

Abschlussbericht

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Zuwendungsempfänger: Systemiq Deutschland GmbH | Förderkennzeichen: 16BZF335 |
| Vorhabenbezeichnung: <i>Im Rahmen des Verbundprojekts: Batteriepass „Made with Germany“ Umsetzung einer neuen Generation digitaler Produkthandhabung</i> | |
| Laufzeit des Vorhabens (+ Berichtszeitraum): 01.04.2022 - 31.03.2025 | |

Inhaltsübersicht

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Inhaltsübersicht | 2 |
| Abkürzungsverzeichnis | 3 |
| 1 Projektübersicht | 4 |
| 2 Projektergebnisse | 5 |
| 2.1 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse | 5 |
| 2.2 Erreichte Nutzungsergebnisse und Einfluss auf andere Projekte | 12 |
| 2.3 Ergriffene Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit und Ergebnisverbreitung | 14 |
| 2.4 Gesammelte wesentliche Erfahrungen | 16 |
| 2.5 Vergleich von Projektabschluss und ursprünglicher Planung | 18 |
| 3 Fortschreibung des Verwertungsplans | 20 |
| 3.1 Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte | 20 |
| 3.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende | 20 |
| 3.3 Wissenschaftliche und technische Erfolgsaussichten nach Projektende | 21 |
| 3.4 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit | 22 |
| 4 Zusätzlicher gesonderter Bericht des Verbundkoordinators | 25 |
| 4.1 Kurze Darstellung der Aufgaben und der Zusammenarbeit der einzelnen Verbundpartner je Arbeitspakete | 25 |
| 4.2 Zusammenfassung der Verbundprojektergebnisse und der Zielerreichung unter Berücksichtigung der Verbundmeilensteine | 30 |

Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung | Beschreibung |
|------------------|--------------------------------------------------|
| AP | Arbeitspaket |
| BMWK | Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz |
| CIAPS | China Industrial Association of Power Sources |
| DARPA | Defense Advanced Research Projects Agency |
| DBP | Digital Batteriepass |
| DPP | Digitaler Produktpass |
| EOL | End-of-Life |
| ESG | Environmental – Social - Governmental |
| ESPR | Ecodesign for Sustainable Product Regulation |
| EU | Europäische Union |
| F&E | Forschung und Entwicklung |
| GBA | Global Battery Alliance |
| IEC | International Electrotechnical Commission |
| JTC | Joint Technical Committee |
| KMU | Kleine und mittlere Unternehmen |
| OEM | Original Equipment Manufacturer |
| TRL | Technology Readiness Level |

1 Projektübersicht

Das Projekt „Batteriepass Made with Germany“ verfolgte die Entwicklung und Pilotierung eines digitalen Batteriepasses, der ein nachhaltiges und zirkuläres Batteriemangement ermöglicht. Es adressierte die Anforderungen der EU-Batterieverordnung (EU) 2023/1542, insbesondere der Artikel 77, 78 und 79, welches einen Digitalen Batteriepass für die meisten inverkehr gebrachten Batterien ab Februar 2027 vorsieht, und stellt zentrale inhaltliche sowie technische Leitlinien für die Erfassung, Speicherung und Verknüpfung von Material-, Prozess-, Produkt- und Recyclingdaten bereit. Das Projekt lief über einen Zeitraum von drei Jahren (01.04.2022 – 31.03.2025), in dem die Entwicklung, Pilotierung und Evaluierung der inhaltlichen sowie technischen Komponenten des Batteriepasses erfolgten. Das Konsortium erarbeitete branchenübergreifende Standards, die im Rahmen eines Pilotprojekts (TRL 5–7) demonstriert und validiert wurden. Ziel war es, Akteure entlang der Wertschöpfungskette bei der Implementierung eines international anwendbaren Batteriepasses zu unterstützen.

Das interdisziplinäre Konsortium umfasste Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft, die die gesamte Wertschöpfungskette abdecken. Zu den zentralen Akteuren gehörten Systemiq, acatech, Audi, BASF, BMW Group, Circular, FIWARE Foundation, Fraunhofer IPK, TWAICE, Umicore und VDE Renewables (durch Unterbeauftragung). Diese Partner brachten ihre jeweilige Expertise in die verschiedenen Arbeitspakete ein und waren je nach Schwerpunkt für die Entwicklung inhaltlicher und technischer Standards verantwortlich. Zu den wesentlichen Projektmeilensteinen, auf die in Kapitel 2 näher eingegangen wird, zählen:

- (1) Projektkoordination und Stakeholderkommunikation (Leitung: Systemiq)
- (2) Entwicklung von Leitlinien für Inhaltsanforderungen (Leitung: Systemiq)
- (3) Entwicklung technischer Standards (Leitung: Fraunhofer IPK)
- (4) Entwicklung eines Batteriepass Demonstrators (Leitung: Circular)
- (5) Bewertung des Nutzens einzelner Anwendungsfälle und des Gesamtprojekts (Leitung: Systemiq)

Das Projekt leistete einen wesentlichen Beitrag zur technologischen und regulatorischen Weiterentwicklung des Batteriepasses und unterstützte damit den Übergang zu einer kohlenstoffarmen Mobilität sowie einer nachhaltigen Energiespeicherung. In den folgenden Kapiteln werden neben den Projektergebnissen auch die Verwertung der Ergebnisse, die Zusammenarbeit innerhalb des Konsortiums sowie zentrale Erkenntnisse und Erfahrungen detaillierter betrachtet.

2 Projektergebnisse

Das folgende Kapitel umfasst die Projektergebnisse sowie deren Einfluss auf andere Projekte, die Verbreitung der Ergebnisse und die zentral gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen.

2.1 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Im vorliegenden Kapitel werden die Projektergebnisse systematisch entlang der Arbeitspakete dargestellt. Besonderes Augenmerk liegt – neben Arbeitspaket 1 zum Projektmanagement – auf den Arbeitspaketen 2 und 5, in denen Systemiq als federführender Partner agierte. Zentrale Erkenntnisse und relevante Einblicke werden hier detailliert erläutert.

Zunächst folgt eine Übersicht über alle Arbeitspakete mit deren Zielen und zentralen Ergebnissen, bevor die von Systemiq geleiteten Arbeitspakete im Detail behandelt werden.

Tabelle 1. Projektergebnisse

| Arbeitspaket | Ziele | Meilensteine / Ergebnisse |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) Projektkoordination und Stakeholder-kommunikation | Sicherstellung einer effektiven Projektkoordination, einschließlich umfassender Stakeholder-Abstimmung auf europäischer und globaler Ebene, effizienter externer Kommunikation der Ergebnisse und kohärenter inhaltlicher Steuerung. | <ul style="list-style-type: none">• Abgestimmte Projektgovernance und Programmplan• Detaillierte Zieldefinition• Kommunikationsstrategie• Gemeinsames Ergebnispapier mit Stakeholdern abgestimmt• Berücksichtigung der Projektergebnisse in EU-Prozess zur Entwicklung des Batteriepass & EES• Fortführungsplan des Prozesses nach Projektabschluss |
| (2) Leitlinien für Inhaltsanforderungen | Definition global anwendbarer, praxisorientierter und harmonisierter Standards für Datenpunkte, Indizes und Erhebungslogiken zur Darstellung des THG-Fußabdrucks, nachhaltiger Lieferketten, Zirkularitäts- und | <ul style="list-style-type: none">• Veröffentlichung: Content Guidance - Erste Version der inhaltlichen Standards und finale Präsentation• Veröffentlichung: DIN DKE SPEC 99100 – Standard zur Definition von Datenattributen |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Batterielebenszyklus-Parameter sowie deren Auditierbarkeit und Haftungsübergänge als zentrale Basis für die Entwicklung des Batteriepasses. | <ul style="list-style-type: none"> • Veröffentlichung Data attribute Long-List • Veröffentlichung: Paper zur Data Conformity • Veröffentlichung: Paper zu Carbon Footprint Rules • Veröffentlichung "EoL Allocation Analysis" • Positionspapier: Content requirements of the EU Battery Passport • Finale Präsentation der inhaltlichen Standards • Fortführungsplan des Prozesses intern abgestimmt und mit relevanten Stakeholdern kommuniziert |
| (3) Leitlinien für das technische Batteriepass-System | Bereitstellung offener Spezifikationen für Infrastrukturen, End-to-End-Prozesse und Datenzugriffslogiken des Batteriepasses. Damit wird das Ökosystem – von der Wertschöpfung über Steuerung, Aufgaben und Rechte der Stakeholder bis zur Datenebene – formal so beschrieben, dass Technologien es einfach und sicher umsetzen können. | <ul style="list-style-type: none"> • Veröffentlichung: Technical Guidance - Überblick über die technischen Normen für das Batteriepass-System • Veröffentlichung: Battery Passport Data Model on Github • Veröffentlichung: Technical Framework Specification for the Digital Product Passport System • Virtuelle Prozessertifizierung für Batteriepass |
| (4) Entwicklung eines physischen und softwarebasierten Demonstrators | Entwicklung eines technischen Demonstrators, der als Plattform dient, um die erarbeiteten Inhalte der vorherigen Arbeitspakete zusammenzuführen und auf technologische Machbarkeit zu prüfen. Der Software-Prototyp verifiziert und demonstriert die Funktionalitäten des Batteriepasses, basierend auf den in AP2 und AP3 entwickelten Inhalten und Standards. Er wird mit realen, aber vollständig anonymisierten Daten bestückt, um Datenflüsse und Transaktionen im System zu simulieren. Ergänzend dazu wurde eine 3D-Visualisierung erstellt, die den Batteriepass und seinen End-to-End-Lebenszyklus entweder als virtuelles oder physisches Modell veranschaulicht. | <ul style="list-style-type: none"> • Veröffentlichung: Software Demonstrator • Beschreibung des virtuellen Demonstrators • Präsentation und Diskussion des fertigen (virtuellen und/oder digitalen und physischen) Batteriepass-Demonstrators |

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(5) Bewertung des Nutzens einzelner Anwendungsfälle und des Gesamtprojekts</p> | <p>Erstellung einer analytischen Studie zur Unterstützung inhärenter Anreize für Nutzer, den Batteriepass proaktiv anzuwenden. Hierzu Beschreibung und Bewertung von potenziellem Nutzen für privatwirtschaftliche und öffentliche Anwender basierend auf qualitativer Beschreibung und quantitativer Analyse.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Veröffentlichung: Value Assessment - qualitative und quantitative Analyse des wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Nutzens des Batteriepasses • Nutzenmodell in Community diskutiert |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Arbeitspaket 1: Projektkoordination und Stakeholderkommunikation

Arbeitspaket 1, geleitet von Systemiq, stellte die effektive Koordination des Projekts sicher, insbesondere durch eine enge Abstimmung mit internen und externen Stakeholdern auf europäischer und globaler Ebene. Es umfasste die Entwicklung einer abgestimmten Projektgovernance und eines detaillierten Programmplans (siehe Kapitel 4), die Festlegung klarer Projektziele sowie die Integration der Zwischenergebnisse in den EU-Prozess zur Entwicklung des Batteriepasses. Eine gezielte externe Kommunikationsstrategie sorgte dafür, dass die Ergebnisse fachgerecht an politische Entscheidungsträger, die Industrie und die Wissenschaft kommuniziert wurden (siehe Kapitel 2.3). Zur langfristigen Sicherung der Projektergebnisse wurde ein Fortführungsplan entwickelt, der mögliche institutionelle Verankerungen, beispielsweise über Catena-X, berücksichtigte.

Wichtige Meilensteine waren die Etablierung eines Konsortialvisionspapiers mit Stakeholder-Kommunikation, die Veröffentlichung eines gemeinsam abgestimmten Ergebnispapiers, sowie die interne Abstimmung und externe Kommunikation des Fortführungsplans. Die wesentlichen Herausforderungen lagen in der Sicherstellung der Partnerkooperation, der globalen und europäischen Kompatibilität der Ergebnisse sowie der Integration in bestehende Dateninfrastrukturen. Die enge Abstimmung mit der EU-Kommission, die umfassende Kommunikationsstrategie und die frühzeitige Planung der Verstetigung trugen entscheidend zur erfolgreichen Umsetzung des Arbeitspakets bei.

Arbeitspaket 2: Leitlinien für Inhaltsanforderungen

Die im Arbeitspaket 2 entwickelte **Content Guidance für den Batteriepass** definiert die Inhaltsanforderungen des neuen EU-Batteriereglements und stellt die erste öffentlich verfügbare, umfassende Leitlinie für verantwortungsbewusste Wirtschaftsakteure und andere Beteiligte der Batteriewertschöpfungskette dar. Sie unterstützt die Erreichung höherer Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit und legt

spezifische Inhalte und Anforderungen fest, um eine transparente und nachhaltige Gestaltung der Batteriewertschöpfungskette zu gewährleisten. Mit über 90 definierten statischen und dynamischen Datenpunkten bildet die Leitlinie die Grundlage für eine standardisierte und regulatorisch konforme Umsetzung des digitalen Batteriepasses. Durch eine klare thematische Strukturierung der Daten wurde eine effiziente und konsistente Erfassung ermöglicht. Die Datenattribute sind in sieben Hauptbereiche unterteilt:

1. Kennung und Produktdaten
2. Symbole, Etiketten und Konformitätsnachweise
3. CO₂-Fußabdruck der Batterie
4. Sorgfaltspflichten in der Lieferkette
5. Batteriematerialien und Zusammensetzung
6. Zirkularität und Ressourceneffizienz
7. Leistung und Haltbarkeit

Diese strukturierte Herangehensweise unterstützt Unternehmen dabei, inhaltliche regulatorische Anforderungen zu erfüllen und die Transparenz entlang des gesamten Lebenszyklus einer Batterie zu erhöhen. Alle Datenattribute einschließlich ihrer Details sind in der [Data Attribute Longlist](#) aufgeführt.

Basierend auf umfangreichen Diskussionen mit den Konsortialpartnern, Dutzenden Experteninterviews mit externen Organisationen aus dem weiteren Ökosystem des Batteriepasses sowie intensiven Austausch mit Regulierungsbehörden hat das Konsortium die gesetzlichen Anforderungen analysiert und in Empfehlungen für die Industrie übersetzt. Die Notwendigkeit einer sektorübergreifenden Zusammenarbeit zwischen Herstellern, Regulierungsbehörden und Technologieanbietern bei der Umsetzung wurde dadurch erneut bekräftigt.

Die Content Guidance bildete die Basis für andere Projektschwerpunkte wie technische Standards, Demonstrator-Entwicklung und der Nutzenbewertung. Einige Inhaltsanforderungen bleiben jedoch unklar, da regulatorische Details bis dato fehlen. Diese offenen Punkte wurden in einem [Positionspapier](#) an die Europäische Kommission adressiert. Mit dem Inkrafttreten der EU-Batterieverordnung läuft die methodische Weiterentwicklung, insbesondere im Rahmen der Sekundärgesetzgebung und der Ecodesign for Sustainable Product Regulation (ESPR). Die Konsortiumsexpertise könnte zur Ausarbeitung von bis zu 50 delegierten und umsetzenden Rechtsakten beitragen. Einige dieser Akte haben feste Fristen, andere können flexibel durch die EU-Kommission beschlossen werden.

Die Veröffentlichung der Battery Pass Content Guidance durch die [DIN SPEC 99100](#) im Januar 2025 stellte einen bedeutenden Fortschritt im Arbeitspaket dar. Die verfeinerte Definition der Datenattribute, basierend auf aktuellen Entwicklungen und dem Austausch mit Experten, verbessert die Anwendbarkeit und Nachvollziehbarkeit. Dies erleichtert sowohl die Implementierung als auch die Integration in internationale Standards. Die Aktualisierung der Longlist auf Version 1.2 sowie die umfassende Dokumentation aller Anpassungen schaffen eine solide Grundlage für Unternehmen. Der gezielte Fokus auf Datenpunkte trägt zur globalen Harmonisierung bei und stärkt die Standardisierung im Bereich der Batteriepass-Systeme.

Arbeitspaket 5: Projektkoordination und Stakeholderkommunikation

Der EU-Batteriepass stellt ein transformatives Instrument dar, um Nachhaltigkeit, Transparenz und Effizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Batterien zu fördern. Durch die digitale Nachverfolgbarkeit von Batteriedaten ermöglicht er Unternehmen und politischen Entscheidungsträgern eine bessere ökologische Leistung, regulatorische Konformität und wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit.

Das [Value Assessment](#) in Arbeitspaket 5 umfasste die Identifizierung und Analyse von zwölf zentralen Anwendungsfällen entlang des Batterie-Lebenszyklus. Der Batteriepass bietet konkrete Vorteile in den Bereichen Beschaffung, Nutzung und End-of-Life-Management. Die Anwendungsfälle lassen sich drei Kernbereichen zuordnen: als ESG-Management-Tool im Upstream-Bereich, als Change-Management-Tool zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und als Komplexitätsmanagement-Tool für das End-of-Life-Handling. Im Folgenden sind die zwölf identifizierten Anwendungsfälle aufgeführt:

1. Zuverlässige ESG-Datenkommunikation → Unternehmen können ihre Batterien anhand von Nachhaltigkeitskriterien differenzieren, um das Vertrauen von Verbrauchern und Investoren zu stärken.
2. Informierte Kaufentscheidungen → Einheitliche Informationen zu Leistung und Umweltbilanz unterstützen Verbraucher und Unternehmen bei der Auswahl nachhaltigerer Batterien.
3. Vereinfachte Wartung → Detaillierte Design- und Komponenteninformationen erleichtern die Wartung und Reparatur, insbesondere für unabhängige Werkstätten.

4. Präzisere Risikobewertung für den Transport → Verbesserte Tracking-Informationen zur Batterie Vergangenheit ermöglichen einen sicheren Transport gebrauchter Batterien.
5. Effizientere Recyclingprozesse → Detaillierte Batteriezusammensetzungsdaten reduzieren den Analyseaufwand, optimieren die Demontage und steigern die Materialrückgewinnung.
6. Vereinfachte Restwertbestimmung → Leistungs- und Haltbarkeitsdaten erleichtern die Bewertung für Second-Life-Anwendungen und fördern die Kreislaufwirtschaft.
7. Optimierter Handel mit gebrauchten und ausgedienten Batterien → Marktplätze können Batteriedaten nutzen, um Angebot und Nachfrage besser zu verknüpfen und Transaktionskosten zu senken.
8. Effizienter Datenaustausch durch Rückverfolgbarkeitssysteme → Die Integration in bestehende Rückverfolgungssysteme reduziert den Berichtsaufwand und verbessert die Datenqualität.
9. Erhöhte Sammlung von Altbatterien → Behörden können den Batteriepass nutzen, um illegalen Exporten entgegenzuwirken und die Sammelquoten zu verbessern.
10. Branchenweite Benchmarking-Möglichkeiten → Aggregierte Daten helfen Unternehmen, ihre Leistungs- und Nachhaltigkeitskennzahlen mit dem Markt zu vergleichen.
11. Genaue Marktübersicht → Unternehmen und politische Entscheidungsträger können auf Echtzeitdaten zu Batteriebeständen, Nutzungsdauer und Lebenszyklen zugreifen.
12. Informierte Politikgestaltung → Der Batteriepass bietet eine datenbasierte Grundlage für die Entwicklung gezielter politischer Maßnahmen und Anreize für eine Kreislaufwirtschaft.

In der weiteren Konsolidierung innerhalb des Konsortiums sowie durch externe Diskussionen wurden drei zentrale Anwendungsbereiche priorisiert und auf Makroebene quantifiziert.

Ein effizienteres Recycling (Anwendungsfall 5) führt zu erheblichen Kosteneinsparungen und einer verbesserten Ressourcennutzung. Durch optimierte

Prozesse können die Betriebskosten in Recyclinganlagen um bis zu 20 % gesenkt werden, während sich die Probenahmekosten durch reduzierte chemische Analysen um bis zu 80 % verringern. Gleichzeitig reduziert eine automatisierte Sortierung die Demontagekosten, während die Materialrückgewinnungsrate steigt. Dies trägt dazu bei, den Bedarf an Primärrohstoffen zu senken.

Die vereinfachte Restwertbestimmung für Second-Life-Batterien (Anwendungsfall 6) bringt sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile. Technische Testkosten können durch verfügbare Leistungsdaten um bis zu 10 % reduziert werden, während der Verbrauch von Primär-Kathodenmaterialien langfristig um bis zu 200 Kilotonnen pro Jahr gesenkt werden könnte. Damit verbunden ist eine potenzielle CO₂-Einsparung von mehreren hundert Kilotonnen jährlich.

Eine verbesserte Rückführung von Altbatterien (Anwendungsfall 9) könnte zudem den illegalen Export verhindern und die Rückgewinnung sekundärer Materialien steigern, wodurch bis zu 20 % des jährlichen Bedarfs an Kathodenmaterialien in Europa durch recycelte Materialien gedeckt werden könnten. Dies hätte nicht nur wirtschaftliche Vorteile für den EU-Recyclingmarkt (potentielle Umsatzsteigerung von 5 – 15%), sondern würde auch signifikante Emissionsreduzierungen ermöglichen.

Neben diesen identifizierten Mehrwerten wurden in Arbeitspaket 5 auch Herausforderungen detailliert analysiert. Die Umsetzung des Batteriepasses stellt Unternehmen insbesondere vor zwei zentrale Herausforderungen: hohe Implementierungskosten sowie regulatorische Unsicherheiten. Der größte Teil der Implementierung entfällt mit rund 55 % auf das Datenmanagement, einschließlich Datenerfassung, Integration und Zertifizierung, während etwa 25 % auf Betrieb und Verwaltung wie Softwarewartung und IT-Governance sowie 20 % auf Systemeinstellung und -bereitstellung entfallen. Über 90 % der erforderlichen Aufgaben verursachen Fixkosten, unabhängig von der verkauften Batteriemenge, was insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen eine erhebliche Belastung darstellen kann. Zudem besteht erhebliche regulatorische Unsicherheit, insbesondere hinsichtlich der Aktualität der Datenanforderungen, was erhöhte Kosten und Risiken für die Interoperabilität mit sich bringen kann. Unternehmen, die keine klare Kenntnis über regulatorische Entwicklungen haben, laufen Gefahr, von neuen Anforderungen überrascht zu werden.

Unternehmen sollten drei zentrale Maßnahmen ergreifen, um den Mehrwert des Batteriepasses optimal zu nutzen. Erstens gilt es, die Implementierungsanforderungen in den Bereichen Softwareentwicklung, Datenmanagement und Betriebsprozesse zu bewerten. Zweitens sollten sie strategische Chancen identifizieren – sowohl

wirtschaftliche als auch ökologische und soziale Potenziale – und darauf basierend einen klaren Umsetzungsplan entwickeln. Drittens ist die Wahl geeigneter Implementierungsstrategien entscheidend, wobei insbesondere KMU durch die Nutzung externer Dienstleister unterstützt werden können.

Angesichts regulatorischer Unsicherheiten sind zudem politische Entscheidungsträger gefordert, klare und zugängliche Strukturen zu schaffen, um Unternehmen Planungssicherheit zu bieten – insbesondere für KMU. Gleichzeitig sollten Sektor- und globale Interoperabilität gefördert, der Austausch zwischen Wissenschaft, Industrie und Zivilgesellschaft intensiviert und regulatorische Rahmenbedingungen flexibel an neue Erkenntnisse angepasst werden.

Die Analyse in Arbeitspaket 5 zeigt deutlich auf, dass mit der richtigen politischen und wirtschaftlichen Unterstützung der Batteriepass dazu beitragen kann, die Kreislaufwirtschaft zu beschleunigen, Emissionen zu reduzieren und die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Batterieindustrie zu stärken.

2.2 Erreichte Nutzungsergebnisse und Einfluss auf andere Projekte

Die Erkenntnisse und Entwicklungen aus dem Battery Pass haben maßgeblich dazu beigetragen, andere Forschungs- und Industrieinitiativen im Laufe der Projektzeit zu prägen. Verschiedene Programme und Projekte bauen auf den Ergebnissen des Battery Pass auf, passen sich an dessen Modelle an oder stehen mit ihm in direktem Austausch.

Eine der zentralen internationalen Initiativen in diesem Bereich ist die **Global Battery Alliance (GBA)**, die sich für eine nachhaltige und verantwortungsvolle Batteriewertschöpfungskette einsetzt. Während die GBA freiwillige Batteriepass-Initiativen vorantreibt, unterscheidet sich ihr Fokus von den regulatorischen Anforderungen der EU-Batterieverordnung. Im Jahr 2024 veröffentlichte die GBA die zweite Generation ihrer Pilotprojekte für Batteriepässe sowie „Sustainability Indicators“. Aufgrund des freiwilligen Charakters dieser Maßnahmen blieb die tatsächliche Umsetzung in die industrielle Praxis jedoch begrenzt. Mit der GBA bestand durchgehend ein enger Austausch und eine enge Zusammenarbeit, beispielsweise bei technischen Methoden. Ein zunehmendes Problem stellt die falsche Annahme vieler Akteure dar, dass die Anwendung der GBA-Batteriepässe automatisch die EU-Anforderungen erfüllt. Das Konsortium setzt sich aktiv für Aufklärung in diesem Bereich ein. Mit der GBA stand fortlaufend ein enger Austausch und Kooperation beispielsweise bei technischen Methoden statt.

Ein weiteres bedeutendes Projekt ist **Catena-X**, ein offenes, kollaboratives Datenökosystem für die Automobil- und Batteriebranche. Es ermöglicht Unternehmen entlang der Lieferkette einen sicheren Datenaustausch und entwickelt sich kontinuierlich weiter. Die enge Zusammenarbeit mit dem Battery Pass zeigt sich unter anderem in der laufenden Anpassung an das semantische Datenmodell des Digital Battery Passport (DBP) sowie der Beteiligung des Battery Pass Konsortiums an der Catena-X-Expertengruppe. Durch überlappende Mitgliedschaften besteht ein kontinuierlicher Austausch. Ende 2024 starteten die Catena-X-Folgeprojekte Path.Era und Chem-X, die auf den Erkenntnissen des Battery Pass basieren und von dessen Mitgliedern weiterhin mitgestaltet werden.

Das Forschungsprojekt **Cirpass** (Oktober 2022 – März 2024) umfasste 31 Partner und beschäftigte sich mit digitalen Produktpässen in einem sektorübergreifenden Kontext. Als direkte Fortführung startet im Mai 2024 Cirpass 2, das digitale Produktpässe in realen Anwendungsszenarien demonstriert. Dabei werden insbesondere zirkuläre Pilotprojekte in den Wertschöpfungsketten von Batterien, Textilien, Elektronik, Reifen und dem Bauwesen umgesetzt. Die Zusammenarbeit mit dem Battery Pass umfasste unter anderem die gegenseitige Validierung von Ergebnissen sowie eine enge Abstimmung und gegenseitige Beiträge zu zentralen Veranstaltungen.

Ein weiteres EU-gefördertes Forschungsprojekt ist **“Battery Passport for Resilient Supply Chain and Implementation of Circular Economy“ (BASE)**, koordiniert vom Fraunhofer-Institut für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG). Es hat das Ziel, einen digitalen Batteriepass für mehrere Sekoranwendungen zu entwickeln, um die Rückverfolgbarkeit entlang der gesamten Batteriewertschöpfungskette zu verbessern. BASE baut gemäß den Anforderungen der EU-Ausschreibung auf den Ergebnissen des Battery Pass auf. Im Jahr 2024 befand sich das BASE Konsortium jedoch noch in der Findungsphase und hatte keine substantziellen inhaltlichen Ergebnisse vorzuweisen.

Auch in Nordamerika gewinnt das Thema an Bedeutung. Die Organisation **“National Alliance for Advanced Technology Batteries“ (NAATBatt)** International fördert die Entwicklung und Kommerzialisierung fortschrittlicher Batterietechnologien mit einem Fokus auf Produktion, Recycling und Lieferketten. NAATBatt diskutiert aktiv die Implementierung eines Batteriepasses, wobei das Battery Pass Konsortium mehrmals in Workshops zur Batterie-Nachverfolgbarkeit involviert wurde. Darüber hinaus wurden Projektergebnisse mehrfach auf der NAATBatt Annual Conference sowie in der Track & Trace Working Group präsentiert.

Auch im asiatischen Raum spielt der Battery Pass eine Rolle. Die **China Industrial Association of Power Sources (CIAPS)** veröffentlichte 2025 eine Battery Passport Guidance, um die chinesische Batteriebranche bei der Einhaltung der EU-Batterieverordnung und der ESPR zu unterstützen. Ziel ist es, die Batteriepass-Standards zwischen der EU und China weiter anzugleichen. Die erarbeitete Guidance basiert auf der Battery Pass Content Guidance, wurde jedoch an chinesische Vorschriften, Standards und die nationale Terminologie angepasst. Zwischen CIAPS und dem Battery Pass fand ein kontinuierlicher Austausch zu Fortschritten und künftigen Kooperationsmöglichkeiten statt.

Diese Projekte verdeutlichen die weitreichenden Auswirkungen des Battery Pass auf die internationale Forschungs- und Industrieentwicklung. Ob in regulatorischer, technologischer oder wissenschaftlicher Hinsicht – die erarbeiteten Konzepte und Standards dienen als wichtige Grundlage für zahlreiche Initiativen, die eine nachhaltige und transparente Batteriewertschöpfungskette vorantreiben.

2.3 Ergriffene Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit und Ergebnisverbreitung

Von Anfang an waren Kommunikation und Stakeholder-Engagement vollständig in das Battery Pass Projekt integriert, um das Bewusstsein für seine Ziele und Ergebnisse zu schärfen und seine Komplementarität zu anderen Initiativen im Batterie-Ökosystem zu demonstrieren. FIWARE Foundation leitete die Gesamtkommunikation, während Systemiq eine zentrale Rolle bei der Förderung des Stakeholder-Engagements, der strategischen Kommunikation und der laufenden Verbreitung der Ergebnisse über eigene digitale Plattformen, Branchenveranstaltungen und sein starkes Netzwerk spielte.

Im ersten Jahr nach dem offiziellen Projektstart in Berlin konzentrierten sich die Kommunikationsmaßnahmen darauf, eine solide Grundlage zu schaffen. Dazu gehörten die Entwicklung einer unverwechselbaren visuellen Identität, der Start der Projektwebsite und des LinkedIn-Profiles, die Erstellung von Marken-Templates und Kernbotschaften sowie die Einrichtung einer Arbeitsgruppe für Kommunikation, bestehend aus Experten aller Konsortialpartner. Dieser kollaborative Ansatz ermöglichte es uns, unsere kollektive Reichweite und Einflussnahme von Beginn an zu maximieren.

Mit dieser Basis gewannen die Kommunikations- und Engagementmaßnahmen des Projekts im zweiten und dritten Jahr an Dynamik. Wirkungsvolle Kommunikationskampagnen begleiteten wichtige Projektmeilensteine, darunter die

Veröffentlichung neuer Ressourcen und Projektergebnisse. Die Öffentlichkeitsarbeit wurde gezielt an hochkarätigen externen Veranstaltungen wie der Hannover Messe und dem Future Battery Forum ausgerichtet. Infolgedessen erzielte Battery Pass über 300 Medienberichte in Deutschland und darüber hinaus (u. a. in führenden Publikationen wie Tagesspiegel Background und Die Welt), wodurch das Profil der Initiative erheblich gestärkt wurde. Das wachsende Interesse an der Arbeit zeigt sich in mehr als 65.000 Website-Besuchern und über 30.000 heruntergeladenen Publikationen seit Mai 2023, ergänzt durch eine schnell wachsende LinkedIn-Community mit über 6.000 Followern und einen Newsletter-Abonnentenstamm von mehr als 1.600 Personen.

Ein zentrales Element der Öffentlichkeitsarbeit war die wiederkehrende Präsenz von Battery Pass auf der Hannover Messe, wo der Messestand 2024 am Fraunhofer-Stand hochrangige Besucher wie Kerstin Jorna (DG Grow) und mehrere deutsche Ministerpräsidenten anzog. In den Jahren 2023 und 2024 wurden die Ergebnisse von Battery Pass offiziell an die parlamentarischen Staatssekretäre des BMWK, Herrn Kellner und Wenzel, übergeben – ein Beleg für die hohe politische Relevanz des Projekts.

Zur Erweiterung des Engagements und Vertiefung des Verständnisses für die Arbeit wurden vielfältige Inhalte und Aktivitäten bereitgestellt. Dazu zählten die Video-Serie „Meet the Partners“, eine eigene Webinarreihe zur inhaltlichen Orientierung des Batteriepasses, ein Webinar zur Bewertung des unternehmerischen Mehrwerts des Battery Passports, Podcast-Auftritte sowie eine sechsmonatige gezielte Kampagne zur Übersetzung der inhaltlichen und technischen Leitlinien sowie der Wertbewertung in zugängliche LinkedIn-Inhalte und Fact Sheets. Ergänzt wurden diese Maßnahmen durch ein ambitioniertes Vortragsprogramm, in dessen Rahmen Konsortialpartner Battery Pass in über 100 Vorträgen in Deutschland, den USA, Polen, Belgien, Spanien, Italien, dem Vereinigten Königreich und darüber hinaus repräsentierten.

Das Projekt gipfelte in einer hochkarätigen Abschlussveranstaltung in Brüssel, bei der 150 Führungspersonlichkeiten aus Industrie, Politik und Zivilgesellschaft zusammenkamen, darunter prominente Redner der Europäischen Kommission. Über 1.000 zusätzliche Teilnehmer verfolgten die Veranstaltung per Livestream, was einen kraftvollen Abschluss des öffentlichen Engagements von Battery Pass markierte. Die Aufzeichnung und die Unterlagen der Veranstaltung sind auf der Website dauerhaft abrufbar.

Die Kombination aus breit gefächerten Kommunikationsmaßnahmen, umfassender öffentlicher Präsenz und hochrangigem politischem Engagement hat Battery Pass als

eine führende Initiative zur Gestaltung der Zukunft von Batteriepässen in Europa und weltweit etabliert.

2.4 Gesammelte wesentliche Erfahrungen

Im Rahmen des Battery Pass Projekts konnten zahlreiche wertvolle Erfahrungen gesammelt werden, die sowohl Herausforderungen als auch Verbesserungspotenziale aufzeigen. Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse strukturiert dargelegt.

Herausforderungen

- **Unvorhersehbare regulatorische Entwicklungen und Verzögerungen**
Der regulatorische Prozess entwickelte sich unerwartet und verzögerte sich mehrfach, was zu erheblicher Mehrarbeit führte. Dadurch mussten Projektziele und -strategien kontinuierlich angepasst werden, was die Ressourcenplanung erschwerte.
- **Eingeschränkte Erreichbarkeit der relevanten Ansprechpartner**
Die begrenzte Verfügbarkeit von zuständigen Personen innerhalb der Europäischen Kommission stellte eine Herausforderung dar. Dies führte zu Verzögerungen in der Klärung regulatorischer Fragestellungen und erschwerte eine zielgerichtete Projektsteuerung.
- **Unklarheit über verbindliche Unterlagen**
Neben den offiziellen Gesetzestexten war nicht immer eindeutig, welche Dokumente oder Leitlinien als verbindliche Referenz dienen sollten. Dies erschwerte die fundierte Entscheidungsfindung innerhalb des Projekts und führte zu Unsicherheiten in der Umsetzung.

Verbesserungspotenziale für zukünftige Vorhaben

- **Optimierung der Förderbedingungen**
Trotz der engagierten Unterstützung durch den Projektträger war die Antragsphase aufgrund der komplexen Förderbedingungen sehr zeit- und ressourcenintensiv. Insbesondere für kleinere Organisationen und KMU war dieser Prozess schwer umsetzbar, was die Effizienz, Effektivität und Diversität der Förderlandschaft negativ beeinflusst.

- **Ergebnisorientierte, agile Fördermodelle**
Eine verstärkt ergebnisorientierte und in agilen Sprints strukturierte Förderung ähnlich der DARPA-Methodik könnte effizienter und effektiver sein. Hierbei könnte der "Heilmeier-Katechismus" als Grundlage für die Formulierung relevanter Fragestellungen dienen.
- **Vereinfachung der Antragsprozesse**
Für kleinere Nebenkosten wie Reise- oder Cateringausgaben sollten Prinzipien der Wesentlichkeit oder Pauschalisierung angewendet werden. Dies würde den administrativen Aufwand in der Antragsphase erheblich reduzieren, ohne die notwendige Abrechnungsgenauigkeit zu beeinträchtigen.
- **Mehr Ressourcen für professionelles Projektmanagement**
Ein höherer Ressourceneinsatz für professionelles und inhaltlich qualifiziertes Projektmanagement würde die Effizienz und Zielerreichung wesentlich verbessern. Die derzeitigen zwei Projektmanagement-Stellen pro Konsortialpartner sind für moderne, komplexe Projekte nicht mehr ausreichend.

Zusammenarbeit mit Dritten

- **Strukturierte, langfristige Kooperationen über Projekte hinweg**
Die Förderlandschaft sollte Mechanismen zur Zusammenarbeit über verschiedene Projekte und Maßnahmen hinweg stärker unterstützen. Dies erfordert jedoch ein klares Mandat und eine entsprechende Budgetierung, die schnell und unbürokratisch bereitgestellt werden. In unserem Fall scheiterten Kooperationsversuche mit Initiativen wie Cirpass, GBA und Catena-X aufgrund der zu langsamen und komplexen Prozesse.

Diese Erkenntnisse bieten eine wertvolle Grundlage für die Optimierung künftiger Förderprojekte und die Weiterentwicklung des Battery Pass Konzepts.

2.5 Vergleich von Projektabschluss und ursprünglicher Planung

Alle übergeordneten Arbeitspakete wurden planmäßig gestartet bzw. abgeschlossen, und es gab keine Verzögerungen bei den Hauptmeilensteinen. Das Gantt-Diagramm in Abbildung 1, entnommen aus der Gesamtvorhabenbeschreibung, zeigt die Zeitschiene des Gesamtprojekts einschließlich wichtiger Meilensteine, die planmäßig erfüllt wurden. Aufgrund der inhaltlichen Verflechtungen über die Arbeitspakete hinweg, war eine fristgerechte Umsetzung aller Arbeitspakete entscheidend für die Einhaltung des Zeitplans.

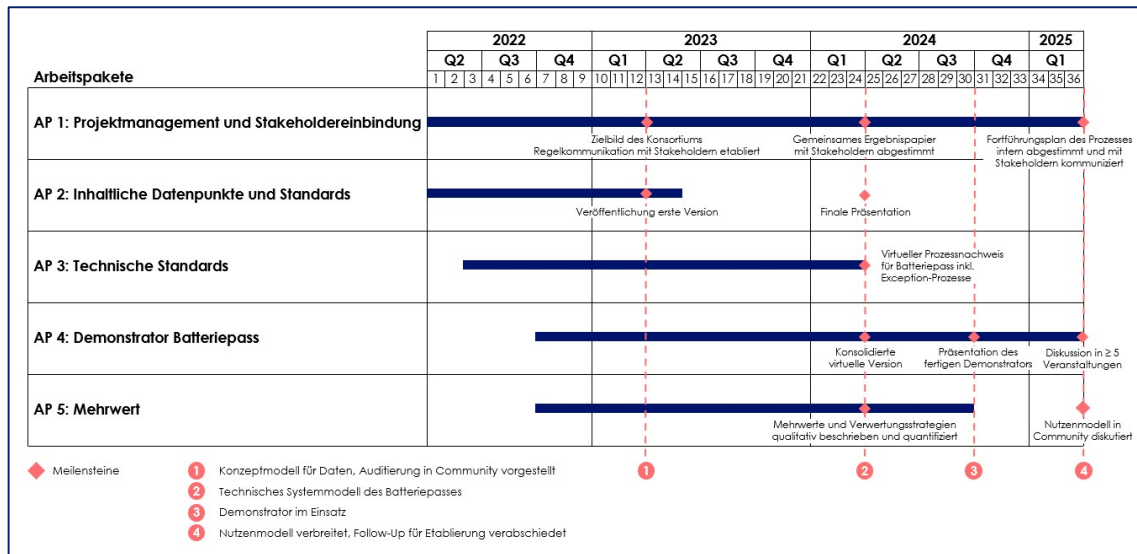


Abbildung 1. Projektablauf: Zeitplan und Meilensteine

Zwar hat sich die Einführung des Batteriepasses laut der finalen Batterieverordnung um ein Jahr auf Februar 2027 verschoben, doch dies beeinflusste die weitere Planung und Durchführung, sowie die Relevanz der Konsortialarbeit nicht direkt. Allerdings hat die verzögerte Dringlichkeit der Implementierung bei den betroffenen Unternehmen die Kommerzialisierungsstrategie bei den beratenden Konsortialteilnehmern (z.B. Systemiq, VDE-Renewables) negativ beeinflusst.

Im Arbeitspaket WP2b wurden erfolgreich Umwidmungen umgesetzt.

Umwidmung WP2b

Hier war zunächst durch Unterbeauftragung von FIWARE Foundation eine Unterstützung der Global Battery Alliance bei deren Entwicklung der Human Rights Sustainability Indicators geplant. Aufgrund veränderter verzögerter Förderbedingungen musste jedoch umgeplant werden. FIWARE Foundation entschied

sich seine Mittel nicht abzurufen. Allerdings beantragte Fraunhofer IPK zusätzliche Mittel in gleicher Höhe, um im Kontext der globalen Batteriepass Systeme, u.A. der GBA, weitere Analysen durchzuführen, die Mehrwerte sowohl für die GBA als auch den EU Batteriepass haben würden. Hierdurch sollte dem Unterziel des Projektes Sorge getragen werden, auch die Ziele der GBA und deren Anschlussfähigkeit an die EU zu unterstützen.

3 Fortschreibung des Verwertungsplans

3.1 Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte

Es wurden im Berichtszeitraum keine Erfindungen oder Schutzrechtsanmeldungen gemacht oder Schutzrechte erteilt.

3.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende

Die Ergebnisse der Arbeitspakete 1, 2, 3 und 5 sind open source und nicht für eine direkte wirtschaftliche Verwertung vorgesehen. Die Resultate wurden unter anderem auf der Hannover Messe 2023, 2024 und 2025 sowie auf verschiedenen deutschen und internationalen Konferenzen präsentiert. Bereits während der Projektlaufzeit berichteten zahlreiche Unternehmen über den hohen Wert der entwickelten Materialien für ihre Geschäftstätigkeit – ein Beleg für den gesamtwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen des Projekts.

Die Einführung standardisierter Schnittstellen und Datenformate für Batteriedaten in Form eines Batteriepasses könnte die Wettbewerbsfähigkeit Europas im globalen Markt für Batteriespeicher nachhaltig stärken. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschung wird der Innovationsprozess beschleunigt, wodurch neue technologische Entwicklungen schneller zur Marktreife gelangen können.

Zugleich spielt der Batteriepass eine zentrale Rolle in der Kreislaufwirtschaft, indem er Transparenz entlang der gesamten Wertschöpfungskette schafft. Dies ermöglicht eine gezieltere Optimierung von Second-Life-Anwendungen und Recyclingprozessen, was zu einer effizienteren Nutzung wertvoller Rohstoffe führt. Dadurch könnten Importabhängigkeiten verringert und die Versorgungssicherheit langfristig gestärkt werden.

Darüber hinaus fördert eine verbesserte Rückverfolgbarkeit der Batteriematerialien nicht nur eine nachhaltigere Nutzung von Ressourcen, sondern trägt auch zur Einhaltung von Umwelt- und Sozialstandards entlang der Lieferkette bei. Dies kann insbesondere in Regionen mit hohen ethischen Anforderungen an die Rohstoffgewinnung ein entscheidender Vorteil sein. Wie in Kapitel 2 ausgeführt, eröffnet der Batteriepass zudem neue wirtschaftliche Perspektiven, indem er zur

Schaffung von Arbeitsplätzen beiträgt und Unternehmen die Möglichkeit bietet, sich stärker an nachhaltigen Geschäftspraktiken auszurichten.

Der Software-Demonstrator aus AP4 zählt Anfang 2025 zu den fortschrittlichsten Lösungen für Batteriepässe, übertroffen lediglich durch industrielle Implementierungen wie die von Circular für Volvo Cars oder erste kommerzielle Anwendungen von Spherity für Scania, Siemens für OEMs und Circunomics. Erste Projektimplementierungen basierend auf den Konsortiums-Ergebnissen sind bereits angelaufen – etwa durch Catena-X / Path.era, Siemens und CATL.

Ein weiterer Erfolg ist die Nutzung der Projektergebnisse als Grundlage für den CEN/CENELEC DPP Standardisierungsprozess (JTC24). Durch die aktive Mitarbeit im Konsortium wurde AP3-Leiter Prof. Knothe (Fraunhofer IPK) zum Koordinator des JTC gewählt.

Das Team von Systemiq betrachtet den Batteriepass als zentrale Maßnahme zur Förderung der Nachhaltigkeit über den gesamten Lebenszyklus von Batterien. Daher investierte Systemiq gezielt Ressourcen in das Konsortium und nimmt Opportunitätskosten in Kauf, um den Erfolg des Projekts bis zuletzt sicherzustellen. Als Impact-getriebene B-Corporation sah das Team von Systemiq wirtschaftliche und gesellschaftliche Verwertungsmöglichkeiten, insbesondere durch Folgeprojekte in den Bereichen nachhaltige Lieferketten, digitale Technologien für Nachhaltigkeit und Dekarbonisierungsstrategien. Erste Anfragen von Unternehmen und Unternehmensberatungen bei Konsortialpartnern zur beratenden Unterstützung bezüglich Batteriepass wurden erfolgreich durchgeführt.

3.3 Wissenschaftliche und technische Erfolgsaussichten nach Projektende

Die Erkenntnisse des Battery Pass bildet die wissenschaftliche Grundlage für die Entwicklung und Standardisierung von DPPs und tragen maßgeblich zur technischen und regulatorischen Harmonisierung bei. Die DIN DKE SPEC 99100, veröffentlicht im Januar 2025 wurde in Standardisierungszirkeln mit großer Begeisterung aufgenommen. DIN nutzt sie bereits als Grundlage für die Normierung zukünftiger Digital Product Passports (DPP). Auch die International Electrotechnical Commission hat Interesse bekundet, sie in ihre internationale Definitionsdatenbank aufzunehmen – ein bedeutender Schritt hin zu einem global harmonisierten Standard. Darüber hinaus hat die im Rahmen von AP3 entwickelte Meta-Struktur technischer Standards 2024 die strukturelle Grundlage für CEN CENELEC JTC 24 gelegt. Damit wurde ein entscheidender Beitrag zur technischen Standardisierung von DPPs geleistet.

Das Projekt stößt auch auf großes wissenschaftliches Interesse: Zahlreiche Autor*innen von Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten haben bereits Kontakt zum Konsortium aufgenommen.

Das Team von Systemiq plant, die Projektergebnisse über die Laufzeit hinaus zu nutzen, um die Transformation der Wirtschaft hin zu einer klima-kompatiblen, ressourcenschonenden und zirkulären Wirtschaft weiter voranzutreiben. Dabei liegt der Fokus insbesondere auf:

- Übertragung der Prinzipien des Batteriepasses auf weitere digitale Produktpässe,
- Methodiken für systemische Lebenszyklus-Analysen, und
- Argumentationshilfen für Politik und Wirtschaft, um ambitionierte Klima- und Ressourcenschutzstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Auch die technische Weiterentwicklung digitaler Tools zur Unterstützung der Kreislaufwirtschaft und nachhaltiger Lieferketten ist für Systemiq von zentraler Bedeutung – sowohl indirekt (als Beitrag zur Impact-Mission von Systemiq) als auch direkt (durch Integration in wissenschaftlich fundierte Analysen und technische Entscheidungstools).

3.4 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Das Konsortialprojekt wurde auf Basis umfassender Expertenarbeit aus der Circular Economy Initiative Deutschland, der Global Battery Alliance (GBA) und den Mitgliedsunternehmen entwickelt. In enger Abstimmung mit relevanten staatlichen, industriellen und wissenschaftlichen Akteuren wurden die Grundlagen für die Umsetzung des Batteriepasses gemäß der EU-Batterieverordnung geschaffen und gleichzeitig die Arbeit der GBA unterstützt. Eine hohe wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit ist daher essenziell.

Das Konsortium hat alle Projektergebnisse frei zugänglich auf der Projektwebsite veröffentlicht und deren langfristige Verfügbarkeit durch die bereits eingeleitete Überführung auf GitHub sowie den acatech-Server sichergestellt. Die Industriepartner haben sichergestellt, dass die erarbeiteten Erkenntnisse direkt in die technische Entwicklung des EU-Batteriepasses einfließen. Somit leisten die Ergebnisse einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung von industriell skalierten Batteriepassen sowie weiterer DPPs.

Um die erreichten Fortschritte langfristig zu sichern und weiterzuentwickeln, wurden bereits Konzeptpapiere für mögliche Folgeprojekte erstellt und an relevante Stellen eingereicht:

- **Battery Pass - Ready:** Anschlussprojekt zum Battery-Pass-Projekt mit dem Ziel, eine standardkonforme Testumgebung für den DBP zu entwickeln. Diese soll Inverkehrbringern und IT-Dienstleistern ermöglichen, ihre Systeme frühzeitig auf Konformität und Anbindung an das EU-DPP-System zu prüfen. Die Testumgebung umfasst Funktionen wie Testdatengenerierung, Emulation von EU-Komponenten und Monitoring. Das Projekt wird von Fraunhofer IPK (Konsortialführer), acatech, GEFEG und TU Berlin in enger Abstimmung mit Verbänden durchgeführt. Der finale Förderbescheid steht noch aus
- **Digital Vehicle Passports:** Aufbauend auf den – bislang unzureichenden – Entwürfen für Circular Vehicle Passports (ELV-R) und Environmental Vehicle Passports (EURO-7) soll ein übergreifendes Konzept entwickelt und in der Industrie umgesetzt werden.
- **EU DPP Guiding Platform:** Derzeit herrscht zu viel Unklarheit und zu wenig Abstimmung zwischen den vielen parallelen Aktivitäten in der EU. Eine zentrale „Single Source of Truth“ könnte für mehr Einheitlichkeit sorgen.
- **National Notified Bodies Advisory:** In den 27 EU-Mitgliedsstaaten müssen notifizierte Stellen eingerichtet werden, die die DPP-Daten von Unternehmen entgegennehmen und verwalten.

Das Team von Systemiq sieht die Ergebnisse des Konsortialprojekts als zentrale Grundlage für die vollständige Umsetzung des Batteriepasses durch verschiedene wirtschaftliche Akteure. Der Fokus liegt insbesondere auf der Erfüllung der EU-Batterieverordnung sowie der Integration mit dem GBA-Batteriepass-Konzept zur internationalen Skalierung. Nach Projektabschluss wird Systemiq die relevanten Akteure weiterhin bei der Implementierung und Skalierung unterstützen. Zudem ist ein fortlaufender informeller Austausch aller Konsortialteilnehmer vorgesehen, wobei bereits Interesse an einer weiteren Diskussion und Fortsetzung der Themen besteht.

Obwohl die EU-Batterieverordnung seit Ende 2023 und die ESPR seit 2024 in Kraft sind, wird der Standardisierungsprozess über die Projektlaufzeit hinaus andauern. Auch bis weit in die 2030er Jahre sind mehrere delegierte Rechtsakte geplant, die die Anforderungen an Batteriepässe und andere DPPs weiter konkretisieren werden. Einige Herausforderungen bleiben bestehen:

- **Fehlende Methoden und Werkzeuge** zur praktischen Umsetzung des DPP-Systems und zur Sicherstellung der regulatorischen Konformität.
- **Unklare juristische Interpretationen** der Gesetzgebung und fehlende Präzedenzfälle, die eine rechtssichere Umsetzung ermöglichen.
- **Offene Fragen zu Identität und Vertrauen** innerhalb der digitalen Infrastruktur, die jedoch essenziell für die Wirksamkeit von DPPs sind.
- **Ungleichgewicht in der Forschung:** Der Fokus liegt derzeit stark auf der regulatorischen Umsetzung, während wirtschaftliche Vorteile, Zirkularität und Wettbewerbsvorteile für europäische Unternehmen unzureichend adressiert werden. Erste Ansätze hierzu wurden in **Arbeitspaket 5 (AP5)** entwickelt und sollten künftig weiter vertieft werden.

Langfristige politische und wirtschaftliche Entwicklungen könnten Einfluss auf die Verwertung der Projektergebnisse haben:

- (1) **Politische Unsicherheiten:** Die Bundestagswahl 2025 könnte zu einer Neuausrichtung im Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) führen. Dennoch gilt der Batteriepass als wirtschaftlich vorteilhaft, weshalb keine unmittelbaren Risiken für das Projekt zu erwarten sind.
- (2) **Geopolitische Entwicklungen:** Eine mögliche wirtschaftliche Rezession oder ein Rechtsruck in Europa könnten Nachhaltigkeitsberichterstattung beeinflussen, allerdings gibt es derzeit keine Hinweise auf direkte Auswirkungen auf die Batterieverordnung oder die ESPR.
- (3) **Globale Marktdynamik:** Die US-Wahl könnte die Prioritäten in der Batterieindustrie verschieben – mit einem stärkeren Fokus auf Resilienz und Unabhängigkeit von Energieimporten, während Nachhaltigkeits- und Menschenrechtsthemen möglicherweise in den Hintergrund treten. Das verdeutlicht den Bedarf, den Mehrwert des Batteriepasses wirtschaftlich stärker zu kommunizieren.

Trotz dieser Unsicherheiten bleibt die wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit des Projekts hoch. Die Fortführung der Arbeiten durch Industrie, Wissenschaft und politische Akteure wird die langfristige Umsetzung des Batteriepasses und verwandter DPPs sichern.

4 Zusätzlicher gesonderter Bericht des Verbundkoordinators

4.1 Kurze Darstellung der Aufgaben und der Zusammenarbeit der einzelnen Verbundpartner je Arbeitspakete

Das Konsortialprojekt wurde wie bereits erwähnt in fünf Arbeitspaketen durchgeführt (siehe Abbildung 2), die durch den Austausch mit Projektpartnern und externen Akteuren unterstützt wurden.

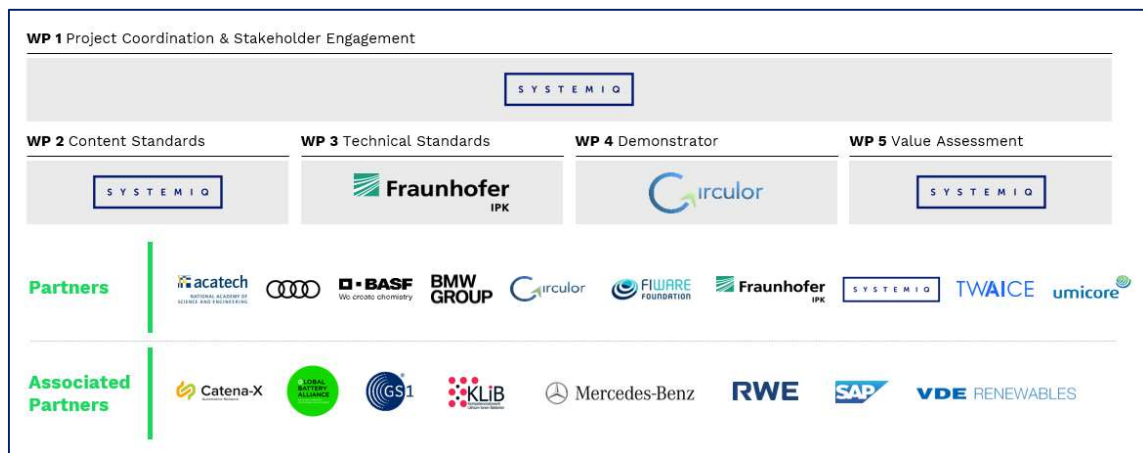


Abbildung 2. Grafische Übersicht der Verbundstruktur mit Arbeitspaketen der leitenden Partner

Ein übergeordnetes Projektmanagement unter der Leitung von **Systemiq** hat den Austausch zwischen den Arbeitspaketen sowie externes Stakeholdermanagement, einschließlich der Koordination mit den oben genannten externen Initiativen und weiterführende Kommunikation sichergestellt. Dies war von zentraler Bedeutung, um Anschluss an das industrielle Ökosystem und politische Diskurse in der EU und darüber hinaus zu erlangen, damit die Projektergebnisse skalierbar sind und Praxisanwendung finden können.

Das Projektmanagement wurde strategisch durch einen Lenkungskreis aus Entscheidungsträgern relevanter Institutionen sowie durch ein Expertengremium externer Fachleuten beraten (siehe Abbildung 3). Bei der Zusammenstellung wurde Wert auf eine Ausgewogenheit aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft gelegt. Verbände, umwelt- und zivilgesellschaftliche Organisationen wurden einbezogen. Hierdurch sollten sowohl die inhaltliche Expertise als auch Reflektionen der jeweiligen Stakeholdergruppen sowie Resonanz zu den Inhalten und Austausch mit diesen Gruppen ermöglicht werden. Während ein Schwerpunkt auf dem deutschen Ökosystem lag (DIN / DKE, BMU, Wuppertal Institut) - was primär in deren inhaltlichen

Vorreiterschaft begründet war – wurde durch den Einbezug von Transport & Environment und EIT InnoEnergy (später RECHARGE) gezielt relevante europäische Abdeckung erreicht. Siehe Abbildung 4 für die Darstellung des Beirats.

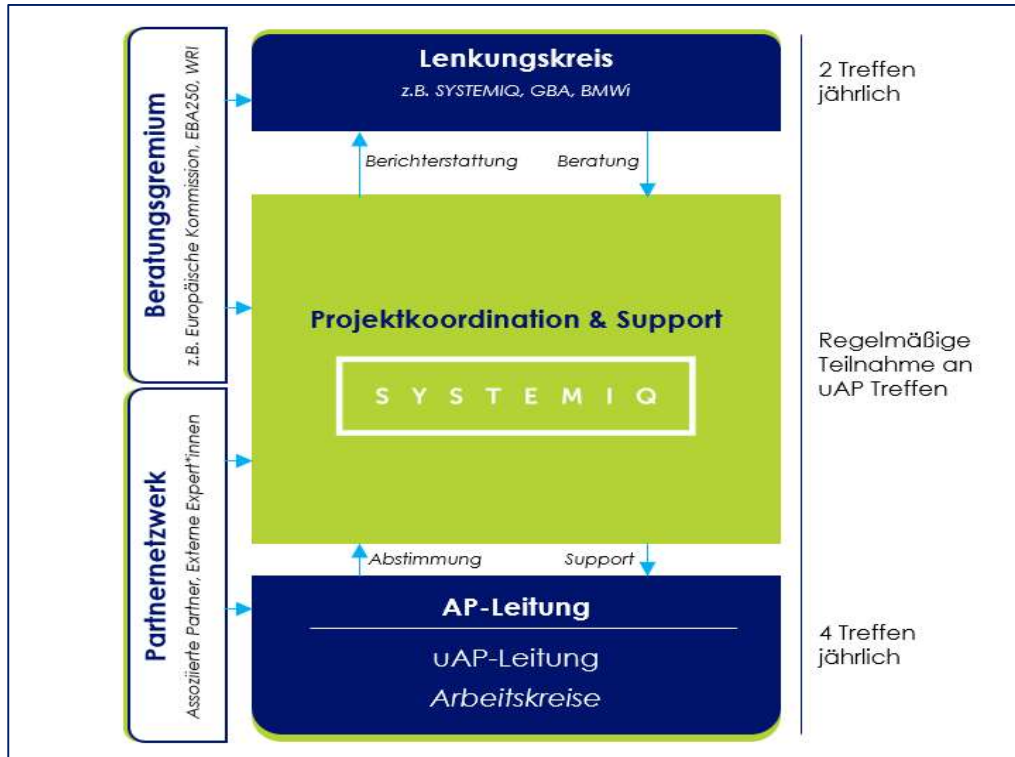


Abbildung 3. Projektgovernance Konsortialprojekt Batteriepass „Made With Germany“



Abbildung 4. Beirat des Battery Pass Konsortiums

Weitere direkte Projektpartner, verantwortlich und beteiligt in den direkten Arbeitskreisen (siehe Tabelle 2, Reihenfolge nach Ressourcen-Input absteigend).

Tabelle 2: Beiträge der Verbundpartner je Arbeitspaket

| Arbeitspaket | Beitrag je Verbundpartner |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) Projektkoordination und Stakeholder- kommunikation | Systemiq (Leitung): Leitung des Projektmanagements, Koordination mit Stakeholdern, Sicherstellung der EU-Abstimmung und globalen Kompatibilität, externe Kommunikation, Skalierung der Ergebnisse |
| | BASF: Unterstützung bei der EU-Abstimmung und globaler Kompatibilität, insbesondere bzgl. regulatorischer Anforderungen |
| | Audi: Unterstützung bei der EU-Abstimmung, externe Kommunikation und Skalierung |
| | BMW: Unterstützung bei der EU-Abstimmung, externe Kommunikation und Skalierung |
| | Circular: Fokus auf EU-Abstimmung und globale Kompatibilität, insbesondere durch technologische Unterstützung. |
| | Umicore: Mitwirkung an der EU-Abstimmung und globale Kompatibilität, insbesondere in Bezug auf Lieferketten und Nachhaltigkeit |
| | Fraunhofer IPK: Unterstützung der Projektkoordination, Berichterstattung und Skalierung der Ergebnisse |
| | acatech: Beteiligung an der Konsortialkoordination und Planung von Abstimmungen |
| | FIWARE Foundation: Leitung der externen Kommunikation, Entwicklung der Kommunikationsstrategie und Verbreitung der Projektergebnisse |
| | TWAICE: Mitwirkung an der externen Kommunikation und Skalierung |
| (2) Leitlinien für Inhaltsanforderungen | Systemiq (Leitung): Leitung des Arbeitspakets, Definition von Standards für THG, verantwortungsvolle Lieferkette, Zirkularität, Second Life-Eignung, Haftungsübergang und Auditierbarkeit |
| | BASF: Unterstützung bei THG-Standards, verantwortungsvolle Lieferkette und Second Life-Eignung mit Expertise zu Recycling und Materialhandhabung |
| | Audi: Beteiligung an der Definition von Standards für verantwortungsvolle Lieferkette, Second Life-Eignung, Haftungsübergang und Auditierbarkeit |
| | BMW: Mitwirkung bei der Entwicklung von THG-Standards, verantwortungsvolle Lieferkette, Second Life-Eignung und Haftungsübergang |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Circulor: Fokus auf die globale Kompatibilität und technologische Unterstützung für verantwortungsvolle Lieferkette und Auditierbarkeit</p> |
| | <p>Umicore: Unterstützung bei THG-Standards, verantwortungsvolle Lieferkette, Auditierbarkeit und Zirkularität</p> |
| | <p>Fraunhofer IPK: Leitung der Auditierbarkeit, Unterstützung bei der verantwortungsvollen Lieferkette und Zirkularität</p> |
| | <p>acatech: Führung in der Entwicklung von Zirkularitätsmetriken und Second Life-Bewertung</p> |
| | <p>FIWARE Foundation: Beteiligung an Zirkularität, Second Life-Bewertung und Unterstützung in der Auditierbarkeit</p> |
| | <p>TWAICE: Unterstützung bei der Second Life-Eignung durch Expertise zu Batteriedaten und deren dynamischer Analyse</p> |
| (3) Leitlinien für das technische Batteriepass-System | <p>FIWARE Foundation: Führung in der externen Kommunikation und Entwicklung der technischen Infrastruktur</p> |
| | <p>Fraunhofer IPK (Leitung): Leitung des Arbeitspakets, Entwicklung der technischen Standards, Aufbau der Referenzmodelle, Prozess- und Zugriffslogiken</p> |
| | <p>Circulor: Fokus auf technologische Unterstützung und Implementierung in globale Datenräume</p> |
| | <p>BASF: Mitwirkung an der Definition von Zugriffslogiken und technischen Standards für Batteriepass-Daten</p> |
| | <p>BMW: Mitwirkung an der Entwicklung der Referenzmodelle, Prozesslogiken und europäischen Abstimmungen</p> |
| | <p>acatech: Unterstützung in der Entwicklung von Prozess- und Zugriffslogiken, insbesondere für offene Standards</p> |
| | <p>Audi: Unterstützung bei der Kontextualisierung und Validierung von Use Cases</p> |
| | <p>Systemiq: Unterstützung bei der Entwicklung von Referenzmodellen, Kontextualisierung mit globalen Datenräumen und Prozessdefinitionen</p> |
| | <p>Umicore: Beteiligung an der Entwicklung von Prozess- und Zugriffslogiken</p> |
| | <p>TWAICE: Keine direkte Beteiligung an diesem Arbeitspaket</p> |
| (4) Entwicklung eines physischen und softwarebasierten Demonstrators | <p>Circulor (Leitung): Leitung des Arbeitspakets, Entwicklung des technischen Demonstrators, Integration mit Catena-X/EES/Gaia-X</p> |
| | <p>FIWARE Foundation: Unterstützung bei der Entwicklung der Infrastruktur, Open API-Standards, und Datenintegration</p> |
| | <p>BMW: Unterstützung bei der Integration mit Gaia-X/Catena-X, Validierung und Testung des Demonstrators</p> |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Fraunhofer IPK: Führung bei der Entwicklung der technischen Standards und Infrastruktur für den Demonstrator |
| | Audi: Mitwirkung bei der Entwicklung, Testung und Validierung des Demonstrators |
| | TWAICE: Unterstützung bei der Second Life-Simulation und dynamischer Batteriedatenanalyse |
| | Umicore: Bereitstellung von Expertise zur Material- und Recyclingintegration in den Demonstrator |
| | acatech: Unterstützung bei der Entwicklung von Testszenarien und Stakeholder-Einbindung |
| | Systemiq: Mitarbeit an der Definition von Datenstrukturen und Integration in bestehende Systeme |
| | BASF: Keine direkte Beteiligung an diesem Arbeitspaket |
| (5) Bewertung des Nutzens einzelner Anwendungsfälle und des Gesamtprojekts | Systemiq (Leitung): Leitung des Arbeitspakets, Entwicklung der qualitativen und quantitativen Nutzenmodellierung |
| | acatech: Unterstützung bei der Synthese und Aufbereitung der Ergebnisse, Vergabe eines F&E-Auftrags |
| | Fraunhofer IPK: Unterstützung bei der Systemlogik, Entwicklung der Wertschöpfungsprozessbeschreibung |
| | FIWARE Foundation: Mitarbeit an der Systemmodellierung und Integration mit Open-Standard Softwarelösungen |
| | Circular: Einbringung von Datenpunkten und Annahmen aus laufenden Projekten zur Batteriepass-Rückverfolgbarkeit |
| | BASF: Unterstützung der Nutzenmodellierung durch Beiträge zu Umwelt- und Recyclingaspekten |
| | TWAICE: Unterstützung bei der Analyse von Second Life-Nutzung und dynamischer Batteriedaten |
| | Umicore: Bereitstellung von praktischen Erfahrungen zur Kommunikation des Batteriepasses mit Kunden und Lieferanten |
| | BMW: Validierung der Modellierung und Unterstützung bei der quantitativen Analyse |
| | Audi: Beteiligung an der qualitativen Nutzenbewertung und Stakeholder-Validierung |

Es wurde gezielt ein Netzwerk aus "Supporting Partners" aufgebaut, die keine Förderung erhielten, aber zur Validierung der Projektergebnisse herangezogen wurden (siehe Abbildung 5). Es erlaubte dem Konsortium, insgesamt tausende Kommentare zu den Projektergebnissen einzuholen und zu verarbeiten. Während der

Kreis dieser Unternehmen zunächst aktiv rekrutiert wurde und selektiv war, wurde die Herangehensweise im Laufe des Projektes aufgrund des starken Andrangs und des entsprechenden Arbeitsaufwandes für das Onboarding nach den ersten ca. 50 interessierten Parteien angepasst: Eine weitere Teilnahme als “Supporting Partner” wurde ab Sommer 2023 ausgeschlossen; stattdessen wurde ein offener Newsletter auf der Website bereitgestellt, über den Neuigkeiten über das Konsortium kommuniziert wurden. Dieser Newsletter umfasste zum Abschluss des Projektes über 1.500 Registrierungen über die ganze EU und darüber hinaus, aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft.



Abbildung 5. Übersicht “Supporting Partners“

4.2 Zusammenfassung der Verbundprojektergebnisse und der Zielerreichung unter Berücksichtigung der Verbundmeilensteine

Wie in Kapitel 4.1 dargestellt, erfolgte eine enge Interaktion und Abstimmung innerhalb der einzelnen Arbeitspakete. Darüber hinaus gab es jedoch auch wesentliche Abhängigkeiten und Abstimmungsprozesse zwischen den Arbeitspaketen. Besonders die Ergebnisse von AP2 sind für alle weiteren Arbeitspakete von zentraler Bedeutung. AP2 und AP3 liefern die Grundlagen für die Spezifikationen des Demonstrators (AP4), während AP5 eine umfassende Nutzenanalyse der erarbeiteten Aspekte erstellt. Alle Projektergebnisse, einschließlich Meilensteine (siehe Kapitel 2.1), sind daher als gemeinsame Ergebnisse des Verbundprojekts zu betrachten und nicht isoliert aufzuführen. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor war die erfolgreiche Zusammenarbeit im Konsortium, die durch den Austausch von Perspektiven aus Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlichen Institutionen bereichert wurde.

Berichtsblatt

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1. ISBN oder ISSN | 2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Abschlussbericht | |
| 3. Titel Im Rahmen des Verbundprojekts: Batteriepass „Made with Germany“ Umsetzung einer neuen Generation digitaler Produkthandhabung | | |
| 4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Sophie Herrmann, Tilmann Vahle, Canan Köllner, Tim Vollmer | 5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.03.2025 | |
| | 6. Veröffentlichungsdatum 01.04.2022 | |
| | 7. Form der Publikation Bericht (Fließtext) | |
| 8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Systemiq Deutschland GmbH Mühlendorfstraße 8 81671 München | 9. Ber. Nr. Durchführende Institution n.a. | |
| | 10. Förderkennzeichen 16BZF335 | |
| | 11. Seitenzahl 30 | |
| 12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) Dienststz Bonn Villemombler Straße 76 53123 Bonn Postanschrift 53107 Bonn | 13. Literaturangaben Keine. Fokus auf Projektergebnisse, neue Erkenntnisse, und Erfahrungen | |
| | 14. Tabellen 2 | |
| | 15. Abbildungen 5 | |
| 16. Zusätzliche Angaben n.a. | | |
| 17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Elektronischer Upload (03.04.2025) Technische Informationsbibliothek (TIB) Welfengarten 1 B 30167 Hannover | | |
| 18. Kurzfassung Das Projekt „Batteriepass Made with Germany“ hatte zum Ziel, einen digitalen Batteriepass zu entwickeln und zu erproben, der nachhaltiges und zirkuläres Batteriemangement unterstützt. Es adressierte zentrale Anforderungen der EU-Batterieverordnung (EU) 2023/1542 und legte inhaltliche sowie technische Standards für die Erfassung und Verknüpfung relevanter Batteriedaten fest. Über drei Jahre hinweg arbeitete ein interdisziplinäres Konsortium aus Industrie, Wissenschaft und Zivilgesellschaft an der Entwicklung und Pilotierung eines Batteriepasses. Das Projekt trug maßgeblich zur technologischen und regulatorischen Weiterentwicklung bei und förderte den Wandel hin zu klimafreundlicher Mobilität und nachhaltiger Energiespeicherung. Der Abschlussbericht des Projekts aus der Perspektive von Systemiq, das die Projektkoordination übernahm, dokumentiert umfassend die Ergebnisse und Erfahrungen des dreijährigen Vorhabens. Neben einer Projektübersicht werden die wissenschaftlich-technischen Resultate, der Nutzen für andere Projekte sowie Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit dargestellt. Der Bericht enthält zudem eine Reflexion über gewonnene Erfahrungen. Ergänzend wird der Verwertungsplan fortgeschrieben, inklusive Angaben zu Schutzrechten, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Erfolgsaussichten sowie Anschlussfähigkeit. Ein gesonderter Bericht des Verbundkoordinators beleuchtet die Zusammenarbeit im Konsortium und bewertet die Zielerreichung entlang definierter Meilensteine. | | |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 19. Schlagwörter Batteriepass; Konsortium; Digitaler Batteriepass; Digitaler Produktpass, Abschlussbericht | |
| 20. Verlag n.a. | 21. Preis n.a. |