

# PRESSEINFORMATION

---

**PRESSEINFORMATION**30. Januar 2025 | Seite 1 | 4

---

## Quantentechnologie und KI: Schlüssel für sichere Second-Life-Anwendungen von Lithium-Ionen-Batterien

**Um die Nachhaltigkeit der Elektromobilität zu fördern und Ressourcen effizienter zu nutzen, gewinnt das Upcycling von Lithium-Ionen-Batterien zunehmend an Bedeutung. Es werden Konzepte gesucht, um die Materialkreisläufe zu verlangsamen. Erreicht wird dies, indem gebrauchte Batterien aus Elektrofahrzeugen in neuen Anwendungsgebieten zum Einsatz kommen, anstatt sie sofort in Recyclingprozesse zu überführen. Trotz des erheblichen Potenzials zur Ressourcenschonung hat sich das Upcycling aus technischen und wirtschaftlichen Gründen bislang nicht durchgesetzt. Ein Forscherteam kann nun mithilfe einer Hochgeschwindigkeitsmessmethode und KI eine anwendungsreife Lösung ermöglichen.**

Ist es möglich, gebrauchte Batterien aus Elektrofahrzeugen effizient und sicher weiterzuverwenden? Welche technischen und wirtschaftlichen Hürden müssen dabei überwunden werden? Innerhalb des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderten Forschungsprojekts »QuaLiProM« hat sich ein interdisziplinäres Projektteam dieser Fragen angenommen und das wissenschaftliche Ziel gesetzt, die Bestimmung der Restleistung und Lebensdauer gebrauchter Lithium-Ionen-Batterien zerstörungsfrei, schnell und sicher durchzuführen, sodass eine zuverlässige und wirtschaftlich rentable Zweitanwendung ermöglicht wird.

### **Wie gesund ist eine Batterie? Stand der Technik und bestehende Herausforderungen bei der Zustandsbestimmung**

Lithium-Ionen-Batterien altern sowohl während der Lagerung als auch im Betrieb, was sich in einem Kapazitätsverlust und einem Anstieg des Innenwiderstands bemerkbar macht und zu einer fortlaufenden Abnahme an Energie und Leistung führt. Der Gesundheitszustand einer Batterie wird üblicherweise über den State-of-Health (SoH) definiert, der die alterungsbedingte Zustandsänderung einer Zelle im Verhältnis zu ihrem Ursprungszustand beschreibt. Die Ermittlung des SoH ist ein zentraler Faktor bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit und Lebensdauer von Batterien. Verschiedene experimentelle Methoden können zur SoH-Ermittlung von Batterien eingesetzt werden. Mithilfe von elektrochemischen Messungen, wie beispielsweise Kapazitätstests, elektrochemischer Impedanzspektroskopie oder Lebensdauerests lassen sich zum Beispiel die verfügbare Restkapazität oder der Innenwiderstand gealterter Zellen ermitteln, die jedoch ohne den Bezug zu den initialen Werten der Zellen im Neuzustand

---

**Redaktion:**

Dipl.-Biol. Martina Ohle | Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM | Presse und Öffentlichkeitsarbeit | Wiener Straße 12 | 28359 Bremen | Telefon +49 421 2246-256 | [martina.ohle@ifam.fraunhofer.de](mailto:martina.ohle@ifam.fraunhofer.de) | [www.ifam.fraunhofer.de](http://www.ifam.fraunhofer.de)

nur wenig aussagekräftig sind. Weiterhin erfordert die elektrochemische Charakterisierung eine elektrische Kontaktierung der Zellen und ist somit nicht zur Schnelldiagnostik geeignet. Darüber hinaus liefert diese Art der Testung lediglich Informationen zum globalen Zustand der Zelle, während Defektstellen oder Ladungshotspots nicht eindeutig identifiziert werden können.

---

**PRESSEINFORMATION**30. Januar 2025 | Seite 2 | 4

---

Im Gegensatz zu den bisher für die Qualitätskontrolle oder Restwertanalyse von Lithium-Ionen-Zellen verwendeten experimentellen Methoden ermöglicht die Quantenmagnetometrie eine schnelle, kostengünstige und präzise Bestimmung des Gesundheitszustandes von Batteriezellen. Im Bereich der Batterieforschung wurde bereits demonstriert, dass mithilfe dieser Methodik die zustandsabhängige Magnetisierung einer Batteriezelle genau bestimmt werden kann. Insbesondere wurde gezeigt, dass Defekte, Verunreinigungen und der Ladungszustand mithilfe von Quantensensoren detektiert werden können. Aufgrund dieser vielversprechenden Ergebnisse wird im Rahmen des »QualiProM-Projekts« eine Hochgeschwindigkeitsmessmethode basierend auf Quantenmagnetometrie und Künstlicher Intelligenz eingesetzt, die eine Klassifizierung von Zellen anhand ihres Gesundheitszustands in industriellen Anwendungen ermöglichen soll.

### **Innovative Schnelltestmethodik zur präzisen Bestimmung des Batteriezustands für den industriellen Einsatz**

Zur Entwicklung der Schnelltestmethodik werden im »QualiProM-Projekt« Lithium-Ionen-Zellen mithilfe von zyklischen Alterungstests einer forcierten Degradation unterzogen. Die Analyse der elektrochemischen Messdaten bildet die Ausgangsdatenbasis zur Identifizierung dominanter Alterungsmechanismen. Durch die Erfassung und Auswertung dieser Daten können genaue Rückschlüsse auf den Zustand und die verbleibende Leistungsfähigkeit der Zellen gezogen werden. Die mithilfe der Alterungstests in definierte Alterungszustände überführten Batteriezellen werden anschließend quantenmagnetisch untersucht. Der Quantensensor misst das Magnetfeld der Zellen mit hoher Präzision, indem er den Spin eines speziellen Defekts in einem Diamanten beobachtet, der je nach Magnetfeld unterschiedlich viele Lichtteilchen aussendet. Auf diese Weise werden Magnetfeldmappings erzeugt, die wertvolle Informationen über mögliche Anomalien der Batteriezellen liefern. Diese zerstörungsfreie Methodik erfordert keine zeitaufwändigen Lade- und Entladezyklen und ist somit sowohl für den Einsatz in der Zellproduktion als auch im Recycling- oder Upcycling-Prozess geeignet. Der nun anstehende Transfer der Methodik von der Laborebene auf die industrielle Skala stellt eines der Hauptziele des Projekts dar.

Zur KI-basierten Analyse der Magnetfeldmappings werden innovative Deep-Learning-Verfahren eingesetzt, um charakteristische Merkmale, sogenannte Healthy Features, zu identifizieren, die eine eindeutige Korrelation zum Alterungszustand der Zellen aufweisen. Diese Features werden zur Klassifizierung von Zellen anhand ihres Gesundheitszustands herangezogen, wie z. B. gesund, degradiert oder defekt. Auf diese Weise sollen insbesondere degradierte, aber noch funktionstüchtige Zellen identifiziert werden, die

---

**Wissenschaftlicher Kontakt:**

Dr. Dominique Koster | Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM | Wiener Straße 12 | 28359 Bremen |  
Telefon +49 421 2246-7305 | dominique.koster@ifam.fraunhofer.de | www.ifam.fraunhofer.de

aufgrund zu geringer Kapazität nicht mehr für den Einsatz in Elektrofahrzeugen geeignet sind. Durch die Entwicklung geeigneter Upcycling-Strategien und die Erforschung neuer Second-Life-Anwendungen in weniger anspruchsvollen Bereichen zielt das Projekt darauf ab, die nachhaltige und ressourceneffiziente Nutzung von Batteriezellen zu fördern und einen Transfer in die Industrie zu beschleunigen.

**PRESSEINFORMATION**

30. Januar 2025 | Seite 3 | 4

### **Hintergrundinformation zu den Projektarbeiten**

Das »QualiProM-Projekt« wird von der Industrial Dynamics GmbH koordiniert, die das Ziel verfolgt, die entwickelte Methodik von der Laborebene in die industrielle Anwendung zu überführen. Die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) ist verantwortlich für die Magnetfeldanalyse von Batterien und die Entwicklung von Quantensensoren, wobei das Hauptziel in der Etablierung der Quantentechnologie in der Batteriezellherstellung und im Recyclingprozess liegt. Nehlsen entwickelt das Layout für eine Recycling-Sortieranlage basierend auf dem Magnetfeldsensor. Sekels arbeitet an einem Prototyp für eine magnetische Feldabschirmung, speziell für die Qualitätskontrolle von Lithium-Ionen-Zellen. Die Battery Dynamics GmbH bringt ihre Expertise in der elektrochemischen Alterungsdiagnostik ein, während das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM Deep-Learning-Methoden zur automatischen SoH-Klassifizierung von Batteriezellen verwendet. Zudem bewertet das Fraunhofer IFAM den ökologischen Mehrwert von Upcycling-Strategien im Vergleich zum Recyclingansatz.

### **Projektname**

Inline-Qualitätskontrolle von Lithium-Ionen-Zellen in der Zellproduktion und Restwertermittlung von gealterten Zellen im Recyclingprozess: SoH-Bestimmung mithilfe von Quantenmagnetometrie – QualiProM



### **Förderung**

Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF  
Förderkennzeichen: FKZ: 03XP0573B  
Projektlaufzeit: 01.12.2023-30.11.2026  
Projektträger: Projektträger Jülich (PtJ)



---

### **Wissenschaftlicher Kontakt:**

Dr. Dominique Koster | Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM | Wiener Straße 12 | 28359 Bremen |  
Telefon +49 421 2246-7305 | dominique.koster@ifam.fraunhofer.de | www.ifam.fraunhofer.de

### Projektpartner

- Industrial Dynamics GmbH (Koordinator)
- Sekels GmbH
- Battery Dynamics GmbH
- Nehlsen AG
- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Gruppe für angewandte Quantentechnologien
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

---

### PRESSEINFORMATION

30. Januar 2025 | Seite 4 | 4

---

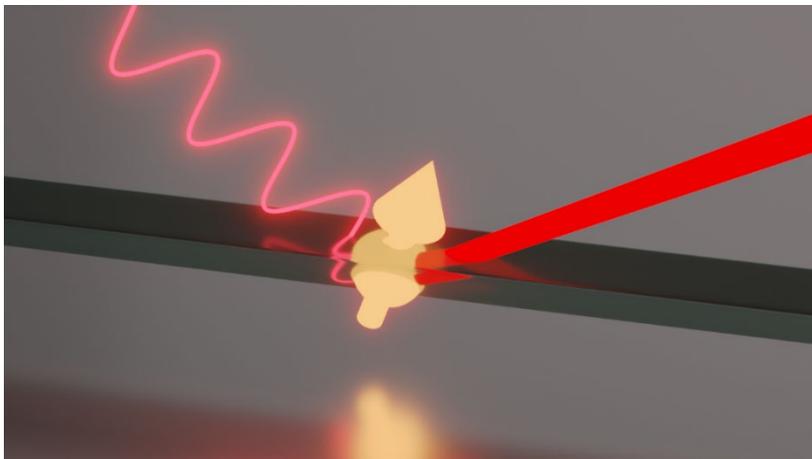
### Weitere Informationen zum Fraunhofer IFAM

[www.ifam.fraunhofer.de](http://www.ifam.fraunhofer.de)

### Abbildung

© Veröffentlichung frei in Verbindung mit Berichterstattung über diese Presseinformation.

Download unter: <http://www.ifam.fraunhofer.de/de/Presse/Downloads.html>



Spin-basierter Quanten-Magnetfeldsensor in einem Messvorgang. Der Sensor wird optisch angeregt, um die Magnetfeldmessung zu starten. Die Information vom gemessenen Signal wird durch die Emission kodiert, weitergeleitet und in Form von Magnetfeldmappings visualisiert. © Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg/Prof. Roland Nagy