about her personal experience.

Claudia Kästner hat ihren Doktor an der BAM gemacht. Ihre Entscheidung hat die Chemikerin nicht bereut. „Ich wurde nicht nur aus fachlicher Sicht ausgezeichnet betreut, sondern habe auch von anderen Vorteilen der BAM profitiert“, sagt die Nachwuchswissenschaftlerin. Ihre Arbeitsgruppe im Fachbereich Polymere in Life Science und Nanotechnologie

bestand aus zwölf Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, von denen zwei ebenfalls an einer Promotion gearbeitet haben. Aufgrund des kleinen Teams war das Betreuungsverhältnis sehr eng. „Die Promovierenden an einer Universität müssen sich ihre Doktormutter oder ihren Doktorvater meist mit weitaus mehr Studierenden teilen“, so Kästner. Ein

weiterer Pluspunkt war, dass sie keinen Lehrauftrag zu erfüllen hatte. „Das hätte Zeit gekostet, aber so konnte ich mich voll auf meine Doktorarbeit konzentrieren“, erklärt sie. Außerdem profitieren die Doktorandinnen und Doktoranden auch von der guten Geräteausstattung der BAM, die für viele unterschiedliche Messverfahren genutzt werden kann.

Forschung an Silbernanopartikeln

Kästner beschäftigte sich in ihrer Doktorarbeit mit Nanopartikeln aus Silber, die oft Konsumgütern zugesetzt werden, weil sie Keime abtöten. Die kleinen Teilchen befinden sich beispielsweise in Lebensmittelverpackungen, Textilien, Kosmetika oder Raumsprays. Kästner entwickelte ein neuartiges Referenzmaterial für Silbernanopartikel, das für die Risikobewertung genutzt werden kann. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können damit die Wechselwirkungen zwischen den Nanopartikeln und dem menschlichen Körper untersuchen. „Wir haben mit den Partikeln unter anderem auch einen typischen Verdauungsvorgang simuliert“, erzählt die Chemikerin. Dabei habe sich gezeigt, dass die Silberpartikel die drastischen Bedingungen der Verdauung überstehen, ohne sich wesentlich zu verändern. „Zudem konnten wir zeigen, dass die Partikel von den Zellen des Darms nicht aufgenommen werden“, ergänzt Kästner. Solche realitätsnahen Untersuchungen müssen für jeden

Dr. Claudia Kästner hat an der BAM promoviert.

Dr. Claudia Kästner wrote her Ph.D. thesis at BAM.





einzelnen Zelltyp des menschlichen Körpers gemacht werden. „Leberzellen verhalten sich beispielsweise ganz anders: Sie nehmen Silbernanopartikel sehr gut auf“, erklärt die Forscherin. Diese Ergebnisse sind besonders für die Risikobewertung relevant.

Praxisnahe Doktorarbeiten

Doch die Gesundheitsforschung ist nur ein Aspekt ihrer Doktorarbeit. Ein weiterer Fokus ihrer Forschung lag auf den katalytischen Eigenschaften der hergestellten Partikel. Dieser Aspekt ist beispielsweise für die Herstellung von Chemikalien interessant. Dabei schnitten die Silbernanopartikel außerordentlich gut ab. „Dass ich am Ende eine fachlich so breit aufgestellte Doktorarbeit schreiben würde, habe ich zu Anfang nicht geahnt“, sagt

In ihrer Forschungsarbeit beschäftigte sich Kästner mit der Synthese und Charakterisierung von Silbernanopartikeln.

The focus of Kästner's Ph.D. thesis was the production, characterisation and application of silver nanoparticles.

Kästner und ergänzt, dass Promotionsprojekte der BAM häufig stark anwendungsbezogen sind.

Weil die BAM zahlreiche Gremien mit ihrer Fachkompetenz berät, bekam Kästner auch einen guten Einblick in die Debatten, die beispielsweise in Brüssel über neue Kennzeichnungspflichten für Nanoprodukte auf europäischer Ebene geführt werden. „Industrie und Wissenschaft argumentieren da ganz unterschiedlich“, weiß sie nun aus eigener Erfahrung. Die BAM hat es Kästner auch ermöglicht, mehrere internationale Kongresse zu ihrem Themenbereich zu besuchen. „Bei diesen Fachtagungen konnte ich sehr viel lernen und habe wichtiges Feedback von internationalen Experten bekommen“, erklärt die Nachwuchswissenschaftlerin.

Unterstützung durch Alumni-Netzwerk

Nach ihrer Promotion mit Bestnote („summa cum laude“) will Claudia Kästner die Verbindung zur BAM weiter pflegen. Sie wird sich deshalb weiter im Alumni-Netzwerk engagieren. „In diesem Netzwerk der Ehemaligen hilft man sich gegenseitig“, erklärt sie. Die Unterstützung kommt auch bei Doktorandinnen und Doktoranden gut an, die beispielsweise Tipps für den Beginn einer akademischen Laufbahn oder für eine Karriere in der Industrie erhalten. Schon während ihrer Promotion organisierte Kästner

als Doktorandensprecherin zahlreiche Fortbildungen und Workshops für die Nachwuchsforscherinnen und -forscher. Diese Veranstaltungen sind speziell auf die Bedürfnisse der Doktorandinnen und Doktoranden zugeschnitten. „Wir wissen ja aus eigener Erfahrung, was die jungen Kolleginnen und Kollegen benötigen“, sagt Kästner. Zu den Themen gehören beispielsweise Präsentationstechniken für Vorträge, Publizieren in der Wissenschaft, Bewerbungen für Behörden und Unternehmen, aber auch der Umgang mit Konflikten im Rahmen der Doktorarbeit.

Wie interessant die Erfahrungen von Alumni für den Berufseinstieg sein können, erlebte Kästner auch beim jährlichen Alumni-Event. „Durch die Gespräche mit den Ehemaligen habe ich einen guten Einblick in Arbeitsbedingungen und Aufstiegschancen bekommen. Die sind bei großen Unternehmen ja ganz anders als bei kleineren“, erzählt sie. Interessant sei auch der Blick auf Start-ups gewesen. „Der Kontakt zu Kollegen, die so etwas geschafft haben, kann später sehr wertvoll sein“, sagt sie.

Doch nun steht für die frisch Promovierte erst einmal der nächste Karriereschritt an: Sie möchte gern ins Ausland gehen und dort in der Forschung arbeiten. Entweder in die USA, Kanada oder Europa. „Danach werde ich wieder nach Deutschland zurückkehren. Und dann kann mir das Alumni-Netzwerk beim Finden des nächsten Jobs garantiert helfen.“



Zur Untersuchung der Nanopartikel wird meist die Röntgenkleinwinkelstreuung (SAXS) genutzt. Der Vorteil der Methode liegt dabei in der schnellen Untersuchung einer großen Anzahl an Nanopartikeln.

Small-angle X-ray scattering (SAXS) is used to investigate nanoparticles. The advantage of this method is that it can quickly analyse a large number of nanoparticles.

Claudia Kästner earned her Ph.D. at BAM. The chemist does not regret her decision: “Not only was I excellently taken care of from the technical point of view, I also benefited from BAM’s other advantages,” says the young scientist. Her research group in the Polymers in Life Sciences and Nanotechnology division consisted of twelve scientists, two of whom were also working on their Ph.D. Because the team was so small, there was much more support than elsewhere. “Ph.D. students at a university usually have to share their supervisors with many other students,” says Kästner. Another positive feature was

that she had no teaching obligations to meet. “It would have taken a lot of time, and I was able to fully concentrate on my Ph.D. thesis,” she explains. In addition, the Ph.D. students also benefit from BAM’s extensive research equipment, which can be used for many different measurement methods.

Research on silver nanoparticles

Kästner’s Ph.D. thesis focused on silver nanoparticles, which are often added to consumer products because of their antibacterial effects. The small particles are found, for example, in food packaging, textiles,

cosmetics or room sprays. Kästner has developed a novel reference material for silver nanoparticles that can be used for risk assessment. Scientists can use it to study the interaction between the nanoparticles and the human body. “We simulated a typical digestive process using the particles,” says the chemist. We have shown that they survive the digestion process without undergoing too much change. “In addition, we were able to show that the particles are not absorbed by the intestinal cells,” adds Kästner. Such realistic investigations must be made for every single cell type of the human body. “Liver cells, for example, behave quite differently: they absorb silver nanoparticles very well,” says the researcher. These results are particularly relevant for risk assessment.

Ph.D. thesis with a practical focus

Health research is just one aspect of Kästner’s Ph.D. thesis: it also focused on the catalytic properties of the particles she produced. This aspect is interesting, for example for the production of chemicals where the silver nanoparticles performed extremely well. “At the beginning, I did not assume that I would write such a wide-ranging thesis,” says Kästner, adding that BAM’s Ph.D. projects are often very application-oriented. Because of its expertise, BAM advises numerous committees. Kästner was able to gain

insight into some of the debates in Brussels, for example, on new EU labelling requirements for nanoproducts. “Industry and science have rather different views,” she now knows from her own experience. BAM has also made it possible for Kästner to attend several international congresses in her subject area. “You learn a lot at these symposia and get feedback from international experts,” says the young scientist.

Support through alumni network

After receiving her Ph.D. (summa cum laude), Claudia Kästner will continue to maintain her contact to BAM and stay involved in the alumni network. “We help each other in this network of alumni,” she explains. The support is also well-received by Ph.D. students, who receive tips for starting a career in academia or industry. During her Ph.D. study, Kästner was one of the spokespeople of the Ph.D. programme and helped organise regular courses and workshops for junior scientists. These events are specially tailored to the Ph.D. students’

needs. “We know from our own experience what the younger colleagues need,” says Kästner. The topics include presentation techniques, publishing in science, job applications and dealing with conflicts in the context of the Ph.D. thesis.

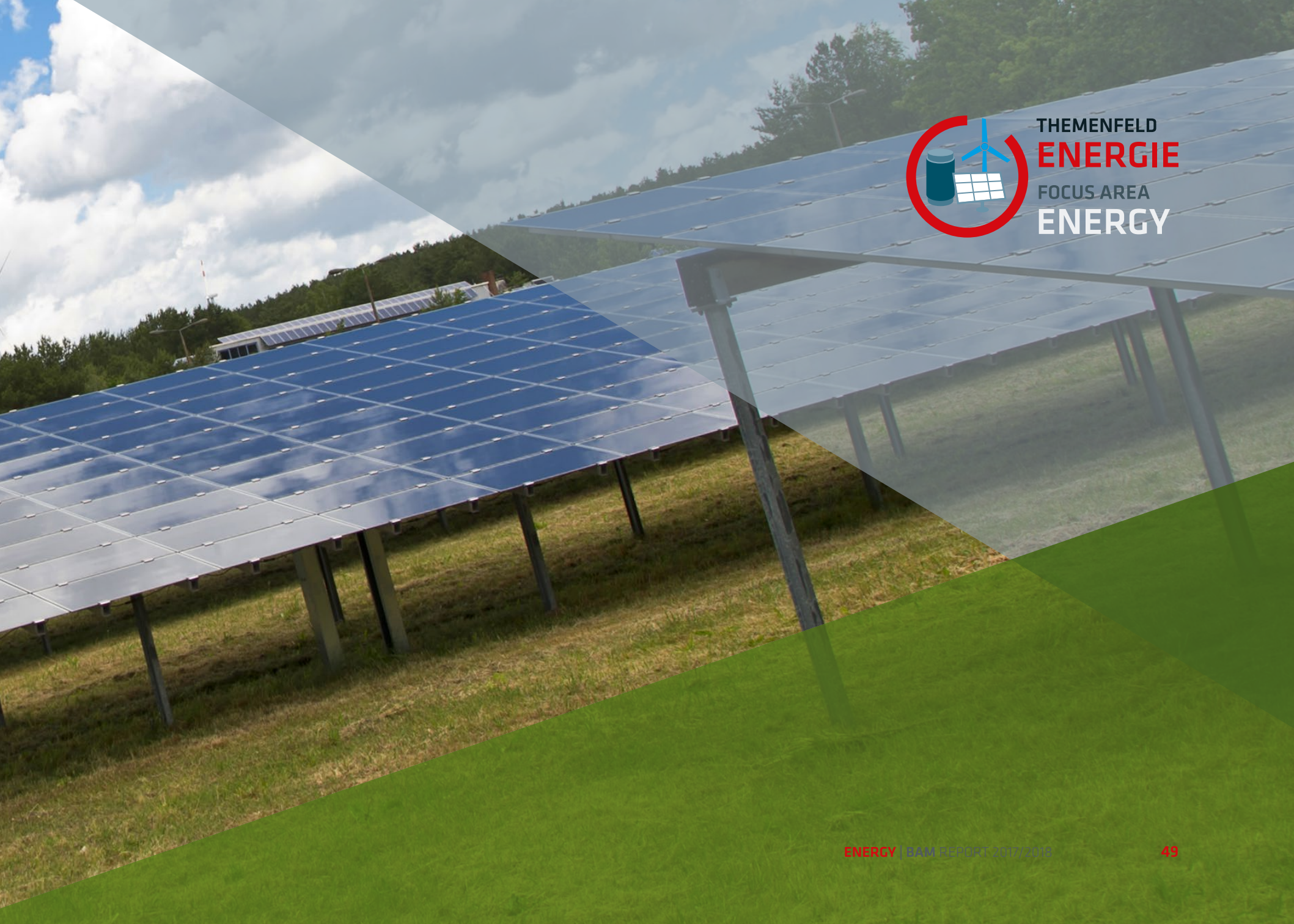
At the annual alumni event, Kästner also found out how interesting the experience of alumni can be for Ph.D. students who are at the beginning of their careers. “Through talks with alumni, I gained insight into working conditions and opportunities for advancement, which are very different at big companies than at smaller ones,” she says. Hearing from start-ups was also interesting. “Being in touch with colleagues who have done something like that can be very valuable later on,” she says.

But now, the newly minted Ph.D. graduate is looking forward to the next step in her career: she would like to go abroad either to the US, Canada or somewhere else in Europe and do research there. “After that I will return to Germany and then the alumni network will surely help me find my next job.”

Weitere Informationen zur Karriere an der BAM auf
www.bam.de/junge-wissenschaft

More information about career opportunities at BAM at
www.bam.de/young-science





THEMENFELD
ENERGIE
FOCUS AREA
ENERGY

THEMENFELD ENERGIE

FOCUS AREA ENERGY

Für den Wirtschaftsstandort Deutschland ist das Thema Energie von zentraler Bedeutung. Faktoren wie globale Erwärmung und die Energiewende werden die Energieversorgung in der nächsten Dekade nachhaltig verändern. Wir forschen im Themenfeld Energie sowohl an den fossilen Energieträgern wie Erdgas, Kohle und Erdöl als auch an den erneuerbaren Energieformen wie Sonne und Wind. Dabei betrachten wir die gesamte Nutzungskette von der Erzeugung über die Speicherung und den Verbrauch bis hin zur Entsorgung.

Im Fokus unserer Arbeit im Themenfeld Energie stehen vier Aktivitätsfelder: erneuerbare Energien, Energiespeicherung, thermische Kraftwerke und kerntechnische Entsorgung.

The energy issue is of fundamental importance to the German economy. Factors such as global warming and energy transition will drive the conversion to sustainable energy supply in the next decade. In the focus area energy, we conduct research into the overall use of wind, solar, gas, coal and oil energy from production through storage and consumption to disposal.

Our activities within this focus area include renewable energy, energy storage, thermal power stations and radioactive waste disposal.

*Brandcontainer auf dem BAM
TTS: Was passiert im Brandfall
mit Batterien, die als Antrieb
für Elektroautos genutzt
werden?*

*Container for fire tests:
What happens to batteries
used for electromobility when
set on fire?*



DAMIT LITHIUM-BATTERIEN SICHER UNTERWEGS SIND

Lithium-Batterien sind eine Schlüsseltechnologie für die Elektromobilität. Doch mit diesem Batterietyp sind auch Risiken verbunden – insbesondere wenn es darum geht, beschädigte und defekte Batterien zu transportieren. Die BAM untersucht, was dabei passieren kann. Und sie hat als Bundesoberbehörde Aufgaben übertragen bekommen, die zum sicheren Transport der Batterien beitragen.

MAKING TRANSPORT OF LITHIUM BATTERIES SAFE

Lithium batteries represent a key technology for electromobility. However, this battery type is associated with risks especially when damaged and defective batteries are transported. BAM is investigating what can happen during transport and as a senior scientific and technical federal authority, it is BAM's responsibility to contribute to the safe transport of batteries.



Elektrofahrzeuge sind ein wichtiger Baustein der Energiewende; künftig sollen mehr und mehr Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Das A und O der Elektromobilität sind elektrochemische Speichersysteme. Vor allem Lithium-Batterien überzeugen und sind zurzeit der Standard für Elektroautos. Bekannt ist der vielseitig einsetzbare Batterietyp schon lange, denn zu finden ist er auch in Mobiltelefonen, Computern oder Elektrowerkzeugen. Bewegten sich Batterien für die Elektromobilität vor einigen Jahren noch in den Größenordnungen von 30 bis 40 Kilowattstunden, sind heutige Batterien schon bei 90 bis 95 Kilowattstunden angelangt, das heißt: Ein Elektroauto muss heute nicht mehr so oft aufgetankt werden wie früher – und es ist immer mehr Energie enthalten, die einen sicheren Umgang erfordert.

Sicherheitscheck der BAM

„Wenn es um viel Energie und deren Speicherung geht, ist damit natürlich auch ein Risiko verbunden“, sagt Dr. Anita Schmidt, Chemikerin im Fachbereich Gefahrgutverpackungen. Lithium-Batterien sind ein

*Antrieb eines Elektroautos:
Die Speicherkapazität der Batterien
wird immer größer.*

*Electromobility: the storage capacity
of batteries is increasing.*

Schwerpunktthema ihrer Arbeit. Das liegt unter anderem daran, dass der Transport von Lithium-Batterien, die so beschädigt sind, dass sie gefährlich reagieren können, behördlich genehmigt werden muss. In Deutschland übernimmt die BAM diese Aufgabe. Sie legt Kriterien für den Transport von solchen defekten und beschädigten Batterien fest. Nur wenn die erfüllt sind, ist der Transport zulässig. Außerdem genehmigt die BAM den Transport unverpackter, noch nicht geprüfter Prototypen.

Nicht grundsätzlich gefährlich, aber ...

Der Einsatz von Lithium-Batterien ist unbedenklich – vorausgesetzt, sie werden sachgerecht verwendet. Geraten Elektroautos in Brand, konzentriert sich der Verdacht allerdings schnell auf die Batterie. „Meistens ist dem Brand eine mechanische Schädigung der Lithium-Batterie vorausgegangen, zum Beispiel durch einen Unfall. Der Brand muss dann nicht sofort ausbrechen, das kann auch einige Zeit später passieren“, erklärt Schmidt.

Solch ein „thermisches Durchgehen“ der Batterie nach mechanischer Schädigung oder Erhitzung kann unterschiedliche Ursachen haben. Neben mechanischen Einflüssen, Feuer und Hitze kommen beispielsweise auch ein Kurzschluss, eine Tiefenentladung oder eine Überladung infrage. „Ist die Temperatur – abhängig vom Batterietyp – bei etwa 150 Grad Celsius angelangt, dann wird ein ‚point of no return‘ überschritten“, erläutert Anita Schmidt. „Dann startet der Prozess des thermischen Durchgehens und die Batterie kann sich entzünden.“ Allerdings, so betont Schmidt, sind im Brandfall Elektroautos mit Lithium-Ionen-Antriebsbatterien auf vergleichbarem Sicherheitsniveau wie Fahrzeuge mit Benzin- oder

Diesel-Verbrennungsmotor. Denn auch Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor können bei Unfällen im Extremfall in Flammen aufgehen.

Neben einem thermischen Durchgehen, der von Lithium-Batterien ausgehenden Hauptgefahr, kann dieser Batterietyp auch auf andere Weise gefährlich werden, etwa aufgrund der hohen elektrischen Spannung, denn Batterien für den Elektroantrieb von Autos haben mindestens 300 bis 400 Volt – Tendenz steigend. Zum Vergleich: Eine herkömmliche Autobatterie, die nicht zum Antrieb verwendet wird, hat nur zwölf Volt. Gefährlich wird es auch, wenn bei einem Batteriebrand schädliche Gase wie etwa Fluorwasserstoff freigesetzt werden und in die Atemwege eindringen.

Sicherheit im Fokus

Somit ist klar, dass so stark beschädigte Lithium-Batterien, die zu einer gefährlichen Reaktion, Flambildung oder zum Ausstoß giftiger oder entzündbarer Gase neigen können, nur unter ganz speziellen Sicherheitsanforderungen transportiert werden dürfen. Diese Bedingungen werden auf Basis wissenschaftlich fundierter Kenntnisse festgelegt. Derzeit untersucht beispielsweise ein interdisziplinäres Wissenschaftsteam der BAM, welche Stoffe in welchen Mengen tatsächlich im Schadensfall austreten können. Die BAM hat dafür auf ihrem Testgelände Technische Sicherheit (TTS) eigens einen Teststand für Brandversuche errichtet. „Uns geht es vor allem um die Sicherheit der Lithium-Ionen-Batterien, weniger um die Entwicklung neuer Batterietypen“, erläutert Anita Schmidt. „Das unterscheidet uns von anderen Forschungseinrichtungen, die sich mit Lithium-Batterien befassen.“

Der nächste Schritt: internationale Vorgaben für Transportverpackungen

Die Erkenntnisse aus den Versuchen sollen aber auch auf einem weiteren Weg zu mehr Sicherheit führen: über die Weiterentwicklung der Regelwerke und Gesetze. „Sinnvoll wäre eine Einstufung nach Gefährlichkeit, da manche Batterien thermisch durchgehen und explodieren, andere brennen und wieder andere nur ausrauchen“, betont Schmidt. Die Einteilung wird in einer neuen Arbeitsgruppe des zuständigen Gremiums bei den Vereinten Nationen (UN) in Genf ausgearbeitet, in der auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der BAM mitarbeiten. Denn wie Lithium-Batterien prinzipiell zu transportieren sind, ist in den internationalen Empfehlungen der UN beschrieben. Die Empfehlungen werden dann regional in Recht umgesetzt, in Europa beispielsweise in das „Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße“, kurz: ADR, das entsprechend auch in Deutschland anzuwenden ist.

2019 wird es im ADR übrigens neue Vorgaben geben, wie Schmidt erklärt: „Es gibt neue sogenannte Verpackungsanweisungen für defekte Lithium-Batterien, die beim Transport gefährlich werden können. Darin wird festgelegt, welche Anforderungen Verpackungen beim Transport erfüllen und wie die Verpackungen geprüft werden müssen.“

Für diesen Weg zu mehr Sicherheit beim Transport von Lithium-Batterien wird wieder die Expertise der BAM rund um das Thema Gefahrgut benötigt: Auch hier ist sie die zuständige Behörde für die Anerkennung der Prüfverfahren.

Electric vehicles are an important component of energy transition and the number of electric vehicles driven on Germany's roads will increase in the future. Electrochemical storage systems are the alpha and omega of electromobility. Above all, lithium batteries are a cutting-edge technology and represent the current standard for electric cars. We have long been familiar with this versatile battery type that can be found in cell phones, computers or power tools. A few years ago, the capacity of batteries used for electromobility was in the order of magnitude of 30 to 40 kilowatt-hours; today's batteries have reached 90 to 95 kilowatt-hours. As a result, an electric car does not have to be charged as often as it used to be – but also that more and more energy is produced and has to be handled safely.

Dank größerer Speicherkapazitäten ist der Stopp an der „Strom-Tankstelle“ nicht mehr so häufig notwendig wie früher.

Thanks to greater storage capacity of the batteries, an electric car does not have to be charged as often as in the past.



Safety check by BAM

“When dealing with large amounts of energy and its storage, there is of course an associated risk,” says Dr. Anita Schmidt, chemist in the Dangerous Goods Packagings division. Lithium batteries are a key area of her work. This is due to the fact that the transport of damaged lithium batteries must be approved by the authorities when they are damaged to such an extent that they can react dangerously. In Germany, BAM is the competent authority for this task and specifies criteria for transporting such defective and damaged batteries. Transport is only permitted if these criteria are fulfilled. In addition, BAM authorises the transport of unpacked, untested prototypes.

Not fundamentally dangerous, but ...

The use of lithium batteries is normally non-hazardous – provided they are used properly. However, if an electric car catches fire, the battery is immediately under suspicion. “Most of the time, a fire would be preceded by mechanical damage to the lithium battery, for example due to an accident. However, the fire may not break out immediately but can occur some time later,” explains Schmidt.

Such ‘thermal runaway’ of the battery after mechanical damage or heating may have different causes. In addition to mechanical influences, fire and heat or a short circuit, a deep discharge or overcharge may start the fire. “If the temperature has reached about 150 degrees Celsius, depending on the battery type, a ‘point of no return’ is reached,” says Anita Schmidt. “The process of thermal runaway will then start and the battery can catch fire.” However, according to Schmidt, in the event of a

fire, electric cars with lithium-ion traction batteries are comparable to vehicles with petrol or diesel combustion engines in terms of safety. However, in extreme cases vehicles with internal petrol or diesel combustion engines can go up in flames in an accident.

A thermal runaway may be the main danger posed by lithium batteries but this battery type can also be dangerous in other ways. For example, high voltage also poses a risk as electric traction batteries for cars may produce at least 300 to 400 volts – and even more in the future. For comparison, a conventional car battery that is not used for traction produces only 12 volts. Dangerous gases such as hydrogen fluoride may also be released during a battery fire and may become harmful if they enter the respiratory tract.

Focus on safety

It becomes obvious that damaged lithium batteries that are liable to rapidly disassemble, dangerously react, produce a flame or a dangerous amount of heat or emit toxic gases may only be transported under very specific safety requirements.

These conditions need to be determined on the basis of scientific findings. Currently, an interdisciplinary BAM research team is investigating which substances and in what quantities are emitted in the event of a thermal runaway. BAM has set up a test stand for fire tests at its Test Site for Technical Safety (TTS) for this purpose.

“Our main concern is the safety of lithium-ion batteries, rather than the development of new battery types,” explains Anita Schmidt. “This

distinguishes us from other research institutions working on lithium batteries.”

The next step: international specifications for transport and packaging

However, findings from the experiments will also be used on a different route to more safety: namely through further development of regulations and laws. “A classification according to the degree of hazard would be reasonable because some batteries can thermally runaway and explode, others just burn and some only emit smoke,” says Schmidt. A new working group of the responsible committee at the United Nations (UN) in Geneva is currently working on this classification scheme and BAM scientists are involved. It is the international UN recommendations that describe how lithium batteries have to be transported in principle. These recommendations are then implemented into regional law, for example in Europe - into the “European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road”, in short: ADR. This also applies in Germany.

Incidentally, there will be new specifications in ADR in 2019, as Schmidt explains: “There are new packaging instructions for defective lithium batteries that can be dangerous during transport. They specify requirements for the packaging during transport and packaging tests.”

BAM’s expertise in the field of dangerous goods is once again needed on this road towards higher safety when transporting lithium batteries: here, too, BAM is the competent authority for the approval of these package testing methods.

KONTAKT/CONTACT

Dr. Anita Schmidt
Anita.Schmidt@bam.de

Gefahrgutverpackungen
Dangerous Goods Packagings





WIE WINDENERGIEANLAGEN IN RAUER SEE STANDSICHER BLEIBEN

Dank des ertragreicheren Standorts arbeiten Offshore-Windenergieanlagen effizienter als Windräder an Land. Allerdings sind sie auf dem Meer auch größeren Belastungen durch den Wind ausgesetzt. Zudem nagen hohe Wellen und aggressives Salzwasser an ihnen. Die BAM untersucht diese Schadensquellen, arbeitet an technischen Lösungen und bewertet vorhandene Reparaturkonzepte.

HOW WIND TURBINES REMAIN STABLE IN ROUGH SEAS

Thanks to its more profitable location, offshore wind turbines operate more efficiently than wind turbines on land. However, they are also exposed to greater wind pressure at sea. In addition, high waves and aggressive salt water erode them. BAM is investigating these damage sources and is working on technical solutions and evaluating existing repair concepts.

Der Bau von Windparks vor den Küsten ist ein wichtiger strategischer Pfeiler der Energiewende in Deutschland. Anfang 2018 waren 19 Windparks in Nord- und Ostsee in Betrieb. Allein in den ersten sechs Monaten des Jahres 2018 produzierten diese Anlagen laut dem Internationalen Wirtschaftsforum Regenerative Energien 9,1 Milliarden Kilowattstunden Strom. Zum Vergleich: Die Großstadt Hamburg verbraucht pro Jahr etwa zwölf Milliarden Kilowattstunden Strom.

„Je mehr Offshore-Windparks in Betrieb gehen, desto mehr rückt deren reibungsloser Betrieb in den Fokus“, sagt Dr. Matthias Baeßler vom Fachbereich Ingenieurbau der BAM. Er leitet das Projekt Lebensdauererlängerung und Betriebsfestigkeit von Windenergieanlagen (LeBeWind), mit dessen Ergebnissen der wirtschaftliche Betrieb der Anlagen sichergestellt und die Kosten für Instandhaltung und Reparaturen minimiert werden sollen. „Die Anlagen sollen störungsfrei und sicher laufen“, so der Wissenschaftler. Mit seinem Team konzentriert er sich vor allem auf drei Aspekte: die sogenannten Grout-Verbindungen, die Rotorblätter und den Korrosionsschutz.

Mit Spezialmörtel gegen Risse im Fundament

Grout-Verbindungen sind die Verbindungen zwischen den Gründungsbauwerken, also den Stahlpfählen beziehungsweise Fundamenten, und den darauf aufsetzenden Bauteilen der Windenergieanlage. Der zwischen diesen beiden Bauteilen vorhandene Spalt wird üblicherweise mit einem mineralischen Spezialmörtel vergossen, dem Grout. „Diese Verbindung ist einer hohen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt, denn es wirken sowohl statische als auch dynamische Belastungen“, erklärt Baeßler. Doch auch diese Spezialmörtel halten im

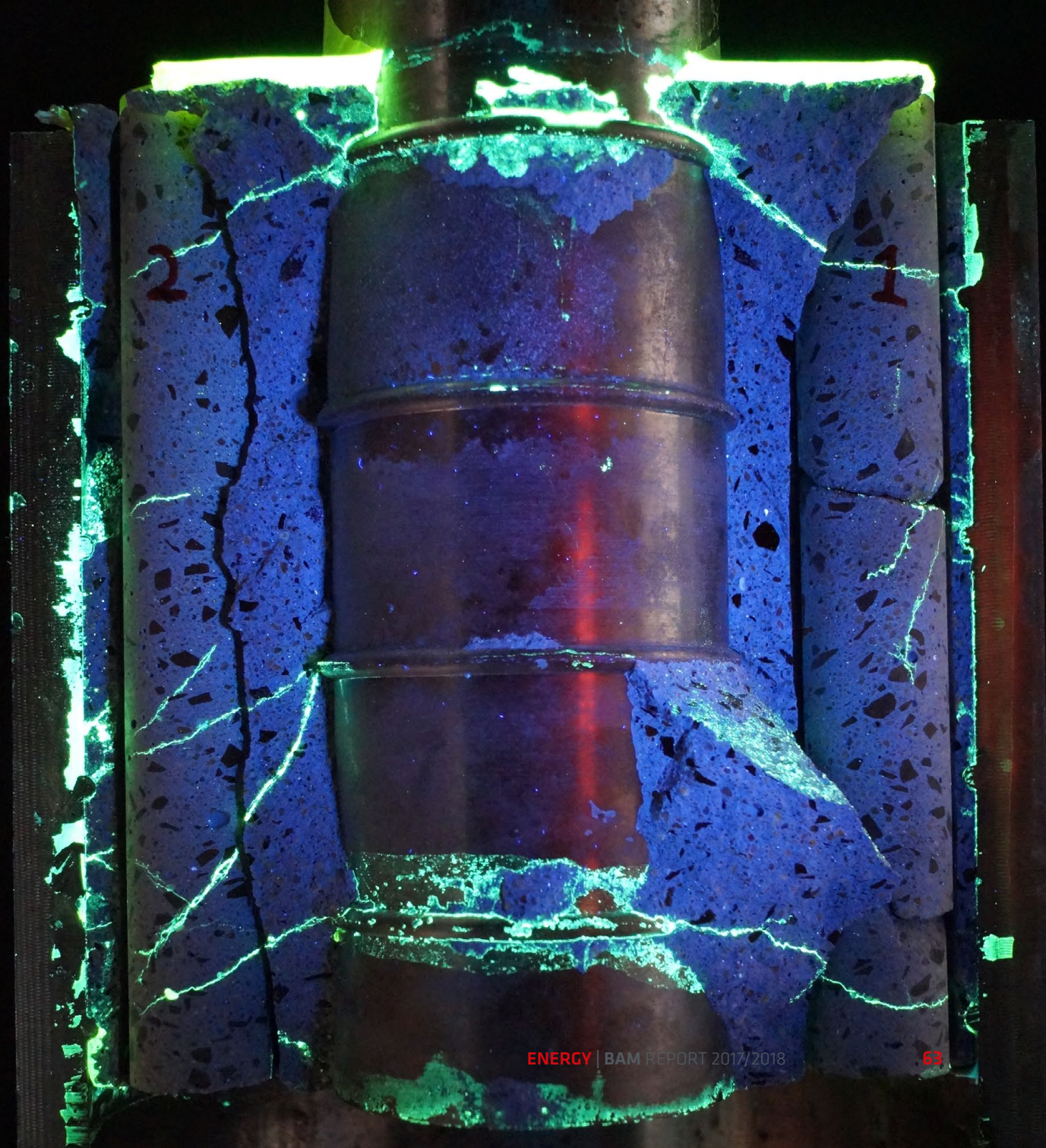
Anlagenbetrieb nicht immer den strapaziösen Anforderungen stand. Es kann zu Rissbildungen kommen. Die BAM entwickelte daher einen Rissfüllstoff auf Basis eines sehr feinen mineralischen Zements. Und tatsächlich: „Die Tragfähigkeit der ertüchtigten Grout-Verbindung ist vergleichbar mit einer intakten Verbindung“, sagt Baeßler. Allerdings fanden die bisherigen Untersuchungen an trockenen und nicht durchfeuchteten Grout-Verbindungen statt. Die BAM will die Versuche deshalb in einer Wasserumgebung im Labor fortsetzen.

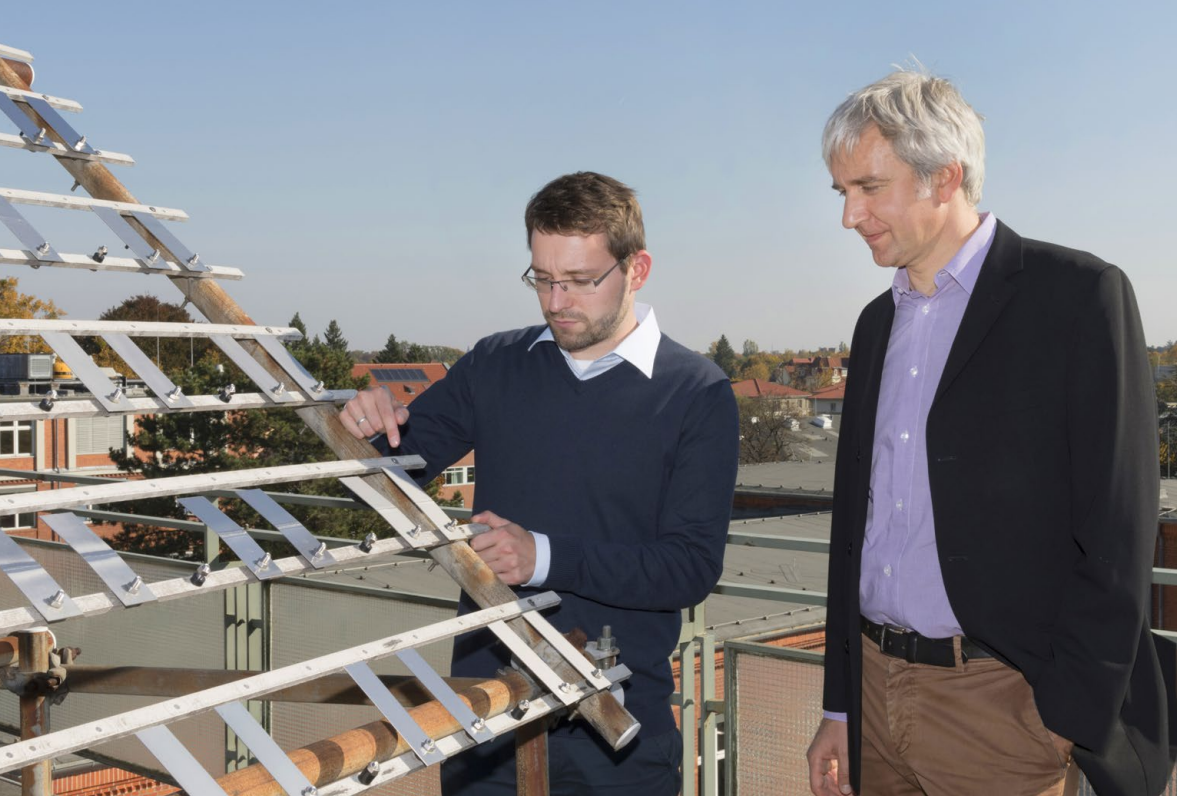
Auf der Suche nach dem besten Reparaturkonzept

Ganz andere Probleme treten im oberen Abschnitt einer Offshore-Windenergieanlage auf. Dort sind die schon mal über 60 Meter langen Rotorblätter heftigen Starkwinden, orkanähnlichen Böen und der salzhaltigen Meeresluft ausgesetzt. Doch trotz dieser extremen natürlichen Belastungen gehen die BAM-Ingenieure davon aus, dass 70 bis 80 Prozent der auftretenden Schäden an den Rotorblättern die Folge herstellungsbedingter Abweichungen von der konstruktiven Idealform sind. Die rauen Umweltbedingungen sorgen dann dafür, dass ein Schaden tatsächlich auftritt oder größer wird. Es passiert nicht selten, dass sich schon weit vor der theoretisch vorausgesagten Lebensdauer von 20 Jahren Schäden in den Rotorblättern bilden. Die Folgen sind Betriebsstillstand, aufwendige und kostspielige Reparaturen auf hoher See oder gar ein Rotorblattaustausch. Da es derzeit noch keine einheitlichen Vorgaben für die Reparatur gibt, untersucht die BAM die Auswirkungen der bisher angewendeten Konzepte und vergleicht sie miteinander. Schließlich soll aus diesen Vergleichswerten das bestmögliche Reparaturkonzept abgeleitet werden. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der BAM nutzen dafür Methoden

*Labortest mit Spezialmörtel im
verkleinerten Maßstab: „vergroutete“
Verbindung*

*Laboratory test with special mortar
on a small scale: grouted connection*





Open-air Korrosionstest: Wie verändern sich Metalle, organische Beschichtungen auf Metallen oder metallische Überzüge, wenn sie der Witterung ausgesetzt sind?

Corrosion testing: How do metal, organic coatings on metals or metallic coatings change when exposed to the weather?

und Techniken wie die Thermografie, mit der sie den Instandhaltungs- und Reparaturbedarf von Rotorblättern effizient ermitteln können.

Forschung mit Aussicht: Korrosionsschutz unter Realbedingungen testen

In einer weiteren Forschungsfrage des LeBeWind-Projekts geht es um die Korrosion. „Betroffen davon sind vor allem jene Stahlkonstruktionen, die sich oberhalb der Wasseroberfläche befinden“, sagt der Teilprojektleiter Martin Babutzka. Beschichtungen sind deshalb die erste Wahl zum Schutz. Diese werden frühzeitig aufgebracht, weil die korrosionsanfälligen Bauteile nicht nur während des Betriebs auf dem Meer, sondern schon während der Montage an Land schädigenden Umwelteinflüssen ausgesetzt sind – verbunden mit dem Risiko, dass sie während des Transports oder während der Montage beschädigt werden können. In solchen Fällen ist die Schutzdauer dramatisch verkürzt und die Beschichtung muss repariert werden. Die BAM arbeitet daher an der Entwicklung geeigneter Prüfmethoden für Korrosionsschutz-Beschichtungen, die die Dauerhaftigkeit einer Reparaturbeschichtung im Fokus haben.

Auch für den Teil der Offshore-Windkraftanlagen unter der Wasseroberfläche interessiert sich das Forschungsteam. Hier können mikrobiologische Aktivitäten oder maritimer Bewuchs wie Algen und Seepocken die Korrosion beeinflussen. Eine gute Möglichkeit Stahl im Unterwasserbereich zu schützen, ist der kathodische Korrosionsschutz. Bei diesem elektrochemischen Wirkprinzip werden Stahlwerkstoffe im Wasser vor Korrosion geschützt, indem sie mit einem unedleren Metall wie Zink verbunden oder über eine externe Stromquelle kathodisch

polarisiert werden. In der Folge löst sich das unedle Metall nach und nach auf, wird also „geopfert“, um die Stahlstruktur zu schützen.

Die BAM plant hierzu Laborversuche unter Realbedingungen. Martin Babutzka: „Wir wollen die Wechselwirkung zwischen dem kathodischen Korrosionsschutz und dem maritimen Bewuchs verstehen. Unser Ziel ist es, für die Teile einer Windenergieanlage, die sich ständig unter Wasser befinden, einen dauerhaften Korrosionsschutz zu gewährleisten.“ Für diese anspruchsvolle Anwendungsforschung werden Babutzka und sein Team ein Testlabor in einem Container mit Meerwasser-Bypass einrichten und sich dafür von Berlin auf den Weg zur Nordseeinsel Norderney machen. Das ist Forschung mit Aussicht: Dort kann man vom Nordstrand aus einen Offshore-Windkraft-Park mit bloßem Auge sehen, wenn das Wetter günstig ist.

The construction of offshore wind farms is an important strategic pillar of Germany's energy transition. At the beginning of 2018, 19 wind farms in the North and Baltic Seas were in operation. In the first six months of 2018 alone, these installations produced 9.1 billion kilowatt-hours of electricity according to the "International Economic Forum for Renewable Energy". For comparison, the city of Hamburg consumes about twelve billion kilowatt-hours of electricity per year.

“The more offshore wind farms that come on stream, the more the focus must be put on their smooth operation,” says Dr. Matthias Baeßler from BAM's Buildings and Structures division. He heads the project “Service life extension and service loading fatigue of wind turbines” (LeBeWind),

which aims to ensure the economic operation of the installations and minimise the cost of maintenance and repair. “The installations should run smoothly and safely,” says the scientist. He and his team concentrate on three aspects in particular: grout connections, rotor blades and corrosion protection.

Special mortar against foundation cracks

Grout connections are the joints between the foundation structures, i.e. steel piles or foundations and the components of the wind turbine built on them. The gap between these two components is usually filled with a special mineral mortar, called grout. “This connection is exposed to high mechanical stress due to both static and dynamic loads,” explains Baeßler. But even these special mortars do not always withstand the gruelling stress during operation and as a consequence deterioration can occur. BAM therefore developed a crack filler based on a very fine mineral cement. The result is convincing: “The carrying capacity of a repaired grout connection is comparable to an undamaged connection,” says Baeßler. However, since previous investigations were performed on dry and not moistened grout compounds, BAM wants to continue the tests in an aqueous environment in the laboratory.

In search of the best repair concept

Entirely different problems occur in the upper section of an offshore wind turbine. There, the rotor blades, over 60 metres long, are exposed to heavy winds, gale-force gusts and the salty sea air. But despite these extreme natural loads, BAM engineers find that between 70 to 80



Handarbeit: Reparatur der Schale eines Rotorblatts

Handiwork: The repair of the shell of a rotor blade

percent of the damage to the rotor blades is the result of production faults diverging from the ideal design form. The harsh environmental conditions then ensure that damage actually occurs or increases. It often happens that damage is seen in the rotor blades long before the theoretically predicted service life of 20 years. The consequences are downtime, costly and expensive repairs on the high seas or even a rotor blade replacement. Since there are currently no uniform repair specifications, BAM is investigating the effects of the concepts used so far and compares them with each other. Finally, the best possible repair concept should be derived from these comparison values. In doing so, BAM scientists use methods and techniques such as thermography, which enable them to efficiently determine the rotor blades' maintenance and repair requirements.

Research with a view: testing corrosion protection under real conditions

The LeBeWind project also looks into issues of corrosion. “Most affected are steel structures above the waterline,” says project head Martin Babutzka. Coatings are therefore the first choice for protection. These are applied early because corrosion-prone components are not only exposed to harmful environmental conditions during operation at sea but also during assembly on land – with the risk that they may be damaged during transport or assembly. In such cases, the duration of protection is dramatically shortened and the coating must be repaired. BAM is therefore working to develop suitable test methods for corrosion protection coatings with a focus on the durability of a repair coating.

The research team is also interested in the under-surface part of offshore wind turbines. Here, microbiological activities or marine growth such as algae and barnacles can influence corrosion. A good way to protect steel underwater is cathodic corrosion protection. In this electrochemical principle, steel materials in the water are protected against corrosion by being connected to a less noble metal such as zinc or cathodically polarised by an external current source. As a result, the less noble metal gradually dissolves i.e. it is 'sacrificed' to protect the steel structure.

BAM is planning laboratory tests under real conditions. Martin Babutzka says: "We want to understand the interaction between cathodic corrosion protection and marine growth. Our goal is to ensure permanent corrosion protection for those parts of a wind turbine that are constantly underwater." For this challenging applied research,

Babutzka and his team will set up a test laboratory in a container with a seawater supply bypass and move from Berlin to Norderney, a North Sea island. This is research with a view: you can see an offshore wind farm with the naked eye from the northern beach of the island if the weather is nice.

KONTAKT/CONTACT

Martin Babutzka
Martin.Babutzka@bam.de

Korrosion und Korrosionsschutz
Corrosion and Corrosion Protection



KONTAKT/CONTACT

Dr. Matthias Baeßler
Matthias.Baessler@bam.de

Ingenieurbau
Buildings and Structures



© Michael Danner





THEMENFELD

INFRASTRUKTUR

FOCUS AREA

INFRASTRUCTURE

THEMENFELD INFRASTRUKTUR


FOCUS AREA INFRASTRUCTURE

Die moderne, jederzeit verfügbare und technisch sichere Infrastruktur von Industrieanlagen, Bauwerken, Versorgungssystemen und Transportwegen ist zentral für den Wirtschaftsstandort Deutschland. Der technologische Fortschritt und die sich verändernde Mobilität stellen uns dabei ebenso vor Herausforderungen wie alternde Infrastruktursysteme. Im Thema Infrastruktur betrachten wir die technische Zuverlässigkeit und dauerhafte Sicherheit solcher Systeme.

Im Fokus unserer Arbeit im Themenfeld Infrastruktur stehen die Aktivitätsfelder Sicherheit und Lebensdauer von Bauwerken, Sicherheit von Industrieanlagen und Verkehrswegen, Transport und Lagerung von Gefahrstoffen und -gütern, Fire Science und Security.

A modern, readily available and technically safe infrastructure of industrial installations, structures, supply systems and transport routes is crucial to the German economy. Technological progress, changing mobility and ageing infrastructure systems are posing an increasing challenge. In the focus area infrastructure, we investigate the technical reliability and long-term safety of such systems.

Our activities within this focus area include safety and life cycle of structures, safety of industrial facilities and traffic structures, transport and storage of dangerous substances and goods, fire science and security.

A close-up photograph of the husk of a cassava root. The image shows a complex, layered texture with various shades of brown, from light tan to dark, almost black, areas. The surface appears rough and fibrous, with some areas showing more uniform, slightly smoother textures. The lighting is dramatic, highlighting the intricate patterns and textures of the natural material.

*So sieht ein nachhaltiger Rohstoff
aus der Nähe aus: Schale der Cassava-
Wurzel.*

*A close-up look at a sustainable raw
material: husk of the cassava root*

GRÜNER BETON AUS AFRIKA

GREEN CONCRETE FROM AFRICA

Afrikas aufstrebende Bauwirtschaft kann zum weltweiten Vorbild für nachhaltiges Bauen werden. Die Forscherinnen und Forscher der BAM entwickeln gemeinsam mit ihren Partnern vor Ort einen Bio-Beton, für den sogar Abfälle aus der Landwirtschaft verwendet werden können. Das Interesse ist riesig: Auf Afrikas Baustellen wird schon heute so viel Beton verbaut wie in Europa – und der Bedarf wird wachsen.

Africa's emerging construction industry can become a global role model for sustainable construction. Together with their local partners, BAM's researchers are developing bio-based concrete on site, for which even waste from agriculture can be used. The interest is huge, as much concrete is used on Africa's construction sites today as in Europe – and the demand will grow.

Bei jedem Besuch eines afrikanischen Landes erlebt Dr. Wolfram Schmidt aus dem Fachbereich Baustofftechnologie der BAM, wie sich die Skylines und die Straßen der Großstädte verändern. Die Wirtschaft boomt in vielen Ländern des Kontinents. „Es gibt dort viele Bauprojekte und als Konsequenz wächst der Bedarf an Beton rasant“, berichtet der Wissenschaftler. Schmidt ist häufig auf Forschungsreisen und Konferenzen in Südafrika, Nigeria, Tansania, Ghana und Kenia unterwegs. Die BAM koordiniert auf dem Kontinent zahlreiche Projekte zum Thema Bio-Beton. Schmidt ist überzeugt: „Afrika könnte uns allen zeigen, wie man nachhaltiger baut.“

Nachhaltiger – das bedeutet in diesem Fall geringere CO₂-Emissionen und die Verwendung von lokalen und nachwachsenden Rohstoffen. Denn Beton benötigt als Bindemittel erhebliche Mengen an Zement, bei dessen Produktion sehr große Mengen des Treibhausgases Kohlendioxid entstehen. „Beton ist eines der am häufigsten benutzten Güter auf Erden. Wenn es uns gelingt, bei der Herstellung auch nur wenige Prozent CO₂ einzusparen, bringt das einen beachtlichen Effekt im Kampf gegen den Klimawandel“, sagt Schmidt.

Passende Konzepte für Afrika

Eine Option, nachhaltigen Beton zu entwickeln, besteht darin, den Zementanteil zu verringern und stattdessen Substanzen mit ähnlichen Eigenschaften in den Baustoff zu mischen. Flugaschen aus der Steinkohleverbrennung und Hüttensande aus der Eisenerzgewinnung werden dafür bereits weltweit eingesetzt. Aber in Afrika gibt es beides nicht. „Wir müssen nach passenden lokalen

Alternativen schauen, statt Hüttensand aus Asien nach Ostafrika zu verschiffen, so wie es derzeit geschieht“, erklärt Schmidt.

Die Lösungen, die die BAM mit ihren afrikanischen Forschungspartnern entwickelt, berücksichtigen daher immer die regionalen Gegebenheiten. „Bei einem Projekt in Nigeria verwenden wir die Schalen der Wurzeln der Cassava-Pflanze, die in Westafrika sehr häufig angebaut wird“, erzählt Schmidt. Die Cassava ernährt weltweit eine halbe Milliarde Menschen, ihre Wurzeln sind bei uns als Maniok bekannt. Doch wenn die Nigerianerinnen und Nigerianer ihr Nationalgericht „Fufu“ zubereiten – ein Brei mit der gekochten und zerstampften Wurzel – bleibt die Schale zurück. „Die Schalen sind ein echtes Umweltproblem“, erläutert Schmidt. „Sie werden auf Halden abgelagert, ziehen Insekten an, entwickeln einen unangenehmen Geruch und können das Grundwasser verschmutzen.“

Arbeiten mit Transportbeton auf einer Baustelle in Tansania: Häufig werden die einzelnen Komponenten des Betons erst vor Ort gemischt.

Working with ready-mixed concrete at a construction site in Tanzania. The individual components of the concrete are often mixed on site.



WASTE
We Protect our E.



Deutsch-afrikanischer Innovationsförderpreis: Bundesforschungsministerin Anja Karliczek zeichnet Dr. Kolawole Adisa Olonade und Dr. Wolfram Schmidt für ihre Arbeit an nachhaltigem Beton aus.

German-African Innovation Award: Anja Karliczek, federal minister of education and research, honored Dr. Kolawole Adisa Olonade and Dr. Wolfram Schmidt for their work on sustainable concrete.

© BAM FB 7.4

Pflanzenbestandteile verbessern Beton

Die BAM kooperiert in Nigeria mit Dr. Kolawole Adisa Olonade, Professor an der Universität in Lagos, der bereits seit einigen Jahren an der Verwertung der Cassava-Schalen durch Verbrennung forscht. „Die Asche enthält große Anteile an Siliziumdioxid und Aluminiumoxid und eignet sich damit gut als Zementersatz im Beton“, erläutert Schmidt.

Zusammen mit Olonade wollen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der BAM ermitteln, wie die Asche als Zementersatz den Beton verändert. Sie untersuchen dazu die Verarbeitungsmöglichkeiten und den Einfluss des Cassava-Zusatzes auf die Konsistenz, die Druckfestigkeit, die Rissneigung und die Dauerhaftigkeit des

Betons. „Um das gesamte Potenzial des Bio-Betons zu bewerten, benötigen wir eine fundierte Basis“, erklärt Schmidt. Deshalb analysieren die Forscherinnen und Forscher auch die Verbrennungsprodukte. Das Ergebnis: „Wenn wir den Verbrennungsprozess richtig steuern, kann Cassava als Betonbestandteil sogar besser abschneiden als der klassische Portlandzement“, berichtet Schmidt.

Die Asche ist jedoch nicht die einzige Verwendung der Cassava-Reste. Noch bevor die Schalen in den Ofen kommen, werden sie bei etwa 70 Grad Celsius ausgekocht, um die anhaftende Stärke zu gewinnen. Diese verbessert die Verarbeitungseigenschaften von Beton und sorgt dafür, dass das Wasser beim Erhärten langsamer verdunstet – ein willkommener Effekt im heißen Afrika. Das unterschiedliche Klima ist nur ein Aspekt, den das BAM-Team in die Forschung einbezieht. Einen anderen beschreibt Schmidt so: „In Afrika werden auch beim Bau von mehrgeschossigen Gebäuden die einzelnen Komponenten oft in Säcken oder als Schüttgut zur Baustelle geliefert, gelagert und erst dort gemischt, sodass die Qualität des Betons viel stärker von äußeren Faktoren abhängt als bei uns.“

Regionale Netzwerke schaffen

Das Projekt geht weit über reine Materialforschung hinaus. Zusammen mit Forscherinnen und Forschern der Universität Lagos unter Leitung von Olonade untersucht Schmidt derzeit, wie Entscheidungsträger und die regionale Wirtschaft eingebunden werden können. Sie befragen dabei auch die lokalen Farmer. „Gemeinsam mit unseren Partnern vor Ort können wir vielleicht einen Funken entzünden“, sagt Schmidt. „Es ist uns wichtig, den lokalen

Marktteilnehmern glaubhaft aufzuführen, wie aus der Reststoffverwertung neue regionale Wertschöpfungsketten entstehen können.“

Um nachhaltige Bautechniken im großen Maßstab einzusetzen, benötigen die Länder Afrikas industrielle Produktionsprozesse, eine bessere Infrastruktur sowie eine ganz neue Generation von Ingenieuren und Wissenschaftlern. Die BAM entwickelt mit ihren Partnern in Nigeria, Kamerun, Kenia und Südafrika neue Methoden zur Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren für zukünftiges Bauen mit nachhaltigen Materialien.

Der erste große Erfolg der Zusammenarbeit ist schon sichtbar: Die Forschung zum Bio-Beton wurde 2018 mit dem deutsch-afrikanischen Innovationspreis des Bundesministeriums für Bildung und Forschung ausgezeichnet. Mit dem Geld soll das erste Gebäude aus Cassava-Beton errichtet werden: ein Wartehäuschen auf dem Gelände der Universität in Lagos, das gleichzeitig als Informationszentrum für nachhaltiges Bauen dienen soll.

Every time he visits an African country, Dr. Wolfram Schmidt from BAM's Technology of Construction Materials division sees how the skylines and the streets of the big cities are changing; industry is booming in many countries of the continent. "There are many construction projects and, as a consequence, the demand for concrete is growing rapidly," says the scientist. BAM coordinates numerous projects on the topic of bio-based concrete on the continent so Schmidt frequently travels on research trips and to conferences in South Africa, Nigeria,

Tanzania, Ghana and Kenya. Schmidt is convinced that "Africa could show us all how to build more sustainably."

More sustainable – in this case means lower CO₂ emissions and the use of local and renewable resources. Concrete requires considerable amounts of cement as a binder which produces very large quantities of the greenhouse gas carbon dioxide. "Concrete is one of the most commonly used commodities on earth and if we manage to save even a few percent of CO₂ emissions, that will have a significant impact on the fight against climate change," says Schmidt.

Suitable concepts for Africa

One option to develop sustainable concrete is to reduce the proportion of cement and instead mix substances with similar properties to the building material. Fly ash from hard coal combustion and blast-furnace slag from iron ore mining are already used worldwide. However, none of them are available in Africa. "We have to look for suitable local alternatives instead of shipping blast-furnace slag from Asia to East Africa, as is currently happening," explains Schmidt.

The solutions that BAM is developing together with its African research partners therefore always consider the regional conditions. "In a project in Nigeria, we use the husk of the cassava plant root which is very commonly grown in West Africa," says Schmidt. Cassava feeds half a billion people world-wide, their roots are known here as Manioc. But when Nigerians prepare their national dish – for example the 'fufu', a mash of cooked and crushed roots – the husk stays behind. "The husks are a real environmental problem," explains Schmidt. "They are



Ansichtsexemplar: Eine Betonsäule mit nachhaltigen Inhaltsstoffen (Cassavaschalen-Asche ersetzt teilweise Zement, Cassava-Stärke verbessert die Verarbeitungseigenschaften.)

Prototype: a concrete column using sustainable materials (Cement was partly replaced by cassava peel ash and cassava starch was used to improve the workability.)

dumped on heaps, attract insects, develop an unpleasant odour and can pollute the groundwater.”

Plant components improve concrete

BAM is cooperating with Kolawole Adisa Olonade, professor at the University of Lagos, Nigeria, who has been researching the recovery of cassava husks for several years using combustion. “The ash contains large amounts of silica and alumina and is therefore well suited as a cement substitute in concrete,” says Schmidt.

Together with Olonade, BAM scientists want to find out how ash as a cement substitute changes the concrete. They investigate the processing options and the influence of the cassava additive on consistency, compressive strength, the tendency to crack and the durability of concrete. “In order to evaluate the entire potential of bio-based concrete, we need a sound basis,” explains Schmidt. That’s why the researchers also analyse the combustion products. The result is: “If we control the combustion process properly, cassava as a concrete component can even perform better than the classic Portland cement,” says Schmidt.

However, ash is not the only use of cassava residues. Even before the husks are fed into the oven, they are boiled at about 70 degrees Celsius to extract their starch content. This improves the processing properties of concrete and ensures that water evaporates more slowly when hardening – a welcome effect in hot Africa. The different climate is only one aspect that the BAM team investigate in their research, Schmidt describes another: “In Africa, the individual components are often delivered in sacks or as bulk material to the construction site, stored

and only mixed on site even in the construction of multi-storey buildings so that the quality of concrete depends much more on external factors than in Germany.”

Create regional networks

The project goes far beyond pure material research. Together with researchers from the University of Lagos, headed by Olonade, Schmidt currently investigates how decision makers and the regional industry can be integrated. They also interview the local farmers. “Together with our local partners, we may be able to ignite a spark,” says Schmidt. “It is important to us to credibly demonstrate to the local market participants how waste materials recovery can create new value chains regionally.”

African countries need industrial production processes, better infrastructure and a whole new generation of engineers and scientists to deploy sustainable construction techniques on a large scale. BAM is developing new methods for training engineers for future construction using

sustainable materials with its partners in Nigeria, Cameroon, Kenya and South Africa.

The first great success of the collaboration is already visible: the research into bio-based concrete was awarded the German African Innovation Incentive Award by the Federal Ministry of Education and Research in 2018. The money will be used to build the first cassava concrete building: a bus shelter on the campus of the University of Lagos which will also serve as an information centre for sustainable construction.

KONTAKT/CONTACT

Dr. Wolfram Schmidt
Wolfram.Schmidt@bam.de

Baustofftechnologie
Technology of Construction Materials





BRANDSCHUTZ VON BUSSEN AUF DEM PRÜFSTAND

Der Bus ist ein wichtiges Verkehrsmittel in Deutschland. Mehr als 35.000 Busse sind nach Angaben des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen täglich im öffentlichen Personennahverkehr unterwegs. Zudem nutzen jährlich über 20 Millionen Passagiere den Reisebus für längere Fahrten im Fernverkehr. Aber wie sicher ist das Verkehrsmittel? Die BAM arbeitet seit Jahren an der Verbesserung der Brandsicherheit von Bussen. Dafür simulieren Forscherinnen und Forscher Unfälle am Computer und setzen Sitze und andere Busmaterialien in Brand.

ASSESSING THE FIRE SAFETY OF BUSES

Buses are an important means of transport in Germany. According to the Association of German Transport Companies (VDV), more than 35,000 buses are in service daily for public transportation. In addition, more than 20 million passengers use coaches for long-distance travel each year. But how safe is this means of transport? BAM has been working for years to improve the fire safety of buses. Researchers simulate accidents on the computer and conduct fire tests on seats and other materials used in buses.

Dr. Anja Hofmann-Böllinghaus arbeitet seit über 10 Jahren an der Verbesserung der Brandsicherheit von Bussen.

Dr. Anja Hofmann-Böllinghaus has been working on improving the fire safety of buses for over 10 years.



© BAM FB 7.5

Brandversuche mit Bahnmaterialien zeigen, dass die strikten Vorschriften der Bahn zu einer hohen Brandsicherheit führen: Die Flammen am Sitz erlöschen nach kurzer Zeit.

Burning behaviour of materials in a railway carriage shows a high level of fire safety because of the Bahn's (German Railway) strict regulations: burning seat self-extinguishes after a short period of time.

Busbrände ereignen sich heute fast täglich. Doch auch nach langer Zeit bleibt das Busunglück auf der A2 bei Hannover vielen Menschen in Erinnerung. Bei dem schweren Unfall im Jahr 2008 starben 20 Senioren auf der Heimreise von einer Kaffeefahrt. Vermutlich ein Kurzschluss in der Bordküche hatte einen Brand ausgelöst, der sich vom Fahrer unbemerkt über den Gepäckbereich bis zur Toilette durchfraß. Sehr wahrscheinlich breitete sich das Feuer dann schlagartig im Innenraum aus, als die Toilettentür geöffnet und das Feuer durch die Frischluft angefacht wurde.

„Das Unglück damals war für uns der Anlass, die Brandschutzvorschriften für Busse zu überprüfen“, erinnert sich Dr. Anja Hofmann-Böllinghaus, Brandschutzexpertin aus dem Fachbereich Technische Eigenschaften von Polymerwerkstoffen. Zusammen mit dem schwedischen Forschungsinstitut RISE (früher: SP Technical Research) hat die BAM experimentelle Versuche und numerische Simulationen durchgeführt. Dabei haben sie auch ermittelt, dass 80 Prozent der Brände im Motorraum der Busse entstehen.

Innenausstattung beeinflusst Brandausbreitung

Wie gefährlich ein Brand für Passagiere werden kann, liegt nicht nur am Entstehungsort des Feuers, sondern auch an der Geschwindigkeit, mit der er sich im Bus ausbreiten kann. „Die Hersteller haben in den vergangenen Jahren auf den steigenden Komfortanspruch der Fahrgäste reagiert; dadurch werden in modernen Reisebussen ganz andere Materialien verbaut als früher“, berichtet Hofmann-Böllinghaus. Leichte Kunststoffe ersetzen heute fast überall Metall. Diese neuen Materialien sind nicht nur leicht entzündlich, sondern

produzieren oft große Mengen an giftigem Rauch. Zudem verändert der Einsatz von Klimaanlage die Umwälzung der Luft im Bus. Diese Faktoren beeinflussen die Ausbreitung eines Feuers.

Das Team der BAM testet daher die Entflammbarkeit einzelner Komponenten eines Sitzes oder der Innenverkleidung. „Früher wurden viele Materialien in der Horizontalen getestet, weil man davon ausging, dass ein Feuer beispielsweise durch eine heruntergefallene Zigarette entsteht“, erklärt die Sicherheitsexpertin. Da Brandursachen jedoch sehr vielfältig sind, hatte die BAM 2014 empfohlen, die Brandprüfungen besser an die realen Gegebenheiten anzupassen. Heute wird deshalb geprüft, wie stark Materialien die Ausbreitung von Bränden im Innenraum unterstützen. Dazu werden insbesondere Sitze untersucht: „Wenn ein Sitz brennt, entsteht sehr viel Wärme, die wiederum andere Teile des Busses entflammen kann“, so die Sicherheitsexpertin.

Die Forscherinnen und Forscher beobachten auch, wie viel Rauch die Materialien im Brandfall entwickeln. Diese Rauchentwicklung behindert die Evakuierung des Busses und kann für die Insassen tödlich sein. „Beim Busbrand in Hannover haben zunächst weder die Fahrgäste noch der Fahrer die Rauchentwicklung bemerken können“, nennt Hofmann-Böllinghaus ein Beispiel. Um dieses Risiko zukünftig zu minimieren, müssen neue Busse seit 2018 in den von den Fahrerinnen und Fahrern nicht einsehbaren Bereichen mit Rauchmeldern ausgestattet sein.

Busbrände am Computer simulieren

Hofmann-Böllinghaus und ihr Team simulieren verschiedene Brandszenarien auch anhand von Computermodellen. Neben Motorschäden und

Im direkten Vergleich mit einem Bussitz zeigt sich die hohe Entflammbarkeit der Busmaterialien.

The fire test with a bus seat, in contrast, shows that the materials are highly flammable.



© BAM FB 7.5



Ein Busbrand kann fatale Folgen für die Passagiere haben (Symbolbild).

A bus fire may have fatal consequences for the passengers (symbolic picture).

einem Kurzschluss spielen oft Unfälle eine Rolle. Dabei kann der Dieseltank in Brand geraten oder durch den Aufprall beschädigt werden und Treibstoff auslaufen. Das Computermodell zeigt, wie sich ein Brand ausbreitet und wie viel Zeit den Passagieren zum Verlassen des Busses bleibt.

Auf Basis der Erkenntnisse aus den Versuchen und numerischen Berechnungen entwickelt die Forschungsgruppe Empfehlungen für neue Sicherheitsvorschriften. So hat die BAM neben Rauchmeldern auch den Einsatz von Motorlöschanlagen empfohlen. Diese wurden in den letzten Jahren in die europäischen Regelwerke für die Brand-sicherheit von Bussen aufgenommen. Bis zum Jahr 2020 werden Motorlöschanlagen in allen neuen deutschen Bussen zur Pflicht. Viele Busunternehmen haben schon freiwillig nachgerüstet.

Zusammenarbeit auf internationaler Ebene

Die Forschungsergebnisse und die Empfehlungen leitet die Forschungsgruppe an die zuständigen Ministerien weiter, die sich dann auf internationaler Ebene für Verbesserungen einsetzen. „Davon profitiert nicht nur Deutschland“, erklärt Hofmann-Böllinghaus. „Die Vorschriften werden durch die UNECE, der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa, als internationale Sicherheitsstandards für alle 56 UNECE-Mitgliedsstaaten gemeinsam weiterentwickelt.“ Es vergeht freilich oft Zeit, bis in diesem großen Kreis Kompromisse gefunden werden, die die Interessen aller Beteiligten berücksichtigen und gleichzeitig hohe Sicherheitsstandards garantieren.

„Bei der Umsetzung von Sicherheitsfragen muss man einen langen Atem haben“, berichtet die Wissenschaftlerin. Manchmal gibt es aber

auch schnelle Fortschritte. „Die Berliner Verkehrsbetriebe haben beispielsweise ihre komplette Busflotte sofort mit Motorlöschsystemen nachgerüstet“, erzählt die Brandschutzexpertin. „Nach unserer Erfahrung ist diese Maßnahme sehr wirkungsvoll, um die Ausbreitung von Bränden im Motorraum in den Passagierbereich zu verhindern.“

Mit stetig steigenden Passagierzahlen und einer älter werdenden Gesellschaft ergeben sich neue Herausforderungen für den Brandschutz von Bussen. Die BAM hat ein Brandschutzkonzept entwickelt, das den Bus als Gesamtsystem betrachtet. Demnach wird empfohlen, zukünftig die enorme Wärme- und Rauchfreisetzung der Materialien in den Brandschutzvorschriften zu berücksichtigen. Auch der Deutsche Feuerwehrverband (DFV) und die Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutzes (vfdb) setzen sich dafür ein.

Bus fires occur almost daily today. However, many people still remember the bus accident that happened a long time ago on the A2 near Hanover: 20 seniors died in a serious accident on their way home from a day trip in 2008. Presumably a short circuit in the on-board kitchen had caused a fire which remained unnoticed by the driver. It penetrated the luggage area and eventually reached the toilet. The fire most likely suddenly spread into the bus interior as the toilet door was opened and was fuelled by fresh air.

“At that time, the accident was the reason for us to check fire safety regulations for buses,” recalls Dr. Anja Hofmann-Böllinghaus, fire protection expert in the Technical Properties of Polymeric Materials

division. BAM carried out experiments and numerical simulations together with the Swedish research institute RISE (formerly SP Technical Research). They found that 80 percent of fires occur in the engine compartment of buses.

Interior furnishing influences the spread of fire

The danger of a fire for passengers does not only depend on the location but also on the speed at which it can spread inside a bus. “Manufacturers have responded to passengers’ increasing comfort expectations over the past few years and different materials are used in modern buses and coaches than in the past,” reports Hofmann-Böllinghaus. Lightweight plastics have replaced metals almost everywhere. These new materials are not only highly flammable but they often produce large amounts of toxic smoke. In addition, air conditioning changes the air circulation in buses. All these factors influence the spread of fire.

The BAM team therefore looks into the flammability of seat components or interior lining. “In the past, many materials were tested in a horizontal position because it was assumed that a fire may be caused by a dropped cigarette for example,” says the safety expert. However, since the source of a fire can be very diverse, BAM recommended in 2014 that fire tests should be better adapted to the real conditions. BAM is currently investigating to what extent materials support the spread of fires inside the bus, with particular emphasis on testing the seats: “When a seat burns, a large amount of heat is generated, which in turn can ignite other parts of the bus,” she says.

The researchers also look into how much smoke the materials produce in the event of a fire. The smoke obstructs the evacuation of a bus and can be fatal to passengers. “Neither passengers nor the driver initially noticed the smoke in the Hanover bus fire,” says Hofmann-Böllinghaus. To minimise this risk in the future, new buses have had to be equipped with smoke detectors in areas not visible to the driver since 2018.

Simulating bus fires on the computer

Hofmann-Böllinghaus and her team also simulate different fire scenarios using computer models. In addition to engine damage and short circuits, accidents often play a role. The diesel tank can catch fire or could be damaged by an impact allowing fuel to leak. The computer model shows how a fire can spread and how much time the passengers have to leave the bus.

Based on the results of the experiments and numerical calculations, the research group develops recommendations for new safety regulations. For example, in addition to smoke detectors, BAM has recommended the use of fire suppression systems for the engine compartment. These have been included in European fire safety regulations in recent years. Engine fire suppression systems will become mandatory in all European buses by 2020. Many bus companies have already retrofitted voluntarily.

Cooperation at the international level

The research group forwards their research findings and recommendations to the relevant ministries, which then works on improvements at an international level. “Not only Germany benefits from this,” explains Hofmann-Böllinghaus. “The rules are being further developed jointly by UNECE, the United Nations Economic Commission for Europe, as international safety standards for all 56 UNECE member states.”

However, it often takes time to find compromises in this large circle that take into account the interests of all those involved while at the same time guaranteeing high safety standards.

“One must be patient when implementing safety issues,” says the scientist. However, sometimes progress happens quickly. “For example, the Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) has retrofitted its complete bus fleet with engine fire suppression systems,” says the fire protection expert. “In our experience, this measure is very effective in preventing the spread of engine compartment fires into the passenger area.”

With ever-increasing passenger numbers and an ageing society, there are new challenges for the fire safety of buses. BAM has developed a fire protection concept that considers buses as complete systems. Accordingly, it is recommended that future fire protection regulations consider the enormous heat and smoke release from the materials. The German Fire Brigade Federation (DFV) and the German Fire Protection Association (vfdb) also support this.

KONTAKT/CONTACT

Dr. Anja Hofmann-Böllinghaus
Anja.Hofmann@bam.de

Technische Eigenschaften von Polymerwerkstoffen
Technical Properties of Polymeric Materials







THEMENFELD
UMWELT
FOCUS AREA
ENVIRONMENT

THEMENFELD UMWELT


FOCUS AREA ENVIRONMENT

Wirtschaftliches Wachstum fördern, dabei Ressourcen schonen und ökologische Schutzziele einhalten – das leitet unsere Aktivitäten im Themenfeld Umwelt. Schwerpunkte sind Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit neuer Materialien und Stoffe sowie zur Schädigung und Alterung von Produkten und technischen Systemen durch Umwelteinflüsse. Wir tragen dazu bei, dass Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden und dass von neuen, innovativen Produkten keine Gefährdung für Mensch und Umwelt ausgeht.

Im Fokus unserer Arbeit im Themenfeld Umwelt stehen die Aktivitätsfelder Umweltschadstoffe, Umweltverhalten von Materialien und Produkten sowie Ressourcenrückgewinnung und Materialverwertung.

Encouraging economic growth while saving resources and meeting ecological protection goals – this is what guides our activities in the environment focus area. The emphasis is on investigating the environmental sustainability of new materials and substances, as well as examining damage and ageing of products and technical systems caused by environmental influences. We are involved in making sure safety aspects are taken into consideration, and that no danger to people or the environment is caused by new, innovative products.

Our work in the environment focus area is centred on the following areas of activity: environmental pollutants, behaviour of materials and products in the environment and resource recovery and material recycling.



*Im Drehrohrofen werden bei bis zu
1000 Grad Celsius Schadstoffe aus
Klärschlammasche abgetrennt.*

*In a rotary kiln, pollutants are
separated from sewage sludge
ash at up to 1000 degrees
Celsius.*

DÜNGER AUS KLÄRSCHLAMM SCHÜTZT KORALLENRIFFE

Düngemittel sollen umweltfreundlich und wirtschaftlich sein. Was auf den ersten Blick wie Zukunftsmusik klingt, ist auf den zweiten Blick schon zum Greifen nahe. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der BAM haben ein Verfahren entwickelt, mit dem Phosphor aus Klärschlamm recycelt werden kann. Im nächsten Schritt wollen sie einen Dünger herstellen, der den Pflanzen die benötigten Nährstoffe passgenau zur Verfügung stellt und eine Belastung der Gewässer vermeidet.

FERTILISER FROM SEWAGE SLUDGE PROTECTS CORAL REEFS

Fertilisers should be environmentally friendly and economical. What at first sight sounds like a dream of the future is already within reach. BAM scientists have developed a process that can recycle phosphorus from sewage sludge. In the next step, they want to produce a fertiliser that provides plants with the nutrients they need and avoids polluting the waters.

„Phosphate sind für alle Lebewesen überlebenswichtig und können in ihren Funktionen durch keine andere Substanz ersetzt werden“, erläutert Dr. Christian Adam. Pflanzen wachsen besser, wenn der Boden ausreichend mit diesem Nährstoff versorgt wird. Andererseits können Phosphate die Gewässer belasten und sammeln sich im Klärschlamm aus der Abwasserreinigung. Höchste Zeit, die wertvolle Ressource aus den Rückständen der Kläranlagen zurückzugewinnen. „Die ersten Symposien über den Aufbau einer solchen Kreislauf-Wirtschaft gab es schon in den 1990er-Jahren. Das Thema wurde dann ab dem Jahr 2007 wichtiger, als die Preise für Phosphatgestein auf dem Weltmarkt plötzlich stark anstiegen“, erinnert sich der Leiter des Fachbereichs Thermochemische Reststoffbehandlung und Wertstoffrückgewinnung. Adam erkannte früh das Potenzial des Phosphorrecyclings, daher kann die BAM jetzt ein patentiertes Verfahren anbieten.

Klärschlamm wird zum Rohstoff

Adams Team verwendet dafür die Asche, die bei der bisher üblichen Verbrennung von Klärschlämmen entsteht, und schickt sie zunächst noch einmal bei 1000 Grad Celsius in einen Drehrohrofen. Die Öfen drehen sich ständig und transportieren durch ein leichtes Gefälle die Masse im Inneren langsam durch die lange, heiße Röhre. Diese Hitzebehandlung

zerstört Rückstände von Haushaltschemikalien und Arzneimitteln und entfernt giftige Schwermetalle wie Arsen, Cadmium, Quecksilber und Blei, die dann von Filtern aufgefangen werden.

Für den entscheidenden Schritt auf dem Weg zum Düngemittel nutzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine seit Jahrhunderten bekannte chemische Reaktion. Sie geben Alkalien, unter anderem Soda, zur heißen Asche und erzeugen dadurch Calciumalkaliphosphate. „Das ist ein guter Ausgangsstoff für Düngemittel, denn er ist zu 100 Prozent pflanzenverfügbar, aber kaum wasserlöslich“, erklärt Adam.

Vor allem die Betreiber deutscher Kläranlagen können von dem BAM-Verfahren profitieren, weil ihre Auflagen durch die Änderung der Klärschlammverordnung strenger werden. Jede Kommune muss bis zum Jahr 2023 ein Konzept für das Phosphorrecycling vorlegen. „Wir gewinnen über 90 Prozent des Phosphors, der in die Kläranlage herreingeht, wieder zurück“, berichtet Adam. Damit schneidet das BAM-Verfahren besser ab als andere vergleichbare technische Entwicklungen. Der BAM-Wissenschaftler schätzt, dass pro Jahr 60.000 bis 70.000 Tonnen Phosphor durch deutsche Kläranlagen fließen. „Das recycelte Phosphat entlastet nicht nur die Umwelt, sondern könnte auch etwa ein Viertel des in Deutschland verwendeten Düngers ersetzen.“

Die Forscherinnen und Forscher der BAM kooperieren schon seit Jahren mit Industriepartnern, damit ihr Konzept auch im großtechnischen Maßstab funktioniert. Wenn die thermische Verwertung in den Alltagsbetrieb übergeht, könnten die Anlagen bis zu 100 Meter lang sein. Geplant ist der Einsatz von großen Drehrohrofen, wie sie bei der Zementherstellung üblich sind. „Das Verfahren wird umso wirtschaftlicher, je größer die Anlagen werden“, sagt Adam. Die Veredlung der Klärschlammasche könne in Deutschland in ein bis zwei Jahren beginnen, schätzt der Experte.

Auf dem Weg zum „Dünger der Zukunft“

Für Christian Adam besitzt der neue Dünger noch mehr Potenzial. „Das Phosphorrecycling sollte im Kontext mit weiteren Nährstoffen wie

*Der Rohstoff für das Phosphorrecycling:
Klärschlammasche*

*The raw material for phosphorus recycling:
sewage sludge ash*





Stickstoff und Kalium betrachtet werden.“ Diese Zusätze verändern die Bioverfügbarkeit des Düngers. Viele herkömmliche Produkte liefern Phosphat in den ersten Wochen, wenn die Pflanze noch jung ist. Der Dünger der Zukunft stellt das Phosphat synchron zum Bedarf der Pflanze bereit und liefert auch noch genug Nachschub, wenn die Pflanze ihre stärkste Wachstumsphase erlebt.

In Australien testet die BAM bereits den Einsatz ihres neuartigen Düngers auf den Feldern und auch brasilianische Landwirte experimentieren damit, beispielsweise beim Zuckerrohranbau. Dabei werden die Felder meistens nur alle fünf Jahre gedüngt, und zwar dann, wenn die Zuckerrohrpflanzen auf dem Acker getauscht werden. „Die Landwirte düngen quasi auf Vorrat, deshalb ist es besonders wichtig, dass die Phosphate den Pflanzen nach Bedarf zur Verfügung stehen und nicht frühzeitig vom Regen ausgewaschen werden“, erklärt Adam.

Dr. Christian Adam präsentiert das recycelte Phosphat: Das Granulat kann zukünftig als Dünger verwendet werden.

Dr. Christian Adam presents the recycled phosphate: The granulate can be used as fertiliser in the future.

Doppelter Vorteil: Schutz von Ökosystemen und wirtschaftliche Unabhängigkeit

Das BAM-Verfahren zum Phosphorrecycling stößt auch international auf großes Interesse, unter anderem weil es die Unabhängigkeit von den Produzenten aus Marokko und der West-Sahara erhöht. In dieser Region lagern mehr als 70 Prozent der globalen Phosphatgestein-Reserven. Die Aufarbeitung des Gesteins führt in den Abbauländern zu erheblichen Umweltschäden. Zudem sind die natürlichen Phosphatgesteine teilweise mit den giftigen Schwermetallen Cadmium, Uran und Thorium belastet, die durch den Einsatz des Düngers auch das Grundwasser erreichen können. „Diese Probleme hat man lange ignoriert“, blickt Adam kritisch zurück.

Herkömmlicher Phosphatdünger kann zudem zur Gefahr für empfindliche Ökosysteme werden. Der wasserlösliche Dünger gelangt durch den Regen ins Grundwasser oder landet über Flüsse und Seen schließlich im Meer. Ein Überangebot an Nährstoffen zeigt sich oft in einer Algenplage. Forscherinnen und Forscher aus Australien haben entdeckt, dass ein steigender Phosphatgehalt im Meerwasser neben dem Klimawandel zu den wesentlichen Bedrohungen des größten Korallenriffs der Erde, dem Great Barrier Reef, zählt. Die Universität Queensland in Brisbane entwickelt deshalb alternative Strategien für die Düngung in der Landwirtschaft. „Unsere

thermisch behandelte Klärschlammasche passt sehr gut in dieses Konzept“, berichtet Adam.

“Phosphates are vital for all living creatures because their functions cannot be replaced by any other substance,” says Dr. Christian Adam. Plants grow better when the soil is sufficiently supplied with this nutrient. On the other hand, phosphates can pollute the waters and accumulate in sewage sludge from wastewater treatment. Now is the right time to recover this precious resource from wastewater treatment plant residues. “The first symposia about such a circular economy took place in the 1990s, then the topic became more important in 2007 when phosphate rock prices suddenly rose sharply on the world market,” recalls the head of the Thermochemical Residues Treatment and Resource Recovery division. Adam recognised the potential of phosphorus recycling early on and BAM now has a patented process.

Sewage sludge becomes a raw material

Adam’s team takes ash produced by incinerating common sewage sludge and treats it in a rotary kiln at 1000 degrees Celsius. The kilns rotate constantly

and the material inside moves slowly through the long, hot tube set at a slight gradient. This heat treatment destroys residues from household chemicals and pharmaceuticals and removes toxic heavy metals such as arsenic, cadmium, mercury and lead which are captured by filters.

For the important step on the way to fertilisers, the scientists use a chemical reaction that has been known for centuries. They add alkalis, including soda, to the hot ash thereby producing calcium-alkaline phosphates. “This is a good fertiliser starting material because it is 100% available to plants but nearly insoluble in water,” explains Adam.

German wastewater treatment plant operators in particular can benefit from BAM’s achievements because their discharge consents have become more stringent due to the amendment of the Sewage Sludge Ordinance. Each municipality must submit a phosphorus recycling concept by 2023. “We can recover over 90 percent of the phosphorus that enters the wastewater treatment plant,” says Adam. Thus, the BAM method performs better than other comparable procedures. The BAM scientist estimates that 60,000 to 70,000 tonnes of phosphorus pass through German wastewater treatment plants every year. “The recycled phosphate not only reduces the environmental impact but may also replace about a quarter of the fertilisers used in Germany.”



*Vom Reststoff zum neuen Produkt:
In mehreren Prozessschritten wird
aus Klärschlammasche ein Dünger-
Granulat.*

*From residue to the new product: In
several process steps, sewage sludge
ash becomes a fertiliser granulate.*

BAM's researchers have been cooperating with industrial partners for years and their concept also works at an industrial scale. If the thermal recycling is implemented in everyday operation, the installations may be up to 100 metres long. The plan is to use large rotary kilns similar to those for cement production. "The larger the plant, the more economical the process," says Adam. Sewage sludge ash refining may begin in Germany in one to two years, the expert estimates.

Towards the "future's fertiliser"

Christian Adam believes that the new fertiliser has even more potential. "Phosphorus recycling should be considered in the context of other nutrients such as nitrogen and potassium." These additives change the fertiliser's bioavailability. Many conventional products provide phosphate in the first few weeks when the plant is still young. Fertilisers of the future will provide phosphate in sync with the plant's needs and will provide enough replenishment when the plant is in its strongest phase of growth.

BAM has already tested the use of its novel fertiliser on fields in Australia, and Brazilian farmers are also experimenting with it in sugar cane cultivation. The fields are usually fertilised once every five years when the sugarcane plants are replanted in the fields. "The farmers pre-load the soil with fertiliser so it is particularly important that the phosphates become available to the plants as needed and are not washed out early by the rain," explains Adam.

Double advantage: protection of ecosystems and economic independence

BAM's phosphorus recycling process attracts great international interest because it increases the independence of producers from Morocco and Western Sahara among other places. More than 70 percent of global phosphate rock reserves can be found in this region and processing of this rock causes significant environmental damage in the producing countries. In addition, some of the natural phosphate rocks are contaminated with toxic heavy metals such as cadmium, uranium and thorium which can also reach the groundwater through the use of fertilisers. "These problems have long been ignored," Adam looks back critically.

Conventional phosphate fertilisers can also pose a threat to sensitive ecosystems. Water-soluble fertilisers enter the groundwater through the rain or end up in the sea via rivers and lakes. An oversupply of nutrients often results in an algal bloom. Australian researchers have discovered that, in addition to climate change, rising phosphate content in seawater is one of the biggest threats to the earth's largest coral reef, the Great Barrier Reef. The University of Queensland in Brisbane has therefore been developing alternative strategies for fertilisation in agriculture. "Our thermally treated sewage sludge ash fits in very well with this concept," says Adam.

KONTAKT/CONTACT

Dr. Christian Adam
Christian.Adam@bam.de

Thermochemische Reststoffbehandlung und Wertstoffrückgewinnung
Thermochemical Residues Treatment and Resource Recovery



© Michael Danner



*Überlebenskünstler: Bakterien, die gegen
Biozide resistent geworden sind*

*Survival of the fittest: Bacteria that
have become resistant to biocides*

DIE ABWEHRTRICKS DER BAKTERIEN ENTSCHLÜSSELN

Viele Mikroorganismen sind Meister in der Anpassung. Damit können sie sogar den Einsatz von Antibiotika, Desinfektions- und Materialschutzmitteln überleben. Für den Menschen kann es gefährlich werden, wenn Krankheitserreger und materialzerstörende Mikroorganismen nicht wirksam bekämpft werden können. Deshalb sucht die BAM nach den Mechanismen, mit denen Bakterien sich gegen Biozide wehren. Wer die Tricks der kleinen Lebewesen kennt, kann beispielsweise die Hygienemaßnahmen im Krankenhaus entsprechend anpassen oder die Infrastruktur besser vor Zerfall schützen.

DECIPHERING THE DEFENSIVE TRICKS OF BACTERIA

Many microorganisms are masters of adaptation. They can even survive antibiotics, disinfectants and material preservatives. For humans, it can be dangerous if pathogens and material-destroying microorganisms cannot be effectively controlled. That is why BAM is looking for the mechanisms that bacteria use to fight biocides. Anyone familiar with the tricks of the small creatures can, for example, adapt the hygiene measures in hospitals accordingly or better protect the infrastructure from disintegration.

Die Laborarbeit von Dr. Frank Schreiber und seinem Team ist nicht jedermanns Sache. Der Mikrobiologe arbeitet mit Pilzen und Bakterien, die die Gesundheit schädigen oder Materialien zerstören können. „Diese Organismen lassen sich durch den Einsatz von Bioziden wie Desinfektions- oder Materialschutzmittel und Antibiotika abtöten, aber einige von ihnen haben die Fähigkeit entwickelt, sich dagegen zu wehren – sie sind resistent geworden“, erläutert Schreiber. Solche resistenten Organismen interessieren den BAM-Forscher aus dem Fachbereich Biologische Materialschädigung und Referenzorganismen besonders. Im Mittelpunkt stehen dabei Bakterien. Ihre Verbreitung kann dramatische Folgen haben: Antibiotika verlieren ihre Wirkung gegen Krankheiten, Desinfektions- und Materialschutzmittel bleiben ohne Effekt. „Die wachsende Gefahr durch resistente Keime im Krankenhaus ist das bekannteste Beispiel für diese Entwicklung“, sagt Schreiber. „Es gibt schon besorgniserregende Beispiele, bei denen Biozide an der Entstehung von Antibiotikaresistenzen beteiligt sind.“

Eine Strategie erzeugt viele Resistenzen

Die Forscherinnen und Forscher der BAM wollen verstehen, mit welchen Mechanismen sich Bakterien beispielsweise gegen Desinfektions- oder Holzschutzmittel wappnen. Dieses Wissen ist wichtig, weil die Erfahrung zeigt, dass Bakterien

Kreuzresistenzen entwickeln können: „Dieses Phänomen kann dazu führen, dass ein Organismus beispielsweise durch den Kontakt zu einem Holzschutzmittel plötzlich auch gegen Antibiotika resistent ist“, berichtet Schreiber. Als Beispiel nennt er molekulare Pumpen, die Zellen verwenden, um unterschiedliche Giftstoffe aus dem Inneren durch die Zellmembran nach außen zu transportieren. „Die Organismen können diese Pumpen hochregulieren, oder sie verändern das Spektrum von Substanzen, die sie damit nach außen pumpen können.“

Ob der Einsatz von Bioziden, die in Materialschutz- oder Desinfektionsmitteln eingesetzt werden, die Wirkung von Antibiotika beeinflusst, ist eines der großen Themen der Forscherinnen und Forscher. „Wir verwenden bei unseren Experimenten die Biozide in niedrigen Konzentrationen, die die Bakterien nicht vollständig abtöten, und untersuchen diejenigen Zellen, die sich unter diesen schwierigen Bedingungen durchsetzen“, erklärt Schreiber das Prinzip. Manchmal entdecken sie dabei eine Veränderung in den Genen, die den Bakterien einen Überlebensvorteil gegenüber ihren Artgenossen verschafft. Wenn die Resistenzgene an die nächste Generation weitergegeben werden, verliert das Biozid seine Wirkung – und im schlechtesten Fall schützt die Eigenschaft die Bakterien auch vor der Wirkung von Antibiotika.

Oberflächen als Trainingslager für Bakterien

Ein Schwerpunkt der Resistenzforschung sind Oberflächen, auf denen Bakterien sich gerne ansiedeln. Das können Türklinken oder Ablageflächen in Krankenhäusern, aber auch medizinische Hilfsmittel wie Katheter oder Implantate sein. Diese Oberflächen werden mit einer Schutzschicht versehen, die eine Ansiedlung von Bakterien verhindern soll. „Bei den häufig verwendeten Beschichtungen mit Silber ist das Risiko von Kreuzresistenzen zu Antibiotika beispielsweise besonders hoch, denn für im Wasser gelöstes Silber ist die Ausbildung solcher Resistenzen schon länger bekannt“, berichtet Schreiber. Für viele andere Biozide, die auf oder in Beschichtungen verwendet werden, sei dieses Phänomen aber bisher kaum untersucht. Deshalb erforscht die BAM nun, wie Antibiotika-resistente Bakterien auf Materialbeschichtungen mit Bioziden reagieren.

Auf Oberflächen bilden sich zudem oft Gemeinschaften aus Bakterien, die als Biofilme bezeichnet werden. Diese Biofilme können höhere Antibiotikakonzentrationen tolerieren als einzelne Bakterien. Wenn diese Flächen regelmäßig mit Desinfektionsmitteln gesäubert werden, kann das Putzen zu einer Art Trainingslager für die Bakterien werden. „Die Organismen sind dabei einer zyklischen Beanspruchung durch den Biozid-Einsatz ausgesetzt; es gibt einen ständigen Wechsel zwischen Wachstum und

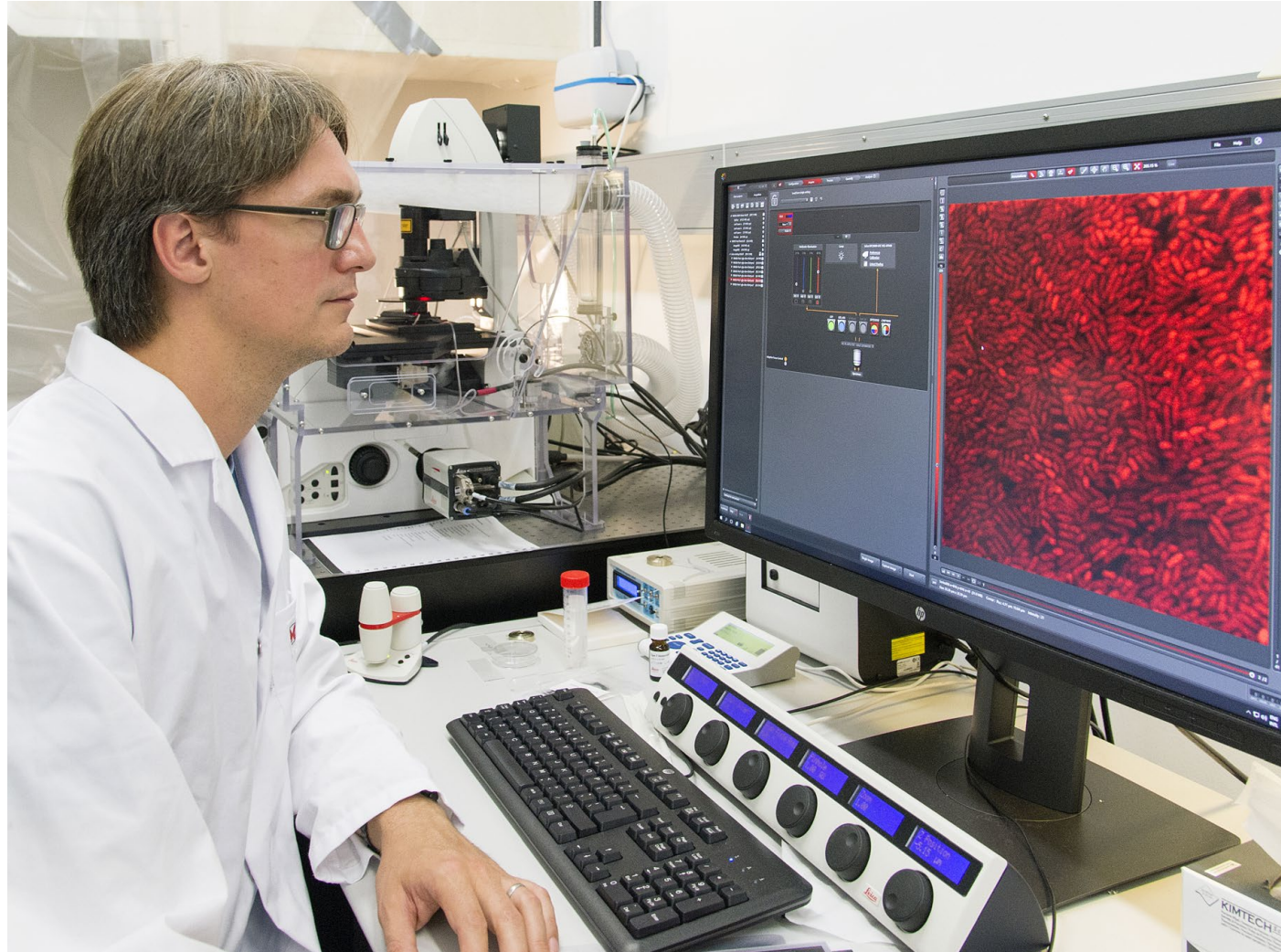
Absterben“, erklärt der Forscher. In der Wachstumsphase können die Bakterien ihr Genom verändern und dadurch Resistenzen entwickeln. „Es kommt häufig vor, dass Bakteriengemeinschaften solche Spezialisten hervorbringen, die sich gut angepasst haben und optimal auf die jeweiligen Lebensbedingungen eingestellt sind“, berichtet Schreiber.

Nutzen für den Alltag in Kliniken

Das Team der BAM kooperiert eng mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Deutschland, der Schweiz, England und den Niederlanden. Die Ergebnisse der Forschung sollen direkt in den praktischen Alltag einfließen. „Wir wollen Handlungsempfehlungen für die Kliniken formulieren,

Biofilm in Großaufnahme: Dr. Frank Schreiber betrachtet eine Mikroskopaufnahme von Bakterien, die auf Oberflächen wachsen.

Biofilm in close-up: Dr. Frank Schreiber looks at a microscopic image of bacteria that grow on surfaces.



sowie Ärzte und Hersteller von biomedizinischen Materialien über unsere Forschungsergebnisse informieren, damit die Entwicklung von Resistenzen eingedämmt werden kann“, sagt Schreiber.

Antibiotikaresistenzen sind ein wachsendes gesellschaftliches Problem, deshalb will das Forschungsteam mit seinen Erkenntnissen auch die Zulassung von Bioziden optimieren. Für das Zulassungsverfahren erarbeitet die BAM Stellungnahmen, für die sie beispielsweise die Wirksamkeit von Materialschutzmitteln überprüft. „Im Gesetz heißt es aber auch, dass Biozide keine unannehmbaren Resistenzen verursachen dürfen“, erläutert Schreiber. Im Idealfall entsteht aus seiner Forschung eine Art genormter Test, mit dem sich zuverlässig das Risiko ermitteln lässt, ob eine Substanz die Verbreitung von Resistenzen fördert. Bisher gibt es solch einen Test weder in der medizinischen Praxis noch bei der behördlichen Zulassung: „Mit unserer Forschung tragen wir dazu bei, dass Wirkstoffe wirksam bleiben – zum Schutz von Materialien und zum Schutz der Gesundheit“, fasst Schreiber das Ziel seiner Arbeit zusammen.

The laboratory work of Dr. Frank Schreiber's team is not for everyone. The microbiologist works with fungi and bacteria that can damage your health

or destroy materials. “These organisms can be killed by biocides such as disinfectants or material preservatives and antibiotics, but some of them have developed the ability to defend themselves – they have become resistant,” explains Schreiber. Such resistant organisms are of particular interest to the BAM researcher from the Biodeterioration and Reference Organisms division. Bacteria are the focus of his work. Their spread can have dramatic consequences since antibiotics may lose their efficacy against diseases and disinfectants and material protection agents have no effect. “The growing threat of resistant bacteria in hospitals is the best-known example of this development,” says Schreiber. “There are already worrying examples where biocides are involved in the evolution of resistance to antibiotics.”

A single strategy generating multiple resistance

The BAM researchers want to understand the mechanisms by which bacteria can arm themselves against disinfectants or wood protection agents. This knowledge is important because experience shows that bacteria can develop cross-resistance: “Surprisingly, this phenomenon can lead to an organism being suddenly resistant to antibiotics due to contact with a wood protection agent,” says Schreiber. He mentions molecular pumps that cells use to transport different toxins from the inside through the cell

membrane to the outside as an example. “Organisms can upregulate these pumps, or they change the spectrum of substances they can pump out.”

Whether biocides used in material preservatives or disinfectants influence the effect of antibiotics is one of the researchers' biggest topics. “In our experiments, we use biocides in low concentrations that do not completely kill the bacteria and investigate those cells that survive in these difficult conditions,” Schreiber explains. Sometimes they discover a change in the genes which gives the bacteria a survival advantage over their conspecifics. When the resistance genes are passed on to the next generation, the biocide loses its effect – and in the worst case, this trait also protects the bacteria from the antibiotics.

Surfaces as training camps for bacteria

Resistance research is focused on surfaces that bacteria like to settle upon. These can be door handles or shelf spaces in hospitals or medical equipment such as catheters or implants. These surfaces are provided with a protective layer to prevent the colonisation of bacteria. “There is a particularly high risk of cross-resistance to antibiotics in the case of the commonly used silver coatings and the formation of such resistances for silver dissolved in water has been known for some time,”

says Schreiber. However, this phenomenon has barely been studied for many other biocides used on or in coatings. Therefore, BAM is now investigating how antibiotic-resistant bacteria react to biocides on material coatings.

Bacteria often form communities called biofilms on surfaces. These biofilms can tolerate higher concentrations of antibiotics than individual bacteria. If these surfaces are regularly cleaned using disinfectants, this can become a kind of training camp for the bacteria. “The organisms are exposed to cyclic stress due to the use of biocides; there is a constant change between growth and death,” explains the researcher. In the growth phase, bacteria can change their genome and thereby develop resistance. “It often happens that bacterial communities produce specialists who have adapted well and are optimally attuned to their respective living conditions,” says Schreiber.

Use for everyday life in clinics

The BAM team cooperates closely with scientists from Germany, Switzerland, England and the Netherlands. The research results should flow directly into everyday practical life. “We want to formulate action recommendations for the clinics and inform doctors and manufacturers of biomedical materials about our research results so that the development of resistance can be contained,” says Schreiber.

Antibiotic resistance is a growing problem for society, this is why the research team also want to use their findings to optimise the approval of biocides. For the approval procedure, BAM prepares reports in which the effectiveness of material preservatives is stated. “The law also states that biocides must not cause unacceptable resistance,” explains Schreiber. Ideally, his research will produce a kind of standardised test that will reliably determine the risk of whether a

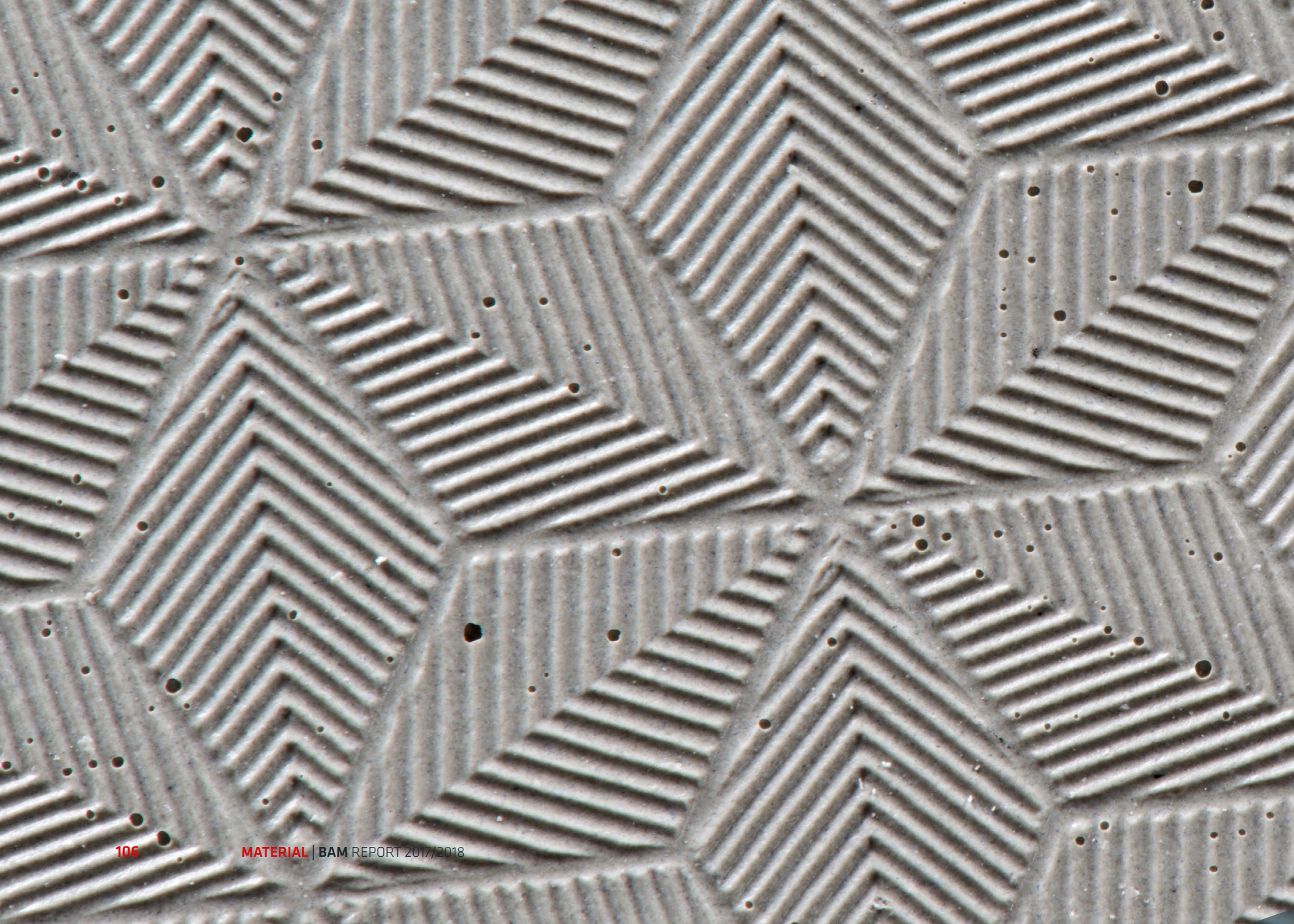
substance encourages the spread of resistance. So far there is no such test in medical practice or in regulatory approval: “Our research contributes to ensuring that active substances remain effective for the protection of materials and for safeguarding health,” summarises Schreiber the goal of his work.

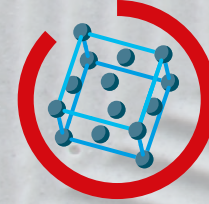
KONTAKT/CONTACT

Dr. Frank Schreiber
Frank.Schreiber@bam.de

Biologische Materialschädigung und Referenzorganismen
Biodeterioration and Reference Organisms







THEMENFELD
MATERIAL
FOCUS AREA
MATERIALS

THEMENFELD MATERIAL

FOCUS AREA MATERIALS

Materialwissenschaft und Werkstofftechnik sind Schlüsseltechnologien einer modernen Industriegesellschaft und bilden die klassischen Kernkompetenzen der BAM. Materialien, Stoffe und Werkstoffe bestimmen Eigenschaften, Funktionalität, Qualität und Sicherheit von Produkten. Unsere Aktivitäten im Themenfeld Material konzentrieren sich auf Fragen ihrer Charakterisierung, Nutzungsdauer, Zuverlässigkeit und Nachhaltigkeit. Wir verfügen seit Jahrzehnten über eine ausgewiesene Kompetenz im Bereich Materialforschung und -prüfung und setzen diese interdisziplinär in allen Themenfeldern ein.

Im Fokus unserer Arbeit im Themenfeld Material stehen die Aktivitätsfelder Life Cycle von Komponenten, Degradation von Werkstoffen und Materialien sowie Materialien und Stoffe.

Materials science and materials engineering are key technologies in a modern industrial society and represent BAM's conventional core competence. Materials and substances determine the essential properties, functionality, quality and safety of products. Our activities in the focus area materials are directed at issues of service life, reliability and sustainability where we have decades of proven expertise in materials research and testing. This expertise is then implemented across all disciplines throughout all focus areas.

Our activities within this focus area include life cycle of components, degradation of materials, and materials and substances.



3D-DRUCK IN SCHWERELOSIGKEIT

Für Astronauten wird das Leben und Arbeiten im Weltraum zukünftig einfacher, wenn sie Werkzeuge und Ersatzteile nach Bedarf ausdrucken können. Die BAM hat dazu einen 3D-Drucker entwickelt, der auch in Schwerelosigkeit funktioniert. Das System hat den ersten Test erfolgreich absolviert. Dafür ist das BAM-Team nicht ins Weltall geflogen, sondern nach Bordeaux gefahren. Dort hat es an Bord eines Flugzeugs, das Schwerelosigkeit simulieren kann, einen kleinen Schraubenschlüssel produziert. Eine Premiere: Es ist das erste metallische Werkzeug, das unter Zero-Gravity-Bedingungen entstanden ist.

3D PRINTING IN ZERO GRAVITY

Living and working in space could become easier for astronauts in the future if they can print their tools and spare parts when they need them. BAM has developed a 3D printer that also works in zero gravity. The system successfully completed its first test already. But the BAM team did not fly into space, instead they travelled to Bordeaux where they produced a small wrench on board an aeroplane that can simulate weightlessness. The 11 mm open-end wrench is the first metallic tool produced under zero gravity conditions.

Ready for take-off: Prof. Dr. Jens Günster und sein Team freuen sich auf den Start der 30. Parabelflugkampagne des DLR.

Ready for take-off: Prof. Dr. Jens Günster and his team are looking forward to the launch of DLR's 30th parabolic flight campaign.



Der Pilot des Airbus A310 zählt langsam hoch. „20, 30, 40“, tönt es aus den Lautsprechern im Innenraum der umgebauten Passagiermaschine. Die Zahlen beschreiben den Winkel, in dem das Flugzeug steil nach oben fliegt. Die Schwerkraft presst die Wissenschaftler an Bord auf den Boden der Maschine, wo sie festgeschnallt auf Polstermatten liegen. Doch der Pilot zieht die Spitze des Airbus noch weiter hoch. „50“, zählt er weiter. Dann folgt das Kommando: „Injection“. Das Flugzeug geht dabei in einen steilen Sinkflug über. An Bord der Maschine entsteht das Gefühl von Schwerelosigkeit. Prof. Dr. Jens Günster und seinem Team bleiben jetzt 22 Sekunden Zeit für ihr Experiment. Nach dieser kurzen Phase wird der Pilot die Maschine aus dem Sinkflug abfangen und die schwebenden Passagiere spüren wieder den Flugzeugboden unter den Füßen.

Und so sieht er aus: der erste 11er-Maulschlüssel aus Metall, der in Schwerelosigkeit gedruckt wurde.

And this is what it looks like: The first 11 mm open-end wrench made of metal, which was produced in weightlessness.

Das BAM-Team hat einen 3D-Drucker im Flugzeug installiert, der unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit ein Werkzeug aus Metall produzieren soll. „Unsere Anlage könnte zukünftig in der Internationalen Raumstation und bei längeren Aufenthalten im Weltall die Astronauten mit Ersatzteilen und Ausrüstung versorgen, die sie nicht mehr von der Erde mitnehmen müssen“, erklärt Günster. „Zum Beispiel auch bei einem künftigen Flug zum Mars.“ Den Beweis, dass das Verfahren funktioniert, präsentiert der Leiter des Fachbereichs Keramische Prozesstechnik und Biowerkstoffe gern: In seiner Hand liegt ein 11er-Maulschlüssel, entstanden in der Schwerelosigkeit.

Gut vorbereitet in die simulierte Schwerelosigkeit

„Für einen Parabelflug müssen wir genau wissen, was wir an Bord machen wollen“, erklärt Günster. Für 22 Sekunden allein würde sich der Aufwand kaum lohnen, aber der Pilot absolviert das Manöver Schwerelosigkeit an einem Flugtag 31 Mal. Nach jeweils fünf Parabeln gönnt er seinen Passagieren eine fünfminütige Ruhephase. „In diesen Pausen konnten wir die gewonnenen Erkenntnisse nutzen und das Experiment noch während des Fluges variieren.“

Das Flugzeug startet an vier Tagen hintereinander und absolviert dabei 124 Parabelflüge. Insgesamt stehen damit im Zero-Gravity-Flugzeug 45 Minuten Schwerelosigkeit zur Verfügung.

Jens Günster ist Spezialist für additive Fertigungssysteme, wie die 3D-Drucker im Fachjargon genannt werden. Bei seinem 3D-Drucker steuert ein Computer den Druck anhand von dreidimensionalen Konstruktionsdaten. Zunächst wird eine Schicht Pulver abgelegt, das

lokal von einem Laserstrahl verschmolzen wird. Dabei stapelt er das Rohmaterial und die verschmolzenen Bereiche des Pulvers wie winzige Bauklötze präzise nebeneinander. „Das Auftragen dieser Schichten ist in der Schwerelosigkeit sehr schwierig, denn das Pulver schwebt eigentlich in alle Richtungen“, erklärt Günster. „Wir fixieren das Pulver deshalb durch einen Luftstrom auf einer Bodenplatte und dabei muss trotz der Luftzufuhr jede einzelne Schicht optimal ausgebildet werden.“

Erst Keramik, dann Metallpulver

Im September 2017 hatte das Team die ersten Parabelflugkampagne absolviert und schon sechs Monate später durfte es das zweite Mal die Reise in die Schwerelosigkeit antreten. „Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, das DLR, zeigte sofort großes Interesse an unserer Entwicklung und hat uns erneut eingeladen, einen der begehrten 13 Plätze an Bord für unser Experiment zu übernehmen“, erzählt Günster. Der Materialforscher profitiert von der langjährigen engen Kooperation zwischen dem DLR und der Technischen Universität Clausthal, wo er eine Professur für Hochleistungskeramik innehat.

„Das war eine einmalige Chance“, erinnert sich Günster. „Beim ersten Flug hatten wir für den Test der Anlage noch ein Keramikpulver für den Drucker verwendet. Bis zum zweiten Flug mussten wir alles für den Werkstoff Metall einrichten.“ Eine gravierende Veränderung auch für die Sicherheit an Bord: Metallstäube sind brennbar oder sogar explosiv und die geschlossene Anlage für den 3D-Druck mit einem Volumen von etwa zehn Litern könnte bei Überdruck platzen. Zudem benötigen die Forscherinnen und Forscher einen Laser mit einer Leistung von 200 Watt – weit mehr, als bisher bei

Parabelflügen eingesetzt wurde. Doch das Team hat es in der relativ kurzen Zeit bis zum zweiten Parabelflug geschafft, die hohen Sicherheitsanforderungen des Flugzeugbetreibers Novespace zu erfüllen.

Neues Verfahren bringt auch auf der Erde Vorteile

„Metalle sind in der Raumfahrt sehr wichtig; in einer Raumstation gibt es tausende Schrauben, Bolzen und andere Metallteile“, erläutert Günster. Die Forscherinnen und Forscher der BAM sind bisher die einzigen, die Werkzeug und Ersatzteile aus Metall im Weltall fertigen könnten.

Von dem mittlerweile in den USA patentierten Verfahren der BAM profitieren nicht nur Astronauten, sondern auch die Anwender auf der Erde. „Wenn wir während des 3D-Drucks Luft oder ein anderes Prozessgas durch das verwendete Pulver ziehen lassen, verbessert sich bei Keramiken die Qualität des Produkts“, berichtet Günster. Dafür seien der spezielle Drucker und die neue Technologie eigentlich entwickelt worden. Von Parabelflügen und Weltraummissionen war zunächst gar nicht die Rede. „Das ist toll, wenn die Ergebnisse der eigenen Forschung plötzlich in einem anderen Umfeld angewendet werden können“, findet Jens Günster.

Vielleicht unternimmt der 3D-Drucker bald sogar seine erste unbeleitete Reise in Richtung Weltall: In Höhenforschungsraketen des DLR herrscht für ein paar Minuten Schwerelosigkeit, bevor sie zur Erde zurückkehren. Menschen sind bei diesen Flügen nicht an Bord, der Drucker müsste dann bereits automatisch arbeiten. Günster

und sein Team haben dann festen Boden unter den Füßen, schauen in den Himmel und steuern das Experiment von der Erde aus.

The pilot of the Airbus A310 slowly counts. “20, 30, 40” comes from the speakers in the converted passenger aircraft. The numbers give the pitch angle at which the aircraft climbs steeply upwards. Gravity forces the scientists on board to the floor where they lie on padded mats with their safety belts fastened. But the pilot pulls the nose of the Airbus even further up and keeps counting: “50.” Then the command comes: “injection.” The plane goes into a steep descent and the people on board become weightless. Prof. Dr. Jens Günster and his team now have 22 seconds left for their experiment. After this brief zero gravity phase, the pilot levels out and the hovering passengers will again feel the aircraft floor under their feet.

*Schwerelos: Jens Günster
während eines Parabelflugs*

*Weightless: Jens Günster
during a parabolic flight*



EXIT

DLR



The BAM team has installed a 3D printer on the plane designed to produce a metal tool under conditions of weightlessness.

“Our equipment could supply astronauts with spare parts and tools at the International Space Station and on prolonged stays in space, for example, on a future flight to Mars, so they no longer have to bring them from Earth,” Günster explains.

The head of the Ceramic Processing and Biomaterials division is pleased to present the evidence that the procedure works: In his hands he holds an 11 mm open-end wrench produced in weightlessness.

Well prepared for simulated weightlessness

“For a parabolic flight we have to know exactly what we want to do on board,” explains Günster. The effort would be hardly worthwhile for 22 seconds alone but the pilot performs the zero gravity manoeuvre 31 times on a normal flight day. He gives his passengers a five-minute period of rest after five parabolas. “During these breaks we are able to use the information gained and modify the experiment during the flight.”

The plane takes off four days in a row and completes 124 parabolic flights. Altogether, there are 45 minutes of weightlessness on board of the zero gravity plane.

Jens Günster is a specialist in additive manufacturing systems as the 3D printers are known among experts. In his 3D printer, a computer controls the printing process relying on three-dimensional design data.

First, a layer of powder is applied which is melted locally by a laser beam, then, the tool is formed by stacking the raw material and the molten areas of the powder like tiny building blocks precisely next to each other. “The layers are very difficult to apply in weightlessness because the powder actually floats in all directions,” explains Günster. “That’s why we fix the powder to a base plate by a stream of air, but every single layer has to be optimally formed despite the air flow.”

First ceramic, then metal powder

The team completed the first parabolic flight campaign in September 2017 and the second journey into weightlessness took place six months later. “The German Aerospace Centre (DLR) immediately showed great interest in our research and invited us to take over one of the coveted 13 places on board to perform our experiment,” says Günster. The materials researcher benefits from the longstanding close cooperation between DLR and Clausthal University of Technology (CUT) where he holds a professorship in high-performance ceramics.

“That was a unique opportunity,” Günster recalls. “We used a ceramic powder for the printer to test the system on the first flight. We had to set up everything for the metallic material by the second flight.” This was a major change for the safety on board: metal dusts are flammable or even explosive and the ten-litre closed pressurised system for the 3D printing could burst. In addition, the researchers needed a 200 Watt laser – much more powerful than what was previously used in parabolic flights. However, the team managed to meet the aircraft operator

Novespace's high safety requirements in the relatively short time before the second parabolic flight.

people on board these flights and the printer must work automatically. Günster and his team would then have solid ground under their feet and could control the experiment remotely from Earth.

New method also brings advantages on Earth

“Metals are very important in space travel: there are thousands of screws, bolts and other metal parts in a space station,” says Günster. BAM researchers so far are the only ones who can produce metal tools and spare parts in space.

Not only astronauts benefit from the method which BAM has patented in the USA, but also people on Earth. “If we let air or another process gas flow through the powder used during 3D printing, the quality of the ceramic product improves,” reports Günster. Actually, the special printer and the new technology were developed for this purpose. Parabolic flights and space missions were not mentioned at all initially. “It's great when the results of your research can suddenly be applied in a different environment,” he says.

Perhaps the 3D printer will soon embark on its first unaccompanied journey towards space: the DLR high-altitude research rockets produce weightlessness for a few minutes before returning to Earth. There are no

KONTAKT/CONTACT

Prof. Dr. Jens Günster
Jens.Guenster@bam.de

Keramische Prozesstechnik und Biowerkstoffe
Ceramic Processing and Biomaterials



© Michael Danner



*Laser-Hybridschweißverfahren mit
elektromagnetischer Schmelzbad-
unterstützung*

*Laser hybrid welding with
electromagnetic meltpool support*



NEUE SCHWEISSTECHNIK FÜR DIE ENERGIEWENDE

Offshore-Windkraftanlagen zählen zu den wichtigsten Zukunftstechnologien. Doch für den Bau von Windrädern sind, ebenso wie für andere große Industrieanlagen aus Metall, tausende Schweißnähte nötig. Der BAM ist es gelungen, ein Schweißverfahren zu verbessern, mit dem nun auch besonders dicke Metallbleche verarbeitet werden können. Mit dieser innovativen Idee können die Hersteller von Windparks, Kreuzfahrtschiffen, Pipelines, Turbinen und viele andere Anwender in der Industrie viel Zeit und Geld sparen.

NEW WELDING TECHNOLOGY FOR THE ENERGY TRANSITION

Offshore wind turbines are among the most important future technologies. However, as with other large industrial metal equipment, thousands of weld seams are required for the construction of wind turbines. BAM was able to improve a welding process that allows the processing of particularly thick metal sheets. Manufacturers of wind farms, cruise ships, pipelines, turbines and many other industrial stakeholders can save a lot of time and money using this innovative idea.

Das Schweißen gehört zu den ältesten Techniken, die der Mensch entwickelt hat, um zwei Metallstücke miteinander fest zu verbinden. So entstehen aus Metallteilen riesige Konstruktionen wie Kreuzfahrtschiffe, Industrieanlagen, Erdgas-Pipelines oder Brücken. Doch je dicker die Bleche werden, desto schwieriger lassen sie sich verarbeiten. Deshalb beschäftigen sich die Forscherinnen und Forscher der BAM mit der Verbesserung von Schweißtechniken. „Wir haben eine Methode entwickelt, mit der bis zu 30 Millimeter dicke Bleche in einem einzigen Arbeitsgang geschweißt werden können“, sagt Dr. Andrey Gumenyuk. Ein großer Erfolg, der weltweit auf großes Interesse stößt.

Mit Laserstrahl und Lichtbogen

Das Team der BAM greift dabei auf eine erprobte Technologie zurück: das Laser-Hybridschweißen. „Dieser kombinierte Einsatz von Laserstrahl und Lichtbogen hat sich seit Jahrzehnten bewährt, weil Roboter die Schweißnähte schnell erstellen können und nur wenig Nacharbeiten nötig werden“, erklärt der Wissenschaftler aus dem Fachbereich Schweißtechnische Fertigungsverfahren. Im Automobilbau lag die erste große industrielle Anwendung bei Blechen mit ein bis drei Millimeter Stärke. Anfang der 2000er-Jahre zogen dann die Werften für den Schiffbau nach, die meist zehn Millimeter dicke Metallteile verarbeiten.

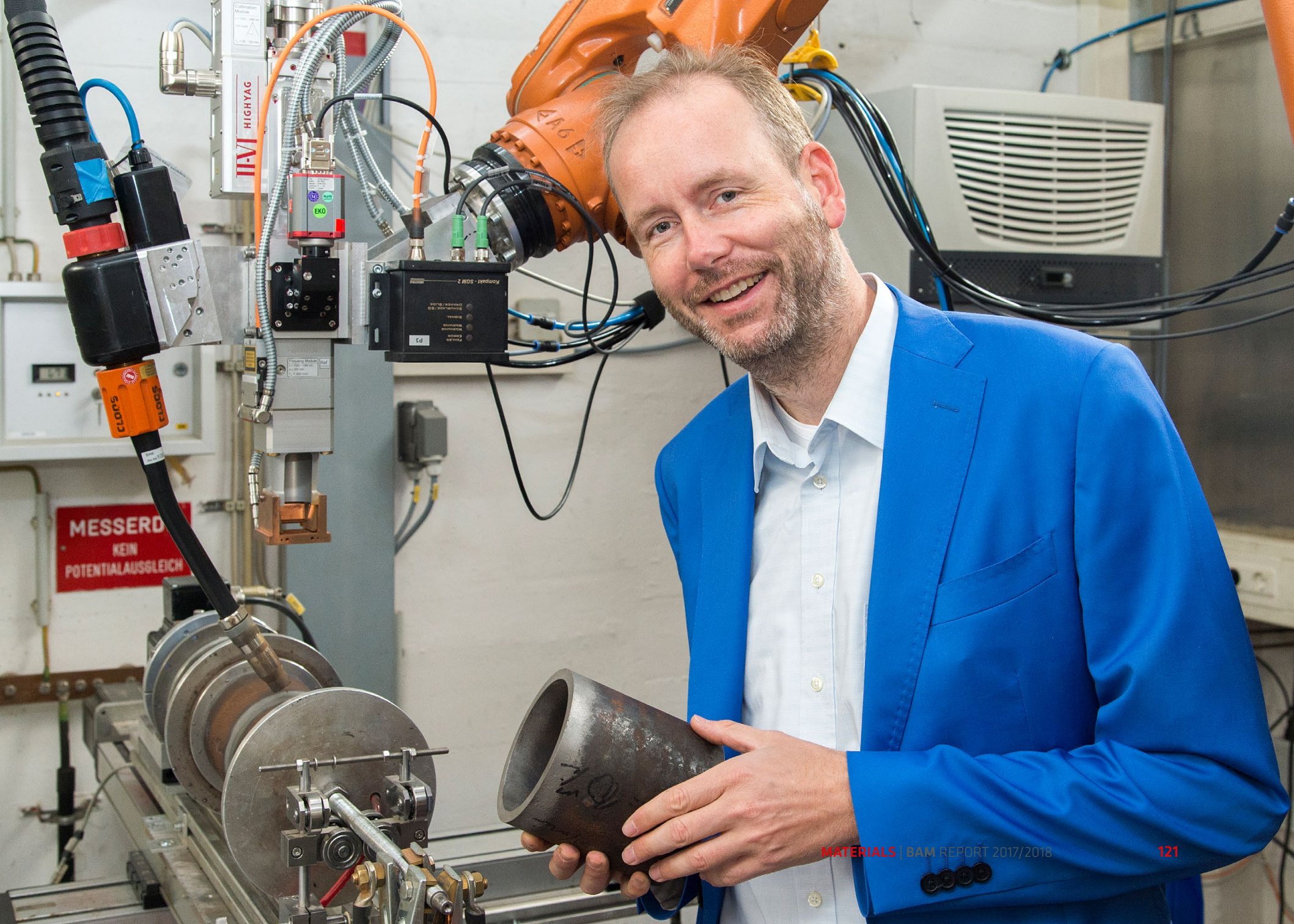
Doch wenn die Bleche noch dicker werden, stößt das Verfahren an seine Grenzen. Die Energie des Schweißgerätes dringt nicht mehr tief genug in das Material ein. „Wanddicken ab zehn Millimeter sind mit konventionellen Schweißverfahren nicht mehr in einem Durchgang schweißbar“, erklärt Gumenyuk. Bisher behelfen sich die Anlagenbauer deshalb mit einem Trick. Sie versehen die Bleche,

die verbunden werden sollen, mit einer V-förmigen Fuge, damit das Schweißgerät auch die tiefste Stelle erreichen kann. Dann werden die Bleche in mehreren Durchgängen zusammengeschweißt. Diese Mehr-lagentechnik ist extrem zeitaufwendig und verursacht hohe Kosten, weil die Fuge mit teuren Zusatzmaterialien gefüllt werden muss.

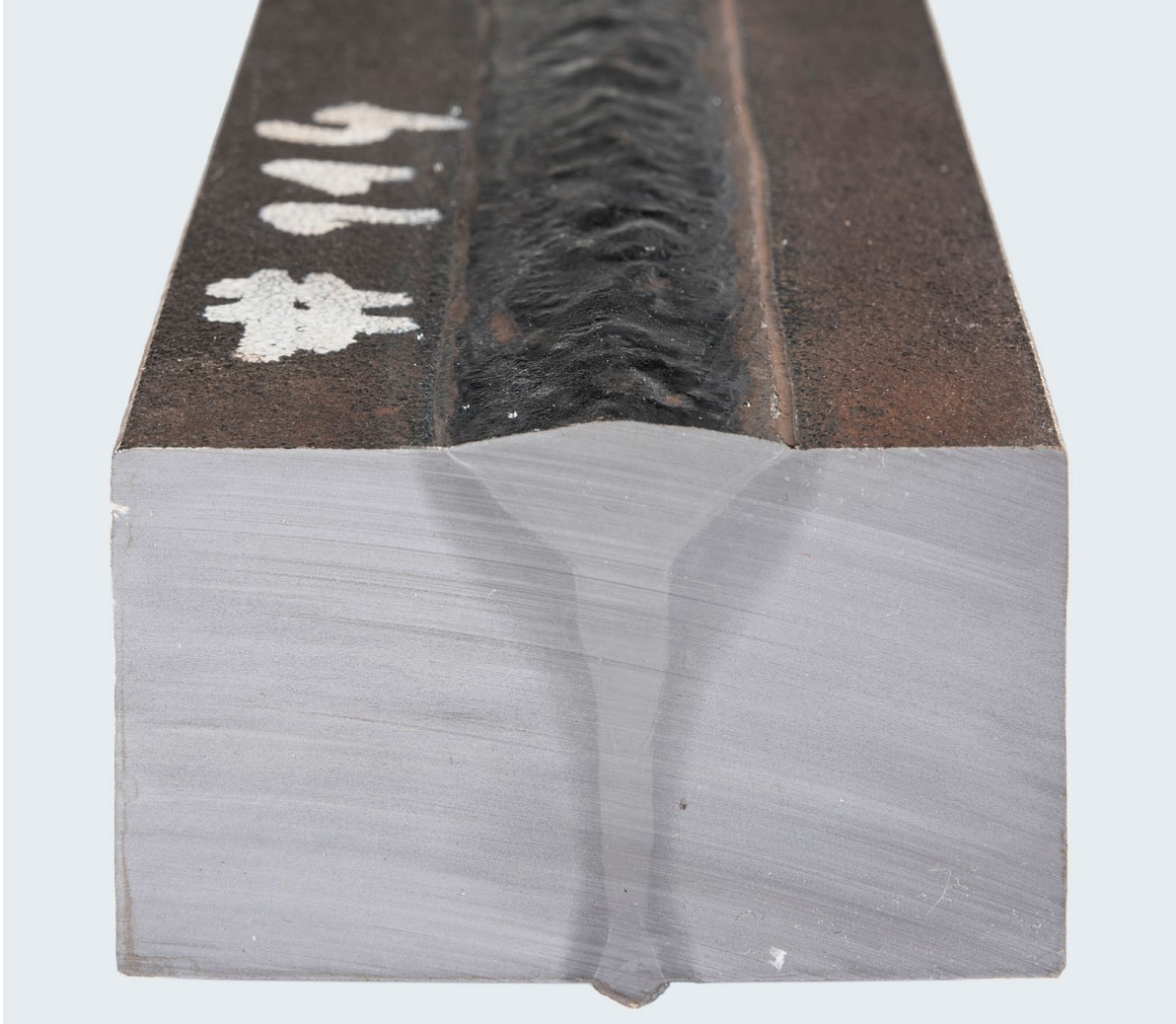
„Dank unserer Entwicklung reicht jetzt ein einziger Schweißvorgang“, erklärt der Ingenieur. Die Forscherinnen und Forscher der BAM erzeugen mit einem stärkeren Laserstrahl eine schmale, tiefe Schmelzzone, die das gesamte Metall durchdringt. Dadurch wird der V-förmige Spalt unnötig und die Bleche lassen sich gradkantig verschweißen. „Dafür müssen wir höhere Laser-Leistungen als allgemein üblich einsetzen“, erklärt Gumenyuk. Die Industrie verwendet beispielsweise in Automobilwerken und im Schiffbau Laser mit Leistungen von vier bis zwölf Kilowatt, das Team der BAM arbeitet bereits seit zehn Jahren mit einem 20-Kilowatt-Laser.

Prof. Dr. Michael Rethmeier vor einer Laserstrahl-Hybridschweißanlage

Prof. Dr. Michael Rethmeier in front of a laser beam hybrid welding machine



MESSERD
KEIN
POTENTIALAUSGLEICH



Die Idee: langsamer schweißen mithilfe eines Magneten

„Mit unserem Verfahren erzeugen wir über die gesamte Blechdicke von 20 Millimetern und mehr einen schmelzflüssigen Bereich“, erklärt der Ingenieur. Das hat allerdings auch Nachteile. Zum einen, weil die Abkühlungsbedingungen in der Schweißzone die Zähigkeit des Materials reduzieren. Zum anderen versucht die flüssige Metallsäule, in der Schweißzone nach unten zu entweichen, sie tropft aus. Die entscheidende Idee: Ein Elektromagnet unterhalb des Bleches generiert im Metall elektromagnetische Kräfte, die in der Schweißzone einen Stützeffekt erzeugen. „Mithilfe dieser Magnettechnik können wir langsamer

*Laser-Hybridschweißnaht, Stahl,
28 mm, einlagig geschweißt*

*Laser hybrid weld, steel, 28 mm,
single-layer welded*

schweißen, sodass die Schweißverbindungen die geforderte mechanische Festigkeit und Zähigkeit erreichen“, sagt der Wissenschaftler.

So ist es Gumenyuk und seinem Team gelungen, die bisherige Begrenzung für die Anwendung des Laser-Hybridschweißens von zehn Millimetern schrittweise in Richtung 30 Millimeter zu verschieben. Dabei profitieren sie von dem Know-how, das die BAM auf diesem Forschungsgebiet seit über drei Jahrzehnten angesammelt hat. Das Schweißen von Bauteilen zählt zu den besonders sicherheitsrelevanten Verfahren in der industriellen Fertigung. Mangelhaft ausgeführte Schweißarbeiten können zu schweren Unfällen führen und technische Anlagen dauerhaft außer Gefecht setzen. „Das kombinierte System, das wir jetzt für Dickblech-Anwendungen einsetzen, entwickeln wir an der BAM bereits seit 2007“, erzählt Prof. Dr. Michael Rethmeier, Leiter des Fachbereichs Schweißtechnische Fertigungsverfahren. Sämtliche Forschungsergebnisse müssen sich in der Praxis bewähren. „Wir werden an den Anforderungen der Anwender gemessen und müssen eine Reihe von Qualitätsnormen erfüllen, sonst könnte man das neue Verfahren nicht in der Industrie und im Anlagenbau einsetzen“, so Rethmeier.

Revolution für Offshore-Windparks?

Zwei Aspekte sind besonders interessant für die zukünftigen Anwender: „Wir schweißen auch Speziallegierungen auf der Basis von Nickel oder Titan, die beispielsweise für den Bau von Turbinen eingesetzt werden“, berichtet Gumenyuk. Und trotz ihrer Leistungsfähigkeit bleibt die neue Schweißtechnik voll automatisiert in verschiedenen Positionen mobil einsetzbar. Diese Vielseitigkeit ist beispielsweise bei

der Verlegung von Rohrleitungen interessant, bei der ein Schweißroboter für die Erstellung einer Rundnaht das Rohr umkreisen muss.

Für Offshore-Windparks könnte die Technologie der BAM zudem eine kleine Revolution auslösen. Für den Aufbau der Sockel- und Turmelemente sowie der unterstützenden Strukturen der Windenergieanlagen werden Bleche verarbeitet, die zum Teil über 80 Millimeter dick sind. Das mehrlagige Schweißen dauert dabei für eine einzige Schweißverbindung mehrere Stunden oder gar Tage. Mit dem Verfahren der BAM geht das deutlich schneller und kostengünstiger. So gesehen kann das neue Schweißverfahren sogar einen wichtigen Beitrag zur Energiewende liefern.

Welding is one of the oldest technologies that humans invented to join two pieces of metal together. This is how huge structures such as cruise ships, industrial installations, natural gas pipelines or bridges are created from metal components. But the thicker the sheets, the harder they are to process. That is why BAM researchers are working on improving welding technologies. “We have developed a method that can weld sheets up to 30 millimetres thick in a single step,” says Dr. Andrey Gumenyuk. A great success that is attracting large interest worldwide.

With laser beam and electric arc

The BAM team uses a proven technology: laser hybrid welding. “This combination of laser beam technology and the electric arc has proven

itself for decades because robots can quickly produce welded seams and it requires very little reworking,” explains the scientist from the Welding Technology division. The first major industrial application was in the automobile industry for sheet metals with a thickness of one to three millimetres. Shipbuilding yards followed at the beginning of the 2000s and processed ten-millimetre thick metal parts.

However, if the sheets are even thicker, the process reaches its limits. The energy of the welding machine no longer penetrates deep enough into the material. “Wall thicknesses of more than ten millimetres cannot be welded in one pass using conventional welding methods,” explains Gumenyuk. So far, plant builders have used a trick. They provide the sheets to be joined with a V-shaped gap so that the welding machine can reach the deepest point. Then the sheets are welded together with several passes. This multilayer technique is extremely time-consuming and causes high costs because the gap must be filled with expensive additional materials.

“Thanks to our development, a single welding process now suffices,” explains the engineer. The BAM researchers use a stronger laser beam to create a narrow, deep melting zone that penetrates the entire depth of the metal. As a result, the V-shaped gap is superfluous and the sheets can be welded edgewise. “For this we have to use higher powered lasers than usual,” explains Gumenyuk. The industry uses four to twelve kilowatts of power for automotive manufacturing and ship building while the BAM team has been using a 20-kilowatt laser for ten years.

The idea: slow welding using a magnet

“Our process produces a molten area across the entire sheet thickness of 20 millimetres or more,” explains the engineer. However, this also has disadvantages. For example, the cooling conditions in the weld zone reduce the toughness of the material. In addition, the liquid metal column in the weld zone tries to escape downwards and drips out. The new idea is to place an electromagnet below the metal sheet which generates electromagnetic forces in the metal that create a supporting effect in the weld zone. “This magnetic technology enables us to weld more slowly so that the welded joints achieve the required mechanical strength and toughness,” says the scientist.

Gumenyuk and his team have succeeded in gradually raising the previous 10-millimetre limit for laser hybrid welding to 30 millimetres. They have benefitted from the know-how that has accumulated at BAM in this field of research for over three decades. Welding components is one of the most safety-relevant processes in industrial production. Poorly performed welding work can lead to serious accidents and can put technical systems permanently out of action. “We have been developing this combined system for thick sheet metal applications at BAM since 2007,” says Prof. Dr. Michael Rethmeier, head of the Welding Technology division. All research results must prove themselves in practice. “We are measured by user requirements and have to meet a number of quality standards, otherwise the new process cannot be used in industry and plant engineering,” explains Rethmeier.

Revolution for offshore wind farms?

Two aspects are particularly interesting for future users: “We also weld special alloys based on nickel or titanium which are used for building turbines,” says Gumenyuk. Despite its high performance, the new welding technology can be used in various different positions for fully automated mobile use. This versatility is interesting, for example, when laying pipelines and a welding robot has to circle the pipe to produce a circumferential weld. In addition, BAM’s technology could trigger a small revolution in offshore wind farms. For the construction of the base and tower elements as well as the supporting structures, sheets are processed that are in some cases over 80 millimetres thick. Multilayer welding takes several hours or even days for a single weld. The BAM method makes this much faster and cheaper. In this sense, the new welding method can make an important contribution to the energy transition.

KONTAKT/CONTACT

Dr. Andrey Gumenyuk
Andrey.Gumenyuk@bam.de

Schweißtechnische Fertigungsverfahren
Welding Technology

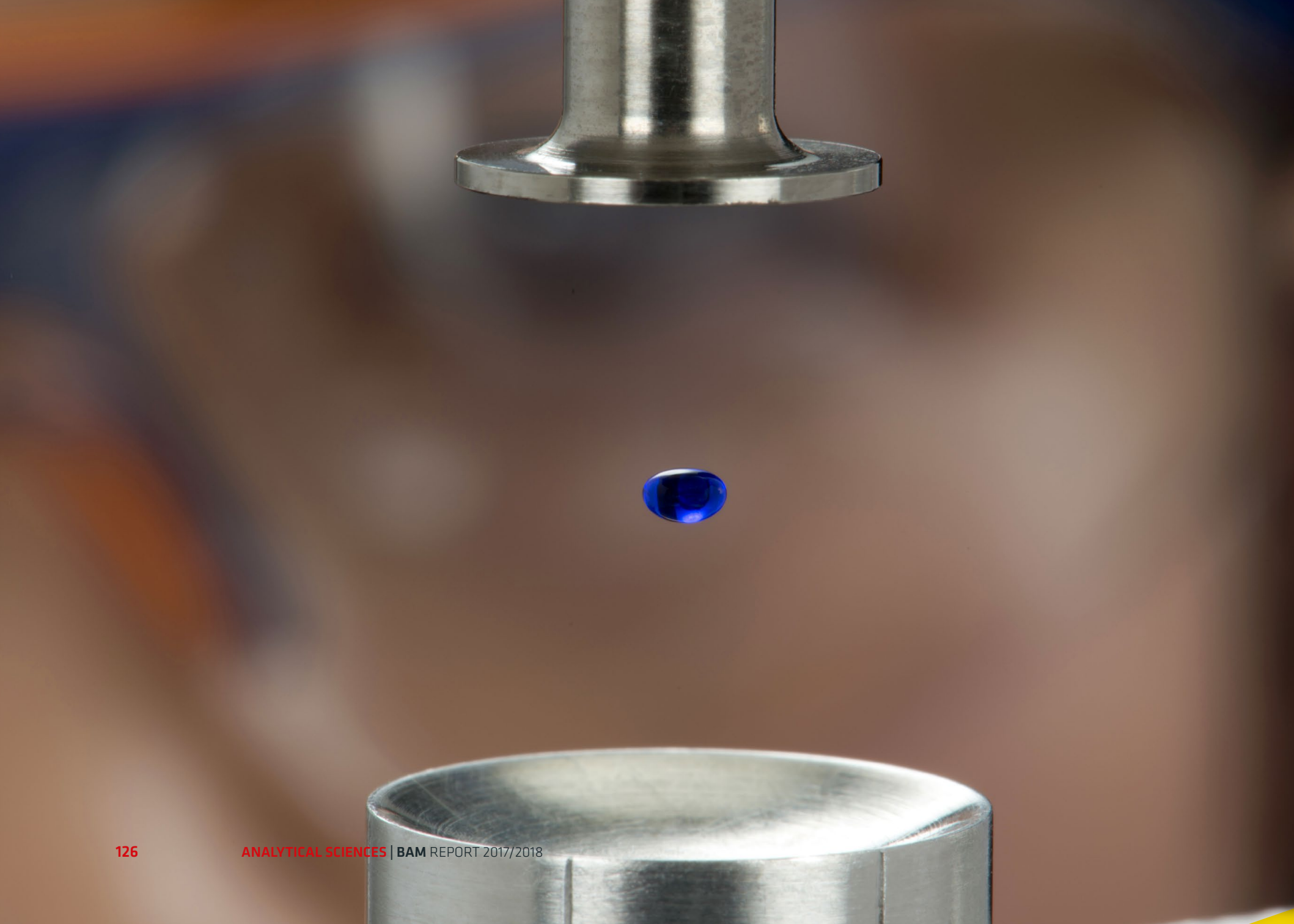


KONTAKT/CONTACT

Prof. Dr. Michael Rethmeier
Michael.Rethmeier@bam.de

Schweißtechnische Fertigungsverfahren
Welding Technology







THEMENFELD

ANALYTICAL SCIENCES

FOCUS AREA

ANALYTICAL SCIENCES

THEMENFELD ANALYTICAL SCIENCES

FOCUS AREA ANALYTICAL SCIENCES

Für viele wissenschaftliche und technische Problemlösungen und Innovationen sind die Analytical Sciences eine Schlüsseltechnologie an der Schnittstelle von Chemie, Physik, Biologie und Materialwissenschaften. Gesellschaftlich und politisch kontroverse Themen wie erneuerbare Energien, neue Technologien wie die Nanotechnologie oder die Nutzung von Ressourcen können erst mit verlässlichen analytischen Daten diskutiert werden. Die Wertschöpfung vieler Produkte und Prozesse ist in Bezug auf Quantität und Qualität von Analytical Sciences abhängig. Unsere Aktivitäten umfassen methodische und instrumentelle Aspekte von vielfältigen Prüf- und Messverfahren.

Im Fokus unserer Arbeit im Themenfeld Analytical Sciences stehen die Aktivitätsfelder Chemische Zusammensetzung und Spurenanalytik, Oberflächen- und Grenzflächenanalytik, Zerstörungsfreie Prüfung und Spektroskopie, Strukturanalytik und Materialografie, Sensorik und Qualitätssicherung.

Controversial issues in society and politics such as renewable energy, new technologies e.g. nanotechnology or the use of resources can only be discussed based on reliable analytical data. Added value of many products and processes in terms of quantity and quality depends on analytical sciences. Our activities include methodological and instrumental aspects of various test and measurement methods.

Our activities in the focus area analytical sciences include trace analysis and chemical composition, surface and interface analysis, non-destructive testing and spectroscopy structure analysis and materialography, sensor technology and quality assurance.

MIT MAUS DEN BLICK IN DIE NANOWELT SCHÄRFEN

Nanomaterialien spielen eine wachsende Rolle in der Industrie und im Alltag. Sie verleihen Oberflächen besondere Fähigkeiten, verbessern die Haltbarkeit und Farbigkeit von Produkten oder besitzen herausragende physikalische Eigenschaften. Doch wegen der winzigen Größe der Partikel scheitern viele Messmethoden bei der Charakterisierung des Materials. Die BAM verfügt seit Kurzem über eines der weltweit besten Messinstrumente für Nanostrukturen. Das neue Messgerät soll die sichere und verträgliche Nutzung der innovativen Nanomaterialien ermöglichen, und zwar über den gesamten Lebenszyklus bis zum Recycling oder zur Entsorgung.

LOOKING DEEPER INTO THE NANOWORLD WITH MAUS

Nanomaterials play an increasing role in the industry and in everyday life. They provide surfaces with special abilities, improve product durability and colour or have outstanding physical properties. However, many measurement methods fail to characterise these materials because of their very small size. This year, BAM researchers started working with one of the world's best nanostructure measurement instruments. This new equipment is designed to enable the safe and sustainable use of innovative nanomaterials throughout their lifecycle, including recycling or disposal.



Dr. Brian Pauw forscht mit SAXS und hat das Design des außergewöhnlichen Messgeräts wesentlich mitbestimmt.

Dr. Brian Pauw conducts research with SAXS and heavily customized the design of this special device.



Für Dr. Brian Richard Pauw ging im November 2017 ein Traum in Erfüllung. „Ich habe mir immer gewünscht, ein individuelles Messgerät bauen zu können, das die Vorzüge der besten Messgeräte in meinem Fachgebiet bündelt“, erzählt der Wissenschaftler aus dem Fachbereich Polymere in Life Science und Nanotechnologie. Pauw ist ein Experte für Strukturaufklärung bei winzigen Nanopartikeln mit der Methode der Kleinwinkel-Röntgenstreuung (SAXS). Er sammelte während seiner Forschungsaufenthalte in den Niederlanden, Dänemark und Japan ständig neue Ideen für das optimale SAXS-Instrument. Mit dem „Multi-scale Analyser for Ultrafine Structures“, kurz: MAUS, steht in der BAM nun das weltweit vermutlich beste Instrument zur Messung der Kleinwinkel-Röntgenstreuung zur Verfügung.

Einblick: MAUS ist eines der weltweit besten Messinstrumente für Nanostrukturen.

Insight: MAUS is one of the leading laboratory nanostructure measurement instruments worldwide.

Angesichts der wachsenden Bedeutung von Nanomaterialien ist klar, dass die BAM damit eine wichtige Zukunftstechnologie vorantreibt. Die Weiterentwicklung von innovativen Messverfahren gehört zu ihren zentralen Aufgaben. Während die meisten SAXS-Geräte nur eine Messung bei einem mittleren Partikel-Durchmesser zwischen wenigen Nanometern und etwa 300 Nanometern erlauben, gehen die Möglichkeiten der BAM durch das neue Gerät weit darüber hinaus. Die rund sechs Meter lange MAUS-Apparatur kann Strukturen mit einer Bandbreite von 0,2 bis zu 2000 Nanometern in großen Probenmengen analysieren. „Wir wollen das Messgerät weiter optimieren und arbeiten daran, die Anwendungsbereiche für SAXS-Messungen stark zu erweitern“, sagt Pauw.

MAUS mit einzigartiger Ausstattung

Technisch gesehen entspricht das Gerät bereits den Wünschen des Wissenschaftlers. „MAUS ist ziemlich einzigartig und kombiniert einige gute Optionen“, erklärt Pauw. Das Gerät verfügt über gleich zwei Quellen für Röntgenstrahlung, mit denen Untersuchungen bei verschiedenen Wellenlängen möglich sind. Die fast würfelförmige Probenkammer ist mit einer Länge von 50 Zentimetern in jede Richtung vergleichsweise riesig. Darin können die Proben in unterschiedlichen Winkeln bestrahlt werden. Der extrem bewegliche Detektor auf einem dreiachsigen Tisch erlaubt die Anpassung des Messgeräts an ganz unterschiedliche Messzyklen. Zudem ermöglicht das Zeitmanagement der BAM auch regelmäßig mehrtägige Messungen, während an den meisten anderen Standorten von SAXS-Geräten nur kurze Messzeiten vergeben werden. „Dadurch können wir untersuchen, wie sich Nanostrukturen mit der Zeit verändern und beispielsweise Alterungsprozesse verfolgen“, erklärt Pauw.

Einsatzbereit für verschiedene Materialien

Die SAXS ist eine wichtige Messtechnik für den Blick in die Nanowelt. Sie ermöglicht die Größenbestimmung von Mikro- und Nanopartikeln und liefert Details zur Struktur der winzigen Teilchen. Die Technik eignet sich für alle gängigen Materialien, die eine Nanostruktur haben und in der Industrie oder für Verbrauchsgüter verwendet werden: für Metalle, Polymere, Öle, Kunststoffe und sogar für Proteine. Fast alle herkömmlichen Messverfahren versagen bei der dimensionellen Charakterisierung der Nanoteilchen, denn sie sind dafür nicht empfindlich genug. „Die Kleinwinkel-Röntgenstreuung kann leisten, was beispielsweise die Elektronenmikroskopie nie konnte“, erklärt Pauw die vielseitige Verwendbarkeit der SAXS. „Sie kann mit einem Minimum an Aufwand die Nanostrukturen großer Materialmengen charakterisieren“, fügt er hinzu. Das ist sowohl für Wissenschaftler als auch für die Qualitätssicherung interessant. Pauw hat beispielsweise die Nanoporen in Fasern aus Aramid untersucht, die für den Bau von Segelflugzeugen und schusssicheren Westen verwendet werden.

Stolperstein: Aufbereitung der Daten

Für den angestrebten Fortschritt erweist sich die reine Messtechnik als das kleinere Problem. „Einer der größten Stolpersteine für eine breite Anwendung der Kleinwinkel-Röntgenstreuung ist die Analyse der Daten des Detektors“, erläutert Pauw. Seine laufende Arbeit besteht darin, Mess- und Analysemethoden weiterzuentwickeln, um den Daten ihre Informationen zu entlocken. Dass MAUS so fein messen kann, liegt vor allem an den Datenkorrekturmethode, die an der BAM entwickelt wurden. Ansonsten laufen die Forscherinnen und Forscher Gefahr, dass sie

Artefakte der Messungen als echte Messergebnisse interpretieren. „Bei der Interpretation der Daten können unerfahrene Anwenderinnen und Anwender viele Fehler machen, ohne dass es ihnen auffällt“, sagt Pauw.

MAUS soll künftig auch für Partnerinstitute und Universitäten zugänglich sein, um durch fachlichen Austausch den Einsatz von Kleinwinkel-Röntgenstreuung als Standardmethode in Wissenschaft und Industrie zu beschleunigen. Dank der Weiterentwicklung der BAM könnte die SAXS auf europäischer Ebene in den neuen Vorschriften für Nanomaterialien als wichtigstes Verfahren zur Kontrolle der winzigen Strukturen offiziell eingesetzt werden. „Die Überprüfung der Produkte mit Nanopartikeln dient nicht nur der Sicherheit der Verbraucher, sondern in vielfältigen Varianten auch der Verbesserung von Werkstoffen“, erklärt Pauw. Das Berliner Team hat mit MAUS bereits verbesserte Aluminium-Legierungen, neue Katalysatoren für die chemische Industrie und poröse Materialien für Membranen untersucht.

In November 2017 a dream came true for Dr. Brian Richard Pauw. “I have always wanted to combine the best parts of all the instruments in my field into a single device,” says the scientist from the Polymers in Life Sciences and Nanotechnology division. Dr. Pauw is an expert in structure elucidation for tiny nanoparticles using the small-angle X-ray scattering method (SAXS). He has continually gathered new ideas for an optimal SAXS instrument during his work in the Netherlands, Denmark and Japan. With the “Multi-scale Analyzer for Ultrafine Structures”, or “MAUS” for short, the presumably world’s best instrument for measuring small-angle X-ray scattering is now available at BAM.

Given the growing importance of nanomaterials, it is clear that BAM is working on an important future technology. The development of innovative measuring methods is one of BAM’s key tasks. While most SAXS devices can only measure a mean particle diameter between a few nanometres and about 300 nanometres, this new device a more comprehensive look far beyond that. The roughly six-metre-long MAUS can analyse structures within a range of 0.2 to 2000 nanometres in large sample volumes. “We want to continue to optimise the instrument and we are working hard to expand the range of applications for these SAXS measurements,” says Pauw.

An instrument with unique features

Technically speaking, the device already meets the scientist’s demands. “MAUS is quite unique and combines many good features,” explains Pauw. The device has two X-ray radiation sources which can examine samples at different wavelengths. The almost cube-shaped sample chamber with 50 centimetres-long sides is comparatively large. The samples can be irradiated at different angles while the extremely movable detector on a three-axis table allows the measuring device to be adapted to many different measurement configurations. In addition, this instrument enables regular, multi-day measurements, while at most other SAXS facilities only short measurement times are possible. “This allows us to investigate changes in nanostructures over time and track ageing processes,” explains Pauw.

Ready for use for different materials

SAXS is an important measurement technology for looking into the nanoworld. It enables measurements of the size of micro- and nanoparticles and provides details on the structure of the tiny particles. The device is suitable for all common materials that have a nanostructure and are used in industry or for consumer goods, ranging from metals to polymers, oils, plastics and even proteins. Almost all conventional measuring methods fail in the dimensional characterisation of nanoparticles because they are not sensitive enough to their small size.

“Small-angle X-ray diffraction can do what electron microscopy never could,” says Pauw, explaining the versatility of SAXS. “It can characterise the nanostructures of large amounts of material with a minimum of effort,” he adds. This is of interest for both scientists and quality assurance. Pauw, for example, has studied the nanopores in aramid fibres used in the construction of gliders and bullet-proof vests.

Stumbling block: Processing the data

The measurement technology itself turns out to be the smaller problem considering the desired progress. “One of the biggest stumbling blocks for a wide range of application of small-angle X-ray scattering is the analysis of the collected data,” explains Pauw. His ongoing work is to

develop measurement and analysis methods that can extract relevant structural information from the data. That MAUS can precisely measure such small objects is mainly due to the data correction methods developed by Dr. Pauw. Without these, researchers run the risk of interpreting the measurements’ artefacts as real measurement results. “Inexperienced users can make many interpretation mistakes without any sign that something is wrong,” says Pauw.


MAUS will also be accessible to partner institutes and universities in the future to accelerate the use of small-angle X-ray scattering as a standard method in science and industry through professional exchange. As a result of this work by BAM, SAXS could be formally included as the main method of investigating these small structures in new EU regulations for nanomaterials. “Examining products with nanoparticles not only serves the safety of consumers, but also improves materials in many ways,” explains Pauw. The Berlin team has already used MAUS to investigate improved aluminium alloys, new catalysts for the chemical industry and porous materials for membranes.

KONTAKT/CONTACT

Dr. Brian Richard Pauw
Brian.Pauw@bam.de

Polymere in Life Science und Nanotechnologie
Polymers in Life Sciences and Nanotechnology





Ein neues Schnelltest kann die Belastung eines Gewässers mit Öl aufdecken.

A new rapid test can detect the pollution of oil in waters.

ÖLVERSCHMUTZUNGEN MIT DEM SMARTPHONE ERKENNEN

Umweltanalytik muss häufig an Orten stattfinden, die weit von einem gut ausgerüsteten Labor entfernt sind. Die BAM entwickelt deshalb mobile Messverfahren, die fast überall angewendet werden können. Damit kann nicht nur die Belastung eines Gewässers mit Öl ermittelt werden. Der Sensor entdeckt auch verdünnte Treibstoffe wie Benzin oder Diesel an der Tankstelle. Für die Messungen benötigt man nicht viel mehr als ein modernes Smartphone.

DETECTING OIL SPILLS WITH A SMARTPHONE

Environmental analysis often needs to take place in locations far from a well-equipped laboratory. BAM is developing mobile measuring methods that can be used almost anywhere. This sensor not only detects oil contaminated water, it can also detect diluted petrol or diesel at a petrol station. To take measurements, one does not need much more than a smartphone.

Dr. Jérémy Bell kennt die Probleme bei der Auswertung von Umweltverschmutzungen gut. „Ölverschmutzungen werden häufig an Orten entdeckt, an denen die nötige Analysetechnik nicht zur Verfügung steht“, erklärt der Wissenschaftler aus dem Fachbereich Chemische und optische Sensorik. Das können Lecks in Pipelines oder Ölspuren im Trinkwasser, in Bächen und Seen sein, die durch undichte Rohre, Fracking oder durch die illegale Entsorgung von Altöl entstehen. „Deshalb haben wir einen zuverlässigen Test entwickelt, mit dem sich das Ausmaß der Ölverschmutzung sofort vor Ort abschätzen lässt“, berichtet Bell. Während übliche Schnelltests oft nicht viel mehr können, als Öl in Wasser nachzuweisen, liefert die neue Methode der BAM gleich an Ort und Stelle einen konkreten Messwert zur Belastung des Gewässers. Die Testausrüstung ist simpel: ein Gefäß, ein paar Papierstreifen und ein Smartphone mit einem speziellen Aufsatz.

„Wir nutzen das Handy, um die Menge des Öls im Wasser zu bestimmen“, erläutert Bell. Damit das Smartphone für chemische Analysen genutzt werden kann, muss ein faustgroßer Aufsatz über die Kamera des Telefons gestülpt oder ein kleines Mikro-Spektrometer angeschlossen werden. „Die Messung selbst ist kinderleicht“, sagt Bell. Dazu entnimmt er mit einem Gefäß eine Wasserprobe aus dem Bach oder See, gibt wenige Mikroliter einer Flüssigkeit hinzu, die das Öl extrahiert, und schüttelt eine Minute.

Dann steckt er einen Teststreifen aus Papier hinein. Den Papierstreifen aus dem Gefäß schiebt Bell in den Mess-Aufsatz und startet eine App auf dem Handy.

Dieses kleine, von der BAM entwickelte Rechenprogramm empfängt die Daten via Bluetooth oder direkt von der Kamera und verwandelt sie in einen Messwert, der auf dem Display angezeigt wird. „Es war unser Ziel, einen günstigen Schnelltest zu entwickeln, für dessen Verwendung kein spezielles Fachwissen benötigt wird“, sagt Bell. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat ausdrücklich zur Entwicklung von Schnelltests aufgerufen, um damit die Umweltanalytik gerade in den ärmeren Ländern der Welt zu verbessern.

Ein Detektor, viele Anwendungen

Das an der BAM entwickelte Messprinzip ist nicht nur auf den speziellen Anwendungsfall des mit Öl verunreinigten Wassers beschränkt. Denn das entscheidende Know-how steckt im Papierstreifen. Die Oberfläche dieses wasserabweisenden Teststrips kann mit unterschiedlichen Sensoren beschichtet werden. „Wir verwenden für die Sensoren Materialien, die bei Bestrahlung mit Licht ihrerseits ein spezielles Licht ausstrahlen, dessen Intensität und Farbe dann gemessen wird“, erklärt Bell das Messprinzip, das in der Fachwelt Fluoreszenz genannt wird. Wenn das

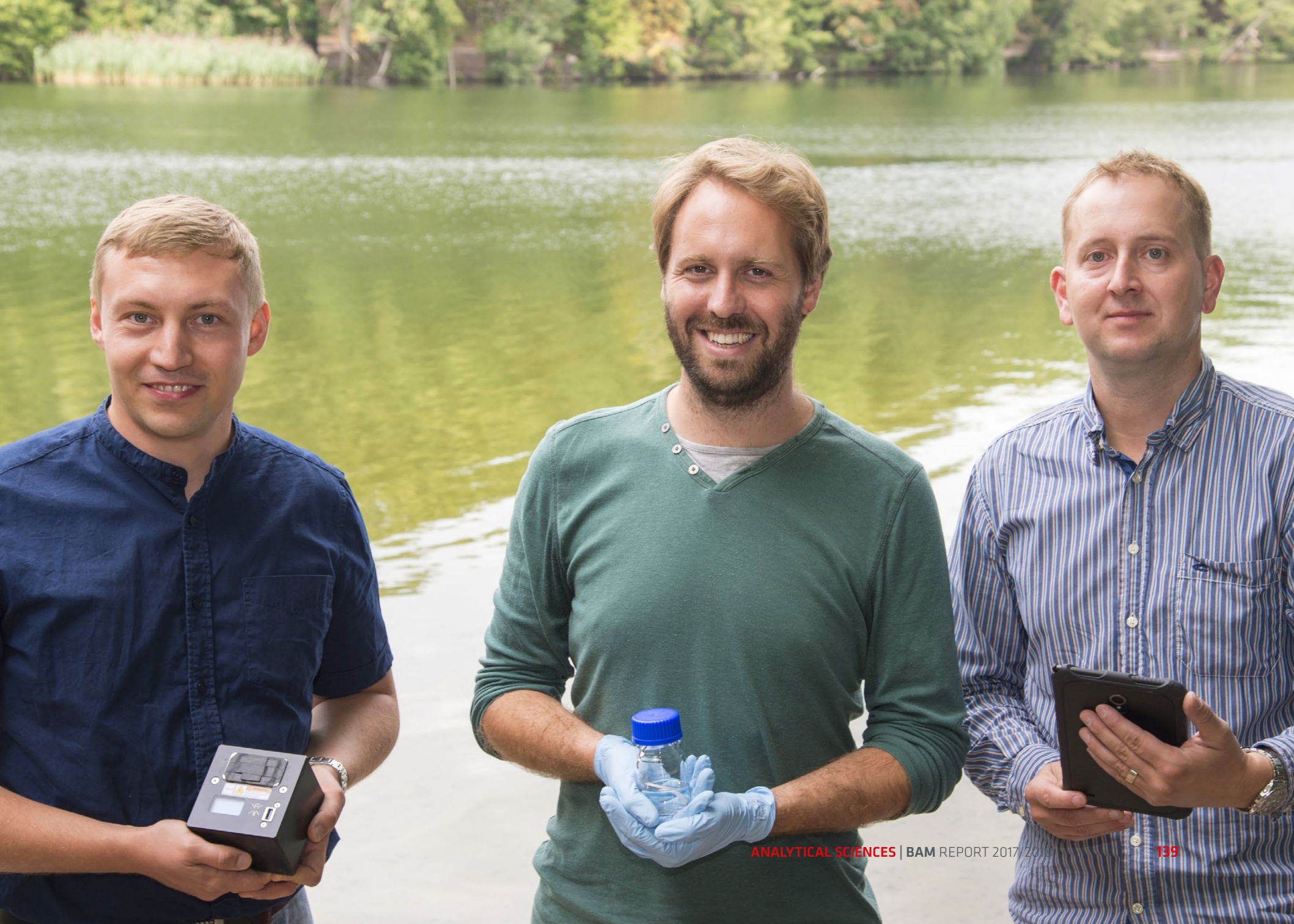
Material, aus dem der Sensor besteht, beispielsweise durch Öl beeinflusst wird, verändern sich Farbe und Helligkeit des ausgestrahlten Lichts. „Diesen Effekt erkennen moderne Handykameras und Mikro-Spektrometer sehr zuverlässig und lassen sich so für unsere Datenauswertung nutzen“, berichtet Bell.

Analytik für jedermann

Bei der Entwicklung und Validierung der Messmethode arbeitete Bells Team eng mit dem Fachbereich Sensorik, Mess- und Prüftechnische Verfahren und dem IT-Support der BAM

Dr. Jérémy Bell (Mitte) hat an der Entwicklung der Messtechnik eng mit den Sensor-Spezialisten Sergej Johann (links) und Dr. Carlo Tiebe (rechts) zusammengearbeitet.

Dr. Jérémy Bell (middle) worked together with sensor specialists Sergej Johann (left) and Dr. Carlo Tiebe (right) on the development of this measurement method.



zusammen. „Die Kolleginnen und Kollegen haben trotz der ganz unterschiedlichen fachlichen Ausrichtung im Projekt sofort zusammengefunden“, berichtet Bell. Die jeweiligen Teams hätten sofort ein anwendungsnahes Produkt entwickelt, dessen Handhabung einfach und sicher sei.

Die Messtechnik ist inzwischen etabliert, jetzt will das Forschungsteam weitere Teststrips entwickeln, die auf Basis von Fluoreszenzmessungen neue Anwendungsfelder eröffnen. Die Anwender profitieren von dem variablen Konzept. Sie müssen nur einmal den Aufsatz für das Smartphone kaufen und können dann ganz unterschiedliche Messungen machen, je nachdem, welchen Teststrip sie verwenden. „Wir wollten ein preisgünstiges System mit einem großen Potenzial entwickeln“, sagt Bell. Externe Partner sollen helfen, den Test auf den Markt zu bringen. „Smartphones sind weltweit stark verbreitet, deshalb liegt es nahe, sie auch als Messgerät für chemische Analysen zu verwenden“, blickt der Wissenschaftler in die Zukunft.

Für ihren Öl-Sensor hat das Team eine spezielle Zielgruppe im Visier: Mitarbeiter von Umweltbehörden, Naturschützer oder Umweltorganisationen könnten den Schnelltest als zuverlässige Messtechnik vor Ort sofort einsetzen, ohne längere Zeit auf Laborergebnisse warten zu müssen. Für die Industrie sei das Verfahren nicht gedacht, weil deren Labore

ohnehin mit sehr guter, aber teurer Analysetechnik ausgerüstet seien, erklärt Bell. Generell könnte aber jeder Bürger das neue Messverfahren nutzen, wenn er die nötige App auf sein Handy lädt.

Erste praktische Versuche haben Bell und seine Kollegen bereits durchgeführt. „Wir haben die Ölverschmutzung im Wannsee, in der Havel und der Spree gemessen und eine gute Übereinstimmung mit den regelmäßigen offiziellen Messungen der Berliner Wasserwerke gefunden“, berichtet der Forscher über die Ergebnisse einer Messkampagne im Sommer 2018.

Einsatz in der Qualitätskontrolle von Treibstoffen

Interessant ist das Verfahren auch für die Überprüfung der Qualität von Öl-Produkten, wie Benzin und Diesel. „Die Verfälschung von Treibstoffen ist in vielen Ländern ein großes Problem“, berichtet Bell. Besonders häufig werde schwefelhaltiges, billiges Kerosin in Diesel gemischt. Motoren können dadurch Schaden nehmen und die Umwelt wird belastet. „Wir haben auf Basis unserer Fluoreszenz-Technik einen Sensor entwickelt, der die Verfälschung von Brennstoffen sofort erkennt“, teilt der Wissenschaftler mit. Dafür wurde das Papier des Teststrips mit einer Substanz beschichtet, die sehr empfindlich darauf reagiert, wie zähflüssig ein

Treibstoff ist. Diese Eigenschaft verändert sich fast immer, wenn Kerosin oder Diesel gepanscht werden. Mit dem Schnelltest könne der Verbraucher sofort die Qualität des Treibstoffs prüfen, so Bell.

Dr. Jérémy Bell is familiar with the problems of evaluating environmental pollution. “Oil spills are often found in places where the necessary analysis technology is not available,” explains the scientist from the Chemical and Optical Sensing division. These can be leaks in pipelines or traces of oil in drinking water or in streams and lakes that are caused by leaking pipes, fracking or illegal disposal of waste oil. “This is why we have developed a reliable test that allows us to estimate the extent of oil pollution on the spot,” explains Bell. While common rapid tests often cannot do much more than detect oil in water, the new BAM method provides specific data on the water contamination right on the spot. The test equipment is simple: a jar, a few strips of paper and a smartphone with a special attachment.

“We use the mobile phone to determine the amount of oil in the water,” explains Bell. A fist-sized attachment must be placed over the smartphone’s camera or a small micro-spectrometer connected to it to be used for chemical analysis. “The measurement itself

is very easy,” says Bell and demonstrates it. He takes a water sample from the stream or lake with a jar, adds a few microlitres of a liquid that extracts the oil and shakes it for one minute. He then dips a paper test strip in it, takes the paper strip from the jar and places it into the measuring attachment and launches an app on his mobile phone.

This small calculation program developed by BAM receives the data via Bluetooth or directly from the camera and converts it into data, which is shown on the display. “It was our goal to develop a cheap rapid test that does not require any special expertise,” explains Bell. The World Health Organization (WHO) has explicitly asked for the development of rapid tests to improve the possibility of environmental analysis, especially in poorer countries of the world.

One detector, many applications

The measuring principle developed at BAM is not limited to the special application of oil-contaminated water because the crucial know-how is in the paper. The surface of this water-repellent test strip can be coated with different sensors. “We use materials for the sensors which, when irradiated with light, emit a special light whose intensity and colour is then measured,” Bell explains the measuring principle which is known by specialists as fluorescence. If the material that makes up the sensor is affected by oil for example, the colour and brightness of the emitted light will change. “Modern mobile phone cameras and micro-spectrometers recognise this effect very reliably and can thus be used for our data evaluation,” says Bell.



Ob ein Gewässer mit Öl verunreinigt ist, zeigt sich anhand eines Teststreifens, der mit Fluoreszenz-Sensoren beschichtet ist.

A test strip coated with a fluorescent sensor shows if water is polluted with oil.



Analytics for everyone

Bell's team worked closely with BAM's Sensors, Measurement and Testing Methods division and IT Support in developing and validating the measurement method. "The colleagues quickly came together for this project despite their different expertise," says Bell. The respective teams rapidly developed an application, which is simple and safe to use.

The measurement technology is now established, and the research team wants to develop more test strips to open up new fields of application based on fluorescence measurements. The users benefit from the variable concept. They only need to buy the attachment for the smartphone once and then they can take very different measurements depending on the test strip used. "We wanted to develop a low-cost system with great potential," says Bell. External partners will help introduce the test to the

Der Teststreifen kann über ein Mikro-Spektrometer verbunden mit einem Tablet und einer von BAM-Mitarbeiter Aris Gkertsos entwickelten Software sofort analysiert werden.

The test strip is analysed instantly using a micro spectrometer coupled with a tablet and proprietary BAM software developed by Aris Gkertsos.

market. “Smartphones are widely used worldwide, so it makes sense to use them as a measuring device for chemical analysis,” the scientist says looking towards the future.

The team is looking at a special target group for their oil sensor: employees of environmental agencies, conservationists or environmental organisations can use the rapid test as a reliable on-site measurement technology without having to wait a long time for laboratory results. The process is not intended for industry because their laboratories are already equipped with very good but expensive analysis technology, explains Bell. In general, however, anybody can use the new measurement method if they load the necessary app on their mobile phones.

The first practical tests have already taken place. “We measured the oil pollution in the Wannsee, in the

Havel and the Spree and found a good match with the regular, official measurements of the Berliner Wasserbetriebe (Berlin Waterworks),” reports the researcher regarding the results of a measuring campaign in the summer of 2018.

Use in quality control of fuels

The process is also very useful for checking the quality of oil products such as petrol and diesel. “The adulteration of fuels is a big problem in many countries,” says Bell. Sulphur-containing, cheap kerosene is very often mixed with diesel. Engines can be damaged and the environment polluted as a consequence. “We have developed a sensor based on our fluorescence technology that immediately recognises the adulteration of fuels,” says the scientist. For this purpose, the test strip has been

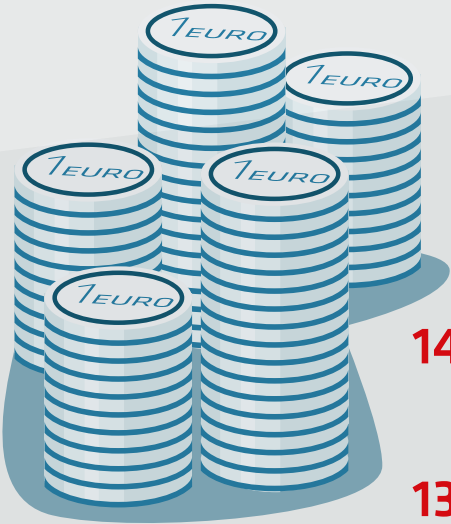
coated with a substance that is very sensitive to the viscosity of a fuel. This property almost always changes when kerosene or diesel are being mixed. This quick test enables the consumer to immediately check the quality of the fuel, says Bell.

KONTAKT/CONTACT

Dr. Jérémy Bell
Jeremy.Bell@bam.de

Chemische und optische Sensorik
Chemical and Optical Sensing





144 MIO €

**GRUNDFINANZIERUNG
BASIC FINANCING**

13 MIO €

**UMGESETZTE DRITTMITTEL
THIRD-PARTY FUNDS**



2461

**PUBLIKATIONEN UND VORTRÄGE
PUBLICATIONS AND PRESENTATIONS**

1630 BESCHÄFTIGTE
STAFF

62 AUSZUBILDENDE
TRAINEES

158 PROMOVIERENDE
PH.D. STUDENTS

76 LEHRAUFTRÄGE UND PROFESSUREN
TEACHING POSITIONS

60 PATENTE
PATENTS



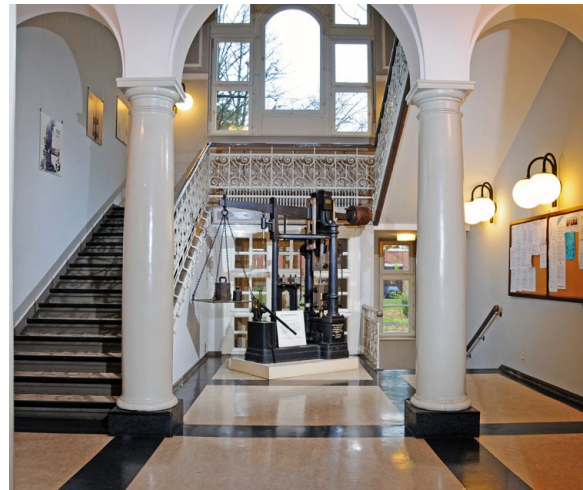
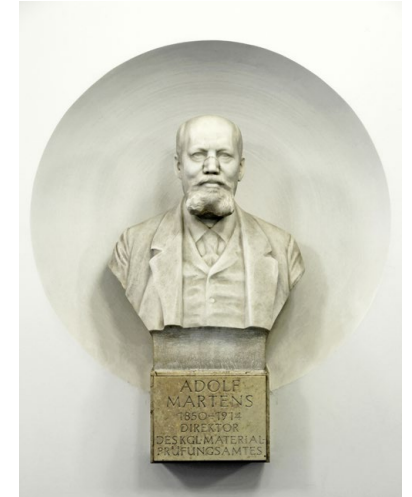
Stand: Dezember 2018

DIE BAM IN ZAHLEN
BAM IN FIGURES

Stammgelände
Headquarters

BAM

Unter den Eichen 87, 12205 Berlin



Zweiggelände
Branch

FABECKSTRASSE

Unter den Eichen 44-46, 12203 Berlin

Zweiggelände
Branch

ADLERSHOF

Richard-Willstätter-Straße 11, 12489 Berlin



Zweiggelände
Branch

EUROPA-CENTER

Rudower Chaussee 11, 12489 Berlin

Zweiggelände
Branch

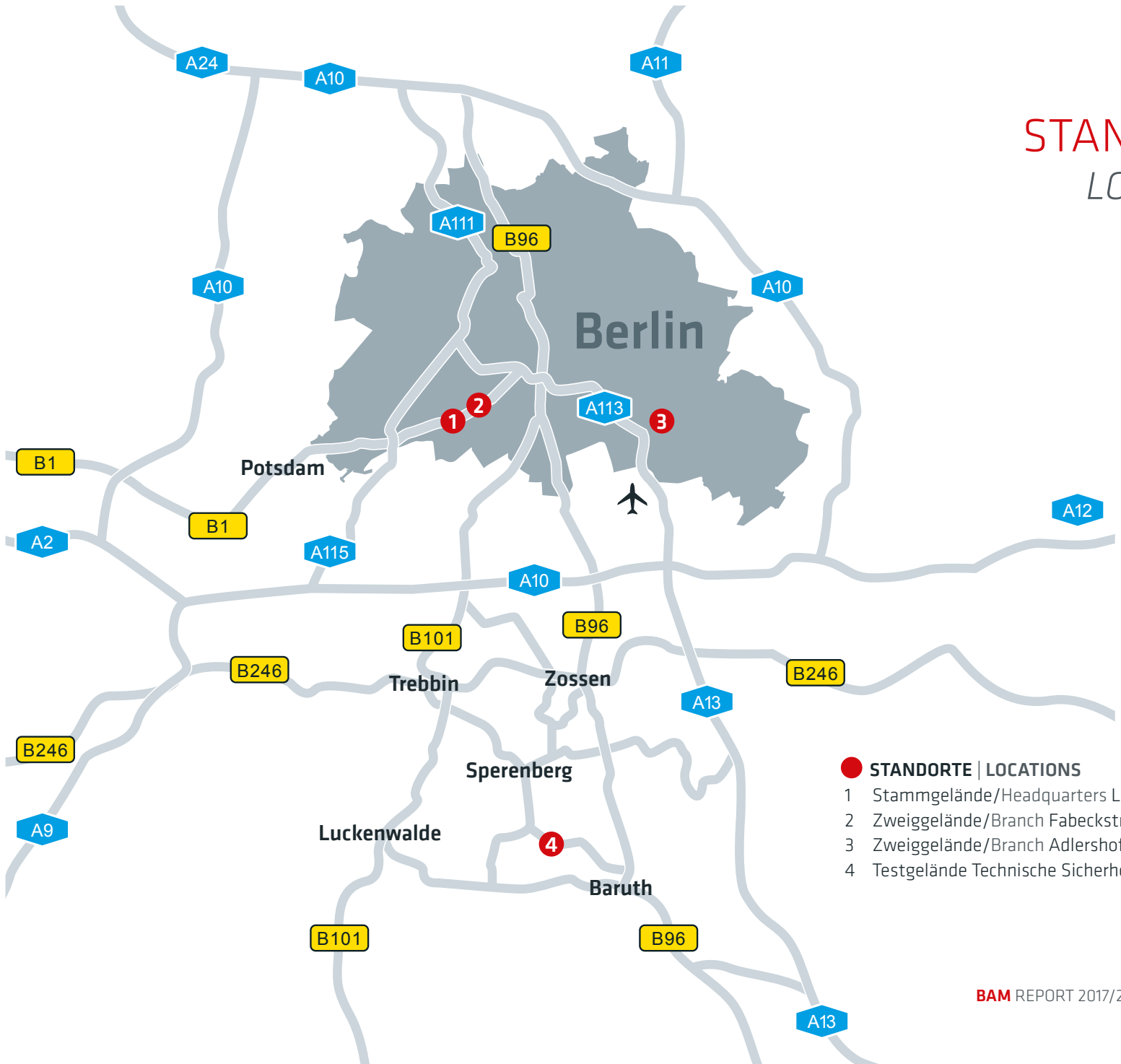
TESTGELÄNDE TECHNISCHE SICHERHEIT (TTS)

Test Site for Technical Safety (TTS)

An der Düne 44, 15837 Baruth/Mark



STANDORTE LOCATIONS



- STANDORTE | LOCATIONS**
- 1 Stammgelände/Headquarters Lichterfelde
 - 2 Zweiggelände/Branch Fabekstraße
 - 3 Zweiggelände/Branch Adlershof
 - 4 Testgelände Technische Sicherheit/Test Site for Technical Safety

AUFGABEN | STRUKTUR | ANSPRECHPERSONEN

GLEICHSTELLUNGS- BEAUFTRAGTE	INTERNE REVISION	PRÄSIDENT Prof. Dr. U. Panne	Referat PST. PRÄSIDIALE STABSTELLE	Referat UK. UNTERNEHMENS- KOMMUNIKATION	VORSITZENDER DES KURATORIUMS
K. Pachaly	K. Simon	VIZEPRÄSIDENT Prof. Dr. Th. Böllinghaus	Prof. Dr. U. Panne	V. Quinque	S. Schnorr Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

ABTEILUNG 1 ANALYTISCHE CHEMIE; REFERENZMATERIALIEN Dr. F. Emmerling	ABTEILUNG 2 CHEMISCHE SICHERHEITSTECHNIK Dr. Th. Schendler	ABTEILUNG 3 GEFAHRGUT- UMSCHLIESSUNGEN Dr. Th. Goedecke	ABTEILUNG 4 MATERIAL UND UMWELT Prof. Dr. A. Gorbushina	ABTEILUNG 5 WERKSTOFFTECHNIK Dr. P. D. Portella	ABTEILUNG 6 MATERIALSCHUTZ UND OBERFLÄCHENTECHNIK Prof. Dr. H. Sturm
Fachbereich 1.1 ANORGANISCHE SPURENANALYTIK Dr. F. Emmerling	Fachbereich 1.8 UMWELTANALYTIK Dr. R. Schneider	Fachbereich 2.1 EXPLOSIONSSCHUTZ GASE, STÄUBE Dr. V. Schröder	Fachbereich 3.1 GEFAHRGUTVERPACKUNGEN Dr. T. Goedecke	Fachbereich 5.1 MATERIALGRAPHIE, FRAKTOGRAPHIE UND ALTERUNG TECHNISCHER WERKSTOFFE Dr. A. Kranzmann	Fachbereich 6.1 OBERFLÄCHENANALYTIK UND GRENZFLÄCHENCHEMIE Dr. W. Unger
Fachbereich 1.2 BIOPHOTONIK Dr. U. Resch-Genger	Fachbereich 1.9 CHEMISCHE UND OPTISCHE SENSORIK Dr. K. Rurack	Fachbereich 2.2 REAKTIONSFÄHIGE STOFFE UND STOFFSYSTEME Prof. Dr. Th. Schendler	Fachbereich 3.2 GEFAHRGUTTANKS UND UNFALLMECHANIK Prof. Dr. F. Otreмба	Fachbereich 5.2 EXPERIMENTELLE UND MODELLBASIERTE WERKSTOFFMECHANIK Prof. Dr. B. Skrotzki	Fachbereich 6.2 GRENZFLÄCHENPROZESSE UND KORROSION Prof. Dr. H. Sturm
Fachbereich 1.3 STRUKTURANALYTIK Dr. F. Emmerling	Fachbereich 2.3 DRUCKGERÄTE, AUSRÜSTUNGSTEILE, GASWARNGERÄTE Prof. Dr. Th. Schendler	Fachbereich 3.3 SICHERHEIT VON TRANSPORTBEHÄLTERN Dr. F. Wille	Fachbereich 3.4 SICHERHEIT VON LAGERBEHÄLTERN Dr. H. Völzke	Fachbereich 5.3 MECHANIK DER POLYMERWERKSTOFFE Dr. P. D. Portella	Fachbereich 6.3 MAKRO-TRIBOLOGIE UND VERSCHLEISSCHUTZ Prof. Dr. H. Sturm
Fachbereich 1.4 PROZESSANALYTIK Dr. M. Maiwald	Fachbereich 2.4 KONSTRUKTIVER BRAND- UND EXPLOSIONSSCHUTZ GASE Dr. K. Holtappels	Fachbereich 3.4 SICHERHEIT VON LAGERBEHÄLTERN Dr. H. Völzke	Fachbereich 4.4 THERMOCHEMISCHE RESTSTOFFBEHANDLUNG UND WERTSTOFFRÜCK- GEWINNUNG Dr. Ch. Adam	Fachbereich 5.4 KERAMISCHE PROZESSTECHNIK UND BIOWERKSTOFFE Prof. Dr. J. Günster	Fachbereich 6.4 TECHNOLOGIEN MIT NANOWERKSTOFFEN Prof. Dr. H. Sturm
Fachbereich 1.5 PROTEINANALYTIK Dr. M. G. Weller	Fachbereich 2.5 KONFORMITÄTSBEWER- TUNG EXPLOSIVSTOFFE/ PYROTECHNIK Prof. Dr. Th. Schendler	Fachbereich 4.5 KUNST- UND KULTURGUTANALYSE Prof. Dr. O. Hahn	Fachbereich 5.5 TECHNISCHE KERAMIK Dr. T. Rabe	Fachbereich 5.6 GLAS Dr. R. Müller	Fachbereich 6.5 POLYMERE IN LIFE SCIENCE UND NANOTECHNOLOGIE Dr. A. Thünnemann
Fachbereich 1.6 ANORGANISCHE REFERENZMATERIALIEN Dr. S. Recknagel	Fachbereich 2.6 PRÜFUNG UND BEWERTUNG VON EXPLOSIVSTOFFEN/ PYROTECHNIK Prof. Dr. Th. Schendler	Fachbereich 6.6 NANO-TRIBOLOGIE UND NANOSTRUKTURIERUNG VON OBERFLÄCHEN Prof. Dr. H. Sturm	Fachbereich 6.7 OBERFLÄCHENMODIFIZIE- RUNG UND -MESSTECHNIK Dr. U. Beck		
Fachbereich 1.7 ORGANISCHE SPUREN- UND LEBENSMITTELANALYTIK Dr. M. Koch					

KONTAKT

BAM-ZERTIFIZIERUNGSSTELLE
GESCHÄFTSSTELLE DES AKKREDITIERUNGSBEIRATS
PRODUKTINFOSTELLE
ARBEITSSCHUTZ, BETRIEBLICHER UMWELTSCHUTZ
BEAUFTRAGTER FÜR KORRUPTIONSPRÄVENTION
DATENSCHUTZBEAUFTRAGTER

Dr. R. Schmidt
 Dr. F. Behrens
 O. Mätzner
 U. Schmies
 Dr. W. Daum
 A. Nymtschefskey

GEHEIMSCHUTZBEAUFTRAGTER
IT-SICHERHEITBEAUFTRAGTE
PERSONALRAT (VORSITZENDER)
SCHWERBEHINDERTENVERTRETUNG
QUALITÄTSMANAGEMENTBEAUFTRAGTER
FORSCHUNGSMANAGEMENT

Dr. F. Keidel
 R. Rogge
 B. Stoeck
 M. Rossade
 S. Hein
 Dr. C. Eggert

BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG
UND -PRÜFUNG (BAM)
 Unter den Eichen 87
 12205 Berlin

Telefon: +49 30 8104-0
 Fax: +49 30 8104-7-2222
 E-Mail: info@bam.de

ABTEILUNG 7 BAUWERKSSICHERHEIT

Dr. A. Rogge

Fachbereich 71
BAUSTOFFE
Dr. B. Meng

Fachbereich 72
INGENIEURBAU
Dr. M. Baeßler

Fachbereich 73
BRANDINGENIEURWESEN
Dr. S. Hothan

Fachbereich 74
BAUSTOFFTECHNOLOGIE
Dr. H.-C. Kühne

Fachbereich 75
TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN VON POLYMERWERKSTOFFEN
Dr. B. Schartel

Fachbereich 76
KORROSION UND KORROSIONSSCHUTZ
Dr. A. Burkert

Fachbereich 77
MODELLIERUNG UND SIMULATION
Dr. A. Rogge

ABTEILUNG 8 ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG

Dr. W. Daum

Fachbereich 8.1
SENSORIK, MESS- UND PRÜFTECHNISCHE VERFAHREN
Dr. M. Bartholmai

Fachbereich 8.2
ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFMETHODEN FÜR DAS BAUWESEN
Dr. E. Niederleithinger

Fachbereich 8.3
RADIOLOGISCHE VERFAHREN
Dr. A. Waske

Fachbereich 8.4
AKUSTISCHE UND ELEKTROMAGNETISCHE VERFAHREN
Dr. W. Daum

Fachbereich 8.5
MIKRO-ZFP
Prof. Dr. G. Bruno

Fachbereich 8.6
FASEROPTISCHE SENSORIK
Dr. K. Krebber

Fachbereich 8.7
THERMOGRAFISCHE VERFAHREN
Dr. Ch. Maierhofer

ABTEILUNG 9 KOMPONENTEN-SICHERHEIT

Prof. Dr. Th. Böllinghaus

Fachbereich 9.1
BETRIEBSFESTIGKEIT UND BAUTEILSICHERHEIT
Dr. D. Klingbeil

Fachbereich 9.2
VERSUCHSANLAGEN UND PRÜFTECHNIK
L. Zimne

Fachbereich 9.3
SCHWEISSTECHNISCHE FERTIGUNGSVERFAHREN
Prof. Dr. M. Rethmeier

Fachbereich 9.4
INTEGRITÄT VON SCHWEISSVERBINDUNGEN
Prof. Dr. T. Kannengießer

ABTEILUNG 5 QUALITÄTS-INFRASTRUKTUR

Dr. M. Nitsche

Referat 5.1
QUALITÄT IM PRÜFWESEN
Dr. J. Sunderkötter

Referat 5.2
AKKREDITIERUNG UND KONFORMITÄTS-BEWERTUNG
Dr. G. Dudek

Referat 5.3
INTERNATIONALER TECHNOLOGIETRANSFER
Dr. M. Nitsche

Referat 5.4
ÖKODESIGN UND ENERGIE-VERBRAUCHSKENNZEICHNUNG
Dr. F. Akkerman

ABTEILUNG Z ZENTRALE DIENSTLEISTUNGEN

H. Morisse

Referat Z.1
ORGANISATION, CONTROLLING
M. Haas

Referat Z.2
HAUSHALT
H. Morisse

Referat Z.3
PERSONAL
B. Gregorius

Referat Z.4
INFORMATIONSTECHNIK
Dr. B. Schmitz

Referat Z.5
BESCHAFFUNG, MATERIALWIRTSCHAFT
V. Bingöl

Referat Z.6
INNERER DIENST
H. Morisse

Referat Z.7
BAUTEN
R. Gravert

Referat Z.8
TECHNIK DER ÖFFENTLICHKEITSARBEIT, FACHINFORMATION
Th. Meyer

Referat Z.9
SERVICEBEREICH FORSCHUNG
H. Saxowski

Referat Z.10
AUS- UND FORTBILDUNG, GESUNDHEITSMANAGEMENT
S. Tschiersich

Referat Z.11
JUSTIZIARIAT
Ch. Wever

WISSENSCHAFTLICHE BEIRÄTE DER BAM

ENERGIE
Vorsitzender: Dr. E. h. B. Fischer

INFRASTRUKTUR
Vorsitzender: Dr. O. Salvi

UMWELT
Vorsitzender: Prof. Dr. H. Krug

MATERIAL
Vorsitzender: Prof. Dr. H.-W. Zoch

ANALYTICAL SCIENCES
Vorsitzender: Prof. Dr. K.-P. Jäckel

TASKS | STRUCTURE | CONTACTS

EQUAL OPPORTUNITY REPRESENTATIVE K. Pachaly	INTERNAL AUDIT K. Simon	PRESIDENT Prof. Dr. U. Panne VICE-PRESIDENT Prof. Dr. Th. Böllinghaus	Section PST. PRESIDENTIAL STAFF OFFICE Prof. Dr. U. Panne	Section UK. CORPORATE COMMUNICATIONS V. Quinque	CHAIRMAN OF THE ADVISORY COUNCIL S. Schnorr Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
---	---------------------------------------	--	--	--	--

DEPARTMENT 1 ANALYTICAL CHEMISTRY; REFERENCE MATERIALS Dr. F. Emmerling		DEPARTMENT 2 CHEMICAL SAFETY ENGINEERING Prof. Dr. Th. Schendler		DEPARTMENT 3 CONTAINMENT SYSTEMS FOR DANGEROUS GOODS Dr. Th. Goedecke		DEPARTMENT 4 MATERIALS AND THE ENVIRONMENT Prof. Dr. A. Gorbushina		DEPARTMENT 5 MATERIALS ENGINEERING Dr. P. D. Portella		DEPARTMENT 6 MATERIALS PROTECTION AND SURFACE TECHNOLOGY Prof. Dr. H. Sturm	
Division 1.1 INORGANIC TRACE ANALYSIS Dr. F. Emmerling	Division 1.8 ENVIRONMENTAL ANALYSIS Dr. R. Schneider	Division 2.1 EXPLOSION PROTECTION GASES AND DUSTS Dr. V. Schröder	Division 3.1 DANGEROUS GOODS PACKAGINGS Dr. T. Goedecke	Division 4.1 BIODETERIORATION AND REFERENCE ORGANISMS Dr. H.-J. Kunte	Division 5.1 MATERIALOGRAPHY, FRACTOGRAPHY AND AGEING OF ENGINEERED MATERIALS Dr. A. Kranzmann	Division 6.1 SURFACE ANALYSIS AND INTERFACIAL CHEMISTRY Dr. W. Unger					
Division 1.2 BIOPHOTONICS Dr. U. Resch-Genger	Division 1.9 CHEMICAL AND OPTICAL SENSING Dr. K. Rurack	Division 2.2 REACTIVE SUBSTANCES AND SYSTEMS Prof. Dr. Th. Schendler	Division 3.2 TANKS FOR DANGEROUS GOODS AND ACCIDENT MECHANICS Prof. Dr. F. Otremba	Division 4.2 MATERIALS AND AIR POLLUTANTS Dr. O. Jann	Division 5.2 EXPERIMENTAL AND MODEL BASED MECHANICAL BEHAVIOUR OF MATERIALS Prof. Dr. B. Skrotzki	Division 6.2 INTERFACIAL PROCESSES AND CORROSION Prof. Dr. H. Sturm					
Division 1.3 STRUCTURE ANALYSIS Dr. F. Emmerling			Division 2.3 PRESSURE EQUIPMENT, ACCESSORIES, GAS DETECTORS Prof. Dr. Th. Schendler	Division 3.3 SAFETY OF TRANSPORT CONTAINERS Dr. F. Wille	Division 4.3 CONTAMINANT TRANSFER AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES Dr. F.-G. Simon	Division 5.3 MECHANICS OF POLYMERS Dr. P. D. Portella	Division 6.3 MACROTRIBOLOGY AND WEAR PROTECTION Prof. Dr. H. Sturm				
Division 1.4 PROCESS ANALYTICAL TECHNOLOGY Dr. M. Maiwald			Division 2.4 CONSTRUCTIVE FIRE AND EXPLOSION SAFETY FOR GASES Dr. K. Holtappels	Division 3.4 SAFETY OF STORAGE CONTAINERS Dr. H. Völzke	Division 4.4 THERMOCHEMICAL RESIDUES TREATMENT AND RESOURCE RECOVERY Dr. Ch. Adam	Division 5.4 CERAMIC PROCESSING AND BIOMATERIALS Prof. Dr. J. Günster	Division 6.4 NANOMATERIAL TECHNOLOGIES Prof. Dr. H. Sturm				
Division 1.5 PROTEIN ANALYSIS Dr. M. G. Weller			Division 2.5 CONFORMITY ASSESSMENT EXPLOSIVES AND PYROTECHNICS Prof. Dr. Th. Schendler			Division 5.5 ADVANCED TECHNICAL CERAMICS Dr. T. Rabe	Division 6.5 POLYMERS IN LIFE SCIENCES AND NANOTECHNOLOGY Dr. A. Thünemann				
Division 1.6 INORGANIC REFERENCE MATERIALS Dr. S. Recknagel			Division 2.6 TESTING AND EVALUATION OF EXPLOSIVES AND PYROTECHNICS Prof. Dr. Th. Schendler			Division 5.6 GLASS Dr. R. Müller	Division 6.6 NANOTRIBOLOGY AND NANOSTRUCTURING OF SURFACES Prof. Dr. H. Sturm				
Division 1.7 ORGANIC TRACE AND FOOD ANALYSIS Dr. M. Koch							Division 6.7 SURFACE MODIFICATION AND MEASUREMENT TECHNOLOGY Dr. U. Beck				

CONTACT

BAM CERTIFICATION BODY Dr. R. Schmidt
OFFICE OF THE ACCREDITATION ADVISORY BOARD Dr. F. Behrens
PRODUCT CONTACT POINT O. Mätzner
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH REPRESENTATIVE U. Schmies
PREVENTION OF CORRUPTION REPRESENTATIVE Dr. W. Daum
DATA PROTECTION OFFICER A. Nymtschefskey

CONFIDENTIALITY PROTECTION REPRESENTATIVE Dr. F. Keidel
IT SECURITY REPRESENTATIVE R. Rogge
STAFF COUNCIL (CHAIRMAN) B. Stoeck
REPRESENTATIVE FOR DISABLED EMPLOYEES M. Rossade
QUALITY MANAGEMENT REPRESENTATIVE S. Hein
RESEARCH DEVELOPMENT Dr. C. Eggert

BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG (BAM)

Headquarters Lichterfelde
 Unter den Eichen 87
 12205 Berlin, Germany

Phone: +49 30 8104-0
 Fax: +49 30 8104-7-2222
 E-Mail: info@bam.de

DEPARTMENT 7 SAFETY OF STRUCTURES

Dr. A. Rogge

Division 7.1
BUILDING MATERIALS
 Dr. B. Meng

Division 7.2
BUILDINGS AND STRUCTURES
 Dr. M. Baeßler

Division 7.3
FIRE ENGINEERING
 Dr. S. Hothan

Division 7.4
TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION MATERIALS
 Dr. H.-C. Kühne

Division 7.5
TECHNICAL PROPERTIES OF POLYMERIC MATERIALS
 Dr. B. Schartel

Division 7.6
CORROSION AND CORROSION PROTECTION
 Dr. A. Burkert

Division 7.7
MODELING AND SIMULATION
 Dr. A. Rogge

DEPARTMENT 8 NON-DESTRUCTIVE TESTING

Dr. W. Daum

Division 8.1
SENSORS, MEASUREMENT AND TESTING METHODS
 Dr. M. Bartholmai

Division 8.2
NON-DESTRUCTIVE TESTING METHODS FOR CIVIL ENGINEERING
 Dr. E. Niederleithinger

Division 8.3
RADIOLOGICAL METHODS
 Dr. A. Waske

Division 8.4
ACOUSTIC AND ELECTROMAGNETIC METHODS
 Dr. W. Daum

Division 8.5
MICRO NON-DESTRUCTIVE TESTING
 Prof. Dr. G. Bruno

Division 8.6
FIBRE OPTIC SENSORS
 Dr. K. Krebber

Division 8.7
THERMOGRAPHIC METHODS
 Dr. Ch. Maierhofer

DEPARTMENT 9 COMPONENT SAFETY

Prof. Dr. Th. Böllinghaus

Division 9.1
SERVICE LOADING FATIGUE AND STRUCTURAL INTEGRITY
 Dr. D. Klingbeil

Division 9.2
TESTING DEVICES AND EQUIPMENT
 L. Zimne

Division 9.3
WELDING TECHNOLOGY
 Prof. Dr. M. Rethmeier

Division 9.4
WELD MECHANICS
 Prof. Dr. T. Kannengießler

DEPARTMENT 5 QUALITY INFRASTRUCTURE

Dr. M. Nitsche

Section 5.1
QUALITY IN TESTING
 Dr. J. Sunderkötter

Section 5.2
ACCREDITATION AND CONFORMITY ASSESSMENT
 Dr. G. Dudek

Section 5.3
INTERNATIONAL TECHNOLOGY TRANSFER
 Dr. M. Nitsche

Section 5.4
ECODESIGN AND ENERGY LABELLING
 Dr. F. Akkerman

DEPARTMENT Z CENTRAL SERVICES

H. Morisse

Section Z.1
ORGANISATION, CONTROLLING
 M. Haas

Section Z.2
BUDGET
 H. Morisse

Section Z.3
HUMAN RESOURCES
 B. Gregorius

Section Z.4
INFORMATION TECHNOLOGY
 Dr. B. Schmitz

Section Z.5
PROCUREMENT
 V. Bingöl

Section Z.6
INTERNAL SERVICES
 H. Morisse

Section Z.7
BUILDINGS
 R. Gravert

Section Z.8
PUBLIC RELATIONS TECHNOLOGY, INFORMATION SERVICES
 Th. Meyer

Section Z.9
RESEARCH SERVICES
 H. Saxowski

Section Z.10
EDUCATION AND TRAINING, GENDER EQUALITY, HEALTH MANAGEMENT
 S. Tschiersich

Section Z.11
LEGAL SERVICES OFFICE
 Ch. Wever

SCIENTIFIC ADVISORY BOARDS

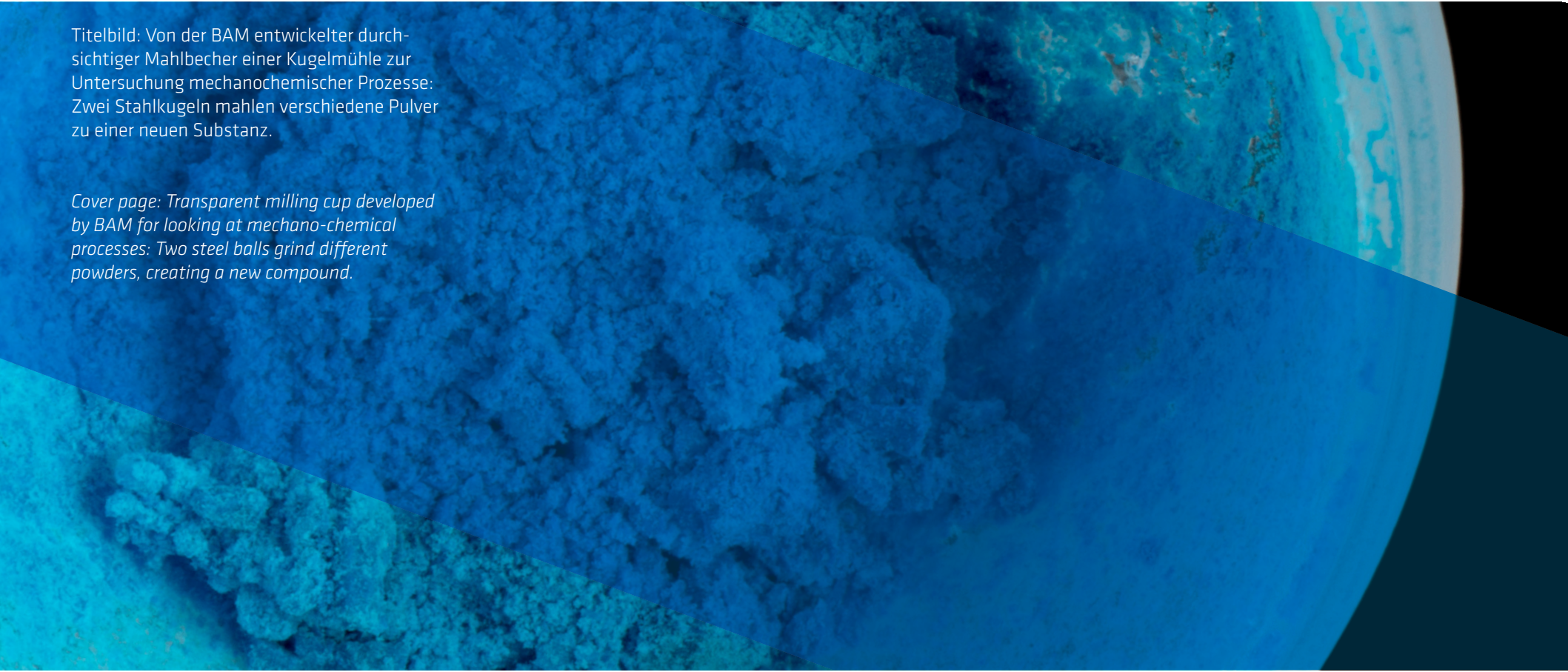
ENERGY
 Chairman: Dr. E. h. B. Fischer

INFRASTRUCTURE
 Chairman: Dr. O. Salvi

ENVIRONMENT
 Chairman: Prof. Dr. H. Krug

MATERIALS
 Chairman: Prof. Dr. H.-W. Zoch

ANALYTICAL SCIENCES
 Chairman: Prof. Dr. K.-P. Jäckel



Titelbild: Von der BAM entwickelter durchsichtiger Mahlbecher einer Kugelmühle zur Untersuchung mechanochemischer Prozesse: Zwei Stahlkugeln mahlen verschiedene Pulver zu einer neuen Substanz.

Cover page: Transparent milling cup developed by BAM for looking at mechano-chemical processes: Two steel balls grind different powders, creating a new compound.