

Heiner Hans Heimes, Achim Kampker, Christian Offermanns,
Janis Vienenkötter und Merlin Frank

In der Literatur existieren unterschiedliche Begriffserklärungen zur Beschreibung der Wieder- und Weiterverwendungsstrategien für Traktionsbatterien. Die Definitionen des „Refurbishment“ und des „Remanufacturing“ werden teilweise synonym verwendet. Des Weiteren variieren die Prozessgrenzen in der Literatur, so dass die einzelnen Aufbereitungsstrategien mehrere oder wenige Prozessschritte umfassen können. Die Festlegung

H. H. Heimes

Mitglied der Institutsleitung, Production Engineering of E-Mobility Components (PEM),
RWTH Aachen, Aachen, Deutschland

E-Mail: H.Heimes@pem.rwth-aachen.de

A. Kampker

Universitätsprofessor, Production Engineering of E-Mobility Components (PEM),
RWTH Aachen, Aachen, Deutschland

E-Mail: A.Kampker@pem.rwth-aachen.de

C. Offermanns (✉)

Oberingenieur, Production Engineering of E-Mobility Components (PEM),
RWTH Aachen, Aachen, Deutschland

E-Mail: c.offermanns@pem.rwth-aachen.de

J. Vienenkötter

Gruppenleiter, Production Engineering of E-Mobility Components (PEM),
RWTH Aachen, Aachen, Deutschland

E-Mail: j.vienenkoetter@pem.rwth-aachen.de

M. Frank

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Production Engineering of E-Mobility Components (PEM),
RWTH Aachen, Aachen, Deutschland

E-Mail: m.frank@pem.rwth-aachen.de

des Begriffs „Refurbishment“ wird zusätzlich durch das Problem fehlender weltweit akzeptierter rechtlicher Definitionen erschwert.¹

Um die Begriffe der Reparatur, des Refurbishments und des Remanufacturings einheitlich zu gestalten, wird an dieser Stelle anhand der Produktqualität am Ende des jeweiligen Prozesses differenziert. Während das Remanufacturing einen Prozess beschreibt, der die Qualität eines Neuprodukts erreicht, ist das Refurbishment weniger aufwendig. Zwar wird beim Refurbishment die Qualität der Traktionsbatterie aufge bessert, jedoch kann es die Qualitätsstandards einer neu produzierten Batterie nicht erfüllen. Daher ist der Prozessaufwand des Refurbishments zwischen demjenigen einer Reparatur und dem des Remanufacturings einzuordnen.² Eine Unterscheidung der einzelnen Begriffe ist in Tab. 40.1 zusammengefasst.

Je nach individuellem Defekt können Werkstätten unzureichend ausgerüstet sein, um Aufbereitungsmaßnahmen umzusetzen, die über gängige Dienstleistungen hinausgehen. In diesem Fall wird lediglich eine Reparatur vor Ort vorgenommen. Batterie systeme, deren Fehlerursachen nicht durch eine Reparatur behoben werden können, müssen in besser ausgestattete Batterie-Refurbishment-Center überführt werden. In diesen Arbeitsstätten betreiben Fachleute Ursachenforschung, um die defekte Batterie instand zu setzen. Dabei können eine aufwendige Zerlegung des Batteriesystems und der Austausch defekter Komponenten erfolgen. In Abhängigkeit von der Qualität des aufbereiteten Batterie zustands wird das Batteriesystem im Fahrzeug weiterverwendet oder in eine Second-Life-Anwendung überführt.³ Zur Unterscheidung der Aufbereitungsstrategien sind in Tab. 40.2 beispielhafte Batteriefehler erläutert.

Tab. 40.1 Vgl. Kwade et al. (Ressourcenschonende Batteriekreisläufe – mit Circular Economy die Elektromobilität antreiben) 2020, S. 71 ff.

Prozess	Beschreibung	Prozessergebnis	Aufwand
Repair (Reparatur)	Einfache Reparatur ohne komplexe Fehlersuche und aufwendige Zerlegung	Wiederherstellung eines Betriebszustands wie vor dem Defekt	Gering
Refurbishment (Aufbereitung/ Instandsetzung)	Komplexe Instandsetzung mit aufwendiger Fehlersuche und Zerlegung	Herstellung eines an neue Fahrzeuganwendungen angepassten Betriebszustands	Mittel
Remanufacturing (Refabrikation/ Wiederinstandsetzung)	Aufwendige Ertüchtigung in einen Zustand „wie neu“ inklusive der Aufbereitung von Systemkomponenten	Das Produkt erhält Neuproduktstatus mit Garantieverprechen	Hoch

¹ Vgl. Hartwell und Marco 2016.

² Vgl. Becker et al. 2019, S. 26.

³ Vgl. Andreas Liebschner 2021.

Tab. 40.2 Beispiele zum Prozess der Fehlerbehebung unterschiedlicher Aufbereitungsstrategien

	Repair	Refurbishment	Remanufacturing
Fehlermeldung	Temporärer Ausfall der Kommunikation zum Batteriesystem	Warnung vor geringem Isolationswiderstand durch Isowächter	Zu geringe Kapazität
Fehlersuche	Überprüfung der Steckverbindungen	Öffnen des Batteriesystems sowie optische und elektrische Inspektion	Öffnen des Batteriesystems und-moduls
Fehlerbehebung	Steckertausch	Finden und Entfernen eines Partikels	Austausch defekter Module

Aus der Sicht des Batterie-Lebenszyklus gehört das Refurbishment zu einer der wichtigsten Optionen der Restwertausnutzung von Altbatterien.⁴ Das Potenzial besteht in der Erweiterung der nutzbaren Batterie-Lebensdauer durch Wiederverwendung in EVs oder durch Weiterverwendung im „Second Life“, was erst durch den Refurbishment-Prozess ermöglicht wird. Deshalb wirkt sich das Batterie-Refurbishment gleichermaßen positiv auf den Elektrofahrzeugmarkt und auf den Energiesektor aus. EVs profitieren hierbei von einer verbesserten Gesamtkobilanz aufgrund eines reduzierten ökologischen Fußabdrucks des Batteriesystems.⁵ Darüber hinaus ist das Refurbishment im Vergleich zum Remanufacturing aufwandsärmer, weil das Produkt zu seiner ursprünglichen Funktion ertüchtigt und keine neuartige Produktqualität fokussiert wird. Die Verwendung aufwandsarmer Aufbereitungsprozesse ist entscheidend, da sie die Wirtschaftlichkeit potenzieller Weiterverwendungsszenarien über den Preis einer aufbereiteten Batterie weitgehend mitbestimmen. Die Kosten für das Refurbishment von Traktionsbatterien für den Zweitgebrauch lagen im Jahr 2020 zwischen 25 und 49 US\$/kWh.⁶ Abhängig vom Zustand der Batterie sowie vom prognostizierten Anwendungsgebiet, variiert der Umfang des Aufbereitungsprozesses, worin ein Grund für die breite Preisspanne liegt.⁷

Literatur

Teil VII: Nachhaltigkeitspotenziale der Elektromobilität

Andreas Liebschner: *Opel eröffnet Battery Refurbishment Center in Rüsselsheim.* <https://www.opelpost.com/05/2021/opel-service-fur-batterien/>. Abruf 26.01.2022

Becker, J; Beverungen, D; Winter, M; Menne, S.: *Umwidmung und Weiterverwendung von Traktionsbatterien.* Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019

⁴Vgl. Cong et al. 2021.

⁵Vgl. Richa et al. 2017.

⁶Vgl. Fan et al. 2020.

⁷Vgl. Olsson et al. 2018; Vgl. Zhao et al. 2021.

- Cong, L; Liu, W; Kong, S; Li, H; Deng, Y; Ma, H.:** *End-of-Use Management of Spent Lithium-Ion Batteries From Sustainability Perspective: A Review*. In: Journal of Manufacturing Science and Engineering, Jg. 143, 2021, Nr. 10
- Dolganova, I; Rödl, A; Bach, V; Kaltschmitt, M; Finkbeiner, M.:** *A Review of Life Cycle Assessment Studies of Electric Vehicles with a Focus on Resource Use*. In: Resources, Jg. 9, 2020, Nr. 3, S. 32
- Fan, E; Li, L; Wang, Z; Lin, J; Huang, Y; Yao, Y; Chen, R; Wu, F.:** *Sustainable Recycling Technology for Li-Ion Batteries and Beyond: Challenges and Future Prospects*. In: Chemical reviews, Jg. 120, 2020, Nr. 14, S. 7020–7063
- Hartwell, I; Marco, J.:** *Management of intellectual property uncertainty in a remanufacturing strategy for automotive energy storage systems*. In: Jnl Remanufactur, Jg. 6, 2016, Nr. 1
- Kwade, A; Hagelüken, C; Kohl, H; Buchert, M; Herrmann, C; Vahle, T; Wittken, R. von; Carrara, M; Daelemans, S; Ehrenberg, H; Fluchs, S; Goldmann, D; Henneboel, G; Hobohm, J; Krausa, M; Lettgen, J; Meyer, K; Michel, M; Rakowski, M; Reuter, M; Sauer, D. U; Schnell, M; Schulz-Mönnighoff, M; Spurk, P; Weber, W; Zefferer, H; Blömeke, S; Bussar, C; Cerdas, F; Gottschalk, L; Hahn, A; Reker-Gluhic, E; Kobus, J; Muschard, B; Schliephack, W.-C; Sigel, F; Stöcker, P; Teuber, M; Kadner, S.:** *Ressourcenschonende Batteriekreisläufe – mit Circular Economy die Elektromobilität antreiben*: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2020
- Olsson, L; Fallahi, S; Schnurr, M; Diener, D; van Loon, P.:** *Circular Business Models for Extended EV Battery Life*. In: Batteries, Jg. 4, 2018, Nr. 4, S. 57
- Richa, K; Babbitt, C. W; Nenadic, N. G; Gaustad, G.:** *Environmental trade-offs across cascading lithium-ion battery life cycles*. In: Int J Life Cycle Assess, Jg. 22, 2017, Nr. 1, S. 66–81
- van Loon, P; Olsson, L; Klintbom, P.:** *LCA Guidelines for electric vehicles*, 2018
- Zhao, Y; Pohl, O; Bhatt, A. I; Collis, G. E; Mahon, P. J; Rütther, T; Hollenkamp, A. F.:** *A Review on Battery Market Trends, Second-Life Reuse, and Recycling*. In: Sustainable Chemistry, Jg. 2, 2021, Nr. 1, S. 167–205

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

