

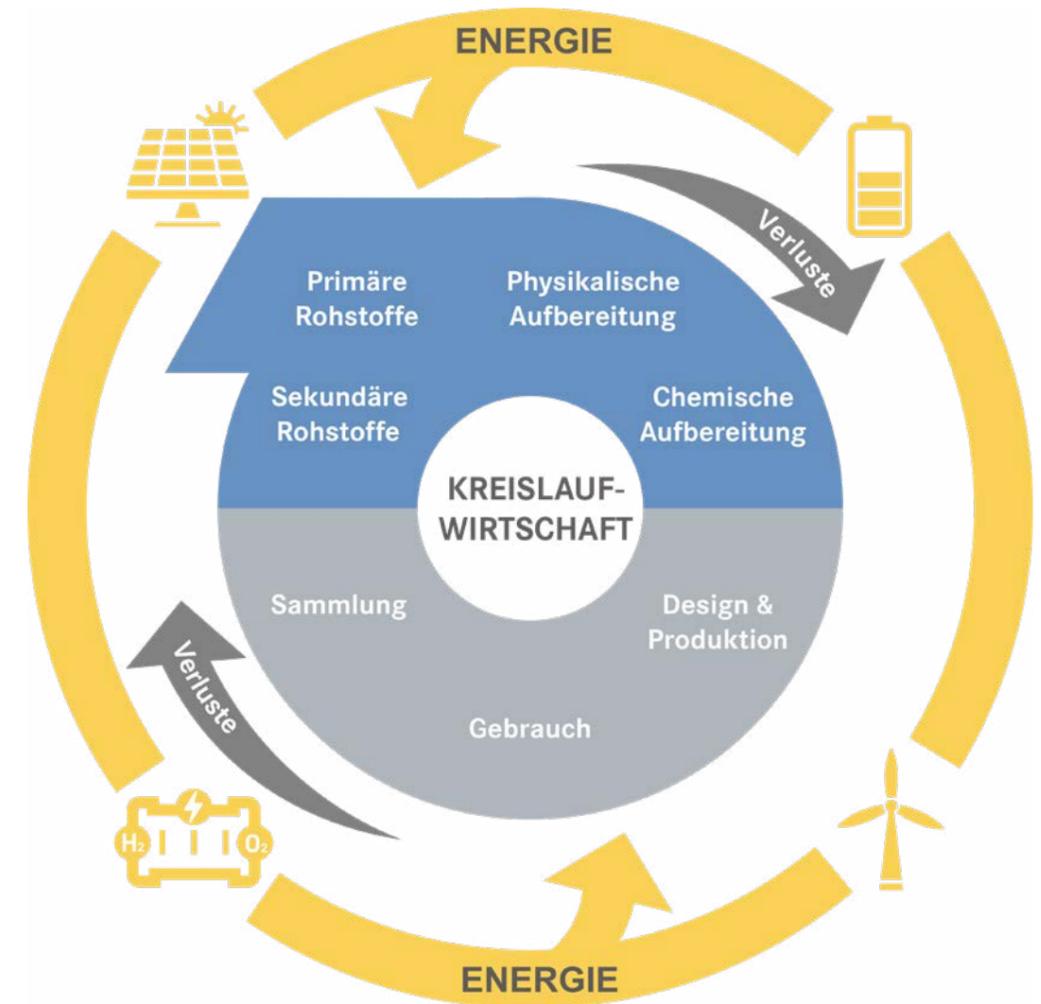
**DIE
ZUKUNFT
IST
RUND!**



HiF

HELMHOLTZ-INSTITUT FREIBERG
FÜR RESSOURCENTECHNOLOGIE

DIE ZUKUNFT IST RUND!



Inhalt

Resümee und Ausblick	6
„Wir haben noch viel vor!“ – Die Gründungsinstitutionen HZDR und TU BAF über ihre nachhaltige Zusammenarbeit	
Mit der Kreislaufwirtschaft in eine saubere Zukunft	7
Beitrag von Bundesministerin für Bildung und Forschung Anja Karliczek	
Das HIF in Zahlen	12
Kompetenzfeld Re-Mining	15
Bergbauhalden – eine weltweite Herausforderung mit Potenzial	
Geometallurgie	19
Warum Ingenieurwissenschaftler*innen und Geowissenschaftler*innen miteinander reden sollten	
Nachhaltige Erkundungsmethoden	23
Spektrum der Erkundung	
Aufbereitung komplexer Erze	27
Komplex zusammengesetzte Rohstoffe benötigen ganzheitliche Lösungen	
Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft	31
Innovationsplattform für die Kreislaufwirtschaft der Zukunft	
Forschungscampus für Ressourcentechnologie und Nachhaltigkeit	37
Die Zukunft kann kommen	
Wissenschaftliche Sichtbarkeit	42
„Das HIF ist ein gefragter Partner“	44
Interview mit dem Direktor des HIF Dr. Jens Gutzmer (PhD ZA)	
Rohstoffsicherung ist Zukunftssicherung	45
Beitrag von Sachsens Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow	
Impressum	50

„Wir haben noch viel vor!“

Professor Sebastian M. Schmidt (Wissenschaftlicher Vorstand Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf) und Professor Klaus-Dieter Barbknecht (Rektor TU Bergakademie Freiberg) über die nachhaltige Zusammenarbeit der Gründungsinstitutionen des HIF



Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt:
Wissenschaftlicher Vorstand
des Helmholtz-Zentrums
Dresden-Rossendorf
©HZDR/André Wirsig

Mit der Gründung des Helmholtz-Instituts Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) haben das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) und die TU Bergakademie Freiberg (TU BAF) ihre Zusammenarbeit nicht nur gefestigt, sondern auch institutionell manifestiert. Die gemeinsame Etablierung eines außeruniversitären Instituts zur Entwicklung von Ressourcentechnologien im Jahr 2011 am Standort Freiberg war ein wichtiger Meilenstein für unsere Institutionen, angetrieben durch das Ziel, mit gemeinsamer Forschung und Innovation einen wichtigen Beitrag zum Aufbau einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft zu leisten. Dabei wurde besonderes Augenmerk darauf gelegt, dass das HIF

vorhandene Stärken der TU BAF komplementär ergänzt. Dieser seither konsequent verfolgte Ansatz kommt nicht nur durch eine Vielzahl erfolgreicher Forschungsk Kooperationen in drittmittelfinanzierten Verbundforschungsprojekten zum Ausdruck, sondern auch in gemeinsamen strategischen Erfolgen. Für die Helmholtz-Gemeinschaft war die Gründung ebenfalls ein Gewinn, da sie sich mit dem Themenspektrum des HIF ein neues Gebiet erschlossen hat, das hervorragend zum Auftrag der Wissenschaftsorganisation passt, durch Forschung die Zukunft zu sichern.

Erfolge durch gemeinsame Forschung und Zusammenarbeit

Von Beginn an hat das Institut mit seinen Mitarbeitenden den Auftrag, Lösungen für einen nachhaltigen Umgang mit mineralischen und metallhaltigen Ressourcen zu entwickeln, kontinuierlich und in hoher Qualität umgesetzt. So wurden über 100 EU- und bundgeförderte Forschungsprojekte initiiert und mit regionalen, nationalen und internationalen Partnern erfolgreich umgesetzt. Beispielsweise das AFK-Projekt, an dem das Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik der TU BAF beteiligt war. In diesem Projekt wurden mithilfe moderner analytischer Methoden polymetallische Komplexerze aus sächsischen Lagerstätten mit dem Ziel untersucht, die darin enthaltenen mineralischen Rohstoffe auf wirtschaftliche, energieeffiziente und umweltverträgliche Weise aufzubereiten. Für die dazu erforderliche Großprobennahme im Besucherbergwerk Zinnkammern in Pöhla war sogar die Beteiligung des HZDR an einer Aufsuchungslizenz im Freistaat Sachsen notwendig. Dies wurde durch enge Abstimmung mit dem Sächsischen Oberbergamt ermöglicht. Die Erfahrung mit dem AFK-Projekt zeigt, dass die Untersuchung heimischer als auch überregionaler Rohstoffpotenziale und die Entwicklung innovativer Aufbe-

Mit der Kreislaufwirtschaft in eine saubere Zukunft

Am Anfang der Wertschöpfung unserer starken Industrie stehen Rohstoffe. Ohne Rohstoffe keine Produktion. Und sie sind auch für alle weiteren Glieder der Wertschöpfungskette unverzichtbar.

Das zeigt sich bei den klimafreundlichen Technologien: Ohne Rohstoffe könnten wir keine Batterien, Windräder oder Photovoltaik-Anlagen bauen. Ohne Rohstoffe gäbe es keine Magnete, die wir für Elektromotoren und Generatoren benötigen. Ohne Kupfer, Aluminium, Eisen und Seltene Erden geht es nicht. Sie müssen verfügbar sein und bleiben, auch wenn die Schlüsseltechnologien für den Klimaschutz die Nachfrage weltweit antreiben.

Als Innovationsland Deutschland wollen wir „Klimaschutz made in Germany“ zu unserem neuen Markenzeichen machen. Deshalb sieht unsere Rohstoffstrategie neben Importen auch den intelligenten und sparsamen Einsatz von Rohstoffen vor. Ein gut durchdachtes Design der Produkte, Recycling, Ressourceneffizienz und Substitution machen das möglich. Je weniger Rohstoffe gefördert werden müssen, desto weniger Abfall entsteht und desto weniger Treibhausgase stoßen wir aus.

Aus diesen Gründen haben wir unsere Forschung zur Ressourceneffizienz gestärkt: 2011 ging das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie an den Start. Schnell hat es sich zu einem international anerkannten und stark nachgefragten Partner in der nachhaltigen Kreislaufwirtschaft für metallische Rohstoffe und die damit verbundenen Industrien entwickelt. Seine Arbeit flankieren unsere aktuellen Fördermaßnahmen zur Kreislaufwirtschaft unter dem Dach unseres Forschungsschwerpunkts Nachhaltige Entwicklung (FONA).

Das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes) hilft darüber hinaus, unsere natürlichen Ressourcen zu schützen.

Als Bundesregierung unterstützen wir die Unternehmen bei der sicheren und verantwortungsvollen Rohstoffversorgung. So stärken wir ihre Wettbewerbsfähigkeit. So können wir aber auch den Einsatz von Primärrohstoffen möglichst niedrig halten. Je besser wir dabei sind, desto nachhaltiger wird die Produktion. Auch dies wiederum stärkt unsere Wirtschaft.

Trotzdem zählen wir zu den weltweit größten Rohstoffkonsumenten. Deshalb setzen wir noch stärker auf die Kreislaufwirtschaft. Dank ihr gelingt es uns, die Rohstoffe so behutsam wie möglich zu gewinnen, sie effizient zu nutzen und länger im Wirtschaftskreislauf zu halten. So können Unternehmen in Deutschland unabhängiger werden von Importen aus dem Ausland – gerade bei Metallen und Mineralien.

Wir haben eine doppelte Verantwortung: für eine sichere Rohstoffversorgung unserer Industrie und für den Klimaschutz zum Wohle der zukünftigen Generationen. Mit der Kreislaufwirtschaft werden wir dieser Verantwortung gerecht. Forschungseinrichtungen wie das HIF schaffen die wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen hierfür. Ich gratuliere dem HIF herzlich zum zehnten Geburtstag und erhoffe mir für die Zukunft noch viele wegweisende Impulse für die Kreislaufwirtschaft.



Anja Karliczek

Mitglied des Deutschen
Bundestages
Bundesministerin für
Bildung und Forschung

©Laurence Chaperon

Prof. Dr. Klaus-Dieter
Barbknecht: Rektor der
TU Bergakademie Freiberg
©Detlev Müller/TU BAF

reitungsstrategien sowie -technologien nur gelingen kann, wenn die beteiligten Akteure gut zusammenarbeiten. Dies gilt auch für das Recycling beispielsweise von Hochtechnologie-metallen. Das HIF profitiert dabei in ganz besonderem Maße von den Ressourcenkompetenzen der TU BAF als auch von der grundlagenstarken und strukturellen Forschungskompetenz des HZDR.

Zur Fachkräftesicherung leistet das HIF ebenfalls einen entscheidenden Beitrag. Mit seiner Beteiligung an EIT-zertifizierten Masterstudiengängen an der TU BAF sowie der Betreuung von aktuell fast 40 Doktorand*innen ist es ein wichtiger Partner für Studierende aus der ganzen Welt. Das HIF ist aber auch über die Lehre eng mit der TU BAF verbunden, so geben aktuell vier Wissenschaftler ihr Know-how an Studierende weiter. Zudem ist das HIF seit einigen Jahren als Ausbildungsbetrieb für Chemielaborant*innen zugelassen.



Damit wird das Institut der Nachwuchsförderung am Standort Freiberg gerecht.

Die erfolgreiche Einrichtung des EIT Raw Materials durch das HIF/HZDR im Jahr 2015 war ohne Zweifel das wichtigste Instrument, um die Arbeiten des HIF bei relevanten Partnern aus Industrie und Wissenschaft innerhalb der EU wirksam zu vernetzen. Mit der Etablierung des EIT RawMaterials – Regional Center Freiberg im Jahr 2016 haben die TU BAF und das HZDR die regionale Vernetzung im Rohstoffbereich auf eine neue Stufe gehoben;

gleichzeitig wird dadurch die akademische Ausbildung im Rohstoffbereich gefördert.

Nur ein Jahr später haben HIF und TU BAF gemeinsam das regionale Innovationscluster recomine initiiert, das sich mit der Entwicklung marktfähiger Technologien entlang der Schnittstelle von Umwelttechnologie, Ressourcentechnologie und Digitalisierung befasst. Das recomine-Bündnis hat inzwischen mehr als 60 Partner, die meisten davon klein- und mittelständische Unternehmen im Freistaat Sachsen und in der Tschechischen Republik.

Der jüngste Erfolg in der strategischen Kooperation zwischen TU BAF und HIF ist die Teilnahme an der „Open Innovation Challenge“, die vom globalen Rohstoffkonzern BHP veranstaltet wird. Mit einem modularen Konzept für die Aufbereitung von Rückständen aus dem Kupferbergbau hat sich das Freiburger Team in einem internationalen Innovationswettbewerb unter 153 Bewerber*innen durchgesetzt. Aktuell (Stand: Juli 2021) arbeiten die Partner aus Freiberg unter Leitung der recomine-Koordinatoren an der praktischen Umsetzung der vorgeschlagenen Konzepte in diesem Wettbewerb.

Die strategischen Erfolge belegen eindrücklich die Synergien, die durch die institutionell definierte Zusammenarbeit zwischen TU BAF und HZDR in Freiberg realisiert worden sind. Wie in der Gründungsphase von Professor Jürgen Mlynek, dem vormaligen Präsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft, gefordert, ist eins plus eins deutlich größer als zwei geworden.

“
**Die strategischen Erfolge belegen
eindrücklich die Synergien, welche
durch die institutionell definierte
Zusammenarbeit zwischen TU BAF
und HZDR in Freiberg realisiert
worden sind.**
“

Vision und Mission – Gemeinsam haben wir noch viel vor

Die Weiterentwicklung des HIF zum Forschungscampus für Ressourcentechnologie und Nachhaltigkeit ist nicht nur die logische Konsequenz der erfolgreichen Forschung, sondern gleichzeitig eine infrastrukturelle Notwendigkeit. Das Wachstum des Instituts in Bezug auf die Zahl der Mitarbeitenden sowie Projekteinwerbungen macht

eine Vergrößerung und die rasche Entwicklung des Campus dringend notwendig. Damit eröffnen sich auch für die Forschenden der TU BAF neue Labore und Anlagen, da die bewährte gemeinsame Infrastrukturnutzung fortgeführt wird.

”

Gemeinsam gewinnen und fördern unsere beiden Einrichtungen am Standort Freiberg Spitztalente aus der globalen Wissenschaftslandschaft, denn Forschung sichert Zukunft!

“

Mit dem Metallurgietechnikum wird in diesem Jahr die erste größere Infrastruktur auf dem zu entwickelnden HIF-Campusgelände fertiggestellt. In die Planungen für die wissenschaftlich-technische Ausstattung waren Wissenschaftler*innen der TU BAF von Anfang an eng eingebunden. Eine gemeinsame Nutzung der hydro-, biohydro- und pyrometallurgischen Anlagen ergibt sich logisch

aus den anstehenden wissenschaftlichen Fragestellungen, der örtlichen Nähe und den gemeinsam initiierten Projekten. Mit der FlexiPlant ist eine zweite wichtige Infrastruktur in Planung. Das Konzept wurde vom HIF unter Einbeziehung

■ TU BERGAKADEMIE FREIBERG (TU BAF)

Innovation, Industrie 4.0, das Internet der Dinge oder E-Mobilität – alle modernen Entwicklungen bedingen Ressourcen, Energie und Materialien und einen nachhaltigen Umgang damit. Deshalb beschäftigt sich die TU BAF in exzellenter Forschung und Lehre mit den Grundlagen und den Prozessen rund um Rohstoffe, Energie und Material.

1765 gegründet, um Transformationsprozesse und Zukunftstechnologien voranzutreiben und mit neuem Wissen für Aufschwung im Land zu sorgen, hat die TU BAF auch heute diesen Anspruch: Sie bildet Wirtschafts-, Natur- und Ingenieurwissenschaftler*innen mit Weitblick und Gewissen aus, die die Zukunft selbst in die Hand nehmen und positiv gestalten. 4.000 Studierende in 73 Studiengängen studieren heute wissenschaftlich fundiert und praxisorientiert in Freiberg.



©Crispin-Iven Mokry/TU BAF

der TU BAF erarbeitet und beinhaltet detaillierte Aussagen zur Lösung wichtiger gesellschaftsrelevanter Fragestellungen hinsichtlich der Umsetzung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft nicht nur in Deutschland.

Es gilt aber auch, gemeinsam Forschung in die Anwendung zu bringen. Dafür wird das HIF einen Inkubator im Rahmen seiner Campuserweiterung einrichten. Um eine direktere Verknüpfung zu Ausgründungsaktivitäten an der TU BAF und zu den dort bestehenden Angeboten der Ausgründungsunterstützung und -betreuung zu schaffen, soll die Zusammenarbeit mit Dresden Concept und dem Grönetzwerk der TU BAF *SAXEED* weiter ausgebaut werden. Dies schafft zusätzliche Synergien und bietet Potenziale für regionale Wertschöpfung und wirtschaftliche Entwicklung.

All dies zeigt: Das HIF hat eine wichtige Lücke in der außeruniversitären Forschungslandschaft in Deutschland geschlossen und sich als einer der Wegbereiter für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft für mineralische und metallhaltige Rohstoffe etabliert. Dies ist ein Erfolg der strategischen Partnerschaft von HZDR und TU BAF. Gemeinsam gewinnen und fördern unsere beiden Einrichtungen am Standort Freiberg Spitztalente aus der globalen Wissenschaftslandschaft, denn Forschung sichert Zukunft!

■ HELMHOLTZ-ZENTRUM DRESDEN-ROSSENDORF (HZDR)

Das HZDR forscht auf den Gebieten Energie, Gesundheit und Materie. Folgende Fragestellungen stehen hierbei im Fokus:

- Wie nutzt man Energie und Ressourcen effizient, sicher und nachhaltig?
- Wie können Krebserkrankungen besser visualisiert, charakterisiert und wirksam behandelt werden?
- Wie verhalten sich Materie und Materialien unter dem Einfluss hoher Felder und in kleinsten Dimensionen?

Das HZDR entwickelt und betreibt große Infrastrukturen, die auch von externen Messgästen genutzt werden: Ionenstrahlzentrum, Hochfeld-Magnetlabor Dresden und ELBE-Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen.



©HZDR/Jürgen-M. Schuller

Es ist Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft, hat sechs Standorte (Dresden, Freiberg, Görlitz, Grenoble, Leipzig, Schenefeld bei Hamburg) und beschäftigt knapp 1.400 Mitarbeitende – davon etwa 500 Wissenschaftler*innen inklusive 170 Doktorand*innen.

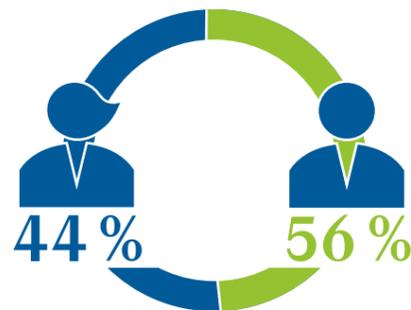
Das HIF in Zahlen

Unter einem Dach beschäftigen sich die Forscher*innen interdisziplinär mit Ressourcenfragen von der Erkundung über die Aufbereitung und die Metallurgie bis hin zum Recycling.

Stand: Juli 2021

Anteil Frauen und Männer am HIF

Das HIF kann ein nahezu ausgeglichenes Verhältnis von Frauen und Männern unter den Beschäftigten vorweisen.



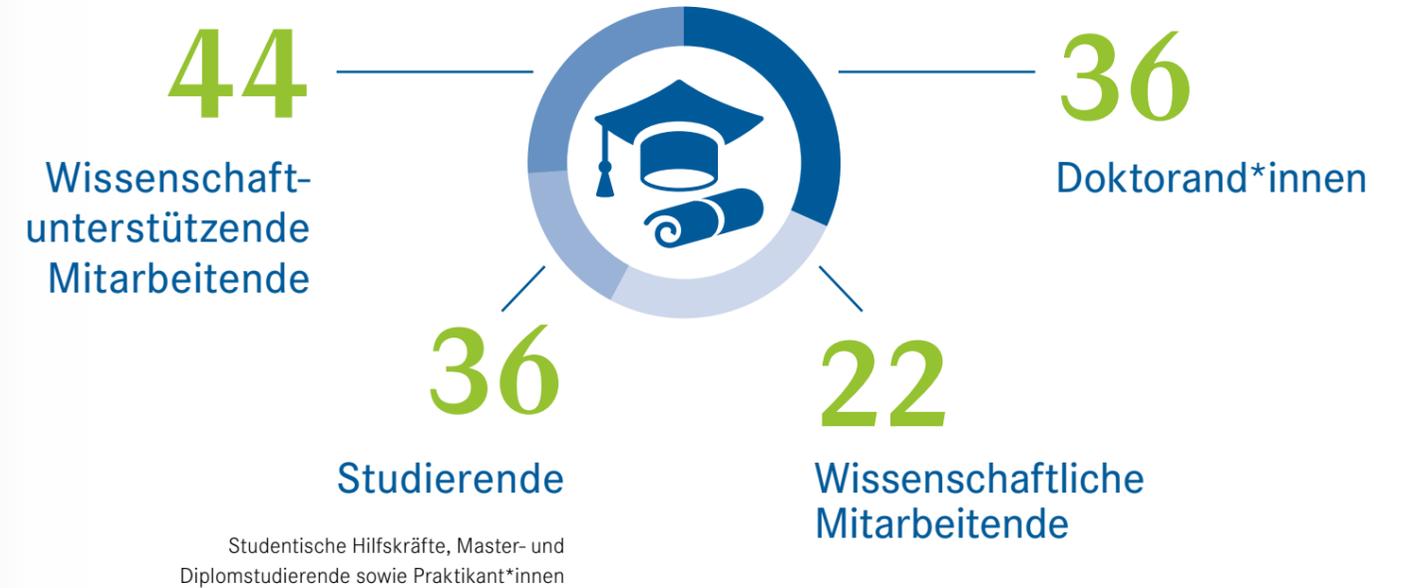
Team

153

Unsere Beschäftigten sind unsere wichtigste Ressource.

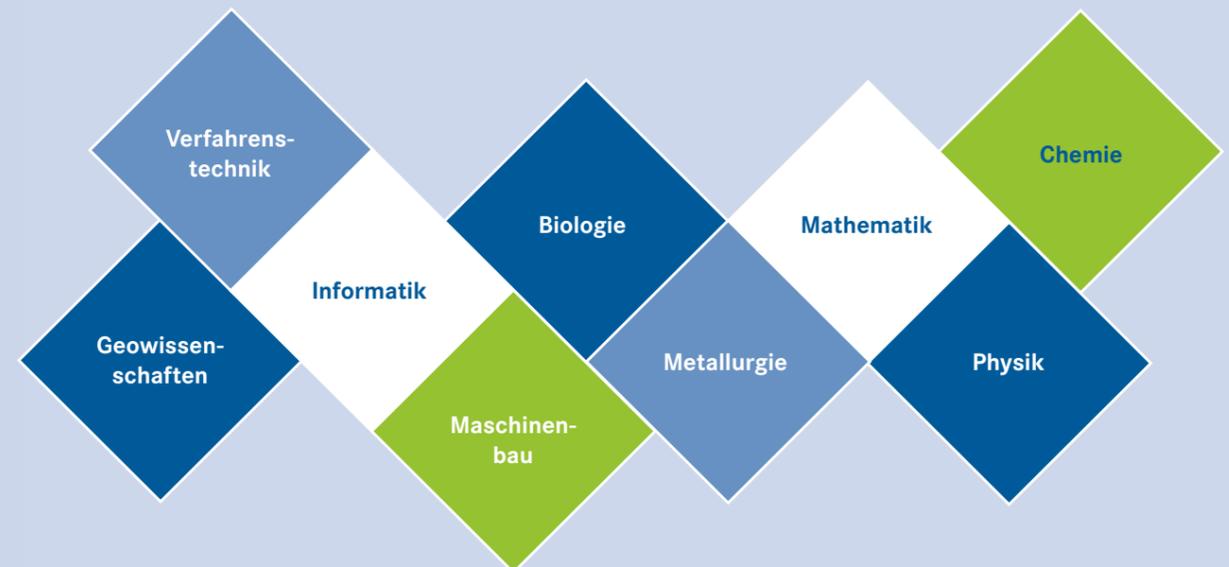


Wissenschaftliches Personal



Interdisziplinarität

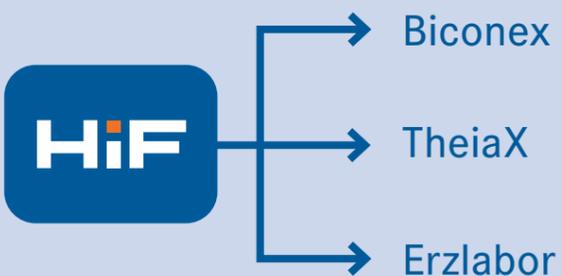
Unser Schlüssel zum Erfolg ist, dass wir fachübergreifend denken und forschen.



3

Ausgründungen

Damit Ideen in der Wirtschaft zum Einsatz kommen, werden Forscher*innen zu Unternehmer*innen.



Gründung des Instituts

29. AUGUST 2011

Darauf folgt die symbolische Schlüsselübergabe mit der damaligen Bundesforschungsministerin, Dr. h.c. Annette Schavan, an das neu gegründete HIF in Freiberg als Teil des HZDR. Gründungsdirektor ist Dr. Jens Gutzmer (PhD ZA).
©HZDR/Lutz Weidler



28. MÄRZ 2011

Der Kooperationsvertrag für eine gemeinsame Forschungseinrichtung zwischen HZDR und TU BAF wird im Beisein von Professorin Sabine von Schorlemer (ehem. Sächsische Wissenschaftsministerin) geschlossen. ©HZDR

STANDORT

Für die Dauer der Sanierung des geplanten Hauptstandortes finden die HIF-Mitarbeiter*innen ihr Domizil auf dem Gelände der SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft. ©HZDR



VORRÜBERGEHEND

In den ersten Monaten nutzen die Forscher*innen die Labore ihrer Gründungsinstitutionen HZDR und TU Bergakademie Freiberg.
©HZDR/Frank Bierstedt

STARTSCHUSS

Alte Bergbauhalden als mögliche Rohstoffquelle? Das HIF will es genauer wissen und startet erste Forschungsaktivitäten zum Thema Re-Mining.
©HZDR/Mario Köhler



Bergbauhalden – eine weltweite Herausforderung mit Potenzial

Bei der Aufbereitung mineralischer Rohstoffe aus primären (geogenen) Lagerstätten werden Erzminerale von wertstoffarmen Mineralen getrennt. Letztere gelangen dann als feinkörniger Abraum auf Bergbauhalden. Durch die weiterhin weltweit ansteigende Rohstoffproduktion und den vermehrten Abbau wertstoffarmer Lagerstätten fallen entsprechend große Mengen an Abraum an. Ein großer Teil der entstehenden Halden verursacht jedoch langfristige Probleme. Sie können instabil werden und Haldendämme brechen, mit katastrophalen Folgen für die Umwelt. Doch selbst wenn die Halden stabil sind, können mit Schwermetallen beladene, saure Sickerwässer austreten und die Umwelt langfristig belasten.

Neben den offensichtlichen Gefahren schlummert in vielen Bergbauhalden auch ein großes Potenzial. In der Vergangenheit ließen Aufbereitungsprozesse es nicht zu, alle Wertminerale abzutrennen, mit modernen Technologien kann dies in vielen Fällen deutlich besser gelingen. Weiterhin können Halden auch Begleitrohstoffe wie Indium oder Lithium enthalten, die beim ursprünglichen Abbau noch gar nicht von wirtschaftlichem Interesse waren; solche Rohstoffe können im Haldenmaterial noch immer in hohen Konzentrationen auftreten.

Eine realistische Bewertung des Ressourcenpotenzials

Schon seit seiner Gründung untersucht das HIF das Thema „Rückgewinnung strategischer Metalle und Minerale aus sächsischen Bergbauhalden“ genauer. In einem der ersten Forschungsprojekte erstellten das noch junge Institut und seine Partner ab 2012 ein Haldenkataster mit Daten zu 20 Bergbauhalden im Freistaat Sachsen mit den höchsten Ressourcenpotenzialen. Der Grundstein zur Erforschung unterschiedlicher Technologien rund um das Thema Re-Mining war somit gelegt. Dazu gehören: der Einsatz von Drohnen, die in der Fernerkundung für die präzise und schnelle Vermessung der Oberflächengeometrie von Haldenkörpern genutzt

„*Durch die weiterhin weltweit ansteigende Rohstoffproduktion und den vermehrten Abbau wertstoffarmer Lagerstätten fallen entsprechend große Mengen an Abraum an.*“

Die Spülhalde I in Ehrenfriedersdorf ist ein Entwicklungsstandort des recomine-Netzwerks, auf dem in Zukunft Technologien unter realen Bedingungen zu marktfähigen Lösungen weiterentwickelt werden sollen.
©HZDR/HIF





Um Metalle zu gewinnen, greifen die Forscher*innen auf Mikroorganismen zurück. Damit Letztere wachsen und arbeiten können, müssen sie jedoch optimale Bedingungen vorfinden. Eine solche Wohlfühlzone bieten Bioreaktoren. Sie regeln die Sauerstoffzufuhr, die Temperatur oder den pH-Wert und gewährleisten so die Nährstoffversorgung der Mikroorganismen.
©HZDR/Frank Bierstedt

werden oder die moderne mineralogische Charakterisierung von Haldenmaterial mittels automatisierter Rasterelektronenmikroskopie. Durch die geschickte Kombination von mineralogischen und chemischen Daten mit Partikelinformationen wurde es möglich, das Verhalten des Haldenmaterials bei der Aufbereitung abzuschätzen. Auf diese Weise konnten räumliche Modelle erstellt werden, die nicht nur den Wertstoffinhalt, sondern das Rohstoffpotenzial der untersuchten Halden sichtbar machen. Dadurch können Aussagen darüber getroffen werden, wie viel eines in einem Haldenvolumen enthaltenen Rohstoffs tatsächlich gewonnen werden kann und welche Schadstoffe dabei anfallen.

Das erlangte Wissen bringen die Forscher*innen aktuell in verschiedenen internationalen Forschungsprojekten ein. Gemeinsam mit Partnerinstitutionen aus der Industrie arbeitet das HIF an der Weiterentwicklung von Technologien, die mineralogische und geochemische Daten von Haldenmaterialien

präzise mit Drohnen aus der Luft oder per Sonde direkt im Bohrloch erfassen können. Dabei spielt auch die Zusammenarbeit mit zwei erfolgreichen Ausgründungen des HIF eine wichtige Rolle. So bietet TheiaX drohnen- oder bohrkernbasierte Verfahren zur Charakterisierung von Halden an, während Erzlabor Advanced Solutions Verfahren zur Charakterisierung von feinkörnigen Haldenmaterialien liefert.

Forschung mit erfahrenen Partnern unter realen Bedingungen

Die Arbeit an regionalen Halden, wie der Tiefenbachhalde in Altenberg, half den HIF-Forscher*innen schon frühzeitig, die Rohstoffgewinnung mit Konzepten zur nachhaltigen Sanierung zu kombinieren. Aus diesem Grund hat das HIF verschiedene Themenschwerpunkte des Re-Mining strategisch ausgebaut. Heute leitet das Institut ein vom BMBF gefördertes regionales Netzwerk, das sich als eine Art Technologieplattform auf die Erforschung und Vermarktung ganzheitlicher Strategien für die Sanierung und Nutzung von Bergbauhalden spezialisiert hat: das recomine-Bündnis. Die Allianz aus über 60 regionalen Akteuren der Industrie, der Forschung und gesellschaftlicher Institutionen agiert an der Schnittstelle von Umwelt- und Ressourcentechnologie

„
Eine besondere Rolle spielt dabei vor allem die Biotechnologie – eine Disziplin, die als umweltfreundliche Technologiealternative immer öfter zum Einsatz kommt.
“

■ BHP TAILINGS CHALLENGE – PROOF-OF-CONCEPT-PHASE ERREICHT

Unter Leitung des HIF konnte sich ein Konsortium aus dem recomine-Bündnis erfolgreich bei der BHP Tailings Challenge behaupten. Bei dem Wettbewerb sucht BHP, einer der größten Bergbaukonzerne der Welt, nach nachhaltigen Lösungen zur Verringerung der Haldenmaterialien einer Kupfermine in Südamerika. Das recomine-Team konnte von weltweit 153 Teams in der Bewerbungsphase

unter die Top 10 gelangen. Mit dem vorgeschlagenen modularen Konzept bestreiten die Wissenschaftler*innen mit Kolleg*innen aus der Industrie nun die Proof-of-Concept-Phase. Sollte diese erfolgreich abgeschlossen werden, könnte die entwickelte Technologie an mehreren Standorten von BHP eingesetzt werden.

sowie Industrie 4.0. Innovative Lösungsansätze werden an aktuell vier regionalen Entwicklungsstandorten unter realen Bedingungen erarbeitet, um anschließend zu Dienstleistungen und Konzepten für den globalen Bergbausektor weiterentwickelt zu werden. Das HIF setzt sich außerdem für wissenschaftliche Kooperationen und Technologietransfer im Dreiländereck Deutschland, Polen und Tschechien ein.

Neue Technologiefelder für die Aufbereitung von Halden

Das HIF treibt gezielt Weiterentwicklungen in verschiedenen Technologiefeldern zur Aufbereitung von Haldenmaterialien voran. Eine besondere Rolle spielt dabei vor allem die Biotechnologie – eine Disziplin, die als umweltfreundliche Technologiealternative immer öfter zum Einsatz kommt. Sie ist klassischen Verfahren in mehreren Punkten überlegen: Einerseits verzichtet sie weitgehend auf schädliche Chemikalien, andererseits bietet sie die Möglichkeit, Metalle gezielter zu binden. Vor allem aber gelingt es, das Potenzial von Rohstoffquellen mit geringen Metallgehalten auszuschöpfen, bei denen konventionelle Aufbereitungsverfahren an ihre Grenzen stoßen.

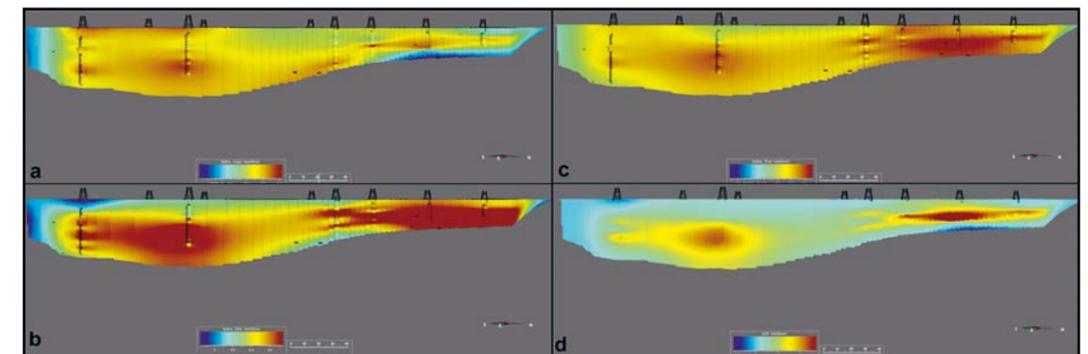
Für die Rohstoffgewinnung aus Bergbauhalden eignet sich besonders die sogenannte Biolaugung. Dabei mobilisieren Mikroorganismen Metalle aus Erzmineralien durch ihre Stoffwechselprozesse oder -produkte. Industriell werden diese Verfahren im Moment vor allem zur Gewinnung von Kupfer eingesetzt. Die Anwendung auf komplex zusammengesetzte und rohstoffarme Quellen wie den Halden ist dagegen neu. Hier betreibt das HIF sowohl Grundlagenforschung als auch die Entwicklung von innovativen Biolaugungsverfahren. Gemeinsam mit regionalen und internationalen Partnern konzipierte das Institut in den vergangenen Jahren eine teilmobile Biolaugungsanlage im Pilotmaßstab. Drei funktionelle Module, die sich in Überseecontainern befinden, mobilisieren und trennen Schadstoffe und Wertstoffe aus dem Haldenmaterial. Mithilfe von recomine soll diese Anlage nun erstmals an einem Entwicklungsstandort aufgestellt, getestet und letztendlich zu einem marktfähigen Produkt weiterentwickelt werden.

In weiterführenden Projekten sollen nicht nur Metalle wie Kupfer aus dem Haldenmaterial gewonnen, sondern auch die verbleibenden mineralischen Reststoffe der Haldenbestandteile beispielsweise für die Herstellung von Zement nutzbar gemacht werden. Auf diese Weise könnten historische Bergbauhalden möglicherweise ganzheitlich verwertet und die betroffene Landschaft vollständig rekultiviert werden.

QR-Code zur Website des recomine-Bündnisses:



Kombiniert man die (a) Konzentration des Zinnminerals Kassiterit, die (b) Liberierung (Freilegung) der Kassiteritpartikel und die (c) allgemeine Korngrößenverteilung, ergibt sich durch Wichtung und Kombination der Materialparameter ein (d) Ressourcenpotenzialmodell der Tiefenbachhalde in Altenberg. Rot bedeutet, das Material lässt sich sehr gut aufbereiten und mehr als 50% des enthaltenen Kassiterits durch einen Flotationsprozess abtrennen. ©HZDR/HIF



Erstes eigenes Labor

■ INSTITUTSWACHSTUM

Ab 2012 füllt sich das Gebäude in der Halsbrücker Straße mit Büromöbeln, neuen Mitarbeiter*innen und dem ersten eigenen Labor für Rohstoffanalytik.
©HZDR/Detlev Müller



■ HOCHSENSITIV

Für die zerstörungsfreie Analyse der chemischen Zusammensetzung kleiner Mengen fester Materialien nutzt das HIF eine sogenannte Elektronenstrahl-Mikrosonde.
©HZDR/Detlev Müller

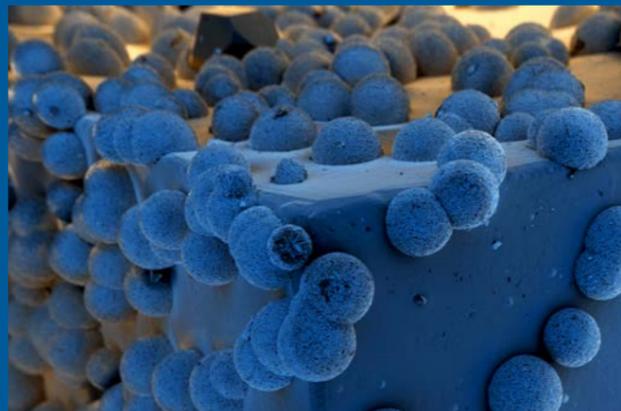
■ AUTOMATISIERTE MINERALOGIE

Mit dem ersten Rasterelektronenmikroskop (REM) können Gesteinsproben bis zu 1.000.000-fach vergrößert werden. Die spezielle Software MLA-Suite erfasst die mineralogische Zusammensetzung und die Mikrostruktur schnell und automatisch.
©HZDR/Detlev Müller



■ MIKROKOSMOS MINERALE

Rundliche Aggregate eines Kupferarsenats auf einem Fluoritwürfel. Die REM-Abbildung zeigt: Will man Erze effizient aufbereiten, muss man ihre Struktur genau kennen. Das Wissen zu analytischen Methoden nutzt das HIF und wird zum Vorreiter im Bereich Geometallurgie. ©HZDR/HIF

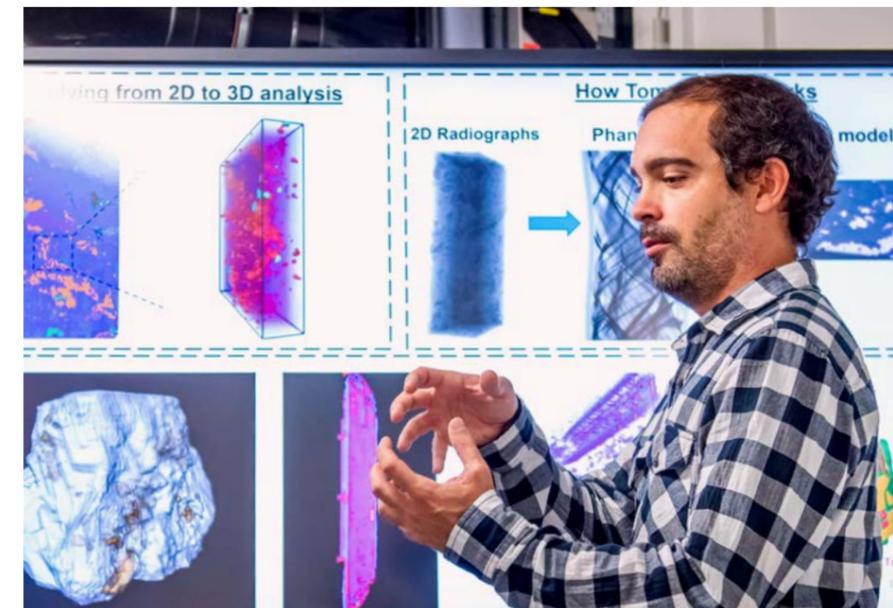


Warum Ingenieurwissenschaftler*innen und Geowissenschaftler*innen miteinander reden sollten

Wie kann man die Rohstoff- und Energieeffizienz bei Gewinnung und Verarbeitung mineralischer Rohstoffe deutlich steigern, gleichzeitig Auswirkungen auf die Umwelt reduzieren und das technische Risiko eines kapitalintensiven Projekts in der Rohstoffindustrie minimieren? Oder anders gefragt: Wie kann man die globale Rohstoffindustrie – als Teil der Kreislaufwirtschaft – nachhaltiger und effizienter gestalten? Diesen essenziellen Fragen gehen HIF-Wissenschaftler*innen aus den Geowissenschaften, der Verfahrenstechnik, aber auch der Mathematik gemeinsam nach, wenn sie von dem Forschungsgebiet der Geometallurgie sprechen. Grundlage

dieser Forschung ist das genaue Verständnis der Zusammensetzung und Mikrostruktur der verwendeten Rohstoffe sowie von deren Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz, den energetischen Aufwand und somit die Wirkungsweise der eingesetzten Aufbereitungstechnologien und metallurgischen Prozessrouten. Damit führt das HIF in der Geometallurgie relevante Kenntnisse über Rohstoffe und assoziierte Technologien disziplinübergreifend zusammen. Die Forschenden können dadurch genaue Vorhersagen zur wirtschaftlichen Gewinnung von Metallen aus komplexen Rohstoffquellen, aber auch zur Effizienz innovativer Technologien treffen.

Damit führt das HIF in der Geometallurgie relevante Kenntnisse über Rohstoffe und assoziierte Technologien disziplinübergreifend zusammen.



Die Welt ist 3-D. Die Daten der Rohstoffcharakterisierung sind es bisher nicht. Die Möglichkeit, 3-D anstelle der üblichen 2-D-Daten zu nutzen, wäre ein großer Durchbruch für eine effiziente Rohstoffgewinnung. Daran arbeitet das HIF. ©HZDR/Detlev Müller

QR-Code zum 2D3DScopy-Projektvideo:

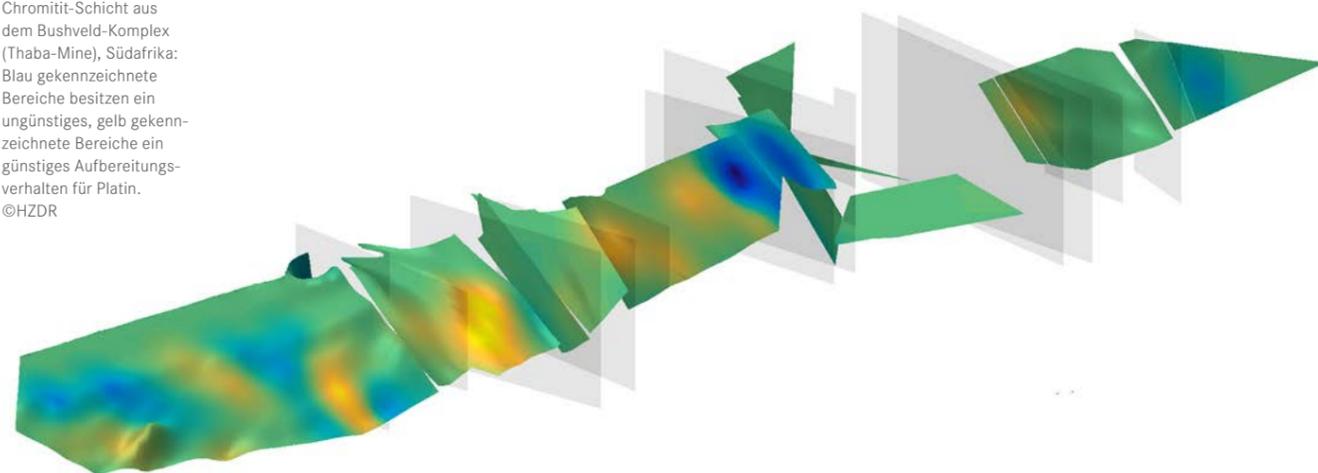


Führend in der Rohstoffcharakterisierung

Die sogenannte Aufbereitbarkeit eines Rohstoffs wird entscheidend von seiner mineralogischen Zusammensetzung und dem Mikrogefüge bestimmt. So sind beispielsweise grobkörnige Erze, die aus nur wenigen einfach zusammengesetzten Mineralen bestehen, in der Regel leicht zu verarbeiten. Erze mit einer komplexen Struktur – also vielen unterschiedlichen Mineralen, die sehr fein verteilt im Gestein vorliegen – stellen dagegen eine große Herausforderung für die Aufbereitung dar.

In nur 10 Jahren hat das HIF eine beeindruckende Palette an Methoden und Expertise für die Rohstoffcharakterisierung aufgebaut. Rasterelektronenmikroskopie und Röntgencomputertomografie sowie die Mikro-Röntgenfluoreszenzspektroskopie erfassen die mineralogische Zusammensetzung und Mikrostruktur in 2-D und 3-D. Die Elektronenstrahlmikrosonde oder laserinduzierte Massenspektrometrie bestimmen die chemische Zusammensetzung einzelner Minerale. Ein besonderer Fokus liegt auf der Weiterentwicklung der Rohstoffcharakterisierung, um auch kleinste Gehalte wichtiger Hightechmetalle wie Gallium, Germanium oder Indium zu detektieren. Das Projekt 2D3DScopy (gefördert durch das EIT Raw Materials) entwickelt beispielsweise den Prototypen eines analytischen Sensors für die Röntgencomputertomografie, der eine dreidimensionale chemische Charakterisierung verschiedenster Materialien erlaubt. Derzeit ist dies eines von zwei Geräten seiner Art weltweit.

3-D-Modell einer Chromitit-Schicht aus dem Bushveld-Komplex (Thaba-Mine), Südafrika: Blau gekennzeichnete Bereiche besitzen ein ungünstiges, gelb gekennzeichnete Bereiche ein günstiges Aufbereitungsverhalten für Platin.
©HZDR

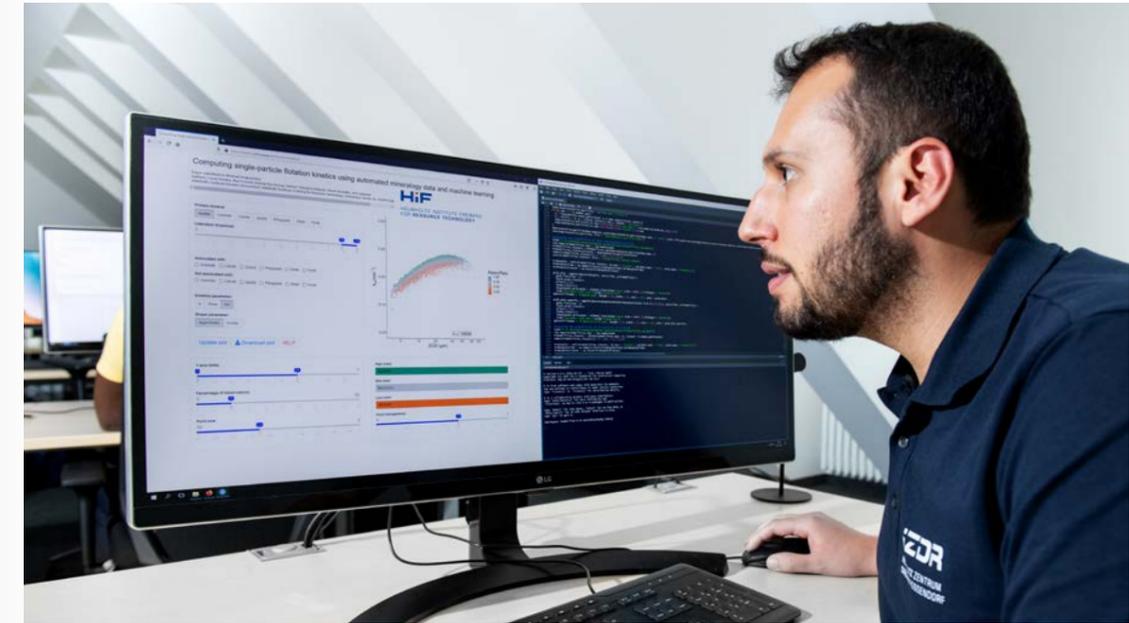


Der Blick aufs Ganze

Eine Lagerstätte wird nur punktuell beprobt. Die Beprobung basiert zumeist auf verfügbaren Bohrkernen, die für die Erkundung eines Rohstoffkörpers notwendig sind. Um zu visualisieren, wie und mit welchen Eigenschaften die Erze insgesamt in der Lagerstätte verteilt sind, werden spezielle Methoden aus den Bereichen Statistik und maschinelles Lernen eingesetzt. Sie kombinieren die Resultate der detaillierten, aber doch nur punktuellen Rohstoffanalyse mit weiteren Informationen, um ein dichtes Datennetz von einfach zu messenden Erzeigenschaften zu ermitteln. Solche Informationen sind unter anderem hyperspektrale Bilddaten und chemische Analysen für die verfügbaren Bohrkern sowie auch Trainingsdatensätze. So entsteht ein geometallurgisches Blockmodell, das alle aufbereitungsrelevanten Parameter für die Erzblöcke – auch Abbauein-

heiten genannt – aufschlüsselt und präzisiert. Dadurch wird ermittelt, welche Erze für eine wirtschaftliche Aufbereitung infrage kommen. Wie der geometallurgische Ansatz funktioniert, zeigt beispielsweise das AMREP-Projekt (finanziert im CLIENT Programm des BMBF). Hier haben das HIF und seine Partner die Thaba-Mine in Südafrika untersucht und die potenzielle Aufbereitbarkeit von platinhaltigen Erzen in einem bisher einzigartigen 3-D-Modell visualisiert.

„
In nur 10 Jahren hat das HIF eine beeindruckende Palette an Methoden und Expertise für die Rohstoffcharakterisierung aufgebaut.
“



Um Aufbereitungsprozesse ganz gezielt energie- und rohstoffeffizient zu gestalten, entwickelt das HIF partikelbasierte Vorhersagemodelle.
©HZDR/Detlev Müller

Digitale Rohstoffverarbeitung

Zerkleinerungs- und Trennprozesse sind energieintensiv; einige erfordern zudem einen hohen Einsatz an Prozesschemikalien. Deshalb werden die Daten aus dem geometallurgischen Lagerstättenmodell auch dafür benutzt, um das Verhalten der Erze in einem Aufbereitungsprozess zu simulieren und zu optimieren. In einem Prozessmodell werden aber nicht nur Betriebsparameter wie Energieverbrauch und Chemikalieneinsatz berechnet, sondern auch, wie viele der metallhaltigen Minerale tatsächlich aus dem Erz gewonnen werden können. Dabei haben sich die Forscher*innen des HIF gemeinsam mit Partnern besonders auf die Entwicklung partikelbasierter Vorhersagemodelle fokussiert, sowohl für die Zerkleinerung als auch für Trennprozesse wie Magnetscheidung oder Flotation. Hierbei werden unterschiedliche

Partikel aus Rohstoffanalyse-Datensätzen identifiziert und durch den Aufbereitungsprozess verfolgt. Ziel ist es, nicht nur das Partikelverhalten in einer einzigen Aufbereitungsmaschine, sondern in einer ganzen Kette von Trennprozessen zu simulieren – also den Grundstein für eine effizientere, dem Erzblock genau angepasste Aufbereitung zu legen.

Sind Lagerstätten- und Prozessmodelle entwickelt, werden mithilfe von Entscheidungstheorien und -techniken aus der Mathematik verschiedene Szenarien errechnet, die das ingenieurgeologische, ökonomische, ökologische oder kombinierte Optimum aufzeigen. Das insgesamt beste Szenario wird nun beständig mit Daten aus Aufbereitungsexperimenten gefüttert und verbessert, um mathematische Unsicherheiten der Modelle kontinuierlich zu verringern.

DER DURCHBRUCH IN DER RESSOURCENEFFIZIENZ

Oft wird in der Wissenschaft eine Innovation erst dann vorangetrieben, wenn sie visuell verständlich ist. Deshalb hat das HIF, nach der Entwicklung modernster partikelbasierter Trennmodelle, eine aktive Plattform aufgesetzt, die das Verständnis darüber erleichtert, wie sich Millionen von Partikeln in Abhängigkeit von ihren jeweiligen physikalischen Eigenschaften im Prozess verhalten.

Der Vorteil dieser Plattform: Sie ermöglicht den Nutzer*innen aus verschiedenen Bereichen der Rohstoff-

Wertschöpfungskette, die für sie wichtigen Informationen zu extrahieren.

QR-Code zur Shiny-Applikation:



Das HIF wächst

19. NOVEMBER 2013

Ein symbolischer Akt im Beisein zahlreicher Vertreter*innen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung markiert den Beginn der Innensanierung am künftigen Institutsstandort.
©HZDR/Detlev Müller



EINZUG IN HISTORISCHE MAUERN

Das nur wenige Jahre alte Institut soll bald seinen endgültigen Standort erhalten. Passend: Das Gebäude befindet sich auf dem Campus des ehemaligen Forschungsinstituts für Aufbereitung (Akademie der Wissenschaften der DDR, Chemnitz Straße 40). ©UVR-FIA

DAS TEAM

Von 0 auf 50: Etwa so viele Mitarbeiter*innen umfasst das Institut nach knapp 2 Jahren. Spitzenwissenschaftler*innen aus der ganzen Welt zieht es nach Freiberg, um Rohstoffforschung zu betreiben. @HZDR/HIF



NETZWERKARBEIT

Noch jung, aber bereits erfolgreich: Unter Federführung des HIF und mit Unterstützung des HZDR entsteht das größte Rohstoffnetzwerks Europas – das EIT RawMaterials; kurze Zeit später wird komplementär das deutsche Rohstoffnetzwerk GERRI unter Koordination des HIF gegründet.



HOCH HINAUS

Auch die Forschung nimmt Fahrt auf: Mit der TU Bergakademie Freiberg und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe startet das Institut die erste Explorationskampagne im Erzgebirge seit Einstellung des heimischen Bergbaus – der Start einer erfolgreichen Entwicklung nachhaltiger und moderner Erkundungsmethoden am HIF. ©HZDR/Detlev Müller



Spektrum der Erkundung

Wenn das HIF-Erkundungsteam das Gelände betritt, dann erinnert nicht viel an das Klischee des Geolog*innenberufs. Man stelle sich vor: eine Gruppe von Frauen und Männern unterschiedlichster Herkunft mit reflektierender Schutzkleidung, Tablets und Walkie-Talkies. Hightech-Spezialist*innen, die Drohnen mit Sensoren fliegen lassen und automatisierte Kameras steuern. Sicherlich keine typischen Geolog*innen – doch mit ihren technologischen Innovationen revolutionieren diese Forschenden des HIF die Rohstofferkundung.



Seit der Gründung verfolgt das Institut unter anderem die Mission neue Rohstofflagerstätten in Deutschland, Europa und weltweit zu erkunden. Wie aber sollte es einer kleinen Gruppe sächsischer Forschender gelingen, ein Fachgebiet zu revolutionieren, in dem zahlreiche Industrien und Hochschulen schon lange tätig sind? Das Kernteam beschloss, sich auf zentrale Herausforderungen zu konzentrieren, die sich sowohl auf die Effizienz der Rohstofferkundung als auch – noch wichtiger – auf unsere Zivilgesellschaft auswirken würden. So ist doch der schlechte Ruf der Bergbauindustrie in ökologischer und gesellschaftlicher Hinsicht ein deutliches Zeichen für den Bedarf an Technologien, welche nur geringe Auswirkungen auf Natur und Gesellschaft haben. Am HIF entstand so die Idee für die Entwicklung einer All-in-one-Lösung: nichtinvasive und gleichzeitig hocheffiziente Erkundungstechnologien, die die Akzeptanz der Rohstofferkundung erhöhen und die Umweltauswirkungen reduzieren.

Wie funktioniert das? Die Idee ist, Lagerstätten mit bildgebenden Technologien zu kartieren. So erkennen die Wissenschaftler*innen die Erze nicht direkt, sondern identifizieren ihren charakteristischen Einfluss auf verschiedene Parameter, welche berührungslos aus der Ferne erfasst werden können. Natürlich sollen diese Technologien Geolog*innen nicht ersetzen. Aber mit ihrer Hilfe können die Spezialist*innen vor Ort ihre Arbeitsabläufe optimieren und ihren ökologischen Fußabdruck minimieren.

Vor diesem Hintergrund begann das HIF mit der Entwicklung einer technologischen Strategie. Einer ihrer wichtigsten Eckpfeiler ist die hyperspektrale Bildgebung. Wie Wassertröpfchen das Licht in alle sichtbaren Farben, den Regenbogen, aufspalten, messen die Sensoren einfallendes Licht mit einer sehr hohen spektralen Auflösung. Und weil jedes Material unterschiedlich mit dem Licht interagiert, kann man das reflektierte Signal wie einen Fingerabdruck nutzen – in diesem Fall, um bestimmte Minerale zu identifizieren. Bisher wurden hyperspektrale Sensoren in Flugzeugen und Satelliten verwendet, das HIF setzt sie nun jedoch auf Drohnen und im Feld ein und kombiniert die erfassten Daten in einer integrierten 3-D-Umgebung. Die Technik hat jedoch einen Nachteil: Sie betrachtet nur die Oberfläche. Um diesen Mangel zu beheben, wird am HIF hyperspektrale Bildgebung mit geophysikalischen Methoden kombiniert, mit denen der Untergrund erkundet werden kann. Nach den gleichen Prinzipien der Nichtinvasivität misst das Team Anomalien in geophysikalischen Signalen wie dem Erdmagnetfeld, um auf das Vorhandensein potenzieller Vererzungen zu schließen. Ultimatives Ziel ist es, für die Rohstofferkundung interessante Ziele in der Erdkruste zu lokalisieren. Dort können Geolog*innen dann durch gezielte Bohrungen genau die Proben entnehmen, die sie brauchen.

Um die relevanten Informationen unmittelbarer und besser zur Verfügung stellen zu können, entwickelt das HIF maschinelle Lernverfahren, mit denen Daten schnell und einfach ausgewertet und visualisiert werden können. Nur so gelingt

Ein ausgebildeter Pilot steuert die Drohne über das zu untersuchende Gelände, sodass optimale Messungen des Untergrundes durchgeführt werden können. ©HZDR/HIF

Die Forscher*innen können direkt im Gelände die aufgenommenen Bilder der Hyperspektralkameras betrachten und auswerten.
©HZDR/HIF



es dem Team vor Ort, im oft unwirtlichen Gelände, ihre Aktivitäten zu optimieren. So gehören mittlerweile Spezialist*innen für künstliche Intelligenz, Augmented Reality (erweiterte, computergestützte Realität) und Automatisierung zum Team. Idealerweise können die Nutzenden dadurch eine dreidimensionale Darstellung der Oberfläche und des Untergrunds in Echtzeit nachbilden. Diese „digitalen Zwillinge“ der Erdkruste projizieren den Bergbausektor direkt in das digitale Zeitalter auf dem Weg zur Industrie 4.0.

Die Mitarbeiter*innen des HIF testen ihre Technologien in vielen Regionen der Welt und besuchen vor allem Gebiete, in denen die für die Energiewende und das Erreichen der Ziele des Pariser Klimaabkommens notwendigen Rohstoffe zu finden sind. Lithium, Seltene Erden, Kupfer und Nickel sind nur einige dieser sogenannten Hochtechnologierohstoffe, die mit der entwickelten Technologie inzwischen in den unterschiedlichsten klimatischen und geografischen Umgebungen identifiziert werden können.

■ KANN ES EINEN NACHHALTIGEN BERGBAU GEBEN?

Der Abbau von mineralischen Rohstoffen ist für den Ausbau umweltfreundlicher Technologien wie Solarpaneele, Windkraftanlagen und Elektroautos von entscheidender Bedeutung. Edelmetalle treiben unsere Handys und Laptops an. Wie passt das zur nachhaltigen, grünen Zukunft? Stehen die benötigten Mengen natürlicher mineralischer Rohstoffe überhaupt zur Verfügung? Ein internationales Expertengremium hat dazu diskutiert. Die Veranstaltung „Can mining make the world a greener place?“ wurde vom Natural History Museum und dem EU-finanzierten INFACT-Projekt veranstaltet. Der BBC-Wissenschaftsmoderator Professor Iain

Stewart moderierte eine Debatte über den Bergbau und seine Rolle in der Gesellschaft.

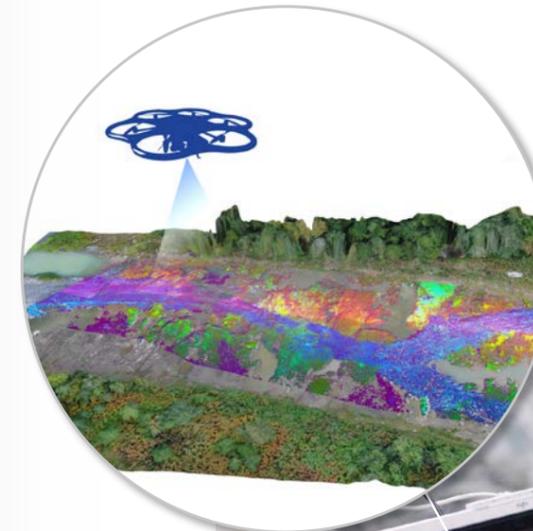
Unter folgendem Link ist die Aufzeichnung der englischsprachigen Veranstaltung abrufbar:



Das HIF konnte durch die Leitung des großen europäischen Projektes INFACT (Teil des Horizon 2020 Programms) die Relevanz dieses Ansatzes demonstrieren. Zusammen mit 16 europäischen Partnern aus Industrie, Forschung und Nichtregierungsorganisationen (NGOs) wurden Referenzstandorte entwickelt, an denen Erkundungstechnologien hinsichtlich sowohl ihrer technischen Effizienz als auch der gesellschaftlichen Akzeptanz bewertet werden können. In diesem Forschungsprojekt konnte das HIF NGOs, politische Entscheidungsträger*innen und Industriepartner zusammenbringen, um über die Zukunft der Rohstofferkundung in Europa zu diskutieren. Denn nur, wenn alle an der Entscheidungsfindung beteiligt sind, können nachhaltige Lösungen gefunden werden. Dass der Bedarf an diesen Technologien vorhanden ist, zeigt die große industrielle Nachfrage. Um

dieser gerecht zu werden, gründeten Mitarbeiter*innen und Absolvent*innen des HIF das Start-up TheiaX.

Was kommt als Nächstes? Das HIF konnte Teile seines Know-hows bereits transferieren. Es ist nun möglich, die zeitliche Entwicklung eines Bergwerks, seiner Halden und der verbundenen Umweltauswirkungen zu überwachen. Die verwendeten Techniken helfen so, den Bergbau zu verbessern und nützliche Informationen für geometallurgische Vorhersagen bereitzustellen. Die Automatisierung eines Bergwerks erfordert intelligente Sensoren, wie sie das HIF entwickelt. Das Bergwerk der Zukunft wird so weniger gravierende Auswirkungen auf die Umwelt haben und sicherer sein. Das HIF trägt zu diesen Verbesserungen maßgeblich bei.



Noch im Gelände können mittels der gesammelten Daten der Hyperspektralkameras Modelle des untersuchten Geländes erstellt werden. Die verschiedenen Farben geben Auskunft über unterschiedliche Mineralgehalte.
©HZDR/HIF

Der Umzug

17. JUNI 2016

Endlich fertig – Sachsens Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst, Dr. Eva-Maria Stange (Mitte), und viele Weitere weihen den modernen Forschungsstandort ein. ©HZDR/Detlev Müller



CHEMNITZER STRASSE 40

Auf einer Fläche von knapp 3.000 Quadratmetern haben die HIF-Wissenschaftler*innen nun exzellente Voraussetzungen, um auf höchstem Niveau zu forschen.

©HZDR/Frank Schinski

GEBURTSTAGSFEIER

Kaum eingezogen, feiern die jetzt schon 100 Mitarbeiter*innen den 5. Geburtstag des Instituts.

@HZDR/HIF



PILOTPROJEKT

Mit den Möglichkeiten am neuen Standort möchte das HIF vor allem die Forschung zur Aufbereitung heimischer Erze vorantreiben. Dies ist der Auftakt zum bisher aufwendigsten Forschungsprojekt auf diesem Gebiet: AFK.

©Knitterfisch (Links, Mitte), Detlev Müller (Rechts)

Aufbereitung komplexer Erze

Komplex zusammengesetzte Rohstoffe benötigen ganzheitliche Lösungen

Ganz ohne den Bergbau geht es nicht. Gerade die Energiewende lässt die Nachfrage nach Kupfer und Co. in die Höhe schnellen, die trotz intensiver Bemühungen nicht allein durch das Recycling gedeckt werden kann. Doch der Bergbau steht vor großen Herausforderungen. Waren die Erzkörper etwa zu Beginn des letzten Jahrhunderts oft noch so grobkörnig und reichhaltig, dass man die Wertminerale händisch anreichern konnte, bestehen sie heute aus einer Vielzahl unterschiedlichster Minerale, die im Mikrometermaßstab fein miteinander verwachsen sind – und deswegen nicht mehr so einfach aufzubereiten sind. Solche Erze – hier Komplexerze genannt – könnten für die Renaissance des heimischen Bergbaus in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Denn das Erzgebirge verfügt immer noch über gut zugängliche Komplexerz-Lagerstätten, die einen wichtigen Beitrag für eine sichere Versorgung vor allem mit Zinn und Indium leisten könnten.

Die Metallgewinnung aus Komplexerzen ist deshalb so schwierig, weil die Wertminerale nur durch starke Zerkleinerung von wertlosen Mineralen – sogenannten Gangarten – getrennt werden können. Dabei gilt: Je feiner die Minerale verteilt sind, umso feiner muss das Erz aufgemahlen werden. Auf der Mikrometerebene angekommen, dominieren noch unzureichend verstandene physikalische Kräfte zwischen den einzelnen Mineralpartikeln, die herkömmliche Trennverfahren oft in ihre Schranken weisen. Die mineralogische Vielfalt in komplexen Erzen führt außerdem dazu, dass nicht nur eine, sondern eine ganze Palette an Partikeleigenschaften wie Dichte, Magnetisierbarkeit oder auch Form und Oberflächeneigenschaften den Trennprozess steuern.

Experimente im ganz großen Stil

Um das Potenzial von Komplexerzen auszuschöpfen, gleichzeitig aber den ökologischen Fußabdruck des Bergbaus zu verringern, verfolgt das HIF gleich mehrere technologische Ansätze. Diese bekamen insbesondere durch das Projekt „Aufbereitung feinkörniger Komplexerze“ (AFK) ihren ersten großen Schub. So flossen Ergebnisse der modernen Rohstoffcharakterisierung in mathematische Modelle ein, die es erlauben, eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahrensabläufe zu simulieren und die optimale Kombination von Trennschritten zu bestimmen. Wesentlich dabei ist, dass die einzelnen Prozesse nicht isoliert voneinander, sondern immer als gesamte Prozesskette betrachtet wurden. Dies ist deshalb wegweisend, weil die traditionelle Aufbereitung ihre Prozesse bisher wesentlich auf Erfahrungen und zeitraubende Experimente gestützt hat.

Gemeinsam mit Forscher*innen aus ganz Europa gelang es dem AFK-Team auf diese Weise, eine rund 140 Tonnen schwere Erzprobe eines sogenannten Skarns, reich an Zinn, Zink und Indium, aus dem Schwarzenberg-Distrikt im Pilot-

Über 100 Tonnen Komplexerz aus der Lagerstätte Tellerhäuser im Erzgebirge werden in einem Pilotprojekt mittels moderner Analysemethoden und Computermodelle aufbereitet. ©HZDR/Detlev Müller





Um die Trennprozesse auf der Mikroebene zu verstehen, experimentieren HIF-Forscher*innen mit Flotationszellen sowohl im Labor- als auch im Pilotmaßstab.
©HZDR/Frank Schinski

maßstab energie- und rohstoffeffizient aufzubereiten. Die Lagerstätten im Westerzgebirge sind für die Erforschung neuer Aufbereitungsstrategien besonders vorteilhaft. Sie sind gut erkundet und besitzen signifikante Gehalte an wirtschaftsstrategischen Metallen. Ein Großteil der experimentellen Arbeiten fand im Technikum der UVR-FIA GmbH statt, das ebenfalls am HIF-Standort angesiedelt ist.

Neben der Wahl der optimalen Aufbereitungsprozesskette wird am HIF auch das Potenzial einer effizienten Vorsortierung erforscht. Der Einsatz künstlicher Intelligenz ermöglicht dabei die gezielte Auswahl geeigneter Sensoren und deren Einstellung zur optimalen Nutzung von Sortieranlagen, um Abraum und Erz schon vor der Mahlung effizient zu trennen. Somit wird der energieintensiven Aufbereitung weniger Material zugeführt und es entsteht weniger Haldenmaterial.

Auch auf die Mikroebene kommt es an

Ein bewährtes Verfahren, um Minerale aus feingemahlenerm Erz zu gewinnen, ist die Flotation. Sie nutzt Oberflächeneigenschaften von Partikeln, um unterschiedliche Minerale voneinander zu trennen. Das Prinzip ist einfach: Leitet man Gasblasen in ein Gemisch aus Flüssigkeit und Erzpartikeln, dann haften Blasen an solchen Mineralkörnern, die eine wasserabweisende Oberfläche besitzen. Diese steigen durch die angehängten Luftblasen nach oben und bilden eine Schaumschicht, die abgeschöpft werden kann. So können Minerale mit unterschiedlichen Oberflächeneigenschaften effizient voneinander getrennt werden.

Die derzeit übliche Flotationstechnologie ist bisher in ihren technischen Möglichkeiten begrenzt. Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 20 Mikrometer können nicht effizient getrennt werden. Deshalb spezialisieren sich HIF-Forscher*innen – gemeinsam mit dem Institut für Fluidodynamik am HZDR und vielen internationalen Partnern – auf die Weiterentwicklung des Verfahrens von der Grundlagenforschung bis zum Pilotmaßstab. In aktuellen Projekten wie FineFuture (einem vom HZDR koordinierten Forschungsprojekt im Horizont 2020 Programm der EU) werden dafür verschiedene Fragestellungen untersucht: Wie verhalten sich einzelne

Erzpartikel während der Flotation? Wie verändern sich deren Oberflächen durch den Einsatz von Chemikalien? Welche Wechselwirkungen treten an den Grenzflächen zu anderen Teilchen auf? Die Antworten gestatten Rückschlüsse darauf, unter welchen Bedingungen sich Wertminerale aus Erzgestein am besten in Form eines Mineralkonzentrats abtrennen lassen. Das Spektrum der Resultate reicht vom Erkenntnisgewinn und der Optimierung von Prozesschemikalien über die erfolgreiche Simulation turbulenter Prozesse in der Flotationszelle bis hin zu Flotationsversuchen im Pilotmaßstab.

Innovation von der Natur inspiriert

Weil sie die Eigenschaften von Partikeloberflächen modifizieren und damit unterschiedliche Partikel voneinander trennen können, werden auch Mikroorganismen oder Biomoleküle in der Flotation eingesetzt. Dieses Verfahren, mit dem das HIF in den vergangenen Jahren einen ganz neuen Forschungsweg eingeschlagen hat, wird als Bioflotation bezeichnet. Dafür nutzt man die Fähigkeit der kleinen biologischen Helfer, sich an Oberflächen anzuheften und mit ihnen zu interagieren. Hier erforscht das Institut den Einsatz von mikrobiellen Metaboliten, also Substanzen, die als Produkte des Stoffwechsels der Mikroorganismen entstehen, und Naturstoffen als Flotationsreagenzien. Diese werden biotechnologisch hergestellt, charakterisiert und gemeinsam mit den Spezialist*innen der Flotation getestet. Vorteil der Methode ist, dass sie nicht nur den Einsatz chemischer Reagenzien vermindern, sondern auch zurückgewonnen und

wiedereingesetzt werden können. In den nächsten Jahren wird das HIF diese Methode nicht nur für die Aufbereitung von Erzen, sondern auch verstärkt für das Recycling komplex zusammengesetzter End-of-life-Produkte einsetzen.

■ DAS PROJEKT „AFK“ AUFBEREITUNG FEINKÖRNIGER HEIMISCHER KOMPLEXERZE

Von Mai 2015 bis Dezember 2018 wurde das Projekt „AFK“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung mit fast zwei Millionen Euro unterstützt. Es ist Teil des Förderschwerpunktes „r4 – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz-Forschung zur Bereitstellung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe“ im Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA).

QR-Link zum
AFK Projektvideo:



Die Biotechnologie eröffnet ganz neue Möglichkeiten – so auch für die Weiterentwicklung klassischer Trennverfahren. ©HZDR

Das HIF expandiert

METALLURGIE-TECHNIKUM

Der Freistaat Sachsen finanziert den Neubau mit insgesamt 10,2 Millionen Euro. Unterschiedliche metallurgische Prozesse sollen praxisnah miteinander kombiniert und vernetzt werden.

©Baubüro Freiberg



17. OKTOBER 2018

Mit dem ersten Spatenstich feiert das HIF den Baustart seines neuen Technikums. Damit baut das Institut seine Forschungsinfrastruktur insbesondere zum Recycling strategischer Stoffe aus.

©HZDR/Detlev Müller

KELLERAUSBAU

Auch im Hauptgebäude wird fleißig weitergebaut und der Kellertrakt vollständig ausgebaut. Es entstehen zusätzliche Räumlichkeiten, unter anderem ein Labor für den Bohrkernscanner und eine Förderband-Versuchsanlage für die Echtzeit-Charakterisierung von Rohstoffen.

©HZDR/Detlev Müller



ERSTE FORSCHUNGSANLAGE

Ein Vakuuminduktionsofen, der metallische Schrotte und Legierungen induktiv aufschmilzt, ist die erste Forschungsanlage im neu errichteten Technikum.

©HZDR/HIF



MODELLIERUNG

Mit den Themen Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft spezialisiert sich das HIF zunehmend auf die Erforschung des gesamten Rohstoffkreislaufs. Mit der Simulation und Optimierung solcher Kreisläufe setzt das HIF neue Impulse bei der systemischen Bewertung. ©HZDR/Detlev Müller

FORTSCHRITTE

Nach dem ersten Spatenstich geht es zügig voran. Nach etwas mehr als einem Jahr spiegelt sich bereits der blaue Himmel in der neuen, etwa 400 Quadratmeter großen Glasfassade der Halle. ©HZDR/HIF



Innovationsplattform für die Kreislaufwirtschaft der Zukunft

Der Aufbau einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft ist integraler Bestandteil des Europäischen „Green Deal“. Darin wird die Versorgung mit mineralischen und metallischen Rohstoffen als strategisches Element der wirtschaftlichen Entwicklung der EU anerkannt. Diese aktuellen politischen Entwicklungen und die globale geopolitische Situation mit sich stetig verstärkendem Rohstoffverbrauch und -konflikten, dem Klimawandel und der Energiewende verdeutlichen die große gesellschaftliche Relevanz der Forschung am HIF, die in den nächsten zehn Jahren weiter an Bedeutung gewinnen wird.

Der Aufbau einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft liefert eine mögliche Antwort auf eine der drängendsten Fragen unserer modernen Gesellschaft: Wie kann es gelingen, nachhaltig mit unserer natürlichen Ressourcenbasis umzugehen? Ressourceneinsatz, Emissionen und Energieverbrauch werden minimiert, indem Rohstoffkreisläufe intelligent und nachhaltig geschlossen werden. Dieses eigentlich so einfach klingende Prinzip der Kreislaufwirtschaft (häufig auch Circular Economy genannt), ist hochkomplex und erfordert unter anderem innovative Technologien.

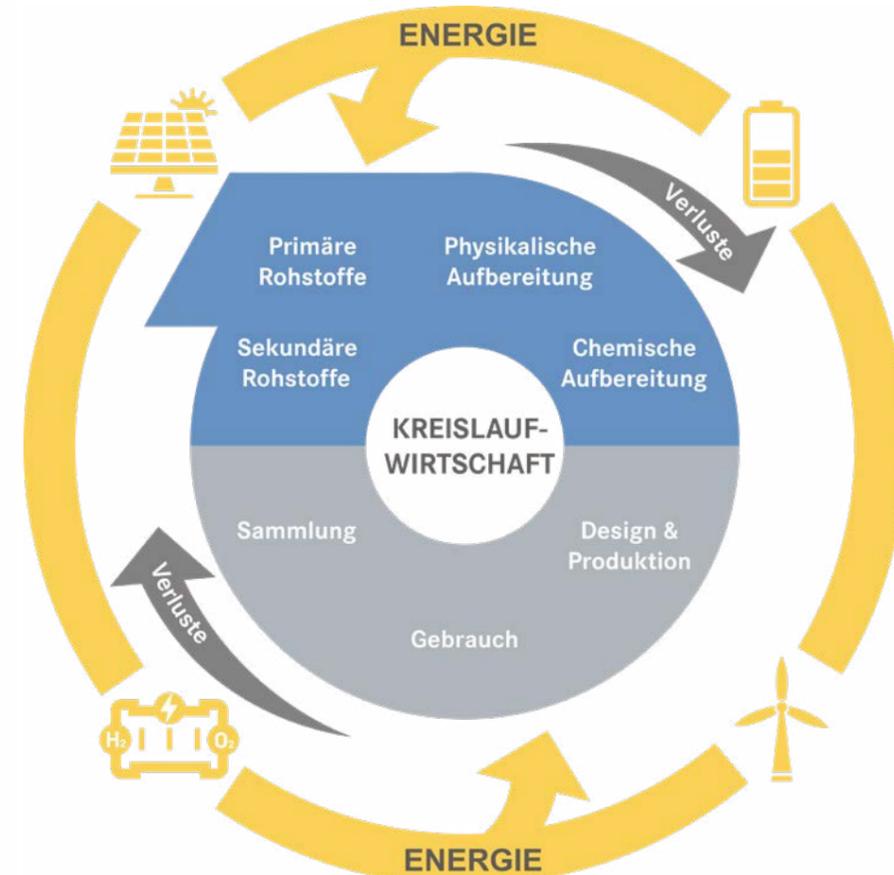


Illustration des Forschungsportfolios des HIF (dunkelblau) im Kontext der Kreislaufwirtschaft mineralischer und metallischer Rohstoffe. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Zusammenspiel zwischen dem sich wandelnden Energiesystem und den Materialströmen der Kreislaufwirtschaft. ©HZDR/HIF

„
Denn die für eine nachhaltige Circular Economy benötigten Rohstoffe werden auch in Zukunft sowohl aus primären als auch sekundären Quellen stammen.

Im Fokus der Forschung am HIF steht deshalb die Abbildung der gesamten Wertschöpfungskette mineralischer Rohstoffe und Metalle.

Denn die für eine nachhaltige Circular Economy benötigten Rohstoffe werden auch in Zukunft sowohl aus primären (geogenen; in der Erde entstanden) als auch sekundären (anthropogenen; durch den Menschen modifizierten) Quellen stammen. Das HIF verfolgt dabei den Ansatz, beide Quellen als komplementär und gleichwertig zu betrachten sowie die Themen Rohstoffe und Energie immer zusammen zu denken.

Die Endlichkeit der Rohstoffe

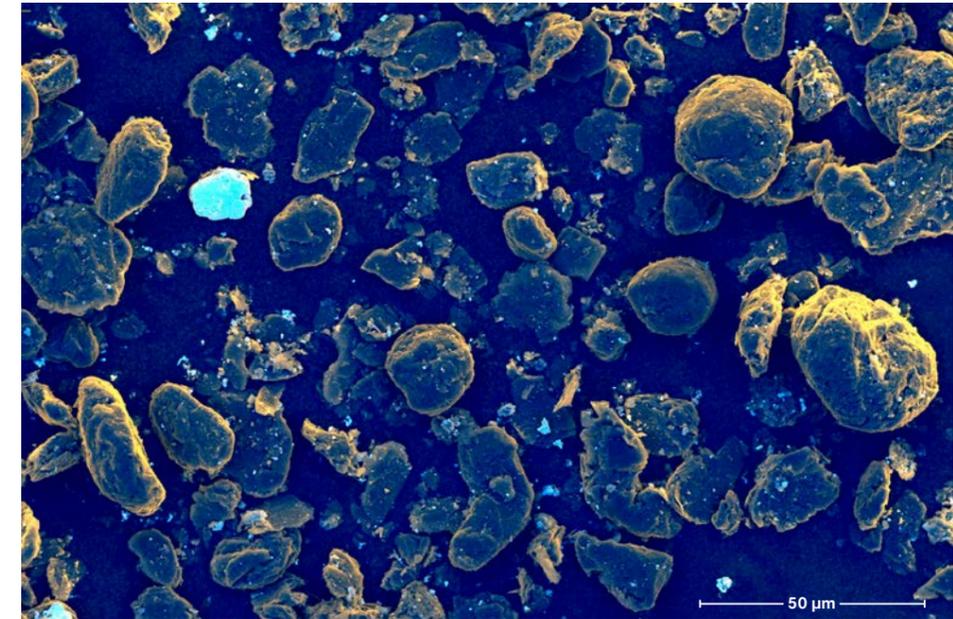
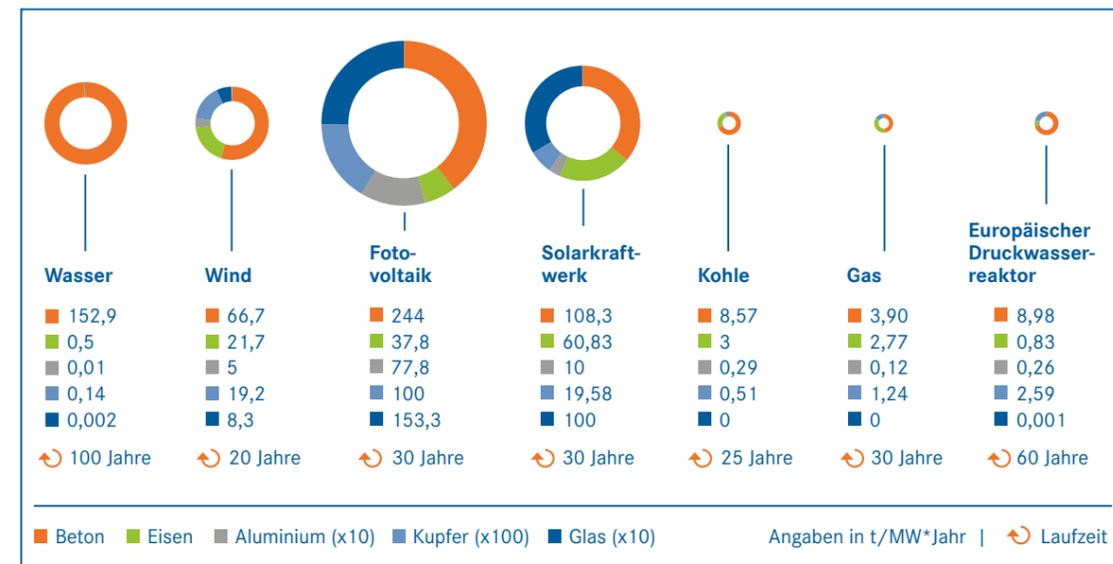
Mineralische Rohstoffe und insbesondere Metalle sind eine unverzichtbare Basis für die technologische und industrielle Entwicklung. Laut einem Bericht der UN wird eine mögliche Verdopplung des Ressourcenverbrauchs zwischen 2015 und 2050 prognostiziert. Wohlhabende Staaten nutzen dabei zehnmal mehr Ressourcen als ärmere Staaten.¹ Beispiels-

weise steigt der Verbrauch von Metallen wie Kupfer drastisch durch den Einsatz in erneuerbaren Energiesystemen wie Windkraftanlagen oder Fotovoltaik. Die neuen Energiequellen sind jedoch notwendig, um den Einsatz nicht wiederherstellbarer, fossiler Energierohstoffe wie Kohle, Erdöl und Erdgas zu verringern. Die Verfügbarkeit nachhaltig gewonnener, mineralischer Rohstoffe ist daher eine Voraussetzung, um gesellschaftliche Herausforderungen wie die Energiewende zu meistern. Das Abschätzen von Versorgungspotenzialen und -risiken ist wiederum eine Möglichkeit, um zukünftige Kreisläufe und Technologien an die Rohstoffverfügbarkeit anzupassen.

Von besonderer Bedeutung sind hier solche Rohstoffe, die nur als Beiprodukte gewonnen werden können. Eine detaillierte Betrachtung der geotechnologischen Verfügbarkeit wurde in einer 2016 am HIF abgeschlossenen Studie² für die Hightechmetalle Indium, Gallium und Germanium durchgeführt. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass die

¹ www.resourcepanel.org/reports/assessing-global-resource-use
² www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420716303269

Der Bedarf an Industrierohstoffen, um Wind- und Solaranlagen, Energiespeicher und Stromnetze auszubauen, steigt. Für verschiedene Energietechnologien ist hier der Bedarf pro produzierter Energieeinheit abgebildet. ©HZDR/Gudrun Wegener



Das HIF beteiligt sich an fünf Projekten im BMBF-Forschungscluster greenBatt. Die Mission des Clusters besteht in der Entwicklung innovativer Technologien und Werkzeuge für einen energie- und materialeffizienten Batterielebenszyklus und geschlossene Stoff- und Materialkreisläufe. Unter anderem beschäftigt sich das HIF mit dem Recycling von Anodengraphit (mikroskopische Aufnahme). ©HZDR/HIF

QR-Code zum greenBatt Cluster:

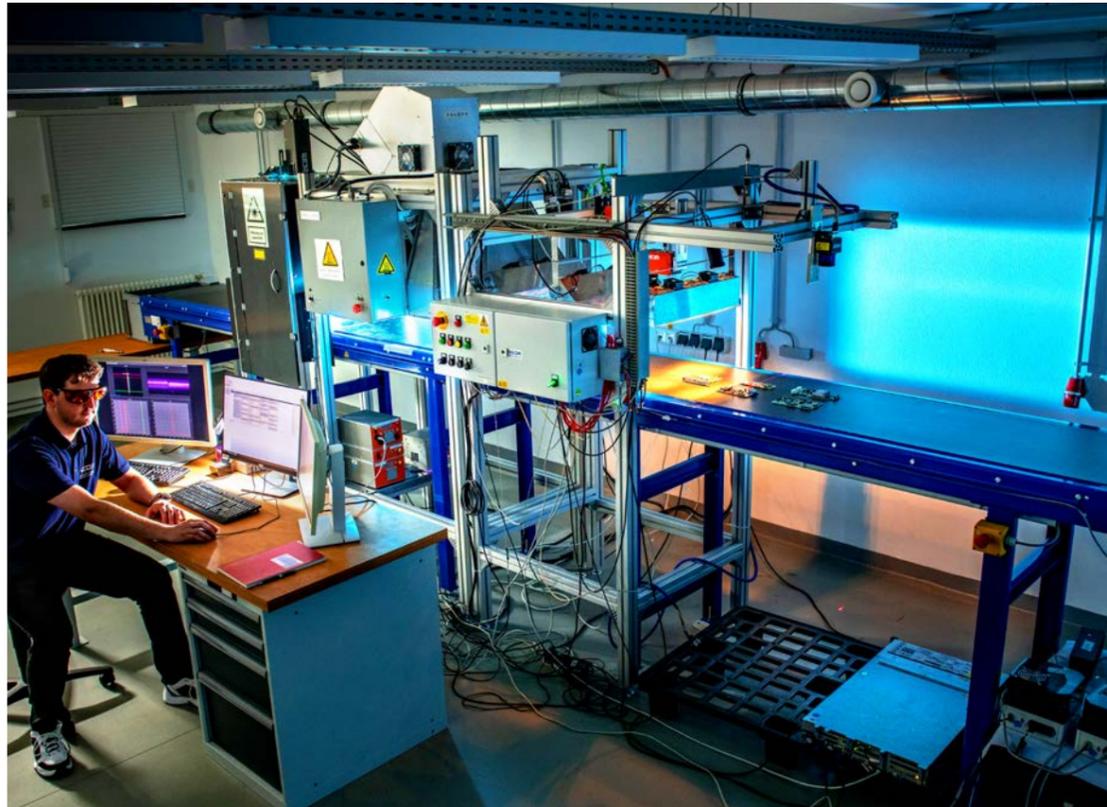


prinzipielle Verfügbarkeit von Germanium und Gallium weit über den aktuell gewonnenen Mengen liegt. Anders sieht die Situation für Indium aus, für das bei weiter rasch ansteigendem Bedarf nach Elektronikprodukten schon bald ein signifikantes Versorgungsrisiko entstehen könnte. Aktuell werden in verschiedenen Kooperationen die Verfügbarkeiten weiterer Hochtechnologie-Rohstoffe betrachtet. So auch im Projekt BatMix, Teil des BMBF-Kompetenzclusters Recycling und Grüne Battery (greenBatt), in dem statistisch belastbare Szenarien für die Verfügbarkeit der kritischen Batterierohstoffe Lithium, Kobalt, Nickel, Mangan und Graphit bis zum Jahr 2050 modelliert werden. Eingeschlossen sind dabei die für die Produktion der Metalle anfallenden CO₂-Emissionen und der Energieverbrauch. Zudem wird berechnet, wie viel des jeweiligen Rohstoffs überhaupt bei einer funktionierenden Circular Economy aus sekundären Quellen gewonnen werden kann und wie viel aus primären Rohstoffen durch Bergbau darüber hinaus bereitgestellt werden muss.

Technologische Entwicklungen für die Circular Economy am HIF

Unter der Prämisse der Nachhaltigkeit müssen Energie- und Ressourceneffizienz immer gemeinsam betrachtet werden. Dafür braucht es Kompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette und transdisziplinäre Zusammenarbeit. Gemeinsam mit seinen Partnern forscht das HIF an der Weiterentwicklung von etablierten Recyclingverfahren und beschäftigt sich mit der Simulation, Bewertung und Optimierung der Prozesse, zum Beispiel für das Recycling von Kühlschränken oder Smartphones oder für die gesamte Wertschöpfungskette von Seltenen Erden. Dabei werden auch völlig neuartige technologische Verfahren bewertet, wie beispielsweise der Einsatz von Aluminiumschrott als Reduktionsmittel bei der Herstellung von Silizium.

Die Erkenntnisse aus diesen Aktivitäten lassen sich auch in sogenannte Design-for-Recycling-Konzepte übersetzen. Denn um die Komplexität der Materialströme im Recyclingprozess zu minimieren, muss bereits beim Produktdesign angesetzt werden. Das bedeutet beispielsweise, dass Teile eines Produktes besser gesteckt als verklebt werden sollten. Gerade Leichtbauwerkstoffe sind eine große Herausforderung beim Recycling, weil sie bis heute nicht recycelbar sind. Am Beispiel von Kühl- und Gefriergeräten wird aktuell in



Der Highspeed-Images-Demonstrator dient der Erfassung, Identifizierung und Sortierung komplex zusammengesetzter Recyclingstoffströme.
©HZDR/Detlev Müller

einem Verbundforschungsprojekt ein kreislauffähiges Produktdesign simuliert, das sowohl energie- als auch ressourceneffizient ist. Dazu werden verschiedene Szenarien mit dem Fokus auf repair und reuse sowie möglichst geschlossene Recyclingpfade entwickelt. Die Zusammenführung der Ressourceneffizienzanalyse mit dem technologieorientierten Design-for-Recycling-Modell soll künftig die Vorhersage eines für eine vollständige Kreislaufführung geeigneten Produktdesigns erlauben.

Die steigende Variabilität und stoffliche Komplexität der Recyclingstoffströme macht eine rasche Weiterentwicklung der Rohstoffcharakterisierung unabdingbar. Dafür werden Technologien in Kombination mit digitalen Plattformen entwickelt. Dabei werden insbesondere bildgebende Verfahren für die Charakterisierung von Recycling-Stoffströmen genutzt. So können moderne Multisensorsysteme mittels künstlicher Intelligenz Vorhersagen treffen, die eine effizientere Rückgewinnung komplexer Rohstoffe beispiels-

weise aus Elektro- und Elektronikaltgeräten sowie Schrotten ermöglichen. Um die durch die Messungen anfallenden Datenmengen zu strukturieren, zu analysieren und auszuwerten, profitieren die Ansätze des HIF von der Anwendung künstlicher Intelligenz und des maschinellen Lernens. Am

HIF wurde ein erster Prototyp entwickelt und aufgebaut, der diese Technologien vereint. Der Highspeed Images Demonstrator ermöglicht nun eine deutlich verbesserte Identifizierung komplex zusammengesetzter Recyclingstoffströme.

Zu einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft gehört auch, alte Bergbauhalden in wichtige Rohstofflieferanten umzuwandeln. Mit dem Rückbau von Halden

wird nicht nur die Umwelt entfrachtet und somit eine Renaturierung ermöglicht, die Sanierung bedeutet auch, verbliebene Rohstoffe zu gewinnen und damit gleichzeitig die Sanierung zu finanzieren. Am HIF wurde dafür das recomine-Bündnis gegründet, das Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft mit dem gemeinsamen Ziel zusammenbringt, Bergbaualllasten

”
Die steigende Variabilität und stoffliche Komplexität der Recyclingstoffströme macht eine rasche Weiterentwicklung der Rohstoffcharakterisierung unabdingbar.
“

zu minimieren. recomine hat die Vision, regional in Sachsen gewachsene Kompetenzen im Bereich der Umwelttechnologien weiterzuentwickeln, hin zu einer Erschließung disperser Rohstoffquellen. Typische Altlasten wie die Erprobungs- und Demonstrationsstandorte im Erzgebirge sind beispielhaft für Altlasten weltweit.

Vom Pilotmaßstab in die Anwendung

Die Computerchips schrumpfen, die Hightech-Schrottberge wachsen, die fortschreitende Digitalisierung macht ein besseres Recycling daher umso notwendiger. Eine konsequente Digitalisierung ist aber gleichzeitig auch der Schlüssel für ein besseres Verständnis von Recycling und Kreislaufwirtschaft. Schon jetzt fußt die sensorbasierte Rohstoffcharakterisierung auf der Erhebung umfangreicher Datensätze. Diese Daten müssen erfasst, geeignet korrigiert und überlagert, dann miteinander verschmolzen und interpretiert werden. Mit künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen gelingt es, den Weg der Rohstoffe systemisch zu durchleuchten, Verluste sichtbar zu machen sowie Rohstoffproduktion und Recyclingraten gezielt zu verbessern. Ähnliches gilt auch für

die Erstellung von geometallurgischen und systemischen Modellen – ob für die effiziente Exploration, den Abbau und die Aufbereitung komplexer Erzkörper, die Entscheidung über den besten Recyclingprozess eines Schrottes oder die optimale Ausgestaltung einer nachhaltigen Circular Economy. Dafür entwickelt das HIF mit seinen Partnern vor Ort in Freiberg eine digitalisierte Aufbereitungsinfrastruktur, die im Pilotmaßstab betrieben werden soll, um Simulation, Bewertung und Optimierung von mechanischen Aufbereitungstechnologien voranzubringen. Mit der Errichtung der sogenannten FlexiPlant – einer einzigartigen Forschungsinfrastruktur für die flexible Aufbereitung komplexer Rohstoffströme – sollen in Zukunft die multidisziplinären Kompetenzen des HIF vereint werden. Großversuche sollen zeigen, wie Wertstoffe aus unterschiedlichsten Rohstoffquellen und mit flexibel verschaltbaren Methoden intelligent und effizient aufbereitet werden können. In dem neu errichteten Metallurgie-Technikum wird metallurgische Prozesstechnik pilotiert und dann mit den adaptiven Aufbereitungstechnologien verknüpft. So wird die Mission Circular Economy am HIF gelebt, um den effizienten Umgang mit mineralischen und metallhaltigen Rohstoffen sowie Energie tatsächlich Realität werden zu lassen.



Im neu errichteten Metallurgie-Technikum können innovative Technologien im Pilotmaßstab getestet und assoziierte Simulationsmodelle überprüft werden.
©HZDR/Detlev Müller

Der zukünftige Forschungscampus



BLICK IN DIE ZUKUNFT

Um zukünftigen Herausforderungen gerecht zu werden, bedarf es eines gezielten Ausbaus des Gesamtstandortes zum Forschungscampus für Ressourcentechnologie und Nachhaltigkeit.

©Baubüro Freiberg

CAMPUSKONZEPT

Sanierung und Neubau erfolgen in mehreren Schritten – neben neuen Laborflächen und einem umfänglich sanierten Technikum für die Aufbereitung (FlexiPlant) werden die Bürokapazitäten deutlich erweitert. Zukünftig sollen hier 300 Personen beschäftigt sein.

©Baubüro Freiberg



Die Zukunft kann kommen



Die Entwicklung des HIF ist schon jetzt eine Erfolgsgeschichte, denn wer hätte vor 10 Jahren gedacht, dass die Idee, ein Institut für Ressourcentechnologie zu gründen, so schnell Früchte tragen wird. Eine wesentliche Rolle spielt dabei, dass es ein Helmholtz-Institut geworden ist, denn Helmholtz-Institute geben strategischen Partnerschaften zwischen den Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft und Universitäten eine besondere Intensität. In diesem Fall ist es die dauerhaft enge Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Ressourcentechnologie zwischen dem HZDR und der TU Bergakademie Freiberg. Schon der Namensgeber der Helmholtz-Gemeinschaft, Hermann von Helmholtz, vertrat eine Naturwissenschaft, die Brücken schlägt zwischen Medizin, Physik und Chemie. Seine bahnbrechenden Forschungsarbeiten und Entwicklungen verknüpften Theorie, Experiment und praktische Anwendung. Diesen bewährten Ansatz möchte das HIF mit seinem Campus für Ressourcentechnologie und Nachhaltigkeit fortschreiben und ein national sowie international ausgerichtetes Kompetenzzentrum zur Erforschung, Entwicklung und Bewertung innovativer Ressourcentechnologien im Kontext einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft etablieren.

Mit dem Forschungscampus wird es möglich, Innovationen für den nachhaltigen Umgang mit komplex zusammengesetzten Rohstoffen bzw. Stoffströmen voranzutreiben, aus dem labor- und kleintechnischen Maßstab in den Pilotmaßstab zu überführen und zeitnah in die industrielle Praxis zu bringen. Somit steigt die Attraktivität des Standorts Freiberg nicht nur als Forschungspartner, sondern auch hinsichtlich der Zusammenarbeit mit sächsischen, nationalen und internationalen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft.

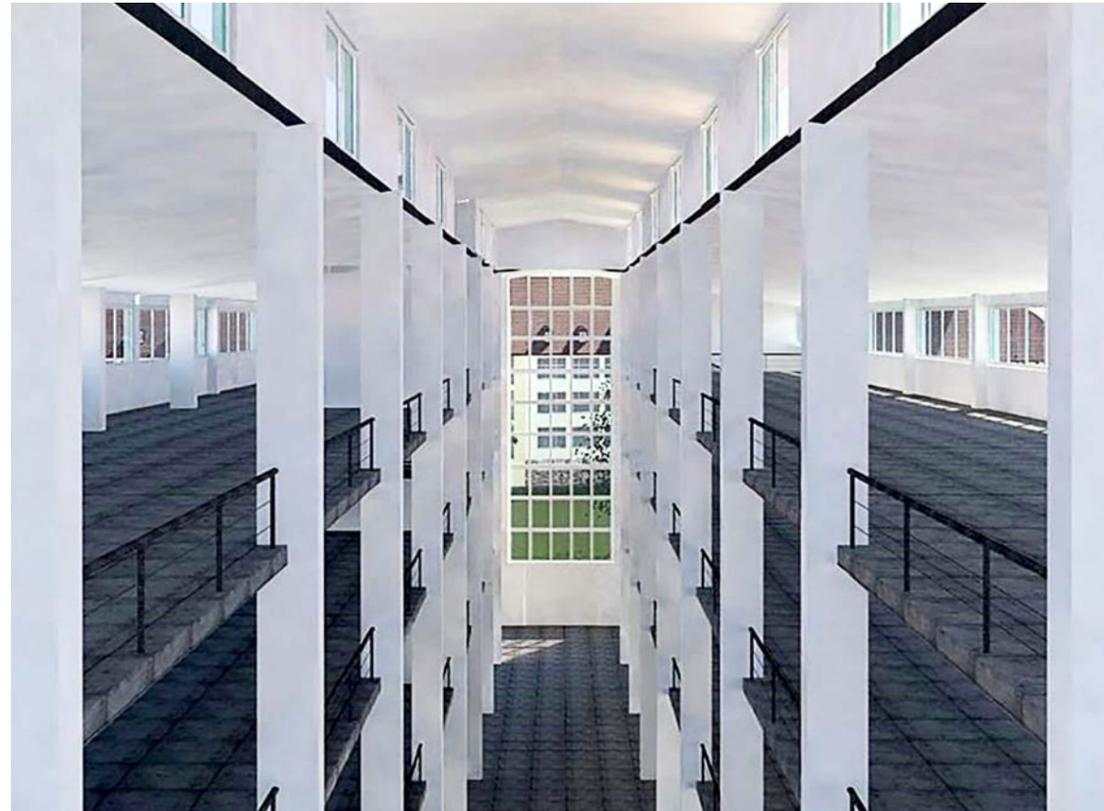
Mit dem Forschungscampus wird es möglich, Innovationen für den nachhaltigen Umgang mit komplex zusammengesetzten Rohstoffen bzw. Stoffströmen voranzutreiben.

Vom Labor- in den Pilotmaßstab

Ein erster Meilenstein auf dem Weg zum Campus ist mit der Inbetriebnahme des Metallurgie-Technikums bereits erreicht. In der neuen Versuchshalle werden künftig Forschungsergebnisse zur pyro- bzw. hydrometallurgischen Rückgewinnung wirtschaftsstrategischer Metalle für den (Wieder-) Einsatz in modernen Schlüsseltechnologien aus dem Labor in den Pilotmaßstab überführt und so für den Transfer in die Industrie vorbereitet. Es werden innovative Verfahren miteinander kombiniert und digital vernetzt. Damit schafft das Technikum exzellente Voraussetzungen, um neue Technologien und Prozesse zu erproben, zu optimieren und zu automatisieren.

Simulationen, die zur quantitativen Bewertung des Materialeinsatzes und zum Energieverbrauch von Prozessen entwickelt wurden, können praxisnah überprüft werden. Dadurch lassen sich die industrielle Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit innovativer Technologiekonzepte, zum Beispiel durch den Einsatz alternativer Rohstoffquellen, oder die Nachhaltigkeit bei der

Das Technikum besteht aus einer 12 Meter hohen Versuchshalle und einem 15 Meter hohen Kopfbau mit diversen Funktionsräumen. In der Versuchshalle werden auf 950 Quadratmetern Anlagen und Geräte für die gesamte Bandbreite metallurgischer Forschung aufgebaut – von der Pyrometallurgie (wärmegeführte Prozesse) bis zur Hydrometallurgie (wassergebundene Prozesse). Weitere 110 Quadratmeter sind als Lagerfläche vorgesehen. Die Forscher*innen können mit Materialströmen zwischen einem und 500 Kilogramm experimentieren – das entspricht etwa der Lücke zwischen Labor- und Industriemaßstab. ©HZDR/Detlev Müller



Der Blick in die zukünftige Versuchshalle FlexiPlant zeigt die verschiedenen Ebenen, auf denen alle Arten von Recyclingstoffströmen in der jeweils besten Weise energieeffizient, ressourcenschonend und werterhaltend aufbereitet werden können.
©Baubüro Freiberg

Gestaltung neuer Produkte bereits in frühen Entwicklungsphasen abschätzen.

Das Herz des Campus wird in einer weiteren Versuchshalle schlagen: der sogenannten FlexiPlant. Der sanierungswürdige Bau und Vorläufer dieser weltweit einzigartigen Infrastruktur wurde schon Mitte der 1950er Jahre errichtet – er gehörte zum ehemaligen Forschungsinstitut für Aufbereitung (Akademie der Wissenschaften der DDR) und wird heute durch eine Privatfirma (UVR-FIA GmbH) betrieben. Die Halle wurde als dreischiffige, schwere Stahlkonstruktion mit Bekranung des Mittelschiffes errichtet, die für variable Versuchsdurchführungen geeignet ist. Nach der geplanten Sanierung und Modernisierung soll diese einmalige Forschungsinfrastruktur auf rund 1.700 Quadratmetern Grundfläche zukünftig ein Demonstrator im Pilotmaßstab für ein agiles Rohstoffaufbereitungssystem der nächsten Generation sein, welches das Konzept Industrie 4.0 an die Bedürfnisse der rohstoffverarbeitenden Industrie anpasst. Die FlexiPlant hat das Ziel, alle Arten von Rohstoffströmen in der jeweils besten Weise energieeffizient, ressourcenschonend und werterhaltend aufzubereiten. Dies geschieht insbesondere durch die intelligente Kopplung

neuartiger flexibler, adaptiver, automatisierter sowie digitalisierter Aufbereitungsprozesse. Durch eine vollautomatisierte Erfassung und (Vor-)Sortierung der Wertstoffströme bereits vor der eigentlichen Aufbereitung sollen technologisch bedingte Verluste weitestgehend vermieden werden. Eine genaue, sensorgestützte Rohstoffcharakterisierung soll dann eine optimal angepasste Weiterverarbeitung eines jeden Stoffstroms ermöglichen.

Die Infrastruktur wird eine einzigartige Kollaborationsplattform zum Nutzen regionaler, nationaler und internationaler Partner im Bereich der Kreislaufwirtschaft bilden, da sie das ideale Testfeld für innovative Technologien, neuartige Maschinen und Sensorsysteme sowie für die Entwicklung von geeigneten Steuerungsalgorithmen und systemischen Modellierungen bietet.

Nachhaltigkeit

Die wissenschaftliche Exzellenz des Institutes sowie das Thema Nachhaltigkeit sollen auch in der (landschafts-)architektonischen Umsetzung am Campus sichtbar werden. So werden Umweltbewusstsein, Modernität, Offenheit und

Transdisziplinarität des HIF sichtbar. Als Forschungsinstitut, das sich der Nachhaltigkeit verschrieben hat und einen beträchtlichen Teil seiner Drittmittel aus dem BMBF-Programm „Forschung für Nachhaltigkeit“ erhält, muss auch das Arbeitsumfeld möglichst nachhaltig gestaltet sein. Die Grundprinzipien der Nachhaltigkeit werden sich nicht nur in den Forschungsthemen widerspiegeln, sondern explizit auch das äußere Erscheinungsbild des Campus bestimmen, indem bei Bau und Betrieb der geplanten Forschungsinfrastrukturen ebenso auf Nachhaltigkeit geachtet wird. Das HIF folgt damit dem Grundsatz „Wiederverwendung vor Verwertung und Beseitigung“.

Die Nachhaltigkeit spiegelt sich auch im Bereich der Mobilität wider. So soll für den Campus ein Gleisanschluss für den An- und Abtransport von Rohstoffen aller Art reaktiviert werden. Für die Mitarbeitenden wird es Dienstfahräder und Ladestationen für E-Autos und E-Bikes geben. Auch die gemeinsame Nutzung von Laboren und Anlagen mit der TU BAF am Standort unterstreicht den Nachhaltigkeitsaspekt. Und schließlich sollen die Forschungsergebnisse in die Anwendung gebracht werden. Damit der Technologietransfer gelingt, ist die Integration eines Inkubators zur effizienten Einbindung von Start-ups und innovativen Industriepartnern am Standort auch räumlich geplant. So entsteht in Freiberg ein attraktiver Forschungsstandort für national und international führende Expert*innen und Nachwuchswissenschaftler*innen aus den verschiedenen, der Ressourcentechnologie und Kreislaufwirtschaft zugehörigen

Disziplinen der Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie der Automatisierung, Digitalisierung und Informatik.

Effizienz 	+ Stromverbrauch + Wasserverbrauch + Wärmebedarf
Nachhaltiges Bauen 	+ Langlebiges Design + Recyclingmaterialien + Regionale, natürliche, schadstoffarme Baustoffe
Innenraumqualität 	+ Lichtkonzept + Lärmreduzierung + Baumaterialien
Mobilität 	+ E-Mobilität + Öffentlicher Nahverkehr + Fahrräder
Außen-gestaltung 	+ Grünflächen + Wegesystem + Aufenthaltsbereiche

Bei der Campuserwicklung wird großer Wert auf Nachhaltigkeit gelegt. Das HIF folgt damit dem Grundsatz „Wiederverwendung vor Verwertung und Beseitigung“. ©HZDR/HIF

■ FOLGENDE SCHLÜSSELSYSTEME ENTHÄLT DAS FLEXIPLANT-KONZEPT:

- voll automatisierte Aufbereitungsmaschinen für die verschiedenen physikalischen und physiko-chemischen Trennungsschritte der Rohstoffaufbereitung
- ein voll automatisiertes Routingsystem für den reibungslosen Transport von Rohstoffen und Aufbereitungsprodukten
- hochauflösende, bildgebende Sensorsysteme, die Informationen auf Partikelebene generieren
- Hochregalsysteme für die Lagerung von Rohstoffen
- Ein Rechenzentrum – als Gehirn der Pilotanlage – das alle anfallenden Daten erfasst sowie laufende Prozesse basierend auf lernenden Systemen vorhersagt, anpasst und auswertet.
- Weitere Gebäude für die Ressourcenanalytik mit physiko-chemischen Laboren und für die Biotechnologie komplettieren die Forschungsinfrastruktur auf dem Campus.



Luftaufnahme des Campus
in der Chemnitzer Straße 40
(Stand: Juli 2021).
©HZDR/HIF

Wissenschaftliche Sichtbarkeit

In den vergangenen 10 Jahren hat das HIF eine Vielzahl an Kooperationen mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft über die Grenzen Europas hinaus aufgebaut. Das Ergebnis kann sich sehen lassen.

Patente bis 2020

18

Ein wichtiges Instrument für erfolgreichen Technologietransfer



Publikationen bis 2020

>500

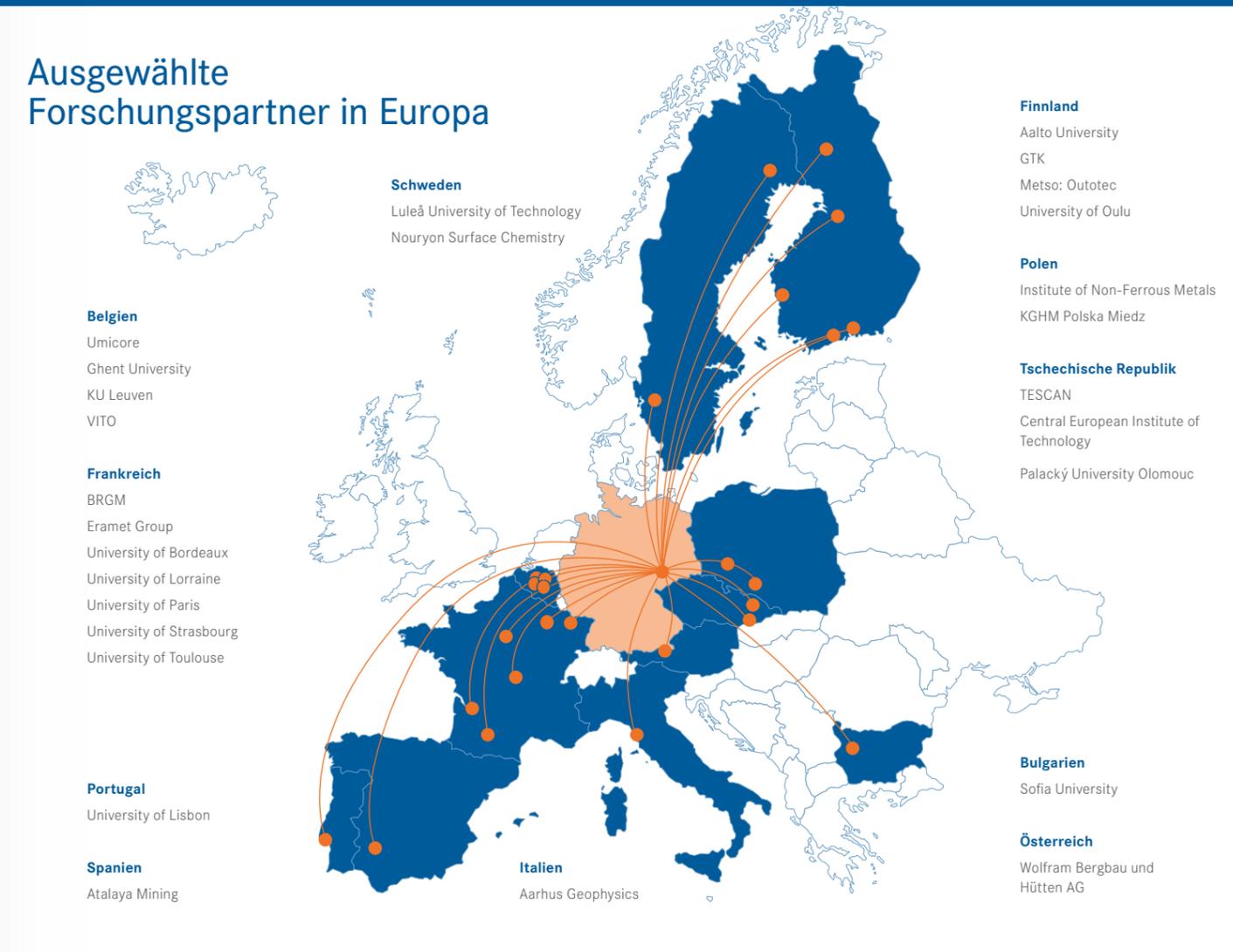
Wissenschaftliche Publikationen



Ausgewählte Forschungspartner weltweit



Ausgewählte Forschungspartner in Europa



„Das HIF ist ein gefragter Partner“

Das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie gibt es nun bereits seit 10 Jahren. Und der Direktor des Institutes, Dr. Jens Gutzmer (PhD ZA), ist von Anfang an dabei. Im Interview berichtet er von den Erfolgen „made in Freiberg“ sowie den großen Herausforderungen, die im Bereich der Entwicklung von Ressourcentechnologien zukünftig auf die Mitarbeiter*innen des Institutes warten.

Eine Dekade ist gerade in der Forschung keine allzu lange Zeitspanne. Haben Sie es 2011 für möglich gehalten, dass das HIF nach 10 Jahren „durch Forschung die Zukunft sichern“ kann, so wie es der Leitspruch der Helmholtz-Gemeinschaft betont?

JENS GUTZMER Rückblickend auf das Gründungsjahr muss ich gestehen, dass sich wohl niemand aus dem kleinen Team, welches im Jahr 2011 mit dem Aufbau des HIF betraut wurde, der immensen Herausforderung, aber auch Chancen bewusst war, die mit den Themen Rohstoffsicherheit und Nachhaltigkeit einhergehen. Nur gut, denke ich manchmal. So sind wir den Aufbau des Institutes zielgerichtet, engagiert und mit Freude angegangen. Dabei hatten und haben wir sehr hohe und teils konträre Erwartungen zu erfüllen – Erwartungen der Fördermittelgeber von Bund und Land, Erwartungen der Helmholtz-Gemeinschaft und des HZDR sowie der Forschungspartner*innen und Kolleg*innen in Freiberg oder Dresden. Am schwersten wogen aber sicher die Erwartungen, die wir an uns selbst gestellt haben. Es war unser erklärtes Ziel, in möglichst kurzer Zeit ein global anerkanntes und auf dem Gebiet der Ressourcentechnologien wettbewerbsfähiges Helmholtz-Institut aufzubauen.

Nun nach 10 Jahren können wir mit Stolz sagen, dass uns das gelungen ist. Das HIF ist mit seinen mittlerweile 150 Mitarbei-

ter*innen ein gefragter Partner der nationalen, europäischen sowie globalen Rohstoffindustrie, aber natürlich auch der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Wir haben unsere Rolle als Wegbereiter einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft für mineralische und metallische Rohstoffe klar definiert und nehmen in den von uns besetzten Kompetenzfeldern weltweit führende Positionen ein.

Unsere wichtigste Errungenschaft ist aber sicherlich, dass unser Institut mit seinem Forschungsportfolio in den vergangenen Jahren zu einem Magneten für nationale und internationale Talente geworden ist. Unsere Mitarbeiter*innen repräsentieren sechs Kontinente und über 30 Nationalitäten. Aus meiner Sicht ist dies die höchste Anerkennung, die das Institut in seinen ersten 10 Jahren erreichen konnte.

Was sehen Sie als die bedeutendsten Erfolge des HIF?

JENS GUTZMER Die positiv beschiedene Beantragung und der Aufbau des EIT RawMaterials in den Jahren 2014 und 2015 kann sicherlich als der wichtigste Erfolg des HIF in seiner jungen Geschichte betrachtet werden – eine Errungenschaft, die das HIF schon frühzeitig sehr prominent in der europäischen Forschungslandschaft platziert hat. Mit einem Volumen von 2 Milliarden Euro ist das EIT RawMaterials weiterhin das größte Drittmittelprojekt, welches von Akteur*innen in den neuen Bundesländern

Rohstoffsicherung ist Zukunftssicherung

Die Erkundungs- und Bergbautätigkeit hat in Sachsen eine lange Tradition. Bis ins 11. Jahrhundert reicht die sächsische Kompetenz zu Ressourcen- und Technologieforschung zurück. Und noch heute ist Sachsen ein rohstoffreiches Land. Sachsen verfügt über ein beachtliches Potenzial an heimischen Primärrohstoffen, die in den verschiedensten Wirtschaftsbereichen zum Einsatz kommen. Eine immer wichtiger werdende und nicht mehr wegzudenkende Rohstoffquelle sind die aus Abfällen gewonnenen Sekundärrohstoffe. Primär- und Sekundärrohstoffe aus heimischen Quellen können also nicht nur dazu beitragen, die Abhängigkeiten von internationalen Rohstoffmärkten zu verringern. Die Nutzung dieser Quellen ist auch ein wichtiger Baustein für die regionale Wertschöpfung und sichert Arbeitsplätze.

Die Gründung des Helmholtz-Instituts Freiberg für Ressourcentechnologie durch das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und die TU Bergakademie Freiberg war eine große Bereicherung für die Forschungs- und Innovationslandschaft im Freistaat Sachsen und darüber hinaus in ganz Deutschland. Denn grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung zu Ressourcen- und Kreislauftechnologien sowie die Überführung der Ergebnisse in die Praxis gewinnen für unsere Zukunft immer größere Bedeutung. Nun schon seit 10 Jahren fungiert das Helmholtz-Institut in Freiberg als Wegbereiter einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft für mineralische und metallhaltige Rohstoffe. Das Team der Wissenschaftler*innen aus Freiberg und Dresden-Rossendorf entwickelt dringend gebrauchte innovative Technologien und Lösungen für den effizienten Umgang mit diesen knappen Ressourcen. Es leistet damit entscheidende Beiträge für die Sicherung strategischer Rohstoffe für die heimische Wirtschaft; und – nicht zu vergessen – auch für die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses und einer neuen Generation hochqualifizierter Ingenieur*innen. Das Institut hat sich darüber

hinaus erfolgreich auf den Weg gemacht, auch auf europäischer Ebene eine führende Position einzunehmen. Der wohl herausragendste Beleg dafür ist die „Knowledge and Innovation Community EIT RawMaterials“ der Europäischen Union, an deren erfolgreicher Antragsstellung und Implementierung das HIF federführend mitgewirkt hat und an der das HZDR wie die TU Bergakademie Freiberg auch weiter als Hauptpartner beteiligt sind.

Gemäß seiner Gründungsmission spielt das Freiburger Institut eine tragende Rolle bei der Umsetzung der Rohstoffstrategie des Bundes und der des Freistaates Sachsen. Mit der im Jahr 2012 verabschiedeten „Rohstoffstrategie Sachsen“ wurden die Ziele der deutschen Rohstoffstrategie für den Freistaat angepasst. Dabei erfolgte ganz bewusst eine Konzentration auf primär gewonnene bergbaubezogene Rohstoffe und auf sekundäre Rohstoffe, da Sachsen dafür großes Potenzial bietet.

Mit der gezielten Nutzung und Weiterentwicklung des sächsischen Know-hows auf dem Gebiet der Rohstofferkundung, -forschung, -gewinnung und der Kreislaufwirtschaft 4.0 im traditionell engen Verbund mit den zahlreichen Akteur*innen aus Bildung und Forschung, der Bergverwaltung sowie sächsischen, aber auch internationalen Unternehmen der Branche wollen wir Sachsen als nachhaltigen Rohstoffstandort weiter stärken. Wir wollen vor allem aber auch, dass die hier entwickelten innovativen Technologien direkt vor unserer Haustür zum Einsatz kommen und somit einen wichtigen Baustein zur regionalen Wertschöpfung und Arbeitsplatzsicherung bilden.



Sebastian Gemkow
Sächsischer Staatsminister
für Wissenschaft

©SMWK/Fotograf: Martin Förster



Der Direktor des Helmholtz-Instituts Freiberg für Ressourcentechnologie, Dr. Jens Gutzmer (PhD ZA), und Dr. Simone Raatz, verantwortlich für die Strategie und die Interessengruppen des Instituts
©HZDR/HIF

beantragt und koordiniert worden ist. Für ein Team, welches zu jener Zeit kaum drei Jahre Zeit hatte, sich zu etablieren, ist das ein bemerkenswerter Erfolg.

Auf der wissenschaftlichen Ebene möchte ich den Erfolg des AFK-Pilotexperiments hervorheben. Hier konnten wir mit unseren Partnern im Jahr 2018 eindrucksvoll dokumentieren, dass die von uns verfolgten Ansätze zur flexiblen und agilen Aufbereitung komplexer Rohstoffe tatsächlich zu unerwarteten Durchbrüchen führen können – Durchbrüche, die direkte Wirkung auf die Industrie haben. In diesem speziellen Fall konnten wir nachweisen, dass die an Zinn, Zink und Indium reichen Skarne (vererzte Gesteine) des Schwarzenberg-Distrikts im Erzgebirge – entgegen früherer Erwartung – durchaus wirtschaftlich aufbereitbar sind.

Scheitern gehört zum Erfolg. Gerade in der Wissenschaft führen Fehlversuche oft zu echtem Erkenntnisfortschritt. Können Sie dafür auch ein Beispiel aus der HIF-Forschung nennen?

JENS GUTZMER Wirklich gescheitert sind wir bisher in keiner unserer Unternehmungen. Aber es gibt Initiativen, die in ihrer Umsetzung viel länger dauern, als wir es erwartet hätten oder es wünschenswert gewesen wäre. So beispielsweise die von uns gemeinsam mit den Kolleg*innen aus dem Ionenstrahlzentrum des HZDR angestrebte Entwicklung eines einzigartigen Analysegeräts, welches wir Super-SIMS nennen. Diese gemeinsame

Entwicklung, die wir vor 10 Jahren begonnen haben, ist trotz vielversprechender Zwischenergebnisse immer noch nicht abgeschlossen. Ein weiteres „Projekt“, an dem wir fortan sehr fokussiert arbeiten müssen, ist die angestrebte Entwicklung des Forschungscampus für Ressourcentechnologie und Nachhaltigkeit. Hier ist ein zeitnaher Erfolg von essenzieller Bedeutung für die weitere, erfolgreiche Entwicklung unseres Instituts.

Um Deutschland unabhängiger von internationalen Rohstoffmärkten zu machen, setzt sich das HIF besonders dafür ein, heimische Potenziale zu erschließen. Wo sehen Sie dafür die geeignetsten Ansatzpunkte?

JENS GUTZMER Das Erzgebirge hat seinen Namen ja nicht umsonst bekommen – auch im globalen Vergleich ist das geogene Rohstoffpotenzial in unserer heimischen Region weiterhin enorm. Die Vielfalt der vorhandenen Lagerstätten- und Rohstofftypen – und der zumindest lokal sehr hohe Kenntnisstand der Geologie des Untergrunds – machen das Erzgebirge zu einem idealen Labor für die Entwicklung und Erprobung innovativer Technologien. Weiterhin hat die historische Rohstoffgewinnung und -verarbeitung eine Vielzahl sekundärer Rohstoffpotenziale hinterlassen – dazu zählen insbesondere Abraum, Spülsand- und Schlackehalden. Auch diese bieten hervorragendes, lokales Forschungs- und Entwicklungspotenzial. Diese inhärenten, lokalen Potenziale haben wir schon sehr früh zum Anlass genommen, uns mit heimischen Rohstoffen zu beschäftigen. Hier sehen wir

hervorragende Anknüpfungspunkte für Kooperationen mit lokalen Partnern, sowohl mit unseren Kolleg*innen der TU Bergakademie Freiberg, als auch mit der heimischen Rohstoffindustrie.

Im Erzgebirge gibt es einen einmaligen Wissenspool zum Thema Rohstoffe. Wie kann man das noch besser nutzen?

JENS GUTZMER Die vielleicht wichtigste Entwicklung der letzten 5 Jahre zur regionalen Vernetzung ist der Aufbau des durch das HIF koordinierten recomine-Netzwerks. Hier befassen sich Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft mit technologischen Entwicklungen an der Schnittstelle zwischen Rohstoffgewinnung und Umweltschutz. Die ganzheitliche Betrachtung der Rohstoff- und Umweltproblematik hat nach nur kurzer Zeit zu einem gemeinsamen Verständnis der wichtigsten regionalen Kooperationspartner geführt. Dies zeigt unter anderem auch die erfolgreiche gemeinsame Beteiligung an der „Global Tailings Challenge“, einem internationalen Innovationswettbewerb, der von BHP, einem der weltgrößten Rohstoffkonzerne, ausgerichtet wird. Durch diese effiziente Vernetzung und vertrauensvolle Zusammenarbeit innovationsstarker Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft hoffen wir auch in Zukunft, kreative Potenziale in der Region bündeln zu können.

Welche Bedeutung hat der Wissens- und Technologietransfer für das HIF, um die Anschlussfähigkeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in beide Richtungen zu gewährleisten?

JENS GUTZMER Die Forschungsergebnisse des HIF sind in verschiedenen Evaluationen durch hochrangige Gremien immer wieder als exzellent bewertet worden. Diese Ergebnisse können aber nur wirken, wenn sie in Innovationen übersetzt werden und ihren Eingang in die industrielle und gesellschaftliche Realität finden. Dazu sind sowohl Wissens- als auch Technologietransfer von essenzieller Bedeutung. Beides betreiben wir seit vielen Jahren aktiv. Im Bereich des Wissenstransfers tragen wir regelmäßig zu Fortbildungsveranstaltungen für Lehrende im Freistaat Sachsen bei, beteiligen uns an Tagen des offenen Labors und an den Nächten der Wissenschaft in Freiberg und Dresden. Wir haben einen Preis für Ressourceneffizienz ausgelobt, der regelmäßig im Rahmen des Landeswettbewerbs von „Jugend forscht“ vergeben wird. Beim Technologietransfer sind wir ebenfalls erfolgreich. Das HIF kann mittlerweile auf drei ausgegründete Start-ups blicken, die sich erfolgreich am Markt platziert haben. Diese Entwicklungen wollen wir im Rahmen der Campuserweiterung weiter forcieren. So möchten wir einen Inkubator für junge, innovationsstarke Firmen im Bereich der Ressourcentechnologien

aufbauen und Angebote für Schüler*innen auf unserem Campus etablieren. Hierbei werden wir durch das HZDR-Schülerlabor DeltaX und die HZDR-Innovation tatkräftig unterstützt.

Wie kann es gelingen, ressourcenschonende Technologien in die industrielle Anwendung zu bringen?

JENS GUTZMER In den letzten Jahren haben wir eine Vielzahl innovativer Technologiekonzepte entwickelt. Die Übertragung dieser Konzepte in die Industrie kann aber nur gelingen, wenn deren Wirksamkeit nicht nur im Labor-, sondern auch im Pilotmaßstab nachgewiesen wird. Für die Prozessmetallurgie und die Biohydrometallurgie wird dies im neu errichteten Metallurgie-Technikum ermöglicht. Für Technologien im Bereich der mechanischen Aufbereitung von Rohstoffen haben wir das FlexiPlant-Konzept entwickelt. Diese Forschungsinfrastruktur ist aktuell auf der nationalen Roadmap der Helmholtz-Gemeinschaft vertreten und wir hoffen sehr auf eine zeitnahe Realisierung dieses ambitionierten Infrastrukturprojekts. FlexiPlant und das Metallurgie-Technikum werden gemeinsam das Herzstück des von uns angedachten Campus für Ressourcentechnologie und Nachhaltigkeit bilden. Auf diese Weise wird das HIF – als Institut des HZDR und als Teil der Helmholtz-Gemeinschaft – einzigartige Rahmenbedingungen zur transdisziplinären Forschung mit globalen Partnern bieten – und damit einen signifikanten und messbaren Beitrag zum Erreichen einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft für mineralische Rohstoffe und Metalle nicht nur für Sachsen und Deutschland, sondern auch weltweit liefern.

Wegbereiter einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft für Minerale und Metalle

In vielen elektronischen Gegenständen unseres Alltags verbergen sich zahlreiche Rohstoffe. Wie sich diese Ressourcen am Lebensende der Geräte zurückgewinnen lassen, um sie erneut einzusetzen, erforschen die Wissenschaftler*innen am HIF.

©HZDR/Juniks



HiF

HELMHOLTZ-INSTITUT FREIBERG
FÜR RESSOURCENTECHNOLOGIE

Impressum

Herausgeber:

Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt und Dr. Diana Stiller,
Vorstand des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf
(HZDR)

Registergericht:

Amtsgericht Dresden

Registernummer:

VR 1693

Erscheinungsdatum:

September 2021

ISBN: 978-3-941405-21-9

Redaktion:

Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie
Dr. Jens Gutzmer (Direktor)
Anne-Kristin Jentzsch (Pressereferentin)
Tina Pereira (Projektmanagerin)

Bildnachweis:

S. 3 Illustration des Forschungsportfolios des HIF
(dunkelblau) im Kontext der Kreislaufwirtschaft
mineralischer und metallischer Rohstoffe.
Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Zusammenspiel
zwischen dem sich wandelnden Energiesystem und den
Materialströmen der Kreislaufwirtschaft.
© HZDR/HIF

Gestaltung:

die superpixel
www.diesuperpixel.de

Druck

Gutenberg Verlag und Druckerei GmbH
www.gvdleipzig.de

Auflage:

500 Stück gedruckt auf Nautilus SuperWhite
aus 100% Altpapier
EU Ecolabel und FSC Recycled 100% GFA-COC-001203

Kontakt / Bestellung

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie

Öffentlichkeitsarbeit

Anne-Kristin Jentzsch
Telefon: 0351 260 4429
contacthif@hzdr.de

