



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG

Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.

dorfner

ANZAPLAN



Carbonatisierung von lithiumhaltigen Primär- und Sekundärrohstoffen mittels CO₂

CO₂-LiPriSek

Dr. Doreen Kaiser, TU Bergakademie Freiberg

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Workshop CO₂-Mineralisierung

05.05.2022

Warum Rückgewinnung von Lithium?

Motivation

ELEKTROMOBILITÄT

Daimler will bis 2030 nur noch Elektro-Stadtbusse anbieten

Die Bussparte will wie das Hauptgeschäftsfeld Lkw das Angebot komplett auf emissionsfreie Antriebe umstellen. In den Dieselmotor wird künftig nicht mehr investiert.



Rohstoff für Elektroautos

Mexiko verstaatlicht Lithium-Produktion

Stand: 20.04.2022 09:13 Uhr

Künftig sollen die Förderung und Geschäfte mit Lithium in Mexiko in der Hand der Regierung liegen. Das Land verfügt über große Reserven des Rohstoffs, der besonders für die Produktion von Elektroautos benötigt wird.

Studie zur Elektromobilität

Jeder achte Haushalt erwägt Kauf eines E-Autos

Immer mehr Menschen überlegen, sich ein Elektrofahrzeug anzuschaffen – auch wegen der hohen Spritpreise. Die Mehrheit wünscht sich eine höhere staatliche Förderung.

2. Mai 2022, 11:27 Uhr / Quelle: ZEIT ONLINE, AFP, dar / 313 Kommentare /

Elektromobilität

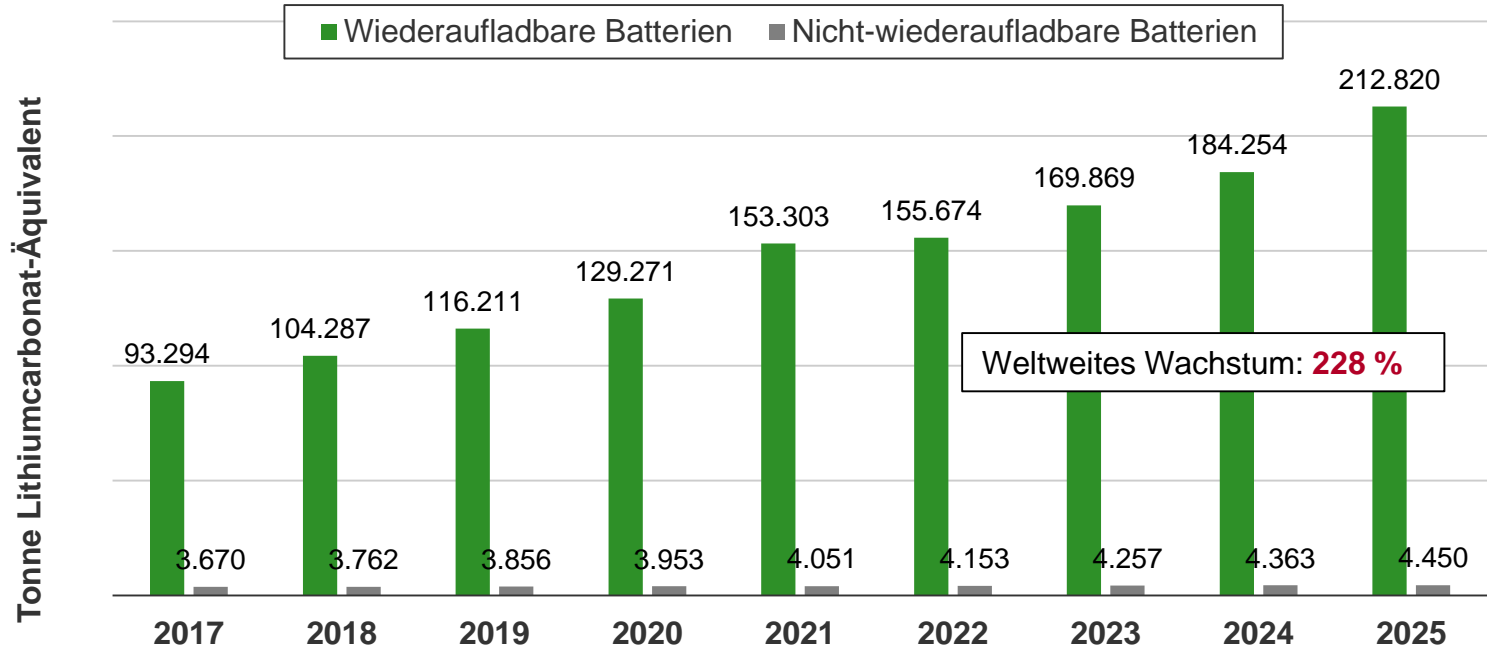
Honda investiert Milliarden in E-Autos

Stand: 12.04.2022 10:00 Uhr

Honda verstärkt sein Engagement für die E-Mobilität. Dafür plant der japanische Autobauer Investitionen in Milliardenhöhe und eine Kooperation mit dem US-Autokonzern GM.

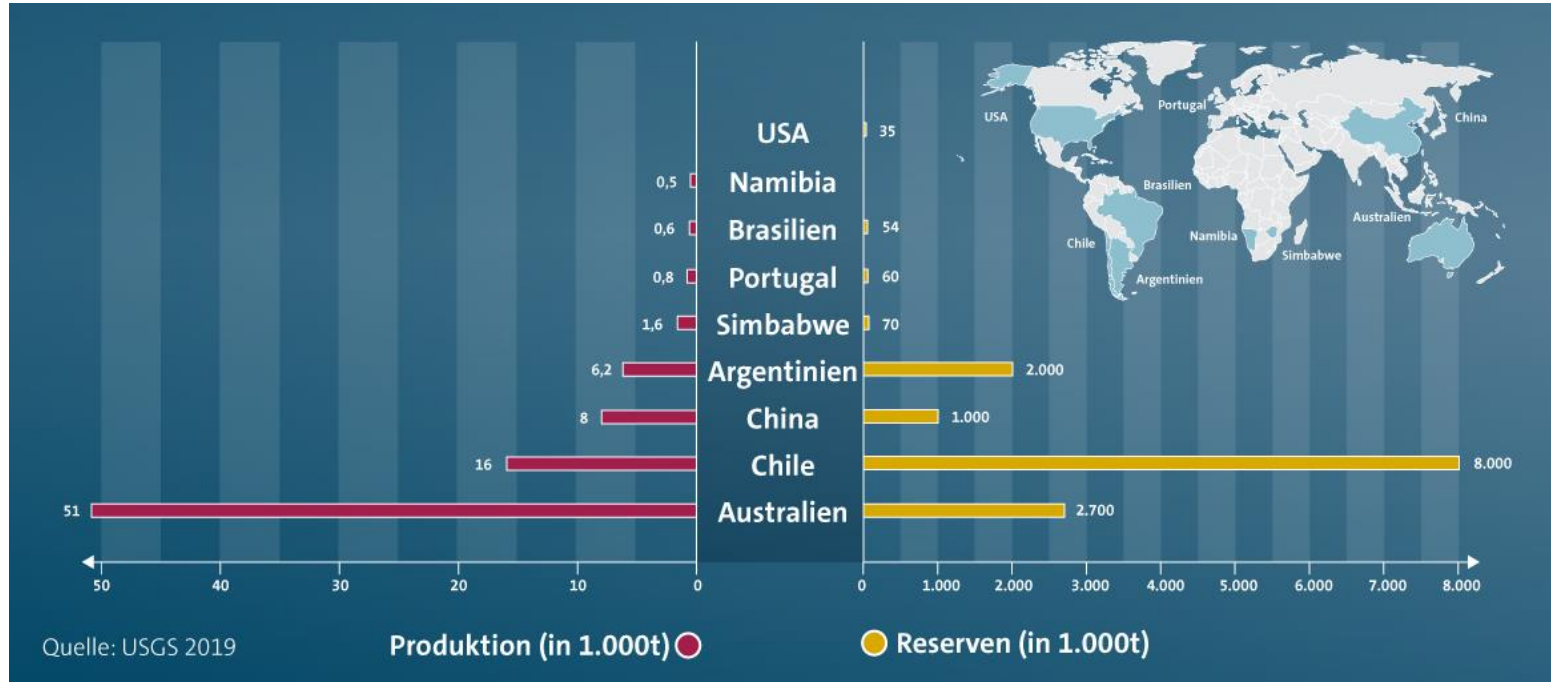
Motivation

Wachsender Bedarf an Lithiumionen-Batterien (LIBs)



Motivation

Li-Reserven und Li-Produktion weltweit



Wie können die Probleme gelöst werden?

Lithium für LIBs

Nutzung heimischer Rohstoffe

- Unabhängigkeit von Ressourcen
- Problem: geringer Li-Gehalt

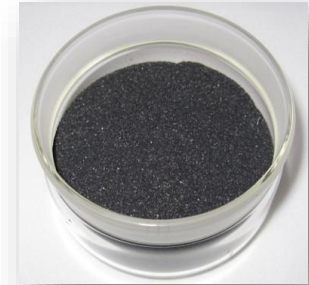
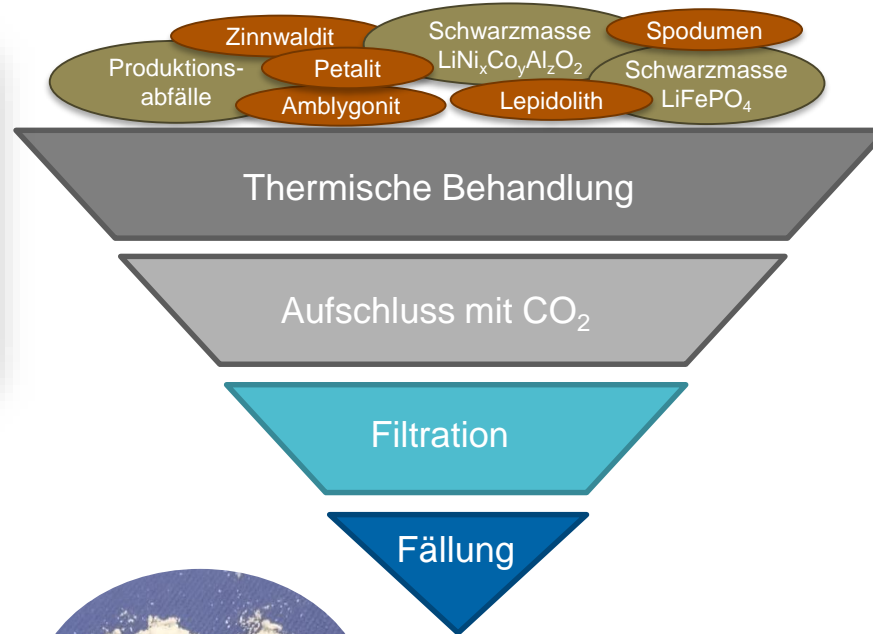
Recycling verbrauchter LIBs

- Unabhängigkeit von Ressourcen
- Problem: etablierte Prozesse zielen auf Rückgewinnung von Co, Ni und Mn

Steigender Li-Bedarf

Projektidee

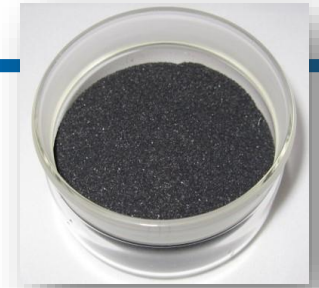
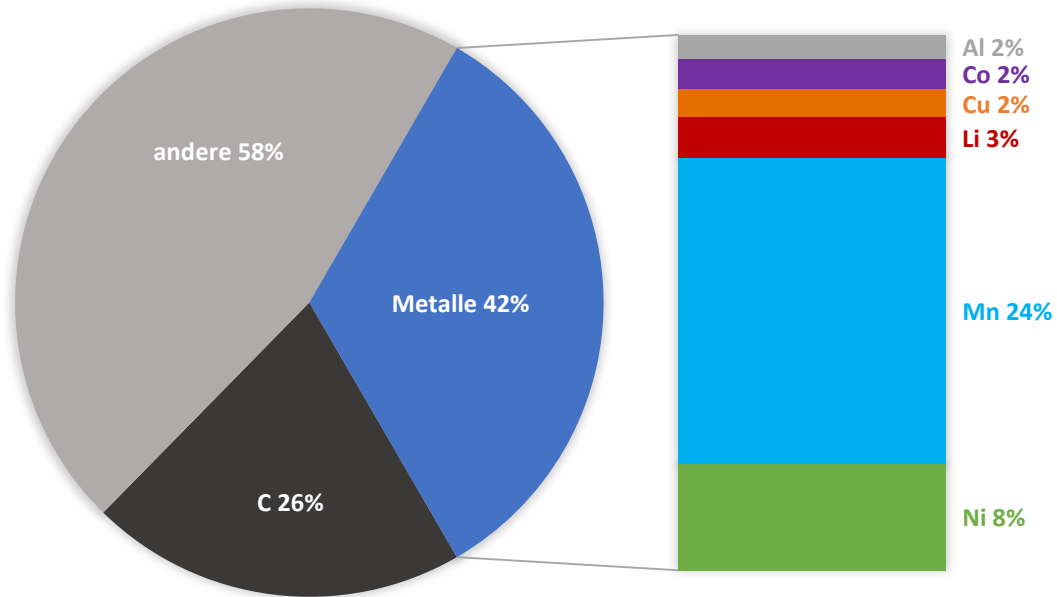
Der COOL-Prozess



Li-Rückgewinnung aus LIBs

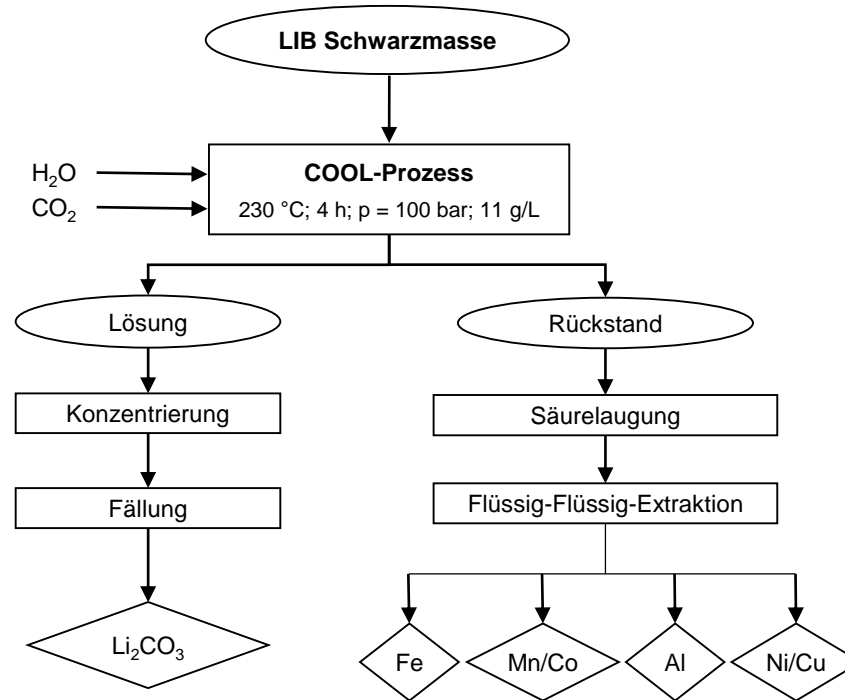
COOL-Prozess

Schwarzmasse



Li-Rückgewinnung aus LIBs

COOL-Prozess



Li-Ausbeute: 94,5 %

Nur Co-Mobilisierung von Al

Reinheit Li₂CO₃: > 99,5 Gew.-%

Lithium aus primären Rohstoffen

Potentielle Rohstoffe

Zinnwaldit

- Lithiumeisenglimmer: $\text{KLiFe}^{2+}\text{Al}(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{F,OH})_2$
- Lagerstätte: Erzgebirge

Spodumen

- Lithiumsilikat: $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$
- Lagerstätte: Österreich

Amblygonit

- Lithiumphosphat: $(\text{Li,Na})\text{Al}[(\text{F,OH})|\text{PO}_4]$
- Lagerstätte: Spanien

Lithiophorit

- Manganoxid: $(\text{Al,Li})\text{Mn}^{4+}\text{O}_2(\text{OH})_2$
- Lagerstätte: Vogtland, Hessen

Lithium aus primären Rohstoffen

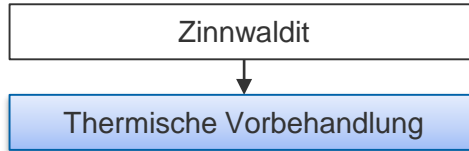
Potentielle Rohstoffe

Zinnwaldit

- Lithiumeisenglimmer: $\text{KLiFe}^{2+}\text{Al}(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{F,OH})_2$
- Lagerstätte: Erzgebirge



Lithium aus Zinnwaldit



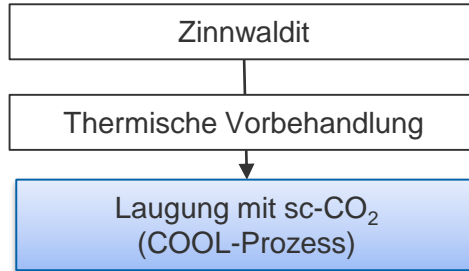
Ziel:

- Vereinheitlichung
- Erhöhung d. Li-Mobilisierung durch Phasenumwandlung in β -Spodumen
- Fluorid-Entfernung

Im Rahmen des Projektes

- Optimierung der Temperatur (500–1000 °C) und Zeit (1-8 h)
- Untersuchung Einfluss d. Ofentyps

Lithium aus Zinnwaldit



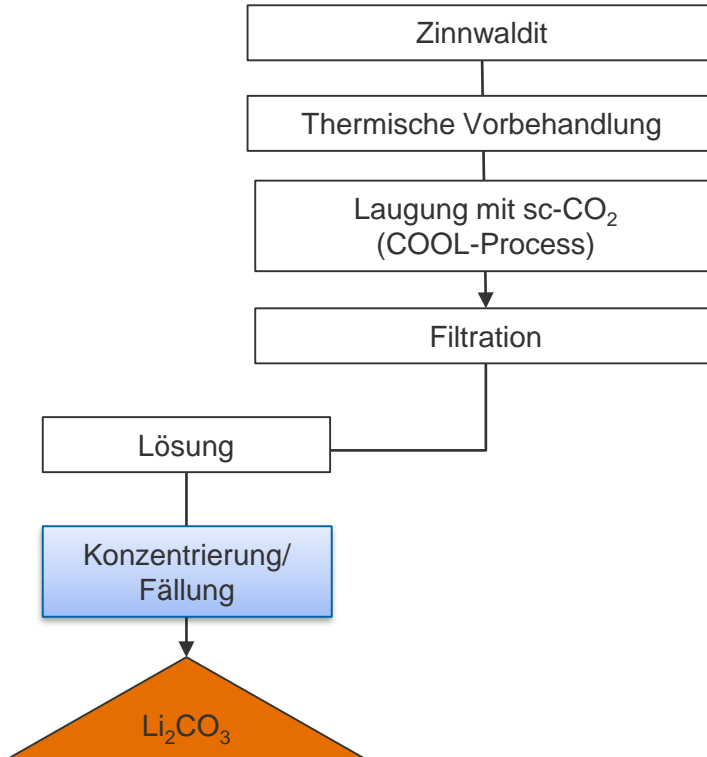
Ziel:

- Selektive Li-Mobilisierung
- Vermeidung weiterer Chemikalien

Im Rahmen des Projektes:

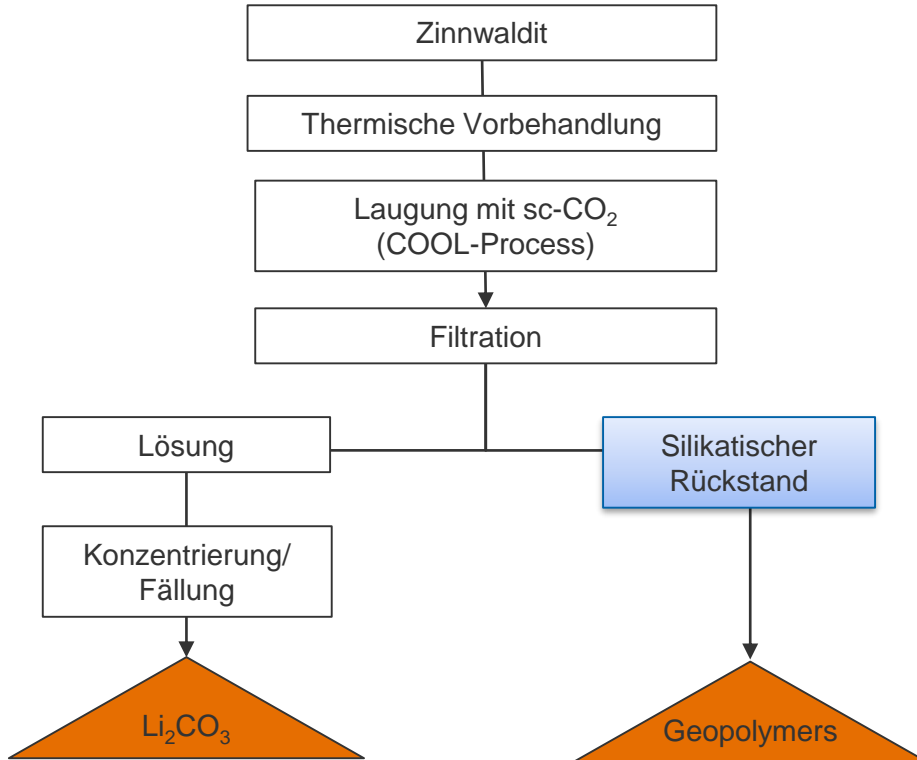
- Optimierung der Prozessparameter
 - Temperatur, Aufschlussdauer, Fest-Flüssig-Verhältnis
 - CO₂-Druck konst. 100 bar

Lithium aus Zinnwaldit



- Aufkonzentrierung mittels Elektrodialyse
 - Konzentrationsfaktor: $< 32 \rightarrow > 10$ g/L Li
- Fällung durch Erhöhung der Temperatur
- Abtrennung von Lithiumcarbonat durch Filtration
- Rohprodukt Reinheit $> 99,5$ Gew.-% \rightarrow Batteriereinheit

Lithium aus Zinnwaldit



Geopolymere

- Anorganische, Ca-freie Polymere basierend auf Silicium- und Aluminiumoxid
- CO₂-freier Zement
- Schnelles Erhärten
- Schrumpffreies Abbinden
- Hohe Druckfestigkeiten
- Nicht brennbar
- Temperaturbeständig
- Formstabil
- Vollständig recycelfähig

→ Breites Anwendungsspektrum

Geopolymere

Vorteile von Geopolymeren

- Baustoffe zu 100 % aus Sekundärrohstoffen
- Wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit zu klassischen Baumaterialien
- Verwertung von Reststoffen und Abraummaterialien
- Einsparung von Deponieraum und -kosten
- Schonung natürlicher Ressourcen
- Einsparung von bis zu 80 % der klimaschädlichen CO₂-Emissionen
- Vollständig recyclingfähig
- Erreichung der Klimaschutzziele

Geopolymere

Verwertung Rückstand COOL-Prozess

Geopolymers aus Mauersand und Rückstand aus COOL-Prozess



Zusammenfassung

COOL-Prozess ermöglicht:

- Selektive Mobilisierung von Lithium aus primären und sekundären Rohstoffen
- Vollständige Nutzung der Rohstoffe
- Stoffliche Nutzung von CO₂
- Vermeidung Zusatz von Chemikalien
- Vermeidung aufwendiger Abwasseraufbereitung
- Vermeidung von Deponierung
- Gewinnung von Lithiumcarbonat in Batteriequalität → Kreislaufführung

Ausblick

- Optimierung der Prozessparameter für weitere Rohstoffe
- Herstellung weiterer Geopolymere
- Charakterisierung der Geopolymere
- Aufskalierung der einzelnen Prozessschritte
- Ökologische und ökonomische Bewertung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

