

Detaillierte Ökobilanz eines stationären Li-Ion-Batteriespeichers

Friedrich Jasper –
Forschung für nachhaltige
Energietechnologien

▶ Motivation und Zielsetzung

▶ Methodik

- Sammlung der Primärdaten
- Modellierung
- Annahmen

▶ Ergebnisse

- Life Cycle Inventory (LCI)
- Life Cycle Assessment (LCA)
- Sensitivitätsanalyse und Limitationen

▶ Bewertung und Ausblick

Motivation und Zielsetzung



- Stationäre Li-Ionen-Batteriespeicher gelten als Teillösung für erhöhten Speicherbedarf
- Mangel an gut modellierten Ökobilanzierungen für Heimspeichersysteme



- Detaillierte Primärdaten der Zusammensetzung eines LFP-Batterie Heimspeichersystems (HSS) zu präsentieren
- Umweltauswirkungen der Produktions- und Nutzungsphase des HSS zu analysieren

▶ Motivation und Zielsetzung

▶ Methodik

- Sammlung der Primärdaten
- Modellierung
- Annahmen

▶ Ergebnisse

- Life Cycle Inventory (LCI)
- Life Cycle Assessment (LCA)
- Sensitivitätsanalyse und Limitationen

▶ Bewertung und Ausblick

Methodik

Sammlung der Primärdaten

Modulares Heimspeichersystems

- 2015 gebaut
- LFP Pouch-Zellen
- Bis zu 6 Module á 2,4 kWh
- Gesamtkapazität von maximal 14,4 kWh

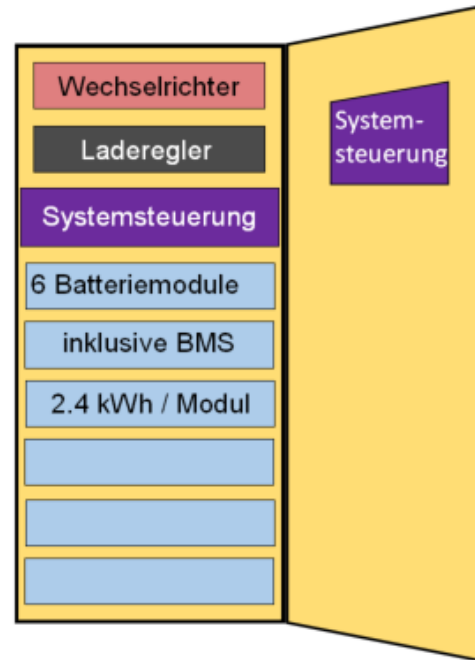


Abbildung 1: Schematische Darstellung des untersuchten HSS



Abbildung 2: Foto des HSS ohne Module

Methodik

Sammlung der Primärdaten



Abbildung 3: Fotos des LFP-Moduls, der Batteriepacks und der Pouch-Zellen

Methodik

Modellierung

- Modellierung mit Hilfe der Software OpenLCA 1.10.2 und der Datenbank ecoinvent 3.7
- Betrachtete Wirkungskategorien:
 - Treibhausgase (GWP)
 - Ressourcenverbrauch
 - Frischwasser Ökotoxizität
- Ergebnisse angegeben pro kWh gelieferte Energie in der Gesamtlebensdauer von 20 Jahren



Methodik

Annahmen

- 1 Zyklus pro Tag über die Gesamtlebensdauer von 20 Jahren (7300 Zyklen)
- HSS wird nur über eine PV-Anlage geladen
- Standby
 - 6000 h pro Jahr (50/50% geladen/ungeladen)
 - Verbrauch: 22,5 W
- Systemeffizienz von 81,5%
- Erwartete Lebensdauern der Komponenten von <20 Jahren und/oder <7300 Zyklen führt zu einem Ersatzbedarf von:

Komponente	LFP Zellen	Gehäuse	Wechselrichter	Laderegler	Kabel	System- steuerung	Elektronik
Ersatzfaktor	1.96	1.00	1.92	1.92	1.50	1.92	1.92

Agenda

▶ Motivation und Zielsetzung

▶ Methodik

- Sammlung der Primärdaten
- Modellierung
- Annahmen

▶ Ergebnisse

- Life Cycle Inventory (LCI)
- Life Cycle Assessment (LCA)
- Sensitivitätsanalyse und Limitationen

▶ Bewertung und Ausblick

Ergebnisse

Life Cycle Inventory (LCI) I

Tabelle 1: LCI - Zusammensetzung des untersuchten Heimspeichersystems mit einer Kapazität von 14,4 kWh. Die Massen sind auf 1 kg Gesamtsystem normiert.

Item	Datensatz	Menge	Einheit
Laderegler	Ampere charger production	0.0493	kg
Kabel	market for cable, unspecified cable, unspecified APOS, U - GLO	0.0302	kg
Elektrizität,	market for electricity, medium voltage electricity,	0.1153333	kWh
Montage	medium voltage APOS, U - DE	3	
Elektronik	market for electronics, for control units electronics, for control units APOS, U - GLO	0.0023	kg
Gehäuse	Housing production	0.2875	kg
Wechselrichter	Inverter production	0.0559	kg
LFP Modul	LFP Module production	0.5625	kg
Systemsteuerung	System Controller production	0.0166	kg
Transport, final	market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 APOS, U – RER	0.3	t*km

Ergebnisse

Life Cycle Inventory (LCI) II

Tabelle 2: LCI - Zusammensetzung des Batteriemoduls mit einer Kapazität von 14,4 kWh. Die Massen sind auf 1 kg normiert.

Item	Datensatz	Menge	Einheit
BMS for home storage system module	BMS production	0.0255	kg
LFP-C type Li-Ion Cell, at plant	LFP-C type Li-Ion Cell, modular, at plant (Mohr et al. (2020))	0.633	kg
metal working, average for steel product manufacturing	market for metal working, average for steel product manufacturing metal working, average for steel product manufacturing APOS, U - GLO	0.263	kg
steel, low-alloyed	market for steel, low-alloyed steel, low-alloyed APOS, U - GLO	0.263	kg
transport, freight train	market for transport, freight train transport, freight train APOS, U - Europe without Switzerland	1000	kg*km
transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5	market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 APOS, U - RER	1000	kg*km
transport, freight, sea, container ship	market for transport, freight, sea, container ship transport, freight, sea, container ship APOS, U - GLO	8	t*km

Ergebnisse

Life Cycle Assessment (LCA)

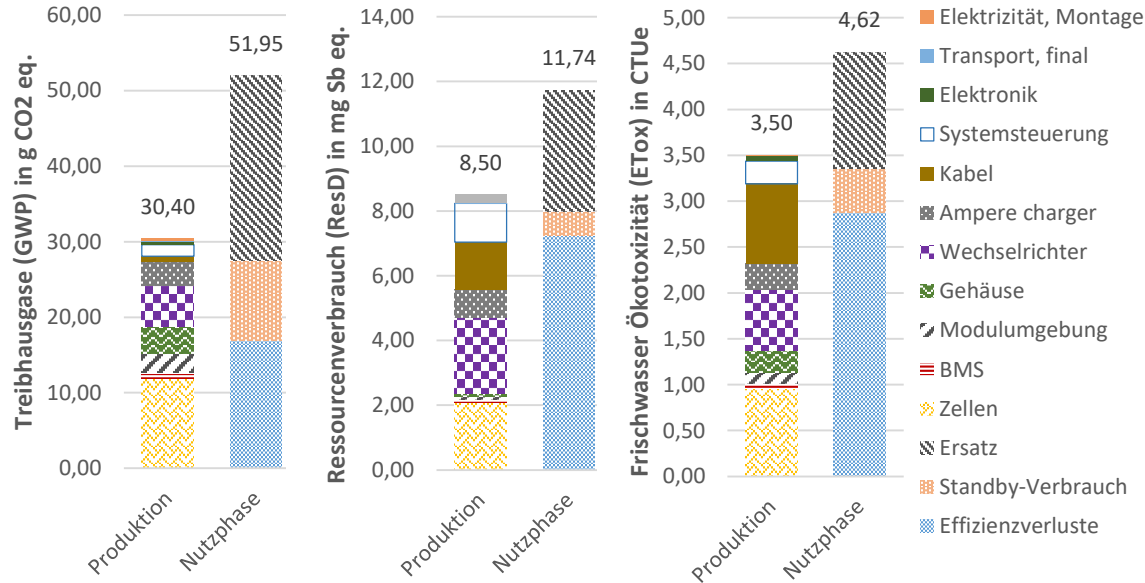


Abbildung 4:LCA Ergebnisse für Treibhausgaspotenziale (GWP), Ressourcenverbrauchspotenziale (ResD) und Ökotoxizitätspotenziale (ETox) aufgeteilt nach der Produktions- und Nutzungsphase. Angaben pro kWh gelieferte Energie.

Ergebnisse

Sensitivitätsanalyse

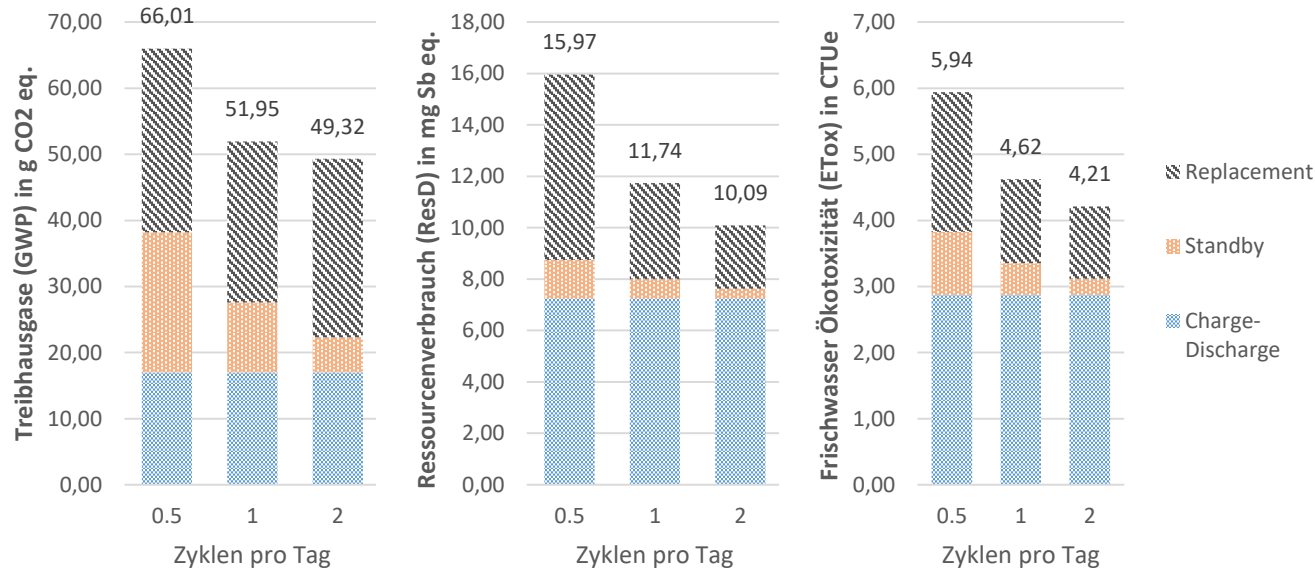


Abbildung 5: LCA Ergebnisse für Treibhausgaspotenziale (GWP), Ressourcenverbrauchspotenziale (ResD) und Ökotoxizitätspotenziale (ETox) für je 0,5, 1 und 2 Zyklen pro Tag. Angaben pro kWh gelieferte Energie.

Ergebnisse

Limitationen

- Annahmen im Bezug auf erwartete Lebensdauern, Systemeffizienz, Standby-Verbrauch, etc. basieren auf anderen Studien, die mit anderen Speichersystemen modelliert sind
- Nutzungsprofil kann sehr variieren und damit die Ergebnisse pro kWh gelieferter Energie signifikant verändern
- Ergebnisse sind primär für den hier untersuchten Typen des HSS repräsentativ – Systeme unterscheiden sich von Hersteller zu Hersteller teilweise stark
- Ergebnisse zeigen lediglich zwei von drei Phasen des Lebenszyklus und exkludieren damit die End-of-Life Phase

Agenda

▶ Motivation und Zielsetzung

▶ Methodik

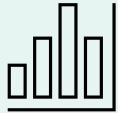
- Sammlung der Primärdaten
- Modellierung
- Annahmen

▶ Ergebnisse

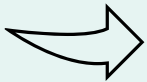
- Life Cycle Inventory (LCI)
- Life Cycle Assessment (LCA)
- Sensitivitätsanalyse und Limitationen

▶ Bewertung und Ausblick

Bewertung und Ausblick



- Zellen machen „nur“ einen Anteil von 25% - 39% der Umweltauswirkungen der Produktion aus
- Umweltauswirkungen der Nutzungsphase größer als die der Produktionsphase
- Ergebnisse sehr abhängig von dem angewendeten Nutzungsprofil



- Modellierung und Berechnung des Recyclings
- Vergleich mit verschiedenen Batterietechnologien existierender Heimspeichersysteme
- Vergleich mit anderen Energiespeichersystemen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!