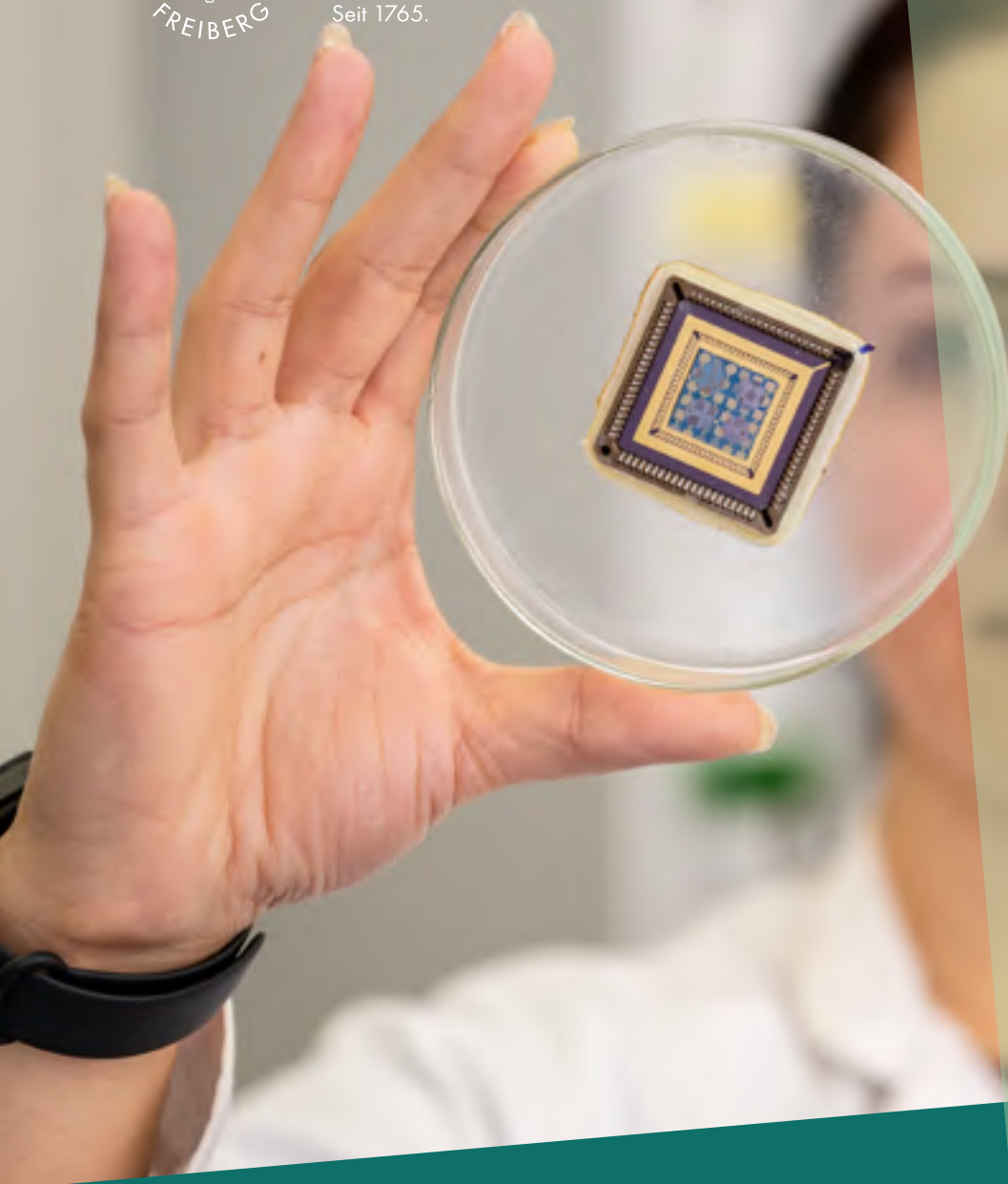




TUBAF

Die Ressourcenuniversität.
Seit 1765.



FORSCHEN FÜR DIE ZUKUNFT

GEO
MATERIAL/WERKSTOFFE
ENERGIE
UMWELT

2024
BAND 1

INDUSTRIERELEVANT UND UMWELTGERECHT

Liebe Leserinnen und Leser,

die fortschreitende Technisierung, Digitalisierung und Globalisierung der Wirtschaft bietet der heutigen Gesellschaft immer vielfältigere Möglichkeiten zur Optimierung. Um das Potenzial voll auszuschöpfen, unterstützen wir Wissenschaft, Wirtschaft und Technik bei der nachhaltigen Entwicklung der dafür notwendigen ökologischen, ökonomischen und technischen Prozesse und Technologien.

Seit ihrer Gründung 1765 entwickelt die TU Bergakademie Freiberg im Rahmen ihrer Profilhemen Konzepte für eine bessere Zukunft. Als Ressourcenuniversität sind wir dabei nicht nur ein wichtiges Zentrum der Montanwissenschaften in Deutschland, sondern haben vor allem die Rohstoff- und Klimawende im Blick. Auch in der Zukunft werden mineralische und energetische Rohstoffe dringend benötigt. Es ist zwingend erforderlich, die damit dann verbundenen Prozessschritte umwelt- und klimafreundlich zu gestalten. Hier ist die TU Bergakademie Freiberg ein kompetenter Partner. Wir forschen an zukunftsfähigen Werkstoffen, neuen Technologien und effizienten Recyclingverfahren zur Ausgestaltung einer kreislauforientierten Wirtschaft und zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit in Deutschland und Europa.

Für welche herausragende wissenschaftliche Exzellenz und Forschungsstärke die TU Bergakademie Freiberg steht, zeigen wir Ihnen in diesem Magazin. Entlang unseres vernetzten Profils erhalten Sie so Einblicke in die Freiburger Zukunftsforschung. Im Fokus des hier veröffentlichten ersten Bandes steht der Bereich UMWELT.

Tauchen Sie ein in verschiedene fachübergreifende Projekte und vernetzen Sie sich mit unseren Forschenden.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.

Sprechen Sie uns an!

Prof. Dr. Kaus-Dieter Barbknecht
Rektor der TU Bergakademie Freiberg





WIR GESTALTEN DIE WELT VON MORGEN

Moderne Technologien benötigen Rohstoffe, Energie, Werkstoffe und Materialien. Doch wie können wir einen verantwortungsvollen Umgang mit den endlichen Ressourcen dieser Erde erreichen? Und wie lassen sich neue Lösungsansätze mit innovativen, nachhaltigen Methoden ökonomisch sinnvoll umsetzen? All das sind drängende Zukunftsfragen, denen sich die TU Bergakademie Freiberg in allen Profildbereichen stellt. Mit exzellenter Forschung, die sich auch beim Thema Umwelt zeigt.

Die Transformation hin zu einer modernen klima- und umweltgerechten Gesellschaft ist eines unserer Kernthemen. Denn wir wissen, dass eine gesunde Umwelt die entscheidende Voraussetzung für das Leben auf der Erde ist und forschen deshalb für weniger Abfall, für moderne umweltschonende Verfahren zur Ressourcengewinnung und -verarbeitung, für nachhaltige Bereitstellung von Energie sowie für Materialien und Werkstoffe der Zukunft.



KAPITEL 1

NACHHALTIGE ENERGIEWIRTSCHAFT



INHALT

- Aluminium als Batterierohstoff der Zukunft
- Die perfekte Silizium-Solarzelle
- Alternative Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff
- Erneuerbare Energien aus der Erde
- Klimaschutzpolitiken in der Analyse

ALUMINIUM ALS BATTERIEROHSTOFF DER ZUKUNFT

Die weltweite Nachfrage nach Energiespeichern steigt mit dem Ausbau erneuerbarer Energien und der wachsenden Anzahl an Elektrofahrzeugen und mobilen Endgeräten. Um die Netzstabilität auch künftig sicher zu stellen und die Energieverteilung sinnvoll zu steuern, braucht es neue Speicher als Alternative zu lithiumbasierten Batteriesystemen. Eine Lösung erarbeitet das Institut für Experimentelle Physik der TU Bergakademie Freiberg im BMWi-geförderten Verbundprojekt „ProBaSol“. In den kommenden drei Jahren wird der Prototyp einer elektrochemischen Aluminium-Batterie entwickelt, im Industriemaßstab produziert und in der Anwendung getestet. Die Freiburger Professur für Industriebetriebslehre, Produktionswirtschaft und Logistik begleitet die Neuentwicklung und gewährleistet die für den Markteintritt erforderlichen Technologiefolgeneinschätzungen zu Chancen und Risiken, auch im Hinblick auf Umwelt und Nachhaltigkeit.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Dirk C. Meyer
Dirk-Carl.Meyer@physik.tu-freiberg.de

DIE PERFEKTE SILIZIUM-SOLARZELLE

Hocheffiziente Siliziumsolarzellen ohne Wirkungsgradverlust – wie das funktioniert, erforscht das Institut für Angewandte Physik im BMWi-geförderten Verbundprojekt ZORRO. Die dafür notwendige Grundlagenforschung erfolgt unter anderem im modernen Reinraumlabor an der TU Bergakademie Freiberg. Dort werden Ursachen für Defekte analysiert und deren Auswirkungen auf die Solarzeleffizienz und den Modulenergieertrag simuliert. Im Fokus steht das Zusammenspiel aus unterschiedlichsten Verunreinigungselementen im Wafergrundmaterial mit Wasserstoff, der während der Herstellung der Solarzelle eingebracht wird. Aus den Ergebnissen wird ein Konzept entwickelt, das die industrielle Produktionstechnologie von multi- und monokristallinen PERC Solarmodulen optimieren soll. Mit der Entwicklung der Passivated Emitter and Rear Contact (PERC) Solarzelle konnten in den letzten Jahren die Wirkungsgrade nochmal einmal deutlich angehoben werden. Sie liegen derzeit bei über 22 Prozent für einkristallines und bei rund 20 Prozent für multikristallines Silizium-Basismaterial.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Johannes Heitmann
Johannes.Heitmann@physik.tu-freiberg.de

Dr. Matthias Müller
Matth.Mueller@physik.tu-freiberg.de

ALTERNATIVE ERZEUGUNG UND SPEICHERUNG VON WASSERSTOFF

Erneuerbare Energien sind für die Energieversorgung Deutschlands von zunehmender Bedeutung. Doch was passiert mit der überschüssigen Energie aus Photovoltaik- und Windanlagen? Aus dem nicht benötigten Strom könnte Wasserstoff erzeugt werden. Dieser kann später entweder als chemischer Grundstoff für die Wasserstoff-Mobilität oder als Energieträger für die Methanisierung (Power to Gas) verwendet werden. Wasserstoff soll in großen Mengen in künstlich geschaffenen Hohlräumen unter Tage gespeichert werden – sogenannten Salzkavernen. Diese bieten aufgrund ihrer natürlichen Dichtigkeit und der Möglichkeiten einer technisch dichten Trennung zur Erdoberfläche gute Voraussetzungen. Im BMBF-geförderten Projekt HYPOS (Hydrogen Power Storage & Solution East Germany) untersucht das Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau, wie sich Wasserstoff in Salzkernen verhält und welches Material für die Konstruktion der Kavernen am besten geeignet ist. Darüber hinaus simuliert das Forscherteam verschiedene Möglichkeiten der effektiveren und wirtschaftlicheren Speicherung von Wasserstoff in diesen Hohlräumen.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Moh'd M. Amro
Mohd.Amro@ibt.tu-freiberg.de





ERNEUERBARE ENERGIEN AUS DER ERDE

Ein Großteil der in Deutschland eingesetzten Energie im Haushalt (rund 85 Prozent) wird nicht für Strom, sondern für Heizung und Warmwasser verwendet. Geothermieranlagen bieten hier großes Potenzial für den Energiemarkt und sind zudem grundlastfähig und umweltfreundlich. Die TU Bergakademie Freiberg arbeitet hier an verschiedenen Lösungen:

Mit einem neu entwickelten Bohrhämmer für die Tiefbohrtechnik können Freiburger ErdölingenieurInnen selbst härtestes Gestein wie Granit mit Hilfe von Schlägen zerkleinern. Das reduziert die Bohrkosten für die Tiefengeothermie erheblich und ermöglicht eine ökonomische Nutzung von Erdwärme zur umweltfreundlichen Erzeugung von Wärme und Strom.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Matthias Reich
Matthias.Reich@tbt.tu-freiberg.de

Auch Grubenwasser ist eine alternative Wärmequelle aus der Tiefe. An die Anlagenbauteile werden hohe Anforderungen gestellt, da diese durch das Grubenwasser schnell verschmutzen. Hier setzen die ExpertInnen für Technische Thermodynamik an. In fünf Modellanlagen im Großraum Freiberg untersuchen und testen sie neu entwickelte verschleißarme, leistungsfähige Oberflächen für Wärmeüberträger.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Tobias Fieback
Tobias.Fieback@ttd.tu-freiberg.de

KLIMASCHUTZPOLITIKEN IN DER ANALYSE

Die Professur für Umwelt- und Ressourcenökonomik erforscht intensiv, wie der Klimawandel am effizientesten bekämpft werden kann. Dafür analysiert sie verschiedene Klimapolitiken und ihre Einflüsse. Im Fokus der Untersuchungen stehen dabei sogenannte Sekundäreffekte. Das sind Auswirkungen, die zusätzlich zu Klimaschutzeffekten auftreten. Wenn beispielsweise durch Effizienzmaßnahmen die Verbrennung von Kohle vermindert wird, werden dabei nicht nur Treibhausgasemissionen vermieden, sondern auch lokal oder regional wirkende Luftschadstoffemissionen (zum Beispiel der Feinstaubausstoß) reduziert. Diese sekundären Effekte steigern die Attraktivität von Klimaschutzmaßnahmen deutlich. Solche komplexen sozioökonomischen Zusammenhänge analysieren und modellieren Freiburger WirtschaftswissenschaftlerInnen in spieltheoretischen Verfahren und unterstützen so Politik und Wirtschaft bei Entscheidungsprozessen.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Dirk Rübbelke
Dirk.Ruebbelke@vwl.tu-freiberg.de





KAPITEL 2

ENERGIEWENDE

INHALT

- Potentiale der Höhenwindtechnologie
- Entspannt und umweltfreundlich von A nach B
- Synthetische, CO₂-neutrale Kraftstoffe für die Mobilität der Zukunft
- Wasserstoff als zukünftiger Energieträger



POTENZIALE DER HÖHENWINDTECHNOLOGIE

Mit den Windtragspotentialen gemischter Windanlagenparks beschäftigten sich die Professur für Baukonstruktion und Massivbau und die GICON GmbH in einem BMWi-geförderten Forschungsvorhaben. Laut Berechnungen der Freiburger WissenschaftlerInnen lässt sich mit der Erweiterung von Windparks auf zwei Wirkungsebenen nicht nur der Energieertrag der Fläche auf den 2,5-fachen Wert steigern, sondern zugleich der Flächenbedarf auf 40 Prozent reduzieren. Eine patentierte Technologie für einen teleskopierbaren Höhenwindturm soll künftig bei der Montage gemischter Windparks unterstützen. Mit der neuen Technik lassen sich die Anlagen in einer Höhe von 300 Metern installieren. Für Testzwecke errichtet die TU Bergakademie Freiberg derzeit gemeinsam mit der GICON GmbH eine Pilotanlage in der Lausitz.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Frank Dahlhaus
 Frank.Dahlhaus@mabb.tu-freiberg.de

ENTSPANNT UND UMWELTFREUNDLICH VON A NACH B

Vor allem in Innenstädten nimmt die Emissionsbelastung zu und die Parksituation wird immer kritischer. Dabei können sich laut einer Studie des Bundesumweltministeriums sogar 79 Prozent der Autofahrer vorstellen, öfter auf das Auto zu verzichten. Bei der Umsetzung unterstützt die TU Bergakademie Freiberg mit einem neuen umweltfreundlichen Mobilitätssystem aus dem BMBF-geförderten Projekt „SteigtUM“. Dafür entwickelt das Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung eigene elektrisch angetriebene CityScooter und CityPeds. Diese sollen bequem per App an sogenannten CityBoxen mietbar sein. An dem alltagstauglichen, kostengünstigen Leih-Service für Elektroroller und Pedelecs arbeitet das Freiburger Institut für Informatik gemeinsam mit dem Institut für Elektrotechnik, dem Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI Dresden sowie den Projektionisten aus Hannover. Der Ausleihvorgang soll sehr nutzerfreundlich gestaltet werden. Mit Hilfe eines vom Institut für Elektrotechnik entwickelten autonomen Parkkonzepts und eines kontaktlosen Ladesystems wird der Ausleihvorgang nutzerfreundlich gestaltet. Weitere Projektpartner sind die TU Chemnitz, die apromace data systems GmbH Freiberg sowie die TU Braunschweig.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Jana Kertzscher
 Jana.Kertzscher@et.tu-freiberg.de





SYNTHETISCHE, CO₂-NEUTRALE KRAFTSTOFFE FÜR DIE MOBILITÄT DER ZUKUNFT

Das Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen beschäftigt sich intensiv mit der Erzeugung von Kraftstoffen und chemischen Wertprodukten aus Synthesegas. Die neuartigen Kraftstoffe sollen nahezu emissionsfrei sein und perspektivisch fossiles Erdöl in der Mobilität ersetzen. In aktuell laufenden Projekten forschen die WissenschaftlerInnen unter anderem an der Herstellung von synthetischem Benzin aus Methanol. Erstmals kommt hierfür Biomethanol, das heißt grünes Methanol, zum Einsatz. Perspektivisch kann dieses entweder allein aus Kohlendioxid, Strom und Wasser oder aus bisher verbrannten Abfällen und regenerativ gewonnenem Wasserstoff erzeugt werden – ganz ohne fossile Brennstoffe. Das ermöglicht gegenüber bisherigen Alternativen eine fast CO₂-neutrale Herstellung. Getestet wird die Umwandlung an der institutseigenen Benzinsynthese-Anlage, die einzige in technischer Größe außerhalb Chinas, die Kraftstoffmengen für Kfz-Flottentests liefern kann. In einem nächsten Schritt sollen in einer Dauer-Forschungsproduktion jährlich zirka 600.000 Liter synthetischer Ottokraftstoff erzeugt werden. Am Ende der Entwicklung, die gemeinsam mit der Chemieanlagenbau Chemnitz GmbH erfolgt, steht der Einsatz im industriellen Maßstab.

Weitere Ansätze zur Nutzung von Methanol für die Herstellung von „grünem Kerosin“ erforscht die Professur für Reaktionstechnik. Dort liegt zudem ein wichtiger Schwerpunkt in der Synthesegaschemie, die CO₂ als Rohstoffquelle nutzt. Mit verschiedenen Verfahren und Katalysatoren kann CO₂ entweder zu Methan (Erdgas), Methanol oder Kraftstoffen wie Benzin, Kerosin und Diesel umgewandelt werden. Außerdem arbeiten die Forschenden intensiv am Einsatz von Biokraftstoffen aus Rapsöl oder Algen.

Sprechen Sie uns an!

Prof. Dr. Martin Gräbner

Martin.Graebner@iec.tu-freiberg.de

Prof. Dr. Sven Kureti

Sven.Kureti@iec.tu-freiberg.de

WASSERSTOFF ALS ZUKÜNFTIGER ENERGIETRÄGER

Innerhalb der deutschen Gaswirtschaft gibt es seit längerer Zeit die Bestrebung, das bisher etablierte Erdgas durch regenerativen Wasserstoff zu ersetzen. Um bis zum Jahr 2050 eine klimaneutrale Gasversorgung in Deutschland zu erreichen, werden verschiedene Strategien erarbeitet, wie die Zumischung von bis zu 20 Prozent Wasserstoff sowie die Komplettversorgung im öffentlichen Gasnetz. Hier leistet auch der Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen einen wichtigen Beitrag. Gemeinsam mit

Industriepartnern forscht die Universität beispielsweise an der Wasserstoffherzeugung aus Biogas mittels verschiedener Reformierungsverfahren sowie an der Nutzung von Erdgas-Wasserstoffgemischen oder Wasserstoff in der industriellen, privaten und mobilen Endanwendung. Getestet werden die Ansätze in einem speziellen Labor. Dort bestimmen die Freiburger WissenschaftlerInnen Effekte der Umstellung von Verbrennungssystemen mit modernen Lasermessmethoden und können die Messergebnisse direkt für Neuentwicklungen von Brennstoffzellen und Kraftwärmekopplungsanlagen sowie für neue Verfahren der Thermoprozesstechnik anwenden.

Sprechen Sie uns an!

Prof. Dr. Hartmut Krause

Hartmut.Krause@iwtt.tu-freiberg.de



KAPITEL 3

RESSOURCENEFFIZIENTE TECHNOLOGIEN FÜR DIE INDUSTRIE

INHALT

- Forschungszentrum mit nationaler Bedeutung für die Energiewende
- Lösungen für die Dekarbonisierung der Gießereibranche
- Reinere Metallschmelzen für die Industrie
- Mit 3D-Druck zum leistungsfähigeren Elektromotor

FORSCHUNGSZENTRUM MIT NATIONALER BEDEUTUNG FÜR DIE ENERGIEWENDE

Hochtemperaturprozesse sind in vielen Industriezweigen wegweisend für die Entwicklung ressourcen- und energieeffizienter Technologien und Materialien. Diese weiter nach vorn zu treiben und somit neue Funktionswerkstoffe für zukünftige Anwendungen zu ermöglichen, die weltweiten Klimaziele zu erreichen und damit die Lebensperspektiven für weitere Generationen zu sichern, zählt zu den Kernzielen des „Zentrums für effiziente Hochtemperatur-Stoffwandlung“ (ZeHS). Dort arbeiten seit Ende 2020 vielfältige Fachdisziplinen aus allen sechs Fakultäten der Universität zusammen und entwickeln neue Technologien, Materialien und Prozesse für verschiedenste Industriefelder. Das Besondere daran: Die Entwicklungen lassen sich entlang einer geschlossenen Innovationskette, ausgehend von der Theorie über Laborversuche, Technikums- und Pilotanlagen bis hin zur Großversuchstechnik umfassend analysieren und bewerten. So entstehen zukunftsweisende ökologische und ökonomische Lösungen für die chemische Industrie sowie für die Keramik-, Glas- und Baustoffindustrie.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Dirk C. Meyer
Dirk-Carl.Meyer@zehs.tu-freiberg.de

LÖSUNGEN FÜR DIE DEKARBONISIERUNG DER GIESSEREIBRANCHE

Die Realisierung der weltweit geforderten Klimaziele erfordert eine deutliche Verminderung der CO₂-Emissionen insbesondere auch für energieintensive Branchen mit einem hohen Verbrauch fossiler Energieträger. Eine geeignete Lösung hin zu einem emissionsneutralen Schmelzprozess von Nichteisenmetallen wird derzeit am Gießerei-Institut der TU Bergakademie Freiberg entwickelt. Hierzu werden vollständig neue Technologien an einem eigens entwickelten Pilot-Plasmaofen entwickelt. Betrieben durch regenerativ erzeugten Strom ist er eine Alternative zu bisher verwendeten Erdgasbrennern für das Schmelzen.

Vor diesem Hintergrund gewinnt auch die Abwärmenutzung zunehmend an Bedeutung. Eine wirtschaftlich erfolgreiche Nutzung produktionsabhängiger Abwärme ist infolge zeitlicher Verfügbarkeit, unterschiedlichem Temperaturniveau und verschiedenen Abwärmemedien nur betriebsspezifisch zu realisieren. Am Gießerei-Institut werden für die Industrie Potenzialanalysen und Technologien zur Verbesserung der Energieeffizienz durch Abwärmenutzung entwickelt und in Gießereien bereits erfolgreich eingesetzt.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Gotthard Wolf
Gotthard.Wolf@gi.tu-freiberg.de

REINERE METALLSCHMELZEN FÜR DIE INDUSTRIE

Bauteile für Sicherheits- und Leichtbaukonstruktionen müssen leistungsstark und widerstandsfähig sein. Durch einen zu hohen Anteil nicht-metallischer Verunreinigungen können die metallischen Werkstoffe unbrauchbar werden. ForscherInnen der TU Bergakademie Freiberg haben im Sonderforschungsbereich 920 „Multifunktionale Filter für die Metallschmelzefiltration – ein Beitrag zu Zero Defect Materials“ ein patentiertes Verfahren zur Reinigung von Metallschmelzen entwickelt. Dabei lösen kohlenstoffgebundene keramische Filter in der Schmelze eine chemische Reaktion aus, mit der sich nicht-erwünschte Stoffe kontrolliert entfernen lassen. Das erhöht nicht nur die Reinheit der Metallschmelzen, sondern auch die Qualität und Widerstandsfähigkeit der daraus gegossenen metallischen Bauteile. Somit werden die Ausschussraten in der stahl- und metallverarbeitenden Industrie maßgeblich verringert.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Christos G. Aneziris
Aneziris@ikf.vw.tu-freiberg.de

MIT 3D-DRUCK ZUM LEISTUNGSFÄHIGEREN ELEKTROMOTOR

Die Antriebsaufgaben der Zukunft stellen hohe Anforderungen an Elektromotoren. Klassische Herstellverfahren stoßen hier schnell an ihre Grenzen. Das TU-Start-up „Additive Drives“ hat dafür eine Lösung. Mit einem neuen 3D-Druckverfahren können sie Elektromotorenkomponenten, insbesondere die Wicklung, innerhalb kürzester Zeit additiv herstellen. Die Informationen werden direkt aus den Entwicklungsdaten der Konstrukteure genutzt. Werkzeuge zur Herstellung entfallen hierbei komplett. Das ermöglicht eine betriebsoptimale Gestaltung der Elektromotoren und eine Leistungssteigerung um bis zu 45 Prozent. Das Laserschmelzen als innovativer Herstellungsprozess garantiert zudem einen extrem festen Zusammenhalt der Komponenten. Sämtliche Materialeigenschaften, von der thermischen Leitfähigkeit bis zur Streckgrenze, stehen klassischen Metallbauteilen aus gegossenem Stahl, Aluminium oder Kupfer in nichts nach.

Sprechen Sie uns an!
Philipp Arnold
Philipp.Arnold@additive-drives.de



KAPITEL

4

KREISLAUFWIRTSCHAFT

INHALT

- Rohstoffmanagement der Zukunft
- Schreddern statt Schmelzen: Verbessertes Recycling von Lithium-Ionen-Batterien
- Innovative Indium-Recyclingtechnologie schließt die Lücke im Rohstoffkreislauf
- Neue Verwertungsstrategien für Reststoffe aus der Agrarproduktion

SCHREDDERN STATT SCHMELZEN: VERBESSERTES RECYCLING VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Lithium-Ionen-Batterien sind heute in fast allen modernen Elektrogeräten verbaut. In ihnen stecken wertvolle Rohstoffe wie Kobalt, Nickel, Kupfer und Lithium. Bisher ist das Recycling der Akkus nicht optimal. Die Europäische Union hat sich ein Recycling-Ziel von 50 Prozent gesetzt. Um diese Zahl weiter zu erhöhen, forscht die TU Bergakademie Freiberg im BMBF-geförderten Verbundprojekt „InnoRec“ an einem energie- und stoffeffizienten Wiederverwertungsansatz. Die WissenschaftlerInnen des Instituts für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik setzen dabei auf klassische Aufbereitungstechniken. Dafür werden Lithium-

Ionen-Akkus geschreddert und mit Hilfe eines Luftstroms getrocknet und sortiert. Es entstehen so viele unterschiedliche Materialfraktionen, die anschließend gezielt wieder in den Rohstoffkreislauf eingebracht werden können. Im Vergleich zu einem reinen Schmelzverfahren wird weniger Energie benötigt, jedoch mehr Rohstoffe zurückgewonnen.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Urs Peuker
Urs.Peuker@mvttat.tu-freiberg.de

ROHSTOFFMANAGEMENT DER ZUKUNFT

Das Ziel der modernen Kreislaufwirtschaft ist, selbsterhaltend und regenerativ zu arbeiten und damit den Lebenszyklus von Produkten und Materialien so weit wie möglich zu verlängern. Ein wesentlicher Faktor in der Entwicklung hin zu nachhaltigem Wirtschaften mit langlebigen Produkten sind die produzierenden Unternehmen. Für sie ist die Realisierung dieser Entwicklung vor allem eine Frage der Wirtschaftlichkeit, die zu einem nicht unerheblichen Teil durch Schwankungen der Rohstoffpreise, ausgelöst durch die Knappheit natürlicher Ressourcen, beeinflusst wird. Die Entdeckung neuer Rohstoffvorkommen wird zudem seltener und deren Förderung teurer. Die Professur für Rohstoffmanagement unterstützt hier bei der ökonomischen Prüfung neuer Prozesse und Projekte. Mit Hilfe von Marktanalysen, der Erhebung von Umweltkosten und gesamtheitlichen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen lässt sich eine nachhaltige Gestaltung und Lenkung industrieller Wertschöpfungsketten praktisch umsetzen.

Sprechen Sie uns an!
Nico Irrgang
Nico.Irrgang@bwl.tu-freiberg.de





NEUE VERWERTUNGSSTRATEGIEN FÜR RESTSTOFFE AUS DER AGRARPRODUKTION

VerfahrenstechnikerInnen haben im Projekt BioMatUse die Verwendung von Reisstroh und Zuckerrohr-Bagasse unter anderem für die Herstellung von Erosionsschutzmatten erforscht. Die anfallenden Agrar-Reststoffe könnten die bisher verwendeten Kokosfasern komplett ersetzen. Die umweltfreundlichen Matten zersetzen sich schon nach 1 bis 1,5 Jahren, während eine Matte aus Kokosfasern bis zu 3 Jahre benötigt. Aber auch zur Nährstoffanreicherung und Wasserspeicherung in Böden (Bodenverbesserung) oder in Form von Aktivkohle zur Wasser- und Luftreinigung können die Reststoffe nutzbar gemacht werden, was derzeit bereits im Labormaßstab funktioniert. Für Reis- und Zuckerrohrproduzenten in Entwicklungs- und Schwellenländern eröffnen die neuen Erkenntnisse zahlreiche Möglichkeiten zur stofflichen Verwertung bisher meist ungenutzter Biomasse, die in der heutigen Praxis zumeist verbrannt oder auf Deponien gelagert wird. Dabei ist das Potenzial riesig, denn Reis- und Zuckerrohr-Anbau haben in Asien einen großen Anteil an der landwirtschaftlichen Produktion.

Sprechen Sie uns an!

Dr. Volker Herdegen

Volker.Herdegen@tun.tu-freiberg.de

INNOVATIVE INDIUM-RECYCLINGTECHNOLOGIE SCHLIESST DIE LÜCKE IM ROHSTOFFKREISLAUF

Indium ist ein strategisches Metall für Hochleistungstechnologien wie Displays und LEDs. Um den steigenden Bedarf der Industrie zu decken, hat das Freiburger Start-up-Projekt RMF (Ressourcentechnologie & Metallveredelung Freiberg) mit Unterstützung der Technischen Chemie und des Biohydrometallurgischen Zentrums ein einzigartiges Verfahren entwickelt, das es ermöglicht, Technologiemetalle wie Indium, Gallium und Germanium aus Reststoffen und Rückständen der Verhüttung zu gewinnen und dieses in Handelsqualität für die Industrie aufzubereiten. Das neue Verfahren konnte mit Unterstützung der Dr. Erich-Krüger-Stiftung bereits erfolgreich im Labormaßstab erprobt werden. Seit dem Sommer 2020 laufen erste Tests im Industriemaßstab an einer neuen Demonstrationsanlage, die bis zu einem Kilogramm Indium pro Tag aus unterschiedlichen Stoffströmen produzieren kann.

Sprechen Sie uns an!

Martin Reiber

Martin.Reiber@chemie.tu-freiberg.de





KAPITEL 5

UMWELTECHNIK UND UMWELTSANIERUNG

INHALT

- Intelligente Rekultivierung mit virtuellen Tools
- Wasserwirtschaftliche Folgen des Braunkohleausstiegs
- Nachhaltige Abwasserreinigung
- Neue Katalysatoren für saubere Abgase

INTELLIGENTE REKULTIVIERUNG MIT VIRTUELLEN TOOLS

Die meisten Kohlebergwerke in Europa werden mit dem beschlossenen Ausstieg aus der fossilen Energieerzeugung in den nächsten zwei Jahrzehnten geschlossen. Die damit verbundene strukturelle Transformation der teilweise großflächigen Kippen und Halden von der industriellen Nutzung hin zu einer attraktiven Nachfolgelandschaft birgt großes gesellschaftliches und wirtschaftliches Potenzial. Um ehemalige Tagebaue künftig besser rekultivieren zu können, arbeitet die TU Bergakademie Freiberg im europäischen Projekt „TRIM4Post-Mining“ an einem neuen Geo-Informationssystem mit hochauflösenden Daten und virtuellen Prognose-Werkzeugen für die gezielte Simulation des Kohleausstiegs vom jetzigen Abbau bis zur Nachnutzung. Zum Einsatz kommen dafür interaktive Virtual-Reality- und Augmented-Reality-Technologien, die die dynamische Landschaftsentwicklung virtuell simulieren und modellieren können. Getestet wird das neue System künftig an zwei Beispielgebieten in der Leipziger Braunkohle-Folgelandschaft und im Limburger Steinkohlenrevier.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Jörg Benndorf
Joerg.Benndorf@mabb.tu-freiberg.de



WASSERWIRTSCHAFTLICHE FOLGEN DES BRAUNKOHLEAUSSTIEGS

Mit dem Ausstieg aus der Braunkohleförderung ergeben sich für die Flusseinzugsgebiete gravierende Veränderungen im Wasserhaushalt. Denn immer mehr Wasser fließt aus den Seen und Flüssen ab und viel zu wenig strömt zu. Das hat nicht nur Auswirkungen auf den Wasserpegel, sondern auch auf die Wasserzusammensetzung. So können beispielsweise Nährstoffe wie Nitrat, Eisen oder Sulfat schneller einsickern und entziehen dem Grundwasser Sauerstoff. Dieser sauerstoffarme Zustrom kann die Wasserqualität in Seen und Flüsse nachhaltig beeinflussen. Freiburger HydrogeologInnen untersuchen in diesem Zusammenhang unter anderem die Wechselwirkung zwischen Oberflächen- und Grundwasser. Die Ergebnisse sollen auch Rückschlüsse zu den wasserwirtschaftlichen Auswirkungen und der Entwicklung der Wasserqualität durch den Braunkohlenausstieg beschreiben und quantifizieren.

Die Aktivitäten sind Teil des Zentrums für Wasserforschung an der TU Bergakademie Freiberg, in dem die vorhandenen Kompetenzen zum Thema Wasser gebündelt werden und interdisziplinär zu Ursachen und Auswirkungen von Trockenheit und Überschwemmung geforscht wird.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Traugott Scheytt
Traugott.Scheytt@geo.tu-freiberg.de



NACHHALTIGE ABWASSERREINIGUNG

Die Verbreitung von umweltschädlichem Mikroplastik im Wasser wird immer größer. In Kläranlagen können diese Kleinstpartikel bisher nur schwer abgebaut oder abgefiltert werden. Freiburger StrömungsmechanikerInnen und VerfahrenstechnikerInnen forschen daher an einem komplett neuen Verfahren zur Abwasserreinigung. Dafür greifen sie auf die Wirkung von Wasserstoffperoxid zurück. Dieses wird individuell dosiert auf den Verunreinigungsgrad zum Abwasser gegeben, setzt sich an die Mikroplastikteilchen und zerfällt zu Wasser und Sauerstoff. Der Sauerstoff bildet Gasblasen und steigt zusammen mit den Plastikpartikeln an die Wasseroberfläche. Dort können sie schließlich abgefischt werden.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Rüdiger Schwarze
Ruediger.Schwarze@imfd.tu-freiberg.de



NEUE KATALYSATOREN FÜR SAUBERE ABGASE

Die Professur Reaktionstechnik befasst sich mit Katalysatoren für die Reinigung von Motor- und Industrieabgasen. Im Fokus steht dabei insbesondere die Minderung der Schadstoffe Stickoxide, Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid und Ruß. Ziel ist die Entwicklung und Erforschung neuer Katalysatoren und innovativer Abgasreinigungstechniken zur Emissionsminderung. Ein zentraler Teil der Arbeiten verfolgt das Konzept, ein grundlegendes Verständnis für die Funktionsweise der Katalysatoren zu entwickeln, wobei insbesondere Eisen- und Manganoxide sowie Edelmetalle wie Platin und Palladium untersucht werden. Für den schnellen Transfer der Forschung in die Anwendung testen und bewerten die WissenschaftlerInnen die neu entwickelten Abgaskatalysatoren in realen Wabenformaten in einem speziellen Motorprüfstand.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Sven Kureti
Sven.Kureti@iec.tu-freiberg.de





KAPITEL 6

INNOVATIVE WERKSTOFFE UND WERKSTOFF- TECHNOLOGIEN

INHALT

- Mit recycelten Feuerfestmaterialien zur kosten- und energieeffizienten Stahlproduktion
- Nachhaltige Verpackungen aus dem 3D-Drucker
- Von der Natur inspiriert: Neuer Werkstoff aus marinem Badeschwammskelett
- Super-Werkstoffe für die Automobil-, Luft- und Raumfahrtbranche
- Innovative Magnesiumbauteile für den Leichtbau

MIT RECYCELTEN FEUERFESTMATERIALIEN ZUR KOSTEN- UND ENERGIEEFFIZIENTEN STAHLPRODUKTION

Für die Bundesrepublik Deutschland ist die Stahlproduktion ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. Steigt der Anteil der recycelten Materialien, kann der Einsatz primärer Rohstoffe verringert und somit die CO₂-Emissionen und der Energieverbrauch abgesenkt werden. Die Feuerfestmaterialien spielen dabei eine bedeutsame Rolle. Sie sind unverzichtbar für alle Hochtemperaturprozesse und bilden das Rückgrat entsprechender Anlagen, beispielsweise von Konvertern und Stahlbehandlungspfannen. Mehr als 65 Prozent der feuerfesten Materialien werden in der Stahlindustrie eingesetzt. Nur ein geringer Teil davon wird bisher wiederverwertet. Hier setzen WissenschaftlerInnen der TU Bergakademie Freiberg an. In einem DFG-geförderten Projekt untersuchen sie, welchen Einfluss die wiederverwendeten Werkstoffe auf die Reinheit der Stahlschmelze und damit auf die Qualität des Stahls haben. Daraus entwickeln sie die ideale Mischung aus neuen und recycelten Materialien und testen diese in einer Pilotanlage unter industriellen Bedingungen.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Christos G. Aneziris
Aneziris@ikfww.tu-freiberg.de



NACHHALTIGE VERPACKUNGEN AUS DEM 3D-DRUCKER

Die Vermüllung der Umwelt ist eine globale Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Eine Lösung wären beispielsweise ökologischere Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen. An der Herstellung arbeiten Prof. Dr. Henning Zeidler und seine KollegInnen vom Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung. Mit einem speziell entwickelten 3D-Druck-Verfahren lassen sich aus biobasierten Reststoffen, wie beispielsweise Holzmehlen, Muschelkalk oder Aprikosenkernmehl, innerhalb kürzester Zeit biologisch abbaubare und kompostierbare Behälter und Bauteile herstellen.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Henning Zeidler
Henning.Zeidler@imkf.tu-freiberg.de

VON DER NATUR INSPIRIERT: NEUER WERKSTOFF AUS MARINEM BADESCHWAMMSKELETT

WissenschaftlerInnen der TU Bergakademie Freiberg haben gemeinsam mit einem internationalen Forscherteam die einzigartige Mikroarchitektur eines marinen Badeschwammskeletts entschlüsselt. Dieses besteht aus kollagenhaltigen Spongin und ist aufgrund seiner mehrschichtigen Nanofasern besonders stabil und hitzebeständig. Die BiomimetikerInnen nutzen diese Eigenschaften für die Entwicklung eines neuartigen dreidimensionalen Verbundwerkstoffes für die moderne Werkstoffindustrie. Dafür wurde das Spongin-Gerüst bei Temperaturen bis zu 1200 Grad Celcius karbonisiert. Der so entstandene „Grafit“ besitzt einzigartige strukturelle, mechanische und thermische Eigenschaften und lässt sich mit einer Metallsäge zu beliebigen Formen schneiden. Überzogen mit einer Metallschicht kann er in der Industrie zudem als einzigartiges Hybridmaterial für zentimeterkleine Katalysatoren eingesetzt werden.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Hermann Ehrlich
Hermann.Ehrlich@esm.tu-freiberg.de

SUPER-WERKSTOFFE FÜR DIE AUTOMOBIL-, LUFT- UND RAUMFAHRTBRANCHE

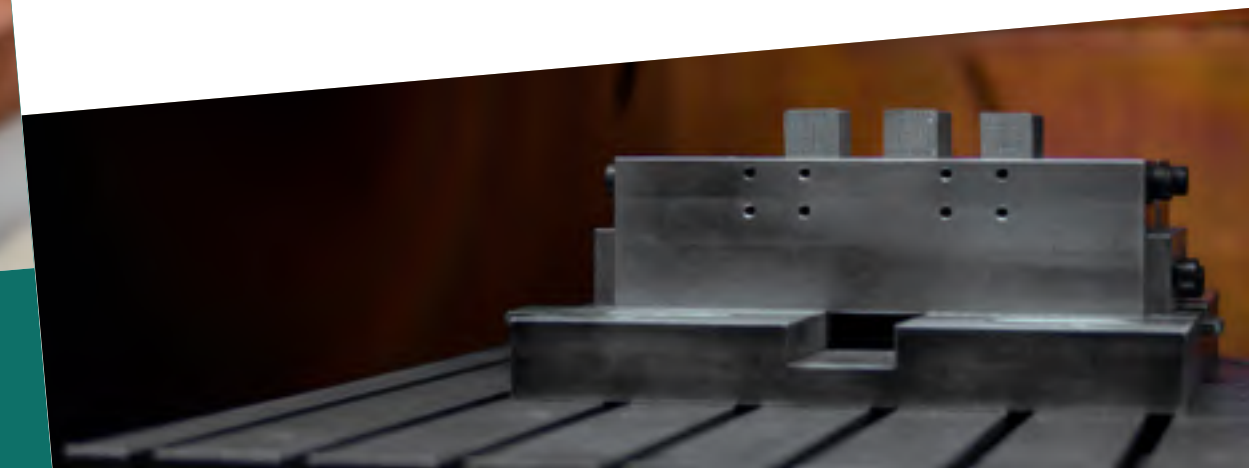
Diese Vision haben die MaterialwissenschaftlerInnen im Sonderforschungsbereich 799 in 12 Jahren intensiver und interdisziplinärer Forschungsarbeit erfolgreich umgesetzt. Mit einer ganz besonderen Kombination aus Stahl und Keramik ist die Herstellung völlig neuer Werkstoffe für mechanisch hoch beanspruchte Bauteile gelungen. Die sogenannten TRIP-Stähle (TRIP: transformation induced plasticity) sind im Vergleich zu herkömmlichen Stahlsorten besonders stabil und gleichzeitig verformbar. Durch die Variation des Stahl- bzw. Keramikanteils lassen sie sich individuell an die mechanischen Eigenschaften der Bauteile anpassen. Dies hat insbesondere in der Sicherheits- und Leichtbaukonstruktion enorme Vorteile, beispielsweise beim Einsatz der leichten Hochleistungsverbundwerkstoffe als Crash-Absorber in Fahrzeugen.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Horst Biermann
Biermann@ww.tu-freiberg.de

INNOVATIVE MAGNESIUMBAUTEILE FÜR DEN LEICHTBAU

Mit einer weltweit einzigartigen Prototypenanlage können die ForscherInnen am Institut für Metallformung bis zu 70 Zentimeter breite Magnesiumbleche und -bänder herstellen. Die Anlagekonfiguration ist aufgebaut als eine Pilotfabrik und kombiniert verschiedene Technologien wie Gießwalzen, Wärmebehandlung und Bandwalzen. So lässt sich durch eine nur wenige Produktionsschritte umfassende Prozesskette schnell, kostengünstig und energiesparend Magnesiumbandmaterial in kaltgewalzter Qualität herstellen. Damit lassen sich neuartige Leichtbaukomponenten, zum Beispiel für Automobilindustrie oder Maschinenbau produzieren. Diese haben nicht nur ein geringes Gewicht, sondern sind auch sehr stabil und uneingeschränkt recycelbar. Rund um die Anlage erforschen die WissenschaftlerInnen nicht nur neue Werkstofftechnologien, sondern auch den Einsatz verschiedener Legierungen, optimierter Anlagenkomponenten, innovativer Messtechnik und moderner Simulationsmethoden. Dabei setzen sie auf eine umfassende Digitalisierung des Prozesses. Die Analyse der neugewonnenen Prozess- und Werkstoffdaten bietet viele Nutzungsmöglichkeiten für die Zukunft der Industrie 4.0 in der werkstoffbasierten Umformtechnik.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Ulrich Prahl
Ulrich.Prahl@imf.tu-freiberg.de



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND ROBOTIK

INHALT

- Umwelt-Monitoring: Intelligentes Robotersystem verbessert Trinkwasserkontrolle
- Feuerwehr-App für schnelle Hilfe an Ort und Stelle
- Smarte Baumaschinen für Spezialeinsätze
- Autonome Roboter für Sonderanwendungen

UMWELT-MONITORING: INTELLIGENTES ROBOTERSYSTEM VERBESSERT TRINKWASSERKONTROLLE

Ein neues robotergestütztes Binnengewässer-Monitoring-System wird künftig komplett autonom auf Gewässern fahren und dabei kontinuierlich verschiedene Umweltparameter erfassen. Das Hauptaugenmerk im EU-Projekt RoBiMo liegt auf einer neuentwickelten modularen Plattform. Damit lassen sich unterschiedliche Gerätekonstellationen für Experimente und Messungen transportieren und steuern. Dazu gehören unter anderem eine Sensorkette und ein Sonar. Damit erfassen die WissenschaftlerInnen der TU Bergakademie Freiberg Parameter wie Temperatur, Druck, pH-Wert, Mikroplastik, Gase und Feststoffanteile zeitgleich in unterschiedlichen Wassertiefen und scannen hochauflösend die Wassersäule

und den Gewässergrund. Die entstehenden Daten ermöglichen unter anderem Rückschlüsse auf die Respiration (Atmung) sowie die Wasserqualität von Seen und Talsperren. Das im Januar 2020 gestartete EU-Projekt fügt sich ein in das Zentrum für Wasserforschung Freiberg, das die vielfältigen Aktivitäten im Bereich der Forschung und Lehre an der Bergakademie bündelt. Es wird aus Mitteln des Landes Sachsen und des Europäischen Sozialfonds für drei Jahre gefördert.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Yvonne Joseph
Yvonne.Joseph@esm.tu-freiberg.de



FEUERWEHR-APP FÜR SCHNELLE HILFE AN ORT UND STELLE

Die an der TU Bergakademie Freiberg entwickelte Feuerwehr-App „FwA 16/2“ ist bislang einzigartig in Deutschland. Mit ihr heben die InformatikerInnen den Brand- und Katastrophenschutz auf eine neue, digitalisierte Ebene. Bereits seit 2013 läuft das Modellprojekt mit dem Sächsischen Staatsministerium des Innern sehr erfolgreich und ist bei Feuerwehren in ganz Sachsen gefragt. Die App verfügt mittlerweile über fünf Module: Digitaler Hydrantenplan; Gefahrstoffdatenbank mit Scanfunktion von Gefahrstofftafeln an LKWs; Rettungsdatenblätter der Fahrzeughersteller mit Online-Kennzeichenabfrage; IT-gestützte Atemschutzüberwachung der Einsatzkräfte mit Verbrauchsprognose sowie Einsatzdokumentation und Dokumentenbibliothek.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Konrad Froitzheim
Konrad.Froitzheim@informatik.tu-freiberg.de



AUTONOME ROBOTER FÜR SPEZIALEINSÄTZE

Wenn es für Menschen zu gefährlich wird, sollen künftig Roboter die Arbeit übernehmen. Damit diese richtig funktionieren, benötigt es moderne Technologien. Freiburger ForscherInnen verknüpfen dafür mobile Roboter mit dem Internet der Dinge und künstlicher Intelligenz. Dafür kommen unter anderem zwei autonom fahrende Roboter, ein Schwimmroboter und eine Flugdrohne zum Einsatz. Ausgestattet mit hochempfindlichen Kameras, Radarsystemen, 3D-Messtechnologien und weiteren Sensoren sollen sich die modernen Maschinen selbst navigieren und über WLAN oder Bluetooth drahtlos Daten, Bilder und Videosequenzen senden. So lassen sich nicht nur qualitativ hochwertige Umweltdaten von schwer zugänglichem Terrain

und Gewässern automatisiert erfassen, sondern gleichzeitig die Gefährdung für die Menschen in Einsatzgebieten reduzieren, wie beispielsweise bei der Inspektion untertägiger Anlagen, bei Sprengungen im Bergbau oder bei Naturkatastrophen.

Sprechen Sie uns an!

Prof. Dr. Sebastian Zug

Sebastian.Zug@informatik.tu-freiberg.de

Prof. Dr. Bernhardt Jung

Bernhard.Jung@informatik.tu-freiberg.de

SMARTE BAUMASCHINEN FÜR SPEZIALEINSÄTZE

Spezielle Anlagen und Maschinen zum Einsatz unter Tage, in der Tiefsee oder anderem für Menschen schwer zugänglichen Terrain stellen komplexe Anforderungen an Funktion und Betrieb. Sie müssen autonom arbeiten und ständig mit dem Menschen kommunizieren, der sie von oben aus kontrolliert. Die TU Bergakademie Freiberg setzt daher nicht erst bei der Konstruktion der Maschinen an, sondern nimmt die integrierte Produktentwicklung von Anfang an in den Blick. Dafür untersuchen die Forschenden, wie die Datenübertragung zwischen Mensch und Maschine in herausfordernden Umgebungen funktionieren kann oder welche Informationen der Nutzer der Maschinen bereitstellen muss, damit das System die richtige Entscheidung trifft. Daraus entwickeln die IngenieurInnen spezielle cyber-physikalische Systeme für smarte Spezialmaschinen, wie eine derzeit in Arbeit befindliche elektrisch betriebene Unterwasser-Fräse für Probenentnahmen in der Tiefsee.

Mit dem Aufbau eines neuen Kabinensimulators verfügt die TU Bergakademie Freiberg zudem über eines der führenden Labore zur virtuellen Entwicklung von vernetzten Arbeitsmaschinen. Durch Verknüpfungen mit anderen Prüfständen lassen sich gezielt neue Komponenten und Antriebe virtuell testen – sowohl im direkt gekoppelten Aufbau als auch zur Entwicklung und Erprobung von getrennten Systemen mit separater Arbeitsausführung und Steuerung.

Sprechen Sie uns an!

Prof. Dr. Martin Sobczyk

Martin.Sobczyk@imb.tu-freiberg.de

Prof. Dr. Carsten Drebenstedt

Carsten.Drebenstedt@mabb.tu-freiberg.de





INHALT

- Ökosysteme erforschen und verstehen
- Effiziente Bioreaktoren für die Industrie
- Geomonitoring im Elbsandsteingebirge
- Vorhersage von Extremwetter im Klimawandel

KAPITEL 8

UMWELTANALYTIK UND GEOMONITORING



ÖKOSYSTEME ERFORSCHEN UND VERSTEHEN

Die Erforschung von Stoffkreisläufen innerhalb und zwischen Ökosystemen steht im Fokus der neu eingerichteten Arbeitsgruppe für Biogeochemie am Interdisziplinären Ökologischen Zentrum der TU Bergakademie Freiberg. Die AG analysiert unter anderem, wie sich Kohlenstoff und Nährstoffe durch Boden, Wasser und Atmosphäre bewegen. Dafür simulieren die WissenschaftlerInnen in den Laboren Prozesse in natürlichen Systemen, wie Bächen, Flüssen, Seen oder Talsperren, beobachten deren Sauerstoffversorgung und erforschen ihre Reaktion auf Klimawandel und Landnutzung. Mit den Ergebnissen soll die Vorhersage künftiger Auswirkungen auf Trinkwasserversorgung, Treibhausgasemissionen und andere kritische Landschaftsfunktionen verbessert werden.

Sprechen Sie uns an!
 Jun.-Prof. Dr. Maximilian Lau
 Maximilian.Lau@ioez.tu-freiberg.de

HANDY-APP SOLL FELSSTÜRZE UND SCHLAMMLAWINEN ERKENNEN

Gefährdung durch Felsstürze rechtzeitig erkennen – das ist das Ziel von Freiburger GeowissenschaftlerInnen. Die ExpertInnen vom Institut für Geotechnik haben zusammen mit KollegInnen der Karlsuniversität Prag an ausgewählten Punkten ein Monitoringsystem installiert, das mögliche Felsbewegungen misst und diese Daten automatisch in eine Datenbank schickt. Bei außergewöhnlichen Bewegungen wird ein Warnsignal geschickt, so dass Fachleute und Behörden umgehend reagieren können. Zum Monitoring wurde eine Smartphone App entwickelt, mit der Steinschläge oder Felsstürze gemeldet werden können. Diese Meldungen werden an die Datenbank geschickt. Ziel ist, einen besseren Überblick über Felsstürze zu bekommen und „Gefährdungsgebiete“ zu definieren.

Und auch die Freiburger MarkscheiderInnen sind in der Sächsischen Schweiz aktiv. Seit 2018 vermessen sie einmal jährlich die Felsformationen im Gebiet der Bastei. Aus den Daten erstellen sie 3D-Modelle, die Auskunft über die Sicherheit in dem beliebten Wandergebiet geben.

Sprechen Sie uns an!
 Dr. Jörn Wichert
 Joern.Wichert@ifgt.tu-freiberg.de

Dr. Thomas Martienßen
 Thomas.Martienssen@mabb.tu-freiberg.de

EFFIZIENTE BIOREAKTOREN FÜR DIE INDUSTRIE

Der Stoffwechsel von Bakterien, Pilzen, Viren und Co. ist bisher wenig erforscht. Jedoch entstehen dabei viele Substanzen, die Raumluftqualität oder Lebensmittelfrische beeinflussen sowie in biotechnologischen Produktionsprozessen erwünscht sind. Um mikrobielle Stoffwechsel besser zu verstehen und für industrielle Anwendungen zu optimieren, hat das Institut für Elektronik- und Sensormaterialien im Verbundprojekt MACS eine intelligente Petrischale entwickelt. Diese ermöglicht Rückschlüsse über den Vitalitätszustand der Organismen als biochemische Fabrik und ist für verschiedenste Anwendungsgebiete von industrieller Biotechnologie über Lebensmittelsicherheit und Landwirtschaft (Biozid-Entwicklung) bis hin zu Umwelt- und Geonanwendungen (Bioleaching und Phytomining) sowie für die Medizin im Bereich der Gewebeanzucht (Tissue Engineering) und der Diagnose von Krankheiten nutzbar.

Sprechen Sie uns an!
 Prof. Dr. Yvonne Joseph
 Yvonne.Joseph@esm.tu-freiberg.de





KAPITEL 9

UMWELTGERECHTE UND NACHHALTIGE ROHSTOFFGEWINNUNG

INHALT

- Kleine Helfer für die Metallgewinnung: Bakterien beim Recycling von Elektroschrott einsetzen
- Rohstoff- und klimafreundliche Recyclingverfahren für die Energiespeicher der Zukunft
- Vom Abfall zur hochwertigen Phosphorsäure für die Industrie
- Schneiden statt Sprengen



ROHSTOFF- UND KLIMAFREUNDLICHE RECYCLINGVERFAHREN FÜR DIE ENERGIESPEICHER DER ZUKUNFT

Moderne Energiespeichersysteme bestehen aus einer Brennstoffzelle, in der mit Hilfe bestimmter Katalysatoren Wasserstoff und Sauerstoff produziert wird. Bisher bestehen diese Katalysatoren hauptsächlich aus „kritischen Rohstoffen“ wie Ruthenium, Iridium oder Platin. Diese kommen jedoch nur selten in der Erdkruste vor. Ihre Herstellung ist sehr zeitaufwendig und teuer. Das Recycling der Edelmetallen bietet hier Alternativen. WissenschaftlerInnen am Institut für Nichteisen-Metallurgie und Reinstoffe entwickeln im europäischen Verbundprojekt RECYCALYSE neuartige Recyclingtechnologien basierend auf pyro- und hydrometallurgischen Verfahren. Die recycelten Edelmetalle (Platinum Group Metals) sollen später wieder für Katalysatoren zur umweltfreundliche Energiespeicherung und -nutzung verwendet werden.

Sprechen Sie uns an!

Prof. Dr. Alexandros Charitos

Alexandros.Charitos@inemet.tu-freiberg.de

KLEINE HELFER FÜR DIE METALLGEWINNUNG: BAKTERIEN BEIM RECYCLING VON ELEKTROSCHROTT EINSETZEN

BiohydrometallurgInnen der TU Bergakademie Freiberg haben erstmals nachgewiesen, dass die Laugung mit Hilfe von Bakterien auch beim Recycling von Elektroschrott zur Trennung der Bauteile eingesetzt werden kann. „Biodismantling“ heißt der umweltfreundliche Prozess, bei dem mit Hilfe spezieller Mikroorganismen die Komponenten von der Leiterplatte abgelöst werden. Übrig bleiben die Leiterplatte selbst, die typischerweise Kupfer und Gold enthält, sowie diejenigen Komponenten, die mit dem Lötzinn an der Platine befestigt waren – zum Beispiel Dioden, Kondensatoren oder Widerstände. Genau in diesen Komponenten stecken kleine Mengen strategisch wichtiger Metalle, wie Tantal, Ruthenium, Gallium oder Dysprosium, die so nachhaltig gewonnen und wiederverwertet werden können.

Sprechen Sie uns an!

Prof. Dr. Michael Schlömann

michael.schloemann@ioez.tu-freiberg.de



VOM ABFALL ZUR HOCHWERTIGEN PHOSPHORSÄURE FÜR DIE INDUSTRIE

Mit dem Gesetzesbeschluss zum Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlämmen und einer verpflichtenden Phosphorrückgewinnung wird auch die Frage nach alternativen Lösungen gestellt. Um die chemische Industrie künftig mit einer sauberen, hochwertigen Phosphorsäure versorgen zu können, setzen die Freiburger ForscherInnen auf heimische Ressourcen. Die am Institut für Technische Chemie entwickelte und patentierte PARFORCE-Technologie veredelt phosphorhaltige Rohstoffe und Abfälle, wie Klärschlämme und Klärschlammaschen zu Phosphorsäure – einer universell einsetzbaren Grundchemikalie für vielfältige Anwendungen von der Düngemittelherstellung über die Lebensmittelproduktion bis hin zum Einsatz in der Halbleiterindustrie. Getestet wird das Verfahren bereits erfolgreich an einer Demonstrationsanlage in Zusammenarbeit mit dem neuen An-Institut der TU Bergakademie Freiberg, der PARFORCE Engineering & Consulting GmbH (PEC). Damit leisten PEC und Universität einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung.

Sprechen Sie uns an!
Dr. Peter Fröhlich
Peter.Froehlich@chemie.tu-freiberg.de

SCHNEIDEN STATT SPRENGEN

Allein in Sachsen werden jährlich circa 20 Millionen Tonnen Festgestein abgebaut, üblicherweise durch Sprengarbeiten und weiterer Zerkleinerung zum finalen Produkt oder zur Weiterverarbeitung durch Brechen und Mahlen. Diese Prozesse sind sehr energie- und verschleißintensiv und erfordern oft Betriebsunterbrechungen und besondere Sicherheitsmaßnahmen. Das Startup-Projekt „Rockfeel“ der TU Bergakademie Freiberg beschäftigt sich daher mit ökologischeren, energie- und materialschonenderen Methoden und entwickelt ein intelligentes Sensorsystem für die schneidende Gewinnung. Angebracht an Vortriebsmaschinen erkennt es während des Betriebs die Gesteinseigenschaften und gibt die Informationen in Echtzeit an die Maschine weiter. So lassen sich die Gesamtprozessketten schnell anpassen und eventuelle Gefahren vorab erkennen. Das spart Zeit und Energie, ist ressourcenschonender und macht die Arbeit im Berg- und Tunnelbau sicherer und umweltfreundlicher.

Sprechen Sie uns an!
Prof. Dr. Carsten Drebenstedt
Carsten.Drebenstedt@mabb.tu-freiberg.de



IMPRESSUM

Herausgeber:

Rektor der TU Bergakademie Freiberg

Redaktion:

Hochschulkommunikation

Texte:

Luisa Rischer

Layout, Satz:

Medienzentrum, Matthias Donath

© TU Bergakademie Freiberg, März 2024

Fehler und Irrtümer vorbehalten.



Diese Maßnahme wird mitfinanziert mit Steuermitteln auf Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushalts.