



Q2.23

Newsletter zur Batterie-Logistik
in der E-Mobilität.

Themen. Technologien. Trends.

Lebenszyklus einer Batterie: **Lösungen für die Logistik**

Von den Rohstoffen
bis zum Recycling:
Das neue **Whitepaper**
»Batterie-Logistik« des
Innovationslabors stellt
den Lebenszyklus von
Lithium-Ionen-Batterien aus
logistischer Perspektive dar.
> S. 2

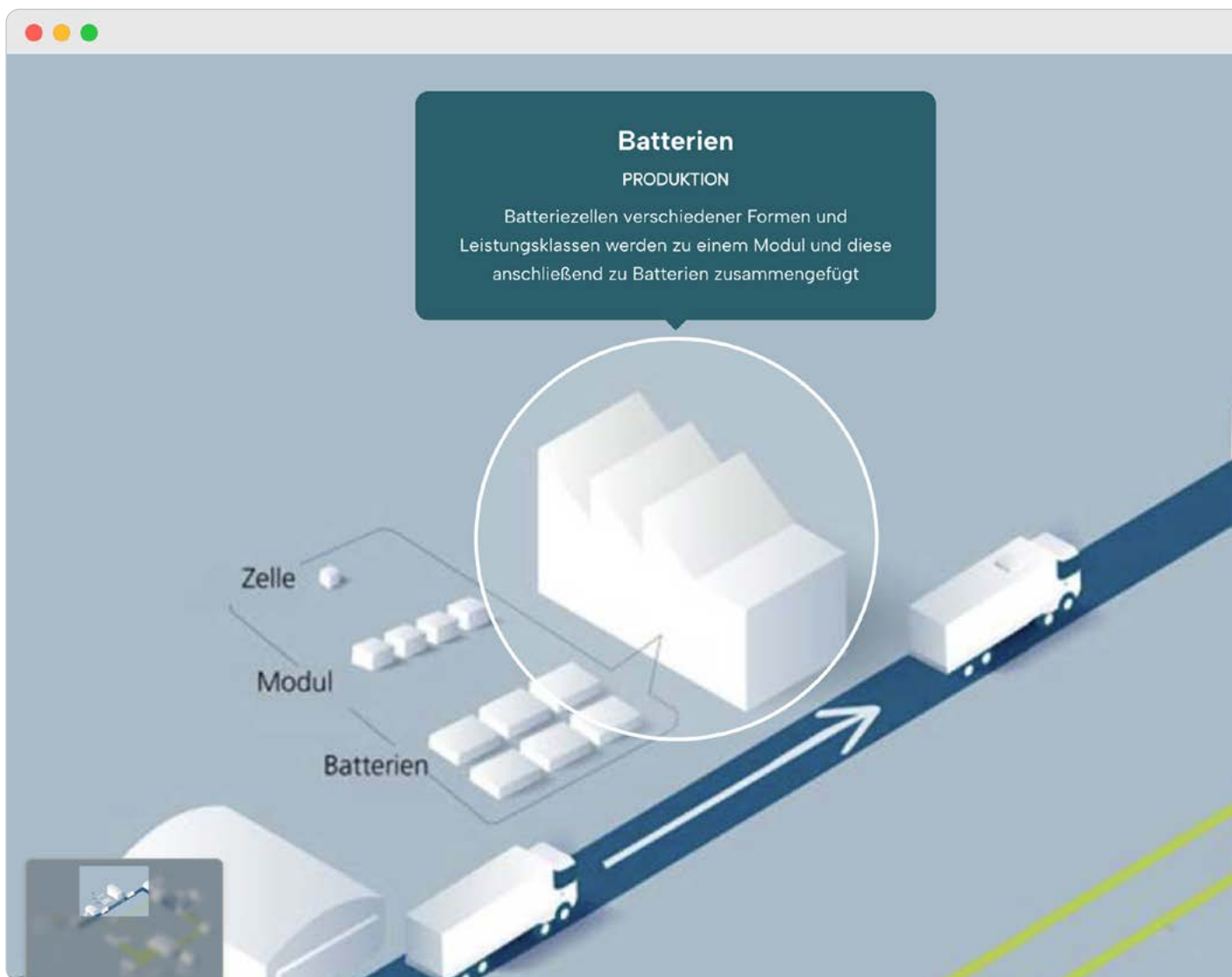


Lagerung von Batterien: **Sensoren eignen sich als Frühwarnsystem**

Was gilt es bei der Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien für E-Autos zu
beachten? Wie die Mitarbeitenden auf das Handling des sensiblen Produkts
vorbereitet werden können. > S. 8



INNOVATIONSLABOR
für Batterie-Logistik
in der E-Mobilität



Sichere und skalierbare Lösungen für alle Phasen

Das neue Whitepaper »Batterie-Logistik« des Innovationslabors zeichnet erstmals den Lebenszyklus von Lithium-Ionen-Batterien aus logistischer Perspektive nach. Für alle beschriebenen Lebenszyklusphasen müssen sichere und vor allem skalierbare Lösungen erforscht, entwickelt und industrialisiert werden.



Die interaktive Grafik zum Lebenszyklus von Fahrzeugbatterie aus logistischer Sicht finden Sie unter www.innovationslabor-batterielogistik.de/whitepaper. Um direkt zur Grafik zu gelangen, scannen Sie einfach den untenstehenden QR-Code.



Der Bestand der batterieelektrischen Pkw weltweit ist laut Statista von 0,4 auf 17,4 Millionen in nicht einmal einem Jahrzehnt gestiegen. Allein in Deutschland soll die Zahl bis zum Ende dieses Jahrzehnts nach dem Willen der Bundesregierung auf 15 Millionen steigen. Der jüngste Beschluss der Europäischen Union – Stichwort »Verbrenner-Aus« – wird dieser Entwicklung noch einmal Schub geben. Mit der Zahl der Fahrzeuge steigt naturgemäß auch die Zahl der Fahrzeugbatterien. Sie machen den größten Wertanteil am Pkw aus.

»Allerdings ist die Batterie heute – (nicht nur) aus logistischer Sicht – noch eine Black Box, die ein großes technisches und wirtschaftliches Risiko birgt«, sagt Max Plotnikov vom Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fraunhofer IML, dem Konsortialführer des Projekts. »Batteriehersteller oder Automobilhersteller, die darauf bedacht sind, funktionsfähige und sichere Produkte effizient am Markt zu platzieren, sehen grundsätzlich ein eher geringes



Auf Wachstumskurs Bestand der batterieelektrischen Pkw (BEV & PHEV) weltweit:

2013.....0,43 Mio.
2015.....1,4 Mio.
2017..... 3,4 Mio.
2019.....7,8 Mio.
2021..... 17,4 Mio.

Quelle: statista



»Für die Batterielogistik von morgen müssen die Perspektiven und Interessen der verschiedenen Akteure in Einklang

gebracht werden.«

Dr.-Ing. Arkadius Schier, Projektleiter InnoLogBat

Risiko in der Handhabung und Lagerung von Batterien. Die Perspektive der Logistik ist hier allerdings etwas konservativer. Basis für eine gelingende Zusammenarbeit muss daher ein gemeinsames Risikobewusst-

sein und Verständnis sein.« Das neue Whitepaper »Batterie-Logistik« des Innovationslabors (s. auch Seite 6) schafft dafür jetzt die Grundlagen.

Die Autoren aus Wissenschaft und Wirtschaft stellen den Lebenszyklus von Fahrzeugbatterien aus logistischer Sicht in den Mittelpunkt. Die unterschiedlichen Lebenszykluspha-



»Entscheidungen zu Sicherheits- und Brandschutzkonzepten von Batterien unterliegen bis heute noch keinem einheitlichen Standard.«

Max Plotnikov, InnoLogBat



Wertvolles Gut

Mit bis zu 50 % der Gesamtkosten ist die Batterie die teuerste Komponente eines Elektrofahrzeuges. Über 70 % der Gesamtkosten einer Batteriezelle werden durch die Materialkosten verursacht.

Quelle: Studie der RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit dem VDMA

sen implizieren danach jeweils andere Herausforderungen für die Logistik.

Die fünf Phasen im Lebenszyklus einer Batterie

Der Materialfluss einer Lithium-Ionen-Batterie nimmt seinen Ausgang bei den Rohstoff- und Komponentenlieferanten, führt zu den Unternehmen, die Batterien fertigen und sie verbauen, hin zu den möglichen Nachnutzungs- und Verwertungsmöglichkeiten. »Dieser Prozess ist nicht linear, sondern als Netzwerk aus mehreren Lieferanten und Kunden zu verstehen«, so Max Plotnikov. »Das erhöht noch einmal die Komplexität.« Zu den besonderen »Knackpunkten« zählen Lagerung und Transport. Allerdings weist jede Phase im Lebenszyklus einer Batterie aus logistischer Sicht ihre Besonderheiten auf.

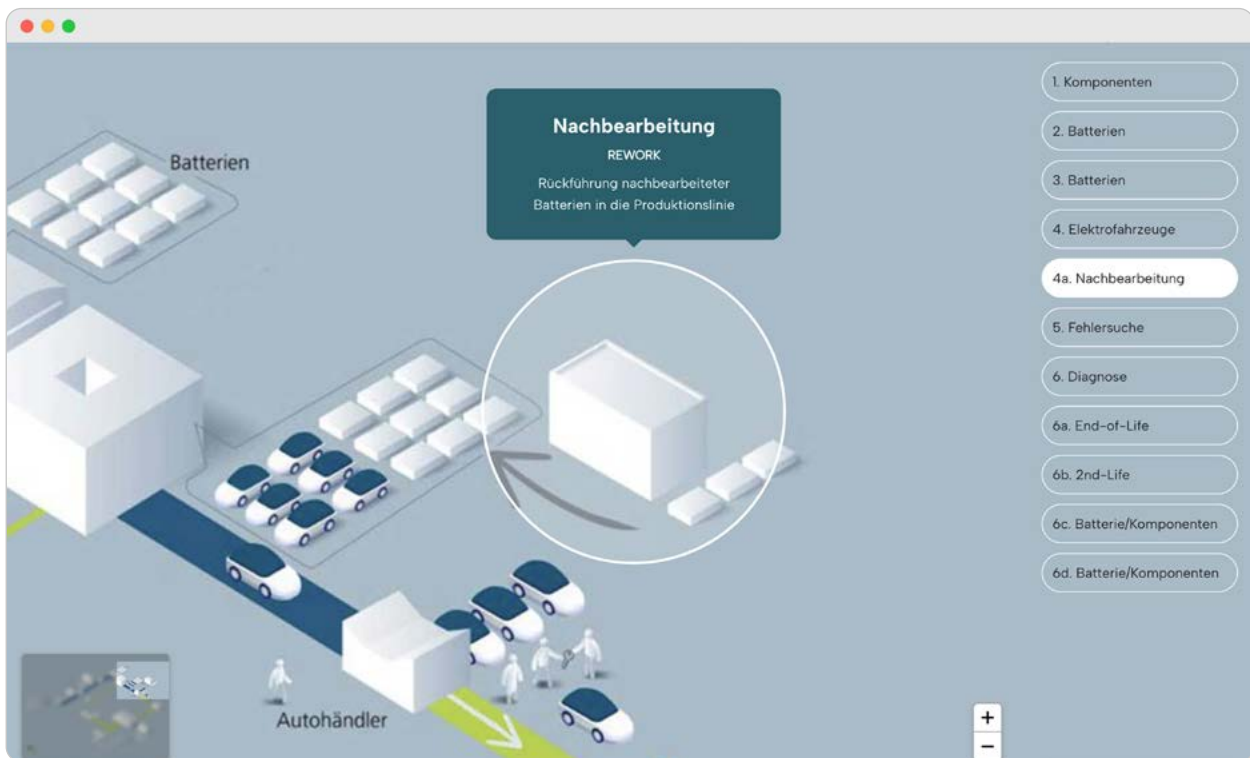
■ **Phase 1:** Die **Beschaffungslogistik** umfasst den Einkauf erforderlicher Rohstoffe und Komponenten. Prinzipien der Circular Economy können dabei helfen, eine Unabhängigkeit europäischer Hersteller zu stärken, indem die Verfügbarkeit erforderlicher Rohstoffe durch Wieder- bzw. Weiterverwendung, hochwertiges Recycling und die Rückführung in die (europäische) Wertschöpfungskette sichergestellt wird.

■ **Phase 2:** Die **Produktionslogistik** erstreckt sich von der Materialaufbereitung und Komponentenfertigung bis zur Montage der Batterie und deckt sowohl innerbetriebliche als auch außerbetriebliche Lager- und Transportprozesse ab. Die Produktionsprozesse selbst können aufgrund der hohen Vielfalt der Batterietechnologien, nutzbarer Prozesstechnologien zur Herstellung sowie stets steigender Anforderungen der Batterieperformance variieren.

■ **Phase 3:** Der Einbau in das Fahrzeug und der Vertrieb sind Bestandteile der **Distributionslogistik**. Die Prozesse sind an zahlreiche Vorschriften gebunden. Entscheidend sind neben der Wahl eines geeigneten Ladungsträgers sowie Transport- und Lagersystems vor allem der Zustand der Batterie sowie eine entsprechende Ausstattung und Zertifizierung der Transport- bzw. Lagerlösung.

■ **Phase 4:** Während der **Nutzung** durch den Endkunden bestehen verschiedene Schnittstellen für die Instandhaltung und Kommunikation zur Batterie. Am einfachsten gestaltet sich die Kommunikation mit einer in ein Fahrzeug eingebauten Batterie, da ein Batteriemanagementsystem (BMS) zur Kontrolle zur Verfügung steht. So hat der Benutzer die Möglichkeit, die Batterie zu beobachten und ihren Zustand einzuschätzen.

■ **Phase 5:** Nach der Nutzung, nach etwa acht bis zehn Jahren, haben Batterien in der Regel das End-of-



First-Life erreicht und können nicht mehr für die automobiler Anwendung genutzt werden. Automobilhersteller sind verpflichtet, diese Batterien wieder zurückzunehmen. Abhängig vom Zustand der Batterie werden die nächsten Schritte im Logistikprozess entschieden. Um die Batterien, verbauten Komponenten sowie verwendete Materialien möglichst lange im Kreislauf zu halten, sind **unterschiedliche Nachnutzungs- und Verwertungsmöglichkeiten** zu prüfen.

Materialien möglichst lange im Kreislauf halten

Für den wachsenden Elektromobilitätsmarkt müssen für alle beschriebenen Lebenszyklusphasen sichere und vor allem skalierbare Lösungen erforscht, entwickelt und industrialisiert werden. Neben dem Ausbau von Produktions- und Recycling- bzw. Behandlungskapazitäten gehört dazu ebenfalls der Ausbau der logistischen Kapazitäten mit einem einheitlichen Verständnis von Standards für den Transport und die Lagerung von Batterien. Um die Sicherheit

aller Beteiligten am Logistikprozess zu garantieren, ist die Qualifikation von Mitarbeitenden im Umgang mit Lithium-Ionen-Batterien unerlässlich. Eine systematische Bewertung der identifizierten Herausforderungen in Form von Risikoanalysen und das Formulieren von Gegenmaßnahmen werden die nächsten Arbeiten des Forschungskonsortiums sein.

Die technoökonomische und ökologische Bewertung von Nachnutzungs- und Verwertungsmöglichkeiten gepaart mit Konzepten für eine regionale Wertschöpfung für den After-Sales-Markt werden weitere Schwerpunkte der Forschung sein, sagt Jan-Philipp Jarmer, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML und einer der Autoren des Whitepapers: »Ziel ist es, eine Circular Economy von Fahrzeugbatterien weiter zu etablieren und die in den Markt gebrachten Batterien, Komponenten und Rohstoffe möglichst lange im Kreislauf zu halten.«



Sie haben Fragen zum Thema »Lebenszyklus einer Fahrzeugbatterie« im InnoLogBat? Wenden Sie sich gerne an:

Max Plotnikov, wissenschaftlicher Mitarbeiter InnoLogBat

Fraunhofer IML

Blick in das Whitepaper

»Batterie-Logistik«



Von der Beschaffung für Rohstoffe über Produktion und Nutzung bis zum After Sales: Der Lebenszyklus von Fahrzeugbatterien aus logistischer Sicht ist das **Thema des neuen Whitepapers »Batterie-Logistik«**. Es steht auf der Website des Innovationslabors sowohl zum Download als auch zum Blättern bereit.



Im ersten Whitepaper des Innovationslabors für Batterie-Logistik in der E-Mobilität beleuchten die Autoren aus Wissenschaft und Wirtschaft auf mehr als 40 Seiten den Batterie-Lebenszyklus für Fahrzeugbatterien aus logistischer Perspektive und leiten zunächst Herausforderungen in der Batterielogistik ab, aus denen sich wiederum neue Handlungsfelder und Forschungsschwerpunkte ergeben. Zuvor stellen sie – auch anhand anschaulicher Infografiken – den Aufbau und die Funktionen einer Lithium-Ionen-Batterie dar. Den rechtlichen Rahmenbedingungen für Transport und Lagerung ist ein weiteres Kapitel gewidmet. Im Rahmen der Beschreibung der Lebenszyklusphasen – dem Herzstück des Whitepapers – zeichnen die Autoren diese anhand zahlreicher Praxisbeispiele detailliert nach. Die Industriepartner des Innovationslabors haben insbesondere aus dem Bereich Lagerung und Transport Fotos aus den Unternehmen beigesteuert. Die aktuellen Herausforderungen in der Batterielogistik sowie ein Ausblick, unter anderem auf weitere Forschungsschwerpunkte, runden das Whitepaper ab.

Autoren des Whitepapers sind Max Plotnikov, Pia Schreynemackers, Charlotte Joachimsthaler, Jan-Philipp Jarmer, Gerd Kuhlmann (Fraunhofer IML), Florian Karlstedt (Rhenus Automotive), Leonard Kropkowski (Fraunhofer HHI), Christian Kürpick (Remondis Industrie Service), Sebastian Müller (Mercedes-Benz Energy) und Dr. Christoph Schrade (Universität Leipzig).

Stand: April 2023
DOI: 10.24406/publica-1247



Unternehmen aus Dresden will Gassensoren optimieren

Erstes Transferprojekt ist im Juni gestartet

Sicherheitskritische Reaktionen von Batterien sind bislang nur schwer frühzeitig zu detektieren. Frühwarnsysteme durch Temperaturmessung bieten noch keine ausreichende Zuverlässigkeit für die Anforderungen des Marktes. Im Rahmen des ersten Transferprojekts des Innovationslabors Batterielogistik soll nun ein grundsätzlicher Nachweis zur Wirksamkeit von Sensoren beim Einsetzen einer Havarieaktion erbracht werden. In Transferprojekten arbeiten Forschende aus dem InnoLogBat mit Unternehmen an konkreten Themen für die Batterielogistik. Transfernehmer ist in diesem Fall das Unternehmen Cicor Deutschland mit Sitz in Dresden, das seine Gassensoren im Rahmen des Projekts weiter testen und optimieren will.

»Es besteht ein sowohl industrielles als auch öffentliches Interesse in der

Evaluierung dieser Technologie – vor allem mit Blick darauf, ob die Zeit von der Alarmgebung bis zur Schutzmaßnahmeneinleitung ausreichend ist, um Havarien wirksam zu unterbinden«, so Björn Krämer vom Fraunhofer IML, im InnoLogBat verantwortlich für die Transferprojekte. »Die geplanten Experimente werden daher einen wertvollen Beitrag liefern, inwieweit eine entsprechende Gasdetektion ein wichtiger technologischer Sicherheitsbaustein für die Überwachung von Lithium-Ionen-Batterien sein kann.«

Das Transferprojekt wird von der Universität Leipzig betreut; für das Training und die Validierung der Sensoren soll die Testinfrastruktur des Fraunhofer HHI genutzt werden.

Projektstart: 1. Juni 2023

Projektlaufzeit: 7 Monate



Charlotte Joachimsthaler und Jan-Philipp Jarmer, wissenschaftliche Mitarbeitende am Fraunhofer IML, haben jetzt auf der **PLATE-Konferenz der Aalto University Finnland** Forschungsarbeiten aus dem Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität vorgestellt. Die PLATE, kurz für »Product Lifetimes and the Environment Conference«, befasst sich mit der Lebensdauer von Produkten im Kontext der Nachhaltigkeit und fand bereits zum fünften Mal statt.

trans aktuell-Symposium

Die Industrie steigt um

Max Plotnikov vom InnoLogBat, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML, hat auf dem trans aktuell-Symposium des Fachmagazins euro-transport das Forschungsprojekt vorgestellt. Das Symposium stand unter dem Motto »E-Mobilität in der Logistik: So gelingt der Umstieg« und fand bei Schaeffler Automotive in Bühl statt. Zahlreiche Vertreter vor allem aus der Industrie berichteten darüber, wie sie sich auf das neue Zeitalter der Elektromobilität vorbereiten. Die Vorträge schlugen dabei einen Bogen vom Klimaschutz über den Elektro-Lkw bis hin zur Ladeinfrastruktur.

Zum Thema »Umweltschonende Verwendung von Batterien in einer Kreislaufwirtschaft« gab Max



Foto: Thomas Kùppers

Plotnikov einen Einblick in die Forschung des Innovationslabors: »Mir hat die Veranstaltung einmal mehr gezeigt, dass die Industrie bereit ist für den Umstieg und ein großes Interesse daran hat, dass die Forschung die Entwicklung mit vorantreibt.«

Sensoren als Frühwarnsystem: Praxistest im virtuellen Raum bestanden

Für die Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien gibt es bislang keine gesetzlichen Vorschriften, nur Empfehlungen. Geeignete, versicherbare Schutzmaßnahmen liegen in den Händen des Unternehmens, das die Batterien lagert. Für Pia Schreynemackers vom Fraunhofer IML, im Innovationslabor für dieses Thema zuständig, gehört dazu auch die frühzeitige Warnung der Lagermitarbeitenden, falls eine Batterie kritisch wird.



Batterie-Use-Case für Gabelstapler-Training

Sensoren am Produkt bzw. der Verpackung könnten hier Abhilfe schaffen: Sie könnten bestimmte Parameter wie etwa einen Temperaturanstieg erfassen, im Fall der Fälle einen Alarm auslösen und den Lagermitarbeitenden so zum proaktiven Handeln veranlassen. »Ziel ist es, dass eine kritische Batterie rechtzeitig identifiziert und in einem entsprechenden Behälter gesichert wird«, so Pia Schreynemackers, »also schon, bevor sie beginnt zu brennen oder bevor sich Rauch entwickelt.«

Um diese Situation zu veranschaulichen, haben die Forschenden einen entsprechenden Use-Case für das virtuelle Gabelstapler-Training LiftNick aufgesetzt. LiftNick ist eine Entwicklung des Fraunhofer IML. Der Simulator unterstützt Gabelstaplerfahrer in einer virtuellen Welt beim Trainieren von Prozessen. Er wird bereits bei verschiedenen Unternehmen eingesetzt. Der Batterie-Use-Case dient zunächst einmal dazu, die grundsätzliche Problematik zu veranschaulichen. Gleichzeitig testeten die Forschenden im virtuellen Umfeld aber auch, wie man den Mitarbeitenden eine

mögliche Gefahrensituation – und ihre Lösung – am einfachsten veranschaulichen kann. Hier kommt der Sensor ins Spiel, den es bislang nur bei LiftNick gibt.

Zurzeit arbeiten die Forschenden daran, ihre Idee für einen Sensor in die Tat umzusetzen: In einem ersten Schritt wird dazu geprüft, welche Parameter ein solcher Sensor überhaupt sinnvollerweise erfassen kann und muss – von der Temperatur bis hin zu elektronischen Strömen. Weitere Überlegungen gehen in Richtung der Technologie, die zur Datenerfassung und -speicherung genutzt werden soll.

Über das InnoLogBat

Das Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität ist ein Forschungsprojekt, in dem das Fraunhofer IML gemeinsam mit der Universität Leipzig und dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI) sowie der Remondis Industrie Service, Rhenus Automotive und Mercedes-Benz Energy an Technologien und Verfahren für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft von Lithium-Ionen-Batterien forschen.

www.innovationslabor-batterielogistik.de

Impressum

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4
44227 Dortmund

Verantwortlich: Dr. Ing. Arkadius Schier (Projektleitung),
Ellen Sünkeler (Marketing und Kommunikation),
info@innovationslabor-batterielogistik.de

Konzeption und Realisation: mehrzeiler & kollegen



INNOVATIONSLABOR
für Batterie-Logistik
in der E-Mobilität



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung