

Forschungsberichtsblatt:

Kreislaufstrategien für Batteriesysteme in Baden-Württemberg

Zuwendungsempfänger: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Projektleiter: Dr. Robert Mieke

Laufzeit: 01.10.2019 – 31.05.2020

Zuwendungsnummer: L75 19009

1. Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse

Im Rahmen der Untersuchung „Kreislaufstrategien für Batteriesysteme in Baden-Württemberg“ wurden diverse Fragestellungen im entsprechenden Kontext analysiert. Zunächst wurden unterschiedliche Kreislaufstrategien beschrieben und voneinander abgegrenzt. Dabei wurde auf die Strategien Reuse/Repurpose, Remanufacturing und Recycling fokussiert. Im Anschluss zeigt eine Umfeldanalyse des Ist-Zustandes der implementierten und geplanten Kreislaufkonzepte für Batteriesysteme einiger ausgewählter Nationen (Deutschland, USA, China, Japan) Best-Practices auf.

Um eine Basis für die Prognose künftiger Rückläufermengen zu schaffen, wurde die Entwicklung spezieller Parameter der LIB-Technologie mit Hilfe von Expertenbefragungen und einer eigens entwickelten Auswertungsmethodik abgeschätzt. So wird ein Anstieg der durchschnittlichen Batterielebensdauer von heute ca. 8- auf ca. 11 Jahre in 2030 erwartet. Die Entwicklung der Marktanteile der relevanten NMC-Zellchemien wird wie folgt abgeschätzt: von 45 % NMC111, 30 % NMC532, 20% NMC622, 5 % NMC811 in 2020 auf 23 % NMC111, 20 % NMC532, 26 % NMC622, 31 % NMC811 in 2030.

Hinsichtlich der Auswahl einer geeigneten Kreislaufstrategie wurden die Ergebnisse einer umfassenden Literaturrecherche sowie die Rückmeldungen der befragten Expert*innen mit Hilfe einer Nutzwertanalyse evaluiert. Die ermittelte Präferenzordnung sieht unter den gegebenen Rahmenbedingungen das Recycling vor dem Reuse/Repurpose und zuletzt dem Remanufacturing. Insbesondere, doch nicht ausschließlich liegt diese Einschätzung an der Erkenntnis, dass zunächst Materialkreisläufe auf stofflicher Ebene geschlossen werden müssen, da entsprechende Rückläufer bereits in kurz- bis mittelfristiger Zukunft zu erwarten sind und Batteriesysteme (auch bei Verlängerung der Nutzungsdauer durch Einsatz in einer 2nd-Life Anwendung) in jedem Fall früher oder später einer stofflichen Verwertung zugeführt werden.

Die Kreislaufstrategie des Recyclings wurde daraufhin ökologisch bilanziert. Hierzu wurden zwei generische Prozessrouten gewählt, die auf Basis gleicher Annahmen miteinander verglichen werden konnten. Die pyrometallurgische Prozessroute wurde dabei als Stand der Technik definiert, da bereits im großen Maßstab angewendet. Die hydrometallurgische Prozessroute wurde hingegen als Alternativverfahren bilanziert. Als Ergebnis kann festgestellt werden, dass sowohl die pyro- als auch die hydrometallurgische Prozessierung von EoL-Lithium Ionen Batterien signifikante ökologische Vorteile verglichen zu einer Primärförderung der entsprechenden Materialien bewirken kann. Mit Ausnahme des Treibhauspotentials in CO₂e (für die pyrometallurgische Prozessroute) und dem Meerwasser-Eutrophierungspotential in Stickstoffäquivalenten (für die hydrometallurgische Prozessroute) wurden in sämtlichen der sieben betrachteten Wirkkategorien positive Umweltwirkungen bilanziert.

Weiterhin wurden durch Anwendung des am DLR entwickelten Simulationstools Vector 21 sowie einer zusätzlichen umfassenden Literaturrecherche die künftigen Nachfragemengen nach batterieelektrischen Fortbewegungsmitteln in Baden Württemberg prognostiziert. Hierbei nehmen PKW den mit Abstand größten Anteil (2030: 916 MWh, 2050: 7.000 MWh) an der gesamten prognostizierten Bedarfsmenge (2030: 1.026 MWh, 2050: 7.303 MWh) ein. In abnehmender Reihenfolge verteilen sich die restlichen Bedarfe auf Nutzfahrzeuge, Elektrofahrräder, Busse und Krafträder. Die Ergebnisse sind im Endbericht der

Untersuchung zeitlich aufgelöst dargestellt. In Verbindung mit der erwarteten Lebensdauer können EoL-LIB Rückläufermengen in Baden Württemberg prognostiziert werden.

Abschließend wurden aus den beschriebenen Arbeitsinhalten Handlungsempfehlungen an verschiedene Stakeholder abgeleitet (Batteriehersteller, Fahrzeughersteller, 2nd-Use Anwender, Recycler, Forschung, Verbände/NGOs, Öffentliche Hand).

2. Welche Fortschritte ergeben sich für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse

Sämtliche prognostizierten Entwicklungen (hinsichtlich Batterietechnologie, EoL-Sektor und Nachfragemengen nach Traktionsbatterien) können als Ausgangspunkt in weiterführender Forschung angewendet werden. Zudem wurde erstmals ein umfangreicher Vergleich der ökologischen Auswirkungen, zweier unterschiedlicher Recyclingstrategien für Batteriesysteme auf Basis einer Ökobilanz, durchgeführt. Der Vergleich wurde ermöglicht durch Annahme gleicher Systemgrenzen und Rahmenbedingungen. Die Bilanzierung kann zur Identifikation von „Hot-Spots“ in der Prozesskette und der entsprechenden Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen herangezogen werden. Die vorliegende Untersuchung liefert somit eine fundierte Basis für Überlegungen der Kreislaufführung von Batteriesystemen im Allgemeinen und in Baden-Württemberg im Speziellen.

3. Nutzen, insbesondere praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen

Durch die Recherche, Analyse und insbesondere strukturierte Befragung von Expert*innen konnten Handlungsempfehlungen zur Förderung von Kreislaufstrategien abgeleitet werden. Diese wurden sortiert und einzelnen Stakeholdern zugeteilt. Durch eine öffentlichkeitswirksame Verteilung der Untersuchungsergebnisse wird erhofft bei der Planung einer Einführung von (bzw. Optimierung bestehender) Kreislaufstrategien in Baden-Württemberg eine fundierte Diskussionsgrundlage zur Verfügung zu stellen. Die Umfeldanalyse zum State of the Art in weiteren Regionen bietet in diesem Zuge durch die Beschreibung von möglichen Best Practices ebenfalls relevante Informationen. Ebenfalls sollten die prognostizierten Zahlen zur künftigen Nachfrage nach Traktionsbatterien in Baden-Württemberg bei der Ausgestaltung der Infrastruktur für Kreislaufstrategien berücksichtigt werden.

4. Konzept zum Ergebnis- und Forschungstransfer auch in projektfremde Anwendungen und Branchen

Hinsichtlich der Ergebnisse der Expert*innenbefragung wurde ein wissenschaftlicher Artikel für ein internationales Journal verfasst. Dieses befindet sich derzeit im Reviewprozess. Die Ergebnisse der Untersuchung werden somit nationalen wie internationalen Interessenten zugänglich gemacht. Ebenso ist geplant bezüglich der Ergebnisse der ökologischen Bilanzierung ein peer-reviewed Paper zu veröffentlichen. Weiterhin wird der fertiggestellte Endbericht nach Zustimmung des Projektträgers an die Expert*innen verteilt. Da der Großteil ebendieser Teil der identifizierten Stakeholdergruppen ist, finden die abgeleiteten Handlungsempfehlungen in diesen Personen zielgerichtet die ersten Adressat*innen. Wünschenswert ist zudem die Veröffentlichung des Endberichts auf bekannten Plattformen. Auf Grund der noch andauernden Situation hinsichtlich Covid-19 wurde in Abstimmung mit dem Projektträger Karlsruhe auf die Durchführung einer Abschlussveranstaltung verzichtet. Sofern Interesse an einer Präsentation der Ergebnisse im Rahmen anderer Veranstaltungen besteht, ist das Projektteam hierzu sehr gerne bereit. Diesbezüglich gab es bereits Abstimmungen mit einer Vertreterin des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.