

# Reduktion des kritischen Rohstoffverbrauchs durch Second-Life-Anwendungen von Lithium-Ionen-Traktionsbatterien

---

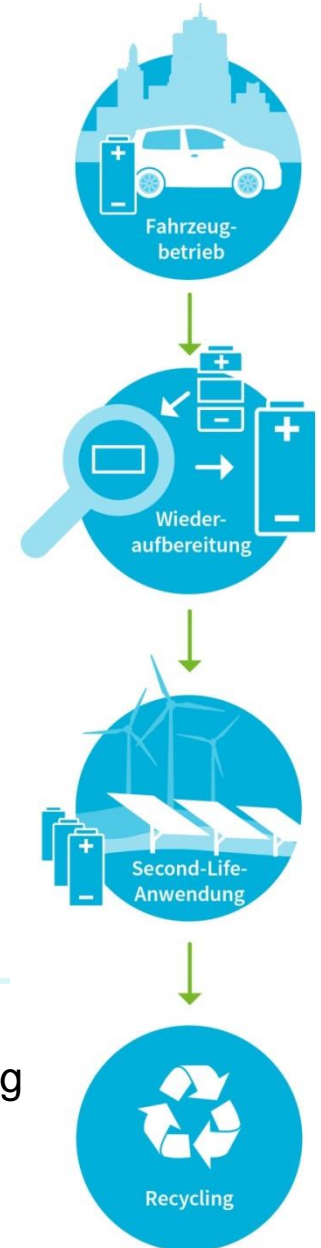
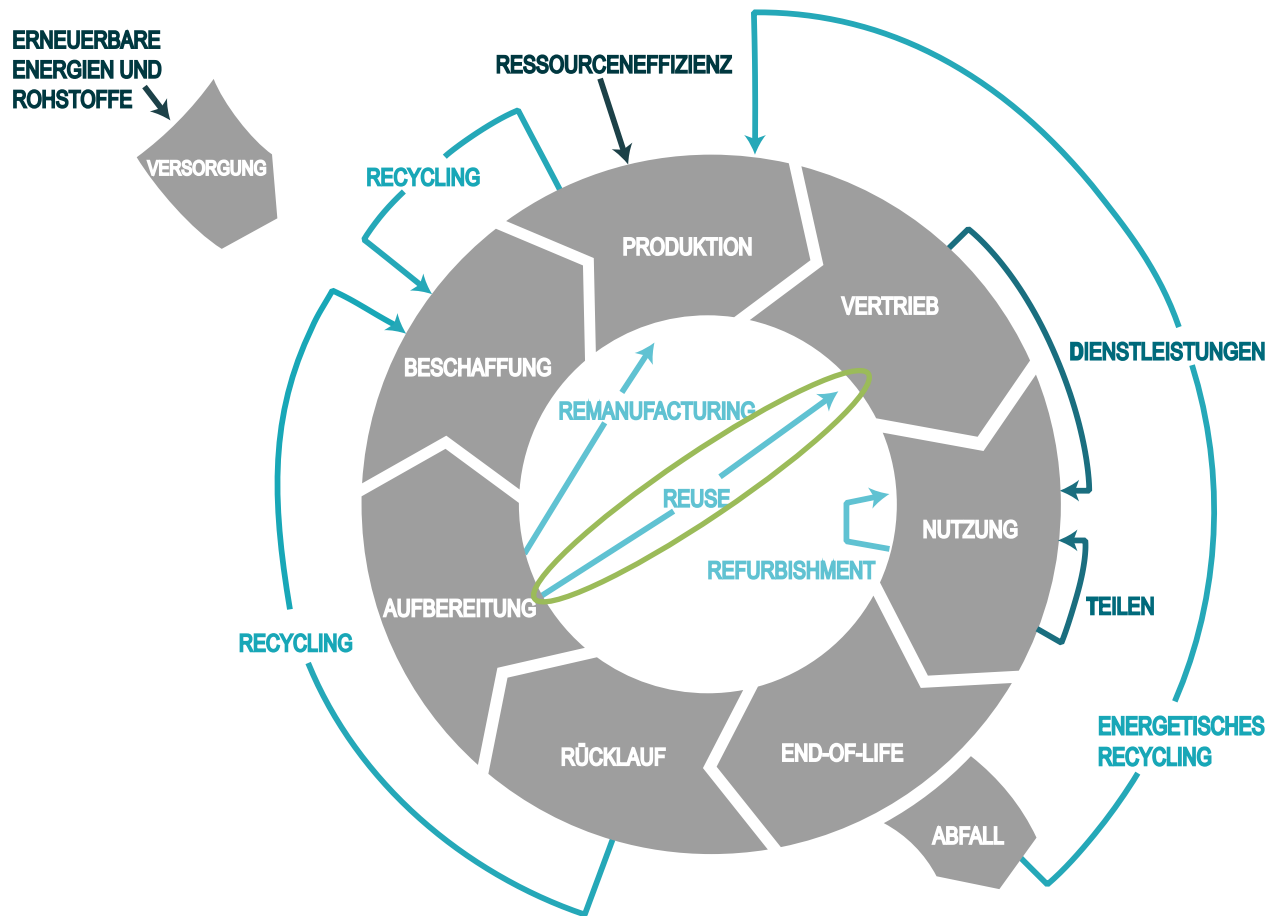
Anika Regett

IEWT 2017

Wien, 16. Februar 2017

1. Motivation
2. Kritische Rohstoffe in Lithium-Ionen-Batterien
3. Bilanzierung von Second-Life-Anwendungen
4. Reduktion des kritischen Rohstoffverbrauchs
5. Fazit und Ausblick


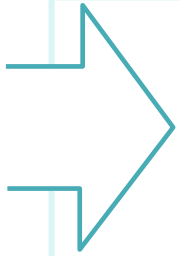
# 1. Motivation – Einsparung kritischer Rohstoffe durch die Weiterverwendung von gebrauchten Traktionsbatterien?



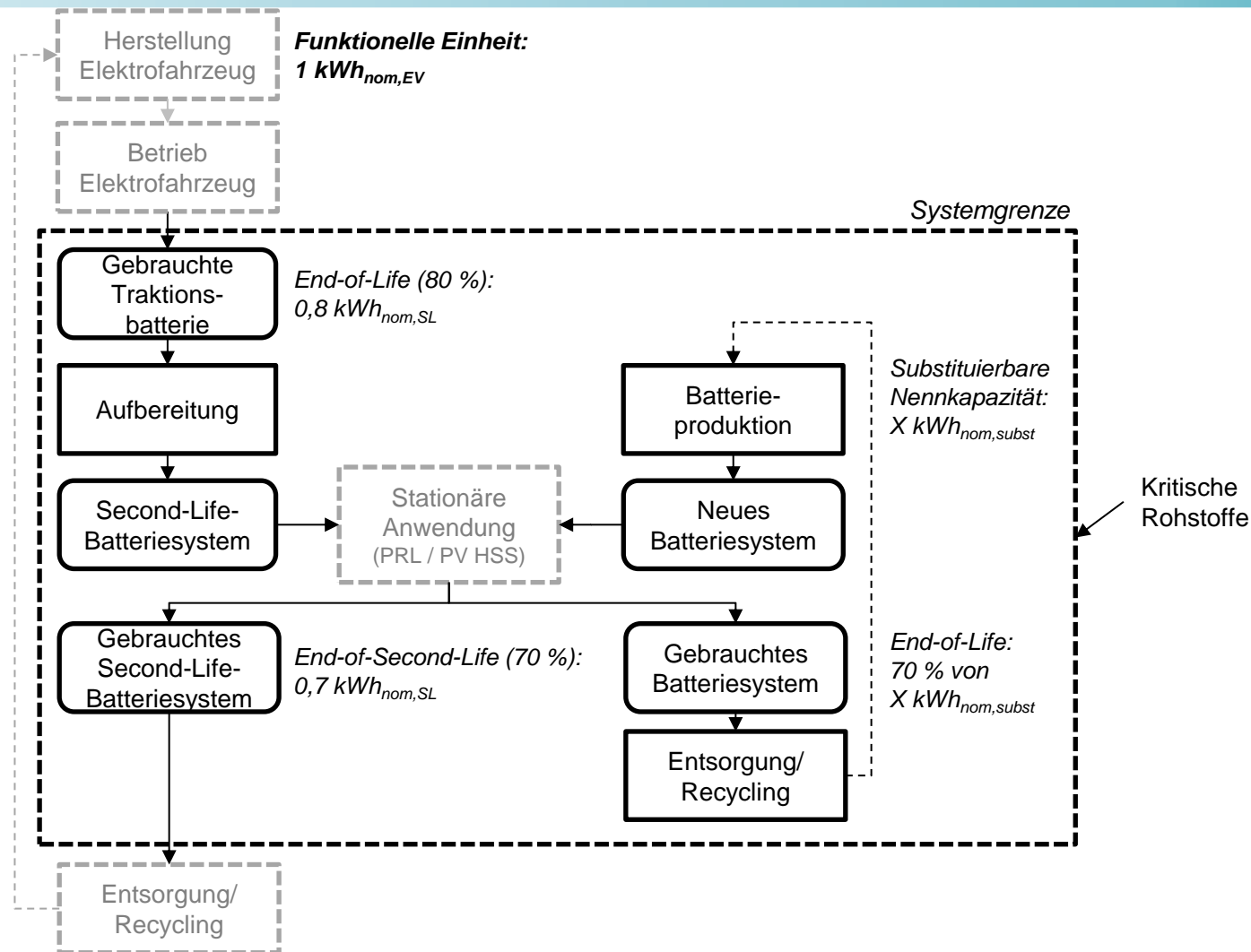
- Mit steigendem Markthochlauf von Elektrofahrzeugen stehen in Form von Second-Life (SL)-Batterien kostengünstige Speicherkapazitäten zur Verfügung
- Potenzieller wirtschaftlicher und ökologischer Mehrwert durch Zweitanwendungen wie z. B. PV-Hausspeichersystemen (PV HSS) oder Primärregelleistung (PRL)

## 2. Kritische Rohstoffe in Lithium-Ionen-Batterien – Gründe für die Kritikalität von Kobalt, Lithium, Graphit und Nickel

Hauptgründe	Kobalt	Lithium	Graphit	Nickel
Nebenprodukt	Red	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Länderkonzentration	Red	Red	Red	Light Blue
Unternehmenskonzentration	Light Blue	Red	Light Blue	Light Blue
Herkunftsländer	Red	Light Blue	Red	Light Blue
Nachfragesteigerung	Red	Red	Red	Red
Entzündbarkeit	Light Blue	Red	Light Blue	Light Blue
Toxizität, Gesundheitsgefährdung	Red	Light Blue	Light Blue	Red
Reichweite	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Red

- 
- 
- Rohstoffkritikalität ist nicht mit Knappheit gleichzusetzen, sondern ergibt sich aus der wirtschaftlichen Bedeutung und den Versorgungs- und/oder Umweltrisiken
  - Gemäß dem definierten Kritikalitätsscreening-Verfahren wurden Kobalt, Lithium, Graphit und Nickel als kritische Rohstoffe für die weitere Untersuchung identifiziert

# 3. Bilanzierung von Second-Life-Anwendungen – Funktionelle Einheit und Systemgrenze



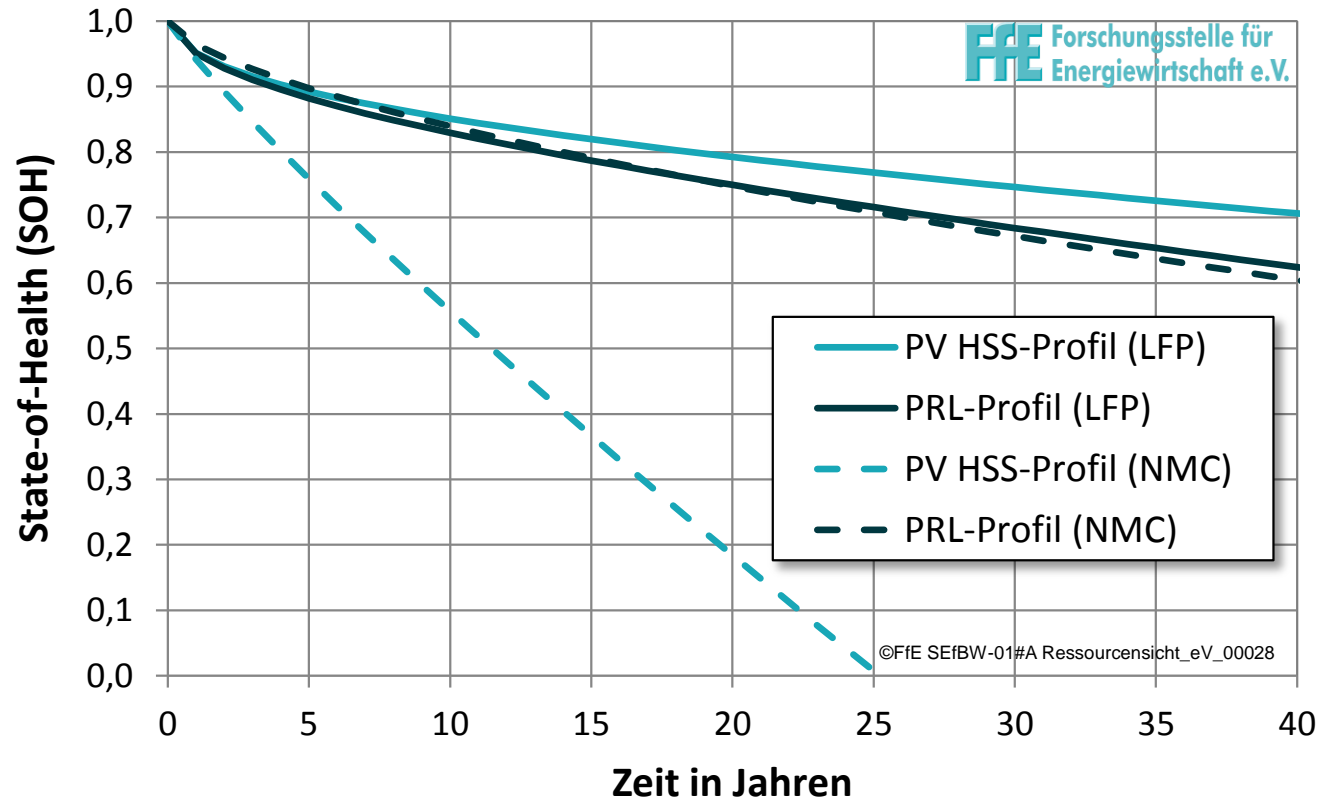
- Bilanzierung der eingesparten Rohstoffe durch die vermiedene Produktion einer Neubatterie über die substituierbare Nennkapazität<sup>1</sup>
- Berücksichtigung von Alterung und Nutzungsdauer der Neu- und Second-Life-Batterie

### 3. Bilanzierung von Second-Life-Anwendungen – Berechnung des kritischen Rohstoffeinsparpotenzials

$$RCRC_{m,SLA,BT} = (CMD_{BT} - RCM_{BT}) \times \boxed{SNC_{SLA,BT}}$$

- RCRC: Eingesparter kritischer Rohstoffverbrauch in  $\text{kg/kWh}_{\text{nom,EV}}$
- m: Material (Kobalt, Lithium, Nickel oder Graphit)
- SLA: Second-Life-Anwendung (PRL oder PV HSS)
- BT: Batterietyp (NMC oder LFP)
- CMD: Kritischer Rohstoffbedarf von Batteriesystemen in  $\text{kg/kWh}_{\text{nom}}$
- RCM: Recycelte kritische Rohstoffe von Batteriesystemen in  $\text{kg/kWh}_{\text{nom}}$
- SNC: Substituierbare Nennkapazität in  $\text{kWh}_{\text{nom,subst}}/\text{kWh}_{\text{nom,EV}}$

# 3. Bilanzierung von Second-Life-Anwendungen – Alterungsverläufe zur Bestimmung der substituierbaren Nennkapazität



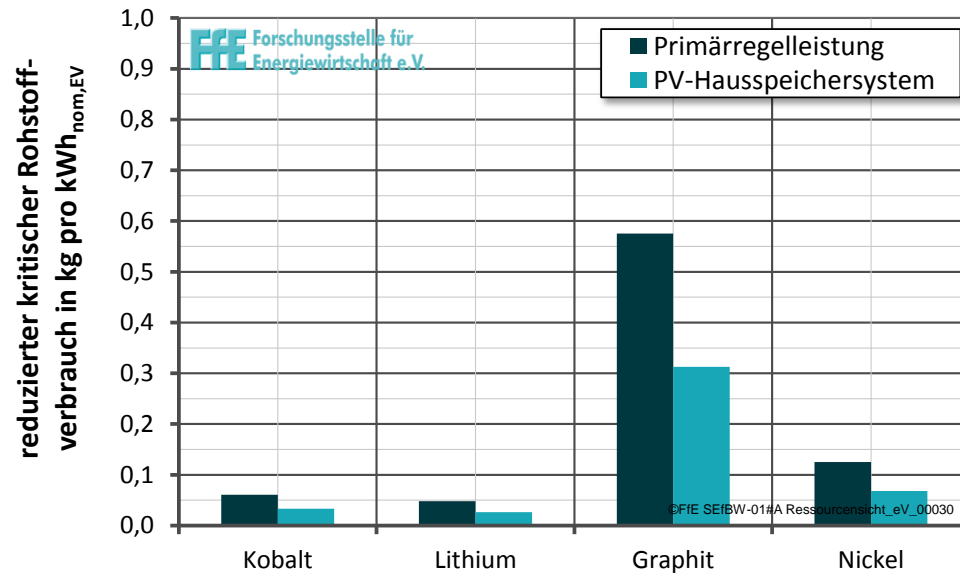
Substituierbare Nennkapazität  
(in  $\text{kWh}_{\text{nom,subst}}/\text{kWh}_{\text{nom,EV}}$ ):

- PRL (LFP): 0,51
- PV HSS (LFP): 0,53
- PRL (NMC): 0,47
- PV HSS (NMC): 0,26

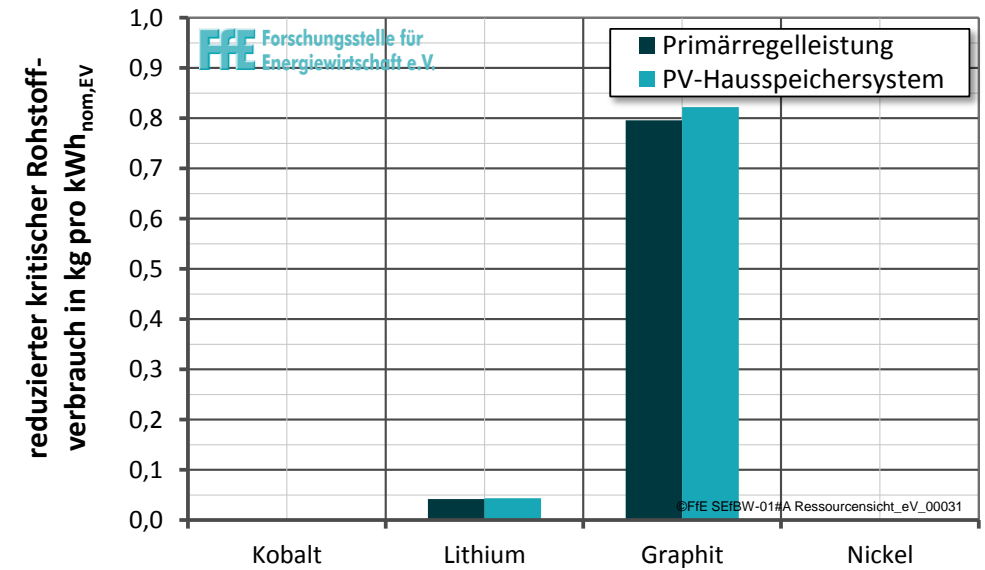
- Für die verwendeten Alterungsmodelle<sup>1</sup> und Lastprofile stärkere Alterung für NMC als für LFP
- LFP: Höhere Zyklenfestigkeit, aber höhere Abhängigkeit von Temperatur- und C-Rate
- NMC: Für das PV HSS-Lastprofil lässt sich aufgrund der tiefen Be- und Entladezyklen eine starke Alterung und somit eine geringe substituierbare Nennkapazität beobachten

# 4. Reduktion des kritischen Rohstoffverbrauchs – Maximale Einsparung kritischer Rohstoffe durch Second-Life-Anwendungen

## ■ NMC:



## ■ LFP:



- Das kritische Rohstoffeinsparpotenzial ist stark von Batterietyp und SL-Anwendung abhängig
- Die Auswahl der Anwendung sowie die Auslegung der SL-Batterie ist daher entscheidend
- Weitere wichtige Einflussfaktoren sind der spezifische Materialbedarf sowie die Sammel- und Recyclingeffizienzen



# 5. Fazit und Ausblick

1

Durch Weiternutzung von Traktionsbatterien in stationären Anwendungen können kritische Rohstoffe wie beispielsweise Kobalt eingespart werden.

2

Das Rohstoffeinsparpotenzial hängt von Batterietyp, SL-Anwendung sowie der Entwicklung des spez. Rohstoffbedarfs und der Sammel-/Recyclingeffizienzen ab.

3

Die Verschiebung des Recyclingprozesses kann mittelfristig zu einer Steigerung der Recyclingeffizienz, aber kurzfristig zu einer erhöhten Primärrohstoffnachfrage führen.

4

Für eine ganzheitliche Bewertung von SL-Anwendungen sollten neben der Rohstoffeinsparung auch ökologische und wirtschaftliche Aspekte einbezogen werden.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

---

Ansprechpartnerin:

Anika Regett, M.Sc.  
+49 (89) 158121-45  
[ARegett@ffe.de](mailto:ARegett@ffe.de)

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.  
Am Blütenanger 71  
80995 München  
[www.ffe.de](http://www.ffe.de)

