



Aluminium

METALLEINORDNUNG

Basismetall, Leichtmetall, Nichteisenmetall

EIGENSCHAFTEN

weiches, zähes Metall

SCHMELZTEMPERATUR

660°C

DICHTE

2,7 G/CM³

Produktion

ART DER PRODUKTION

Primär-Aluminiumherstellung aus Al₂O₃ durch Schmelzflusselektrolyse. Recycling/Umschmelzen in Mehrkammeröfen, Induktionsöfen und Drehtrommelöfen mit Raffination unter Salzschlacken. Produkte: Walzbarren, Bolzen, Rundbarren, Masseln, Flüssigaluminium (GDA 2015)

MENGE PRODUKTION

341.213 t Primäraluminium (D 2022), **2.963.300 t** Recyclingaluminium davon **472.800 t** Raffinade (D 2022) (BGR 2023)(AD 2023)

MENGE VERARBEITUNG

2,9 Mio.t (Rohaluminium (D 2021) | **2,1 Mio. t** Walzprodukte (D 2021) **2,7 Mio. t** Aluminiumhalbzeug (D 2020) | **609.000 t** Press-, Ziehprodukte (D 2021) | **327.000 t** Folien, Dosen, Pulver (D 2020) (AD 2022A)(WVM 2021)

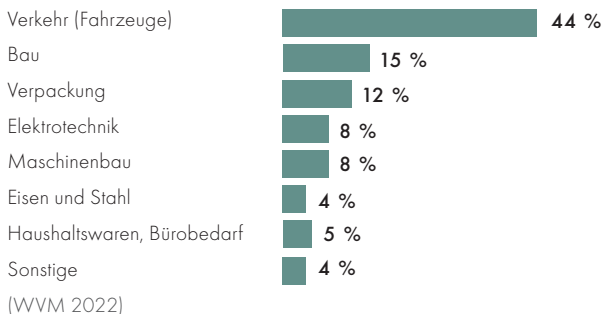
TOP 3 UNTERNEHMEN MIT RECYCLINGROHSTOFFEINSATZ

Aluminium Norf GmbH, Neuss
TRIMET Aluminium SE, Essen
Novelis Deutschland GmbH, Nachterstedt

Verwendung

EINSATZGEBIET

(D 2019) %-Anteil



WEITERVERARBEITUNG

Walzwerke: Bleche, Folien, Platten, Bänder
Gießereien: Formguss, Walzbarren
Presswerke: Rundbarren, Rohre, Profile, Drähte
Schmieden: Schmiedeteile
Pulverhersteller: Metallpulver, Metallgries, Metallflakes

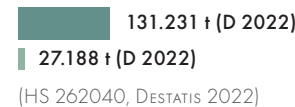
Import/Export

MENGE IMPORT/EXPORT

Abfälle und Schrotte



Aschen & Rückstände, Al-haltig



■ Menge Import ■ Menge Export

Recyclingraten

ANTEIL RECYCLINGROHSTOFFE IN DER PRODUKTION



58 %
(Raffinade D 2022) (AD 2023)

EOL-RECYCLINGRATE



69 %
(EU 2013) (EuRIC 2020)

PRODUKTBEZOGENE RECYCLINGRATE



90 %
Automobil, Baubereich (EU 2018) (EuRIC 2020)

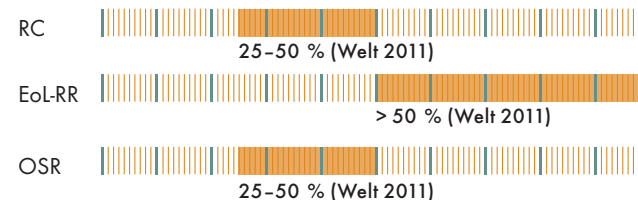


94,9 %
Verpackungsbereich (D2020) (UBA 2023)



99 %
Getränkedosen (D 2021) (NOVELIS 2022)

GLOBAL NACH UNEP



NACH EU-RMIS



Recycling

KREISLAUFMODELL

Aluminium wird in Form von Barren, Bolzen, Masseln, Flüssigaluminium von Primär- und Recyclingaluminiumherstellern an Verarbeiter (Walzwerke, Presswerke, Schmieden, Gießereien, Pulverhersteller) geliefert; Halbzeuge wie Bleche, Folien, Stangen, Schmiedeteile, Gussstücke werden durch Bearbeitung (Beschichten, Eloxieren, Biegen, Fügen) zu Produkten (Karosserien, Verpackungen, Motorblöcken, Felgen, Profile...) weiterverarbeitet. Produktionsreststoffe gelangen wieder zu Primär- und Recyclingaluminiumherstellern; Post-Consumer-Schrotte zu Recyclingaluminiumherstellern (Beispielhafter Recyclingweg: Schreddern, Sortieren, Aufbereiten, Schmelzen ...)

RECYCLINGROHSTOFFE

Bezeichnung/Kategorie	Beispiele
Neuschrotte = Pre-Consumer-Schrotte	Produktionsabfälle, z. B. in Gießereien
Neuschrotte/Metallverarbeitung	Stanzabfälle, Schnittreste
Neuschrotte/Metallverarbeitung	Späne, ölschmutzt
Altschrotte (nach Verwendung zu Produkten, Anlagen, Bauwerken) = Post-Consumer-Schrotte	Gussschrott, Knetlegierungen
Schredderschrott (nach einem Sortierprozess)	Verpackungen, Werkstoffverbunde
Aluminiumhaltige Abfälle	Krätzen, Schmelzsätze, Filterstäube der Schmelzöfen, Aluminiumsalz-Lösungen
Recyclingrohstoffe nach ISRI/VDM siehe (ISRI 2021), siehe (Schmitz et al. 2015)	

RECYCLINGVERFAHREN

- ▶ Saubere Produktionsabfälle: Betriebsinterne Kreislaufführung in Gießereien: ohne Vorbehandlung in eigene Schmelzöfen (kippbare oder stationäre Herdöfen, Induktionsöfen)
- ▶ Neuschrotte (Späne, oft mit Kühlmittel/Emulsion): Entölung, Trocknung, Verarbeitung mit verunreinigten Altschrotten
- ▶ Altschrotte (Aufbereitungstiefe nach Schrottart unterschiedlich): Vorsortierung in Gussschrott und Knetlegierungen, Aufschlusszerkleinerung, Sortierung (Abtrennung von Verunreinigungen, Sortierung nach Legierungstyp), Entlackung Recycling: schmelzmetallurgisch
- ▶ Umschmelzwerke (Remelter) zu neuwertigen Knetlegierungen: Neuschrotte (Stanzabfälle, Schnittreste), Knetlegierungsschrotte: Einkammerherdöfen, Induktionsöfen, Mehrkammerschmelzöfen (stärker verunreinigte Schrotte), Nachbehandlung in Warmhalte- oder Vergießöfen. Beispiel: Einschmelzen von Aluminiumschrotten, Gießen des flüssigen Aluminiums zu Al-Walzbarren in definierten Legierungen-Walzwerk
- ▶ Schmelzhütten (Refiner): Gussschrotte, vermischte Schrotte, Altschrotte, verunreinigte Knetlegierungen: Drehtrommelöfen unter Zusatz von Schmelzsatz; Weiterentwicklung: Kipptrommelöfen (URTF), Nachbehandlung in Warmhalte- oder Vergießöfen (MARTENS & GOLDMANN 2016)

METALLHALTIGE NEBENPRODUKTE BEIM RECYCLING

- ▶ Salzschlacke: fällt beim Einschmelzen von Al-Schrotten unter Salz an und kann vollständig nach einer Aufbereitung verwertet werden (Al-Oxid in Baustoffindustrie, Schmelzsatz und Al-Granulat beim Aluminiumrecycling). (Befesa 2022)
- ▶ Aussortierte Metallfraktionen (Fe, Legierungen...) aus der Aufbereitung

STÖRSTOFFE BEIM RECYCLING

- ▶ Eisenwerkstoffe, Kupfer (wenn nicht als Legierungselement benötigt)
- ▶ Organik

LIMITIERENDE FAKTOREN FÜR DAS RECYCLING

- ▶ Versorgung mit Schrotten
- ▶ Mengenverschiebungen, wenn hohe Ansprüche an Recyclinganteilen in einem Anwendungssegment nachgefragt werden
- ▶ Mangelnde Detektion und Sortierung der unterschiedlichen Schrottsorten (Knetlegierungen, Gußlegierungen)
- ▶ Lange Nutzungsdauern, urban stock
- ▶ Feinteilige Materialien (große Oberfläche): Oxidationsprozesse an der Oberfläche (Oxidationshaut) beim Einschmelzen blockieren das Zusammenfließen der Schmelztröpfchen
- ▶ Metallische Verunreinigungen
- ▶ Genehmigungsgrenzen (z.B. bzgl. anhaftender Organik)
- ▶ 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 Material Information System

QUELENNACHWEIS

- ▶ AD - ALUMINIUM DEUTSCHLAND E.V. (2022a): Produktionsdaten der deutschen Aluminiumindustrie. -ALUMINIUM (Zeitschrift) 6/2022.
- ▶ AD-Aluminium Deutschland (2023), Direkte Information (Stand 05.06.2023).
- ▶ BEFESA (2022): Aluminium Services, URL: <https://www.befesa.com/de/services/aluminium/> [Stand 13.12.2022].
- ▶ BDE BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN ENTSORGUNGS-, WASSER- UND ROHSTOFF-WIRTSCHAFT (2020), Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft 2020 URL: https://www.bde.de/documents/296/2020_Statusbericht.pdf
- ▶ BGR - BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2023): Fachinformationssystem Rohstoffe. - unveröff.; Hannover. [Stand 20.07.2023].

- ▶ BGR - BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2022): Rohstoffsituationsbericht 2021; Hannover.
- ▶ DESTATIS- STATISTISCHES BUNDESAMT (2022): Außenhandelsstatistik, 2022 [Stand 05.04.2023].
- ▶ EURIC EUROPEAN RECYCLING INDUSTRIES' CONFEDERATION (2020): Metal Recycling Factsheet; Brüssel, URL: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/knowledge/metal-recycling-factsheet-euric>
- ▶ GDA GESAMTVERBAND DER ALUMINIUMINDUSTRIE E.V. (2015): Die deutsche Aluminiumindustrie: Bedeutender Wirtschaftsfaktor über die gesamte Wertschöpfungskette, Download: https://aluminium-deutschland.de/files/_media/dokumente/Downloads/Broschueren/Broschueren%20des%20GDA/GDA_Wertschoepfungskette.pdf
- ▶ IAI - International Aluminium Institute (2023); Global Aluminium Cycle; URL: <https://alucycle.international-aluminium.org/public-access/public-global-cycle/> (Stand 06.06.2023)
- ▶ ISRI INSTITUTE OF SCRAP RECYCLING INDUSTRIES INC. (2021): Scrap Specifications Circular 2021, Washington; URL: <http://www.scrap2.org/specs/2/>
- ▶ MARTENS, H.; GOLDMANN, D.: Recyclingtechnik, (2016): Fachbuch für Lehre und Praxis, 2. Auflage, ISBN 978-3-658-02785-8, Springer Fachmedien Wiesbaden.
- ▶ Novelis - NOVELIS INC. (2022): Unternehmenswebsite. - URL: <https://de.novelis.com> , [Stand: 13.12.2022].

- ▶ PASSARINI, F., CIACCI, L., NUSS, P. AND MANFREDI, S. (2018): Material flow analysis of aluminium, copper, and iron in the EU-28, EUR 29220 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-85744-7 , doi:10.2760/1079, JRC111643.
- ▶ SCHMITZ, R. ET AL., Taschenbuch des Metallhandels, Band 1: Metalle und Handelsbedingungen, Giesel Verlag; 12., verb. Aufl. Edition (2. Januar 2015); ISBN-10: 9783878520214.
- ▶ UBA - Umweltbundesamt (2022); Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahre 2020; URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aufkommen-verwertung-von-verpackungsabfaellen-in-16> (Stand 06.06.2023)
- ▶ UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME(2011): Recycling Rates of Metals - A Status Report. - s 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>
- ▶ WVM Wirtschaftsvereinigung Metalle (2022), Geschäftsbericht 21/22, <https://www.wvmetalle-geschaeftsbericht.de/21-22/die-deutsche-nichteisen-metallindustrie> (Stand: 13.06.2023).

i Abbildung: Standardverfahren der Verarbeitung von Aluminium-Schrotten (nach MARTENS & GOLDMANN 2016, Springer Nature)

