

## AUSSCHREIBUNG TECH METAL TRANSFORMATION CHALLENGE

### WER IST DIE SPRIND?

Die SPRIND GmbH (SPRIND) ist die Bundesagentur für Sprunginnovationen. Sie ist eine Gesellschaft des Bundes. Sie hat die Aufgabe, bahnbrechende Innovationen zu identifizieren, zu finanzieren und zu skalieren. Inspiriert von der amerikanischen Bundesbehörde DARPA, ist ihr Hauptziel, agile und proaktive Unterstützung zu leisten, um Innovationen hervorzubringen, die unser Leben verändern.

Die Challenges und Funken sind die Innovationswettbewerbe der SPRIND. Sie sind ein Instrument, mit dem die SPRIND bahnbrechende Innovationen aufspürt. Im Wettbewerb miteinander demonstrieren die teilnehmenden Teams, welche Lösungen das Zeug zur Sprunginnovation haben.

### WORUM GEHT ES IN DER TECH METAL TRANSFORMATION CHALLENGE?

Kritische Metalle und Mineralien sind für viele Aspekte unseres modernen Lebens unverzichtbar und kommen in einer Vielzahl von Anwendungen und Industrien zum Einsatz. Trotz der zentralen Rolle, die diese Rohstoffe in industriellen Produktionsprozessen spielen, ist die Recyclingquote für kritische Rohstoffe alarmierend niedrig. Von 26 Rohstoffen, die von der Europäischen Union (EU) als kritisch eingestuft werden, stammen weniger als ein Prozent des Bedarfs Europas aus recyceltem Material. Gleichzeitig ist der Zugang zu vielen dieser kritischen Rohstoffe auf wenige Förderländer beschränkt. Einer der Hauptlieferant:innen ist China, das den europäischen Bedarf an schweren Seltenen Erden nahezu vollständig alleine deckt.

Die Bandbreite der Anwendungen dieser Rohstoffe und insbesondere Metalle ist enorm: von Hightech-Anwendungen über erneuerbare Energietechnologien, Luft- und Raumfahrt, Elektronik bis hin zur modernen Fertigung. Insbesondere deshalb stellt Europas Abhängigkeit von China bei der Versorgung mit diesen Rohstoffen ein erhebliches wirtschaftliches und sicherheitspolitisches Risiko dar. China nutzt die dominierende Stellung im Export kritischer Rohstoffe, um geopolitischen Druck auszuüben, wie sich etwa 2023 an den Exportbeschränkungen für Gallium und Germanium zeigte. Im Jahr 2024 wurden diese Maßnahmen auf Antimon und Graphit ausgeweitet, zwei ebenfalls für viele Industrien essenzielle Rohstoffe.

Neben den geopolitischen Risiken rückt auch der Umgang mit bestehenden Ressourcen innerhalb Europas zunehmend in den Fokus. Elektronische Abfallströme zählen heute weltweit zu den am schnellsten wachsenden Abfallkategorien. Allein im Jahr 2022 wurden mehr als 62 Millionen Tonnen Elektroschrott erzeugt, bei einer globalen Recyclingquote von lediglich 22 Prozent. Diese Abfallströme enthalten zahlreiche kritische Metalle wie Kobalt, Indium, Tantal und Seltene Erden, die für Zukunftstechnologien wie Batterien, Elektronik und erneuerbare Energiesysteme unverzichtbar sind. In konventionellen Recyclingprozessen gehen diese Metalle jedoch weitgehend verloren. Der Critical Raw Materials Act der EU fordert daher bis 2030 eine Recyclingquote von mindestens 25 Prozent für kritische Rohstoffe. Derzeit liegt sie für Seltene Erden noch unter einem Prozent. Vor diesem Hintergrund gewinnen neue Technologien zur selektiven Rückgewinnung kritischer Metalle aus komplexen Abfallströmen zunehmend an strategischer und wirtschaftlicher Relevanz.

Ein sinnvolles Metallrecycling bleibt ein wünschenswertes, aber zum aktuellen Zeitpunkt weit entferntes Ziel. Unter den heutigen Bedingungen gibt es kaum Anreize, Recyclingprozesse wesentlich zu verbessern und die aktuellen Geschäftsmodelle sind auf enge Gewinnmargen ausgelegt. Ohne direkten Zugang zu Abnehmermärkten, also Industrien, die recycelte Metalle unmittelbar verwerten können, bleibt Recycling wirtschaftlich unattraktiv.

Die Tech Metal Transformation Challenge zielt darauf ab, eine neue Generation von Recyclingtechnologien für kritische Metalle zu entwickeln – Technologien, die weit über bestehende Verfahren hinausgehen und das Potential haben, das Metallrecycling grundlegend zu transformieren. Im Zentrum der Tech Metal Transformation Challenge steht die Entwicklung eines hochselektiven, energie- und ressourceneffizienten End-to-End-Prozesses, der es ermöglicht, auch komplexe oder fein verteilte Metallfraktionen wirtschaftlich und ökologisch nachhaltig zurückzugewinnen. Klar definierte Regulierungen schaffen bereits heute die Grundlage für im internationalen Vergleich hohe Recyclingraten. Zudem verfügt Europa über ein fundamentales technologisches Know-how im Metallrecycling. Darauf aufbauend hat Europa das Potential, eine globale Führungsrolle in der Technologie des kritischen Metallrecyclings einzunehmen und die dabei gewonnenen Erkenntnisse und Fähigkeiten auch auf andere Rohstoffquellen, wie beispielsweise Bergbaurückstände auszuweiten.

Die Challenge zielt durch die interdisziplinäre Verbindung von Bioverfahren (zum Beispiel mikrobielle Metallbindung oder Biolaugung), chemo-selektiver Trennung (zum Beispiel durch „grüne“ Lösungsmittel oder ionische Flüssigkeiten) und mechanisch-physikalischer Vorbehandlung weit über den derzeitigen Stand der Technik hinaus. Damit adressiert die Challenge eine radikale Veränderung der derzeitigen Logik des Metallrecyclings: Statt auf klassische Primärpfade wie Hochtemperaturprozesse oder unspezifische Laugung zu setzen, geht es um die Entwicklung hochpräziser, zirkulärer Prozesse mit minimalem Energie- und Chemikalieneinsatz. Im Ergebnis sollen metallurgische Rückgewinnung und funktionale Transformation nicht nur effizienter, sondern auch ökologisch tragfähig und technologisch disruptiv gestaltet werden. Ziel ist es, das heutige Verständnis von Recyclingprozessen

grundlegend neu zu denken – mit einem Fokus auf selektive Rückgewinnung, funktionale Materialnutzung und nachhaltige Industrialisierung.

## DAS ZIEL

Das Ziel der Challenge ist die Entwicklung neuartiger Recyclingverfahren und deren Demonstration in einem integrierten Prototyp. Dieser muss in der Lage sein, kritische Metalle wirtschaftlich aus komplexen Abfallströmen zurückzugewinnen und daraus direkt kommerziell attraktive Materialien verschiedenster Konformität, Reinheit, und Zusammensetzung für bestehende und neue Märkte (zum Beispiel High Entropy Alloys, Nanopartikel) in einem zyklischen Prozess nach dem Prinzip Life-After-Next herzustellen: ein Ende-zu-Ende Prozess, der marktwirtschaftlich wettbewerbsfähig ist und eine umfassende Lösung bietet. Dieser Recyclingprozess soll umweltfreundlich und möglichst energieeffizient sein. Da die Bildung toxischer Gase während der Vorbehandlungsschritte nicht ausgeschlossen werden kann, muss ein entsprechendes Sicherheitskonzept etabliert werden. Auch die Emission bromhaltiger Flammschutzmittel sollte berücksichtigt werden.

Von besonderem Interesse sind Technologien und Verfahren, die mit komplexen, schwer trennbaren Metallgemischen umgehen können. Der Ansatz sollte mehrere Konzepte aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen miteinander verbinden (zum Beispiel Informatik, Mechanische Verfahrenstechnik, Chemie, Materialwissenschaften und Biologie). Die innovative Recyclingstrategie soll über die einfache Rückgewinnung reiner Metalle hinausgehen: Stattdessen sollen die entwickelten Verfahren die rückgewonnenen Metalle in funktionale Materialien (zum Beispiel Metallsalze, High Entropy Alloys, Nanopartikel) umwandeln und einen klaren Pfad zur direkten Wiederverwendung in bestehenden oder neuen Anwendungen aufzeigen.

Genauere Ziele der verschiedenen Stufen und Bewertungskriterien sind weiter unten aufgeführt. Weitere Details sind in der Teilnahmevereinbarung geregelt.

## ABLAUF

Die Challenge läuft voraussichtlich über einen Zeitraum von insgesamt 36 Monaten (für Details siehe Tabelle 1 „Zeitplan“).

Interessierte Teams werden gebeten, ihre Bewerbung zur Teilnahme an der Challenge einzureichen. Eine Jury aus weltweit anerkannten Expert:innen unterstützt SPRIND bei der Bewertung der Bewerbungen und wählt mindestens vier und maximal acht Teams, die zur Teilnahme in Stufe 1 zugelassen werden, im Rahmen eines Pitch Days (voraussichtlich in KW 49 2025) aus.

Die Challenge besteht insgesamt aus voraussichtlich drei Stufen. Jede Stufe dauert voraussichtlich 12 Monate und hat verschiedene inhaltliche Schwerpunkte. Nach jeder Stufe wird der Stand des Fortschritts evaluiert; diese Evaluierung beeinflusst die weitergehende Struktur und die Entscheidung, ob und inwieweit eine weitere Stufe durchgeführt wird.

Am Ende der Stufe 1 bewertet die Jury den Fortschritt der Teams und wählt mindestens drei und maximal sechs Teams, die in der Stufe 2 weiterhin an der Challenge teilnehmen dürfen, im Rahmen eines Pitch Days (voraussichtlich in KW 49 2026) aus. Am Ende der Stufe 2 bewertet die Jury den Fortschritt der Teams erneut und wählt mindestens zwei und maximal vier Teams aus, die in der Stufe 3 weiterhin an der Challenge teilnehmen dürfen, falls diese durchgeführt wird. Am Ende von Stufe 3 werden die Gewinner:innen verkündet.

Der unten abgebildete Zeitplan (Tabelle 1 „Voraussichtlicher Zeitplan“) fasst den gesamten voraussichtlichen Verlauf der Challenge zusammen. SPRIND behält sich vor, die Termine zu ändern und bei Bedarf anzupassen. Auf Änderungen von Terminen werden die Bewerber:innen und Teilnehmer:innen rechtzeitig hingewiesen.

**Tabelle 1: Voraussichtlicher Zeitplan**

Datum	Ereignis
30.07.2025	Start der Ausschreibung
07.11.2025	Ablauf Bewerbungsfrist (18:00 Uhr CET)
04./05.12.2025	Entscheidung über teilnehmende Teams durch die Jury an Pitch-Day
08.12.2025	Start der Stufe 1
30.11.2026	Ende der Stufe 1
01.12.2026	Start der Stufe 2
30.11.2027	Ende der Stufe 2
01.12.2027	Start der Stufe 3
30.11.2028	Abschluss der Challenge und Verkündung der Gewinner:innen

## STUFE 1: VALIDIERUNG & PROOF-OF-CONCEPT (TRL2/3 AUF TRL4)

In der ersten Phase der Stufe 1 sollen die teilnehmenden Teams ihre vorgeschlagene Recyclingstrategie validieren. Zu diesem Zweck erhält jedes Team einheitliche Referenzmaterialien, mit relevanten Gehalten an kritischen Metallen. Dabei handelt es sich um marktübliche Shreds ausgedienter Elektronikgeräte, insbesondere von Leiterplatten (PCBs) und weiteren elektronischen Bauteilen. Der einheitliche Inputstrom gewährleistet konsistente und vergleichbare Ausgangsbedingungen für alle Teilnehmenden.

Auf Basis dieses Referenzmaterials sollen die Teams:

1. die Schlüsselfraktionen oder Zielmetalle identifizieren, die für die Rückgewinnung und funktionale Transformation geeignet sind, und
2. auf Proof-of-Concept-Ebene einen Prozessweg demonstrieren, der mindestens ein funktionales Metallprodukt mit realem Anwendungspotenzial erzeugt.

Der erste Schritt besteht in der Entwicklung eines geeigneten Vorbehandlungsverfahrens für das Elektroschrottmaterial. Zusätzlich muss eine analytische Methode entwickelt werden, die eine umfassende Analytik der Zielmetalle erlaubt. Es wird erwartet, dass die Entwicklung eines zuverlässigen Vorbehandlungsprozesses einschließlich analytischer Methoden etwa drei bis vier Monate dauert. In einem nächsten Schritt wird die gewählte Rückgewinnungsmethode angewandt, um die Zielmaterialien zu extrahieren. Anschließend werden weitere Verarbeitungsschritte ergänzt, um das oder die spezifischen Endprodukte herzustellen. Für den Nachweis des gesamten Metallrückgewinnungsprozesses werden ca. acht bis neun Monate angesetzt. Im Hinblick auf die folgenden Stufen werden parallel ein Konzept und erste Tests für das vollständige Recycling eines kompletten EoL-Produktes (zum Beispiel ein Smartphone) entwickelt und durchgeführt.

Am Ende von Stufe 1 sollen die Teams vom Konzept zur evidenzbasierten Demonstration fortgeschritten sein. Ziel ist es, anhand belastbarer Daten nachzuweisen, dass die vorgeschlagene Methode die Zielmetalle selektiv aus dem Referenzmaterial extrahieren und in die angestrebte funktionale Form überführen kann; einschließlich einer Berechnung des Ressourcenvorteils über den CRM-Score. Das Endergebnis von Stufe 1 ist ein Proof-of-Concept-Demonstrator von mindestens einem funktionalen Material. Dieser Nachweis kann durch physikalische Charakterisierung des Materials, Benchmarking gegenüber kommerziellen Alternativen oder durch Funktionstests in einer vom Team gewählten relevanten Anwendung erfolgen. Teams, die mehrere Metalle zurückgewonnen oder eine signifikante Rückgewinnungsrate (über 80 Prozent) erreicht haben, erhalten Vorteile im Vergleich zu anderen.

## **STUFE 2: PROZESSINTEGRATION & EFFIZIENZSTEIGERUNG (TRL4 AUF TRL5/6)**

Das Ziel der zweiten Stufe der Challenge besteht darin, biologische, chemische sowie physikalisch/mechanische Prozesse zu optimieren, zu integrieren und flexibler zu gestalten. Innerhalb eines Jahres sollen die Metaldissipation und der Energiebedarf auf ein Minimum reduziert werden. Damit ist eine Bilanzierung der Massen- und Energieströme in den verschiedenen Verfahrensschritten verbunden. Die gewonnenen funktionalen Metallprodukte sollen hinsichtlich ihrer Funktionalität und Marktgängigkeit optimiert werden. Gleichzeitig soll mindestens ein EoL-Produkt vollständig recycelt werden. Alle bisherigen Erkenntnisse sollen in eine umfassende techno-ökonomische Analyse sowie eine Lebenszyklusanalyse einfließen.

## **STUFE 3: DEMONSTRATION & SKALIERBARKEIT (TRL5/6 AUF TRL7)**

Innerhalb eines Jahres soll in der dritten Stufe der Tech Metal Transformation Challenge ein erster Demonstrator im Sinne eines skalierbaren und funktionsfähigen End-to-End-Prototyp entwickelt werden. Dieser Prototyp muss in einer realen Betriebsumgebung demonstrieren, wie das komplette Metallinventar von mindestens zwei signifikant verschiedenen EoL-Produkten zu funktionalen Metallprodukten verarbeitet werden kann. Die gewonnenen funktionalen Metallprodukte müssen für die direkte Nutzung durch Kunden geeignet sein. Der Prozess muss einen vollständigen Lebenszyklus umfassen. Es muss aufgezeigt werden, wie dieser Demonstrator in bestehende industrielle Recyclingprozesse integriert werden kann oder diese im Hinblick auf die Materialgewinnung und wirtschaftliche Tragfähigkeit disruptiv verändert.

Weitere Details und Informationen finden sich in der Teilnahmevereinbarung.

## **WIE PROFITIERT MEIN TEAM?**

Für die Stufe 1 stellt die SPRIND bis zu 1.500.000 Euro pro Team zur Verfügung, abhängig von den finanziellen Anforderungen, welche die Teams mit ihrer Bewerbung einreichen. Diese Finanzierung erfolgt in Form eines individuellen Festpreises auf Basis der Kostenschätzung des Teams. Die SPRIND nutzt für diese Finanzierung das Instrument der vorkommerziellen Auftragsvergabe (siehe Teilnahmevereinbarung).

Für die Finanzierung in Stufe 2 sind bis zu 2.000.000 Euro pro Team geplant. Für die Finanzierung in Stufe 3 sind bis zu 2.500.000 Euro pro Team geplant.

Um den Teams zu helfen, ihr volles Potential zu erreichen, stellt die SPRIND unterschiedliche Unterstützungsmöglichkeiten bereit. Sie begleitet und unterstützt die Teilnehmer:innen bzw. die Teams über die gesamte Zeit. Die SPRIND erleichtert außerdem den Zugang zu neuen möglichen Kooperationspartner:innen und Expert:innen. Es ist ebenfalls möglich, dass die SPRIND die teilnehmenden Teams auch nach dem Ende der Challenge finanziell unterstützt, wenn sie – auch gemeinsam mit der Jury und ggf. weiteren Expert:innen – ausreichend Sprunginnovationspotential sieht.

## WER IST BERECHTIGT, SICH ZU BEWERBEN?

Bewerben können sich Teams in allen Rechtsformen, zum Beispiel Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, etablierte Unternehmen, Start-ups und Inkubatoren. Gründerzentren können die Aufforderung zur Einreichung von Bewerbungen gerne an ihre Netzwerke weiterleiten.

Teams sind antragsberechtigt, wenn sie ihren Hauptsitz in der Europäischen Union, in der Europäischen Freihandelszone (EFTA), dem Vereinigten Königreich oder Israel haben. Einzelne Mitglieder:innen oder Kollaborationspartner:innen der Teams können ihren Sitz auch außerhalb dieser Region haben.

Die Bewerber:innen müssen sicherstellen, dass die Arbeit an ihrem Beitrag zur Challenge nicht bereits mit anderen öffentlichen Fördermitteln finanziert wird.

Mit der Bewerbung ist das Formblatt "ERKLÄRUNG ZU RUS-SANKTIONEN" ausgefüllt einzureichen. Für die Teilnahme an dieser Challenge ist das Ausfüllen des Formblatts obligatorisch. Es sind nur solche Bewerber:innen zugelassen, die keinen Bezug zu Russland gemäß dieser Erklärung aufweisen.

## WIE FUNKTIONIERT DER BEWERBUNGSPROZESS?

Um sich für diese Challenge zu bewerben, sind die Bewerber:innen aufgefordert, unser Bewerbungsformular auszufüllen:

<https://www.sprind.org/taten/challenges/submissions/tech-metal-transformation>

## WIE WERDEN DIE TEAMS AUSGEWÄHLT?

Die SPRIND wird bei der Auswahl von einer Jury aus international renommierten Expert:innen aus verschiedenen Forschungsbereichen, Fachgebieten und relevanten Industrieunternehmen unterstützt.

Die Bewerbungen durchlaufen eine Vorauswahl innerhalb der SPRIND, unterstützt durch externe Expert:innen. Ausgewählte Bewerbungen werden durch die Jury bewertet (siehe oben). Die Bewerbungen werden hinsichtlich folgender Kriterien bewertet (siehe Tabelle 2 „Auswahlkriterien für die Zulassung zu Stufe 1“):

- Das Potential, eine Sprunginnovation zu werden (Ansatz);
- Die Effektivität des vorgeschlagenen Arbeitsplans (Umsetzung);
- Die Fähigkeit des Teams, diesen Plan umzusetzen (Team);
- Wirtschaftlichkeit.

Die einzelnen Kriterien werden gleichmäßig gewichtet.

### **Tabelle 2: Auswahlkriterien für die Zulassung zu Stufe 1**

<b>Ansatz</b>
Hat der Ansatz das Potential, eine Sprunginnovation zu werden?
Beinhaltet der Ansatz adäquate Lösungen, um das Ziel der Challenge zu erreichen?
Verbessert der Ansatz den aktuellen Stand der Technik insbesondere in Hinblick auf den CRM-Score (siehe unten)?
<b>Umsetzung</b>
Basiert der Arbeitsplan auf realistischen Annahmen und ist davon auszugehen, dass in einer möglichen Stufe 3 ein vollständiger, skalierbarer und funktionsfähiger End-to-End-Prototyp entwickelt wird, der ein umfassendes Metallrecycling aus mindestens zwei signifikant unterschiedlichen EoL-Produkten ermöglicht?
Wie „anwendbar“ ist die Lösung, d.h. können reale Probleme mit der Lösung direkt adressiert werden?
Wie plausibel und umsetzbar ist das angedachte Geschäftsmodell (Business Model)?
<b>Team</b>
Hat das Team die erforderliche Expertise, Dynamik und Innovationsstärke für die Challenge? Sind die Teams in der Lage, ihre Technologie bzw. Dienstleistung anschließend erfolgreich zu vermarkten?
Hat das Team erste Schritte aus dem z. B. akademischen Umfeld, in Richtung Ausgründung oder Zusammenarbeit mit Industriepartnern gemacht?
<b>Wirtschaftlichkeit</b>
Stehen die angebotenen Gesamtkosten im Verhältnis zum angebotenen Leistungsumfang?

Um das übergeordnete Ziel zu erreichen, müssen die Teams biologische, chemische und physikalisch-mechanische Prozesse in einen einzigen Prototyp integrieren. Der Prototyp muss in der Lage sein, Technologiemetalle aus einer Vielzahl unterschiedlicher End-of-Life (EoL) Produkte und Metallmischungen zurückzugewinnen. Die Prozesse sollen so optimiert werden, dass metallische Verluste durch Dissipation vermieden, der Energieverbrauch deutlich gesenkt und die resultierenden Produkte hinsichtlich ihrer Funktionalität gemäß den Marktanforderungen optimiert werden.

Im Verlauf der Challenge sollen die Projekte vom Laborstadium (TRL 2/3) bis hin zu Prototypen in einer realen Betriebsumgebung (TRL 7) weiterentwickelt werden.

Ein zentraler Bewertungsmaßstab für diese Challenge ist der „Critical Raw Materials Score“ (CRM-Wert), der angibt, inwieweit das vorgeschlagene Verfahren die umfassende Rückgewinnung von kritischen Metallen aus einem EoL-Produkt ermöglicht. Um eine

Vergleichbarkeit sicherzustellen, müssen alle Teams den CRM-Wert nach der folgenden Methode berechnen:

1. Quantifizierung der Gesamtmasse und der Rückgewinnungsrate jedes zurückgewonnenen Metalls – nicht als reines Element, sondern in seiner finalen funktionalen Form (z. B. als Verbindung oder Legierung).
2. Normierung des Ergebnisses auf die Gesamtinputmasse des Inputstroms (Shreds oder später EoL Elektronikprodukt) zur Ermittlung des CRM-Scores gemäß folgender Gleichung:

$$\text{CRM-Score} = \sum_i (R_i \times SR_i \times EI_i) \times w_i$$

Mit dem Gewichtungsfaktor

$$w_i = \frac{\sqrt{\frac{m_{i,\text{content}}}{M_{\text{EoL-product}}}}}{\sum_j \sqrt{\frac{m_{j,\text{content}}}{M_{\text{EoL-product}}}}}$$

Symbol	Description
$R$	Recycling yield of the metal (recovered mass ÷ original mass in the EoL-product)
$SR$	Supply Risk score from the EU Critical Raw Materials assessment
$EI$	Economic Importance score from the EU Critical Raw Materials assessment
$w$	Weighting factor reflecting the square root of the metal's mass share in the EoL-product, normalised so that all $w$ values sum to 1
$m_{\text{content}}$	Mass of the metal contained in the EoL-product (sum of all materials)
$M_{\text{EoL-product}}$	Total mass of the reference EoL-product

Ein gegebenenfalls vorhandenes Recycling oder die Rückgewinnung nichtmetallischer Komponenten des EoL-Produkts soll in die ganzheitliche Prozessbewertung einbezogen werden und fließt positiv in die Gesamtevaluierung der vorgeschlagenen Lösung ein.

**Tabelle 3: Bewertungskriterien zum Ende der Stufen 1-3**

Ende von Stufe 1
Wurden alle wesentlichen Verfahrensschritte (zum Beispiel Zerlegung, Vorbehandlung, Solubilisierung, Fällung, Synthese) im Labormaßstab experimentell erprobt? Wurden analytische Methoden mit hohen Wiederfindungsraten etabliert? Liegen nachvollziehbare Materialbilanzen und Energieverbrauchsdaten für die einzelnen Prozessschritte vor?

Welche Rückgewinnungsraten wurden für die jeweiligen Zielmetalle erreicht? Entsprechen die Eigenschaften der Materialien den Anforderungen für eine mögliche funktionale Nutzung?
Wurde ein CRM-Score gemäß den vorgegebenen Kriterien berechnet (unter Verwendung von SR-, EI-Werten)?
Wurde eine grundlegende HAZOP-Analyse (Hazard and Operability) des entwickelten Prozesses durchgeführt? Wurden Umwelt- und Arbeitssicherheitsaspekte ausreichend berücksichtigt?
Wurden erste indikative Werte zum Energie- und Reagenzieneinsatz entlang der Prozesskette angegeben?
Liegt ein schlüssiges Konzept zur vollständigen Verwertung eines End-of-Life-(EoL)-Produktes vor und wurden erste Tests und Experimente dahingehend erfolgreich durchgeführt?
<b>Ende von Stufe 2</b>
Inwieweit wurden die biologischen, chemischen und physikalisch/mechanischen Prozesse erfolgreich integriert? Wurde die Prozesskette modular oder flexibel gestaltet, um unterschiedliche Inputmaterialien verarbeiten zu können?
In welchem Maße wurde die Funktionalität der gewonnenen Metall- oder Mineralprodukte verbessert (zum Beispiel Reinheit, Partikelstruktur, Legierungszusammensetzung)? Gibt es erste potentielle Kunden, die die recycelten Materialien testen?
Wurde mindestens ein vollständiges End-of-Life-(EoL)-Produkt erfolgreich verarbeitet? Wie vollständig ist die Verwertung des Gesamtprodukts – auch in Bezug auf Materialausbeute und Kreislauffähigkeit?
Wurden die Massen- und Energieströme des Verfahrens hinreichend genau erfasst? Wurde auf dieser Basis eine belastbare techno-ökonomische Analyse (TEA) durchgeführt?
Wurde eine LCA-Vorschau oder erste vollständige Lebenszyklusanalyse erstellt?
<b>Ende von Stufe 3</b>
Wurde ein vollständiger, skalierbarer End-to-End-Prototyp aufgebaut, der alle relevanten Prozessschritte umfasst? Ist der Demonstrator in einer realitätsnahen Betriebsumgebung getestet worden (z. B. Pilotanlage, industrielles Umfeld)?
Wurden mindestens zwei signifikant unterschiedliche EoL-Produkte verarbeitet (z. B. hinsichtlich Zusammensetzung, Komplexität, Form)?
Entsprechen die gewonnenen funktionalen Metall- oder Mineralprodukte den Anforderungen für die direkte industrielle oder kommerzielle Nutzung?

## WAS WIRD WÄHREND DER CHALLENGE PASSIEREN?

Am Ende der jeweiligen Stufen fasst das teilnehmende Team wesentliche Elemente des Entwicklungsstands in einem Bericht zusammen. Der Bericht soll beschreiben, ob das in der Bewerbung ausformulierte Ziel erreicht wurde. Darüber hinaus soll das entwickelte geistige Eigentum (Know-how, Daten, Erfindungen etc.) skizziert und ggf. eine Liste der Veröffentlichungen ergänzt werden. Der Bericht ist 14 Tage vor Ende der jeweiligen Stufe einzureichen. Der Bericht ist unabhängig davon erforderlich, ob sich das Team für die nächste Stufe bewirbt oder nicht. Weitere Informationen zu den Anforderungen und Rahmenbedingungen für Stufe 2 und Stufe 3 werden den teilnehmenden Teams rechtzeitig vor Ende der jeweils vorhergehenden Stufe mitgeteilt.

Die Teams können sich bei Fragen zur Entwicklung ihres Lösungsansatzes jederzeit an das SPRIND Challenge-Team wenden.

**Hinweis:** Der dargestellte Ablauf stellt den aktuellen Planungsstand dar. Für etwaige, zukünftige Änderungen, vgl. dazu die Regelungen in der Teilnahmevereinbarung.

## VERTRAULICHKEIT

Die SPRIND wird alle Einreichungen vertraulich behandeln. Informationen über die Einreichungen werden nur an die Jury, Gutachter:innen und die Challenge-Coaches weitergegeben. Auch diese Personen sind zur Verschwiegenheit verpflichtet.

Die Teams, welche sich qualifizieren, werden öffentlich bekannt gegeben. Mit der Einreichung der Bewerbung erklären die Teams sich damit einverstanden.

## AN WEN KANN ICH MICH BEI WEITEREN FRAGEN UND RÜCKFRAGEN WENDEN?

Bewerber:innen werden gebeten, einen Blick in die Teilnahmevereinbarung und die FAQs auf der entsprechenden Webseite der Tech Metal Transformation Challenge zu werfen.

Sollten Sie Ihre Frage dort nicht beantwortet finden, wenden Sie sich bitte zur weiteren Klärung an [challenge@sprind.org](mailto:challenge@sprind.org).