

kupfer_

Positionspapier der Initiative

Science goes Copper

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Grundlagen schaffen: Kupferwerkstoffe sind ein entscheidendes Element für die sozio-ökonomische Entwicklung und Dekarbonisierung der Gesellschaft **3**

Unsere Forderung

Kupferwerkstoffe als Schlüsselmaterialien der Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) definieren und deren Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten nachhaltig durch innovative Forschungsansätze unterstützen **5**

Die Entwicklung von Kupferwerkstoffen der nächsten Generation für zukünftige Einsatzgebiete fördern **7**

Eine nachhaltige, robuste und digitalisierte Fertigungstechnik in der Kupferindustrie unterstützen **8**

Anhang

Die Initiative „Science goes Copper“ wird unterstützt von **9**

Quellenangaben **9**

Einleitung

Grundlagen schaffen: Kupferwerkstoffe sind ein entscheidendes Element für die sozio-ökonomische Entwicklung und Dekarbonisierung der Gesellschaft

Kupfer leistet als nachhaltiger Rohstoff einen wichtigen Beitrag zur sauberen Energiewende und zur Dekarbonisierung der Wirtschaft. Dank seiner hervorragenden elektrischen und thermischen Leitfähigkeit ermöglicht Kupfer Energieeinsparungen und CO₂-Reduzierungen im gesamten Stromsystem, im Verkehr, in Gebäuden und in der Industrie. Der Werkstoff ist ein bedeutender Baustein für die industrielle Wertschöpfung in Deutschland und Europa. Um die Wettbewerbsfähigkeit der Kupferindustrie zu erhalten und Kupfer in seinem Anwendungsspektrum auch im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung weiter zu stärken, ist neben wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen auch ein verbesserter Zugang zur Forschungsförderung unerlässlich.

Kupfer wird unter anderem in Anwendungen wie Windrädern, Stromnetzen, Elektroinstallationen, Solarzellen, Elektrofahrzeugen, Ladeinfrastruktur, Gebäudeautomatisierung, Energiespeicherung, Solarthermie, Abwasserwärmerückgewinnung, Wärmepumpen und Batterien eingesetzt. Insgesamt können kupfergestützte Dekarbonisierungstechnologien etwa 75 % der Treibhausgasemissionen der EU verringern. Bis 2030 könnte Kupfer sogar dazu beitragen, den weltweiten CO₂-Fußabdruck um 16 % zu reduzieren.¹

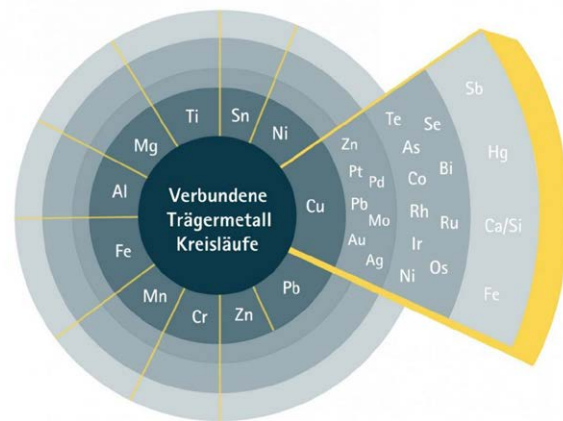
Der zusätzliche Kupferbedarf, der durch die Energie- und Verkehrswende entsteht, ist mit dem Übergang zu einer dekarbonisierten Kreislaufwirtschaft vereinbar: Kupfer kann endlos recycelt werden, ohne seine Eigenschaften zu verlieren, und rund 50 % des in der EU produzierten Kupfers wird schon heute durch Recycling gewonnen. Kupfer, als Trägermetall, leistet einen wichtigen Beitrag zur Ressourceneffizienz, denn bei der Kupferproduktion fallen als Nebenprodukte auch andere für die Verkehr- und Energiewende benötigte Metalle wie Nickel und Platinmetalle (Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium und Platin) an. Raffination und Recycling von Kupfer gehört daher zu Europas wichtigsten Wegen, um an kostbare und kritische Metalle zu gelangen.

Kupfer und seine Legierungen gelten aufgrund ihrer Eigenschaften als essentiell für alle Teilbereiche der technisierten Welt. Als entsprechend unersetzbar sind sowohl die Primär- und Sekundärkupferressourcen selbst, als auch die zugrunde liegenden Produktions-, Weiterverarbeitungs- und Recyclinganlagen und -prozesse zu werten.



Auch vor dem Hintergrund des gerechtfertigt sehr hohen Stellenwertes, welchen die Europäische Kommission sowie die Mitgliedstaaten einer verbesserten Nachhaltigkeitswirtschaft beimessen, haben sich Vertreter aus Hochschullandschaft und Kupferindustrie in der Initiative „Science goes Copper“ zusammengeschlossen, um gemeinschaftlich zu fordern, dass fundamentale Kenntnislücken zu den weiteren Optimierungsmöglichkeiten durch Kupferwerkstoffe geschlossen werden und ein entsprechender Forschungsbedarf anerkannt und gefördert wird.

Europas Metallrecycling-Industrie arbeitet in einem integrierten Ökosystem



M.A. Reuter et al. (2019): Challenges of the Circular Economy – A material, metallurgical and product design perspective. Annual Review of Materials Research, 49, 253-274. E. Verhoef, G. Dijkema, M.A. Reuter (2004): Process knowledge, system dynamics and metal ecology. Journal of Industrial Ecology, 8(1-2), 23-43.

Als wichtigste **Säulen gesellschaftsrelevanter Kupferforschung** wurden dabei folgende Bereiche identifiziert:

- Kupferwerkstoffe als Schlüsselmaterialien der Kreislaufwirtschaft (Circular Economy)
- Kupferwerkstoffe der nächsten Generation für zukünftige Einsatzgebiete
- Nachhaltige, robuste und digitalisierte Fertigungstechnik in der Kupferindustrie

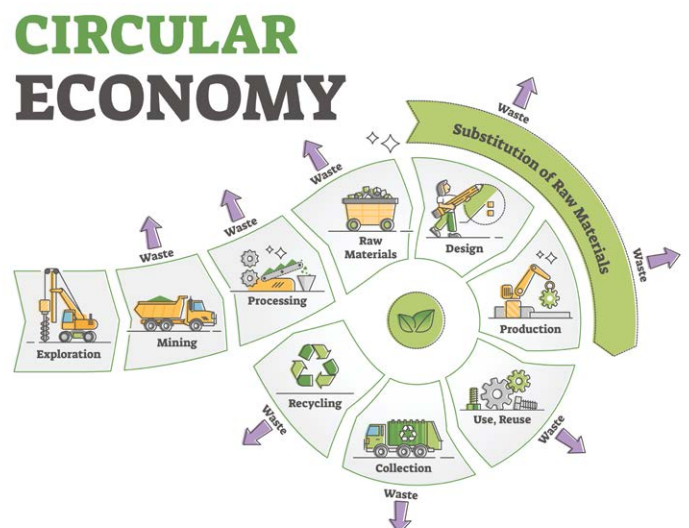
Unsere Forderung

Kupferwerkstoffe als Schlüsselmaterialien der Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) definieren und deren Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten nachhaltig durch innovative Forschungsansätze unterstützen!

Aufgrund seines unendlichen Lebenszyklus ist der Beitrag von Kupfer zur Langlebigkeit und Effizienz einer Vielzahl von Produkten und Industrien ein herausragendes Beispiel für die Kreislaufwirtschaft und das **Leitprinzip der Wiederverwendung**. Die Kreislaufwirtschaft ist ein wichtiger Teil der Lösung des Ressourcenproblems, da sie ökonomische und ökologische Chancen verknüpft. In einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft sollen Materialien und Stoffe so eingesetzt werden, dass sie über einen möglichst langen Zeitraum in Produkten Nutzen stiften, für zukünftige Produktionsprozesse zurückgewonnen werden und somit nicht als Abfälle unwiederbringlich verloren gehen können. Kupfer erfüllt diese Forderungen vorbildhaft.

Die Rolle von Kupfer ist umso wichtiger, weil es ein **Schlüsselmaterial für die Kreislaufwirtschaft** ist. Durch die Wiedergewinnung von Kupfer wird auch die Wiedergewinnung und die Wiederverwertung vieler anderer Materialien gesichert, von denen viele einen hohen Wert haben, aber in sehr geringen Mengen vorhanden sind. Kupfer mit seiner „Trägermetallfunktion“ für eine breite Palette anderer Nichteisenmetalle ist eine wichtige Säule der Kreislaufwirtschaft.

Trotz über viele Jahre weiter verbesserter Technologie auf allen Ebenen der Wertschöpfungsketten und Recyclingwirtschaft bzw. Industrie, besteht weiterhin **Optimierungsbedarf** beim Thema „Kreislaufwirtschaft“. Einerseits sind einige Verfahrenstechniken immer noch sehr energie-intensiv, andererseits sind Teilströme des Materialrücklaufs nicht vollumfänglich verstanden und/oder mit heutiger Technik nicht zufriedenstellend recyclebar. Entsprechend gehen wertvolle Ressourcen verloren, welche durch Entwicklung und Etablierung neuer Verfahren und Technik erhalten bleiben könnten. Wichtige zu verfolgende Aspekte sind in diesem Zusammenhang



- spezifizierte Anforderungen an künftige Werkstoffe und Bauteile,
- die Prozessoptimierung auf allen Ebenen sowie
- Langlebigkeit, Reparaturfähigkeit, Recycling und Circular-Business-Modelle.



Dabei fokussieren die spezifizierten Anforderungen an zukünftige Werkstoffe und Bauteile vor allem auf mögliche Substitution von gesundheitstechnisch und/oder umwelttechnisch nicht gewünschten chemischen Elementen sowie von „kritischen“ Elementen, die der Wertschöpfungskette nur beschränkt oder nur mittelfristig zur Verfügung stehen oder als Konfliktstoffe gelten. Natürlich können in großem Maße Stoffkreisläufe durch regulatorische Maßnahmen beeinflusst werden, die eine Beschränkung als umweltschädlich eingestufte Elemente in Werkstoffen zum Inhalt haben, wie zum Beispiel Blei in Kupferwerkstoffen.



Die Förderung des optimierten Kupferkreislaufes ist ein wichtiges nachhaltiges Element für die Dekarbonisierung unserer Gesellschaft und muss kurzfristig auch durch entsprechende Entscheidungen für eine intensive Kupferforschung auf politischer Ebene unterstützt werden!

Die Funktionen der zu ersetzenden Elemente sollten idealerweise durch andere Alternativelemente, Gefügeanpassungen oder eine angepasste Fertigung (Gießen, Halbzeugfertigung und Weiterverarbeitung) kompensiert werden. Für eine zukunftsfähige Kreislaufwirtschaft sollte bereits während der Werkstoffentwicklung geklärt werden, ob sich die inhaltlichen Elemente wieder von der Kupferbasis trennen lassen und mit welchem Aufwand (Stichwort: **nachhaltige selektive Metallurgie**²). Die Entwicklung neuer kreislauf-optimierter Werkstoffe oder Gebrauchseigenschaften würde die gesamte Kreislaufwirtschaft unterstützen. Demgegenüber steht die Werkstoffentwicklung mit dem Ziel technischer Verbesserung oder auch die Werkstoffentwicklung mit Fokus auf Wirtschaftlichkeit (Stichwort: **Funktionsgerechtes Werkstoffdesign**³).

Ein weiterer, bisher vernachlässigter Aspekt im Rahmen von „Circular Economy“, ist eine generelle und übergreifende **Prozessoptimierung**. Diese sollte als eine gesamtheitliche Betrachtung die betroffenen Systeme (Ökologie, Ökonomie und Soziales) ebenso miteinschließen wie die Bereiche Kreislauf-/Materialeffizienz, Ressourceneffizienz, Sensorik und Rohstoffcharakterisierung. Schon während der Entwicklungsphase neuer Werkstoffe, neuer Bauteile und neuer Endprodukte muss die Recycling- und/oder Reparaturfähigkeit ein wichtiges Kriterium ausmachen. Hier besteht dringender Handlungs- und Verbesserungsbedarf.

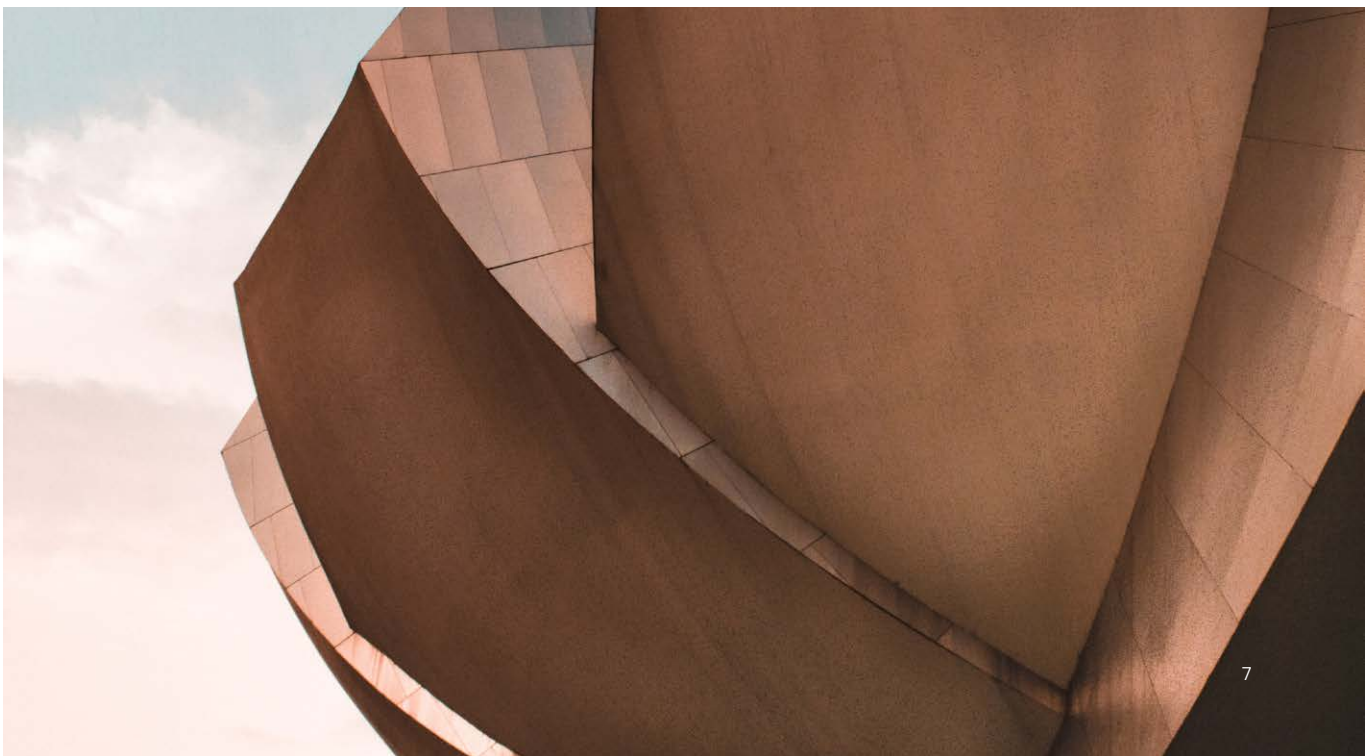
Unsere Forderung

Die Entwicklung von Kupferwerkstoffen der nächsten Generation für zukünftige Einsatzgebiete fördern!

Kupfer zusammen mit seinen über 400 genormten Legierungen ist wichtiger Bestandteil innovativer Entwicklungen in vielen Bereichen des täglichen Lebens – ob in der industriellen Anwendung, der Energietechnik, der Architektur, der Informations- und Kommunikationstechnologie oder anderen innovativen Technologien. Die **hervorragenden Werkstoffeigenschaften** von Kupfer ermöglichen ein **breites Anwendungsspektrum**, das in seinen Möglichkeiten jedoch noch lange nicht erschöpft ist. Durch gefügebasiertes Werkstoffdesign lassen sich z. B. technische Eigenschaften gezielt einstellen und bisherige Eigenschaftsgrenzen möglicherweise erweitern. Auch Werkstoffverbunde ermöglichen die gezielte **Kombination von Eigenschaften** der Materialien, wodurch sich neue technische Möglichkeiten eröffnen. Makroskopische Eigenschaften eines Materials lassen sich durch das Verhalten auf mikro-, nanoskopischer und atomarer Ebene erklären. Mit wachsendem Verständnis der Vorgänge und Möglichkeiten, diese zu steuern, ergeben sich neue Ansätze, um technische Eigenschaften gezielt einzustellen. Neue Formen der Energiespeicherung, -transport und -verteilung machen zudem die Erforschung der **Langzeiteigenschaften** und der **Interaktion mit verwendeten Werkstoffen** erforderlich.



Die Entwicklung neuer Kupferwerkstoffe sowie entsprechender Anwendungen als Basis des sozio-ökonomischen Standards unserer Gesellschaft muss kurzfristig auch durch entsprechende Entscheidungen für eine intensive Kupferforschung auf politischer Ebene unterstützt werden!



Unsere Forderung

Eine nachhaltige, robuste und digitalisierte Fertigungstechnik in der Kupferindustrie unterstützen!

Um die **Erfüllung der Nachhaltigkeitsziele** unserer Gesellschaft und insbesondere der Europäischen Union langfristig zu gewährleisten, müssen Herstellungs- und Fertigungsverfahren in der Kupferindustrie auf den Prüfstand gestellt und optimiert werden. Dazu gehören neben der Einbeziehung der Werkstoffkreisläufe auch ein verstärkter Einsatz von CO₂-neutraler Energieträgern, wie z. B. Wasserstoff als Energiequelle für den hochenergetischen Herstellungsprozess von Kupfer sowie die Erforschung von weiteren Technologien zur **Verbesserung des CO₂-Fußabdrucks**, um die CO₂-Neutralität/ CO₂-Reduzierung und die Reduktion des Wärmeeaufwands in der Fertigung unter wirtschaftlichen und umweltrelevanten Gesichtspunkten zu erzielen. Wichtiges Element ist dabei die **ressourceneffiziente Verarbeitung** von Kupferwerkstoffen sowie die Verschlinkung und Verbesserung von Prozessketten und eine optimale Prozesssicherheit zur Ausschuss-/ Abfallvermeidung. Handlungsbedarf besteht hier insbesondere beim Thema Reduktion von Prozesswärme, Ausnutzung von überschüssiger Wärme sowie systematischer Weiterentwicklung und systematischem Ausbau von Fertigungsverfahren. Des Weiteren müssen Materialverluste in der Produktion minimiert und die Logistik durch neue Anlagenkonzepte angepasst werden.



Um die gesellschaftlichen und europäischen Klimaziele zu erreichen, müssen gesamtheitliche, verknüpfte Fertigungsprozesse und -ketten – auch unter Digitalisierungsaspekten – und eine fertigungstechnische Umsetzung des Recyclings durch entsprechende Entscheidungen auf politischer Ebene gefördert werden!

Elementares Bindeglied ist dabei die verbesserte Nutzung digitaler Methoden für eine Optimierung der Fertigungskette im Hinblick auf den CO₂-Fußabdruck und andere Aspekte der Nachhaltigkeit wie sie auch schon im Rahmen des Kupferkreislaufes geschildert worden sind.

Als wichtiges Technologiemetall ist Kupfer für die Weiterentwicklung unserer Gesellschaft und Wirtschaft von fundamentaler Bedeutung und aufgrund seiner vielfältigen Eigenschaften einer der nützlichsten Werkstoffe. Bislang ist der Werkstoff sowohl in der öffentlichen Wahrnehmung in seiner Bedeutung als Werkstoff des Fortschritts als auch bei der Vergabe von Fördermitteln nur unzureichend berücksichtigt worden.

In der Initiative „**Science goes Copper**“ haben sich Wissenschaftler aus Hochschullandschaft und Industrie zusammengeschlossen, um die Forschung zum Thema Kupfer auszubauen, zu stärken und in das Bewusstsein der Öffentlichkeit zu bringen. Ziel ist es, sozio-ökonomisch relevante Forschungsansätze zu definieren und durch entsprechende Förderung zu realisieren und damit die Kenntnislücken in der Industrie und Wissenschaft zu Kupfer und Kupferlegierungen zu schließen.



Anhang

Die Initiative „Science goes Copper“ wird unterstützt von folgenden Hochschulen und Instituten sowie von Unternehmen der Kupferbranche:

Berkenhoff GmbH
 Bruker-Spaleck GmbH
 ChemSys GmbH
 Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V.
 Diehl Brass Solutions Stiftung & Co. KG
 Fraunhofer IFAM
 Fraunhofer IWM Freiburg
 Gebr. Kemper GmbH & Co. KG
 HME Brass Germany GmbH
 KME Germany GmbH & Co. KG
 KME Mansfeld GmbH
 Kupferverband e.V.
 Ludwig-Maximilians-Universität München, utg
 Material Engineering Center Saarland
 Materion Brush GmbH
 Montanwerke Brixlegg AG
 Otto-Schott-Institut für Materialforschung, Jena
 Ruhr-Universität Bochum
 Ruhr-Universität Bochum, ICAMS
 SANHA GmbH & Co. KG
 Steinbeis-Transferzentrum Innovative Produktionstechnik, Esslingen
 Sundwiger Messingwerk GmbH & Co. KG
 TU Bergakademie Freiberg, IMF
 TU Dortmund, IPS
 TU Dresden
 Universität Stuttgart, IMWF
 Wieland-Werke AG

Quellenangaben

- 1 www.copper.org
- 2 Katrin Daehn, Antoine Allanore: Electrolytic production of copper from chalcopyrite, in Current Opinion in Electrochemistry, Volume 22, August 2020, Pages 110-119
- 3 F. Mücklich: Stereology or Microstructure tomography? About essential tools to measure and to understand 3D microstructures, in Tagung am KIT, Karlsruhe