Recycling von Lithium-Ionen-Batterien

Ing. DI. Dr.mont. Astrid Arnberger

Mag. Therese Schwarz

DEPARTMENT FÜR
Umwelt- & Energieverfahrens TECHNIK

MONTAN UNIVERSITÄT

Inhalt

- Energiespeichersysteme/ Lithium-Ionen-Batterien
- Entwicklung Abfallmengen
- Herausforderungen
- Recyclingverfahren – LIBRES
- Lebenszyklusanalyse

Energiespeichersysteme (ESS)

BMW 7 Hybrid (25 kg)

Toyota Prius PHV 5 (77 kg)

Opel Ampera (197 kg)

Renault ZOE (290 kg)

Tesla Model S85 (595 kg)

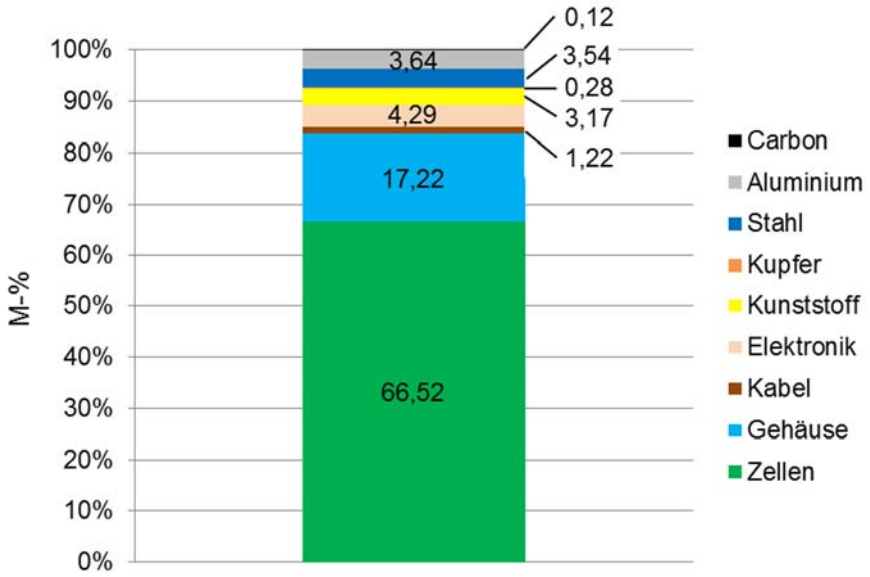
Batteriesystem

Modul

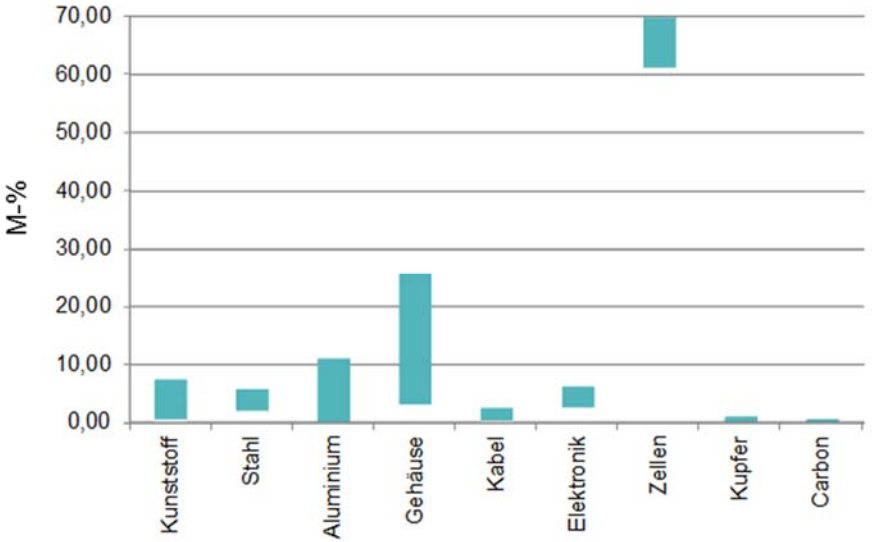
Zellen

Zusammensetzung eines ESS

Durchschnitt



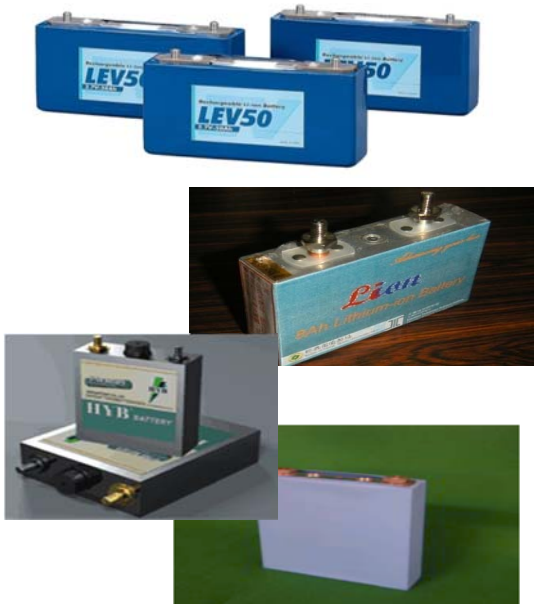
Bandbreite



Lithium-Ionen-Batterien (LIB)

Rundzellen

Prismatische Zellen



Pouch Zellen

Aufbau einer LIB

Anode

- Aktivmaterial:
  - Graphit
- Ableiter:
  - Kupfer

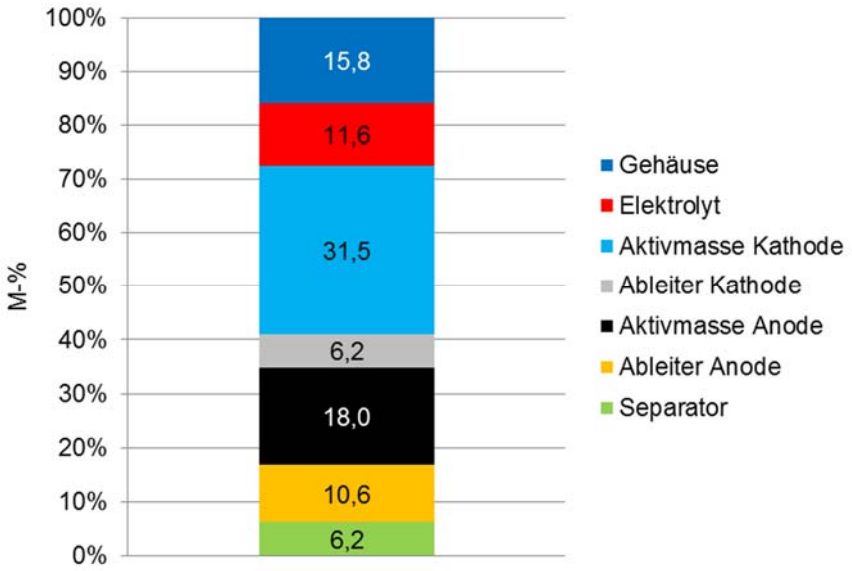
Elektrolyt und Leitsalz

Kathode

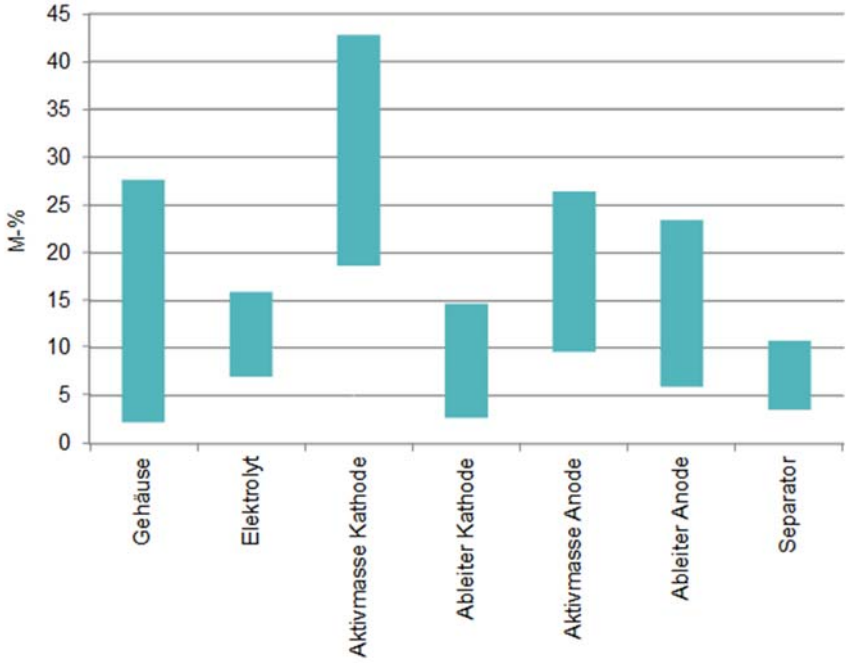
- Aktivmaterialien:
  - Lithium-Metalloxid
    $LiNi_{0,33}Co_{0,33}Mn_{0,33}O_2$,
    $LiCoO_2$, $LiNiO_2$, $LiMn_2O_4$
  - Lithium-Metallphosphat
    $LiFePO_4$
- Ableiter:
  - Aluminium

Zusammensetzung einer LIB

Durchschnitt

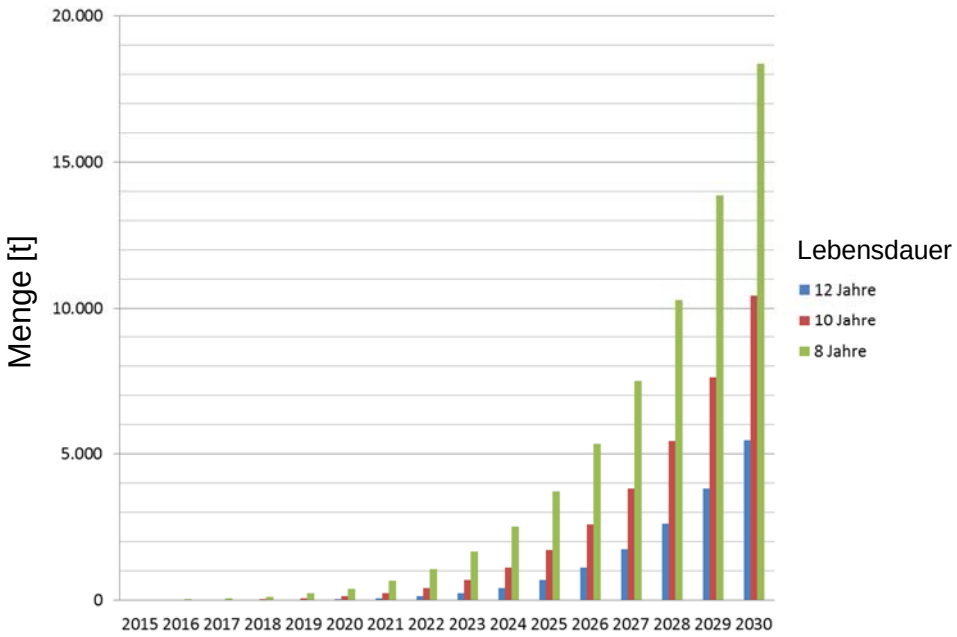


Bandbreite

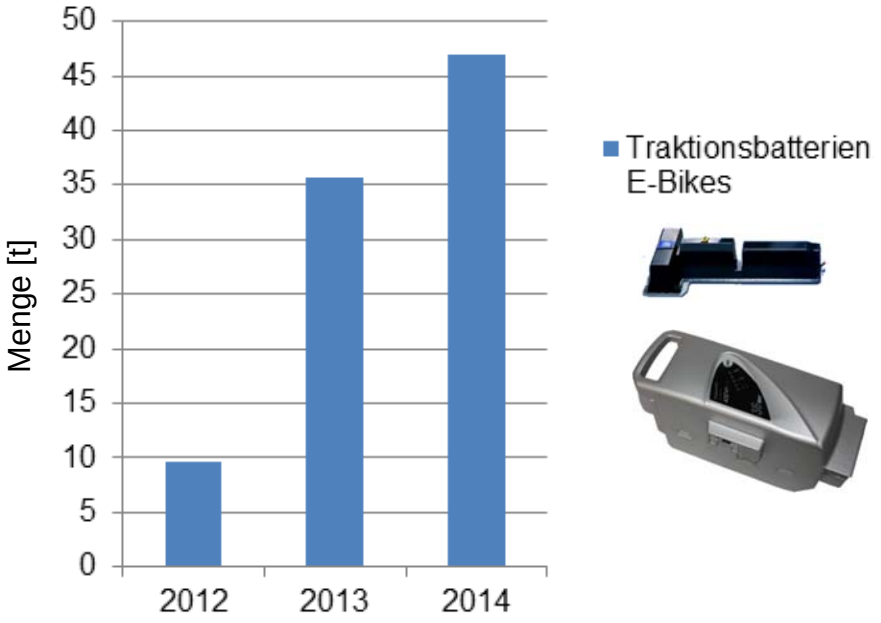


Entwicklung Abfallmengen - AUT

Prognose: Traktionsbatterien



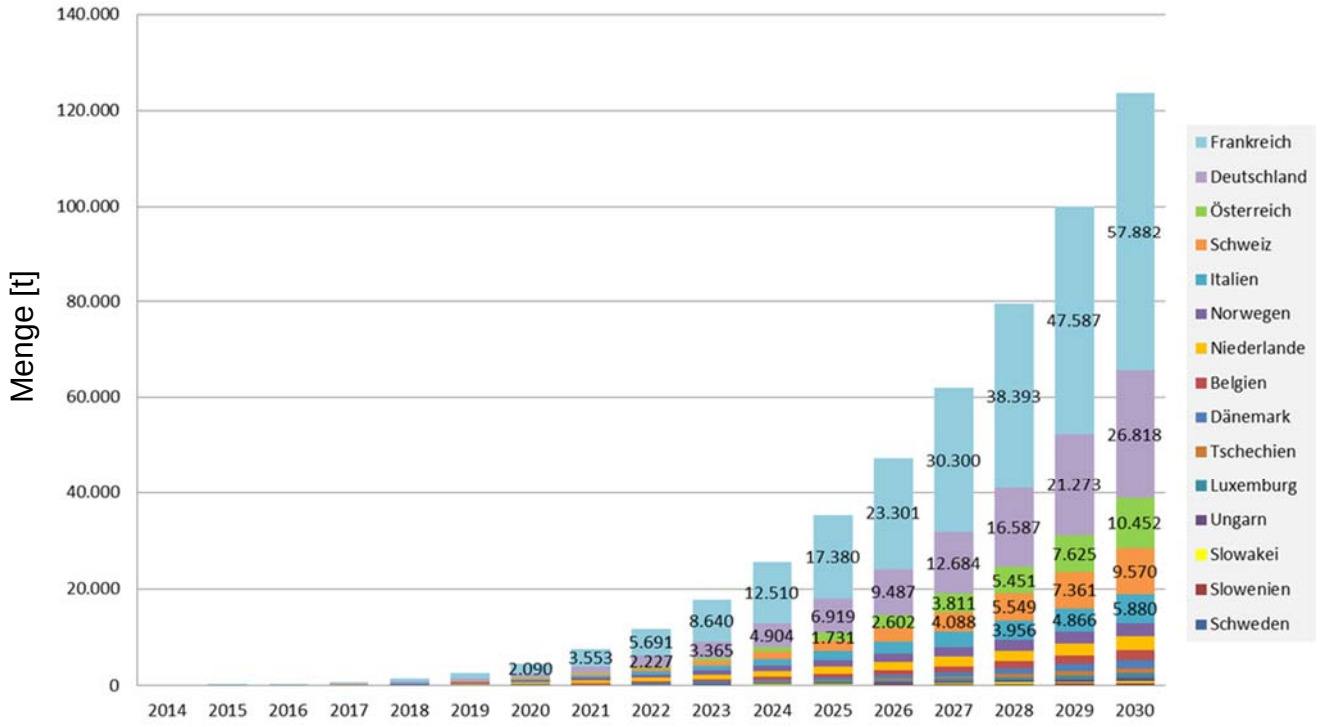
Aktuelle Status: Traktionsbatterien + E-bikes



Quelle: Saubermacher

Entwicklung Abfallmengen Traktionsbatterien- EU

Lebensspanne: 10 Jahre



Herausforderungen

KLEINE ZEITUNG 08.01.2016

KÖFLACH

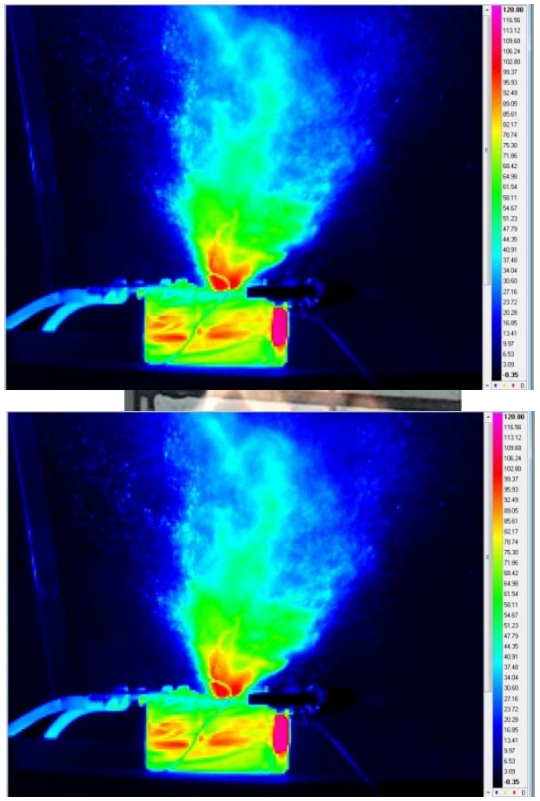
Hoher Schaden nach Brand in Fahrradgeschäft

Im Lager des Köflacher Unternehmens "Zweirad Bratschko" brach am Freitag ein Feuer aus. 65 Einsatzkräfte von fünf Feuerwehren standen im Einsatz. Verletzt wurde niemand. Laut Inhaber dürfte der Sachschaden bis zu 200.000 Euro betragen. *Von Rainer Brinskelle*

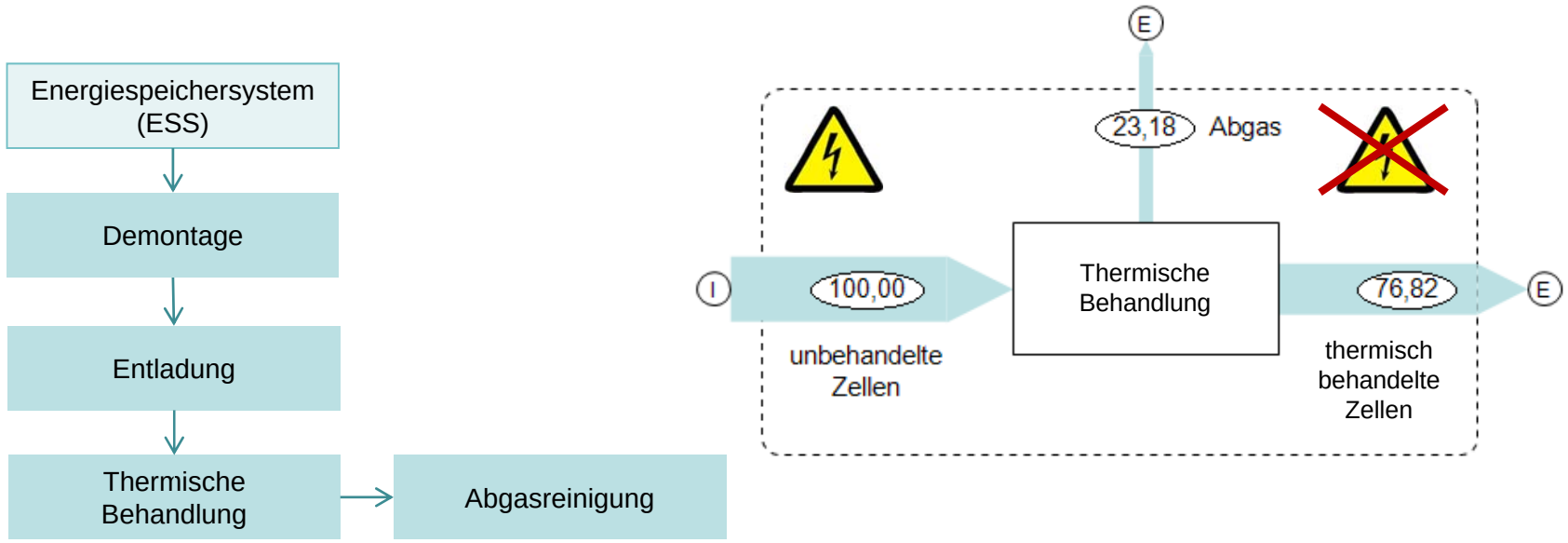
AVW Abfallverwertungstechnik & Abfallwirtschaft

Herausforderungen

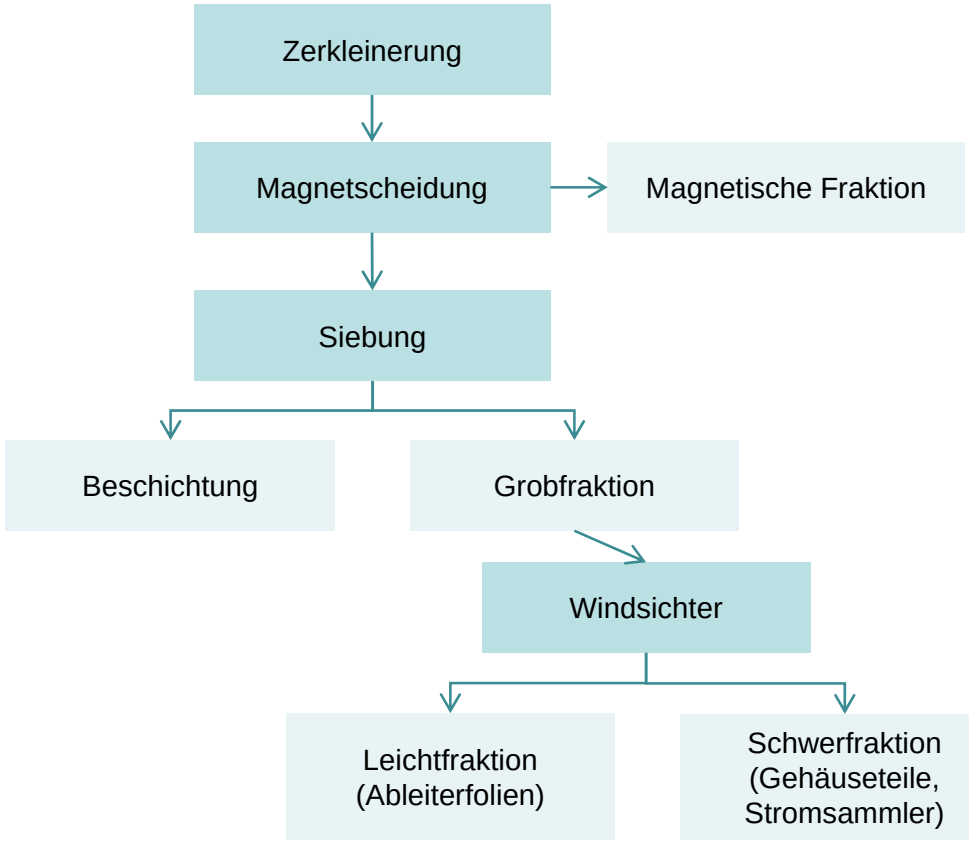
- Brennbare Substanzen
- Chemische Gefahren
- Thermal Runaway
- unsachgemäße Behandlung
  - Kurzschluss
  - Thermische Belastung
  - Überladung
  - Tiefentladung



Recycling – Verfahren LIBRES



Recycling – Verfahren LIBRES



Recycling – RE Methodik

Berechnung der RE

- Demontageergebnisse
- Massenbilanzen der thermischen und mechanischen Behandlung
- Charakterisierungen der gewonnenen Endfraktionen (Elementbilanzen)
- Festlegung der Transferkoeffizienten

Feinfraktion					
Transferkoeffizient [-]					
Stoffliche Verwertung		Thermische Verwertung		Beseitigung	
Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2
0,471	0,716	0,245	0,000	0,284	0,284

Folienfraktion		
Transferkoeffizient [-]		
Stoffliche Verwertung	Thermische Verwertung	Beseitigung
0,954	0,010	0,036

Recycling – RE Ergebnis

Ziel: Recyclingeffizienz > 50 M-%

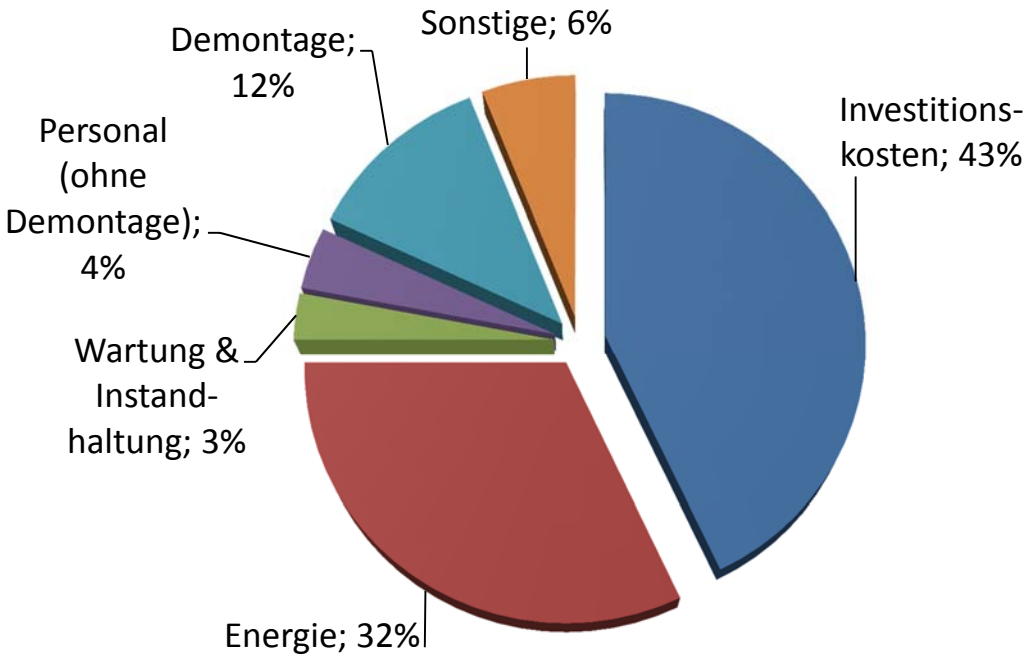
	ESS inklusive Gehäuse		ESS exklusive Gehäuse		Zellverbund	
	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2
PHEV 1	61,5	76,1	48,2	67,8	46,7	69,0
PHEV 2	61,3	77,0	50,7	70,7	45,0	68,0
Motorbike	63,8	69,9	54,2	61,9	50,0	60,0
EV	63,7	71,2	56,4	65,4	43,0	55,3

III: Recycling of Lithium Ion Batteries

Komponenten	Metalcan Zelle	Pouch Zelle	Materialien	Recycling
Gehäuse	18	< 1	Aluminium	
			Stahl	
Separator	6	11	Kunststoff (PE, PP)	
Aktivmaterial Kathode	31	34	LFP	
			NMC	
			LCO	
Ableiter Kathode	4	6	Aluminium	
Aktivmaterial Anode	19	27	Kohlenstoff	
Ableiter Anode	11	9	Kupfer	
Elektrolyt	11	12	Organische Lösungsmittel + Leitsalz	

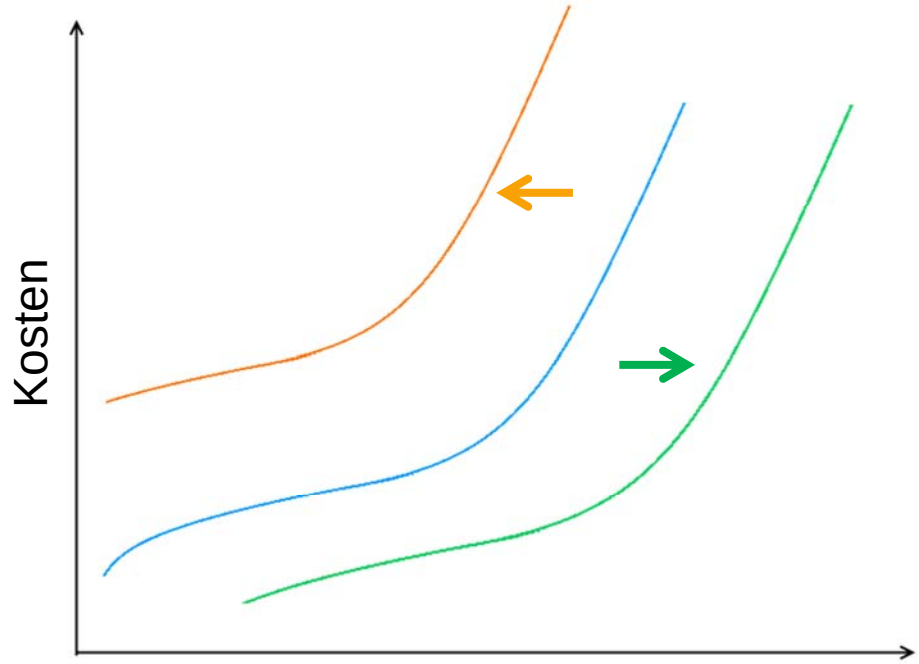
AVW Abfallverwertungstechnik & Abfallwirtschaft

Recyclingkosten



- Recyclingkosten: 1.500-2.500 €/t
- Die Erlöse der Outputfraktionen können nicht die Recyclingkosten decken.

Kosten / Recyclingeffizienz

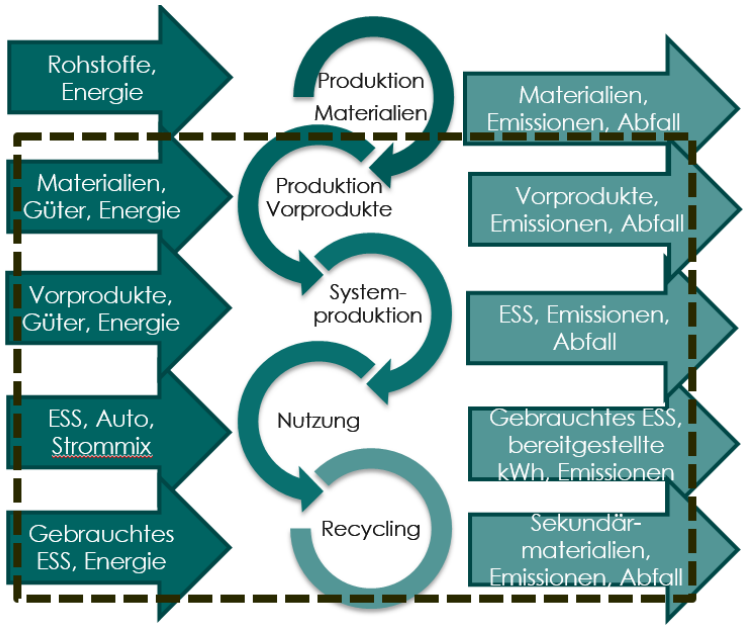


Abhängig vom

- Chemismus
  - LFP
  - LCO
- Demontage
  - Tiefe (Zelle / System)
  - Konstruktion (Zeit ↑ / Zeit ↓)

Lebenszyklusanalyse

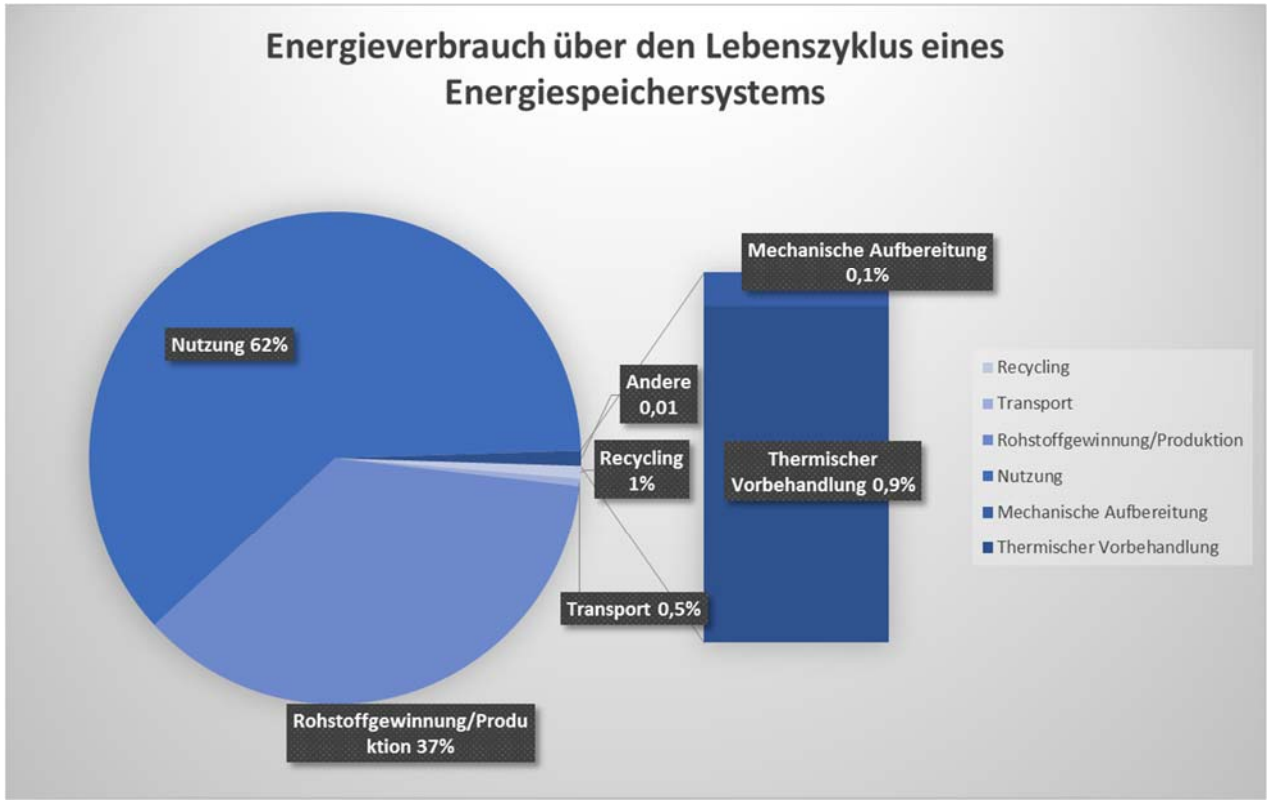
4 Phasen einer Lebenszyklusanalyse nach ISO 14040 ff



Ausgenommen sind:

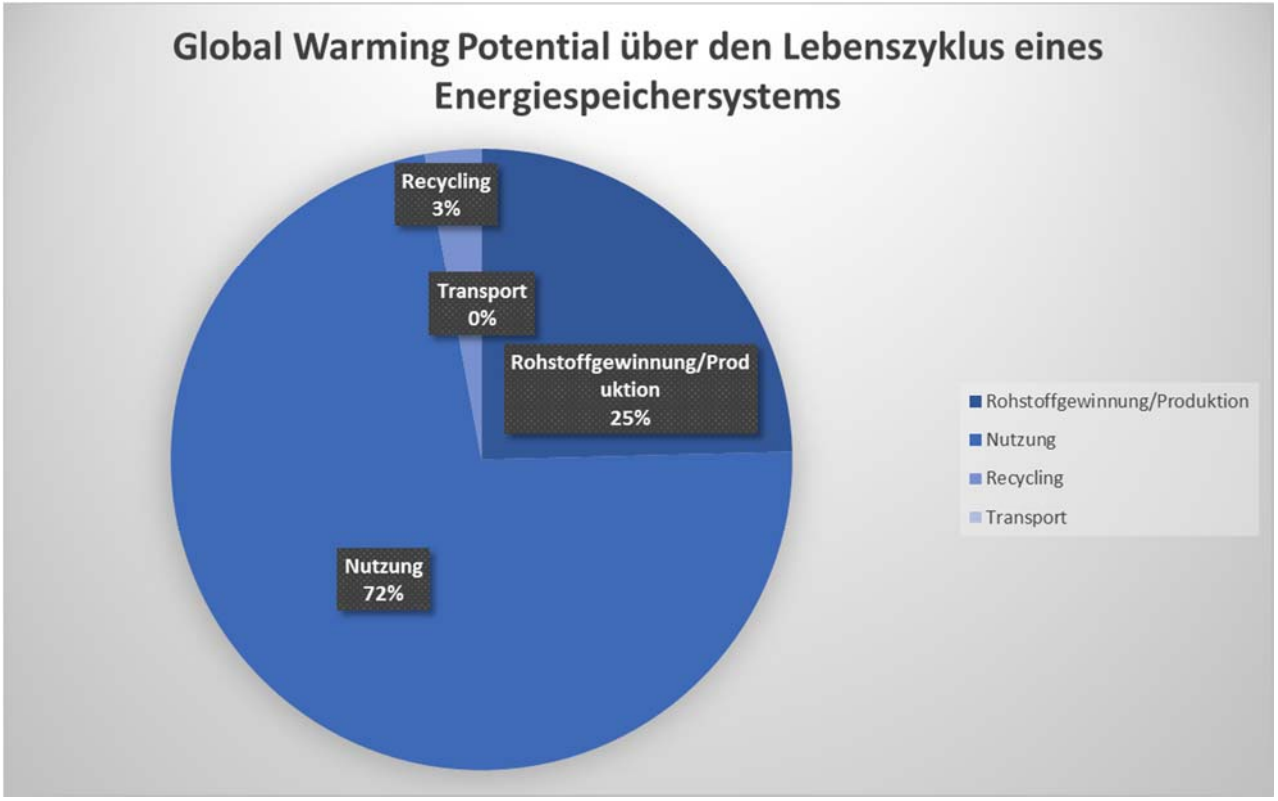
- Infrastruktur (Gebäude, Straßen, Computer, etc.)
- Auto, in das die Batterie eingebaut wird
- Kreislaufgeführte Betriebsmittel
- Nicht-Materielles z.B. Software

Kumulierter Energieverbrauch



AVV Abfallverwertungstechnik & Abfallwirtschaft

Global Warming Potential - Treibhausgasemissionen



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ing. Dipl. Ing. Dr.mont. Astrid Arnberger
Lehrstuhl Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft
Montanuniversität Leoben
Franz-Josef Straße 18
8700 Leoben, Austria
Tel.: +43 3832 402-5106
E-Mail: astrid.arnberger@unileoben.ac.at