

# Sekundärrohstoffe und Recycling von Fahrzeugen: Qualitäten und Herausforderungen

**Digitales Forum "Rohstoffgewinnung aus der Stadt – anthropogenes Rohstofflager"**

Dr. Johannes Klinge, Dr. Edda Winter

Wissenschaftsforum Circular Economy – What's next?, 24.09.2024

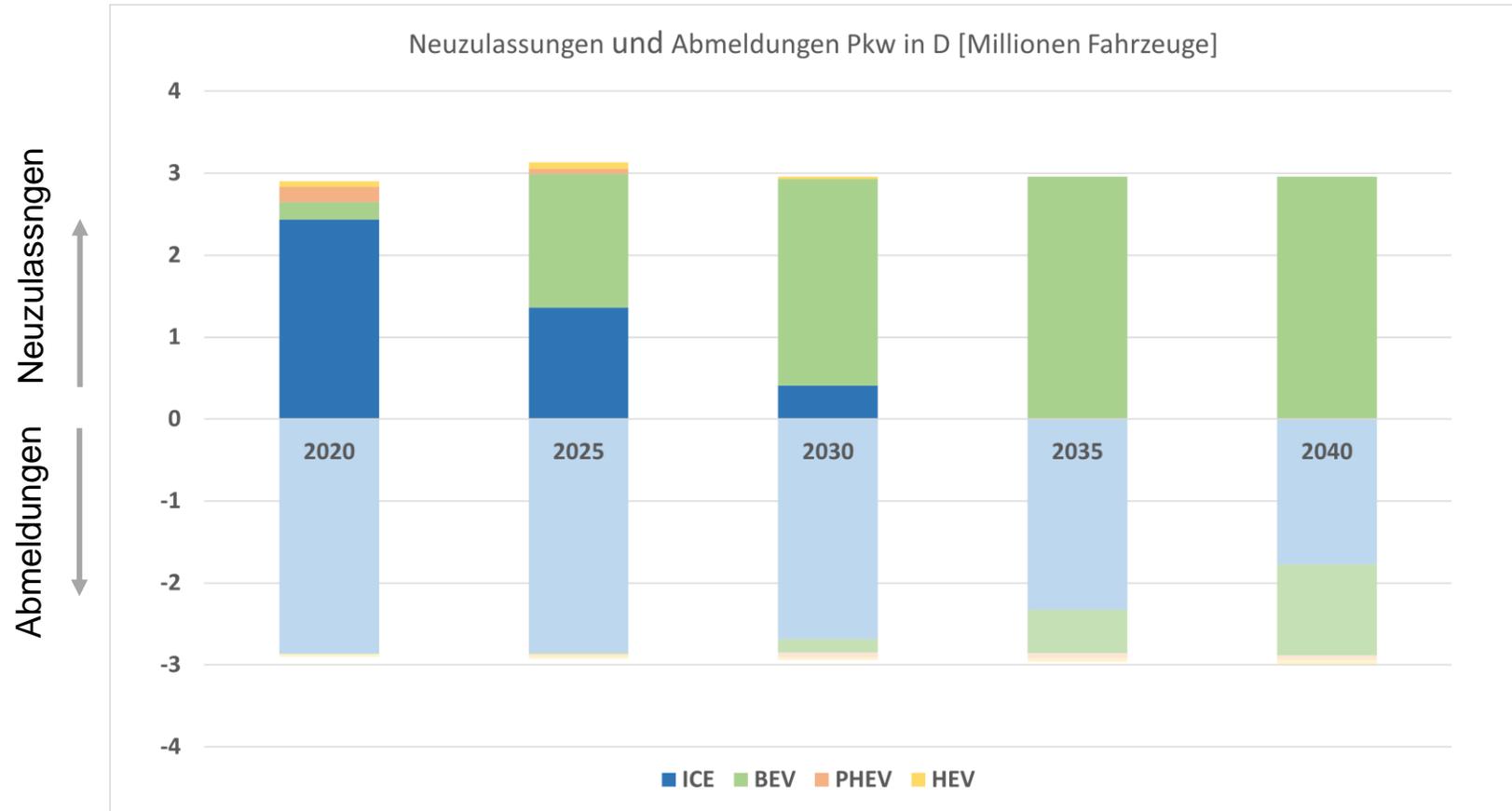
# Fahrzeugsektor in Deutschland

Fahrzeugbestand D Ende 2023:

49 Mio PKW vs. 6 Mio LKW



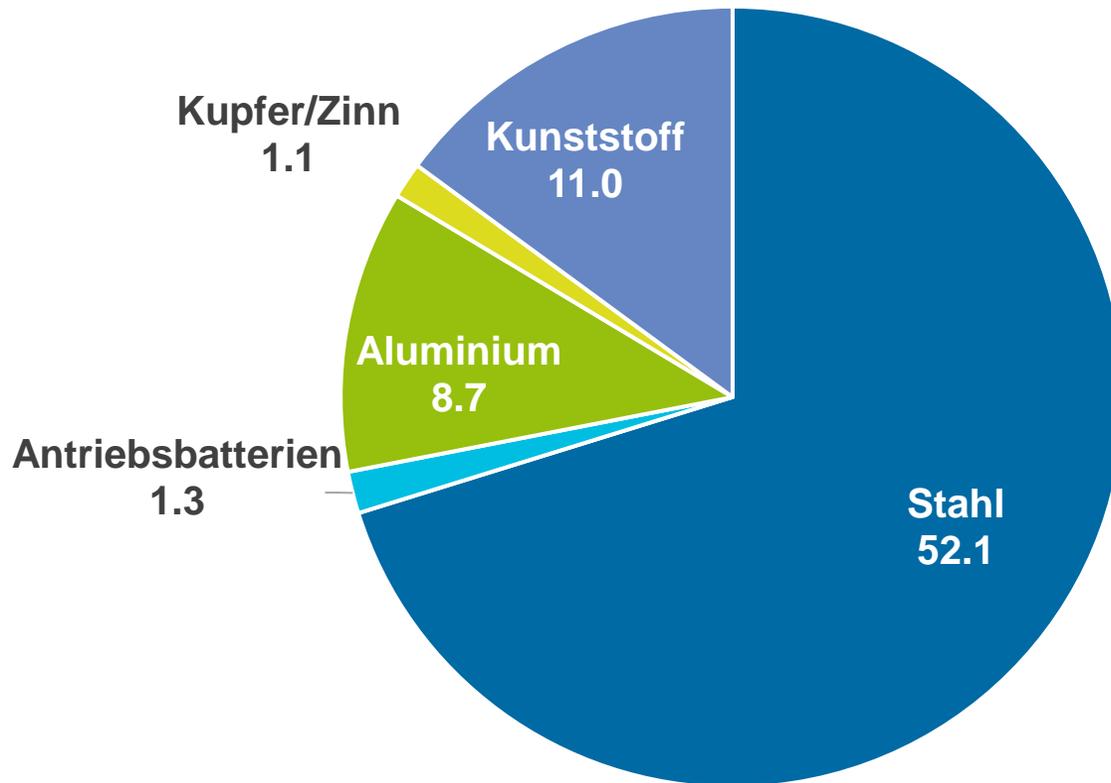
Zur Abschätzung des anthropogenen Lagers  
Betrachtung auf PKW  
beschränkt



Quelle: eigenes Szenario

# Ressourcen in PKW

Rohstoffgehalt PKW-Bestand in D 2023 [Mt]

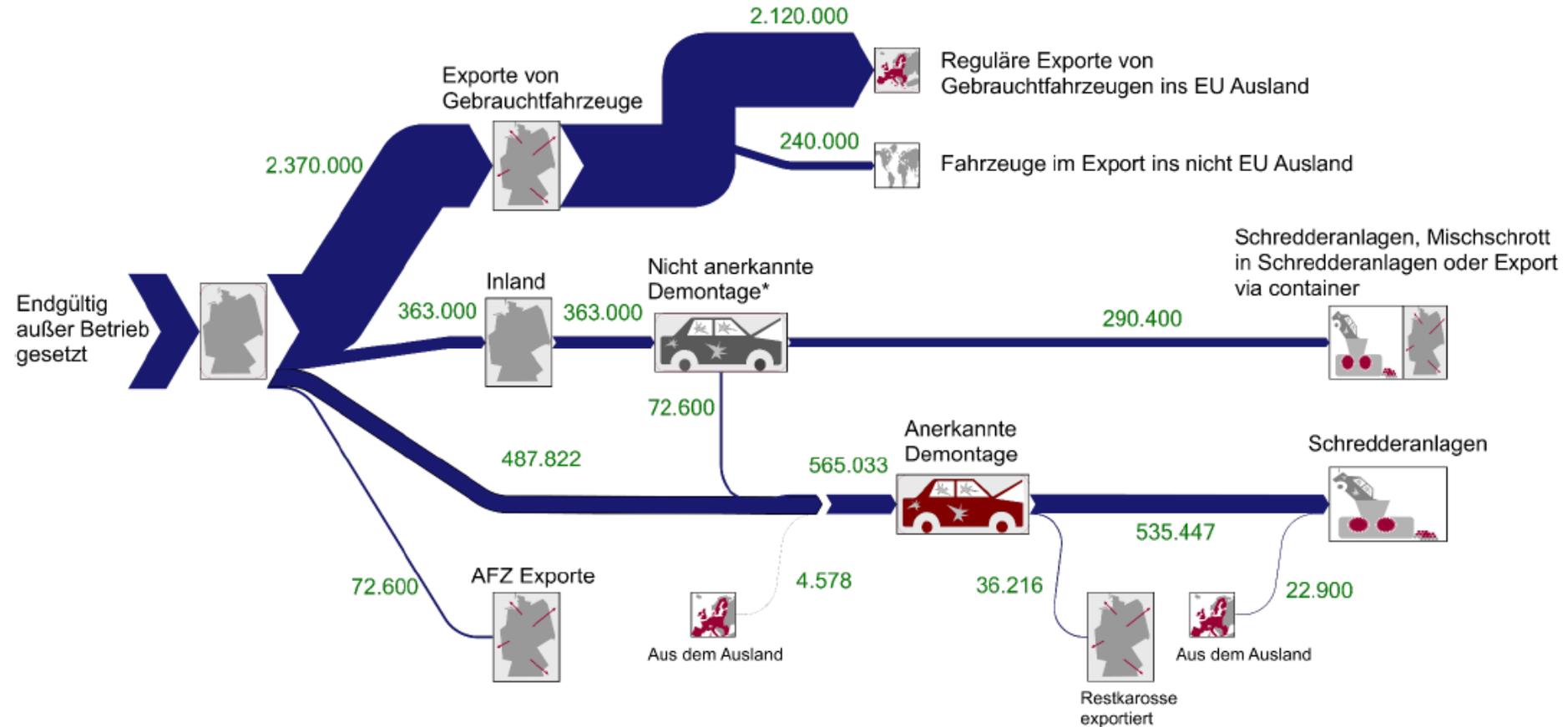


Zusätzlich in kleineren Mengen:

- Glas
- Gummi
- Blei
- Seltene Erden aus Permanentmagneten
- Platin, Gold, Silber
- uvm.

Datenquelle: Bedarf strategischer Rohstoffe für den Pkw- und Lkw-Sektor in Deutschland bis 2040, Projekt im Auftrag des BMWK

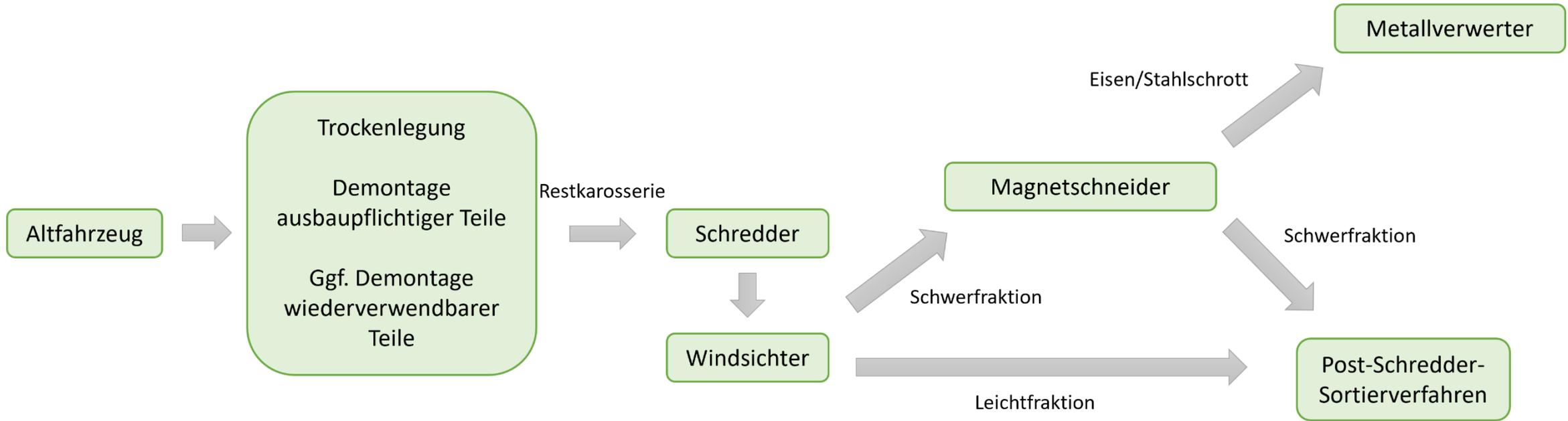
# Verbleib in Deutschland endgültig außer Betrieb gesetzter Fahrzeuge (2018)



\*Aufteilung auf Typen der illegalen Demontage: Typ I 5%; Typ II 20%; Typ III 25 %; Typ IV 50 %.

Quelle: Umweltbundesamt: Auswirkungen illegaler Altfahrzeugverwertung - Abschlussbericht

# Recyclingroute für Altfahrzeuge



# Herausforderungen im Recycling von Fahrzeugen

## Kunststoffe

- Trennung von Materialien
- Qualität der Rezyklate

## Antriebsbatterien

- Kritische Wertschöpfungskette
- Schnelle Technologieentwicklung

## Stahl

- Größter Stoffstrom
- Wiederverwendung im Fahrzeugbau durch Qualitätsverluste schwierig



## Weitere Materialien (Metalle, Glas, Gummi,....)

- Wenig Demontage/Sortierung
- Markt für Rezyklate

## Elektromotoren

- Ausbau von Permanentmagneten mit Seltenen Erden

# Herausforderungen im Recycling von Fahrzeugen

## Kunststoffe

- **Trennung von Materialien**
- **Qualität der Rezyklate**

## Antriebsbatterien

- Kritische Wertschöpfungskette
- Schnelle Technologieentwicklung

## Stahl

- **Größter Stoffstrom**
- **Wiederverwendung im Fahrzeugbau durch Qualitätsverluste schwierig**



## Weitere Materialien (Metalle, Glas, Gummi,....)

- Wenig Demontage/Sortierung
- Markt für Rezyklate

## Elektromotoren

- Ausbau von Permanentmagneten mit Seltenen Erden

# Stahl Recycling - Herausforderungen

- Größter Massenanteil im Fahrzeug → großer Stoffstrom
- Prinzipiell hohe Recyclingraten (> 90 % für Edelstähle<sup>1</sup>)
- Problematisch im Fahrzeugbau: Kupferanteil
  - Stahlfraktion aus Schredder mit ca. 0,4 % Kupfer-Anteil
  - für Blech < 0,06 % Kupfer-Gehalt erforderlich
- Verwendung von Stahl aus Altfahrzeugen fast nur im Bausektor
- Langfristig immer größerer Qualitätsverlust durch Verunreinigungen



© Öko-Institut

<sup>1</sup> [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA\\_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-57.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-57.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

# Stahl Recycling - Lösungsansätze

- Verpflichtende Demontage von kupferreichen Teilen Pre-Schredder:
  - Entfernen des Hauptkabelstrangs in Demontage
  - Senkung Kupfer-Gehalt in Stahlfraktion auf ca. 0,2 - 0,3 % möglich
- Weitere Verfahren zur Kupferabtrennung möglich, aber teuer

Mögliche Änderung der politischen Rahmenbedingungen:

- Rezyklateinsatzquoten für Stahl in Pkw (Closed-Loop) erhöhen
- Notwendigkeit zur Materialtrennung gesetzlich festlegen

<https://www.bmwgroup.com/de/news/allgemein/2024/recycling.html>

# Kunststoff Recycling - Herausforderungen

- Fehlende Recyclingfähigkeit
  - Große Materialvielfalt
  - Nicht recycelbare Kunststoffverbunde
  - Neue gesetzliche Vorgaben vs. hohes Alter von Rezyklat aus Altfahrzeugen
- Fehlende Wirtschaftlichkeit
  - Kunststoff zu günstig
- Fehlende Sortierung/Materialtrennung
- Hohe Qualitätsansprüche im Fahrzeugbau

<https://srw-recycling.de/recycling/vormaterial/shredderleichtfraktion/>

# Kunststoff Recycling - Lösungsansätze

Mögliche Änderung der politischen Rahmenbedingungen:

- Rezyklateinsatzquoten
  - Vorschlag EU: 25% Rezyklat, davon 25% Closed-Loop
- Verpflichtende Demontage und Post-Schredder-Sortierung
- Bevorzugung von „Downcycling“ vor energetischer Verwertung
  - Einführung von Recyclingquoten

[https://www.mini.de/de\\_DE/home/services/recycling.html](https://www.mini.de/de_DE/home/services/recycling.html)

# Schlussfolgerungen

- Vielzahl von Herausforderungen im Fahrzeugsektor
- Stahl wird meistens recycelt
  - Einsatz Rezyklate bisher nicht mehr im Fahrzeugsektor möglich
  - Anreicherung von Kupfer über die Lebenszyklen
  - In Zukunft: Fehlende Senke Bausektor...?!
  - Bessere politische Rahmenbedingungen notwendig
- Recycling von Kunststoffen aus ELV in Deutschland am Anfang
  - Ökonomische Anreize bzw. verpflichtende Quoten notwendig
  - Langzeitstrategie: Defossilisierung des Kunststoffsektors
- Sinnvolle Einbettung von Urban Mining in die Kreislaufwirtschaft: Eindämmung der Ressourcennutzung (Mobilitätswende), Wiederverwendung, Reparatur, ....

# Vielen herzlichen Dank!



Dr. Johannes Klinge  
Researcher  
Ressourcen & Mobilität  
Darmstadt  
+49 6151 8191-174  
j.betz@oeko.de



Vielen Dank für Ihre Teilnahme

