



2023

Magazin zur Batterie-Logistik
in der E-Mobilität



Circular Economy:
Chancen im Wandel



Batterie-Lebenszyklus:
Lösungen für alle Phasen



Challenge oder Chance:
Das sagt die Industrie



Brandschutz: Zur richtigen
Zeit am richtigen Ort



INNOVATIONSLABOR
für Batterie-Logistik
in der E-Mobilität



on the road

Hier haben die Forschenden aus dem Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität in 2023 das Projekt und einzelne Forschungsergebnisse vorgestellt (Auszug):

März: trans aktuell-Symposium »E-Mobilität in der Logistik: So gelingt der Umstieg«, Bühl

Mai: PLATE-Konferenz (»Product Lifetimes and the Environment Conference«) Aalto University Finland, Aalto

Oktober: FIRE-Fachagung »Entwicklung von Batteriesystemen und deren Recycling«, Freiberg
Oktober Batteries Event 2023, Lyon



Gelesen

»Elektromobilität: Die Batterielogistik macht mobil«, Fachartikel in der Logistik heute, Dezember 2023



Inhalt

-
- Q1** Circular Economy:
Chancen im Wandel 4
-
- Q2** **Lebenszyklus einer Batterie:**
Sichere und skalierbare
Lösungen für alle Phasen 6
- Blick in das **Whitepaper**
»Batterie-Logistik« 10
- Sensoren als Frühwarnsystem:**
Praxistest im virtuellen Raum
bestanden 11
-
- Q3** Challenge oder Chance?
Das sagt die Industrie 12
- Interview mit den InnoLogBat-
Partnern aus der Wirtschaft
-
- Q4** Brandversuche mit Batterien
am Fraunhofer HHI:
**Zur richtigen Zeit am
richtigen Ort** 18
- »Was wir brauchen, sind
gemeinsame Versuche«
- Interview mit dem neuen
InnoLogBat-Partner VdS 22
-

on – das Magazin ist eine aktualisierte Zusammenfassung
von Berichten aus den on-Newslettern 2023

Transferprojekte machen **Tempo für Innovationen**

Das Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität hat Unternehmen im vergangenen Jahr erstmals die Möglichkeit geboten, in sogenannten Transferprojekten neue Technologien und Verfahren mit Experten-Know-how aus der Forschung im Betrieb einfach und unkompliziert auszuprobieren. Unternehmen konnten sich mit einem konkreten Projekt um die Teilnahme bewerben. Für die Forschenden sind solche Transferprojekte ein wichtiges Instrument, um Forschungslücken zu schließen und Forschungsergebnisse in die Praxis zu bringen. Unternehmen bieten sie einen konkreten Mehrwert zur Lösung einer innerbetrieblichen Aufgabenstellung – und sind damit ein Baustein für ein produktives Innovationsmanagement.

Das erste Transferprojekt startete im Juni. Es wurde von der Universität Leipzig betreut; für das Training und die Validierung der Sensoren wurde die Testinfrastruktur des Fraunhofer HHI genutzt. Ziel war es, den grundsätzlichen Nachweis zur Wirksamkeit von Gassensoren beim Einsetzen einer Havarieaktion zu erbringen.

Die geplanten Experimente sollen einen wertvollen Beitrag liefern, inwieweit eine entsprechende Gasdetektion ein wichtiger technologischer Sicherheitsbaustein für die Überwachung von Lithium-Ionen-Batterien sein kann. Ende 2023 wurde dann die zweite Runde der Transferprojekte eingeleitet.



1

Unternehmen können eine **konkrete betriebliche Aufgabenstellung** angehen und arbeiten auf Augenhöhe mit Expertinnen und Experten aus der Forschung zusammen.

2

Unternehmen können für ihr **konkretes Projekt** auf neueste **Forschungsergebnisse** aufsetzen und die Infrastruktur wissenschaftlicher Einrichtungen nutzen.

3

Unternehmen lernen **neue Technologien, Methoden und Verfahren** kennen, bauen neue Kompetenzen auf und knüpfen Kontakte zu wissenschaftlichen Einrichtungen und zu anderen Unternehmen.

Circular Economy: Chancen im Wandel



Dem Begriff der »Circular Economy« liegt ein ganzheitliches Verständnis eines eigenständigen Wirtschaftssystems zugrunde, das auf der Wiederverwendung und Wiederaufbereitung von Materialien und Produkten beruht, beginnend bereits beim Produktdesign.

Das Konzept der Circular Economy hat in der Forschung, Industrie und Gesellschaft in den vergangenen Jahren viel Aufmerksamkeit erhalten. Für Deutschlands Leitindustrie – die Automobilindustrie – stellt die Kreislaufwirtschaft nicht nur eine große Herausforderung, sondern auch eine große Chance für Unternehmen dar, die stark vom Wandel betroffen sind.

Die größte Hürde für eine nachhaltige Batterielogistik ist die Organisation der Zusammenarbeit aller Akteure über verschiedene Wertschöpfungsstufen und Lebenszyklusphasen hinweg. Hier besteht die Notwendigkeit der Fokussierung der Beziehungen unter anderem zwischen Produzenten und Zulieferern in globalen Wertschöpfungsnetzwerken – gerade der Automobilindustrie – nicht mehr auf die Produktionsprozesse und das Endprodukt allein, sondern aus dem Blickwinkel der Kreislaufführung. Um die hohe Nachfrage nach Batte-

tische Konzepte, die zum einen alle sicherheitstechnischen Maßnahmen sowie zum anderen regulatorische Vorschriften bei der Logistik dieses Gefahrguts berücksichtigen, aber auch wirtschaftlich sind.

Innovatives Vorgehen

Durch ihr oftmals langjährig gewachsenes, tiefgreifendes Know-how in den Strukturen, Prozessen und Produkten der Automobilindustrie können die Unternehmen neue Geschäftsmodelle in der Circular Economy erschließen. »Angesichts der steigenden Elektromobilität und dem Einsatz großer und leistungsfähiger Batterien in PKW und LKW stehen dabei die Themenfelder der Rückführung und des Recyclings ausrangierter Batterien im Fokus«, so Dr.-Ing. Arkadius Schier, Projektleiter des Innovationslabors.

Zurzeit werden Batterien in der Regel recycelt. Dieses Vorgehen bringt den Nachteil mit sich, dass in der Regel zunächst die gesamte Batterie tiefenentladen und anschließend recycelt werden muss – unabhängig davon, ob nur fehlerhafte Komponenten ausgetauscht werden müssten oder einzelnen Komponenten als Ersatzteile oder für die Wiederverwendung genutzt werden könnten. »Im Innovationslabor verfolgen wir



»Die Rückführung und das Recycling von Batterien werden durch die steigende Elektromobilität immer wichtiger.«

Dr.-Ing. Arkadius Schier, Projektleiter InnoLogBat

rien für E-Fahrzeuge – gleichermaßen für PKW wie für LKW – zukünftig decken zu können und gleichzeitig den Batterielebenszyklus bzw. die jeweiligen Komponenten der Batterien möglichst lange im Kreislauf zu halten, bedarf es innovativer logis-



Rework

Nachbearbeitung von Produktionsfehlern bei Batterien innerhalb der Produktionsstätte für die spätere Rückführung in die Produktionslinie



Repair

Reparatur von gebrauchten Batterien, die defekt oder leistungsschwach sind, z. B. durch den Austausch einer Komponente mit entsprechender Garantie



Reuse

Wiederverwendung von Batterien in Fahrzeugen oder Anwendungen, die einen geringeren Leistungsbedarf haben, wie z. B. stationäre Energiespeicher



Refurbishment

Überholung von Batterien im Rahmen von terminierten und standardisierten Eingriffen zur Verlängerung des Lebenszyklus im Fahrzeug



Remanufacturing

Wiederaufarbeitung, die den Wert der Batterie oder des Moduls mit entsprechender Herstellergarantie nahezu vollständig wieder herstellt



Recycling

Rückgewinnung von (wertvollen) Rohstoffen für den Wiedereinsatz bzw. zur sicheren Behandlung von gefährlichen Inhaltsstoffen



Der deutsche Begriff der »Kreislaufwirtschaft« bezieht sich im engeren Sinn vor allem das Trennen, die Entsorgung und das Recycling von Abfall innerhalb eines Wirtschaftssystems. Tatsächlich wird er inzwischen meist als Synonym für den weiter gefassten Begriff der »Circular Economy« benutzt.



Sie haben Fragen zur Circular Economy im InnoLogBat? Ihre Ansprechpartner sind:

Dr.-Ing. Arkadius Schier,
Projektleiter InnoLogBat

Max Plotnikov, wissenschaftlicher Mitarbeiter
InnoLogBat

Fraunhofer IML

Nachnutzungs- und Verwertungspfade für Batterien aus E-Fahrzeugen

einen anderen Ansatz«, so Arkadius Schier. Danach soll eine möglichst zerstörungsfreie Öffnung der Batteriesysteme nach einer ersten Diagnose und Zustandsanalyse in einer Demontagestation erfolgen. Anschließend werden das Gesamt-

system und einzelne Komponenten umfassender analysiert.

Unterstützt werden sämtliche Prozesse im Übrigen durch neue Technologien, die im Innovationslabor erforscht werden – darunter IoT, Blockchain und Machine Learning.



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.

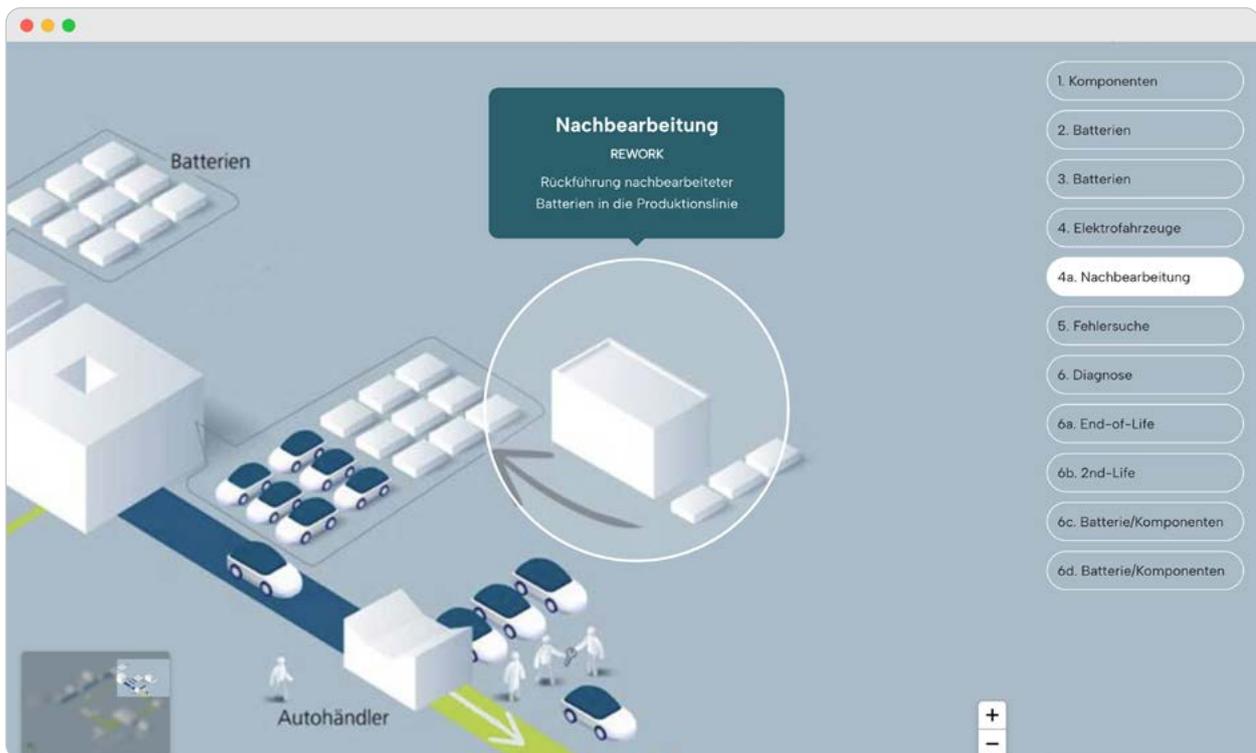
■ **Phase 1:** Die **Beschaffungslogistik** umfasst den Einkauf erforderlicher Rohstoffe und Komponenten. Prinzipien der Circular Economy können dabei helfen, eine Unabhängigkeit europäischer Hersteller zu stärken, indem die Verfügbarkeit erforderlicher Rohstoffe durch Wieder- bzw. Weiterverwendung, 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 automobilen 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.«



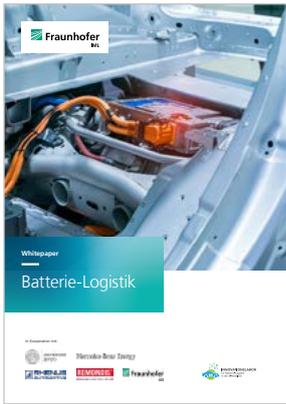
Sie haben Fragen zum Thema »Lebenszyklus einer Fahrzeugbatterie« im InnoLogBat? Wenden Sie sich gerne an:

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





Für das virtuelle Gabelstapler-Training LiftNick haben Forschende des InnoLogBat einen Batterie-Use-Case entwickelt.

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 For-



»Ziel ist es, dass eine kritische Batterie rechtzeitig identifiziert wird.«

Pia Schreynemackers, Fraunhofer IML

schenden 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.



Challenge mit Chancen:

Auch die Forschung sorgt für Rückenwind

Ob Batterielagerung, -transport oder -wiederverwertung: Die Industriepartner des Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität – REMONDIS Industrie Service, Rhenus Automotive und Mercedes-Benz Energy – gehören zu den Vorreitern in diesen Bereichen und haben sich hohe Ziele gesteckt. Das Engagement im Innovationslabor Batterielogistik soll ihnen dabei Rückenwind geben. Ein Gespräch mit den drei Projektverantwortlichen Christian Kürpick, Dominik Gronwald und Sebastian Müller.

Die Batterielogistik gilt als ein Schlüsselfaktor für den Ausbau der Elektromobilität. Welche Herausforderungen bestehen aus Sicht von Rhenus Automotive?

Dominik Gronwald: Mit dem steigenden Anteil der Elektromobilität bei PKW und Nutzfahrzeugen wandelt sich die Supply Chain für die Fahrzeugherstellung. Daneben steigt die Bedeutung und der Anspruch an Wiederverwertung und Entsorgung von Fahrzeugen und Komponenten. So ist jetzt bereits erkennbar, dass sich die Struktur der Lieferanten für Antriebskomponenten stark verändert hat. Neben bereits sehr gut integrierten Lieferanten aus den Supply Chains für konventionelle Verbrenner gilt es nun, parallel dazu neue bisher nicht integrierte Lieferanten für Elektroantriebe in die Supply Chains

mit aufzunehmen. Diese Komplexität resultierend aus der Transformationsphase spiegelt sich auch in den Werken der Hersteller wider.

Wie entwickelt sich die Situation gerade?

Dominik Gronwald: Betrachtet man die Batterien und Batteriekomponenten im engeren Sinne, so eröffnen sich zwei Wege. Zum einen sind das die Anstrengungen der Fahrzeughersteller, selbst leistungsfähige Fabriken für die Herstellung von Batterien aufzubauen. Auf der anderen Seite entstehen neue Komponentenlieferanten, die sich auf der Grundlage ihrer Materialkompetenz für Batterien immer mehr zu Herstellern mit einem breiten Portfolio für Batterie-Systemmodule entwickeln. Es zeigt sich bei der Batterieherstellung, dass auch



Die Gesprächspartner

- **Dominik Gronwald** ist Project Manager bei Rhenus Automotive SE in Essen.
- **Christian Kürpick** ist Prokurist / Projektleitung bei der RETRON GmbH, Tochtergesellschaft der REMONDIS Industrie Service) in Lünen.
- **Sebastian Müller** ist Project Manager bei Mercedes-Benz Energy in Kamenz.



In den RETRON-Behältern von REMONDIS werden Lithium-Ionen-Batterien für Elektrofahrzeuge fachgerecht gelagert – hier die Behälterfamilie im aktuellen Design.

hier zunehmend Prozesse – angefangen von der Inbound-Logistik, über die Intra-Logistik bis hin zur Outbound-Logistik – von kompetenten Logistik- und Produktions-Dienstleistern übernommen werden. Hier effiziente und nachhaltige Prozesse von der Herstellung bis zur Entsorgung bereitzustellen und mit den OEM effizient und nachhaltig zu betreiben, ist sicher eine der Hauptanforderungen für uns.



»Mit dem steigenden Anteil der Elektromobilität bei PKW und Nutzfahrzeugen wandelt sich die Supply Chain für die

Fahrzeugherstellung.«

Christian Kürpick, REMONDIS / RETRON

Batterie- oder Automobilhersteller sehen tendenziell eher ein geringes Risiko in der Handhabung und Lagerung von Batterien, weil ihr Fokus darauf liegt, funktionsfähige und sichere Produkte effizient am Markt zu platzieren. Die Haltung der Logistikunternehmen ist da derzeit etwas konservativer. Wie hoch ist das Risikobewusstsein und -verständnis bei REMONDIS?

Christian Kürpick: Lithium-Ionen-Batterien sind in der Zulieferungs- und Entsorgungskette allgegenwärtig. Gerade im beschädigten oder defekten Zustand handelt es sich bei Lithium-Ionen-Batterien um echtes Hochrisikomaterial. Sie können in Brand geraten oder sogar explodieren. Es braucht also dringend ein sicheres System für alle, die mit Lithium-Ionen-Batterien umgehen müssen.

Bei den Sicherheits- und Brandschutzkonzepten zur Lagerung von

Batterien gibt es heute noch heterogene Entscheidungen: Je nach Region oder verantwortlicher Behörden reichen beispielsweise mal Rauchmelder an der Ecke, mal wird die Überwachung der Temperatur direkt an der Batterie gefordert. Mal benötigt man nur eine Besprinklung an der Decke, dann wieder eine Einzelplatzbesprinklung. Wie gehen Sie bei REMONDIS mit den Themen Sicherheit und Brandschutz um – sowohl bei der Lagerung als auch im Transport von Lithium-Ionen-Batterien?

Christian Kürpick: Mit unserem Behältersystem RETRON haben wir ein sicheres System entwickelt und im Einsatz. Anders als andere Behältersysteme für Lithium-Ionen-Batterien kommt RETRON komplett ohne inertes Schüttmaterial aus. Das Verstauen, Lagern und Transportieren der Batterien ist somit besonders leicht und geht vor allem sauber vonstatten. Zugleich bietet RETRON ein Maximum an Sicherheit. Einmal sicher eingepackt kommen Lithium-Ionen-Batterien dann in UN-zugelassene, hochtemperaturresistente RETRON-Behälter. Sie halten dank hervorragender Isolierung selbst einem eventuellem Thermal Runaway der Batterien mit über 1.000 Grad Hitzeentwicklung mehrere Tage lang stand. Die Außentemperatur der Behälter steigt selbst in einem solchen Fall nicht über 100 Grad.

Was steht bei Ihnen mit Blick auf das Innovationslabor Batterielogistik auf der Agenda?

Christian Kürpick: Gemeinsam mit den Forschenden wollen wir das System noch weiterentwickeln und weiter verfeinern.

Das Innovationslabor Batterielogistik verfolgt grundsätzlich den Ansatz der Circular Economy. Wie wichtig ist Mercedes-Benz Energy die Nachhaltigkeit der Batterielogistik?



»Mercedes-Benz verfolgt mit Blick auf die Circular Economy einen ganzheitlichen Ansatz mit dem Ziel, eine nachhaltige Schließung des Wertstoffkreislaufs von Batterien darzustellen.«

Sebastian Müller, Mercedes-Benz Energy

Sebastian Müller: Mercedes-Benz verfolgt mit Blick auf die Kreislaufwirtschaft von Batteriesystemen einen ganzheitlichen Ansatz mit dem Ziel, eine nachhaltige Schließung des Wertstoffkreislaufs von Batterien darzustellen und den Ressourcenverbrauch deutlich zu reduzieren.



Foto: Mercedes-Benz Group

Mercedes-Benz Energy entwickelt innovative Energiespeicherlösungen und setzt dabei auf die Integration von Fahrzeugbatterien in 2nd-Life-Anwendungen und Ersatzteilspeichern.



Rhenus Automotive realisiert für die komplexen Batteriesysteme von Elektrofahrzeugen nicht nur Montage und Demontage, sondern organisiert auch den Lagerprozess für die effiziente und kostensparende Linienversorgung.



Mehr zum Thema erfahren Sie im **Whitepaper** »Batterie-Logistik«. Es steht auf der Website des Innovationslabors sowohl zum Download als auch zum Blättern bereit.



Das Unternehmen betrachtet dabei drei Kernthemen, wo wir als Mercedes-Benz Energy tätig sind: zirkuläres Design, Werterhaltung und das Schließen des Kreislaufs.

Sie haben auch schon frühzeitig entsprechende Projekte durchgeführt ...

Sebastian Müller: Wir haben als Tochterunternehmen von Mercedes-Benz bereits 2016 ein erfolgreiches Geschäftsmodell mit stationären Großspeicheranwendungen etabliert. Durch den Aufbau stationärer Energiespeicher bringt das Unternehmen in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Energiewirtschaft Elektroautobatterien aus dem Auto ans Netz. Der Fokus liegt insbesondere auf Anwendungen aus dem Bereich 2nd-Life und Ersatzteilspeicher. Der erste 2nd-Life-Batteriespeicher ging im Oktober 2016 im westfälischen Lünen – unter anderem in Kooperation mit REMONDIS – ans Netz. Ein „lebendiges Ersatzteillager“ entstand 2017 am Standort Hannover in Zusammenarbeit mit Partner enercity (Stadtwerke Hannover). Die verlängerte Nutzungsphase maximiert das Potenzial einer Batterie und dabei

deren Wirtschaftlichkeit. Gleichzeitig verbessert sie die Umweltbilanz der Batterien, da die wertvollen Rohstoffe im Kreislauf verbleiben. Die sichere Lagerung und Logistik der Batteriesysteme spielen in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle.

Warum engagieren Sie sich im Innovationslabor Batterielogistik?

Sebastian Müller: Die Mercedes-Benz Energy bringt ihre Expertise in das Projekt mit dem Ziel ein, die Technologien branchenübergreifend weiterzuentwickeln.

Wo steht Rhenus Automotive in Sachen die Nachhaltigkeit?

Dominik Gronwald: Die Fahrzeughersteller sehen sich einer zunehmenden Verantwortung für den gesamten Lebenszyklus der Batterien ausgesetzt. Wir sehen daher in unseren Dienstleistungen, in denen wir uns nicht nur um neue, sondern auch die defekten oder älteren Batterien kümmern, die Möglichkeit, die resultierende Komplexität der Hersteller wesentlich zu reduzieren. Diese Aufgabe nehmen wir sehr ernst. Nach der Analyse der gebrauchten oder defekten Batterien

entscheiden wir in enger Abstimmung mit den Herstellern, ob sie nach entsprechender Aufbereitung für den primären Anwendungszweck wiederverwendet werden kann oder im Rahmen der Weiterverwendung für andere Anwendungen nutzbar sind. Batterien, die nicht weiter- oder wiederverwendet werden können, werden umweltgerecht und ressourceneffizient entsorgt.

Welche konkreten Möglichkeiten sehen Sie, Batterien weiter zu nutzen?

Dominik Gronwald: Gemeinsam mit unserem Schwesterunternehmen REMONDIS wollen wir ältere Batterien nach entsprechender Prüfung, Bewertung so aufbereiten, dass sie als Batteriespeicher für die Überschussenergie der Solar- bzw. Windkraftanlagen genutzt werden können.

Wie geht es dann weiter?

Dominik Gronwald: Wir achten auch während des Entsorgungsprozesses darauf, dass wir möglichst viele



»Die Fahrzeughersteller sehen sich heute einer zunehmenden Verantwortung für den gesamten Lebenszyklus der Batterien ausgesetzt.«

Dominik Gronwald, Rhenus Automotive

Rohstoffe, aus denen die Batterien hergestellt werden, wiedergewinnen, damit Ressourcen geschont werden können. Das 1st Life einer Fahrzeugbatterie und aller hier relevanten Teilprozesse und Komponenten wird dabei so mit dem 2nd Life und Recycling so vernetzt, dass hierdurch der Kreislauf bestmöglich geschlossen werden kann. Hieraus ergeben sich optimale Gesamtkosten und ein hoher Beitrag für Nachhaltigkeit.

Wir bedanken uns für das Gespräch.



Sie haben Fragen zum Thema? Wenden Sie sich gerne an:

**Max Plotnikov, wissenschaftlicher Mitarbeiter
InnoLogBat**

Fraunhofer IML

ÜBER REMONDIS INDUSTRIE SERVICE

Als Dienstleister für Industrie, Gewerbe und öffentliche Auftraggeber ist REMONDIS Industrie Service seit mehr als 40 Jahren Experte für die sichere Entsorgung von Gefahrstoffen und gefährlichen Abfällen. Das Familienunternehmen beschäftigt mehr als 3.900 Mitarbeitende an 101 Standorten, verfügt über mehr als 1.100 eigene Spezialfahrzeuge und unterhält 238 Anlagen für gefährliche Abfälle. Pro Jahr werden 2,2 Millionen Tonnen gefährliche Abfälle behandelt und entsorgt.

ÜBER RHENUS AUTOMOTIVE

Rhenus Automotive deckt als Teil von Rhenus Logistics mit seinen 28 Standorten im Bereich Batterielogistik aktuell insbesondere die Themen Inbound-Logistik, Vertriebslogistik, Logistische Zentren (Sequenzierung, Montage, JIT/JIS-Liefer-

ung), Anlagenlogistik, Fahrwerksmodule, Antriebsstrang, Innenausstattung, Module etc. ab. Sehr früh wurde auch die Logistik in Batteriemodulwerken übernommen.

ÜBER MERCEDES-BENZ ENERGY

Mercedes-Benz Energy mit Sitz in Kamenz ist als Tochtergesellschaft der Mercedes-Benz Group AG verantwortlich für die Entwicklung von innovativen Energiespeicherlösungen. Diese basieren auf der automobilen Batterietechnologie, die in Elektro- und Hybridfahrzeugen der Mercedes-Benz Group AG eingesetzt wird. Das Spektrum für die Großspeicher-Anwendungen reicht von Lastspitzenausgleich über Black Start bis zu Unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV). Der Fokus des Unternehmens liegt auf Anwendungen aus dem Bereich 2nd-Life- und Ersatzteilspeicher.

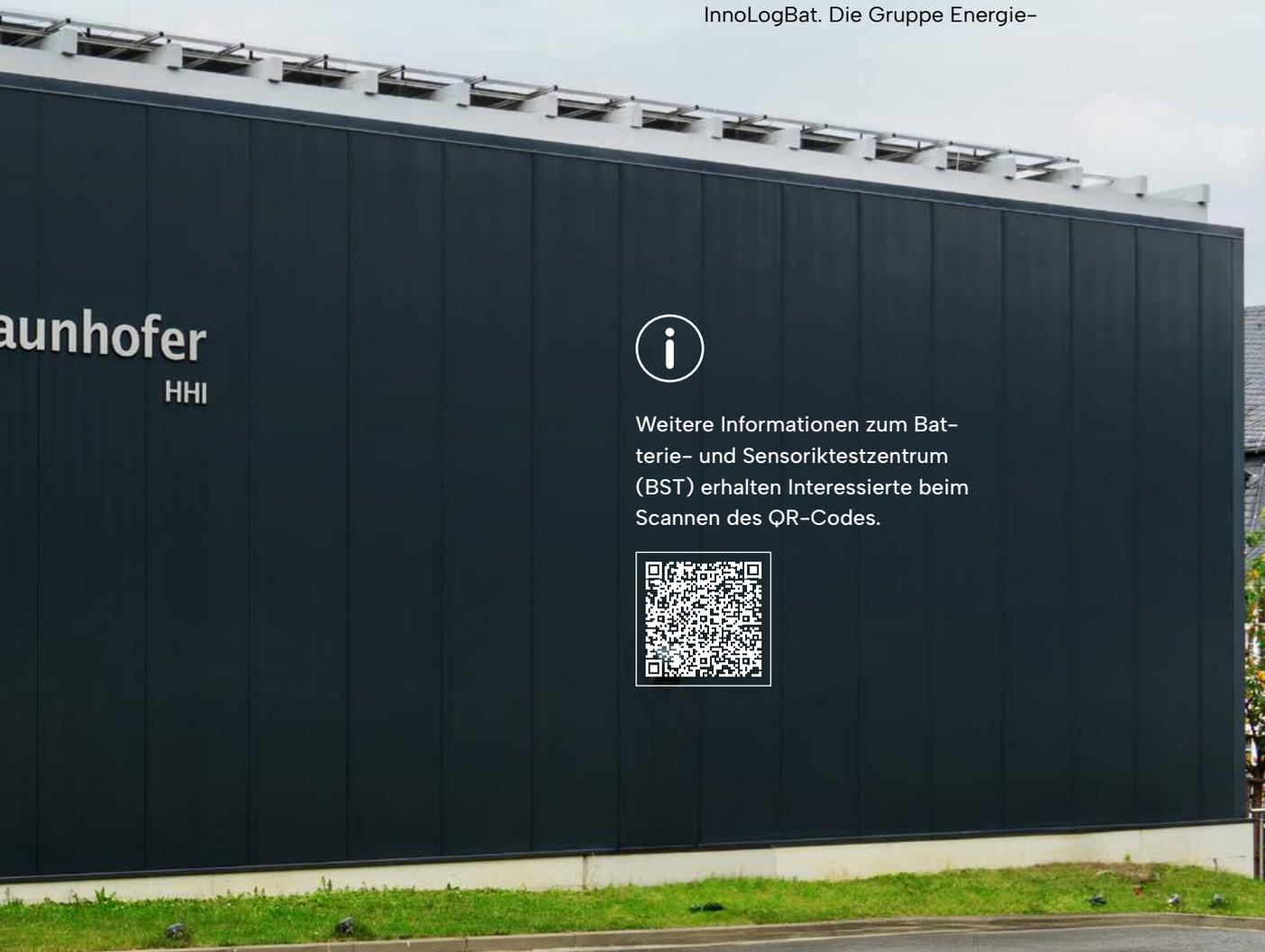
Brandversuche mit Batterien am HHI: **Zur richtigen Zeit am richtigen Ort**

Die rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen sowie der State of the Art im Bereich der Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien für automobiler Anwendungen werden im InnoLogBat-Projekt kontinuierlich beobachtet und analysiert. Das Fraunhofer HHI spielt dabei eine besondere Rolle, da hier – mit Blick auf den Brandschutz – Versuche zur Batteriesicherheit stattfinden. Ein Besuch beim Projektpartner.



Eingebettet in die Mittelgebirgs-
landschaft des Harzes, ober-
halb der Altstadt von Goslar,
die zum Weltkulturerbe zählt, liegt
auf dem neuen Energiecampus der
Stadt, einem ehemaligen Kasernen-
gelände, das Batterie- und Sensorik-
testzentrum (BST). 2014 gegründet
vom Fraunhofer HHI und der Techni-
schen Universität Clausthal, bringen
die Forschenden hier – gemeinsam
mit Partnern aus Wissenschaft und
Wirtschaft – Technologielösungen
zur Marktreife. Der wissenschaftlich-
technische Schwerpunkt liegt dabei
auf der Batteriesicherheit und ihrer
Zustandscharakterisierung.

Die Forschenden beschäftigen sich
mit neuen Energiespeichertechno-
logien, insbesondere für dezentrale
Anwendungen in privaten und ge-
werblich genutzten Gebäuden sowie
Großspeicheranlagen und eben in
der E-Mobilität. »Vor allem Lithium-
ionen-Batterien haben in den letzten
Jahren aufgrund ihrer hohen Energie-
dichte, Zyklenfestigkeit und Kosten-
reduzierung bei verschiedensten
mobilen Elektronikanwendungen
sowie im Verkehrswesen eine rasante
und weite Verbreitung gefunden«,
erklärt Dr. rer. nat. Antonio Nedjalkov,
Gruppenleiter Energiespeichersens-
sorik am Fraunhofer HHI, einem der
drei wissenschaftlichen Partner im
InnoLogBat. Die Gruppe Energie-





Versuche mit Batterien werden auch an einem Außenstandort des BST durchgeführt.



Neben der Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zum Thema Batteriesicherheit und -zustandscharakterisierung werden vom Fraunhofer HHI zahlreiche Dienstleistungen für die Industrie angeboten – vom Havarie-Nachstellversuch bis zu Langzeitalterungs-Experimenten.

speichersensorik entwickelt Messsysteme, mit deren Hilfe genaueste Zustandsänderungen von Batterien erfasst und dem Anwender bereitgestellt werden können.

Für eine wirtschaftliche und nachhaltige Umsetzung werden sehr hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Überwachungs- und Sicherheitssystemen gestellt. Denn Lithium-Ionen-Batterien speichern einerseits große Energiemengen, andererseits können bereits kleinste technische Defekte oder eine unsachgemäße Behandlung zu einer unkontrollierten Abgabe der elektrochemisch gespeicherten Energie führen, was einen Brand bzw. eine Explosion zur Folge hat und zumeist mit einem Ausfall des Gesamtenergiespeichersystems verbunden ist.

So werden am Fraunhofer HHI Sicherheitssysteme konzeptioniert und

umgesetzt, die im Fehlerfall einen Verlust des Gesamtsystems verhindern und einen Schutz des Umfeldes gewährleisten. Für die Entwicklung von Sensorik, Charakterisierungs- und Sicherheitssystemen steht ein umfassendes Testportfolio zur Verfügung, mit welchem interne sowie von Kooperationspartnern begleitete Forschungsaktivitäten zielorientiert realisiert werden können.

Frühzeitige Detektion

In das InnoLogBat-Projekt bringen die Forschenden des Fraunhofer HHI ihre Kompetenz insbesondere im Bereich der Sensorik ein. So unterstützen sie das Team über alle Arbeitspakete hinweg, beispielsweise bei Fragen zur Analyse des Leistungsvermögens von Batterien (State of Function), bei neuen Technologien für die Batterielogistik, vor allem bei

der Sensorik aus dem photonischen Bereich. Hier geht es etwa um die Bestimmung von Gaszusammensetzungen, Ausdehnungen und Temperaturen. Gleichzeitig besteht am BST die Möglichkeit zur Durchführung von realitätsnahen Versuchen, zum Beispiel der frühzeitigen Detektion von Brandfällen bei Batteriespeichern mithilfe des Einsatzes intelligenter Sensorik.

Standardisierte Konzepte

Das HHI ist auch wesentlich daran beteiligt eine essenzielle Hypothese des Projektes zu erforschen: Während aktuelle Lösungen derzeit die Löschung kritischer Batterien mit großen Wassermengen vorsehen, soll ebenfalls dem Ansatz nachgegangen werden, dass Batterien auch punktuell durch einen Sprühnebel gekühlt werden können. Anhand eines definierten »Worst-Case-Szenarios« im Lager sollen standardisierte Schutzkonzepte sowie Sicherheitsmaßnahmen abgeleitet und etabliert werden.

Insbesondere die Konzeptionierung einer sicheren Lagerung von Batterien nach Ende der automobilen Nutzungsphase und dem damit verbundenen erhöhtem Risiko eines thermischen Durchgehens werden in diesem Zusammenhang erforscht. Ziel ist es, ökologische sowie ökonomische Schäden im Lager bzw. in der Umgebung auf ein Minimum zu reduzieren.

Essentieller Zeitgewinn

Eine wesentliche Rolle dabei spielt auch das IoT-Device, das im Projekt am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML entwickelt wird: Es soll eine Detektion hinsichtlich des Zustandes und des Lagerplatzes der Batterien ermöglichen, durch die ein essentieller Zeitgewinn vor einem möglichen Thermal Runaway, also die Überhitzung der Batterie, die zu einer unerwünschten Kettenreaktion führen kann, gewährleistet ist.



»Wir finden es gut, dass die Logistik mit dem InnoLogBat-Projekt frühzeitig zentral adressiert worden ist.

Momentan läuft vieles noch in improvisierten Abläufen. Aber gerade wenn es in spätestens ein paar Jahren darum geht, eine funktionierende Kreislaufwirtschaft für Batterien aufzubauen, dann sind wir jetzt zur richtigen Zeit am richtigen Ort.«

Dr. rer. nat. Antonio Nedjalkov, Fraunhofer HHI

Workshop »Füllmittel zum Transport von Batterien und sicherheitskritischen Batterien«

Sicher verpackt?

Lithium-Ionen-Batterien werden in speziellen Sicherheitsboxen gelagert und transportiert. Das zumeist enthaltene Füllmittel soll sie zusätzlich vor Stößen und Beschädigungen schützen. Insbesondere müssen auch kritische, beschädigte oder defekte Batterien sicher verpackt werden. In der Praxis sind diverse Füllmittel im Einsatz, die laut der jeweiligen Hersteller über eine geeignete Temperaturbeständigkeit und isolierende Eigenschaften verfügen. Im Rahmen einer Masterarbeit am Fraunhofer HHI, die in einem Workshop der InnoLogBat-Partner jetzt vorgestellt worden ist, wurden

die gängigen Materialien einer unabhängigen Prüfung unterzogen – von Siliziumdioxid bis Glaswolle, ob Füllkissen oder -perlen. Die letzten Tests in dem Bereich liegen schon länger zurück, die Voraussetzungen haben sich verändert: So ist die Energiedichte von Batterien immer höher geworden. Die ersten Untersuchungen zeigen, dass es noch kein Material am Markt gibt, das alle Anforderungen gleich positiv erfüllt.

Die Masterarbeit soll im kommenden Jahr veröffentlicht werden. Die Ergebnisse stehen dann allen interessierten Unternehmen zur Verfügung.

»Was wir brauchen, sind gemeinsame Versuche«

Die VdS Schadenverhütung GmbH, kurz VdS, gehört zu den wichtigen Ansprechpartnern bundesweit, wenn es um die Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien insbesondere bei der Lagerung geht. Seit Juni sind die Kölner nun Partner des Innovationslabor Batterie-Logistik. Im Interview mit »on« erklärt Brandschutzexperte Frank Bieber, was sich VdS davon verspricht – und wie die Institution das Projekt unterstützen will.



Dipl.-Ing. Frank Bieber ist stellvertretender Bereichsleiter der Technischen Prüfstelle (TP) von VdS Schadenverhütung. Er ist bauaufsichtlich anerkannter Sachverständiger für Feuerlöschanlagen. Neben der strategischen Ausrichtung der TP gehören unter anderem die Mitarbeit an nationalen und internationalen Normen, Anerkennungsverfahren für neue Löschtechniken und Schutzkonzepte sowie die Betreuung von Brandversuchen zu seinem Verantwortungsbereich.

Die fortschreitende Elektromobilität sorgt dafür, dass immer mehr Lithium-Ionen-Batterien für E-Fahrzeuge auf dem Markt sind. Wie beurteilen Sie das Gefahrenpotenzial neuer und gebrauchter Batterien, die in wenigen Jahren ja massenweise auf uns zukommen?

Lithium-Ionen-Batterien für Fahrzeuge besitzen eine Energiedichte, die im Vergleich zu konventionellen Batterietechnologien um ein Vielfaches höher ist. Im Brandfall sind diese Batterien nur schwer mit Wasser löschbar. Das größte Entzündungsrisiko besteht allerdings nicht bei einer normalen Palette, die »passiv« im Lager steht, sondern beim Laden der Batterie. Grundsätzlich muss man allerdings sagen, dass Fahrzeuge mit E-Batterien sogar weniger brandgefährlich sind als normale Verbrenner.

Welche Empfehlungen oder auch Vorschriften gibt es derzeit zur Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien?

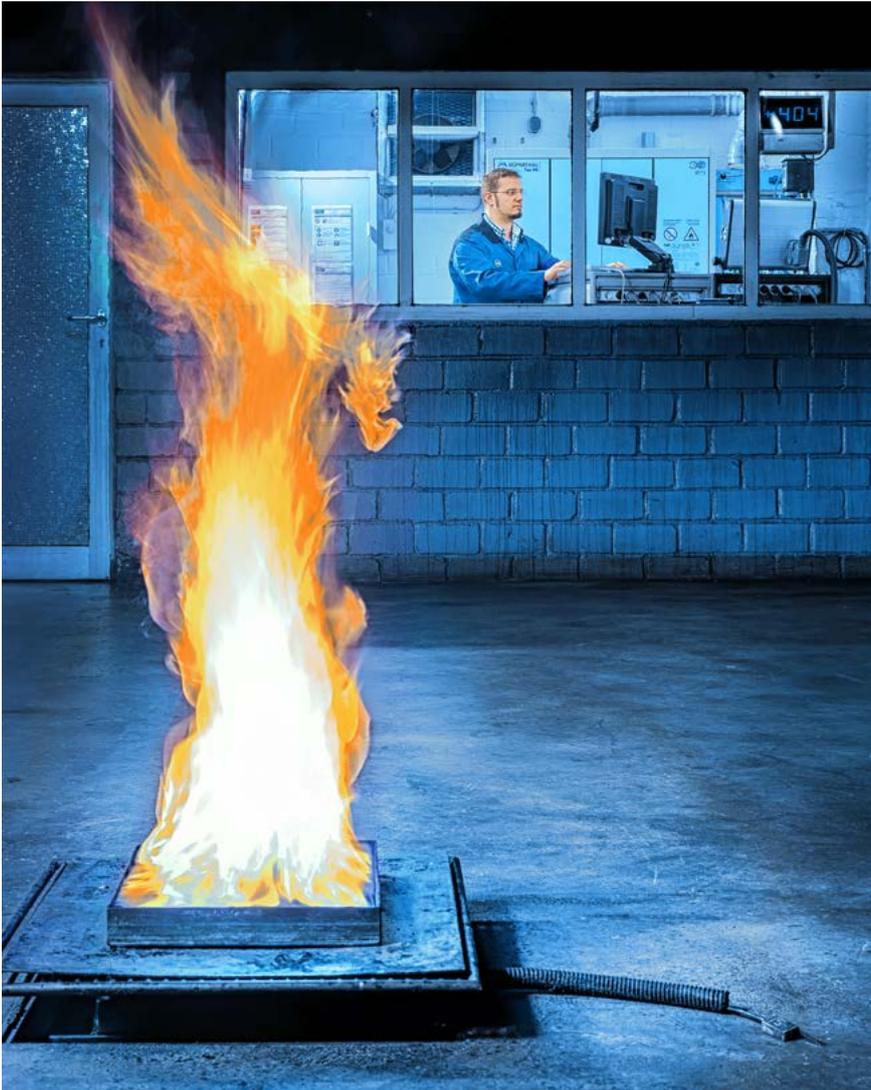
VdS ist hier im Wesentlichen im Bereich des anlagentechnischen Brandschutzes unterwegs. In der VdS 3856 zum »Sprinklerschutz von Lithium-Batterien« nehmen wir eine grundsätzliche Einstufung der Lithium-Ionen-Technologie vor und geben Hinweise zur Lagerung

von Lithium-Batterien. Das Technical Bulletin CEA 4001-TB-003 zu Lithium-Ionen-Batterien, an dem wir mitgewirkt haben, beinhaltet ebenfalls grundlegende Richtlinien zum Sprinklerschutz. Die dortigen Kriterien für den Sprinklerschutz spiegeln den Forschungs- und Auslegungsstand von 2022 wider. In dieses Bulletin haben sich Fehler eingeschlichen und es ist eine Überarbeitung geplant. Anschließend wird der VdS eine deutsche Version mit Ergänzungen herausgeben. Darüber hinaus können sich Unternehmen an den Hinweisen in den Datenblättern des US-amerikanischen Industriesicherungsunternehmens FM Global orientieren.

Wo liegen derzeit die Herausforderungen bei der Entwicklung von neuen, aktualisierten Regelwerken?

Hier sehe ich im Wesentlichen zwei Faktoren: Zum einen entwickeln sich die Batterien stetig weiter und Erkenntnisse von vor einigen Jahren sind nicht ohne weiteres auf aktuelle Batterietypen zu übertragen. Außerdem sind viele Versuche nicht veröffentlicht. Sicherlich haben schon alle Automobil- oder Batteriehersteller, aber auch viele Entsorgungsunternehmen eigene Brandversuche durchgeführt. Ein offizieller Austausch der gewonnenen Erkennt-

Fotos: VdS



In den akkreditierten Laboratorien von VdS werden Komponenten auf Herz und Nieren geprüft.



VdS mit Sitz in Köln gehört zu den weltweit renommiertesten Institutionen für die Unternehmenssicherheit mit den Schwerpunkten Brandschutz, Security, Naturgefahrenprävention und Cyber-Security. Die Dienstleistungen umfassen Risikobeurteilungen, Prüfungen von Anlagen, Zertifizierungen von Produkten, Firmen und Fachkräften sowie ein breites Bildungsangebot. Das VdS-Gütesiegel genießt einen ausgezeichneten Ruf in Fachkreisen und bei Entscheidern.

Weitere Informationen unter www.vds.de.

nisse und der Lösungsansätze erfolgt allerdings nicht.

Warum engagiert sich VdS als Projektpartner im Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität?

Grundsätzlich ist es immer interessant, sich im Bereich der Batterie-Logistik auszutauschen und zu vernetzen. Vorhandenes Wissen kann ausgetauscht, neue Lösungsansätze können diskutiert werden. In den vergangenen Jahren habe ich einige Forschungsprojekte im Bereich Lithium-Ionen-Batterien gesehen, in denen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit dem Thema Löschanlagen auseinandergesetzt

haben. Leider entsprachen die Versuche dort oft nicht dem allgemeinen Anspruch an Wirksamkeitsnachweise. Wünschenswert wären gemeinsame Versuche, die im Nachgang der Allgemeinheit zugänglich sind. So ließen sich auch doppelte Versuche vermeiden und Ressourcen sparen.

Wobei können Sie die Forschenden unterstützen?

Im Wesentlichen sehe ich unsere Kompetenz im Bereich der Planung und Bewertung von Brandversuchen bei Wirksamkeitsnachweisen. Darüber hinaus besitzen unsere Laboratorien große Kompetenz im Bereich der Detektion.



Jetzt abonnieren: »on«-Newsletter



Kompakt und informativ:
»on«, der Newsletter für Batterie-Logistik in der
E-Mobilität, erscheint viermal im Jahr.

www.innovationslabor-batterielogistik.de/on

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