



Nachhaltigkeit und Recycling von Elektronikkomponenten

Prof. Dr.-Ing. Christine Minke, Circular Economy Systems

Thementag Nachhaltigkeit im Leitungssatz, Wolfsburg
06.03.2024





Prof. Dr.-Ing. Christine Minke

- 2022 Professorin Circular Economy Systems
 - Competence Center in ECPE European Center for Power Electronics
 - Vorstand CUTEC Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum
 - Board of SESBC Swedish Electricity Storage and Balancing Center
- 2016-2022 Postdoc
 - Institut für Elektrische Energiesysteme, Leibniz Universität Hannover
 - Fraunhofer IST, Braunschweig
 - Forschungszentrum Energiespeichertechnologien, TU Clausthal
- 2016 Dr.-Ing. @Batterieforschung TU Clausthal
- 2011 MBA @Collège des Ingénieurs Paris, France
- 2010 R&D Manager Sustainability @Ammann Group, Schweiz
- 2010 Dipl.-Ing. Verfahrenstechnik @TU Clausthal





Circular Engineering & Transformation

Energy in (100%)

Energy out (43.2%)

Formalin energy (28.2%)

Thermal energy of steam (4.2%)

Synthesis Gas Process Energy Loss (25.6%)

Thermal energy of methane synthesis (0.6%)

Paraffin of methane synthesis (0.6%)

Thermal energy of methanol synthesis (2.3%)

Process	CO ₂ emissions (kg)
FD high/MS PDS	7.845-98 kg C ₂ H ₄ /t
VAETP 100	0.325764 kg 1,4-DCB/t
HTP 100	0.042377 kg 1,4-DCB/t
FAETP 100	0.10572 kg 1,4-DCB/t
EP panels	0.00019 kg PO ₂ /t
QWP 100	0.04494 kg CO ₂ /t
AP average Europe	0.00084 kg SO ₂ /t

anylogic Vensim VENTANA

umberto know the flow

econvent

sphera

python

Brightway

Process engineering & economics

Resource criticality analysis

Material Flow Analysis (MFA)

Environmental Life Cycle Assessment (LCA)

Exergetic Life Cycle Assessment (ExLCA)

Circular Economy Potential Analysis

Circularity Indicators (CI)

Life Cycle Costing (LCC)

Website

Gefördert im Niedersächsischen Vorab der Volkswagenstiftung



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

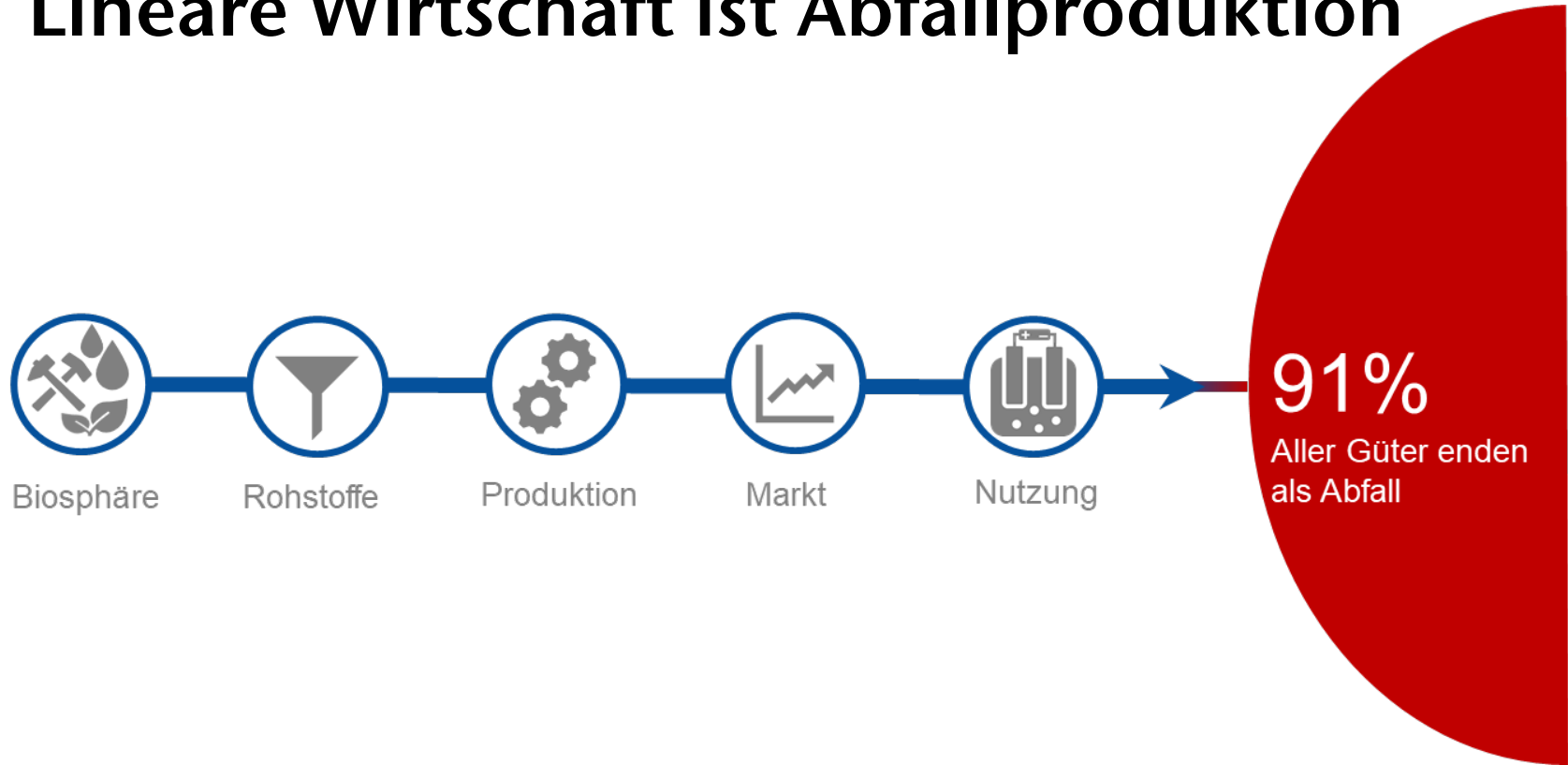
Gefördert durch:



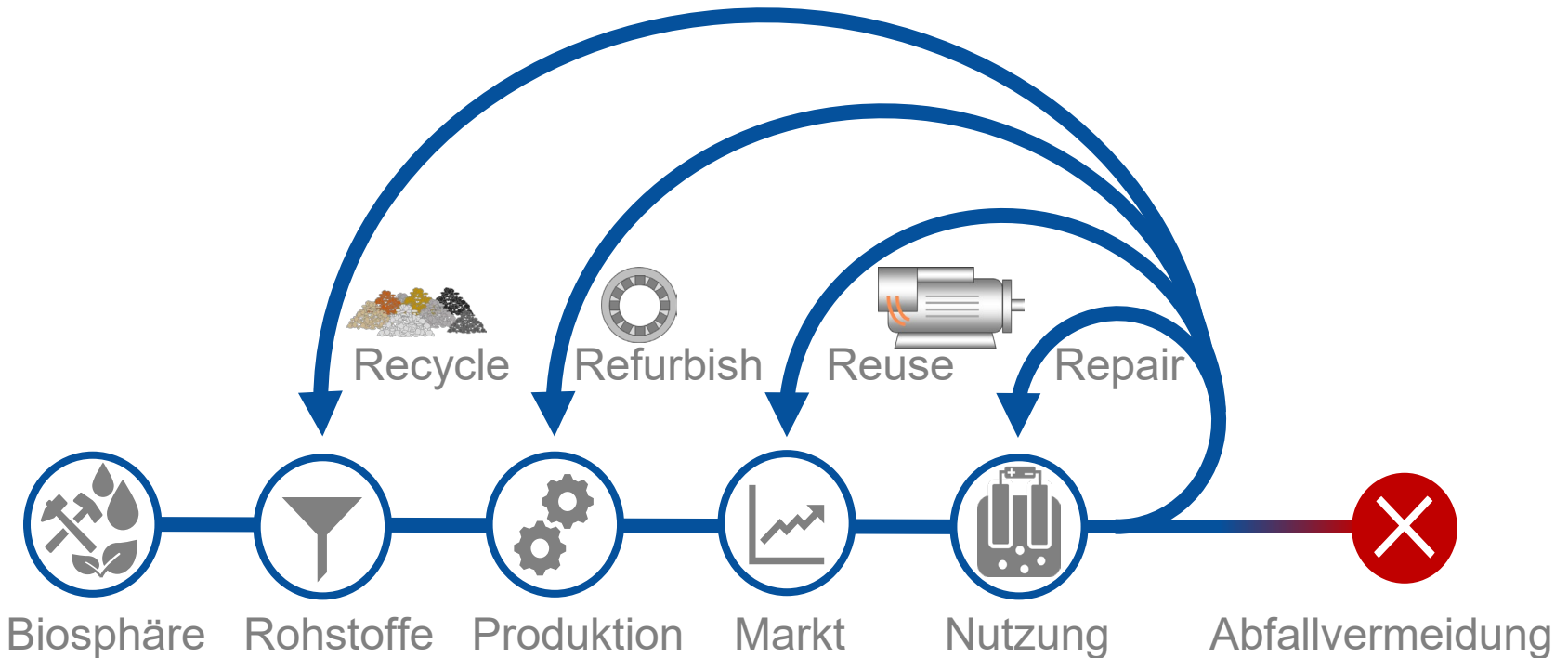
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

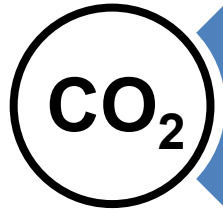
Lineare Wirtschaft ist Abfallproduktion



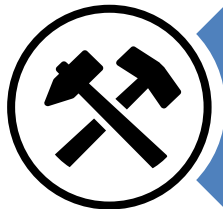
Circular Economy



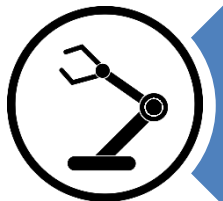
Ziele der Circular Economy



Klimaschutz und
Ressourcenschonung



Wettbewerbsfähigkeit und
Rohstoffunabhängigkeit



Beschäftigung und lokale
Wertschöpfung

Ressourcenverbrauch



1,6
Erden

an Ressourcen verbraucht die Menschheit derzeit pro Jahr.

3
Erden

würden pro Jahr verbraucht werden, wenn der Ressourcenverbrauch in Deutschland dem globalen Durchschnitt entspräche.

Planetare Belastung



50%

der globalen Treibhausgasemissionen

werden durch die Förderung und Veredelung natürlicher Ressourcen verursacht.

90%

des weltweiten Biodiversitätsverlustes und Wasserstress

Ökonomische Verantwortung

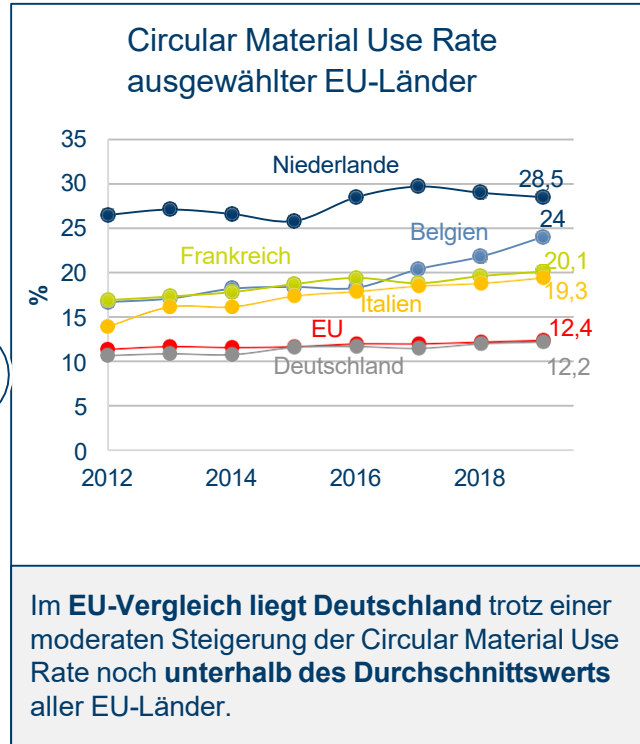
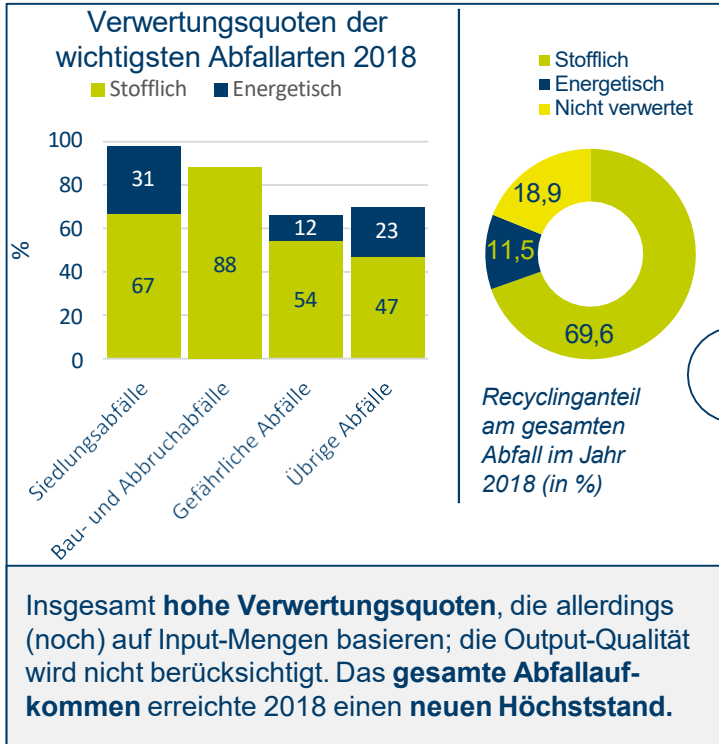
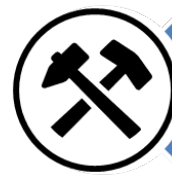


7-14%

der globalen Wirtschaftsleistung könnten durch das Ausbleiben einer ambitionierten Klimapolitik bis 2100 verlorengehen.

55%

der gesamten Importmenge in Deutschland machen Rohstoffe aus.



Quellen: Circular Economy Initiative Deutschland, Statistisches Bundesamt 2020, UBA 2020a, Steger et al. 2019, Eurostat 2020



Rohstoffkonsum pro Kopf in **Deutschland**

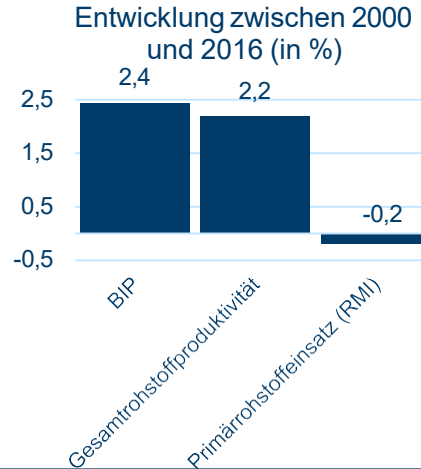


Rohstoffkonsum pro Kopf **global**



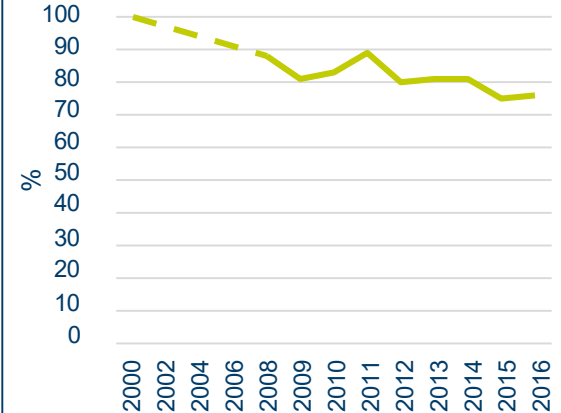
Der Rohstoffkonsum in Deutschland ist immer noch fast **doppelt so hoch** wie der weltweite Durchschnitt.

Die **Gesamtrohstoffproduktivität** soll bis 2030 um jährlich 1,6% steigen.



Von 2000 bis 2016 lag das Wachstum bei durchschnittlich **2,2%**. Der **Anstieg ist fast ausschließlich auf das BIP-Wachstum** zurückzuführen.

Entwicklung des Rohstoffkonsums in Deutschland zum Vergleichsjahr 2000



Seit 2009 ist **kein klarer Entwicklungstrend** für den absoluten Rohstoffkonsum zu erkennen.

Quelle: Circular Economy Initiative Deutschland, Umweltbundesamt 2020b, Umweltbundesamt 2020c, Sachverständigenrat für Umweltfragen 2020, Umweltbundesamt 2020d

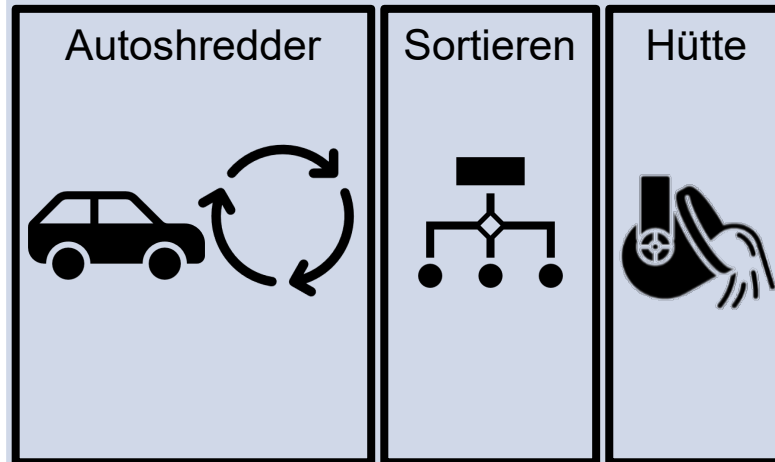
Beispiel: Fahrzeugrecycling



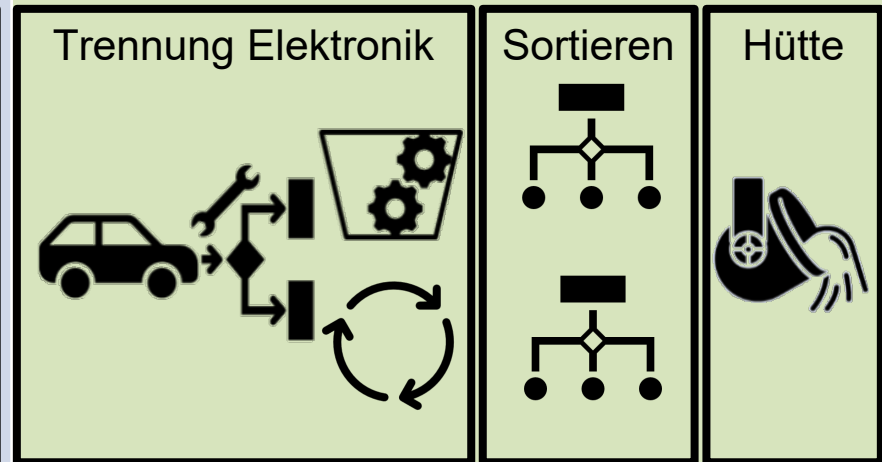
Foto: Documerica

Innovative Recyclingprozesse für Elektro-Autos

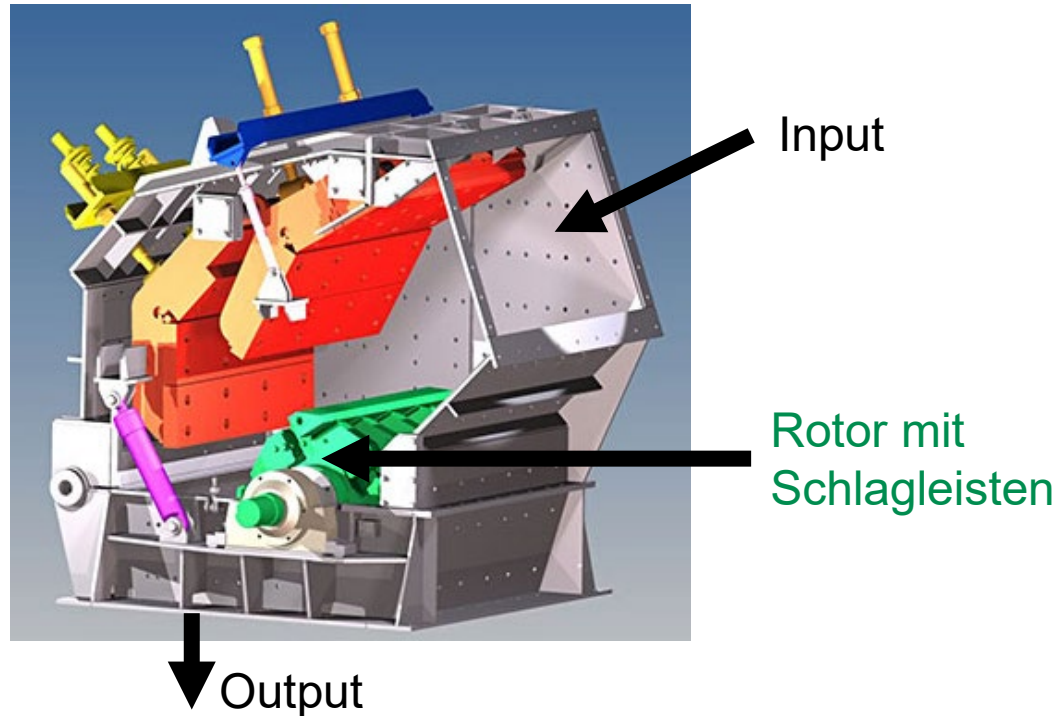
Konventionelle Auto-Shredder-Route



Innovative Elektronik-Recycling-Route



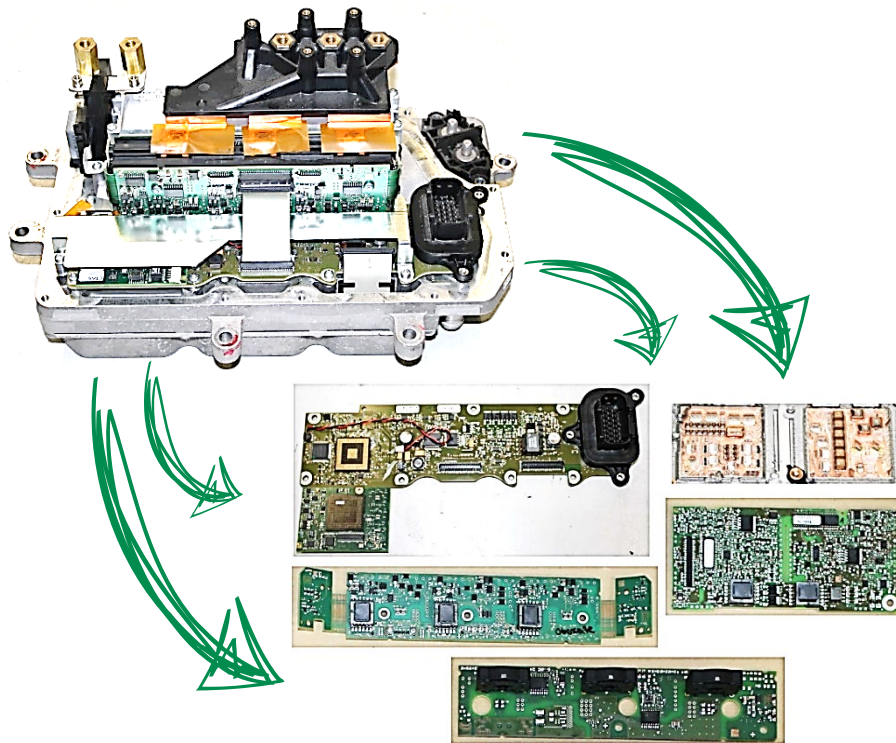
Mechanische Aufbereitung mit Prallmühle



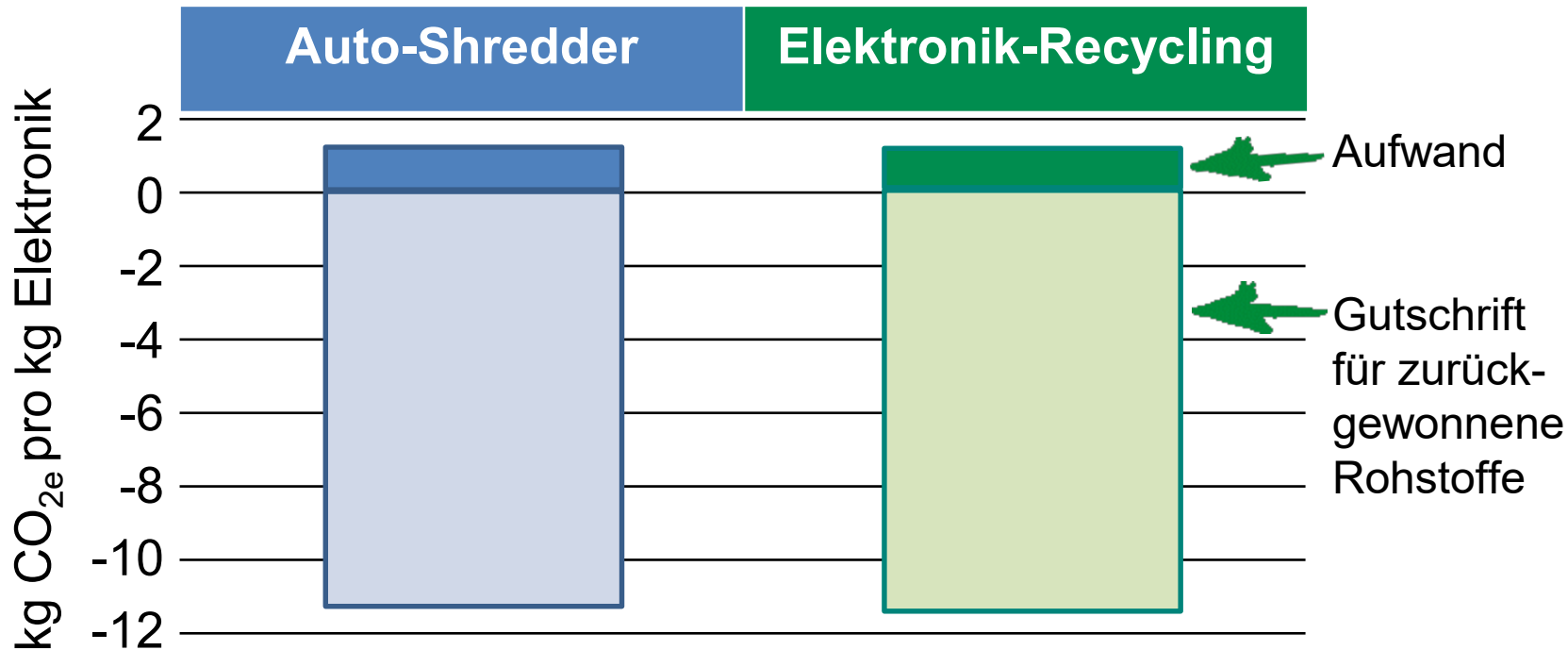
- Wenig Stauberzeugung
- Geringe Verluste werthaltiger Metalle
- Fraktionen eignen sich für Standard-Aufbereitung von Elektronikschrott

Rückgewinnung wertvoller Metalle

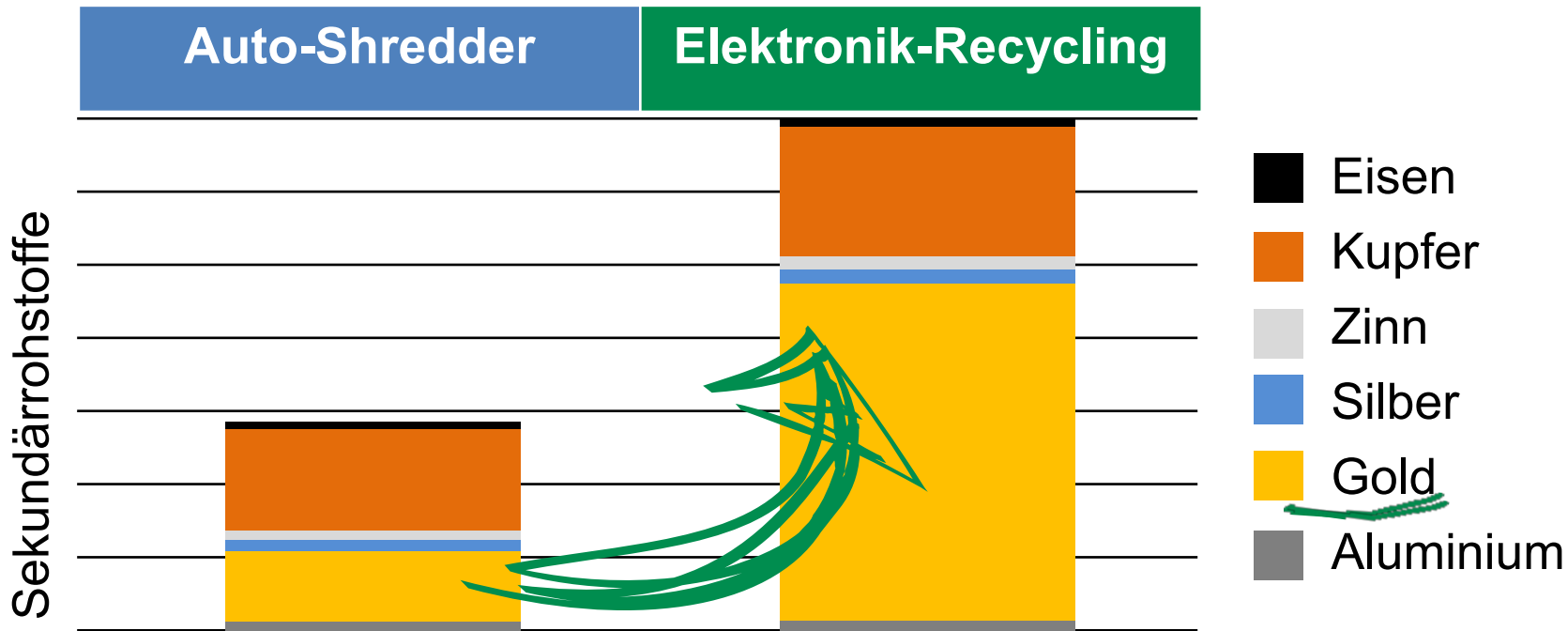
	Anteil	
Aluminium	58,1%	✓
Kupfer	12,3%	✓
Eisen	8,9%	✓
Zinn	0,11%	✓
Antimon	0,029%	✗
Silber	0,0032%	✓
Tantal	0,0012%	✗
Gold	0,0009%	✓
Palladium	0,00015%	✓
Niob	0,00010%	✗
Polymere	18,6%	✗
Andere	1,95%	



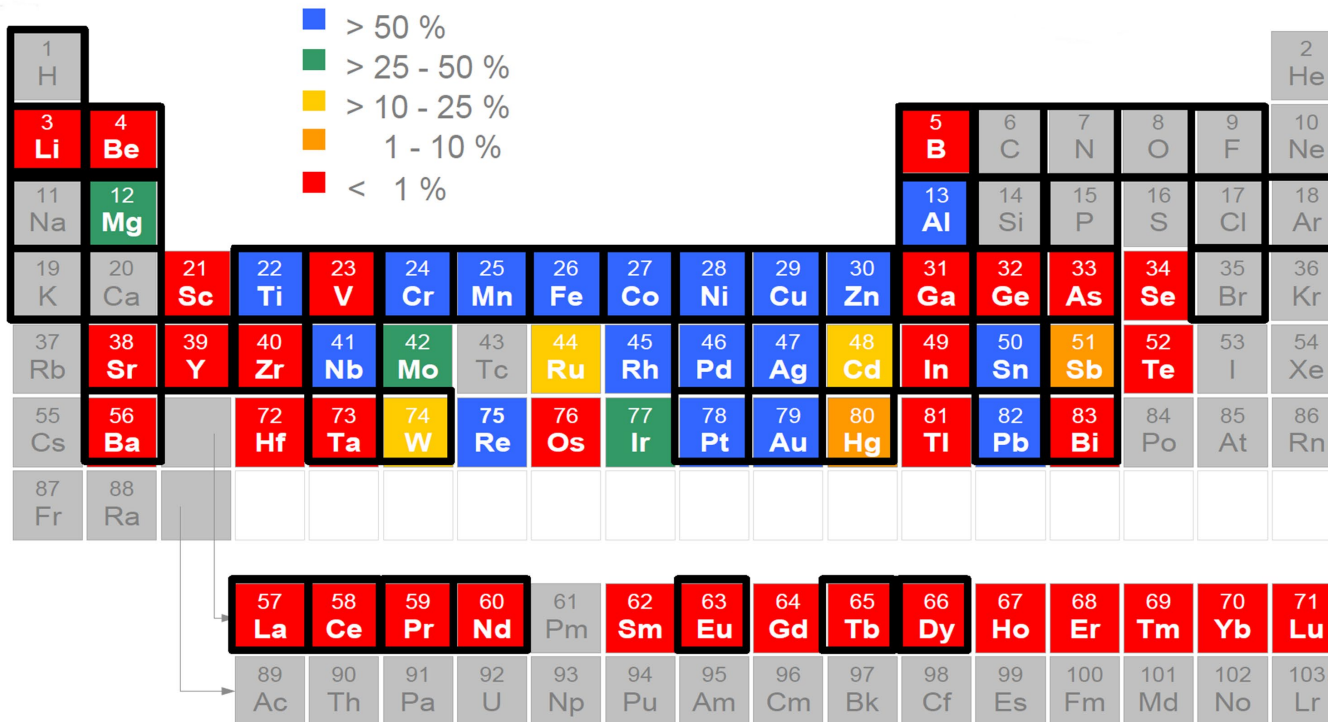
Recycling für Klimaschutz: CO₂e-Bilanz



Recycling für Ressourcenökonomie



Recyclingraten Metalle aus EoL-Produkten



Vielen Dank!

