

Sicherheit
braucht Vielfalt

BAM Report
2023/24

Sicherheit
braucht Vielfalt

BAM Report
2023/24

Editorial

Liebe Leser*innen,

wir leben in wahrhaft bewegten Zeiten, in einer „Zeitwende“ mit all ihren Herausforderungen. Für die Wissenschaft und das, was sie für eine gute Zukunft leisten kann, bedeutet das: Wir müssen Antworten nicht über Verzicht, sondern über intelligente technologische Lösungen finden. Durch ein Wachstum in die Vielfalt und durch die Vielfalt. Wie kann dies gelingen?

Wissenschaft funktioniert nur in offenen, diversen, demokratischen Systemen. Populistische und autoritäre Ansätze dagegen verengen die Räume für fortschrittliche Antworten auf dramatische Weise. Sie verhindern Fantasie für neue Ideen von einer guten Zukunft für alle. Die Eingrenzung der Wissenschaft in ihrer Vielfalt ist darum auch eines der ersten Ziele autoritärer Regierungen. Sie gilt es zu verhindern.

An der BAM arbeiten heute Menschen aus über 50 Ländern, mit vielfältigen Biografien, Zugehörigkeiten und Identitäten. In unseren Laboren, Werkstätten und in unserer Verwaltung leisten sie Großartiges. Ohne ihre Arbeit könnte die BAM nicht ihren Auftrag, die Sicherheit in Technik und Chemie zu gewähren, erfüllen. Weltoffenheit, Diversität, Vernetzung und internationaler Austausch sind unsere Grundwerte und Erfolgsfaktoren für die BAM.

Gemeinsam mit Wissenschaftler*innen aus Namibia forschen wir an sicheren Infrastrukturen für eine zukünftige Wasserstoffwirtschaft – eine Kooperation, von der beide Seiten profitieren. Ein international besetztes BAM-Spin-off entwickelt

eine revolutionäre Schweißtechnik, mit der der Windenergieausbau beschleunigt werden kann. In interdisziplinär zusammengesetzten Teams entwickeln wir Referenzmaterialien für noch leistungsfähigere E-Akkus. Und mithilfe von Methoden des maschinellen Lernens und künstlicher Intelligenz beschleunigen Mitarbeitende der BAM mit vielfältigen fachlichen wie kulturellen Hintergründen die Entwicklung neuer, maßgeschneiderter Werkstoffe. Allesamt Projekte, bei denen Vielfalt ein wichtiges und unverzichtbares Element darstellt.

Im neuen BAM Report 2023/24 stellen wir Ihnen diese und viele weitere aktuelle Projekte der BAM vor. Ich würde mich freuen, wenn sich daraus weitere Ideen ergeben, wie wir zusammen die Zukunft sicherer gestalten können. Aber auch, wenn Ideen für Initiativen entstehen, wie wir Vielfalt, Demokratie und Offenheit weiter ausbauen und fördern können – zum Nutzen aller. Lassen Sie uns hierzu gerne in den Dialog kommen.

Ihr
Ulrich Panne

Präsident
Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung (BAM)





15



20



28

Inhalt

Editorial	2
Sicherheit braucht Vielfalt	4
Die BAM und ihre fünf Themenfelder	6

Energie

Wasserstoffpartnerschaft mit Namibia	8
Batterien sicherer machen	12
Revolutionäres Schweißverfahren	15

Infrastruktur

Zeitmaschine für Straßensicherheit	20
Leichtgranulate aus Bauabfällen	23

Umwelt

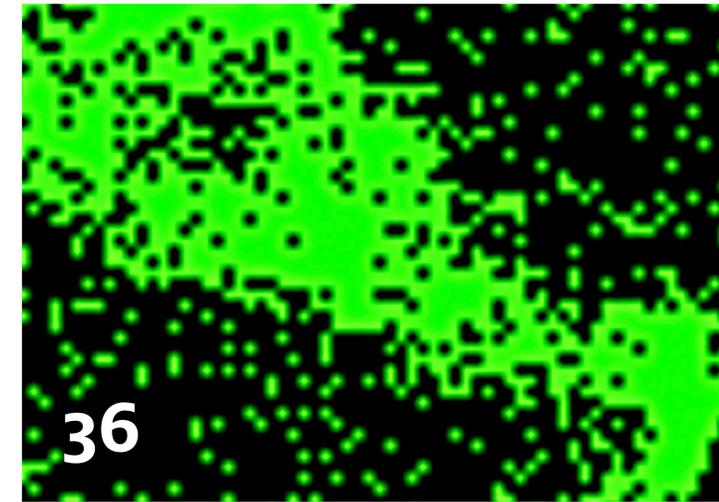
Neues Leben für alte LED	28
--------------------------	----

Material

Referenzdaten für optimalen 3D-Druck	33
Stahlversprödung entschlüsselt	36
Turbo für neue Werkstoffe	39

Chemie und Prozesstechnik

Qualitätsschub für Lithium-Akkus	44
Die BAM auf einen Blick	48
Mitglieder des Kuratoriums der BAM	49
Impressum	50



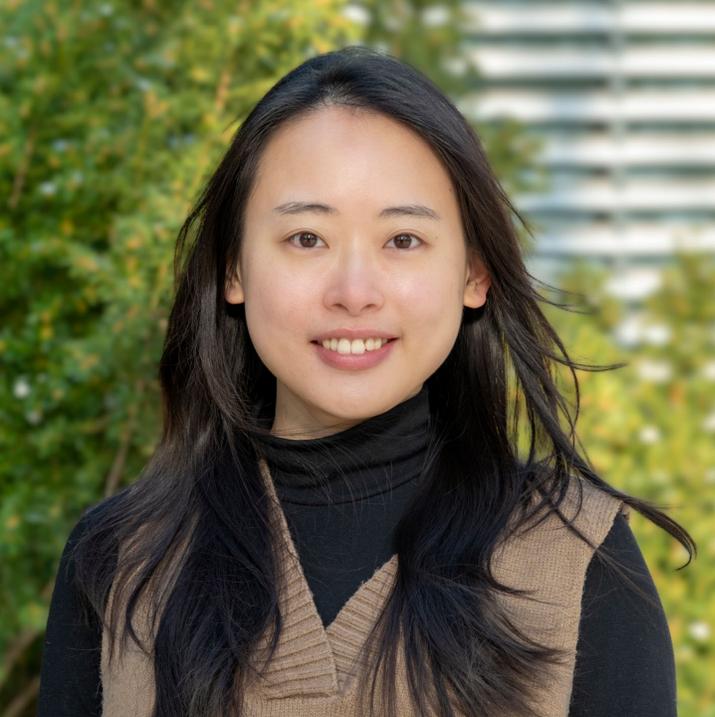
36



39



44



„Wissenschaft in diversen Teams hilft uns, unsere Komfortzone zu verlassen.“

Shu-Han Wu,
Fachbereich Elektrochemische
Energematerialien



„Kulturelle Vielfalt bereichert nicht nur unsere Arbeit, sondern auch unsere Unternehmenskultur.“

Veli Bingöl,
Leiter des Referats Beschaffung,
Materialwirtschaft

#Sicherheit braucht Vielfalt

Forschung lebt von Vielfalt und Austausch ☑. Deshalb arbeiten an der BAM Menschen aus über 50 Ländern. Menschen mit unterschiedlichen Erfahrungen und Biografien. Sie alle bereichern unsere Arbeit - unabhängig von ihrem Geschlecht, Alter, woran sie glauben oder wen sie lieben. Ohne sie könnten wir unseren Auftrag, die Sicherheit in Technik und Chemie zu gewährleisten, nicht erfüllen.

#Zusammenland

„Vielfalt öffnet Perspektiven und führt zu kreativeren Ergebnissen.“

Wiebke Seidel, zuständig für
Personalentwicklung und Gleich-
stellung/Diversität an der BAM



„Vielfalt bereichert unsere Forschung und stärkt unsere Innovationskraft.“

Parsa Asna Ashari,
Digitalisierung der
Qualitätsinfrastruktur





„Wissenschaft lebt von Vernetzung und dem Austausch verschiedener Perspektiven.“

Claudia Eggert, Mitglied des Präsidiums der BAM



„Nur gemeinsam werden wir (immer) besser!“

Reza Darvishi Kamachali,
Fachbereichsleiter Materialmodellierung

„Ideen, die uns weiterbringen, brauchen einen weiten Horizont.“

Ulrike Ganesh,
Abteilungsleiterin
Zerstörungsfreie Prüfung



„Vielfalt und Inklusion sind das Fundament für die wissenschaftliche Exzellenz der BAM.“

Herbert Saul,
Vertreter schwerbehinderter
Mitarbeiter*innen an der BAM



„Erfolgreiche Forschung bedeutet Offenheit für das Neue.“

Robert Maaß, Abteilungsleiter
Werkstofftechnik



„Jeder Mensch hat seine eigene Würde und seinen eigenen Wert.“

Lucia Casali,
Fachbereich Strukturanalytik



Die BAM und ihre fünf Themenfelder

Die BAM integriert Forschung, Bewertung und Beratung für die Sicherheit in Technik und Chemie unter einem Dach. Im Rahmen unserer gesetzlichen und gesellschaftspolitischen Aufgaben identifizieren wir Anforderungen an die Sicherheit in Technik und Chemie für die Gesellschaft von morgen. Der Fokus unserer Arbeit liegt auf den fünf Themenfeldern Energie, Infrastruktur, Umwelt, Material sowie Chemie und Prozesstechnik.

Energie | Infrastruktur | Umwelt | Material | Chemie und Prozesstechnik

Energie

Wasserstoffpartnerschaft mit Namibia



Namibia verfügt über weltweit nahezu einzigartige Voraussetzungen für die Produktion und den Export von grünem Wasserstoff. Um Forschung sowie Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs voranzutreiben, arbeitet die BAM eng mit dem Land zusammen.

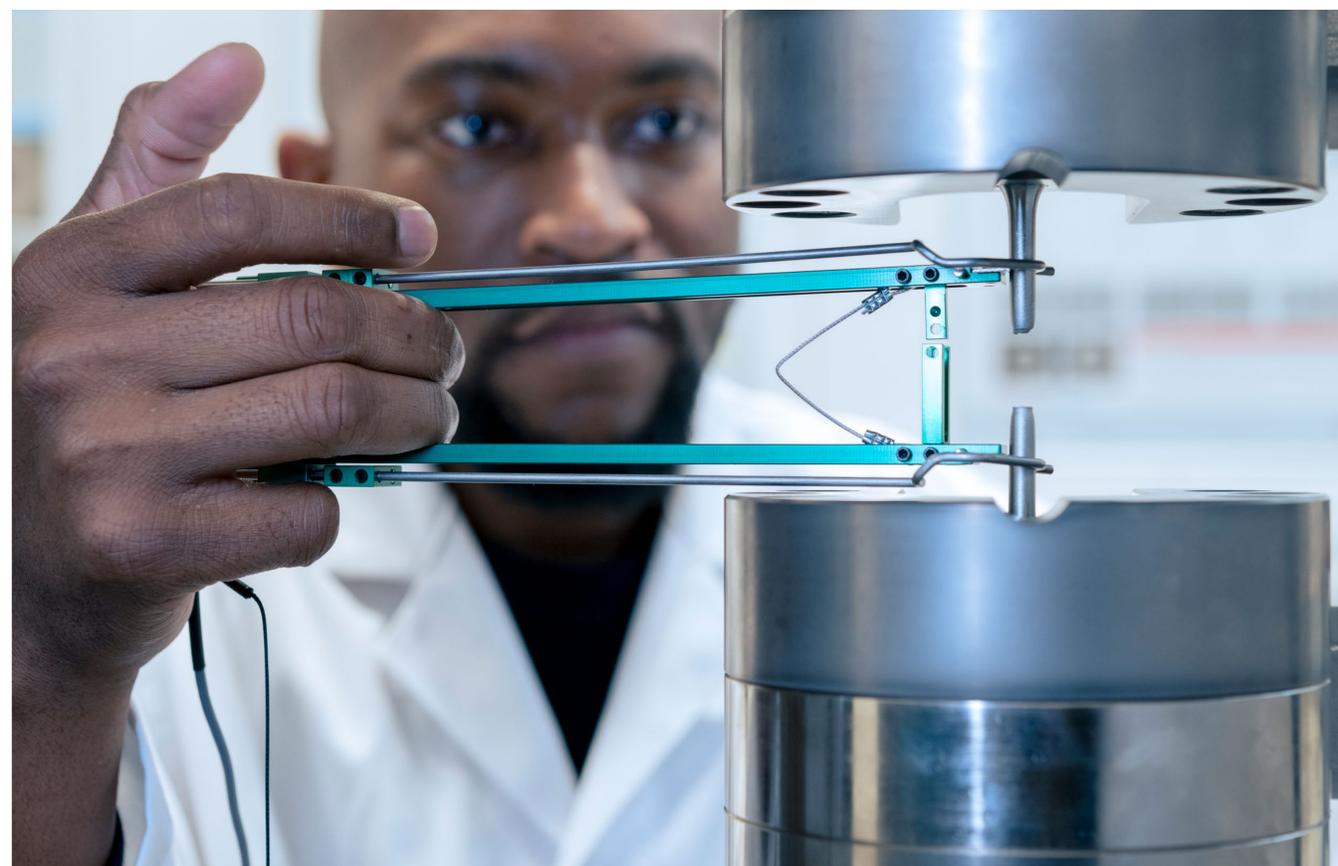
Namibia hat sich zum Ziel gesetzt, weltweit einer der führenden Produzenten des klimaneutralen Energieträgers zu werden. Schlüsselprojekt ist eine hochmoderne 5-Megawatt-Pilotanlage für die Elektrolyse von grünem Wasserstoff, die 2024 in Betrieb genommen werden und bis zu 200 Tonnen grünen Wasserstoff pro Jahr produzieren soll: für Namibias Hafen-, Bergbau- und Transportsektor, für den Straßen- und Schienenverkehr und auch für den Export.

Testfeld für die Wasserstoffproduktion

Die Pilotanlage soll nicht nur den lokalen Energiebedarf decken, sondern ist auch wichtiges Testfeld für die Wasserstoffproduktion und -handhabung sowie für die damit verbundenen Komponenten und Infrastrukturen. Errichtet wird sie von Cleanergy Solutions Namibia. Cleanergy hat die BAM und ihr namibisches Pendant, das Namibia Green Hydrogen Institute (NGHRI) der University of Namibia (UNAM), eingeladen, an dem **bahnbrechenden Projekt** aktiv mitzuwirken. Der Fokus der Kooperation liegt auf Untersuchungen zur Materialkompatibilität, etwa hinsichtlich flexibler Verbindungsleitungen, wie sie für den Wasserstoffbetrieb im Schienenverkehr benötigt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse

dienen dem sicheren und effizienten Hochskalieren der Produktion von Wasserstoff und seinen Derivaten, wie z. B. Ammoniak. „Um die Chancen des grünen Wasserstoffs zu nutzen, muss Namibia widerstandsfähige Kompetenzen aufbauen, die in der Lage

sind, seine natürlichen Ressourcen in ein Vehikel zur wirtschaftlichen Emanzipation umzuwandeln. Unsere Zusammenarbeit mit der BAM basiert auf diesem Verständnis“, sagt Kenneth Matengu, Rektor der Universität Namibia. Die Vorhaben werden



Im Labor wird geprüft, welche Stähle sich für Wasserstoffpipelines eignen.



Bei Walvis Bay, Namibia, entsteht eine Pilotanlage zur Produktion von grünem Wasserstoff.

vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert, das unter anderem für die Cleanergy-Pilotanlage in Namibia einen Förderbeitrag von mehr als zehn Millionen Euro zur Verfügung stellt.

Interkontinentaler Wissensaustausch

Zusätzlich hilft die BAM, personelle Kapazitäten in Namibia aufzubauen und den Wissenstransfer auszuweiten. Dazu wurde ein wissenschaftliches Austauschprogramm ins Leben gerufen: Eine Gruppe von bis zu zehn Doktorand*innen aus Namibia forscht in den kommenden Jahren sowohl am **Wasserstoff-Kompetenzzentrum der BAM** als auch in der Pilotanlage in Walvis Bay. Ihr Wissen werden sie

später beim Hochskalieren der Wasserstoffwirtschaft in Namibia einbringen.

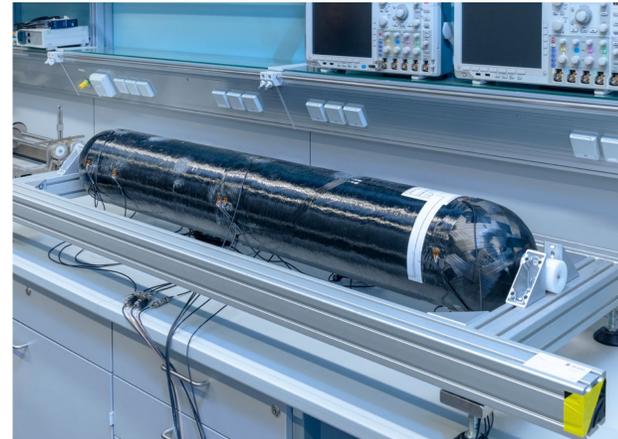
Eike Krafft, Gruppenleiter von Cleanergy Solutions Namibia, erklärt dazu: „Wir nutzen die erneuerbaren Energieressourcen des Landes zur grünen Wasserstoffproduktion. Damit tragen wir zu einer klimaneutralen Zukunft bei und setzen einen Grundstein für den Aufbau einer neuen Industrie in Namibia. Unsere Zusammenarbeit mit der BAM und UNAM ist ein wesentlicher Teil des Projekts. Die hieraus resultierenden Erkenntnisse sind unabdingbar für den effizienten und sicheren Ausbau der Anlage hin zur kommerziellen Produktion von Wasserstoff und Ammoniak. Eine Schlüsselrol

le spielt auch das wissenschaftliche Austauschprogramm der BAM mit UNAM. Damit werden Kapazitäten und lokale Expertise geschaffen, die das Land unbedingt braucht, um die Projekte nachhaltig umsetzen zu können.“

Einer dieser Doktorand*innen ist Sam Shaanika. „Die Zusammenarbeit mit der BAM, wo ich in einem vielfältigen und unterstützenden Team arbeite, ist beeindruckend“, so der junge Wissenschaftler. „Die BAM bietet eine ausgezeichnete Laborumgebung für die Durchführung intensiver Forschung im Bereich der grünen Wasserstofftechnologien, um nach intelligenten, billigeren und zugleich sichereren Materialien und Testmethoden in der Lieferkette zu suchen.“ –

Kleinerer CO₂-Fußabdruck

Druckbehälter für Wasserstoff werden in Zukunft in großer Zahl benötigt, um den Verkehrssektor zu dekarbonisieren sowie den grünen Energieträger zu speichern und zu transportieren. Die Speicher sind aus carbonfaserverstärkten Kunststoffen gefertigt. Bislang werden bei der energieintensiven Produktion jedes Exemplars bis zu zweieinhalb Tonnen CO₂ freigesetzt. Die BAM arbeitet in einem **Gemeinschaftsprojekt daran, die CO₂-Bilanz deutlich zu verbessern** [☞](#). Einerseits soll der Leichtbau-Werkstoff CFK effizienter eingesetzt werden. Bisher sind die Behälter aus Sicherheitsgründen besonders konservativ ausgelegt, d. h., es wird sehr viel Material verwendet. Untersuchungen der BAM deuten jedoch darauf hin, dass sich durch eine digitale Prozessüberwachung bei der Herstellung bis zu 20 Prozent Material einsparen und sich dabei sogar sicherere Speicher produzieren lassen. Andererseits soll ihre Lebensdauer verlängert werden: Tests zu mechanischen und thermischen Belastungen zeigen, dass die Speicher viel länger als heute üblich verwendet werden können. Auch das kann helfen, Ressourcen zu sparen: Würden die Speicher z. B. zehn Jahre länger genutzt, würde dies – neben der Materialeinsparung bei der Produktion – eine erhebliche Verringerung ihres CO₂-Fußabdrucks bedeuten. Gefördert wird das Vorhaben durch das Technologietransfer-Programm Leichtbau des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz.



Druckspeicher für Wasserstoff sollen nachhaltiger und sicherer werden.

Kooperation mit Südkorea

Die BAM hat 2023 ihre Zusammenarbeit **mit Südkorea auf dem Gebiet moderner Wasserstofftechnologien weiter intensiviert** [☞](#). Im Fokus stehen die Gewährleistung der Sicherheit der Wasserstoffinfrastruktur, der Aufbau einer Qualitätsinfrastruktur sowie die Entwicklung von Normen und Standards, die den Markthochlauf von Wasserstoff beschleunigen sollen. Beteiligt an der Kooperation sind auf südkoreanischer Seite die Korea Gas Safety Corporation (KGS), die Hoseo University in Cheonan sowie H₂KOREA, eine Organisation, die die südkoreanische Regierung zu Fragen rund um das Thema Wasserstoff berät. Die intensivier

te Zusammenarbeit soll den regelmäßigen Austausch von Wissenschaftler*innen durch Workshops und Konferenzen und den Ausbau eines deutsch-südkoreanischen Netzwerks ermöglichen sowie die Umsetzung von Forschungsprojekten beschleunigen. Die Zusammenarbeit fokussiert über die gesamte Wertschöpfungskette von Wasserstoff verteilte Schwerpunkte, von der Herstellung, Speicherung, dem Transport bis zur Nutzung. Die BAM und weitere Partner*innen aus Deutschland wollen gemeinsam in Südkorea auch beim Aufbau von Wasserstoff-Pilotstädten beratend tätig werden.

Wasserstoffspeicher mit vierzigfacher Kapazität

Flüssigwasserstoff wird bei –253 Grad Celsius transportiert und gelagert. Aufgrund der extrem kalten Temperatur kommt der Wärmeisolierung eine besondere Bedeutung zu. Bisherige Speicher sind kugelförmig und verfügen über eine Doppelwand. Der bis heute größte Speicher besitzt ein Fassungsvermögen von 5 000 Kubikmetern, ihn zu bauen, erforderte drei Jahre. In Zukunft werden jedoch Speicher mit einer Kapazität von bis zu 200 000 Kubikmetern benötigt. Die BAM **erforscht daher im von der EU geförderten Projekt „NICOLHy** [☞](#)“ neuartige Isolationskonzepte für Speicher von Flüssigwasserstoff. Dabei wird erstmals das Prinzip der VIP-Wärmeisolierung (VIP = Vacuum Isolation Panel, deutsch: Vakuum-Isolationspaneel) für die Wasserstoffspeicherung erprobt. Mit ihm ließe sich die Fertigung deutlich beschleunigen, die Qualität steigern und gleichzeitig die Kosten senken. Zudem können die Tanks rechteckig gebaut werden, wodurch sich ihre Kapazität gegenüber bisherigen Speichern drastisch erhöhen ließe. „Insgesamt lässt sich die Kapazität um den Faktor 40 steigern, die Herstellungskosten um 80 Prozent senken“, so Robert Eberwein, Experte für Gefahrguttanks an der BAM, der das EU-Projekt koordiniert. Beteiligt an dem Konsortium sind neben der BAM die Universität Bologna, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, die Norwegische Universität für Naturwissenschaften und Technologie sowie die Nationale Technische Universität Athen.

Energie

Batterien sicherer machen

Test, wie sich beschädigte
Batterien durch Tiefkühlung
sicherer transportieren lassen.

Anita Schmidt leitet das Batterie-Testzentrum der BAM. Im Interview erklärt die Expertin, mit welchen Technologien Akkus noch sicherer werden, ohne an Leistung einzubüßen.

Im Batterietestzentrum der BAM steht der „State of Safety“, die Sicherheit von Akkus im Vordergrund. Welche aktuellen Entwicklungen gibt es, um Batterien noch zuverlässiger zu machen?

Im Fokus unserer Arbeit steht die Sicherheit vor Bränden oder gefährlichen Reaktionen beschädigter Lithium-Batterien, das „thermische Durchgehen“. Die Forschung setzt dabei auf mehreren Ebenen an: bei den Materialien der Batteriebestandteile selbst, z. B. dem Elektrolyt. Hier erweisen sich bestimmte Festkörperelektrolyte als vorteilhaft, da sie nicht brennbar und chemisch besonders stabil sind. Auf der Zellebene werden Schutzsysteme etwa gegen Überdruck optimiert. Besonders erfolgversprechend erscheinen elektronische Batteriemanagementsysteme, die den gesamten Lithium-Akku mithilfe von Sensoren überwachen. Im Notfall leiten sie die Kühlung ein oder schalten die Batterie ganz ab.

Welche Projekte laufen dazu an der BAM?

In unserem Batterietestzentrum forschen wir an **innovativen Diagnose- und Sensorsystemen **, die möglichst frühzeitig die Gefahr eines thermischen Durchgehens anzeigen. Dazu messen wir den inne-

ren Widerstand einer Zelle. Wir untersuchen auch, wie sich sehr stark beschädigte Batterien dennoch sicher transportieren lassen, z. B. mithilfe von Tiefkühlung. Und wir führen Untersuchungen zur Alterung von Batterien durch und entwickeln Modelle, mit denen sich ihr Sicherheitszustand vorhersagen lässt.

Seit Februar 2024 gilt in der EU eine neue Batterieverordnung. Welche Konsequenzen ergeben sich daraus?

Neu ist z. B. die Verpflichtung, dass Batterien für E-Bikes oder E-Roller austauschbar sein müssen. Sicherheitstechnisch ist das nicht trivial, da Lithiumbatterien sich deutlich in ihren Eigenschaften unterscheiden können. Es kann daher problematisch sein, wenn „falsche“ Zellen eingebaut oder sicherheitsrelevante Teile beim Austausch beschädigt werden. Auch hierzu forschen wir an der BAM.

Anita Schmidt berät die Bundesregierung und die Vereinten Nationen zur Sicherheit von Batterien.



Wichtig ist auch der neue digitale Batteriepass, der ab 2027 für alle größeren Batterien ab zwei Kilowattstunden, also z. B. für Akkus in E-Autos, verbindlich wird. Er ermöglicht die Rückverfolgung einer Batterie über den gesamten Lebenszyklus und erleichtert spätere Second-Life-Anwendungen, etwa als Zwischenspeicher für Wind- oder Solarstrom.

Ein Schwerpunkt im Batterie-Testzentrum der BAM ist die „Compositional Retraceability“. Was verbirgt sich dahinter?

Lithium-Batterien unterscheiden sich je nach Typ teils stark in ihrer chemischen Zusammensetzung und Bauweise – und damit auch in ihrem Sicherheitsverhalten. Man muss daher die Inhaltsstoffe, Morphologie und den Aufbau einer Zelle genau kennen. Wir untersuchen all dies interdisziplinär mit einer Vielzahl analytischer Methoden. Die Ergebnisse helfen auch bei der Entwicklung neuer Zelltypen.

Im Jahr 2023 haben Brände auf großen Containerschiffen, die Elektroautos transportierten, für Schlagzeilen gesorgt. Wie können derartige Vorfälle künftig vermieden werden und welchen Beitrag leistet die BAM dazu?

Die Vereinten Nationen (UN) entwickeln gerade ein System, mit dem Lithium-Batterien nach ihrer Gefährlichkeit eingestuft werden. Hieraus ergeben sich dann Vorgaben für den sicheren Transport. Die BAM vertritt die Bundesrepublik Deutschland und bringt ihre langjährige Expertise auf diesem Gebiet ein. Unsere Untersuchungen zeigen z. B., dass bei Batterien mit einem Ladezustand von unter 20 Pro

zent meist kein thermisches Durchgehen mehr ausgelöst werden kann. Auch ein wärmeabführendes Batteriegehäuse kann verhindern, dass der komplette Akku in Brand gerät. Mit einer entsprechenden Lösung ließe sich etwa der Transport von Neuwagen sicherer gestalten. Gleichzeitig sind wir mit den internationalen Schifffahrtsverbänden im Austausch, um zu besseren Sicherheitsvorkehrungen für den Transport auf See zu gelangen. All dies kann helfen, das Risiko von Bränden deutlich zu reduzieren. –



Die BAM erforscht in ihrem Batterietestzentrum, ob Abkühlung das thermische Durchgehen von Akkus stoppt.

Energie

Revolutionäres Schweißverfahren



Das BAM-Spin-off WeldNova GmbH will das Schweißen von Windtürmen um das Achtfache beschleunigen. Die Technologie könnte der deutschen Windindustrie entscheidende Wettbewerbsvorteile sichern.

Moderne Windtürme bestehen aus Hunderten Einzelteilen. Bis zu 120 Millimeter dicke Stahlbleche müssen bei der Fertigung mit dem sogenannten Unterpulverschweißverfahren in mehreren Lagen zusammengefügt werden. Das Schweißen eines einzigen Turms benötigt fast 100 Stunden. Allein dadurch ist die Kapazität der deutschen Produktionsstandorte auf ca. 520 Stahltürme pro Jahr limitiert – nur gut die Hälfte dessen, was die Ausbauziele der Bundesregierung allein an Land vorsehen. Weitere Anlagen werden vor allem aus China zugekauft, wo sie wegen der geringen Personalkosten besonders preisgünstig hergestellt werden können.

Beschleunigung durch Laserhybridschweißen

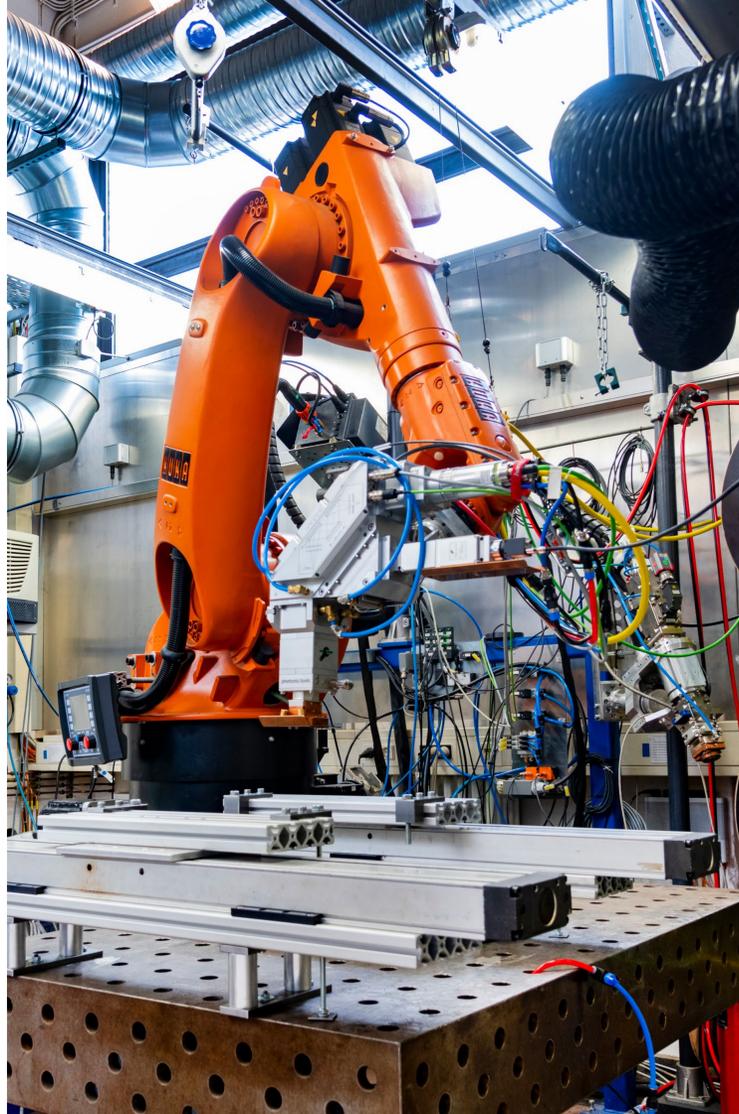
Deutlich schneller – und zugleich kostengünstiger – könnten die Anlagen im Laserhybridschweißverfahren hergestellt werden, das nur eine einzige Schweißlage erfordert. Bislang ist dieses Verfahren im industriellen Bereich jedoch nur für Bleche mit einer Stärke von höchstens zwölf Millimetern zugelassen. Beim Schweißen dickerer Bleche bilden sich aufgrund der Schwerkraft Tropfen unterhalb der Schweißnaht. Sie gefährden die Standfestigkeit der Anlage und müssten daher aufwendig nachbearbeitet werden.



Fatma Akyel aus dem WeldNova-Team prüft den Laserkopf.

Das **Start-up WeldNova GmbH**  aus dem **Kompetenzzentrum Wind**  der BAM hat für das lang bekannte Problem eine smarte Lösung gefunden: Das Team der vier Wissenschaftler*innen hat ein System aus Elektromagneten entwickelt, das an der Schweiß-

zone angebracht wird. Die Magneten setzen eine sogenannte Lorentzkraft frei, die der Gravitation entgegenwirkt und die flüssige Schmelze „stützt“. Eine Tropfenbildung an der Schweißnaht ist damit ausgeschlossen. Die Innovation ermöglicht erstmals den



Der 60-Kilowatt-Laser der BAM ist einzigartig in Europa.

Einsatz des deutlich schnelleren Laserhybridschweißverfahrens ohne Sicherheitseinbußen auch bei den dicken Stahlblechen für Windenergieanlagen.

Bis 2025 soll die Erfindung in ein **marktreifes System für die Industrie** überführt werden. Unterstützt wird das Entwickler*innen-Team durch das EXIST-Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Gleichzeitig kann das Team weiterhin die exzellente Forschungsinfrastruktur der BAM nutzen, zu der u. a. auch ein 60 Kilowatt starker Hochleistungsschweißlaser gehört, der einzigartig in Europa ist.

Enorme Einsparpotenziale bei Zeit und Kosten

Zeit- und Kosteneinsparungen, so Christian Brunner-Schwer, Geschäftsführer von WeldNova, wären bei einem modernen 120-Meter-Windturm enorm: Die

Schweißzeit ließe sich von 96 auf knapp zwölf Stunden reduzieren – eine Beschleunigung um den Faktor acht. Gleichzeitig würden nur 900 statt wie bisher 4 000 Kilowattstunden an Energie benötigt. Die Kosten für das Schweißen könnten insgesamt um 90 Prozent gesenkt werden. Der CO₂-Ausstoß bei der Fertigung eines Windturms würde sogar um 93 Prozent reduziert.

„Expert*innen aus der Windindustrie bestätigen uns schon jetzt, dass unser System zum Gamechanger werden könnte“, so Fatma Akyel, die im Team den Bereich Forschung und Entwicklung verantwortet. „Dabei sind stählerne Windtürme nur ein Anwendungsfeld für unsere Innovation. Interessant ist sie überall dort, wo dickwandige Stahlbleche zusammengefügt werden: beim Bau von Wasserstoffpipelines, von Behältern für Flüssiggas oder Chemikalien, beim Schiffs- und Brückenbau.“ –

„ **Expert*innen aus der Windindustrie bestätigen uns, dass unser System zum Gamechanger werden könnte.** “



Das WeldNova-Team will 2025 mit seiner Innovation an den Markt gehen.

Neue Legierungen für Windtürme

Damit Windräder auf See noch leistungsfähiger werden, müssen sie mit längeren Rotorblättern ausgerüstet werden. Gleichzeitig wachsen damit die Türme in die Höhe. Um die gigantischen Anlagen wirtschaftlich und technisch realisieren zu können, ist in naher Zukunft der Umstieg auf eine Errichtung in Leichtbauweise mit modernen hochfesten Stählen unvermeidlich. So ließen sich auch bis zu 20 Prozent des Stahls einsparen. Bislang galten hierbei die Schweißnähte als Schwachstelle. Windenergieanlagen auf See sind gewaltigen Belastungen durch Wind und Wellen ausgesetzt, die das Material schwingend, d. h. zyklisch wechselnd, beanspruchen. Gerade die Schwingfestigkeit moderner hochfester Stähle wird durch den Schweißvorgang jedoch beeinträchtigt. Die BAM testet in einem **Kooperationsprojekt spezielle Legierungen, die die Schweißnähte ertüchtigen sollen** [☑](#). Das Ziel ist, der Industrie eine sichere Verarbeitung der Schweißzusätze zu ermöglichen. Zugleich sollen die Erkenntnisse in Regelwerke einfließen. Das Projekt, an dem auch das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM) und die Forschungsvereinigung des Deutschen Verbands für Schweißen und verwandte Verfahren (DVS) beteiligt sind, wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen eines Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) gefördert.



Aufbau des Meerwasserlabors direkt an der Nordsee

Besserer Korrosionsschutz offshore

2023 hat die BAM zusammen mit dem Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe-Nordsee am Eider-Sperrwerk bei Tönning **ein innovatives Meerwasserlabor errichtet** [☑](#). In dem Labor kann der Korrosionsschutz an Offshore-Gründungsstrukturen unter realen Bedingungen getestet werden. So lassen sich Schutzmaßnahmen zielgerichteter auslegen und die geplante Nutzungsdauer von Windenergieanlagen sicher erreichen. Ein Fokus liegt auf dem Übergangsbereich von Meerwasser zu Sediment, denn hier herrschen besonders heterogene Bedingungen, sodass sich der Erfolg eines Schutzsystems bisher nicht vorhersagen lässt. Darüber hinaus wird zur Wechselwirkung von maritimem Bewuchs im Unterwasserbereich und kathodischem Korrosionsschutz geforscht. Dazu wurde das Korrosionslabor mit einem Kreislaufsystem für Meerwasser ausgestattet. Entwickelt werden auch Exploration-Tools, mit denen sich die Korrosivität des Sediments am Meeresgrund exakt beschreiben lässt. Sie sollen es in Zukunft ermöglichen, hochkorrosive Bereiche für die Gründung von Offshore-Bauwerken gezielt zu vermeiden bzw. den Korrosionsschutz an die Umweltbedingungen anzupassen.

Größere Energieausbeute

In einer Machbarkeitsstudie hat die BAM zusammen mit dem Marburger Start-up LATODA **ein neuartiges Inspektionsverfahren für Windenergieanlagen erfolgreich getestet** [☑](#). Dabei werden mit einer Infrarotkamera Erosionsschäden an Rotorblättern sichtbar gemacht. Diese bewirken Verwirbelungen des Luftstroms und sind für Leistungseinbußen verantwortlich. Auf sogenannten Thermogrammen werden die Turbulenzen erkennbar. Die Aufnahme der Bilder dauert nur etwa zehn Minuten. Im Vergleich zu konventionellen Inspektionen mit Industrie

kletter*innen, die bis zu drei Tage in Anspruch nehmen, bedeutet allein dies eine erhebliche Effizienzsteigerung. Anschließend werden die Thermogramme mit komplexen Bildverarbeitungs- und KI-Algorithmen analysiert. Durch die automatisierte Datenauswertung lassen sich Schäden im Frühstadium erkennen und beheben, bevor aufwendigere Reparaturen erforderlich werden. Auch Wartungen können zielgerichteter durchgeführt werden. Insgesamt lässt sich die Leistung von Windenergieanlagen im Jahresdurchschnitt um bis zu zwei Prozent steigern.

Energie | **Infrastruktur** | Umwelt | Material | Chemie und Prozesstechnik

Infrastruktur

Zeitmaschine für Straßensicherheit



Fugen gelten als verwundbarste Stelle hoch beanspruchter Bundesfernstraßen und Autobahnen. Ein neuartiger Versuchsstand der BAM soll den Erhaltungsaufwand von Straßen minimieren und ihre Sicherheit erhöhen.

Alle fünf Meter werden Fugen in die Betonplatten von Autobahnen und Bundesfernstraßen eingelassen. Sie sollen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitschwankungen sowie Setzungen des Untergrunds ausgleichen und damit Risse in der Fahrbahnoberfläche verhindern. Dieses wesentliche Konstruktionselement ist jedoch leicht verwundbar. Während der Beton für die Fahrbahndecken in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich weiterentwickelt und für immer größere Lasten ausgelegt wurde, sind die Fugen schlicht vergessen worden. „Kommt es zu Schäden an diesem unscheinbaren Bauteil, leidet das gesamte System Straße“, erklärt dazu Christoph Recknagel aus dem **Bereich Straßenbau- und Abdichtungstechnik der BAM**. Die Folge: Viele Fernstraßen müssen oft nach kurzer Zeit zu hohen Kosten repariert werden, der Verkehrsfluss leidet.

Aktuelles Regelwerk überaltert

Das gesetzliche Regelwerk zu Fugenmaterialien beruht auf technischen Annahmen, die teils noch aus den Fünfzigerjahren des letzten Jahrhunderts stammen und die sich wiederum nur auf vereinzelte empirische Beobachtungen stützen. Das praktische Gebrauchsverhalten der Fugenkonstruktion und ma-

terialien wird bei dieser Zulassungsmethodik nicht erfasst. „Im Ergebnis führt das zu Fugensystemen mit völlig unzureichender Funktion – vor allem was die Dauerhaftigkeit betrifft“, so Christoph Recknagel.

Sein Team will einen „Paradigmenwechsel“ zu einer Bewertungsmethodik herbeiführen, die auf die tatsächliche Performance abzielt. Dazu hat es im Auf-

trag der Bundesanstalt für Straßenwesen einen innovativen Versuchsstand konzipiert und mithilfe des BAM-Versuchsanlagenbaus realisiert. Die containerartige und begehbare Anlage, die durch ein Sonderprogramm des Bundesverkehrsministeriums gefördert wurde und deren Einzigartigkeit inzwischen patentiert ist, erlaubt es erstmals, das tatsächliche Gebrauchsverhalten und damit die dauerhafte



Aus dem Kontrollraum lässt sich das Klima in der „Zeitmaschine“ steuern.

Performance kompletter Fugenkonstruktionen unter realen Bedingungen zu testen.

An zwei Testmodulen ist jeweils ein Rad aufgehängt, das in Echtzeit über einen realitätsgetreuen Betonfahrbahnabschnitt mit Fugenkonstruktion rollen kann. Dabei werden zusätzlich in mehreren Achsen und wechselnden Geschwindigkeiten mechanische Beanspruchungen nachgestellt.

Gleichzeitig ist der Versuchsstand eine Klimakammer und Zeitmaschine, in der ein ganzes Jahr auf eine Woche gerafft wird. So kann der langsame Temperaturübergang zwischen Frühling, Sommer, Herbst und Winter simuliert werden (die Skala reicht dabei von minus 30 bis plus 60 Grad Celsius), aber ebenso der plötzliche Kältesturz während eines Gewitters im Sommer. Auf die Fugen geht dabei die Niederschlagsmenge eines ganzen Jahrs nieder, von Niesel bis zu Starkregen. UV-Lampen ersetzen die Sonneneinstrahlung.

Schäden durch innovative Fugensysteme vermeiden

„Mit unserer Messtechnik können wir das tatsächliche mechanische Verhalten eines Fugenwerkstoffs im Gebrauch sowie seine Bewegungen und Veränderungen beobachten“, erklärt Janine Buchheim aus dem Team. „Dadurch ist es möglich, innovative Fugenmaterialien in optimierten Konstruktionen zielgerichtet an veränderte Beanspruchungen, etwa infolge des Klimawandels, anzupassen oder die Geräuschemissionen zu reduzieren.“

Der Straßenkörper kann so besser und langfristiger durch leistungsfähigere Fugen geschützt werden. Verkehrssicherheit, Fahrkomfort und Lärmschutz nehmen zu. Gleichzeitig werden Zeit- und Kostenaufwand für die Erhaltung hoch beanspruchter Betonfahrbahnbeläge auf Fernstraßen reduziert – und der Verkehrsfluss bleibt ungestört. –



Gewitter können simuliert werden, Starkregen und ein plötzlicher Kältesturz im Sommer.



Infrastruktur

Leichtgranulate aus Bauabfällen



Leichtbetone können deutlich zur CO₂-Einsparung im Bausektor beitragen. Nun konnte nachgewiesen werden, dass sich für die erforderlichen Leichtgranulate auch Bau- und Abbruchabfälle eignen.

Der Einsatz von Leichtbetonen im Bausektor bietet viele ökologische und ökonomische Vorteile: Sie isolieren ausgezeichnet und minimieren den Wärme- oder Kälteverlust durch Wände, Böden und Decken, wodurch eine zusätzliche Dämmung oft überflüssig wird. Dies verbessert die Energieeffizienz von Gebäuden. Das geringe Gewicht der Leichtbetone ermöglicht zudem Energie- und CO₂-Einsparungen beim Transport und erleichtert die Verarbeitung auf einer Baustelle.

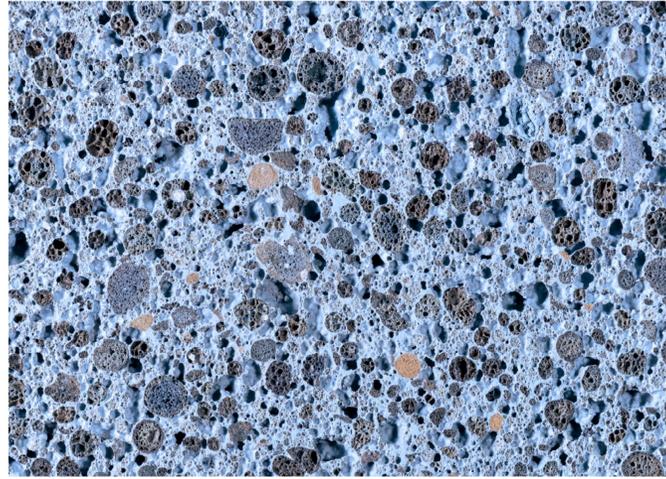
Um entsprechende Leichtbaustoffe zu erhalten, werden Betonen und Mörteln sogenannte leichte Gesteinskörnungen zugegeben. Dabei handelt es sich um Vulkangesteine wie Bims, Tuff oder Perlit – oder um Blähton, der durch die Erhitzung und damit „Expansion“ von natürlichem Ton gewonnen wird. Allerdings sind die Ressourcen an Vulkangesteinen und Tonarten, die sich für die Herstellung der leichten Gesteinskörnungen eignen, endlich. Zudem wird Ton auch in der Ziegel- und Zementindustrie dringend benötigt.

Bauabfälle als Ersatzstoff?

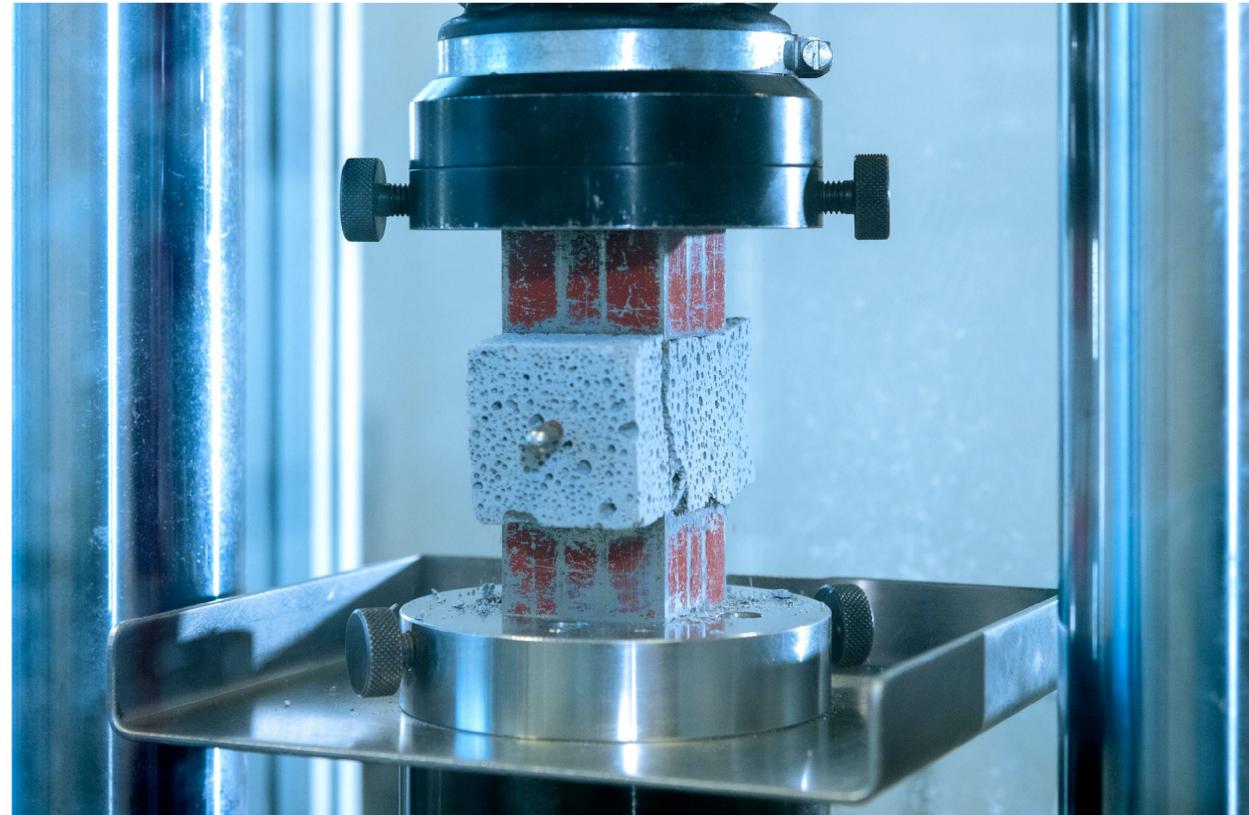
Im Prinzip lassen sich die Gesteinskörnungen auch aus mineralischen Bau- und Abbruchabfällen herstellen – und davon fallen allein in der Europäischen Union rund 900 Millionen Tonnen jährlich an. Insbesondere für feinkörnigen Mauerwerkbruch fehlen derzeit jedoch geeignete Verwertungsmöglichkeiten. Oft werden die Abfälle als Füllmaterial für den Straßenbau verwendet oder einfach auf Deponien entsorgt. Im Prinzip könnten sie aber zur Herstellung vollwertiger Zuschlagstoffe für Leichtbetone genutzt werden; Expert*innen sprechen in diesem Fall von Leichtgranulaten. Aufgrund verschiedener technischer Herausforderungen ist dies jedoch noch nicht versucht worden. „Zumeist sind die Abfälle sehr heterogen zusammengesetzt oder durch Bestandteile wie Sulfate verunreinigt“, erklärt Katrin Rübner, Expertin für Reststoffverwertung an der BAM. „Auch muss nachgewiesen sein, dass Leichtgranulate dieselben Eigenschaften wie Blähton aufweisen.“ Und es galt, ein Verfahren für die thermische Expansion, das „Aufblähen“ der Reststoffe zu finden.



Im Intensivmischer wird das Granulat zu Leichtbeton verarbeitet.



Der neue Leichtbeton wird auf Druckfestigkeit geprüft.



Neue Pilotanlage brachte Durchbruch

Im **Verbundvorhaben REALight** mit der BAM und weiteren Partner*innen, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, hat das Institut für Angewandte Bauforschung (IAB) in Weimar zunächst erfolgreich eine Pilotanlage zur Herstellung von Leichtgranulaten aus gemischten Bau- und Abbruchabfällen entwickelt.

„Die mit der Anlage gewonnenen Leichtgranulate haben wir im Betonlabor der BAM umfassend auf ihre Leistungsbeständigkeit geprüft und auch getestet, ob von ihnen Gefahren für Gesundheit oder Umwelt ausgehen“, so Katrin Rübner.

Im nächsten Schritt hat das BAM-Team auch Leichtbetone, Infraleichtbetone und Mörtel, die es mithilfe

der Leichtgranulate hergestellt hatte, nach den vorgeschriebenen deutschen und europäischen Normen getestet: Im Fokus standen mechanische Eigenschaften wie Festigkeit und Dauerhaftigkeit.

Das Ergebnis: Die im Projekt hergestellten Leichtgranulate aus Bauabfällen sind mit herkömmlichen Blähtonen vollkommen konkurrenzfähig. Sie können bedenkenlos für die Herstellung von Leichtbeton, Infraleichtbeton und leichten Mörteln verwendet werden.

Die BAM hat damit zusammen mit der Bauhaus-Universität Weimar, dem IAB Weimar und den übrigen Projektpartner*innen eine wichtige Voraussetzung für den angestrebten Technologietransfer eines neuen, nachhaltigen Bauprodukts geschaffen. –

Weg frei für klimafreundliches Lehm-mauerwerk

Dass Lehm ein besonders nachhaltiger Baustoff ist, ist seit Langem bekannt. Anders als herkömmliche Ziegel oder Zement werden Mauersteine aus Lehm nicht gebrannt, sondern getrocknet. Ihre Herstellung benötigt daher bis zu 85 Prozent weniger Energie und weist eine gute CO₂-Bilanz auf. Jedoch wird Mauerwerk aus Lehm kaum eingesetzt. „Das liegt vor allem an den Vorschriften, die sehr restriktiv sind“, so Philipp Wiehle, BAM-Experte für Baustoffe. „Lehmsteine dürfen nur bei Gebäuden mit maximal zwei Geschossen verwendet werden. Vorgeschrieben ist dann zusätzlich eine Wandstärke von mindestens 36,5 Zentimetern – mehr als das Doppelte als sonst. Das macht die Verwendung von Lehm-mauerwerk teuer und unattraktiv. Dabei spiegelt das Regelwerk nicht die Leistungs- und Tragfähigkeit moderner Lehm-baustoffe wider und behindert ihre Verwendung unnötig.“ Philipp Wiehle hat in einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten **Projekt die mechanischen Eigenschaften und insbesondere die Tragfähigkeit von Lehmsteinen untersucht** [📄](#). Das Ergebnis: Die Festigkeit von Lehm-mauerwerk liegt im Bereich von Mauerwerk aus Porenbetonsteinen. Die Untersuchungen sind 2023 in eine neue DIN-Norm eingeflossen. Lehm-mauerwerk ist nun für Gebäude mit bis zu fünf Geschossen möglich und mit der DIN-Norm steht Planungsbüros erstmals eine verlässliche Quelle zur Verfügung, die präzise angibt, wie es technisch eingesetzt werden kann. Zugleich erleichtert sie der Industrie die Etablierung klimaneutraler Lehmprodukte am Markt.



Aus den dreieckigen „Pflastersteinen“ lassen sich feste Oberflächen bilden.

Mondstraßen aus dem 3D-Drucker

In einer Gemeinschaftsstudie haben die BAM, die Technische Universität Clausthal und die Hochschule Aalen 2023 gezeigt, dass die **Errichtung von Straßen und Landeplätzen für künftige Mondbasen per 3D-Druck prinzipiell möglich wäre** [📄](#). Genutzt werden könnte dafür der Staub auf dem Erdtrabanten. Aufgewirbelter Mondstaub stellt eigentlich eine Herausforderung für Mondmissionen dar, denn er schädigt Maschinen und Ausrüstungen. Dauerhafte Mondbasen sind daher auf feste Infrastrukturen angewiesen, um das Staubproblem zu minimieren. Gleichzeitig lässt sich die feine Substanz für den 3D-Druck nutzen. Die Forscher*innen experimentierten dazu mit Laserstrahlen unterschiedlicher Stärke und Größe, um ein dem Mondstaub ähnliches Material

in ein robustes Baumaterial zu verwandeln. Das interdisziplinär zusammengesetzte Team entwickelte schließlich dreieckige „Pflastersteine“, die perfekt ineinandergreifen und eine solide Oberfläche bilden. Auf dem Mond könnte der Laser, der zu schwer für den Transport ins All wäre, durch eine hochbrechende Linse auf Folienbasis ersetzt werden. Sie vermag das Sonnenlicht so bündeln, dass es die Intensität des Lasers ersetzt. „Unsere Ergebnisse zeigen das große Potenzial, das in der additiven Fertigung steckt. Sie bringen uns dem Aufbau einer verlässlichen Infrastruktur auf dem Mond einen bedeutenden Schritt näher“, so Jens Günster, Projektkoordinator und Leiter des Fachbereichs Multimateriale Fertigungsprozesse an der BAM.

Energie | Infrastruktur | **Umwelt** | Material | Chemie und Prozesstechnik

Umwelt

Neues Leben für alte LED



LEDs enthaltenen wertvolle Rohstoffe, die bisher jedoch kaum recycelt werden. Ein neues Referenzmaterial der BAM soll die Kreislaufwirtschaft in diesem Bereich voranbringen.

Weltweit fallen jedes Jahr Millionen Tonnen Elektroschrott an, darunter befinden sich u. a. auch Edelmetalle wie Gold und Platin, Seltene Erden wie Neodym oder das Metall Gallium. Vieles davon zählt zu den sogenannten technologiekritischen Elementen (TCEs), die in Hochtechnologieanwendungen vorkommen und deren Lagerstätten zumeist außerhalb Europas liegen. Besonders viele TCEs sind in Leuchtdioden (LEDs) verbaut.

Recycling bisher limitiert

Die Europäische Union hat 2020 in ihrer Kreislaufstrategie das Recycling von TCEs mit einer besonderen Priorität versehen. „Das Problem besteht jedoch darin, den Gehalt von TCEs in Abfällen genau zu messen. Das wiederum limitiert die Möglichkeit insbesondere kleiner und mittlerer Unternehmen, ein wirtschaftliches Recycling zu entwickeln und durchzuführen“, sagt Jochen Vogl, anorganischer Spurenanalytiker an der BAM. „Es fehlt ihnen schlicht die Fähigkeit zu beurteilen, wie viel Neodym z. B. in einer bestimmten Abfallcharge enthalten ist, um dann zu entscheiden, ob ein Recycling rentabel wäre.“

Zusammen mit seinem Kollegen Marcus Oelze forscht Vogl im **EU-Projekt „MetroCycleEU“** [☐](#), das sich zum Ziel gesetzt hat, Referenzmaterialien für 14 TCEs zu entwickeln. Damit sollen KMU in Zukunft ihre Analysemethoden und Messgeräte kalibrieren können, um die Kreislaufwirtschaft in diesem Bereich voranzubringen und neue Recyclingwege zu entwickeln. Beteiligt sind metrologische Institute und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen aus insgesamt elf Ländern.

Innerhalb dieses Projekts haben die beiden BAM-Wissenschaftler erstmals ein Referenzmaterial für den Abfall aus LEDs entwickelt, das über den **BAM-Webshop** [☐](#) erhältlich sein wird. Die langlebigen Lichtquellen kommen heute in unzähligen Anwendungen vor: nicht nur in Lampen, sondern auch in Smartphones, Bildschirmen und Autoscheinwerfern.

Das grob zerkleinerte LED-Material wird gekühlt und dann fein zermahlen.



Aufgrund ihrer Energieeffizienz nimmt die Nachfrage nach ihnen stark zu – was in Zukunft zu hohen Abfallströmen führen wird. In LEDs und ihrer Elektronik sind jedoch wertvolle Rohstoffe wie Gold, Silber, Lithium, Kobalt, Nickel, Lanthan und Gallium enthalten. Letzteres wird zur Herstellung von Halbleitern verwendet, kommt aber in Europa kaum vor. Deshalb wird es aktuell zu über 70 Prozent aus China importiert.

Bis auf ein Millionstel Gramm

Bisher existieren für LEDs kaum etablierte Recyclingwege. Für Gallium z. B. liegt die Recyclingquote bei unter einem Prozent. Der Grund: „Viele dieser Rohstoffe sind in LEDs und ihren Chips dicht gepackt, in Mengen von wenigen Milligramm, die schwierig zu extrahieren sind – das macht das Recycling so kompliziert“, erklärt Marcus Oelze. Zusätzlich sind Kunststoffe, Keramik, Glas und Metalle verbaut.

Um ein Referenzmaterial zu erhalten, haben die BAM-Forscher grob vorzerkleinerten LED-Schrott mit flüssigem Stickstoff gekühlt und dann gemahlen. Das resultierende Pulver haben sie mit Natriumperoxid aufgeschmolzen und mit einem Massenspektrometer analysiert.

Das Ergebnis ist ein Referenzmaterial mit den exakt angegebenen Werten für über zehn wertvolle Rohstoffe: neben Gallium auch für Gold, Silber, Lithium, Kobalt, Nickel, Lanthan und Neodym – teils bis auf ein Millionstel Gramm genau.



Mehr als zehn wertvolle Rohstoffe enthält das Referenzmaterial, das Marcus Oelze (l.) und Jochen Vogl (r.) entwickelt haben.



Mit dem neuen Referenzmaterial können kleine und mittlere Recyclingunternehmen nun ihre Analytik validieren und ihre Messgeräte kalibrieren. „Auf den ersten Blick mögen die Unterschiede marginal erscheinen“, sagt Jochen Vogl. „Doch auf die zu erwartenden Abfallmengen hochskaliert, machen sie einen Unterschied aus. Sie können darüber entscheiden, ob sich für ein Unternehmen das Recycling von LED-Schrott lohnt oder nicht.“ –



Begrünte Fassaden können Städte in Zeiten des Klimawandels kühlen.

Mikroplastik im Ökosystem Meer

Millionen Tonnen Mikroplastik treiben in den Weltmeeren. Wie aber sehen die Wechselwirkungen zwischen dem Ökosystem und den winzigen Fremdkörpern genau aus? Und sind Mikroorganismen womöglich in der Lage, das Plastik abzubauen? Diese Fragen erforscht **Sonja Oberbeckmann, Expertin für Material-Mikrobiom-Interaktionen an der BAM** [🔗](#). Sie und ihr Team haben festgestellt, dass Plastik in aquatischer Umgebung von einer Vielzahl Bakterien, Algen und Pilzen besiedelt wird. „Dabei handelt es sich größtenteils um eine sogenannte opportunistische Besiedelung“, so Oberbeckmann. „Das Plastik selbst spielt für die Mikroben also keine besondere Rolle. Sie nutzen es eher als eine Art Lebensraum.“ Einen echten Abbau von Plastik durch die Mikroben konnten die Forscher*innen nicht feststellen. Die langen Kohlenstoffketten des Materials mit ihrer komplexen synthetischen Struktur sind für die Mikroorganismen schlicht schwer verdaulich. Um das Plastikaufkommen im Meer zu reduzieren, bleibt es also die beste Strategie, den Eintrag in die Umwelt zu verringern. Dennoch sind die Biofilme, die sich auf Plastik ausbilden, ein spannendes Forschungsobjekt. So entwickeln manche Mikroorganismen Strategien, mit denen sie sich gegen die hochenergetische UV-Strahlung an der Meeresoberfläche schützen, wo ein großer Teil der Plastikpartikel schwimmt. Diese Mikroorganismen produzieren eine große Bandbreite fotoreaktiver Moleküle, mit denen sie das Sonnenlicht sogar für sich nutzen können. „Möglicherweise entdecken wir in den Plastik-Biofilmen Moleküle, die wir in Sonnenschutzcremes nutzen können oder die uns neue Wege zeigen, Energie aus Sonnenlicht zu gewinnen“, so Sonja Oberbeckmann.

Besseres Stadtklima durch Algenbiofilme

Die Renaturierung von Fassadenflächen ist ein vielversprechender Ansatz, um der Luftverschmutzung entgegenzuwirken. Sie könnte Schadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub binden. Gleichzeitig reduziert die Begrünung von Fassaden die Lufttemperatur und die Lärmbelastung. Fassadenbegrünungen werden bisher jedoch selten realisiert, da sie aufwendig zu warten sind. Julia von Werder, BAM-Expertin für mineralische Baustoffe, entwickelt daher **innovative Fassadenelemente aus Beton, die ganzjährig mit Algenbiofilmen bedeckt sind** [🔗](#). Sie zeichnen sich durch einen im Vergleich zu konventionellen Fassadenbegrünungen geringeren Wartungsaufwand aus und sind einfacher zu installieren. Das Berliner Biotech-

Unternehmen Solaga stellt dazu Mikroalgenbiofilme zur Verfügung, die Feinstaub und andere Luftschadstoffe besonders gut binden. Die BAM optimiert die Porosität des Betons für eine gute Besiedlung und verbessert die Biofilme durch die gezielte Auswahl verschiedener Algenspezies. Gemeinsam werden mit Algenbiofilm besiedelte Fassadenelemente aus Beton entwickelt, die ganzjährig eine ansprechende Optik bieten. „Statt ungewollten Algenbewuchs mit Bioziden zu bekämpfen, wollen wir den städtischen Lebensraum bewusst gestalten und durch großflächige Biofilme zur Reduktion von Luftschadstoffen und zur Dämpfung der innerstädtischen Überhitzung beitragen“, so Julia von Werder.

Energie | Infrastruktur | Umwelt | **Material** | Chemie und Prozesstechnik

Material

Referenzdaten für optimalen 3D-Druck

3D-gefertigte metallische Werkstoffe werden durch Impulse in Schwingungen versetzt.

Ein Team der BAM hat erstmals Referenzdaten zu additiv gefertigten Werkstoffen aus Titan, Nickel und nicht rostendem Stahl veröffentlicht. Sie sind die Voraussetzung, um die Qualität und die Sicherheit von Bauteilen zu gewährleisten und zu verbessern.

Die additive Fertigung hat in den vergangenen Jahren große Fortschritte in der Produktionsindustrie verzeichnet. Die Möglichkeit, Bauteile schichtweise zu erstellen, eröffnet einzigartige Gestaltungsoptionen und Materialeigenschaften. Insbesondere in Branchen wie der Luft- und Raumfahrt sowie der Medizintechnik spielt der sichere Einsatz der Materialien eine zentrale Rolle. Defekte an Bauteilen können hier schwerwiegende Konsequenzen haben.

Präzise Daten zu elastischen Eigenschaften

„Die speziellen Mikrostrukturen, die durch additive Fertigung entstehen, beeinflussen mechanische, thermische und chemische Eigenschaften eines Bauteils, etwa seine Festigkeit oder Korrosionsbeständigkeit“, erklärt Birgit Skrotzki, Werkstoffwissenschaftlerin an der BAM. „So können etwa stark beanspruchte Teile einer Flugzeugturbine besonders fest und widerstandsfähig gestaltet werden.“

Um den Zusammenhang zwischen diesen Mikrostrukturen und den Materialeigenschaften besser zu verstehen, sind präzise Daten unverzichtbar. Einerseits bilden sie die Grundlage, um die gewünschten Eigenschaften zu erzielen. Andererseits ermög

lichen sie die kontinuierliche Verbesserung der Fertigungsverfahren. Bislang jedoch fehlte es an einer umfassenden Datensammlung.

Deutliche Unterschiede bei mechanischen Eigenschaften

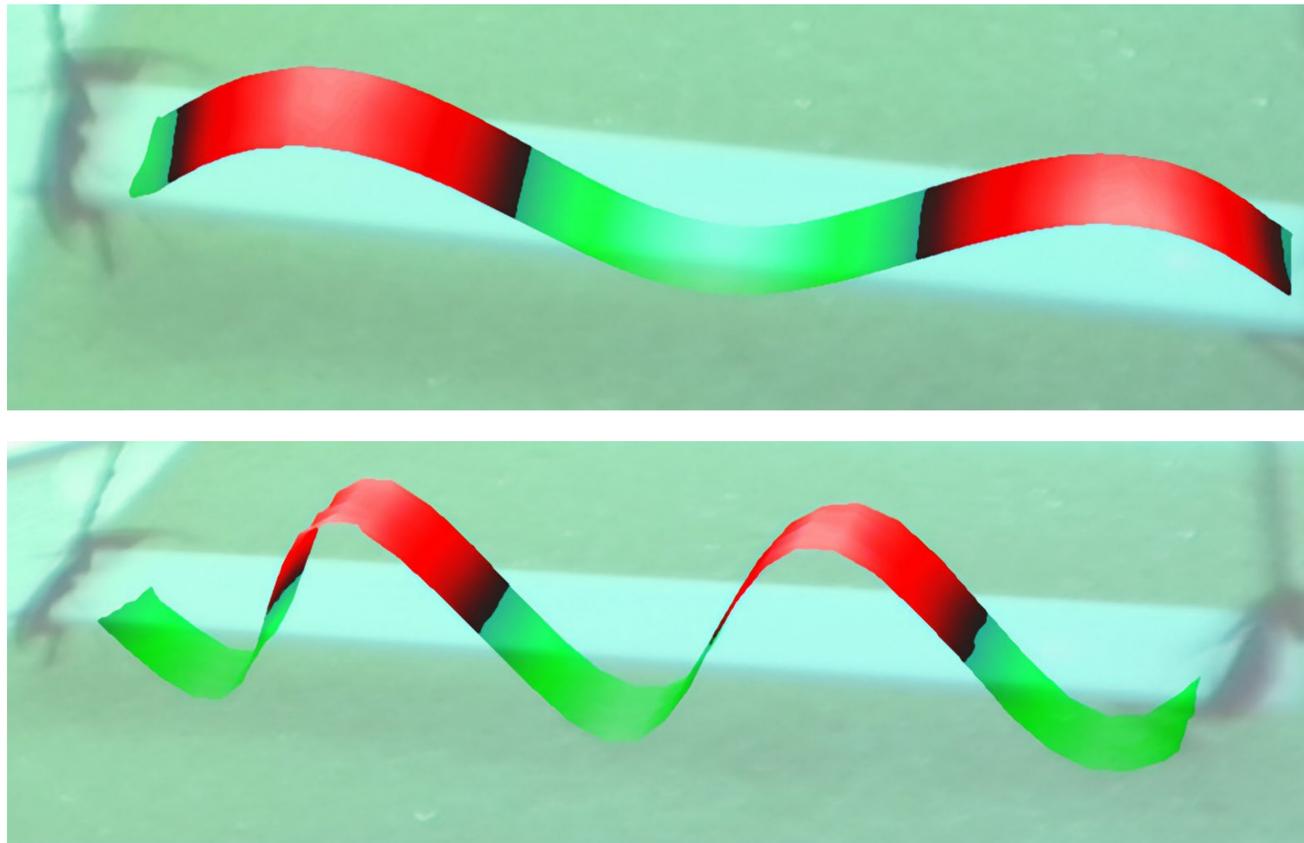
Das Team um die Wissenschaftlerinnen Birgit Skrotzki und Birgit Rehmer hat **erstmalig drei Metalllegierungen mittels dynamischer Resonanzmethode genau charakterisiert** [↗](#). Dazu hat es die Proben erst mit einem periodischen mechanischen Impuls angeregt und dann die resultierenden Resonanzfrequenzen gemessen. Die Untersuchung ergab, dass 3D-gefertigte Bauteile je nach ihrer Ausrichtung beim Druck und den Fertigungsparametern sehr unterschiedliche elastische Eigenschaften aufweisen können.

Das hat Auswirkungen für bestimmte Anwendungen wie etwa Turbinenbauteile. Die Richtungsabhängigkeit kann dazu führen, dass das Material in einer Richtung steifer und widerstandsfähiger ist als in einer anderen. Die Folge sind ungleichmäßige Spannungen und Verformungen, die wiederum Leistung und Lebensdauer der Bauteile beeinträch

tigen können. „Auch die Parameter des additiven Fertigungsprozesses beeinflussen natürlich die mechanischen Eigenschaften“, so Birgit Skrotzki.



Birgit Rehmer positioniert den Probenkörper in der Messapparatur.



Die Schwingungskurven geben Aufschluss über die elastischen Eigenschaften des Materials.

„Eine geringere Pulverschichtdicke führt beispielsweise bei nicht rostendem Stahl zu höherer Elastizität.“

Die durch das Team gewonnenen Datensätze enthalten umfangreiche Informationen zu verschiedenen 3D-Druckverfahren sowie zu Werkstoff- und Prüfparametern wie Temperatur, Korngröße des metallischen Materials, Probendimension und -gewicht und die Messunsicherheiten der Ergebnisse. „Sie liefern Prüflaboren und Konstrukteur*innen

eine wertvolle Basis, um die Leistung additiv gefertigter Materialien zu bewerten, Qualitätsprüfungen durchzuführen und Simulationen zu verbessern. Der Industrie eröffnen sie die Möglichkeit, ihre Fertigungsprozesse und Produkte zu optimieren und innovative Wege im 3D-Druck zu beschreiten“, resümiert Birgit Rehmer.

Die Referenzdaten der BAM stehen über die Open-Data-Plattform [Zenodo](#) zur Verfügung. –

„**Unsere Datensätze ermöglichen der Industrie, Fertigungsprozesse und Produkte zu optimieren und innovative Wege im 3D-Druck zu beschreiten.**“

Material

Stahlversprödung entschlüsselt

Im Elektronenmikroskop zeigen sich Zinkansammlungen (grün), die den Stahl schwächen.

Mikroskopisch feine Risse in geschweißten Stahlblechen sind ein Problem in der Autoindustrie. Ein Team der BAM hat ihre Ursachen entschlüsselt und forscht an rissfreien Legierungen.

Zinkbeschichtungen sind entscheidend, um Stahlbleche in der Autoindustrie vor Korrosion zu schützen. Durch das Eintauchen in ein Bad aus geschmolzenem Zink bildet sich eine robuste Oberfläche, die einen ausgezeichneten Schutz bietet und die Lebensdauer des Stahls verlängert. Doch wenn die einzelnen Stahlbleche später in Fertigungsstraßen durch Schweißen verbunden werden, kann es zur sogenannten Flüssigmetallversprödung kommen.

Dabei dringt geschmolzenes Zink in das Stahlbauteil ein und lagert sich an den Grenzflächen ab. Dessen Spannungs- und Dehnungseigenschaften werden dauerhaft beeinträchtigt. Das Material wird spröde und bildet unter Belastung feine Mikrorisse aus. Das ist besonders bei sicherheitskritischen Bauteilen ein Problem. „Flüssigmetallversprödung ist ein seit Jahrzehnten bekanntes Phänomen“, so Robert Maaß, Experte für Hochleistungswerkstoffe an der BAM. „Gerade in der Automobilindustrie, wo Fahrzeugkarosserien aus verzinktem Stahl bis zu 5 000 Punktschweißnähte aufweisen, sind Integrität und Sicherheit der verwendeten Materialien von großer Bedeutung, um Risiken auszuschließen.“



Reza Darvishi Kamachali, Tilmann Hickel und Robert Maaß analysieren Defekte an Punktschweißnähten.

Mikrorisse an den Schnittstellen

Um präzisere Vorhersagen zur Rissanfälligkeit treffen und präventive Maßnahmen einleiten zu können, ist ein tieferes Verständnis der Ursachen und Mechanismen entscheidend. Robert Maaß hat daher mit seinen Kollegen Reza Darvishi Kamachali und Tilmann Hickel **besonders die frühen Stadien der Flüssigmetallversprödung untersucht** [↗](#).

Mithilfe einer Kombination elektronenmikroskopischer Methoden und computergestützter Simulationsmodelle konnten die Wissenschaftler die Ursachen des unerwünschten Effekts aufklären. Sie entdeckten, dass, bevor Mikrorisse auftreten, an den Schnittstellen zwischen den Körnern des Stahls „intermetallische Phasen“ gebildet werden. Dabei handelt es sich um ein sprödes Reaktionsprodukt aus den beiden Metallen Eisen und Zink,

» Das von uns gewonnene Wissen ist die Voraussetzung, um wirksame Gegenmaßnahmen gegen Flüssigmetallversprödung entwickeln zu können. «



Yuki Ikeda und Andrea Manzoni untersuchen das Material im Elektronenmikroskop.

das während des Schweißprozesses entsteht und die Grenzflächen des Stahls erheblich schwächt. „Durch Simulationen haben wir eine unerwartete Zink-Segregation entdeckt, die die Bildung intermetallischer Phasen und die Rissbildung fördert“, erklärt Reza Darvishi Kamachali, „und dieses Verständnis ermöglicht es uns, über Heilungsmechanismen nachzudenken.“

„Unsere elektronenmikroskopischen Untersuchungen waren entscheidend, um die Bildung dieser intermetallischen Phasen an den Kornrändern des Stahls zu identifizieren. Dieses Wissen ist die Voraussetzung, um wirksame Gegenmaßnahmen gegen die Flüssigmetallversprödung entwickeln zu können“, ergänzt Tilmann Hickel aus dem Team.

Die Vision: Langlebige Hochleistungsstähle

Die drei BAM-Wissenschaftler wollen nun die chemische Zusammensetzung von Stahllegierungen gezielt so modifizieren, dass sich die Zink-Segregation und somit die Bildung der problematischen intermetallischen Phasen kontrollieren lassen und eine spätere Versprödung des Materials verhindert wird. Dabei arbeiten die Materialforscher eng mit nationalen und internationalen Partnern wie ArcelorMittal Global Research, dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung sowie dem Department of Materials Science and Engineering der University of Illinois zusammen. Ihre erfolgreiche [Arbeit](#) wurde 2024 vom American Iron and Steel Institute mit einem Forschungspreis ausgezeichnet. —

Material

Turbo für neue Werkstoffe



Plattform, um automatisiert neue
Nanomaterialien zu entwickeln

Der Klimawandel zwingt zur Beschleunigung in der Materialentwicklung. „Materials Acceleration Platforms“ sind ein disruptiver, vielversprechender Ansatz.

Um die Herausforderungen der grünen Transformation zu bewältigen, werden in vielen Bereichen innovative und nachhaltige Materialien benötigt – innerhalb sehr kurzer Zeit. Für ihre Entwicklung stehen nicht mehr wie noch z. B. bei der Grundlagenforschung an Lithiumbatterien, Brennstoff- oder Solarzellen mehrere Jahrzehnte zur Verfügung.

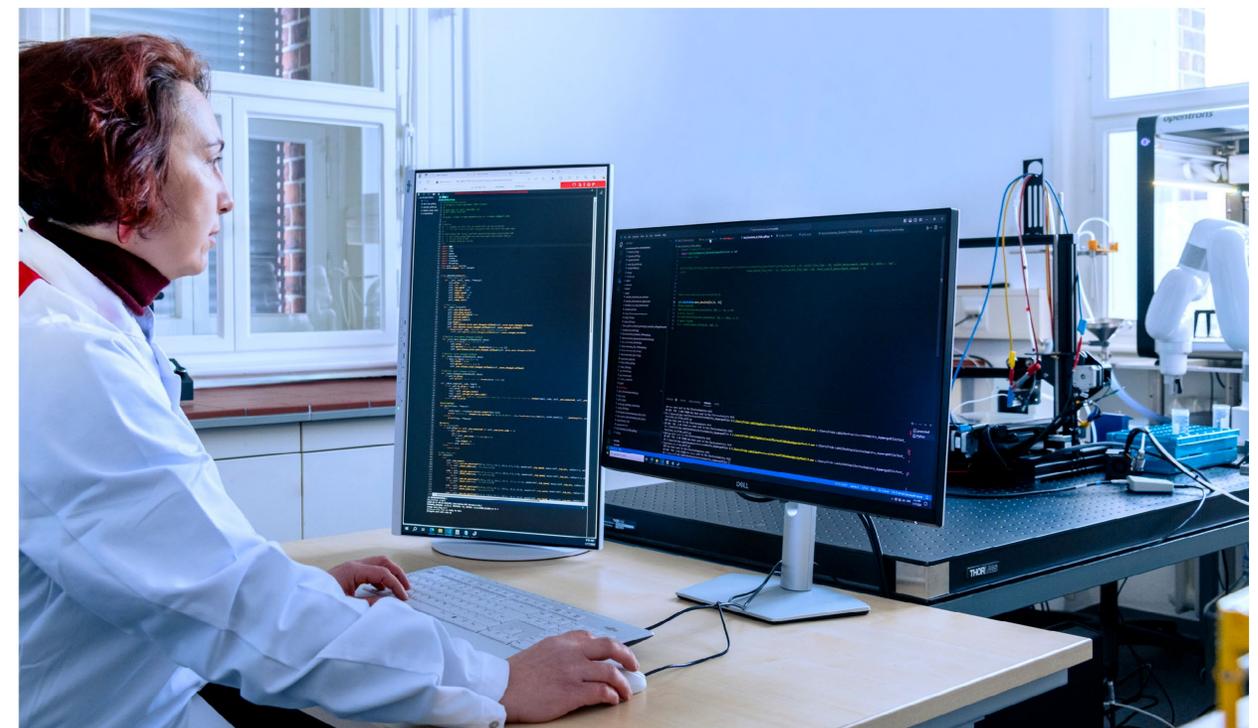
Revolution in der Materialforschung

Wissenschaftler*innen auf der ganzen Welt arbeiten daher an Materials Acceleration Platforms (MAPs), die die Entwicklung maßgeschneiderter Werkstoffe deutlich beschleunigen sollen. „MAPs bedeuten einen disruptiven, ja revolutionären Ansatz in der Materialwissenschaft“, erklärt Özlem Özcan, **die an der BAM die Entwicklung mehrerer dieser Plattformen koordiniert** [□](#). „In der Vergangenheit haben Forscher*innen Werkstoffe von Hand im Labor synthetisiert, umfassend charakterisiert, in Anwendungen getestet und dann im Zweifel von vorn angefangen. Diese Zeit haben wir heute nicht mehr. MAPs kombinieren die roboter-gestützte, d. h. vollkommen automatisiert ablaufende Synthese, Analyse und Charakterisierung neuer Materialien mit KI-gesteuerter Versuchsplanung

und Datenauswertung in einem geschlossenen und lernenden Kreislauf. So können wir die Entwicklung neuer Materialien mindestens um das Zehnfache beschleunigen.“

Konkret bedeutet das z. B., dass in einer MAP, die auf die Entwicklung eines neuen Korrosionsschutzes für Offshore-Windräder zielt, ein Roboter voll

automatisch verschiedene Konzentrationen einer Substanz auf ihre Wirksamkeit testet. Der entscheidende Unterschied zur bisherigen Laborarbeit: Bereits nach jeder einzelnen Messung findet eine Auswertung und KI-gestützte Rückkopplung statt, nicht erst nach einer vollständigen Versuchsreihe. Das System kann so jederzeit Anpassungen vornehmen. „Konzentration ist dabei nur einer von

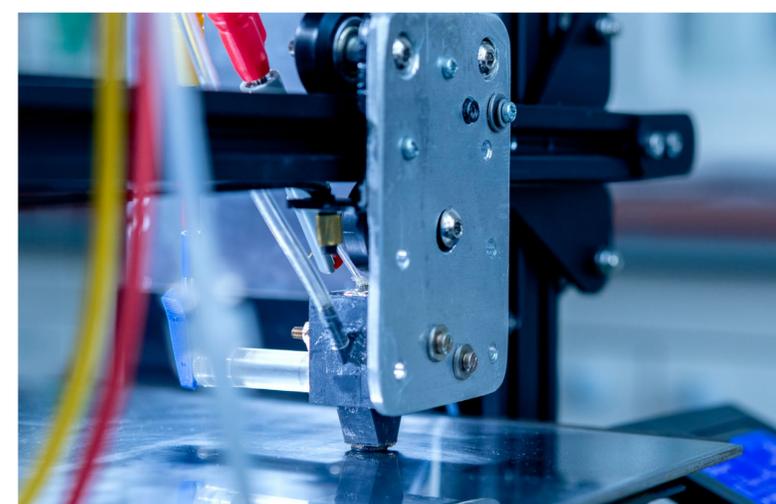


Özlem Özcan konfiguriert das Experiment am Computer, dann übernimmt die Plattform die Steuerung.

unzähligen Parametern, die erfasst werden“, so Özlem Özcan. „Die Plattform registriert alle messbaren Parameter, auch die Geschwindigkeit und Reihenfolge, in der die Ausgangssubstanzen miteinander vermischt werden – möglicherweise sind gerade sie der entscheidende Faktor für einen effektiveren Korrosionsschutz. Insgesamt beherrschen wir mit einer MAP einen viel größeren Datenraum, als dies in einem traditionellen Experiment möglich wäre. Gleichzeitig sind die Versuche überall auf der Welt jederzeit reproduzierbar.“

Maßgeschneiderte MAP-Lösungen in Wochen

An der BAM werden mit MAPs bereits effizientere Energiematerialien für elektrische Batterien gesucht, Hochleistungsgläser, Nanomaterialien, maßgeschneiderte Referenzmaterialien, Werkstoffe für bessere Wasserstoffspeicher oder CO₂-arme High-Performance-Baustoffe entwickelt. Ziel ist es, demnächst alle vorhandenen MAPs an einem Standort zusammenzubringen, ihre Hardware zu koppeln, die Module zu vereinheitlichen und gemeinsame Datenräume zu schaffen. „Perspektivisch möchten wir der Industrie, mit der wir bereits in mehreren Projekten zusammenarbeiten, innerhalb von sechs Wochen eine maßgeschneiderte MAP-Lösung anbieten können. Viele Start-ups sowie kleine und mittlere Unternehmen verfügen nicht über die Expertise und Ausstattung, um die Materialentwicklung auf diese Weise zu beschleunigen, aber auch größere Player aus der Wirtschaft sind bereits an einer Zusammenarbeit interessiert“, sagt Özlem Özcan. –



In einer MAP laufen alle Arbeitsschritte robotergestützt, automatisiert und durch KI gesteuert.



Nachhaltiges Bassanit

Ein internationales Konsortium unter Leitung der BAM und des spanischen Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra hat 2024 **eine nachhaltige Methode zur Umwandlung von Gips in Bassanit entwickelt** [🔗](#). Das aus Gips gewonnene Bassanit zählt zu den am häufigsten verwendeten Baustoffen. Seine Herstellung erfordert bisher allerdings Temperaturen von bis zu 200 Grad Celsius. Gleichzeitig kann es bisher nur aus hochreinem Gips synthetisiert werden. Die BAM und ihre spanische Partnerin haben untersucht, wie auch Gipsabfälle, die bisher aus Sorge vor Kontaminationen oft auf Deponien entsorgt werden, effizienter zur Bassanit-Produktion genutzt werden können. Die Forscher*innen entwickelten eine Methode, die den Energieaufwand und damit die Treibhausgasemissionen bei der Umwandlung von Gips zu Bassanit deutlich reduziert. Sie erreichten dies, indem sie Wasserlösungen mit hohem Salzgehalt einsetzten, die den Prozess bei deutlich niedrigeren Temperaturen als bisher ermöglichen. Dies lässt sich auch auf Gipsabfälle anwenden. Damit eröffnen sich neue Wege für eine echte Kreislaufwirtschaft von Gips.



Prof. Janine George lehrt neben ihrer Tätigkeit an der BAM an der Uni Jena.

Ausgezeichnete Materialforschung

Janine George ist 2023 als „**Jungwissenschaftlerin**“ durch **die Stiftung Werner-von-Siemens-Ring ausgezeichnet worden** [🔗](#). Die Auszeichnung wird alle zwei Jahre an herausragende Talente in den Bereichen Technik und Naturwissenschaften vergeben. George erhielt den Preis für ihre Erforschung computergestützter Methoden bei der Suche nach neuen und verbesserten Materialien für die Herausforderungen der Energieumwandlung. Durch ihre Arbeit können im großen Maßstab Informationen aus der Analyse chemischer Bindungen mit anderen Materialeigenschaften kombiniert werden, um so chemische Regeln zu überprüfen, neue abzuleiten oder auf der Basis ma

schinellen Lernens Modelle für Materialeigenschaften zu entwickeln. Durch die Anwendung solcher Regeln und Modelle wird die Suche nach optimierten Werkstoffen z. B. für die elektrische Energiegewinnung aus Abwärme, elektrische Batterien oder Solarzellen beschleunigt. Janine George leistet mit ihrer Arbeit laut der Stiftung Werner-von-Siemens-Ring „einen wichtigen Beitrag zur Energiewende“. Sie leitet an der BAM die **Nachwuchsgruppe „Computergestütztes Materialdesign“** [🔗](#) und lehrt seit dem Wintersemester 2023/24 zudem an der Friedrich-Schiller-Universität Jena als Professorin für Materialinformatik.

Energie | Infrastruktur | Umwelt | Material | **Chemie und Prozesstechnik**

Chemie und Prozesstechnik

Qualitätsschub für Lithium-Akkus



Lithium-Akkus sind derzeit der erfolgreichste Batterietypus. Das weltweit erste Referenzmaterial für ihre Kathoden ermöglicht weitere Qualitätssteigerungen.

Kathoden sind ein wesentlicher Bestandteil elektrischer Batterien. Sie spielen als „Pluspol“ eine Schlüsselrolle für die Leistungsfähigkeit und Effizienz von Akkus. Um die Leistung von Batterien weiter zu verbessern, ist es entscheidend, die exakte Zusammensetzung der hochwertigen Kathodenmaterialien bis auf die Partikelebene zu kennen. Bislang fehlte jedoch ein Referenzmaterial, das es erlaubt, die Zusammensetzung und damit auch Qualität, Lebensdauer und Leistungsfähigkeit von Kathodenmaterial zu überprüfen.

Entwickelt nach internationalen Standards

Diese Lücke konnte die BAM 2023 mit dem **weltweit ersten zertifizierten Referenzmaterial für Kathodenmaterial von Lithium-Akkus** schließen. Entwickelt wurde es nach strengen internationalen Standards im Rahmen eines Ringversuchs mit 16 erfahrenen Laboren und im engen Austausch mit der Batterieindustrie, abgestimmt auf deren Bedürfnisse.

Das **neue Referenzmaterial**, das im **Webshop der BAM** erhältlich ist, besteht aus Nickel-Mangan-Cobalt-Kathodenmaterial, das in vielen Lithium

Ionen-Akkus von E-Autos oder mobilen Endgeräten verbaut ist. Im mitgelieferten Zertifikat sind die exakten Massenanteile für Lithium, Nickel, Mangan, Cobalt und weitere sieben Bestandteile angegeben, dazu die Partikelgrößenverteilung und die spezifische Oberfläche des Pulvers.

Das Referenzmaterial der BAM dient künftig als verlässlicher Maßstab für die Charakterisierung und Bewertung von Kathodenmaterial des Nickel-Mangan-Cobalt-Typs. „Gleichzeitig ermöglicht es Unternehmen, die Qualität von Kathodenmaterialien schon bei der Herstellung zu kontrollieren, sie



Das Team um Dalia Morcillo (l.) und Carlos Abad (r.) entwickelte das Material im Austausch mit der Batterieindustrie.

» **Unser Referenzmaterial ermöglicht es Unternehmen, die Qualität von Kathodenmaterialien schon bei der Herstellung zu kontrollieren, sie miteinander zu vergleichen und zu verbessern.** «

miteinander zu vergleichen und kontinuierlich zu verbessern“, so Carlos Abad, Experte für anorganische Referenzsubstanzen, der das Material zusammen mit einem Team aus dem Fachbereich „Anorganische Referenzmaterialien“ entwickelt hat.

Recycling wird leichter

Insbesondere eröffnet es der Industrie die Chance, den Anteil von Kobalt, des teuersten Bestandteils in dem Kathodenmaterial, exakt zu bestimmen und zu optimieren. So lässt sich die Herstellung des Akkus wirtschaftlicher gestalten. Verunreinigungen, die einen negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und die Lebensdauer einer Batterie haben, lassen sich bei der Herstellung verhindern.

Besondere Bedeutung erlangt das Referenzmaterial der BAM durch die vom EU-Parlament 2023 beschlossene neue EU-Batterieverordnung. Denn diese schreibt nach einer Übergangszeit feste Recyclingquoten für die Bestandteile von Lithium-Ionen-Batterien vor. Das Referenzmaterial der BAM erleichtert es künftig Recycling-Unternehmen, hochwertige Bestandteile wie Cobalt, Nickel und Mangan in Altbatterien zu identifizieren, sie zu sortieren und auf ihre Qualität und Wiederverwendbarkeit im Rahmen einer Kreislaufwirtschaft zu überprüfen. So kann bei optimierter Leistung zusätzlich der Ressourcenverbrauch im Batteriebereich gesenkt werden. –

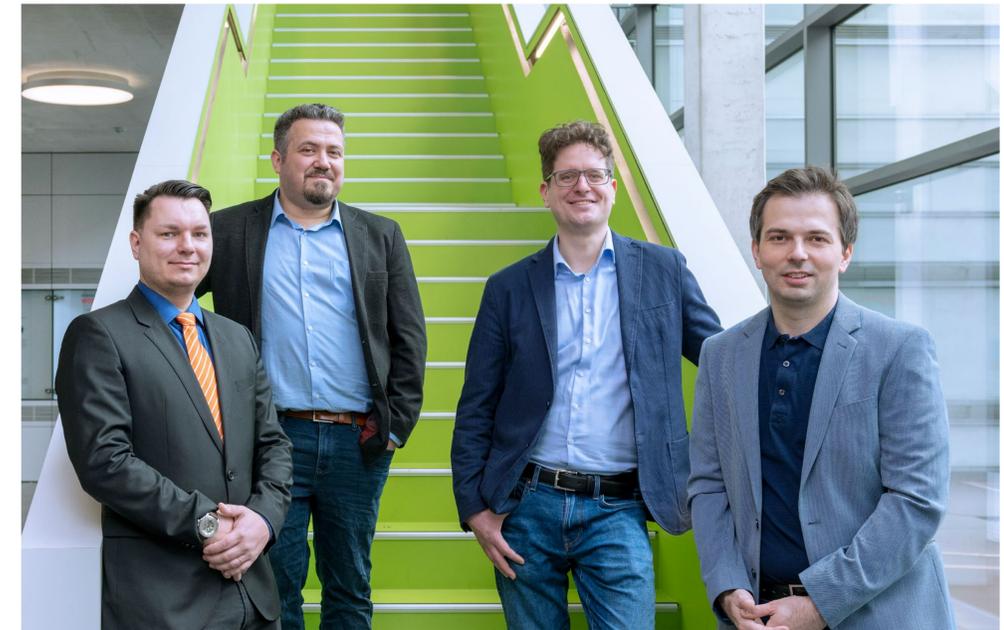


Das Referenzmaterial erlaubt es der Industrie, E-Akkus wirtschaftlicher und langlebiger zu machen.

BAM-Spin-off entwickelt Sprengstoffdetektor

Im zivilen Sicherheitsbereich werden Sprengstoffe, etwa an den Sicherheitsschleusen von Flughäfen, bislang vor allem durch ortsfeste Standgeräte nachgewiesen. Die wenigen auf dem Markt angebotenen portablen Geräte sind schwer und teuer. „Sie vertragen sich zudem nicht mit Wasser und sind daher bei hoher Luftfeuchtigkeit anfällig für Fehlalarme“, so Mustafa Biyikal, Experte für chemische Sensoren an der BAM. Biyikal hatte sich vor Jahren das Ziel gesetzt, einen Sprengstoffdetektor zu entwickeln, der leistungsstärker, leichter und kostengünstiger als die vorhandenen Geräte ist. Dazu entwickelte er zusammen mit Knut Rurack, seinem Mentor an der BAM, eine neuartige Nachweischemie, die auf chemisch-optischer Messtechnik be-

ruht. Dabei werden spezielle Farbstoffe genutzt, um Sprengstoffe zu detektieren. Der Nachweis erfolgt in Sekundenschnelle. 2023 hat sich Mustafa Biyikal mit seinen BAM-Kollegen Martin Kaiser und Bruno Jan Rycek, Experten für künstliche Intelligenz bzw. für Finanzen und Marketing, sowie Christopher Walter, einem Ingenieur aus der Luftfahrtindustrie, **zusammengeschlossen** . Gefördert wird ihr Spin-off durch das EXIST-Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Gemeinsam will das Team seinen innovativen Sprengstoffdetektor zur Marktreife bringen und ab 2025 zunächst in der EU und im Vereinigten Königreich anbieten. Später soll er auch in den USA, Kanada und Asien auf den Markt kommen.



Das Team um Mustafa Biyikal (l. o.)

Innovationspreis für Sensorplattform

BAM-Forscher Martin Paul hat 2023 **mit dem Start-up HyPhoX den Innovationspreis Berlin-Brandenburg gewonnen** . Die prestigeträchtige Auszeichnung würdigt die herausragende Leistung bei der Entwicklung einer mobilen Sensorplattform zur Echtzeitdetektion von Krankheitserregern. Die Jury unterstrich besonders die „transformative Kraft und das Potenzial dieses Durchbruchs in der Sensortechnologie“. HyPhoX ist mit seinem patentierten photonischen Biosensor in der Lage, innerhalb weniger Minuten Bakterien, Viren oder Proteine in Flüssigkeiten wie Wasser, Blut und Urin nachzuweisen. Die mobile Sensorplattform ermöglicht Vor-Ort-Analysen in Laborqualität und verspricht eine revolutionäre Veränderung im Bereich der Detektion von Krankheitserregern.

Die Jury des Innovationspreises erklärte in ihrer Begründung weiter: „Diese Innovation kombiniert optische, elektronische und biochemische Komponenten auf einem Mikrochip mit beeindruckender Integrationsdichte. Besonders hervorzuheben ist die beidseitige Funktionalisierung des Mikrochips: Während eine Seite biofluidische Eigenschaften aufweist, ist die andere elektronisch ausgerichtet. Dank der Verwendung siliziumbasierter Halbleitertechnologie wird zudem eine kosteneffiziente Massenproduktion ermöglicht.“ „Die Würdigung gibt uns weiteren Rückenwind, um unsere patentierte Idee erfolgreich zur Marktreife zu führen“, so Martin Paul, Mitbegründer von HyPhoX und Wissenschaftler im Bereich Proteinanalytik der BAM.



Bei der Preisverleihung im November 2023

Die BAM auf einen Blick

1550 Beschäftigte

55 Nationalitäten

46 Auszubildende

140 Promovierende

200 Postdocs

25 Professuren und Juniorprofessuren

70 Lehraufträge

500 Referierte Publikationen

800 Vorträge

30 Patente

47 Zertifizierte Referenzmaterialien

171 Mio. € Grundfinanzierung

19 Mio. € Drittmittel

4 Standorte in Berlin/Brandenburg

(Zahlen für das Kalenderjahr 2023)

Mitglieder des Kuratoriums der BAM

Dr. Daniela Brönstrup (Vorsitzende)

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
Leiterin der Abteilung Digital- und Innovationspolitik, Berlin

Dr. Helena Alves

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

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

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

Professor Dr.-Ing. habil. Rainer Fechte-Heinen

Vorsitzender des Direktoriums des Leibniz-Instituts für
Werkstofforientierte Technologien – IWT
Direktor Amtliche Materialprüfungsanstalt der Freien
Hansestadt Bremen

Professorin Dr. Claudia Felser

Geschäftsführende Direktorin des Max-Planck-Instituts für
chemische Physik fester Stoffe
Direktorin der Abteilung Festkörperchemie, Dresden

Professorin Dr. p. h. habil. Gesine Grande

Präsidentin der Brandenburgischen Technischen Universität
Cottbus-Senftenberg

Professor Dr. rer. nat. Detlef Günther

ETH Zürich, Departement Chemie und Angewandte
Biowissenschaften, Zürich, Schweiz

Professorin Dr.-Ing. habil. Carolin Körner

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg,
Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Technologie der Metalle,
Erlangen

Alexandra Knauer

Geschäftsführerin der KNAUER Wissenschaftliche Geräte
GmbH, Berlin

Dr.-Ing. Sebastian Muschelknautz

CEO and Managing Director, TakeOFF Engineering GmbH,
München

Professor Dr.-Ing. Heinz Neubert

Siemens Energy GmbH Co. KG, Senior Vice President
Technology & Products, Berlin und München

Dr. Gabriele Pestlin

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

Dr. Klaus-Jürgen Richter

Vertriebsvorstand der Saarstahl AG, Völklingen

Dr. Carla Seidel

Senior Vice President Material Physics, Analytics &
Formulation, BASF SE, Ludwigshafen

Dr. Sopna Sury

Chief Operating Officer Hydrogen, RWE Generation SE,
Essen

Professorin Dr. rer. nat. habil. Brigitte Voit (stellv. Vorsitzende)

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

Dr. Silke Wagener (stellv. Vorsitzende)

Freudenberg Technology Innovation SE & Co. KG, Head of
Technology Innovation Communication, Weinheim

Professorin Dr. Anke Weidenkaff

Direktorin der Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe
und Ressourcenstrategie IWKS, Hanau

Christoph Winterhalter

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

(Stand: April 2024)

Impressum

Herausgeber
Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung (BAM)
Präsident Prof. Dr. Ulrich Panne
Unter den Eichen 87, 12205 Berlin

Telefon: +49 30 8104-0
E-Mail: info@bam.de
Internet: www.bam.de

Redaktions-Team
Oliver Perzborn (Leitung), Ralf Berhorst (Konzeption,
Projektmanagement, Texte), Janina Buchholz (Texte),
Dora Kolar-Bosnjak und Julia Pöpke (Fotografie), Karina Fast
und Jennifer Postler (Layout)

Satz
yellow too, Pasiak Horntrich GbR

Lektorat
Wissenschaftslektorat Zimmermann

Bildnachweis
S. 2: Michael Danner; S. 10: Cleanergy; S. 31: Oleksandr/Adobe
Stock; S. 47: Benjamin Maltry/Agentur Medienlabor (links).
Alle anderen Fotos: BAM

ISSN 2940-7532



Die BAM ist eine wissenschaftlich-technische Bundes-
oberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums
für Wirtschaft und Klimaschutz.

www.bam.de 

BAM Newsletter 

@BAMResearch 

LinkedIn 

YouTube 