

DETAILLIERTE ÖKOBILANZ EINES STATIONÄREN LI-ION-BATTERIEHEIMSPEICHERS

Friedrich JASPER*¹, Jana SPÄTHE¹, Manuel BAUMANN¹, Jens PETERS²,
Marcel WEIL¹, Janna RUHLAND³

Dieser Beitrag zeigt erstmals detaillierte Primärdaten der Zusammensetzung eines LFP-Batterie Heimspeichersystems (HSS) als Grundlage einer Ökobilanzstudie. In dieser Studie werden die Umweltauswirkungen der Produktions- und Nutzphase des HSS analysiert, um einen Vergleich mit anderen Speichertechnologien zu ermöglichen.

Einleitung

Der Ausbau erneuerbarer Energien steigert die Nachfrage nach Stromspeichersystemen, um die schwankende Stromproduktion gegenüber der Last auszugleichen. Stationäre Li-Ionen-Batteriespeicher gelten in dem Kontext als eine bewährte Technologie, die sowohl auf Netzebene als auch in privaten Haushalten, meist in Verbindung mit Photovoltaikanlagen, zum Einsatz kommt. Besonders die Lithium-Eisenphosphat (LFP) Batterie hat durch ihren hohen Entwicklungsstand Vorteile gegenüber anderen Technologien, wie kurze Antwortzeit, hohe Effizienz und hohe Modularität [1]. Obwohl der Markt für Heimspeichersysteme (HSS) mit Lithium-Ionen-Batterien schnell wächst, fehlen gut modellierte Studien, die mit einer detaillierten Ökobilanz (LCA) potenzielle Umweltvorteile und -auswirkungen quantifizieren. Bestehende Studien stützen sich hauptsächlich auf Batterie-Daten für Elektrofahrzeuge und lassen einen durchgängigen Modellierungsansatz vermissen, insbesondere im Hinblick auf die peripheren Komponenten, welche oftmals nur unzureichend berücksichtigt werden.

Methodik

Die hier präsentierten Primärdaten eines modularen Heimspeichersystems des Typs "HYCUBE eActive" wurden im Batterietechnikzentrum des KIT zerlegt und gemessen. Die einzelnen Komponenten des 2015 gebauten Systems wurden in kg und in cm³ gemessen. Die erhaltenen Daten wurden anschließend auf 1 kg der Komponente normiert und mit Hilfe der Datenbank „ecoinvent 3.7“ modelliert. Das HSS besteht aus bis zu 6 Batteriemodulen mit einer Kapazität von 2,4 kWh pro Modul und einer maximalen Kapazität von 14,4 kWh. Die Datensätze für die Modellierung der Batteriezelle sind in [2] gegeben. Die Bewertung der Umweltauswirkungen des HSS greifen auf die Methodik der Ökobilanz (LCA) zurück und betrachtet die Treibhausgas-, Ressourcenverbrauchs- und Frischwasser Ökotoxizitätspotenziale [3, 4]. Die Ergebnisse sind in den verschiedenen Wirkungskategorien pro kWh gelieferte Energie in der Gesamtlebensdauer von 20 Jahren angegeben.

Ergebnisse

Die massenbasierte Zusammensetzung des Heimspeichersystems in Tabelle 1 zeigt, dass die Batteriemodule nur etwas mehr als die Hälfte des Gesamtgewichts des Systems ausmachen. Das macht eine genaue Modellierung der Systemumgebung für eine detaillierte Ökobilanz unerlässlich. Neben dem Stahlgehäuse besteht die Systemumgebung aus einem Wechselrichter, einem Laderegler, der Systemsteuerung, Kabeln und weiteren elektronischen Teilen für das Batteriemangement.

Die LCA zeigt in allen drei Wirkungskategorien, dass die Hauptkomponenten des Systems, die Zellen, lediglich zwischen 24 % und 39 % der Umweltauswirkungen der Produktion ausmachen (siehe Abbildung 1). Innerhalb der peripheren Komponenten lässt sich vor allem der Wechselrichter mit hohen Auswirkungen hervorheben. Jedoch gilt für GWP für all diese Komponenten, dass der Energieverbrauch in der Produktion den größten Ausschlag gibt. Bezüglich ResD und ETox haben die Materialien Kupfer,

¹ Karlsruher Institut für Technologie - ITAS, +49 721-608-26722, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe
*friedrich.jasper@kit.edu, https://www.itas.kit.edu/english/rg_reset.php

² Department of Economics, Universidad de Alcalá, Plaza de laVictoria 2, 28802 Alcalá de Henares, Madrid, 91885 4258/5190, jens.peters@uah.es, <http://economicasempresarialesyturismo.uah.es/>

³ Karlsruher Institut für Technologie – wbk, Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe, +49 721 608-0, <https://www.batterietechnikum.kit.edu/index.php>

Silber und Zinn den größten Einfluss. Die Umweltauswirkungen der Nutzungsphase lassen sich anhand der jeweiligen Verursacher in die drei Kategorien Ersatz, Standby-Verbrauch und Effizienzverluste einteilen. Hierbei bleibt zu erwähnen, dass die Ergebnisse sehr stark von Annahmen abhängen.

Tabelle 1: LCI - Zusammensetzung des untersuchten Heimspeichersystems „HYCUBE eActive“ 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, Montage	market for electricity, medium voltage electricity, medium voltage APOS, U - DE	0.11533333	kWh
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

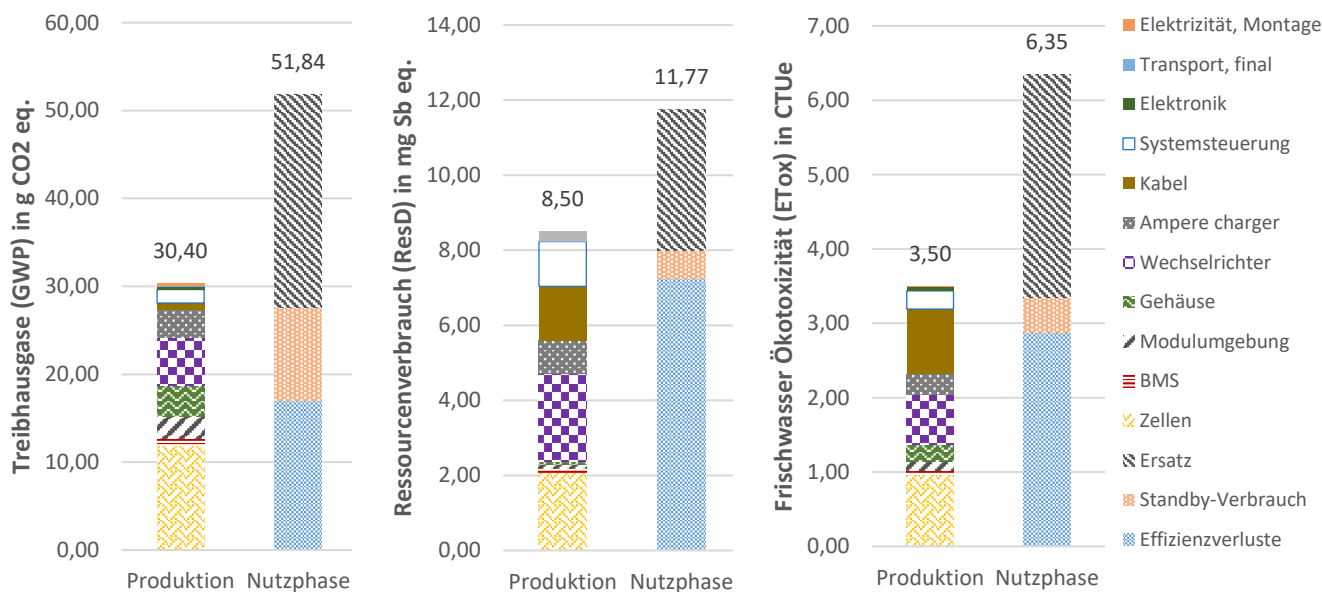


Abbildung 1: LCA Ergebnisse für Treibhausgaspotenziale (GWP), Ressourcenverbrauchspotenziale (ResD) und Ökotoxizitätspotenziale (ETox) aufgeteilt nach der Produktions- und Nutzungsphase.

Referenzen

- [1] Balakrishnan, E. Brutsch, A. Jamis, W. Reyes, and M. Strutner, "The Environmental Impacts of Utility-Scale Battery Storage in California," 2018.
- [2] M. Mohr, J. F. Peters, M. Baumann, and M. Weil, "Toward a cell-chemistry specific life cycle assessment of lithium-ion battery recycling processes," Journal of Industrial Ecology, vol. 24, no. 6, pp. 1310–1322, 2020, doi: 10.1111/jiec.13021.
- [3] ISO, "ISO 14040 – Environmental management – Life Cycle Assessment – Principles and framework," International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2006.
- [4] ISO, "ISO 14044 – Environmental management – Life Cycle Assessment – Requirements and guidelines," International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2006.