

Pilotsteckbrief: Kenntnis des Batterielebens



Circular Economy
Initiative
Deutschland

Beitrag zum Bericht: „Ressourcenschonende
Batteriekreisläufe – mit Circular Economy
die Elektromobilität antreiben“

acatech, Circular Economy Initiative Deutschland,
SYSTEMIQ (Hrsg.)

Inhalt

Projekt	2
1 Motivation und Zielsetzung	4
1.1 Momentane Herausforderungen im System	4
1.2 Fokus und Definitionen des Pilotthemas	5
2 Erfolgskriterien für Implementierung	10
2.1 Übersicht über einzubindende Akteure	10
2.2 Anforderungen an betriebliche Ausgestaltung	10
2.3 Anforderungen an regulatorische Rahmenbedingungen	13
3 Erwartete Impact-Potenziale des Pilotprojekts	14
4 Handlungsempfehlungen und Roadmap	15
4.1 Handlungsempfehlungen an Politik, Wirtschaft und Wissenschaft	15
4.1.1 Politik	15
4.1.2 Wirtschaft	15
4.1.3 Wissenschaft	15
4.2 Gemeinsame Roadmap	16
4.3 Erwartete Herausforderungen	16
Anhang	18
Abkürzungsverzeichnis	18
Abbildungsverzeichnis	19
Tabellenverzeichnis	19
Literatur	19



Projekt

Herausgeber

- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Geschäftsstelle Circular Economy Initiative Deutschland (CEID)
- SYSTEMIQ Ltd.

Leitung der Arbeitsgruppe Traktionsbatterien

- Dr.-Ing. Christian Hagelücken, Umicore
- Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade, Technische Universität Braunschweig

Mitglieder der Arbeitsgruppe Traktionsbatterien

- Dr. Matthias Buchert, Öko-Institut e. V.
- Dr. Matteo Carrara, BMW
- Steven Daelemans, Covestro
- Prof. Dr. Helmut Ehrenberg, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Dr. Sarah Fluchs, PEM Motion
- Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann, Technische Universität Clausthal
- Georg Henneboel, SAP
- Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann, Technische Universität Braunschweig
- Dr.-Ing. Julia Hobohm, GRS Batterien
- Prof. Dr.-Ing. Holger Kohl, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK)/ Technische Universität Berlin

- Dr. Michael Krausa, Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien
- Johanna Lettgen, Reverse Logistics Group
- Kerstin Meyer, Agora Verkehrswende
- Manuel Michel, Daimler
- Marcel Rakowski, Reverse Logistics Group
- Prof. Dr. Markus Reuter, Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf (HZDR)
- Prof. Dr. Dirk Uwe Sauer, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)
- Michael Schnell, Daimler
- Magnus Schulz, Daimler
- Dr. Paul Spurk, Umicore
- Sebastian Taubensee, Siemens
- Wassilij Weber, Interseroh
- Dr.-Ing. Hartmut Zefferer, Trumpf

Inhaltliche Unterstützung der Arbeitsgruppe Traktionsbatterien

- Steffen Blömeke, Technische Universität Braunschweig
- Dr. Christian Bussar, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)
- Juan Felipe Cerdas, Technische Universität Braunschweig
- Laura Gottschalk, Technische Universität Braunschweig
- Alexander Hahn, Technische Universität Braunschweig
- Elisa Reker-Gluhić, acatech/Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
- Dr. Jörn Kobus, SYSTEMIQ
- Bernd Muschard, Technische Universität Berlin
- Wolf Christian Schliephack, Technische Universität Berlin
- Dr. Florian Sigel, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Philipp Stöcker, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)
- Dr.-Ing. Moritz Teuber, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)
- Tilmann Vahle, SYSTEMIQ
- Dr. Reinhard von Wittken, CEID Geschäftsstelle/acatech
- Dr. Susanne Kadner, Leitung CEID Geschäftsstelle/acatech

Koordination und Redaktion der Arbeitsgruppe Traktionsbatterien

- Tilmann Vahle, SYSTEMIQ
- Dr. Reinhard von Wittken, CEID Geschäftsstelle/acatech
- Dr. Jörn Kobus, SYSTEMIQ
- Yvonne Turzer, CEID Geschäftsstelle/acatech
- Dr. Susanne Kadner, Leitung CEID Geschäftsstelle/acatech

Externe Reviewer der Arbeitsgruppe Traktionsbatterien

- Jonathan Eckhardt, Global Battery Alliance
- Prof. Dr. Sabine Flamme, Fachhochschule Münster
- Prof. Dr. Bernd Friedrich, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)
- Prof. Dr. Achim Kampker, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)
- Julia Poliscanova, Transport & Environment
- Prof. Dr. Alexander Sauer, Universität Stuttgart
- Prof. Dr. Gerhard Sextl, Julius-Maximilians-Universität Würzburg
- Prof. Dr. Martin Winter, Westfälische Wilhelms-Universität Münster (WWU)

Projektgruppe zum Pilotsteckbrief 1 „Kenntnis des Batterielebens“

Moderation

- Prof. Dr.-Ing. Holger Kohl, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK)/ Technische Universität Berlin
- Philipp Stöcker, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)

Mitglieder

- Dr. Christian Bussar, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)
- Dr. Matteo Carrara, BMW
- Laura Gottschalk, Technische Universität Braunschweig
- Dr.-Ing. Christian Hagelüken, Umicore
- Georg Henneboel, SAP
- Dr. Michael Krausa, Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien
- Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade, Technische Universität Braunschweig
- Johanna Lettgen, Reverse Logistics Group
- Kerstin Meyer, Agora Verkehrswende
- Manuel Michel, Daimler
- Prof. Dr. Markus Reuter, Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf (HZDR)
- Michael Schnell, Daimler
- Magnus Schulz, Daimler
- Dr. Florian Sigel, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Dr.-Ing. Moritz Teuber, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)

1 Motivation und Zielsetzung

Der Pilotsteckbrief I „Kenntnis des Batterielebens“ ist eine vertiefte Ergänzung zu Kapitel 4.1 im Gesamtbericht und beschreibt konkrete Handlungsempfehlungen. Deren Umsetzungen gewinnen mit dem geplanten Anstieg der Elektromobilität in Deutschland wesentlich an Bedeutung, da die zunehmende Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien mit negativen Umwelteinflüssen und steigenden Abhängigkeiten von Ressourcen einhergeht.

Eine Entkopplung oder Reduzierung dieser Einflüsse und Abhängigkeiten kann durch eine stärkere Kreislaufführung herstellungs- und umweltintensiver Stoffe im Sinne der Circular Economy erreicht werden. Für die wirtschaftliche Umsetzung der damit einhergehenden unternehmens- und lieferkettenübergreifenden Zusammenarbeit sowie einer ökonomischen, ökologischen und effizienten Regulierung der Kreislaufführung spielt die Nutzung von Daten und Informationen aus den Batterielebenszyklen eine zentrale Rolle. Für deren Bereitstellung durch die jeweiligen Akteure müssen Anreize sowie einheitliche Standards geschaffen werden. Die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Aktivitäten *Industrial Data Spaces* und *Product Passports* bieten hierzu wertvolle Vorarbeiten.

Mit diesem Pilotsteckbrief soll der Rahmen einer unternehmensübergreifenden Informationsplattform zur Förderung der Kreislaufführung von Lithium-Ionen-Batterien abgesteckt werden, um auf dieser Basis weiterführende Arbeitsgruppen, Forschungsprojekte und Umsetzungsplanungen zu ermöglichen.

1.1 Momentane Herausforderungen im System

A Fehlende Datenlage erschwert die Kreislaufführung und Bewertung der Effekte

- i Ökonomisch-ökologische Bewertung
Aktuell sind Angaben zu Material- und Produkteigenschaften von Lithium-Ionen-Batterien sowie zu den Beiträgen von Second Life und Recycling unzureichend verfügbar, weshalb eine belastbare Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment) sehr aufwendig ist. Das fehlende Vertrauen in die Umweltverträglichkeit dieser Batterien wird durch eine geringere Akzeptanz von Konsumierenden zur Herausforderung für die Elektrifizierung des

Individualverkehrs. Damit dieser Aspekt für politische Maßnahmen nicht zum kritischen Umsetzungsrisiko wird, werden Daten zur Bewertung der Umwelteffekte (insbesondere Dekarbonisierung) und zur Sicherstellung ethischer Wertschöpfungsketten benötigt. Auf der Ebene der Europäischen Union wurden diese Notwendigkeit bereits erkannt und erste Maßnahmen geplant, wobei der Bedarf an Daten und die Art und Weise der Erfassung bislang undefiniert sind.

ii Planung, praktische Gestaltung und Monitoring der Kreislaufführung

Auch bei der Weiterverwendung und beim Recycling von Altbatterien bedarf es einer fundierten Datenbasis für eine effiziente Gestaltung der Wertschöpfung und -erhaltung. Eine Datenbasis ermöglicht es, das weitere Nutzungspotenzial am Ende eines Batterielebenszyklus einzuschätzen, die Effektivität von kreislaufwirtschaftlichen Prozessen zu analysieren und nachhaltige End-of-Life(EoL)-Strategien zu entwickeln. Akteure in der Verwertungskette sind für die praktische Umsetzung auf valide Daten angewiesen, Aufsichtsbehörden können ohne belastbare Daten zur End-of-Life-Phase kein Monitoring zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben und zum Grad von Zirkularität und Recycling durchführen. Von besonderer Bedeutung in diesem Kontext sind dabei auch dynamische Daten zum Verbleib der Traktionsbatterien und zum Ort und Zeitpunkt der Verwertung, einschließlich der Qualität der eingesetzten Prozesse.

B Export inlandsproduzierter Batterien erschwert die Kreislaufführung

Der Verkauf von Elektroautos ist auf dem europäischen Binnenmarkt ohne Ein- beziehungsweise Ausfuhrzölle möglich, wodurch auch in Zukunft in Deutschland produzierte Fahrzeuge in andere EU-Mitgliedstaaten exportiert werden können. Der Anteil aller in Deutschland produzierten und ins EU-Ausland exportierten NeupKW betrug 2018 über 42 Prozent.¹ Es ist anzunehmen, dass schon ohne die Berücksichtigung von Altautoexporten eine rein nationale Umsetzung der Kreislaufführung die Rückführquote annähernd halbieren würde. Darüber hinaus werden seit einigen Jahren über achtzig Prozent der deutschen Altfahrzeuge in andere EU-Staaten sowie größtenteils in Drittstaaten außerhalb der EU exportiert. Gleichzeitig unterliegt eine Rückführung der verbauten Batterien auf EU-Ebene jedoch besonderen zusätzlichen Herausforderungen hinsichtlich des Notifizierungsverfahrens länderübergreifender Transporte sowie eines EU-weiten Zugriffs

1 | Eigene Berechnungen, basierend auf DatenVgl. Verband der Automobilindustrie 2020.

auf Informationen der nationalen oder EU-weiten Kreislaufwirtschaftsinitiativen. Während bei den Neuwagenexporten die Wege dokumentiert sind, werden große Anteile der Altautoexporte über Kanäle mit unzureichender Dokumentation exportiert, wodurch Zeitpunkte und Routen nicht nachvollzogen werden können.

Daraus ergibt sich ein Handlungsbedarf in Bezug auf mehr Transparenz bei den Exporten von Altautos und eine schrittweise Erweiterung des Rückführungsgebiets in Abhängigkeit der Marktrelevanz beziehungsweise der Batteriemenge. Es bedarf sowohl einer Ermittlung nationaler Sicherheitsstandards, einer Einordnung von Gefahrgütern sowie Vorgaben für Umschlags- und Vorbehandlungszentren als auch einer Klärung von Anforderungen beziehungsweise Vereinfachungsmöglichkeiten für grenzüberschreitende Transporte innerhalb des europäischen Binnenmarkts.

C Niedrige Rücklaufmengen zu Beginn erschweren die Wirtschaftlichkeit in einer dezentralen Struktur

Der Anteil der zurückgeführten End-of-Life-Batterien ist aktuell noch sehr gering. Mit sinkenden Batteriepreisen und der Steigerung des Verkaufs und der Nutzung von Elektrofahrzeugen werden diese jedoch deutlich zunehmen. Der Anlaufprozess bis zum Erreichen einer stabilen Rücklaufquote wird mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Demnach wird ebenso die potenzielle Rücklaufquote der Batterien mit dem Ende ihres Lebenszyklus prognostizierbar. Es ergibt sich ein Handlungsbedarf zur Betrachtung von Second-Life-Nutzung, Rücklaufmenge und deren Verteilung sowie dafür notwendiger Rückführungsstrukturen. Weitere Details hierzu werden im Pilotsteckbrief III „Demontage-Netzwerk für Traktionsbatterien“ näher erörtert.

D Unternehmensübergreifende Kooperation im wettbewerbsrechtlichen Bereich benötigen verbesserte Rahmenbedingungen

Stoffströme von Batterien und deren Komponenten zu bündeln ist sinnvoll, um den Transport, die Lagerung und die Behandlung ökonomisch und ökologisch effizient zu gestalten. Dies wird speziell vor dem Gesichtspunkt niedriger Einstiegs mengen ersichtlich. Hierzu sind jedoch Abgrenzungen zwischen Einzel- und kooperativen Vorgehen zu definieren.

Eine wesentliche Rahmenbedingung im Hinblick auf freigegebene Informationen wäre die Schaffung einer Art IDIS for Batteries (International Dismantling Information System). Der Fokus sollte dabei in der glaubhaften und vertretbaren Durchsetzung von

Ansprüchen (zum Beispiel gegenüber Versicherungen bezüglich Brandschutzstandards), der Begrenzung von Nebenkosten der Prozesse und der Bereitstellung der notwendigen Informationen und Sicherheitsaspekte für alle Akteure entlang der Rückführungslogistik liegen.

Handlungsbedarf besteht daher hinsichtlich der vielschichtigen Konstellationen der Akteure, des Managements der Batteriesysteme sowie des Informationsaustauschs. Darüber hinaus braucht es eine Identifikation potenzieller Geschäftsmodelle und des erforderlichen Datenbedarfs sowie einer Ermittlung der kritischen und kostentreibenden Prozesse entlang der Wertkette – vom Ende der Nutzungsdauer im Automobilbetrieb (Primary Life) über ein potenzielles Second Life bis hin zur stofflichen Verwertung durch Recycling, unter Berücksichtigung aller Stakeholder.

Neben der Definition des Informationsbedarfs der einzelnen Stakeholder der Wertkette sind die Bedarfe von Datenbesitzern sowie -nutzerinnen und -nutzern, unter Berücksichtigung von Anreizen zur Datenfreigabe, und eine Informationsanalyse durch operative Betriebe als Dienstleistung zu bestimmen. Darüber hinaus ist die Definition notwendiger Standards von Informationen im Sinne eines IDIS for Batteries festzulegen.

1.2 Fokus und Definitionen des Pilotthemas

Ziel des Pilotprojekts „Kenntnis des Batterielebens“ von Traktionsbatterien ist es, die datenbezogenen Anforderungen zur Erfassung und Bereitstellung von Batteriedaten entlang des Produktlebenszyklus zu ermitteln, um die Kreislaufführung zu steigern. Die konkrete Auslegung des Pilotprojekts geht dabei über ein reines Tracking und Tracing im Sinne der Nachverfolgung der Batterien hinaus und beinhaltet eine umfassende Betrachtung von Lebenszyklusdaten. Durch die Bereitstellung dieser Daten (in beide Richtungen, das heißt bei Datenaufnahme und -nutzung) sollen die Transparenz des Materialflusses erhöht, die Herkunft und Umwelteinflüsse, insbesondere von CO₂-Emissionen der Batteriematerialien nachvollziehbarer, der Zustand und Standort der Batterie geklärt und die Überführung in mögliche Second-Life-Anwendungen beziehungsweise die Rückführung in Demontage- und Recyclingzentren effizienter gestaltet und nachgewiesen werden.

In erster Linie soll geklärt werden, wie eine möglichst vollständige Rückführung von genutzten Batterien erreicht werden kann und ob dies in der Praxis auch tatsächlich erfolgt ist. In Abgrenzung zum Pilotsteckbrief II „Modellbasierte Entscheidungsplattform“ fokussiert der Pilotsteckbrief I „Kenntnis des Batterielebens“ primär auf die Bereitstellung dafür notwendiger und

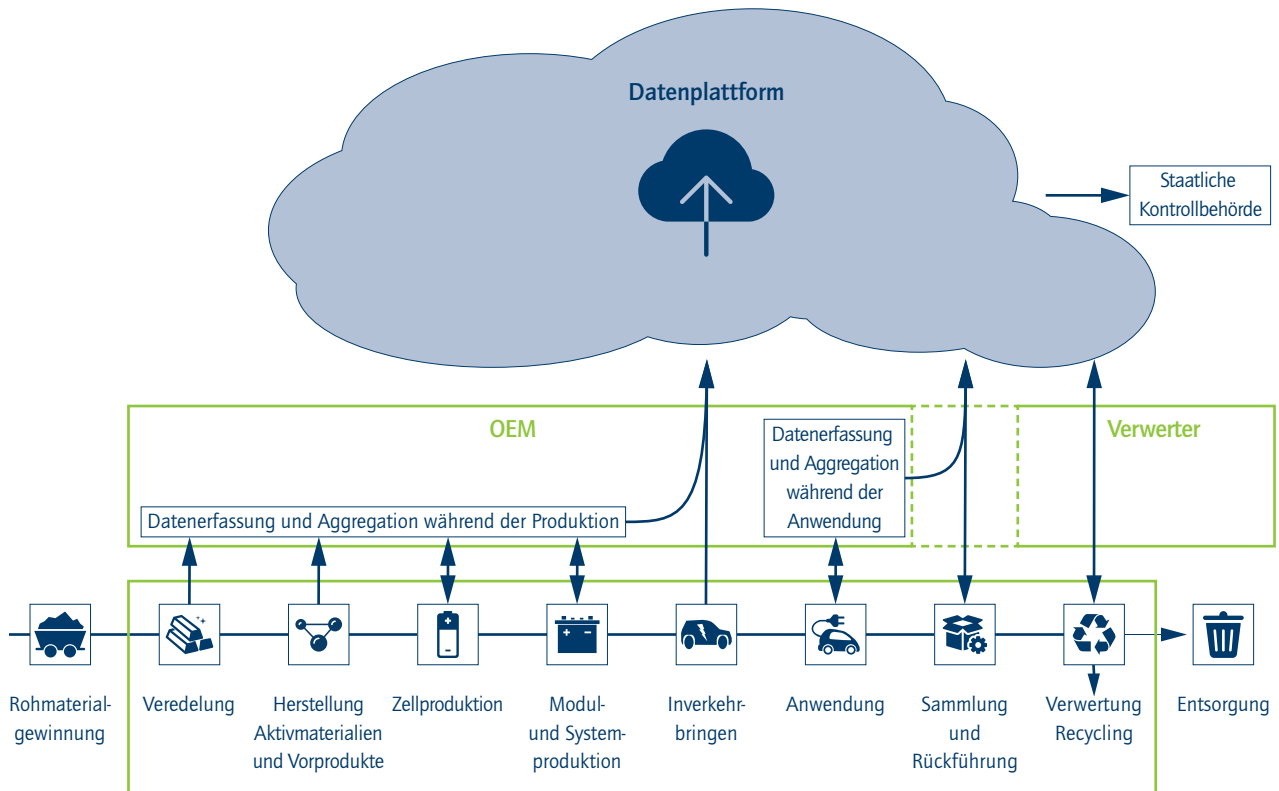


Abbildung 1: Informationsflüsse zur Förderung der Kreislaufführung von Traktionsbatterien (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an die Darstellung des World Economic Forum 2019)

nützlicher Daten. Die Implementierung des Pilotthemas dient als gemeinsame „Dateninfrastruktur“ bei der Umsetzung der anderen Pilotthemen.

In der obenstehenden Abbildung 1 ist der erforderliche und potenziell umsetzbare Datenfluss dargestellt. Ein direkter Datenaustausch aller Akteure der Wertschöpfungskette mit der Datenplattform ist durch eine vorherige Aggregation zu sinnvollen Blöcken effizient gestaltet. Die Art der Ausgestaltung hängt jedoch auch stark vom gewählten Geschäftsmodell ab. So sind zum Beispiel bei einem Leasingmodell, hier bleibt der Fahrzeughersteller oder der Flottenbetreiber über den gesamten Lebensweg der Traktionsbatterie Eigentümer der Batterie, die Datenverfügbarkeit und -verfolgbarkeit, die Regelung von Zugriffsrechten und der Schutz von vertraulichen Daten deutlich einfacher zu gestalten als bei einem „business as usual“, bei dem sich das Eigentum an der Traktionsbatterie mit jedem Fahrzeugverkauf ändert. Dabei ist hervorzuheben, dass benötigte Daten vor oder

zu Beginn des Folgeprozessschritts zur Verfügung stehen müssen. Deshalb ist eine zentrale und permanente Datenverfügbarkeit (jedoch keine zwingende, permanente (Live-) Übermittlung) von Bedeutung. Die Erfassung der benötigten Batteriedaten erfolgt über vorangegangene Prozessschritte und könnte im Sinne eines „digitalen Batteriezwillings“ über verschiedene Instanzen bis auf Plattformebene aggregiert werden. Zusätzlich wird die Einrichtung einer unabhängigen (staatlichen) Kontrollinstanz für die Evaluation und für das Monitoring befürwortet.

Im Folgenden werden die Datenanforderungen nach den einzelnen Herstellungsschritten der Batterieproduktion aufgeführt. Unterschieden wird zwischen notwendigen Daten, die für die Ausführbarkeit der Batteriekreisläufe essenziell sind, und ergänzenden Daten, die die Effizienz der Abläufe, die Rückführungsquote und die Wirtschaftlichkeit weiter erhöhen können. Darüber hinaus wird differenziert, ob die jeweiligen Daten in einem Prozessschritt aufgenommen oder genutzt werden.

 Veredelung	Benötigte Daten aus dem Veredelungsprozess: ⬆ Rohstoffherkunft (Land/gegebenenfalls Abbauggebiet etc.); zertifiziert als „Responsible Sourcing“ ⬆ Land/Ort/Firma des Veredelungsprozesses ⬆ Recyclinganteil der Rohstoffe ⬆ Ökologischer Fußabdruck des Veredelungsprozesses inklusive Vorstufen
 Herstellung Aktivmaterialien und Vorprodukte	Benötigte Daten aus der Herstellung der Vorprodukte: ⬆ Zusammensetzung und Angaben über Gefahrstoffe ⬆ Verwendete Rohmaterialien ⬆ Land/Ort/Firma der Herstellung ⬆ Ökologischer Fußabdruck der Herstellung (gegebenenfalls vorgelagerte Prozesse)
 Zellproduktion	Benötigte Daten zur beziehungsweise aus der Herstellung der Batteriezellen: ⬇ Zusammensetzung und Angabe über Gefahrstoffe ⬇ Verwendete Rohmaterialien ⬆ Zellformat (Pouch/Rund/Hardcase beziehungsweise Flüssig-/Fest-Elektrolyt) ⬆ Verwendete Zellchemie auf Anoden- und Kathodenseite ⬆ Sicherheitsrelevante Demontage-/ Recyclinghinweise – Zelle ⬆ Prüfergebnisse aus dem End-of-Line-Test der Zellfertigung ⬆ Produktionsdatum (kalendarische Alterung) ⬆ Energiebilanz der Fertigung ⬆ Produktionsparameter mit Auswirkung auf Zellperformance und Lebensdauer (Porositäten, Flächenkapazitäten, Formierdaten ...)
 Module and systemes production	Benötigte Daten zur beziehungsweise aus der Modulherstellung: ⬇ Zusammensetzungen und Angaben über Gefahrstoffe ⬇ Verwendete Zellchemie auf Anoden- und Kathodenseite ⬇ Prüfergebnisse aus dem End-of-Line-Test der Zellfertigung ⬆ Produktionsdatum ⬆ Risikoklasse ⬆ Demontageanleitung – Batteriepack und Modul ⬆ Sicherheitsrelevante Demontagehinweise – Batteriepack und Modul ⬆ Transportbehälter plus Abmessung ⬆ Informationen über Thermomanagement (zum Beispiel maximale Temperaturunterschiede im Pack, Kühlraten, Art der Kühlung ...)



 Anwendung	Benötigte Daten aus der Batterienutzung: ↑ Ort (bei Überschreitung der Systemgrenze beziehungsweise Eigentümerwechsel) ↑ Interner Zustand (unbeschädigt/defekt unkritisch/defekt kritisch) ↑ State-of-Charge (SoC) ↑ State-of-Health (SoH) ↑ Anzahl der durchgeführten Ladezyklen ↑ Weitere für die Bestimmung des Batteriezustandes gegebenenfalls relevante Daten, beispielsweise mittlere Entladetiefe (Depth of Discharge, DoD), mittlere Ladezustände, maximale und mittlere Temperatur, sowie maximale und mittlere Ströme je nach Temperaturen (diese könnten durch intelligente Zyklusanalysen erhoben werden) ↑ Über-/Unterschreitung von sicherheits- und leistungsrelevanten Limits, wie zum Beispiel Temperatur, Anzahl Schnellladezyklen, Tiefentladung ↑ Gesamtbestand und Lebensdauerabschätzung der Fahrzeuge, zur Bestimmung des erwarteten Sammlungs-/Rückführvolumens zum Zeitpunkt x
 Sammlung und Rückführung	Benötigte Daten aus beziehungsweise für den Sammlungs- und Rückführungsprozess: ↑ Land/Ort/Firma (Datenaufnahme) ↓ Ort (Datennutzung) ↓ Zustand (unbeschädigt/defekt unkritisch/defekt kritisch) ↓ State-of-Charge (SoC) ↓ Informationen zur Bestimmung der Transportvorschriften² ↓ Transportbehälter plus Abmessung ↓ Gewicht ↓ Erwartetes Sammlungs-/Rückführvolumen zum Zeitpunkt x
 Verwertung Recycling	Benötigte Vorgaben auf Systemebene als Grundlage der Datenbewertung: ↑ Land/Ort/Firma (Verwertungsbetriebe entlang der Verwertungskette) ↑ Rohstoffverbleib, real erzielte Second Life Anwendung beziehungsweise Recyclingquote, Nachweis der Outputmassen (zertifiziert als „Responsible Recycling“) ↓ Durch Gesetzgeber geforderte Recyclingrate ↓ Arten von Nachfolgeanwendungen Benötigte Daten für die Entscheidung über Second Life: ↓ State-of-Health (SoH); inklusive Lebenszyklen ↓ Energiebilanz der Fertigung ↓ Kalendarisches Alter ↓ Zustandsdaten bezüglich Materialien zur ökonomischen Weiternutzung (Derating), abgeleitet aus Material- und Zellparametern

2 | Notwendige Informationen zur Bestimmung der Transportvorschriften einer Batterie: Hersteller, Batterietyp, UN-Nummer der Batterie nach dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR), Gewicht, Energieleistung, Zusammensetzung und Angabe über Gefahrenstoffe, Angabe zum Material der Batteriehülle und Zelle, Informationen über Anforderungen an Lagerung, Handling und Transportbedingungen.

	Benötigte Daten für den Verwertungs- und Recyclingprozess: ↕ Zustand (unbeschädigt/defekt unkritisch/defekt kritisch) ↕ State-of-Charge (SoC) ↕ Verwendete Zellchemie auf Anoden- und Kathodenseite ↕ Demontageanleitung – Modul ↕ Sicherheitsrelevante Demontagehinweise – Modul ↕ Sicherheitsrelevante Demontage-/Recyclinghinweise – Zelle ↕ Zellformat ↕ Prozesshinweise (Einfluss von Verunreinigungen; Automatisierungsmöglichkeit) ↕ Erwartetes Sammlungs-/Rückföhrvolumen zum Zeitpunkt x aus Big-Data-Analyse
--	---

Legende

Notwendige Daten (dunkelblau)

Ergänzende Daten (orange)

Datenupload (↗)

Datendownload (↘)

2 Erfolgskriterien für Implementierung

Für eine erfolgreiche Implementierung des Pilotsteckbriefs ist die Mit- und Zusammenarbeit der Akteure von wesentlicher Bedeutung. Um eine Kooperation der einzelnen Akteure zu fördern, bedarf es für die jeweiligen Stakeholder-Gruppen Anreize, die in Abhängigkeit ihrer Interessen und Geschäftsmodelle zur Teilnahme am Piloten motivieren. Zuverlässige Datenbereitstellung und -verfügbarkeit sowie Sicherstellung des Datenschutzes bilden die Grundlage der richtigen betrieblichen Ausgestaltung und werden im regulatorischen Rahmen des Pilotkonzepts berücksichtigt.

2.1 Übersicht über einzubindende Akteure

Die in Tabelle 1 genannten Akteure sind für eine erfolgreiche Umsetzung des Pilotthemas von erheblicher Relevanz. Dabei ist hervorzuheben, dass ein Akteur mehrere Aufgaben übernehmen kann, aber für manche Aufgaben die Zusammenarbeit mit anderen Akteuren notwendig ist.

2.2 Anforderungen an betriebliche Ausgestaltung

Für eine erfolgreiche Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft im Bereich Lithium-Ionen-Batterien ist es wichtig, alle Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette einzubinden und die erforderlichen Handlungsschritte frühzeitig zu implementieren. Mit der Vielzahl von Akteuren, wie Zulieferer, Logistiker, Fahrzeughersteller, Betreiber etc., entstehen zahlreiche Übergabepunkte von Daten und physischen Produkten. Eine Herausforderung des Pilotprojektes ist es, diese Übergabepunkte technologisch, organisatorisch und ökonomisch optimal zu gestalten. Grundlage für diese Ausgestaltung bilden die genannten Daten, auf deren Basis die Entscheidungen zur Weiterverwertung (Übergabe von physischen Produkten) getroffen und der Erfolg der vorgeschlagenen Maßnahmen im Sinne der Circular Economy beurteilt werden können (siehe hierzu auch Pilotsteckbrief II „Modellbasierte Entscheidungsplattform“). Die betriebliche Ausgestaltung der Datenbereitstellung unterliegt dabei sehr hohen Anforderungen, da in einer unternehmens- und lieferkettenübergreifenden Beteiligung die Standorte und Teilnehmer variieren können.

Stakeholdergruppe	Akteur	Kooperationsanreiz
Lieferanten/Hersteller	Rohstofflieferanten	Gesetzlich verordnete Recyclingquoten, Versorgungssicherheit, Nachweispflicht, verantwortungsvoller Ressourcenkonsum
	Batteriekomponentenhersteller	
	Batteriehersteller	
	Fahrzeughersteller	
Nutzer	Nutzer (Privat-/Flottenutzer)	Performancesteigerung durch Datenbereitstellung/finanziellen Anreiz, ökologisches Bewusstsein
	Betreiber der Ladeinfrastruktur	
Verwerter	Werkstätten, Logistiker	Daten-/Plattformzugang für eigenes Geschäftsmodell im Austausch mit Datenbereitstellung fürs Monitoring
	Wiederverwerter, Weiterverwerter	
	Demontagebetriebe/Demontagezentren	
	Recycler (Rohstoffrückgewinnung)	
Service Provider	Service (IT, Tracking & Tracing, Monitoring, Reporting: Dateninfrastruktur beziehungsweise Plattformbetreiber)	Ausübung/Ausweitung des eigenen Geschäftsmodells (bei staatlicher Forschung und Zertifizierung durch Mittelbereitstellung)
	Forschung und Entwicklung	
	Serviceanbieter für Second Life	
	Energieerzeuger (stationäre Speicher)	
	Zertifizierer/Prüfinstanz	
Regulatoren	Gesetzgebung	Kooperationsanreize nur für privatwirtschaftliche Akteure notwendig
	Genehmigungs- und Überwachungsbehörden	
	Datenschutz	
	Grenzüberwachung (Zoll)	

Tabelle 1: Beteiligte Akteure und Kooperationsanreize des Pilotkonzeptes

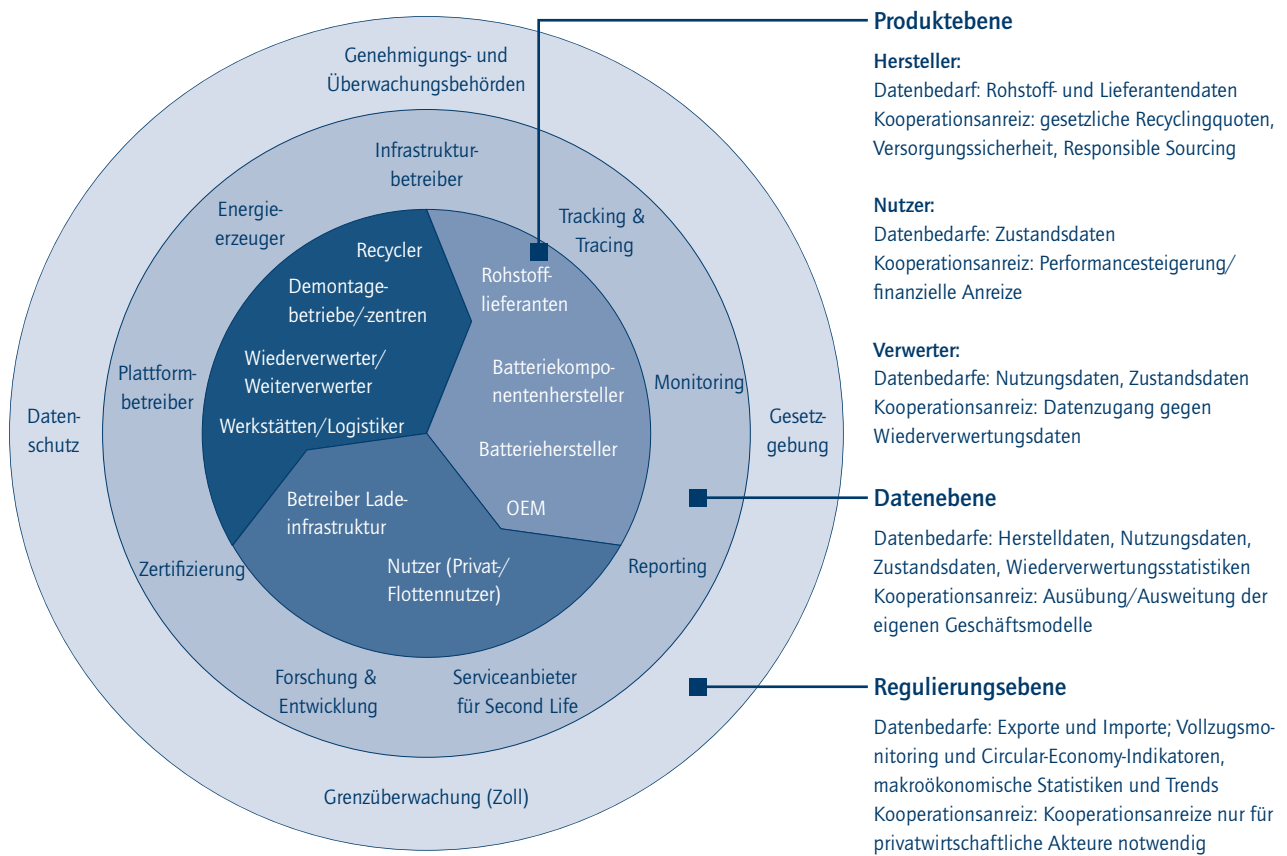


Abbildung 2: Akteure, Datenbedarfe und Kooperationsanreize für eine Pilotumsetzung (Quelle: eigene Darstellung)

A Datenhaltung (lokal versus zentral)

Grundsätzlich könnten die Daten lokal oder zentral abgelegt werden. Bei einer lokalen Lösung sind die Daten räumlich nah an der Batterie abgelegt und stehen erst dann zur Verfügung, wenn sie über ein entsprechendes Programm ausgelesen werden. Das kann zum Beispiel in einer Werkstatt oder im Recyclinghof erfolgen. Wenn allerdings Fahrzeuge oder Batterien aus dem Kreislauf entnommen werden (zum Beispiel durch Export), sind bei einer lokalen Datenablage diese Daten nicht verfügbar. Im Gegensatz dazu werden bei einer zentralen Datenablage die Daten mittels geeigneter IT-Infrastruktur an einem zentralen Ort gespeichert (Cloud, Server des Datenowners) und können jederzeit von verschiedenen Akteuren abgerufen werden. Da eine lokale Datenspeicherung den Aufwand verringert, jedoch zentrale Auswertungen und neuartige Ansätze wie das Datenmining oder Korrelationsanalysen erschweren, ist voraussichtlich eine kombinierte Datenhaltung anzustreben.

B Zugriff (rollenbasiert)

Die zur Batterie abgelegten Daten dürfen nicht von jedem am Lebenszyklus der Batterie beteiligten Akteure gleichermaßen gelesen oder bearbeitet werden. Lese- und Schreibrechte müssen entsprechend der Akteursrolle definiert sein. So wird in der Regel lediglich der Batteriehersteller relevante Informationen zu den Bestandteilen der Batterie sowie deren Konstruktion ablegen. Andere Informationen wie Serviceinformationen sind für seine Rollenfunktion von geringerer Bedeutung.

C Datentransparenz

Darüber hinaus muss ersichtlich und nachvollziehbar sein, wann welche Daten erzeugt oder verändert hat.

Es ergeben sich für die zentrale Datenplattform des Pilotprojektes folgende Anforderungen:

	Anforderungen an die zentrale Datenplattform: ▪ Verfügbarkeit ▪ Strukturierte Datenablage und standardisiertes Format ▪ Ausreichend Speicherkapazität und Performance (Erweiterbarkeit) ▪ Sicherheit und Schutz vor Manipulation ▪ Datentransparenz/Nachverfolgbarkeit ▪ Rollenbasierter Zugriff ▪ Zentraler Zugriff (Potenzial für Big Data) ▪ Zugriff/Schnittstellen für Weiterverwendung (zum Beispiel Enterprise Resource Planning/Customer Relationship Management)
---	---

Der jeweilige Beitrag zum Gesamtnutzen des Pilotprojekts ist für die verschiedenen Akteure entlang der Wertschöpfungskette unterschiedlich. Dabei den individuellen Beitrag zu maximieren, gestaltet sich als Herausforderung für die betriebliche Ausgestaltung.

Hierbei sollte auf die Betriebsdatenhoheit der Fahrzeughersteller eingegangen werden, da das aus den Daten resultierende bessere Verständnis weitreichende Potenziale bietet. Als Beispiel hierfür ist eine effiziente und somit kostengünstige Handhabung der Batterien von der Erstinutzung im Auto über die Transportlogistik bis zu den Weiterverwendern und den anschließenden Endverwertern zu nennen. Eine lückenlose Datenlage ist hierfür wesentlich. Die Verfügbarkeit der Daten der Fahrzeugteilerhersteller über die Erstanwendung und das entsprechende Batterieverhalten ist daher als einer der wichtigsten Punkte identifiziert worden. Diesbezüglich müssen verstärkt Anreize für die Fahrzeughersteller zur Bereitstellung von Betriebsdaten geschaffen werden.

Für die Logistik (sowohl von Erst- nach Zweitnutzung und Endverwertung) sind vor allem Planungssicherheit und Reduzierung von Sicherheitsmargen ein sinnvolles und erstrebenswertes Ergebnis. Verfügbarkeit und Zustand der Batterie sollten zu jedem Zeitpunkt eingeschätzt und Transportwege effizient geplant werden können.

Eine Effizienzsteigerung durch bessere ökonomische Ausgestaltung der Prozesse ist ein angestrebter Mehrwert bei einer Weiternutzung der Daten durch Dritte. Der Zustand der

Batterie korreliert direkt mit deren Restwert und einer möglichen Weiternutzung in Zweitanwendungen. Bei bekannter Datenlage können somit aufwendige Tests zur Zustandseinschätzung deutlich reduziert werden. In einem geregelten Top-down-Ansatz kann von der angestrebten Datenlage sowohl die Forschung als auch die Entwicklung profitieren. Ist die Performance und Sicherheit aktueller Batteriesysteme bekannt, lassen sich künftige Entwicklungen besser auf den Marktbedarf abstimmen. Da kein Zugriff auf CAN-Schnittstellen (Controller Area Network, CAN) möglich ist, erfolgt die momentane Datenerhebung in aufwendigen Labortests und Prognosen. Folgende Punkte bedürfen ebenfalls einer weitergehenden Betrachtung und sollten bei Ausgestaltung des Datenhandlings verstärkt berücksichtigt werden:

Besitzverhältnisse und Haftung: Bisher gibt es keine etablierten Geschäftsmodelle, die eine klare Struktur der Besitzverhältnisse von Batterien und Daten und damit die Haftungsrisiken definieren.

Optimum für Wechsel von Erst- auf Zweitnutzung: Zur Abschätzung des Marktpotenzials für Second-Life-Anwendungen muss die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aus Kundensicht berücksichtigt werden. Es ist realistisch anzunehmen, dass Batterien lange (etwa 12 Jahre bis verbleibenden 80 Prozent State of Health) in ihrer ersten Anwendung bleiben. Bei einer verschleißabhängigen Abnahme der Restreichweite des Fahrzeugs wird die Nutzerin oder der Nutzer ihr/sein Verhalten umstellen beziehungsweise das Auto an eine weniger anspruchsvolle Nutzerin oder einen weniger anspruchsvollen Nutzer verkaufen. Der Ersatz einer Batterie in einem PKW ist wirtschaftlich nur unter bestimmten Voraussetzungen sinnvoll, wie zum Beispiel bei einer Erhöhung der Gesamtnutzungsdauer oder durch Preisanreize.

Datengrundlage für stationäre Weiternutzung: Viele Daten, die auch schon für die Diagnostik in der Erstinutzung benötigt werden, können auch für die Analyse und Auslegung einer Zweitnutzung zum Einsatz kommen. Das statische Konzept von Erst- und anschließender Zweitnutzung in einer stationären Anwendung ist jedoch nicht immer zutreffend (siehe oben). Hier ist Transparenz bereits im ersten Leben der Batterie notwendig, beispielsweise für Reparaturen oder Einschätzungen des Batterierestwerts und der Verwendungsmöglichkeiten. Ein direkter Zugang über die Fahrzeugschnittstelle (CAN-Bus) wäre die effizienteste Lösung. Diese ist allerdings nur dem Fahrzeughersteller zugänglich.

Daher müssen die Datenbesitzer (insbesondere Batteriehersteller und Fahrzeughersteller) einen eigenen Mehrwert aus der Datenbereitstellung ziehen. Das Aufzeigen von Potenzialen beziehungsweise die Incentivierung, die mit der Datenbereitstellung einhergeht, ist für den Umsetzungserfolg von großer Bedeutung. Ein mögliches Beispiel für solch einen Anreiz ist eine Kostenreduktion innerhalb der einzelnen Wertschöpfungsstufen entlang des Lebenszyklus.

Darüber hinaus bietet die Datenbereitstellung für Forschung und Entwicklung, speziell für institutionelle Anbieter, enorme Innovationspotenziale. Auch für die Kundin oder den Kunden kann es ein Anreiz sein, wenn auf Basis einer genauen Zustandsbewertung der Kauf- oder Wiederverkaufswert eines Gebrauchtwagens wertgerecht bemessen werden kann. Damit steigt ebenfalls die Glaubwürdigkeit durch unabhängige Tests und Gutachten (analog zu TÜV, Dekra ...).

Aggregation von Produktions- und Betriebsdaten: Ein weiterer wichtiger Punkt ist die zwischenzeitliche Aggregation von Daten zur Komplexitätsreduzierung und Effizienzsteigerung, die in Zusammenarbeit mit den Industrieunternehmen erfolgen sollte. Wesentliche Elemente sind die Ausgestaltung von Datenrechten, Datenschutz und der Schutz vor Manipulation. Hierbei sind verschiedene Konzepte möglich. Denkbar wäre eine Zusammenstellung relevanter Daten beim Fahrzeughersteller und die anschließende Weiterleitung an eine Datenbank. Batterieparameter und Nutzungsverläufe sowie sicherheitsrelevante Ereignisse liegen demnach vor. Hier könnte eine standardisierte Übergabeschnittstelle zur Datenplattform bereitgestellt werden.

2.3 Anforderungen an regulatorische Rahmenbedingungen

A Relevante Aspekte für die Regulierung

Wesentliche Aspekte für eine Regulierung sind neben der Erhebung und der Relevanz der Daten die Materialien und zustandsbezogenen Daten der Traktionsbatterien (zum Beispiel die verbauten Materialien sowie die Daten zum Batteriesystem, Recycling und Reuse). Ebenso sind ein hoher Datenschutz und die Privatsphäre von besonderer Bedeutung. Auf Nutzungsebene sind die Nachweispflichten über die Weiterverwendung, etwa bei Pfandsystemen sowie die Ortung der Batterie zur Nachverfolgung bis zum End-of-Life und entlang der Recyclingkette eine Herausforderung. Angaben zum Recyclinginhalt, dem Recyclinganteil der Batterie sowie zur Batteriesicherheit (zum Beispiel durch die Einführung eines elektrischen Siegels) spielen im Rahmen der Weiternutzung oder Wiederverwertung eine wichtige Rolle. Darüber hinaus sind Aspekte wie Datenbesitz, -transfer, -zugriff, -validierung und Manipulationsschutz regulativ zu gestalten.

B Mögliche Regularien

Vorzugsweise ist beim Bereitstellen und Teilen von Batteriedaten natürlich auf die Selbstverpflichtung der beteiligten Akteure und deren freiwillige Teilnahme zu setzen. Anreize können dieses Vorgehen unterstützen. Weitergehend ist die Entwicklung beziehungsweise Festlegung von Standards maßgeblich, speziell im Hinblick auf die große Anzahl von unterschiedlichen Akteuren. Darüber hinaus könnte eine Verpflichtung zu einem Reporting denkbar sein, die mit dem Reporting von Verbrauchsdaten von Verbrennern an die EU vergleichbar ist. Abschließend könnten finanzielle Anreize, das heißt Boni oder Strafzahlungen, zur Durchsetzung und Steuerung der gewünschten Umsetzung zum Einsatz kommen.



3 Erwartete Impact-Potenziale des Pilotprojekts

Durch die im Pilotprojekt geplante Bereitstellung von Daten über den Batterielebenszyklus sind positive Effekte für die jeweiligen Eigentümer und Wertschöpfungsteilnehmer, die Branche sowie auf volkswirtschaftlicher, gesellschaftlicher und ökologischer Ebene zu erwarten. Da die zukünftigen Eigentumsverhältnisse der Traktionsbatterien stark von noch zu entwickelnden Geschäftsmodellen abhängen und sich über den Lebenszyklus verändern können, bedarf die Einflussnahme auf die Eigentümer einer

noch weitergehenden Betrachtung. Grundsätzlich bietet die Unterstützung einer effizienten Bewertung und Ausweitung der Nutzungsdauer im Sinne einer Second-Life-Anwendung oder des Recyclings zusätzliche Effizienzgewinne durch ökonomisch-ökologisch sinnvolle Pfadentscheidungen. Darüber hinaus eröffnen sich durch die bereitgestellten Daten Kostensenkungspotenziale für Logistik- und Demontagebetriebe sowie für die Prozesskette der Materialrückgewinnung.

Eine aufbereitete Datenlage bietet zudem das Potenzial, Ressourcen effizienter einzusetzen und durch die damit einhergehende Planungssicherheit eine effizientere Investitions- und Kapitalplanung zu begünstigen. Des Weiteren beinhaltet es die Möglichkeit, Transparenz für Konsumierende und politische Entscheidungen zu erzeugen.

4 Handlungsempfehlungen und Roadmap

Um die genannten Batteriedaten für eine wirtschaftliche Umsetzung und eine ökonomische/ökologische und effiziente Regulierung erfassen und bereitstellen zu können, ist die Sicherstellung der Datenverfügbarkeit im Hinblick auf die übergeordnete Zusammenarbeit der unterschiedlichen Akteure sowie einer Bewertung der Batterien im Sinne der Kreislaufführung das zentrale Element. Auch muss aufgrund der Vielzahl von Datenbereitstellern und -nutzern die Interoperabilität der Daten durch einheitliche Standards gewährleistet sein.

Aus datenrechtlichen und unternehmenspolitischen Gründen sind die Verfügbarkeit der Daten sowie deren Bereitstellung an Dritte (zum Beispiel für Forschungsprojekte) klar und einheitlich zu definieren und rechtlich abzusichern.

Darüber hinaus ist zu definieren, wie die operative Ausgestaltung einer Plattform erfolgen soll, das heißt, auf welche Art und Weise (zum Beispiel als Platform as a Service (PaaS)) und durch wen sie betrieben und weiterentwickelt wird. Im Zuge dessen sind zudem die notwendigen und ergänzenden Auswertungen festzulegen, die den Betrieb der Kreislaufführung unterstützen und verbessern können.

4.1 Handlungsempfehlungen an Politik, Wirtschaft und Wissenschaft

Im Folgenden werden nach Adressaten unterteilte Handlungsempfehlungen aufgeführt. Dabei ist wichtig, dass einzelne Empfehlungen die Zusammenarbeit zwischen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft erfordern können. Darüber hinaus gibt es Empfehlungen, die sich gegenseitig bedingen und die eine Umsetzung nur in der Gesamtheit nahelegen (zum Beispiel bei der Erforschung, Gesetzgebung und Anwendungsunterstützung des Monitorings).

4.1.1 Politik

- Kohärenz mit nationalen und internationalen gesetzlichen Datenanforderungen erzeugen (Abfallgesetzgebung,

Kreislaufwirtschaft, Energie- und Ressourceneffizienz, Klimaziele, Chemiekaliengesetzgebung/REACH)

- Vereinheitlichung von Kennzeichnungen (Batterie und Materialien) durchsetzen
- Verpflichtende Sammelquoten festlegen
- Vorschriften und Standards für Second-Life-Bewertungen und -Anwendungen festlegen
- Standards für ein qualitativ hochwertiges Recycling definieren und entlang der Verwertungskette verpflichtend vorgeben
- Gesetzliche Grundlage für Tracking und Tracing von Traktionsbatterien schaffen
- Grundlage für einen zentralen Daten-/Plattformzugang und eine entsprechende Nutzung sowie deren Sicherheit schaffen
- Ein Reporting- und Monitoringsystem zur Erfassung und Verfolgung von Batterien (Statistiken und Transparenz) etablieren
- Rechte und Pflichten für Verbraucherinnen und Verbraucher (zur Sicherstellung eines pfandähnlichen Systems; Rückgabe und Rücknahmepflichten) definieren
- Klare und strenge Regelungen für Reuse-Exporte vorgeben
- Anreize für Steigerung der Zirkularität entwickeln

4.1.2 Wirtschaft

- Datenbedarf und Verfügbarkeit definieren (zum Beispiel Informationsmaterial bereitstellen zum Umgang mit den Batterien, Informationen zur Forecast-Erstellung etc.)
- Daten- und IP-Schutz festlegen – mit Einbindung in Datenplattformen
- Datenbasierende beziehungsweise datenbreitstellende zirkuläre Geschäftsmodelle entwickeln und umsetzen
- Vorteile eines zirkulären Ansatzes (über die rein monetären Größen hinaus) systematisch erfassen
- Anforderungen, rechtliche Rahmenbedingungen und Schnittstellen für langfristige Kooperationen definieren
- Sich in Bezug auf Reuse und Second Life von Batterien positionieren
- Recyclingunternehmen zertifizieren
- Bei der Entwicklung von Standards (Recycling und Reuse) mitwirken

4.1.3 Wissenschaft

- Technische und ökonomische Potenziale sowie Grenzen der Zirkularität von Batteriematerialien analysieren
- Ein Zielsystem zur Bestimmung der Zirkularität und damit einhergehender Auswirkungen (allgemeingültige Kenngrößen) entwickeln

- Systemintegration und systemische Optimierung monetärer und nicht monetärer Parameter vorantreiben (zum Beispiel Entwicklung eines Anreizsystems, um Batterieflüsse im Sinne ökologisch sinnvollster („Kreislauf-“)Wege zu beeinflussen)
- Den Nutzen von Datenverfügbarkeit für die Effizienz von Recyclingsystemen quantifizieren
- Modelle und Szenarien für die Bedarfsbestimmung von Rückführungslogistik und Demontageinfrastruktur entwickeln
- Ein Reporting- und Monitoringsystem (mit Politik und Wirtschaft) entwickeln
- Bei der Entwicklung von Standards (Recycling und Reuse) mitwirken
- Eine Datengrundlage für die Bewertung von Batteriezellen und -modulen im Hinblick auf Second-Life-Anwendungen (Test-/Diagnoseverfahren) entwickeln
- Eine Datenplattform und Datenstandards entwickeln
- Ökologische Indikatoren zur Bewertung und Verbesserung des Umwelteinflusses und ethisch korrekter Lieferketten von Lithium-Ionen-Batterien bestimmen

4.2 Gemeinsame Roadmap

Die zur Umsetzung des Pilotthemas notwendigen Hauptarbeitspakete werden in der Abbildung 3 nach Einteilung des Zeithorizonts in kurzfristig, mittelfristig und langfristig dargestellt. Eine zeitliche

Verschiebung der Arbeitspakete ist aufgrund von Abhängigkeiten und Wechselwirkungen nur äußerst begrenzt möglich.

Die Umsetzung des Pilotprojekts zur Steigerung der Kreislauf-führung von umweltintensiven Batteriestoffen bedingt neben dem gesetzlichen Rahmen, einer ökonomisch-ökologisch effizienten Regulierung, neuen Geschäftsmodellen und dem damit verbundenen Datenbedarf und deren Verfügbarkeit, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Akteure eingebunden werden und eine technisch komplexe Implementierung durchgeführt wird. Durch die vielen daraus resultierenden variablen Einflussgrößen und Abhängigkeiten ist neben absehbaren auch mit nicht vorher-sehbaren Herausforderungen zu rechnen.

4.3 Erwartete Herausforderungen

Da grundsätzlich bereits viele Daten über den Zustand einer Batterie vorhanden, aber nicht verfügbar sind, liegt eine Herausforderung darin, für Fahrzeughersteller und weitere Akteure Anreize zum Teilen von Daten zu schaffen. Dies setzt in einem ersten Schritt eine deutlichere Spezifizierung der notwendigen Datentypen, ihrer Verfügbarkeit und Sicherheit voraus. Auch Minimalanforderungen hinsichtlich einzuhaltender regulatorischer Rahmenbedingungen (Verpflichtungen, Nach-weispflicht, Gewährleistungsregelungen) sind in diesem

Zeithorizont Arbeitspaket	Horizont 1												Horizont 2	Horizont 3
	2021				2022				2023				bis 2027	bis 2030
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4		
Grundlagen für die Nachverfolgbarkeit des Verbleibs über den Lebenszyklus													Dateneinbindung und -schutz (Daten- und IP-Schutz, Einbindung in Datenplattformen); Definition von Reporting Anforderungen;	Europäische und globale Harmonisierung von Dateneinbindung, Reporting und Monitoring
Definition von Datenbedarfen und deren Verfügbarkeit														
Grundlagen zentrale Datenplattform (+Zugang und Schutz)														
Entwicklung einer inter-operablen Datenplattform und notwendiger Standards														

Abbildung 3: Wichtigste Umsetzungsschritte für die Implementierung des Projektsteckbriefs „Kenntnis des Batterielebens“ (Quelle: eigene Darstellung)

Zusammenhang weiter zu definieren. Um das Pilotprojekt erfolgreich zu implementieren, müssen (1) die makroökonomischen Potenziale, die mit einer Bereitstellung batteriespezifischer Daten in Verbindung gebracht werden, klarer mit (2) dem spezifischen, unternehmerischen Mehrwert der beteiligten Akteure in Beziehung gesetzt werden. Technische Herausforderungen ergeben sich zudem bei der Übertragung von Daten in der Demontage und Neuzusammensetzung von Batterien. Auch die

kritische Rolle der Endverbraucherin oder des Endverbrauchers ist zu adressieren (insbesondere falls sie/er Eigentümerin/Eigentümer der Traktionsbatterien ist). Darüber hinaus ist die Transparenz und Validität der bereitgestellten Daten über den Batterielebenszyklus zu gewährleisten, weshalb eine unabhängige Auditierung und Zertifizierung sinnvoll werden könnte. Dies gilt auch für die Prüfung und Sicherung datenschutzrelevanter Aspekte und Standards für alle Akteure.



Anhang

Abkürzungsverzeichnis

Begriff	Definition
ACES	Autonomous, Connected, Electric, Shared Mobility (autonome, vernetzte, elektrische, geteilte Mobilität)
BEV	Battery Electric Vehicle (batterieelektrisches Fahrzeug, in der Regel PKW)
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CAN	Controller Area Network
CE	Circular Economy
CEID	Circular Economy Initiative Deutschland
CEPS	Center for European Policy Studies
EC	Europäische Kommission
EE	Erneuerbare Energien
EGD	European Green Deal
ELV	End of Life Vehicle (Altfahrzeug)
EoL	End-of-Life (Ende des (ersten) Produktlebens)
EoU	End-of-Use (Ende der (ersten) Nutzungsphase)
EPR	Extended Producer Responsibility (erweiterte Herstellerverantwortung)
EU	Europäische Union
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle (Brennstoffzellenfahrzeug, in der Regel PKW)
GBA	Global Battery Alliance
HEV	(Mild) Hybrid Electric Vehicle; Hybridfahrzeug (ohne Möglichkeit der externen Ladung)
IIOT	Industrial Internet of Things
IP	Intellectual Property
KEA	Kumulativer Energieaufwand
LCA	Life Cycle Assessment
LFP	Lithium-Eisen-Phosphat
LIB	Lithium-Ionen-Batterien
LMO	Lithium-Mangan-Oxid
MaaS	Mobility as a Service
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
NCA	Nickel-Kobalt-Aluminium
NMC	Nickel-Mangan-Kobalt
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle; Plug-in Hybrid
PRO	Product Responsibility Organisations
ROI	Return on Investment
SL	Second Life
SoH	State of Health
TCO	Total Cost of Ownership, Lebenszeitkosten
THG	Treibhausgas
V1G	Smart Charging (gesteuertes unidirektionales Laden von Elektrofahrzeugen)
V2G/V2X	Vehicle-to-Grid/Vehicle-to-X (bidirektionales Laden zwischen Fahrzeug und Elektrizitätsnetz (V2G) beziehungsweise Heimspeichern und anderen Elektrizitätskonsumierenden (V2X))

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Informationsflüsse zur Förderung der Kreislaufführung von Traktionsbatterien (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an die Darstellung des World Economic Forum 2019)	6
Abbildung 2:	Akteure, Datenbedarfe und Kooperationsanreize für eine Pilotumsetzung (Quelle: eigene Darstellung)	11
Abbildung 3:	Wichtigste Umsetzungsschritte für die Implementierung des Projektsteckbriefs „Kenntnis des Batterielebens“ (Quelle: eigene Darstellung)	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beteiligte Akteure und Kooperationsanreize des Pilotkonzeptes	10
-------------------	---	----

Literatur

Verband der Automobilindustrie 2020

Verband der Automobilindustrie: Export. Jahreszahlen, 2020.
URL: <https://www.vda.de/de/services/zahlen-und-daten/jahreszahlen/export.html>; <https://www.vda.de/de/services/zahlen-und-daten/jahreszahlen/automobilproduktion.html> [Stand: 23.06.2020].



Circular Economy Initiative Deutschland

Herausgeber:

**acatech – Deutsche Akademie der
Technikwissenschaften**
Karolinenplatz 4
80333 München

**Geschäftsstelle Circular Economy
Initiative Deutschland**
Karolinenplatz 4
80333 München

SYSTEMIQ Ltd
69 Carter Lane
London EC4V
United Kingdom

Reihenherausgeber:

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2020

Geschäftsstelle
Karolinenplatz 4
80333 München
T +49 (0)89/52 03 09-0
F +49 (0)89/52 03 09-900

Hauptstadtbüro
Pariser Platz 4a
10117 Berlin
T +49 (0)30/2 06 30 96-0
F +49 (0)30/2 06 30 96-11

Brüssel-Büro
Rue d'Egmont/Egmontstraat 13
1000 Brüssel (Belgien)
T +32 (0)2/2 13 81-80
F +32 (0)2/2 13 81-89

info@acatech.de
www.acatech.de

Vorstand i.S.v. § 26 BGB: Prof. Dr.-Ing. Dieter Spath, Karl-Heinz Streibich, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Prof. Dr. Reinhard F. Hüttel, Dr. Stefan Oschmann, Prof. Dr.-Ing. Thomas Weber, Manfred Rauhmeier, Prof. Dr. Martina Schraudner

Diese Kurzfassung entstand auf Grundlage von: Circular Economy Initiative Deutschland, 2020: Ressourcenschonende Batteriekreisläufe – mit Circular Economy die Elektromobilität antreiben. Kwade, A., Hagelüken, C., Kohl, H., Buchert, M., Herrmann, C., Vahle, T., von Wittken, R., 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, M., Spurr, P., Weber, W., Zefferer, H., Blömeke, S., Bussar, C., Cerdas, J., Gottschalk, L., Hahn, A., Reker-Gluhic, E., Kobus, J., Muschard, B., Schliephack, W., Sigel, F., Stöcker, P., Teuber, M. und Kadner, S. acatech/SYSTEMIQ, München/London.

Die Publikation ist erhältlich unter www.circular-economy-initiative.de und www.acatech.de/publikationen.

