Fraunhofer
BATTERIEN

Fraunhofer-Allianz Batterien

Forschung für Batterien der nächsten Generation

www.batterien.fraunhofer.de

Vakuum-Intensivmischer. ©Fraunhofer IFAM

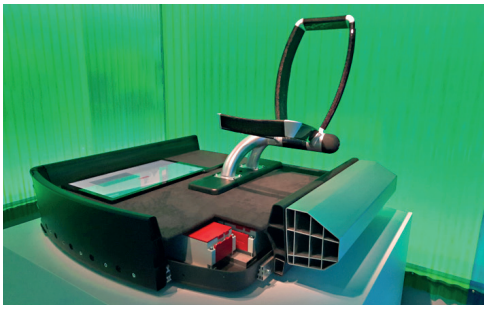
Forschung für Batterien der nächsten Generation

Die Mitgliedsinstitute der Fraunhofer-Allianz Batterien erarbeiten im Kundenauftrag oder in geförderten Projekten mit der Industrie technische und konzeptionelle Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette der elektrochemischen Energiespeicher von der Materialentwicklung bis zur Systemintegration mobiler und stationärer Speichersysteme.

Batterien sind ein zentraler Baustein für die Energiewende und tragen wesentlich zur Defossilisierung der Energieversorgung bei. Leistungsfähige Batterien sind die Schlüsselkomponente mobiler und stationärer elektrisch betriebener Anwendungen und ermöglichen damit zukünftig die Sicherung von Versorgungsinfrastrukturen beispielsweise in den Bereichen Verkehr und Logistik, Energienetze, autarke Industrie, Privathaushalte, Kommunikation und Gesundheitsversorgung.

Speziell für die im höheren Energie- und Leistungsbereich eingesetzten Batterien gelten hohe technische Anforderungen bezüglich Lebensdauer und Betriebssicherheit. Insbesondere fahrzeugtaugliche elektrochemische Energiespeicher müssen ein sehr breites, zum Teil widersprüchliches, Anforderungsspektrum erfüllen, das unter anderem Parameter wie Energie- und Leistungsdichte, Zyklenfestigkeit, Temperaturbereich, zyklische und kalendarische Lebensdauer, Kosten sowie Betriebssicherheit umfasst.

Verschiedene Batteriezelltypen. ©Fraunhofer ISI, Christoph Neef



Explosionsdarstellung des SafEBat-Batteriedesigns mit lastfallabhängiger Erwärmung von Zelle und Modul. ©Fraunhofer IWU

Durch gezielte Forschung auf dem Themengebiet der elektrochemischen Energiespeicher werden technische und konzeptionelle Lösungen entwickelt und in die Anwendung überführt. Die 26 Mitgliedsinstitute der Fraunhofer-Allianz Batterien decken mit Fachwissen und langjähriger Expertise die Schritte und Prozesse entlang der zirkulären Wertschöpfungskette nahezu vollständig ab. Mit Studien, Roadmaps und technoökonomischen Bewertungen werden die aktuellen Arbeiten begleitet.

Material und Zelle

Die Mitgliedsinstitute entwickeln, optimieren und charakterisieren kundenspezifisch Materialien und Komponenten für Batterien. Dabei umfassen die Arbeiten die Synthese, Entwicklung, Modifikation und Strukturierung von Materialien und Komponenten, die Entwicklung von Separatoren und Elektrolyten sowie deren Optimierung und Charakterisierung. Schwerpunkte der Forschung und Entwicklung sind die Erhöhung der Toleranz gegenüber äußeren Einflüssen sowie die Verbesserung der Speichereigenschaften und der intrinsischen Sicherheit. Im Vordergrund stehen dabei lithiumbasierte Zellchemien wie Lithiumionen-Systeme inklusive Lithium-Schwefel- und Festkörperbatterien. Darüber hinaus werden auch Redox-Flow-Batterien und Hochtemperaturspeicher, Natriumbasierte-Batterien, Metall-Luft-Batterien sowie Doppelschichtkondensatoren betrachtet.

Zellproduktion

Die Mitgliedsinstitute betreiben zahlreiche Technika, in denen Anlagen alle Produktionsschritte elektrochemischer Zellen einzeln oder kombiniert abbilden. Besondere Schwerpunkte liegen dabei in der nachhaltigen, ressourcenschonenden und kostengünstigen Elektrodenfertigung. Hierbei stehen die Herstellung der Elektrodensuspensionen sowie eine effiziente Beschichtung und Trocknung der Elektroden bei hoher Produktivität im Vordergrund. Für den Elektrodenzuschnitt und zum Verschweißen von Elektrodenstapeln sind Laserprozesse von hoher Relevanz. Auf den Fertigungsanlagen sowie den nachgeschalteten Assemblieranlagen werden die systematisch entwickelten Verfahren optimiert und hochskaliert. Für ein gutes Qualitätsmanagement finden Automatisierung und Digitalisierung Berücksichtigung in der Zellproduktion, und die einzelnen Prozessschritte können als Digitaler Zwilling abgebildet werden.

System und Integration

Die Fraunhofer-Allianz Batterien entwickelt kundenspezifische Batteriemodule und -systeme für eine Vielzahl von Anwendungen. Die Arbeiten umfassen das simulationsbasierte Design des mechanischen Aufbaus und des thermischen Managements, Verbindungstechniken und Kontaktierverfahren, Sicherheitskonzepte, die Entwicklung von Batteriemanagementsystemen (BMS) und den zugehörigen Algorithmen für die Lade- und Alterungsbestimmung sowie optimierte Lade- und Betriebsführungsstrategien. Innovative integrierte Sensoren ermöglichen die Überwachung der Betriebsparameter und sind neben der Optimierung von Gehäuse und Halterung relevant für die Systemzuverlässigkeit, Betriebsfestigkeit und Sicherheit der Batterien. Die Schnittstellen der modularen Batteriesysteme werden so konfektioniert, dass eine leichte Systemintegration sowohl leistungs- als auch kommunikationsseitig ermöglicht wird.

Simulation

Die Eigenschaften von Batterien von der atomaren Skala bis zum Verhalten im Antriebsstrang werden mit modernsten Methoden in der Simulation abgebildet. Die Arbeiten erstrecken sich dabei von quantenchemischen Methoden zur Materialcharakterisierung über physikalische Kontinuumsmodelle zur Zellauslegung bis hin zu echtzeitfähigen Batteriemodellen zur Einbindung in Batteriemanagementsysteme oder Prüfstände und zur Batteriesimulation in Hardware in the Loop-Systemen. Die Mitgliedsinstitute beschäftigen sich ebenso mit der Erstellung von Detail- und Ersatzmodellen für Festigkeitsanalysen sowie mit der Optimierung von Zellstrukturen hinsichtlich der Betriebs- und Crashsicherheit. Die Analyse und anwendungsgerechte Dimensionierung des Energiespeichersystems inklusive Energiemanagementsystem und die Ermittlung optimaler Schaltungsvarianten von Einzelzellen, die Entwicklung des Batteriemanagementsystems zur Überwachung des Batteriezustands sowie zur Diagnose von Speichermodulen sind ebenso fester Bestandteil der Arbeiten.

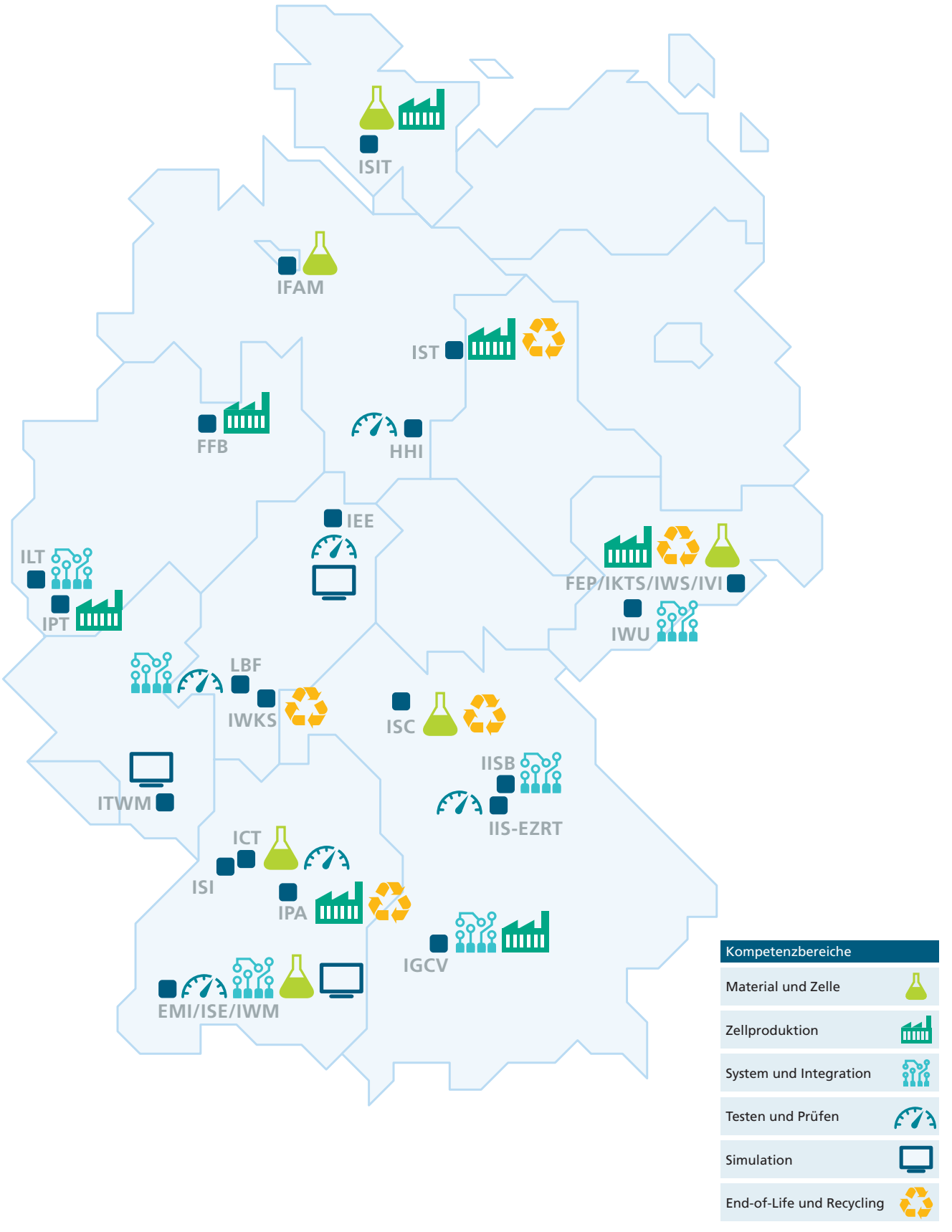
Testen und Prüfen

Tests und Prüfungen sind wichtig bei der Entwicklung von Energiespeichersystemen. Die Batterien werden anhand von elektrischen, thermischen und mechanischen Tests nach gängigen Normen und Standards sowie kundenspezifisch geprüft. Dazu zählen die Materialcharakterisierung, Performancetests, die Analyse und Bewertung der Lebensdauer unter verschiedenen Umgebungsbedingungen, die Ermittlung der Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit im Betrieb und die Prüfung des Verhaltens von Batterien unter Unfallbedingungen. Die Mitgliedsinstitute besitzen unterschiedliche Testanlagen, die für Sicherheitstests mit zeitlich aufgelöster Analyse von freigesetzten Substanzen, Crash-Forschung, Werkstoffcharakterisierung sowie Beanspruchungs- und Belastungstests geeignet sind. Die Durchführung der Tests und Prüfungen erfolgt je nach Anforderung und Fragestellung auf Zell-, Modul- oder Systemebene.

End-of-Life und Batterierecycling

Die Mitgliedsinstitute verfügen über langjährige Erfahrung in der Bewertung von Produkt- und Verfahrenstechnologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Batterietechnologie von der Rohstoffgewinnung über das Produkt bis hin zum Recycling. Bei der Entwicklung neuer Batterietechnologien und Optimierung bestehender Systeme sind sowohl der begrenzte Einsatz von kritischen Rohstoffen, ein demontage- sowie recyclinggerechtes Design sowie ein intelligentes, ressourcenschonendes und effizientes Recycling entscheidend. Die Fraunhofer-Allianz Batterien befasst sich mit der Erstellung von Lebenszyklusanalysen, der Restnutzungsdauer-Bestimmung und Second Life-Modellen für Batterien sowie der Demonstration von Batterierekonditionierungsprozessen unter marktwirtschaftlichen Bedingungen.

Mitgliedsinstitute der Fraunhofer-Allianz Batterien



26 Mitgliedsinstitute

Die Fraunhofer-Allianz Batterien bündelt das Fachwissen und die Erfahrung von 26 Mitgliedsinstituten mit etwa 700 Mitarbeitern im Bereich der Batterietechnologie.

Fraunhofer EMI | Untersuchung dehnratenabhängiger Effekte bei mechanischem Abuse bis zur Modulebene sowie Crashmodellierung von Zellen und Modulen.

Fraunhofer FEP | Entwicklung von durchsatzoptimierten Vakuum-Dünnschichttechnologien im Rolle-zu-Rolle-Modus für Stromableiter, Kathoden, Anoden, Elektrolyten und Separatoren.

Fraunhofer FFB | Großskalige Produktionsinfrastruktur für die Industrie und Forschung zur Förderung und Beschleunigung von Innovationen für eine ökonomische und ökologische Batteriezellfertigung sowie zur Überfügung in die Marktreife.

Fraunhofer HHI | Entwicklung neuer Sicherheitskonzepte für Batterien auf der Basis photonischer Sensorik mit der Zielsetzung einer kostengünstigen Produktion und Integration in Lithiumionen-Batterien für eine Vielzahl von Anwendungen.

Fraunhofer ICT | Sicherheitstests bis zur Modulebene, Gasanalytik sowie weitere spezielle Analysemethoden auf Zell- und Systemebene. Entwicklung neuer Batterien wie z. B. Schwefel-, Festkörper-, Redox-Flow- und Na-Batterien.

Fraunhofer IEE | Physikalisch-elektrochemische Simulation von Batterien für stationäre und automobile Anwendungen, Parameterermittlung für beliebige Simulationsmodelle, Entwicklung von Tests mit Batterie-HiL-Systemen und Alterungssimulation für Zellen und ausgewählte Systeme.

Fraunhofer IFAM | Material- und Prozessentwicklung für zukünftige Batterietechnologien wie z. B. nanostrukturierte Elektroden für Lithiumionen-Batterien, Komposite für Festkörperbatterien und Metall-Luft-Batterien.

Fraunhofer IGCV | Material- und Prozessforschung für Lithiumionen-Batterien und Festkörperbatterien, sowie Entwicklung und Testen von Zell-, Modul- und Speichersystemen im Zielformat.

Fraunhofer IIS-EZRT | Zerstörungsfreies Monitoring basierend auf Röntgentechnik, Optik und Magnetresonanzverfahren sowie einzigartige Ausstattung an Prüfsystemen für die Entwicklung und Herstellung von Energiespeichern.

Fraunhofer IISB | Entwicklung von ausgewählten Systemen mit Batteriemanagementsystem (foxBMS® als freie, offene und flexible Entwicklungsumgebung) und integrierter Leistungselektronik für mobile und stationäre Anwendungen.

Fraunhofer IKTS | Batterieentwicklung basierend auf keramischen Materialien und Prozessen mit Schwerpunkt bei Lithium- und Natrium-Systemen, konventionelle Zellkonzepte und Festkörper-Ansätze.

Fraunhofer ILT | Laserbasierte Fertigungstechnik von der Zell- bis zur Packebene wie z. B. Trocknen und Funktionalisieren von Schichten, Strukturieren, Konfektionieren und Kontaktieren von Elektroden und Verbindungstechnik für die Modulherstellung sowie Untersuchungen von Dünnschicht- oder Festkörperbatterien.

Fraunhofer IPA | Entwicklung von Produktionsprozessen zur Herstellung von Batterien unter Einbeziehung von Industrie 4.0-Technologien und automatisierte Demontage.

Fraunhofer IPT | Innovative und nachhaltige Prozess- und Maschinenentwicklung für die Produktion von Batterien mit Qualitätssteigerung durch Digitalisierungsmaßnahmen.

Fraunhofer ISC | Forschung für nachhaltige Speichertechnologien – Material- und Verfahrensentwicklung, Tests und intelligentes Recycling von Lithiumionen-, Festkörper- und Blei-Säure-Batterien.

Fraunhofer ISE | Materialentwicklung, Zellproduktionsverfahren, Modul- und Systementwicklung, Batterietests nach gängigen Normen und Standards sowie Qualitätssicherung für Energiespeicherwerke.

Fraunhofer ISI | Internationales Monitoring zu Technologie- und Marktentwicklungen, Entwicklungen der Rahmenbedingungen für Batterien für die Elektromobilität, stationäre und mobile Anwendungen und nationales Roadmapping zur strategischen Unterstützung von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

Fraunhofer ISIT | Kundenspezifische Entwicklung und Fertigung von Batterien bis zur Systemebene auf Basis der Lithiumionen-Technologie, Entwicklung und Optimierung von Fertigungsverfahren sowie Entwicklung Batterien wie z. B. Magnesium- und Lithium-Schwefel-und Calcium-Ionen-Batterien.

Fraunhofer IST | Entwicklung skalierbarer Produktionsprozesse für Energiespeicher unter Berücksichtigung des gesamten Produktlebenszyklus – von der Rohstoffgewinnung bis zum Recycling.

Fraunhofer ITWM | Entwicklung und Anwendung physikalischer Modelle zur Simulation von Energiespeichern von der Mikrometerskala bis zur Zellskala mit Fokus auf Lithiumionen-Zellen.

Fraunhofer IVI | Anwenderorientierte Batteriecharakterisierung, Fernmonitoring und vorausschauende Alterungsdiagnostik von der Zelle bis zur Fahrzeugflotte für gegenwärtige und zukünftige Batterietechnologien.

Fraunhofer IWKS | Fokusthemen sind Demontage, (hydro-)mechanisches und hydrometallurgisches Recycling der Schwarzmasse sowie direktes Recycling, begleitet durch umfassende Materialanalytik, LCA, LCC und Prozessoptimierung.

Fraunhofer IWM | Simulation von Batteriematerialien auf atomis-tischer und quantenchemischer Ebene sowie Simulation des Crashverhaltens von Batteriesystemen.

Fraunhofer IWS | Material-, Oberflächen- und Lasertechnologien entlang der Prozesskette zur Entwicklung neuer Batteriezellen, mit aktuellem Fokus auf das Lithium-Schwefel-System.

Fraunhofer IWU | Entwicklung von Leichtbau und Thermomanagement von Fahrzeugbatterien und deren Kreislaufwirtschaft.

Fraunhofer LBF | Multiphysikalische Prüfung und Erprobung von Traktionsbatterien für E-Fahrzeuge nach mechanischen, thermischen und elektrischen Kriterien sowie Bewertung der Systemzuverlässigkeit und Quantifizierung der Unsicherheit in der Elektromobilität.

Kontakt

Prof. Dr. Jens Tübke
Sprecher der Fraunhofer-Allianz Batterien

Dr. Kai-Christian Möller
Stellv. Sprecher der Fraunhofer-Allianz Batterien

Dr.-Ing. Katharina Ahlbrecht
Geschäftsstellenleitung der Fraunhofer-Allianz Batterien

Fraunhofer-Allianz Batterien
c/o Fraunhofer-Institut für
Chemische Technologie ICT
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal

allianz.batterien@zv.fraunhofer.de
www.batterien.fraunhofer.de

Titelbild:
Smart-Cell-Batteriemodul mit Impedanzmessung und kontaktloser, kapazitiv gekoppelter Kommunikations-schnittstelle basierend auf der open source BMS-Entwicklungsplattform foxBMS®.

© Anja Grabinger / Fraunhofer IISB

10.2