

29
Cu

Kupfer

METALLEINORDNUNG

Basismetall, Buntmetall,
Nichteisenmetall

EIGENSCHAFTEN

hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit,
gute Verformbarkeit und Korrosionsbeständigkeit

SCHMELZTEMPERATUR

1.084°C

DICHTE

8,96 G/CM³

Produktion

ART DER PRODUKTION

Pyrometallurgische Reduktion und Raffination mit diversen Schmelzöfen (Schachtofen, Badschmelzöfen, Mini-Smelter, TBRC, Konverter, Anodenöfen) mit nachfolgender hydrometallurgischer Raffination (Elektrolyse) zu Kupferkathoden, Direktes Einschmelzen/Umschmelzen

MENGE PRODUKTION

22,0 Mio. t Inhalt Bergwerksförderung (Welt 2022), 26,0 Mio. t Inhalt Raffinadeproduktion (Welt 2022), 609.000 t Raffinadeproduktion, davon 364.000 t primär und 245.000 t sekundär (D 2022)(BGR 2023)

MENGE VERARBEITUNG

26,1 Mio. t Verbrauch Raffinade (Welt 2022),
1.005.000 t Verbrauch Raffinade (D 2022),
234.000 t (direkter Schrotteinsatz (D 2021)(BGR 2023)

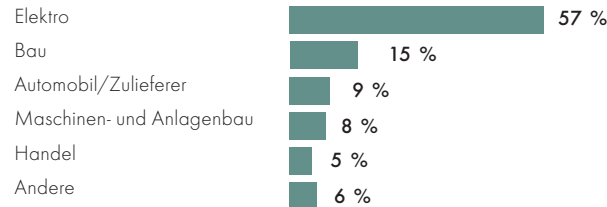
TOP 3 UNTERNEHMEN MIT RECYCLINGROHSTOFFEINSATZ

AURUBIS AG, Hamburg/Lünen
Wieland Recycling, Ulm
KME Germany GmbH & Co. KG, Osnabrück

Verwendung

EINSATZGEBIET

(D 2021) %-Anteil



(WVM 2021)

WEITERVERARBEITUNG

Gießen, Walzen, Drahtziehen, Stanzen,
Spanende Verarbeitung zu Rohren, Stangen,
Platten, Blechen, Bänder, Drähte, Profilen

Import/Export

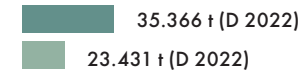
MENGE IMPORT/EXPORT

Abfälle, Schrott



(HS 7404, DESTATIS 2022)

Schlacken, Aschen, Rückstände



(HS 262030, DESTATIS 2022)

■ Menge Import ■ Menge Export

Recyclingraten

ANTEIL RECYCLINGROHSTOFFE IN DER PRODUKTION



40 %
(D 2022)
(BGR 2023)

EOL-RECYCLINGRATE



80 %
(D 2022)
(DKI 2022)

PRODUKTBEZOGENE RECYCLINGRATE



90 %
Infrastruktur-Cu
(EU 2020)
(EuRIC 2020)

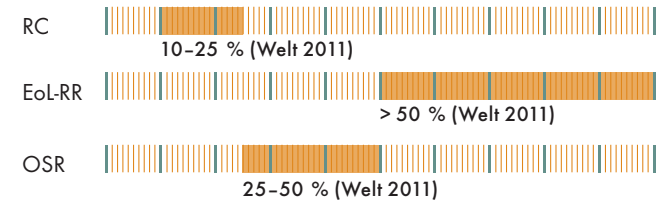


95 %
Verpackungs-
bereich
(D 2017)
(BDE 2020)



50 %
Transport,
Bauwesen
(EU 2018)
(EuRIC 2020)

GLOBAL NACH UNEP



(UNEP 2011)

NACH RMIS



(RMIS 2020)

Recycling

KREISLAUFMODELL

Closing-the-loop: Ankauf von Produktionsrückständen/Altkupfer, Zurücklieferung von Neukupfer. Entweder direkter Ankauf durch Recyclingunternehmen oder über Metallhandel und Verkauf an geeignete Recyclingunternehmen (Hütte: niedrigste Anforderungen, Halbzeugwerke/Umschmelzung: i.d.R. keine EoL-Schrotte, da keine Raffination stattfindet) (VDM 2021)

RECYCLINGROHSTOFFE

Bezeichnung/Kategorie	Beispiele
Neuschrotte (Produktionsschrotte)	Produktionsabfälle verschiedener Verarbeitungsstufen (Gießereiabfälle, Blechabschnitte, Stanzabfälle, Drahtreste, verölte Späne)
Altkupfer und Legierungsschrotte	Hochkupferhaltige Schrotte: Rohre, Regenrinnen... Legierungsschrotte: Rotguss, Bronze, Messing, z. B. Türklinen, Schiffschrauben
Cu-haltige Produktionsrückstände und Shreddermaterial	Schlacken, Krätzen, Abfalllösungen der Ätz- und Galvanikverfahren, Salzabfälle, Neutralisationsschlämme, Zementkupfer, Schredderschwerfraktion
Elektro- und Elektronikaltgeräte	WEEE wie Leiterplatten etc.
Recyclingrohstoffe nach ISRI/VDM (ISRI2021), (SCHMITZ ET AL. 2015)	

RECYCLINGVERFAHREN

Probenahme, Materialvorbereitung

Direktes Recycling: Er-/Umschmelzen von Kupferlegierung und Gießen von Walzplatten oder Pressbolzen; Pyrometallurgisches Recycling: Einsatz nach Kupfergehalt in entsprechenden Stufen der Sekundärkupfererzeugung bzw. als Kühlschrott in der Primärkupfergewinnung

- ▶ Reduzierendes Schmelzen (Schachtofen, Badschmelzofen): Sekundärrohstoffe Cu-Gehalt von 5-50 %
- ▶ Oxidierendes Schmelzen bzw. Konvertieren (Konverter): Cu-Gehalt 50-80 %
- ▶ Oxidierendes Schmelzen und Polen (Anodenofen): Cu-Gehalt: 85-99 %

Dann wie im Primärprozess:

Anodengießanlage (Anode 99 % Cu)
Kupferelektrolyse (Kathode > 99,995 %Cu)

Pyrometallurgische Schmelzapparate:

- ▶ Schachtofen
- ▶ Badschmelzofen und TBRC: höchste Flexibilität
- ▶ Mini-Smelter: höchste Flexibilität
- ▶ Elektroofen: Rückstände, Schlacken, pelletierte Stäube
- ▶ Konverter - Typ Pierce Smith: Legierungen
- ▶ Herdflamofen - stationär/kippar: Kupferschrotte, Kupfergranulate, Legierungen (MARTENS & GOLDMANN 2016)

METALLHALTIGE NEBENPRODUKTE BEIM RECYCLING

- ▶ Eisensilikatgestein, Eisensilikatsand
- ▶ Zinkoxid mit Pb- und Sn-Bestandteilen zu Zinkgewinnung, Zinkchemikalien, Blei- und Zinngewinnung
- ▶ Blei-Zinn-Legierung, Reinzinn, Hüttenblei
- ▶ Nickelsulfat, Kupfersulfat für Galvaniken, Katalysatoren Anodenschlamm zur Edelmetallgewinnung: Edelmetalle (Gold, Silber, PGM)) und Antimonprodukt, Selen, Tellurprodukt (DKI 2022)

STÖRSTOFFE BEIM RECYCLING

- ▶ Organik,
- ▶ Halogene,
- ▶ Arsen,
- ▶ Antimon,
- ▶ Bismut,
- ▶ Cadmium,
- ▶ Quecksilber,
- ▶ Schwefel

LIMITIERENDE FAKTOREN FÜR DAS RECYCLING

- ▶ Technische/thermodynamische Grenzen, z.B. Kupfer in Stahlschrotten
- ▶ niedrige Verfügbarkeit durch lange Produktlebensdauer
- ▶ Sammlung/Logistik bei Elektroaltgeräten
- ▶ Genehmigungsgrenzen
- ▶ Hohe Energiepreise

Abkürzungen und Quellenangabe

ABKÜRZUNGEN

EoL-RR	End-of-Life Recycling Rate
OSR	Old Scrap Rate
RC	Recycled Content
RIR	Recycling Input Rate
RMIS	Raw Materials Information System
TBRC	Top Blowing Rotary Converter
WEEE	Waste of Electrical and Electronic Equipment (dt. Elektro- und Elektronikaltgeräte)

QUELENNACHWEIS

- ▶ BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2023): Fachinformationssystem Rohstoffe. – unveröff.; Hannover. [Stand 08.06.2023].
- ▶ BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2022): Rohstoffsituationsbericht 2021; Hannover.
- ▶ Destatis- STATISTISCHES BUNDESAMT (2022): Außenhandelsstatistik, 2022 [Stand 05.04.2023].
- ▶ DKI - DEUTSCHES KUPFERINSTITUT (2022), Ressourcenschonung Dank Recycling URL: <https://www.kupferinstitut.de/kupferwerkstoffe/nachhaltigkeit/recycling/> [Stand 13.12.2022].
- ▶ EuRIC EUROPEAN RECYCLING INDUSTRIES' CONFEDERATION (2020): Metal Recycling Factsheet; Brüssel; URL: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/knowledge/metal-recycling-factsheet-euric>
- ▶ ISRI INSTITUTE OF SCRAP RECYCLING INDUSTRIES INC. (2021): Scrap Specifications Circular 2021, Washington; URL: <http://www.scrap2.org/specs/> [Stand: 13.06.2023].
- ▶ MARTENS, H.; GOLDMANN, D. (2016): Recyclingtechnik, Fachbuch für Lehre und Praxis, 2. Auflage, ISBN 978-3-658-02785-8, Springer Fachmedien Wiesbaden.
- ▶ OECD (2019), Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences, OECD Publishing, Paris. URL: <https://doi.org/10.1787/9789264307452-en>
- ▶ RMIS – EUROPÄISCHE UNION (Hrsg.) (2020): Raw Materials Profiles – Copper; URL: <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/rmp/Copper> [Stand 13.06.2023].
- ▶ SCHMITZ, R. ET AL., Taschenbuch des Metallhandels, Band 1: Metalle und Handelsbedingungen, Giesel Verlag; 12., verb. Aufl. Edition (2. Januar 2015); ISBN-10: 9783878520214.
- ▶ UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2011): Recycling Rates of Metals – A Status Report. – A Report of the Working Group Global Metal Flows to the International Resource Panel. GRAEDEL, T. E., ALLWOOD, J., BIRAT, J.-P., RECK, B. K., SIBLEY, S. F., SONNEMANN, G., Buchert, M. & Hagelüken, C.: 44 S. – URL: <https://www.unep.org/resources/report/recycling-rates-metals-status-report>
- ▶ VDM VERBAND DEUTSCHER METALLHÄNDLER E. V. (2021): Magazin Handel, Recycling, Produktion, Sonderausgabe Nr. 705 Kupfer.
- ▶ WVM WIRTSCHAFTSVEREINIGUNG METALLE (2022), Geschäftsbericht 21/22, URL: <https://www.wvmetalle-geschaeftsbericht.de/21-22/die-deutsche-nichteisen-metallindustrie> [Stand 13.06.2023].

i Abbildung: Kupferrecycling mit Recycling der Legierungsmetalle und Edelmetalle (nach MARTENS & GOLDMANN 2016, Springer Nature)

