

ÖKOBILANZ EINER BLEIBATTERIE – WARUM DAS?

Friedrich JASPER*¹, Manuel BAUMANN¹, Bernhard RIEGEL², Marcel WEIL^{1,3}

Dieser Beitrag zeigt anhand einer auf Primärdaten basierten Ökobilanz einer Bleibatterie, warum es unvermeidlich ist, Batterien in ihrem spezifischen Anwendungsfall zu untersuchen. In der Studie werden die Umweltauswirkungen der Bleibatterie mit denen einer Lithium-Ionen-Batterie in einem Datenzentrum und einem Heimspeicher verglichen. Hierbei wird deutlich, dass die ökologisch vorteilhafte Wahl einer Batterie stark von deren Nutzung abhängt (Abbildung 1).

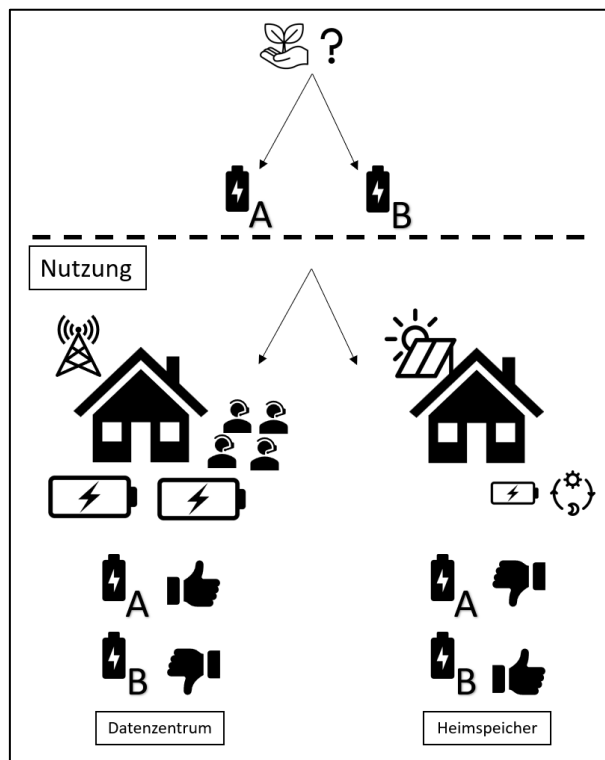


Abbildung 1: Illustration: Die ökologisch vorteilhaftere Wahl einer Batterie hängt stark von deren Nutzung ab.

Einleitung

Der weltweite Bedarf an Batterien ist in den vergangenen Jahren deutlich angestiegen und wird bis 2030 weiter steigen. Hauptsächlich ist dies auf die Mobilitätswende und den Ausbau der erneuerbaren Energien zurückzuführen. Auch wenn die Bleibatterie (Lead-Acid Battery - LAB) nicht im Zentrum der Diskussionen um die Deckung des zusätzlichen Bedarfes steht, hat sie nach wie vor gegenüber anderen Technologien Vorzüge, die ihr noch immer einen großen Marktanteil im stationären Bereich zukommen lassen (stabile Spannung, hohe Sicherheit, niedrige Preise, die Abwesenheit kritischer Metalle und vor allem eine hohe Recyclingrate) [1]. Die hohe Recyclingrate von LABs ist jedoch aufgrund der hohen Toxizität von Blei unvermeidlich, da eine endgültige Entsorgung des Bleis die Umweltbilanz deutlich negativ beeinflussen würde. Außerdem agiert die LAB für viele Ökobilanzierungen (Life Cycle Assessment - LCAs) als Referenzzelle, wobei die zugrundeliegenden Daten häufig aus dem asiatischen Raum stammen oder veraltet sind. Die primäre Motivation dieser Arbeit war demnach die Datenlagen zu verbessern und aktuelle, industrielle Produktions- und Recyclingprozesse aus Deutschland einer LCA zugrunde zu legen. Sekundär galt es der Frage nachzugehen: Kann die Bleibatterie mit den aktuell marktetablierten Lithium-Batterien ökobilanziell konkurrieren?

¹ Karlsruher Institut für Technologie - ITAS, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe, +49 721-608-23977, friedrich.jasper@kit.edu, https://www.itas.kit.edu/english/rg_reset.php

² HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG, Bontkirchener Str. 1, 59929 Brilon, +49 2963 61-0 info@hoppecke.com, <https://www.hoppecke.com/>

³ Helmholtz Institut Ulm – HIU, Helmholtzstraße 11, 89081 Ulm, <https://hiu-batteries.de/>

Methodik

Zur Erzeugung der Primärdaten wurde eine Material- und Energieflussanalyse der Produktions- und Recyclingprozesse des deutschen Batterieherstellers HOPPECKE Batterien GmbH durchgeführt. Die daraus resultierenden Daten einer 6 V LAB mit einer designten Lebensdauer von 15 Jahren wurde anschließend mit Hilfe der Datenbank „ecoinvent 3.8“ modelliert. Die in dieser Studie untersuchten Anwendungsfälle sind a) ein Datenzentrum, in welchem die Technologie als unterbrechungsfreie Stromversorgung genutzt wird, und b) ein stationärer Heimspeicher, welcher in Verbindung mit einer PV-Anlage Stromeigenverbrauch für Prosumenten erhöht. Der zentrale Unterschied der beiden Anwendungsfälle ist die Anzahl der durchlaufenen Zyklen pro Jahr (Datenzentrum: 2 vs. Heimspeicher: 182,5). Als Vergleichsbatterie wurde die von Peters et. al. [2] modellierte Lithium-Eisenphosphat (LFP) Batterie, aufgrund ihrer vorwiegenden Nutzung in stationären Anwendungen, herangezogen. Die Ergebnisse der LCA in der Kategorie Treibhausgase (GWP) sind pro kWh gelieferter Energie in der Gesamtlebensdauer von a) 10 Jahren und b) 20 Jahren angegeben [3], [4].

Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse der LCA für die beiden Anwendungsfälle Datenzentrum und Heimspeicher in der Kategorie Treibhausgase in g CO₂ eq. / kWh gelieferter Energie. Hierbei wird deutlich, dass die Größenordnung der Umweltauswirkungen abhängig von der Nutzung sehr variieren kann. Das ist abhängig von dem Teiler, der Menge an dem durch das System geliefertem Strom, die sich je nach getroffenen Annahmen um den Faktor 100 unterscheiden kann. Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass je nach Anwendungsfall der ökologische Vergleich zweier Batterietechnologien unterschiedlich ausfallen kann. Im Falle von nicht-zyklischen Nutzungen, wie in a) Datenzentrum, dominieren die Auswirkungen der Produktion und End-of-life (EOL), sodass die LAB geringere Treibhausgase verursacht, als die LFP Batterie. Bei zyklischen Anwendungen, wie b) Heimspeicher, sind jedoch vor allem die Lebensdauer und Effizienzverluste zentral, was zu geringeren Auswirkungen der LFP Batterie führt. Zusammengefasst lässt sich sagen, dass Batterien immer in einem spezifischen Anwendungsfall untersucht und verglichen werden müssen, nach dem „Design by purpose“-Ansatz.

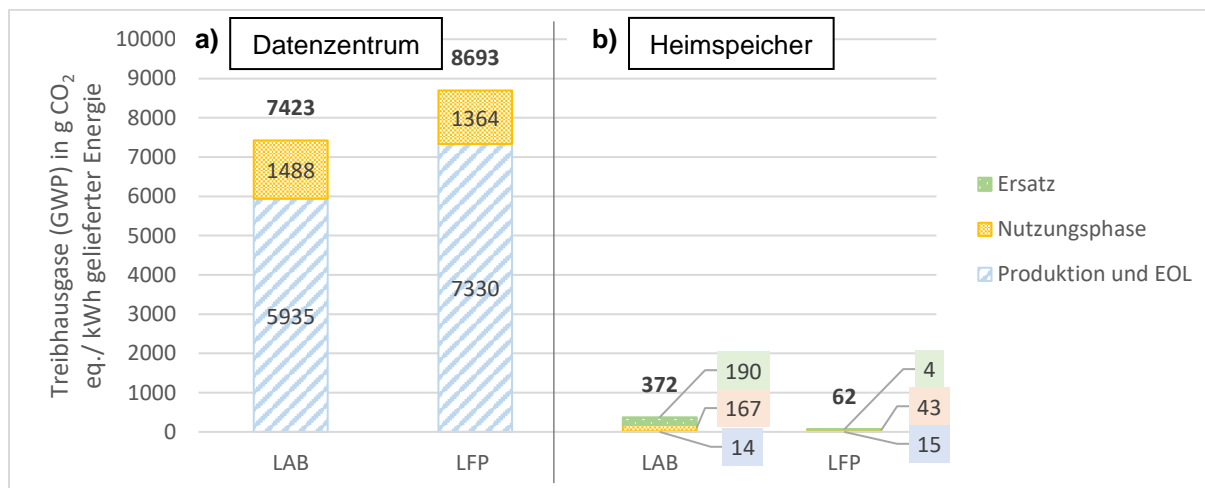


Abbildung 2: LCA Ergebnisse der Treibhausgaspotenziale (GWP) für die Anwendung Datenzentrum (a) und Heimspeicher (b).

Referenzen

- [1] T. Gao, L. Hu, und M. Wei, „Life Cycle Assessment (LCA)-based study of the lead-acid battery industry“, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, Bd. 651, Nr. 4, S. 042017, Feb. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/651/4/042017.
- [2] F. Peters, M. Baumann, J. R. Binder, und M. Weil, „On the environmental competitiveness of sodium-ion batteries under a full life cycle perspective – a cell-chemistry specific modelling approach“, *Sustain. Energy Fuels*, Bd. 5, Nr. 24, S. 6414–6429, 2021, doi: 10.1039/D1SE01292D.
- [3] ISO 14040, „Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.“ 2006.
- [4] ISO 14044, „Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines“, 2006.