



Neue Batteriesysteme sicher machen

---

Umfassende Expertise für die sichere Integration von Batterien



# Umfassende und innovative Batterieforschung unter einem Dach

**Seit über zehn Jahren** hat sich das Fraunhofer EMI darauf spezialisiert, Batteriesysteme sicherer zu machen. Durch das **Zusammenspiel von Experiment und Simulation** kann auf effiziente Weise Ihr Batteriesystem verstanden, optimiert und weiterentwickelt werden.

Profitieren Sie von vielen Vorteilen:



## Hohe Erfahrung

Über 10 Jahre Batteriesicherheitsforschung für große Hersteller. Schwerpunkt auf Battery Abuse Testing von Lithium-Ionen-Batterien.



## Validierte Simulationsmodelle

Basierend auf einem weitreichenden Systemverständnis werden Simulationsmodelle für unterschiedliche Lastfälle entwickelt.



## Hochinstrumentierte Tests

Genau auf die Fragestellung zugeschnittenes Battery Abuse Testing für maximale Aussagekraft.



## Sicherheit und Verschwiegenheit

Mitarbeiter sind den Umgang mit sensiblen Projekten gewohnt und werden regelmäßig geschult.



## Für komplette E-Auto-Batterien

Testanlage für große Lithium-Ionen-Batterien unter Missbrauchsbedingungen. Versuchsbunker bis 50 kWh.



## Umfassender Forschungsansatz

Ein Expertenteam wurde aus verschiedenen Disziplinen zusammengestellt, um eine umfassende Forschung zu gewährleisten.



## Forschung und Entwicklung

Das Institut testet nicht nur, sondern unterstützt bei der Produktentwicklung für kommende Normen. Ein umfassendes Forschungsnetzwerk kann aktiviert werden.



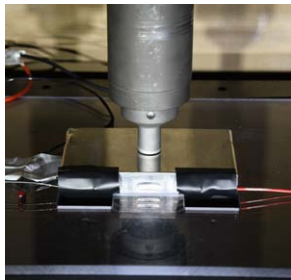
## Alles an einem Institut

Vom Bunker über das Testlabor bis hin zu CT, Hochgeschwindigkeitsröntgen und Simulation

# Im Fokus: umfassende Tests für detailliertes Systemverständnis

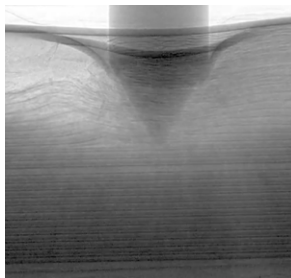
Das Fraunhofer EMI bietet Analyse, Bewertung und Optimierung der Sicherheit auf Ebenen der Zellen, Module und Gesamtsysteme. Für E-Autos wurde eigens eine Forschungsanlage errichtet. Damit können Gesamtfahrzeugbatterien unter Missbrauchsbedingungen getestet werden.

Das Batterietestzentrum arbeitet für zahlreiche führende Unternehmen und Marken.



## **Mechanische Zellcharakterisierung**

Test aller üblicher Bauformen (prismatisch, zylindrisch, Pouch) gegenüber Intrusion mit unterschiedlichen Stempelgeometrien. Über Testreihen werden die kritischen Kräfte und Intrusionstiefen ermittelt, welche zum internen Kurzschluss führen. Zusätzlich kann auch bei hohen Prüfgeschwindigkeiten mit präzise begrenzter Intrusionstiefe getestet werden, auch an geladenen Zellen.



## **In-situ-Röntgenvideo**

Mit selbst entwickelter Hochgeschwindigkeits-Röntgentechnik kann die zellinterne Dynamik während des thermischen Durchgehens erfasst werden. Diese Vorgänge blieben bisher verborgen. Durch die Röntgentechnik können Hersteller jetzt Zellen und Batterien mit höherer Sicherheit entwickeln.



**Prüfkammer für zerstörende Batterietests** Umfangreiche Messtechnik ermöglicht eine detaillierte Analyse des Batteriehaltens während des thermischen Durchgehens: z.B. Bestimmung des Kammerdrucks, der Temperatur auf der Zelle und des Gasvolumens während der Entgasung.



### **Propagationstests**

In einem feuer- und explosionsfesten Bunker führt das Institut Propagationstests an Batteriemodulen und Systemen durch. Beispielsweise kann dadurch bei neuen Gehäusekonzepten die Widerstandsfähigkeit gegenüber Batterie-internem Brand sowie die Wirksamkeit propagationshemmender Maßnahmen bewertet werden.



### **Crashtests von Modulen und HV-Speichern**

Zur Bewertung der Crashtestsicherheit von geladenen Modulen und HV-Speichern besitzt das Institut einen Batterie-Crashbeschleuniger. In Verbindung mit Simulationen können Batteriesysteme umfassend beschrieben und erforscht werden.

# Simulation und virtuelle Prototypen

Simulationsmethoden ermöglichen detaillierte Einblicke in das Deformationsverhalten von Batterien und in die Phänomenologie des Thermischen Durchgehens.

## **Schnell und kostengünstig zum sicheren Batteriesystem**

In enger Verzahnung mit Versuchen im Batterietestzentrum entstehen realitätsnahe Simulationsmodelle, die Batteriesysteme effizienter und günstiger optimieren als reine Experimente.

## **Bewertung mechanischer Deformationen**

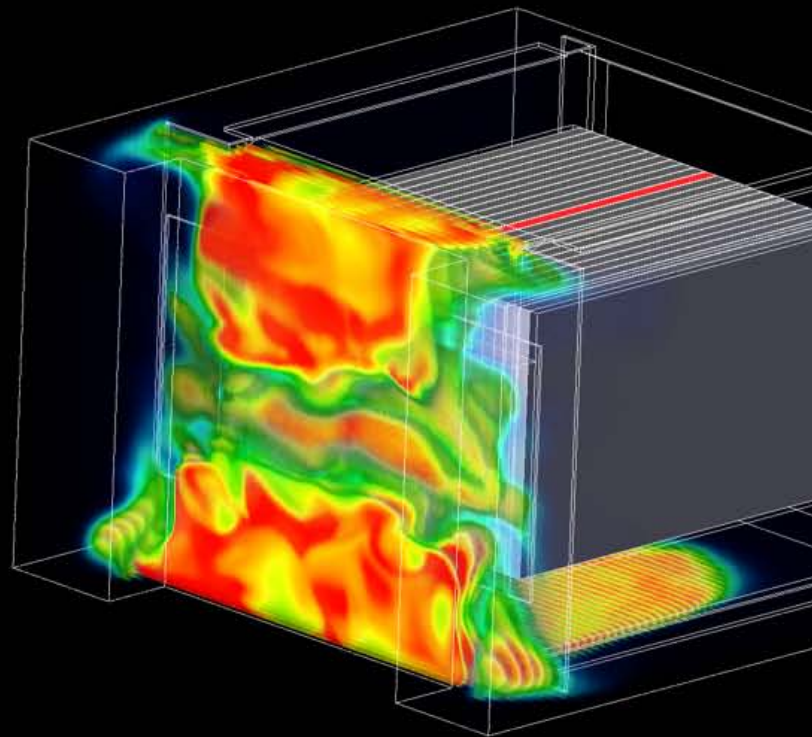
Detaillierte strukturmechanische Modelle bilden mechanische Deformationen von Batterien, wie sie bei Crashes auftreten, realistisch ab. Dies umfasst einzelne Zellen bis hin zu Batteriemodulen und -gehäusen.

## **Strömungssimulationen zum Thermischen Durchgehen**

Strömungssimulationen ermöglichen die Nachbildung der Gasausbreitung und der chemischen Reaktionen beim thermischen Durchgehen. Grundlage dafür sind sorgfältige Tests und Kenntnisse zur vorliegenden Zellchemie. Zu einer fundierten Modellierung des thermischen Durchgehens gehört auch eine Berücksichtigung der freigesetzten Partikel, da diese einen beträchtlichen Anteil der Wärme transportieren.

## **Auswirkungen des Thermischen Durchgehens**

Um die Ausbreitung des thermischen Durchgehens zu verhindern, ist es wichtig, dass angrenzende Bauteile ihre Strukturintegrität behalten. Eine umfassende Bewertung der Sicherheit erfordert daher nicht nur die Simulation des Brandes, sondern auch eine fundierte Modellierung des thermomechanischen Materialverhaltens der umgebenden Strukturen.



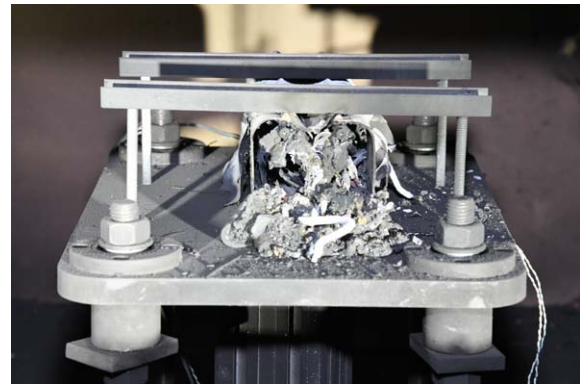
**Exemplarische Strömungssimulation zum Ausgasen einer Batteriezelle im Modul**  
Geometrie dankenswerterweise von der RCT Power GmbH zur Verfügung gestellt.

## Fallbeispiel: Sicherheit eines Batteriegehäuses gegen Thermisches Durchgehen

**Schutzstrategien zur Verhinderung der Ausbreitung des thermischen Durchgehens auf andere Zellen basieren auf einer verschachtelten Anordnung der Batterien.**

Die einzelnen Zellen sind in Modulen verbaut, welche wiederum von einem Gehäuse umgeben sind. Bisher werden entsprechende Schutzkonzepte durch aufwändige Experimente an Prototypen auf Modul- und Systemebene überprüft.

Eine Alternative dazu bildet ein simulationsbasierter Ansatz, bei dem mit einem validierten Modell der Wärmetransport im Gehäuse prognostiziert wird. So werden kritische Punkte früh in der Entwicklung erkannt und entsprechende Schutzmaßnahmen können implementiert werden.



**Abgebrannter Akku eines E-Bikes**  
Im Rahmen eines Propagationstests wurde das thermische Durchgehen der Zellen gezielt provoziert.

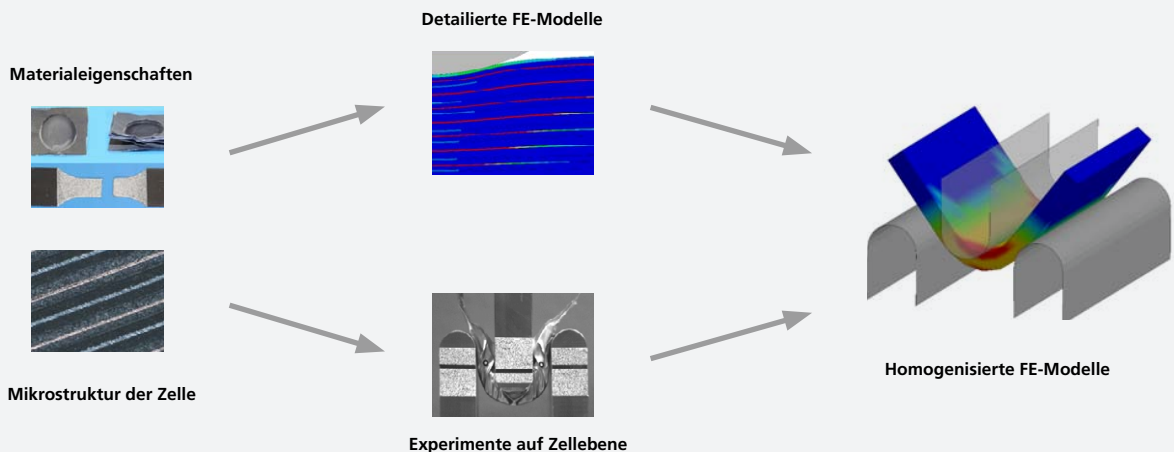
## Präzise mechanische Simulationsmodelle

**Gesamtfahrzeugsimulationen sind ein wesentlicher Baustein zur Bewertung der Crashesicherheit von Fahrzeugen. Bei E-Autos besteht dabei eine wesentliche Herausforderung darin, dass jede einzelne Zelle für die Fahrzeugsicherheit verantwortlich ist.**

Jede beschädigte Separatorfolie kann einen inneren Kurzschluss und damit thermisches Durchgehen verursachen. Das Schaubild zeigt, wie das Fraunhofer EMI diese mechanischen Simulationsmodelle entwickelt.



Schaubild: Entwicklung von mechanischen Zellmodellen zur Untersuchung der Crashesicherheit. Vorgehen aus dem Projekt BATTmobil, Zusammenarbeit von Fraunhofer EMI und Fraunhofer IWM. Gefördert durch das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg.





## Sichere Systemintegration

Die sichere Integration von Batterien spielt eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung von batteriebetriebenen Autos, Flugzeugen und Energiespeichern. Im Fokus liegen dabei sichere Gehäuse, effiziente Kühlsysteme und eine intelligente Steuerungssoftware.

Das Fraunhofer EMI bringt seine umfassende Expertise in den nebenstehenden sechs Anwendungsfeldern ein.





## Automotive

Crashesicherheit von Elektrofahrzeugen, Auslegung von Batterien gegen thermisches Durchgehen



## Luftfahrt

Risiko von Handys, Laptops und Tablets in der Flugzeugkabine, Drohnenimpakt auf Flugzeugstrukturen



## Stationäre Speicher

Sicherheitskonzepte für Heimspeicher, Wirksamkeit von Brandschutzmaßnahmen



## Verteidigung

Sicherer Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien in der Bundeswehr, wehrtechnische Belastungen (z.B. Beschuss)



## E-Bike, E-Scooter

Untersuchung von Batteriebränden



## Spezialanwendungen

Übertragung des vorhanden Know-Hows auf beliebige Anwendungs- und Einbausituationen

## Infrastruktur

Das Fraunhofer EMI verfügt über eine umfassende Infrastruktur zur Charakterisierung des sicherheitsrelevanten Verhaltens von Lithium-Ionen-Batterien. Die Versuchsanlagen erlauben die sichere Durchführung von Tests auch an vollgeladenen Prüflingen.

### Batterie-Crashanlage

Impakttests bei bis zu 22 m/s mit Kräften bis 1 MN, Schocktests bis 100 g Beschleunigung

### Quasi-statischer mechanischer Zellprüfstand

Hochpräzise Tests von 10 µm/s bis 10 mm/s, ereignisabhängige interaktive Testsequenzen

### Dynamischer mechanischer Zellprüfstand

Quetsch- und Intrusionstests bis 5 m/s zur Ermittlung belastungsraten-abhängiger Versagensgrenzen

### In-Situ-Röntgentechnik

Radiographie und CT in höchster Zeitauflösung zur Abbildung zellinterner Versagensvorgänge

### Zell- und Modul-Zyklisierer

Zur Prüflingsvorbereitung unter definierten Umgebungsbedingungen, Ladestrom bis 1000 A

### Gasanalyse

Diagnostik zur zeitaufgelösten Konzentrationsmessung freigesetzter Gase beim Versuchsablauf

### High-Speed-Messtechnik

Zeitlich hochaufgelöste Erfassung relevanter Messgrößen wie Spannungen, Temperaturen, Drücke, Kräfte. Video und Infrarot-Video.

# So können Sie mit uns kooperieren:



## Forschungs- und Entwicklungsauftrag

Die klassische Kooperation: Aufträge zur Charakterisierung einzelner Zellen oder ganzer Batterien inklusive einer Analyse der Versuchsergebnisse, Entwicklung und Adaptierung von Simulationsmodellen für spezifische Anwendungen und Lastfälle.



## Strategische Partnerschaften

Langfristig angelegte Zusammenarbeit zur Entwicklung neuer Technologien. Möglich sind die Entwicklung von Prüfverfahren und Simulationsmethoden sowie die Unterstützung bei der Integration neuartiger Materialien.



## Gemeinsame öffentlich geförderte Projekte

Für eine gemeinsame Projektidee beantragen wir mit Ihnen Mittel aus der öffentlichen Forschungsförderung. Die Projekte sind zumeist auf eine Laufzeit von drei Jahren angelegt.



## Promotionen

Eine Doktorandin oder ein Doktorand forscht am Fraunhofer EMI für ein Thema Ihres Unternehmens.

## Leitung Batteriesicherheit



**Dr. Sebastian Schopferer**  
Leitung Experiment

Telefon +49 7628 9050-759  
sebastian.schopferer@emi.fraunhofer.de



**Benjamin Schaufelberger**  
Leitung Simulation

Telefon +49 761 2714-335  
benjamin.schaufelberger@emi.fraunhofer.de



Standort Freiburg



Standort Efringen-Kirchen



Standort Kandern

## Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI

### **Das Fraunhofer EMI ist ein weltweit führendes Forschungsinstitut im Bereich der Kurzzeitdynamik.**

Das Institut erforscht schnell ablaufende Prozesse in Experiment und Simulation. Im Zentrum der Forschung steht die Erhöhung von Sicherheit und Resilienz.

Dabei werden vor allem Prozesse erforscht, die in Sekundenbruchteilen ablaufen, wie Autocrashes, Batterieexplosionen oder Zusammenstöße im Weltraum. Darauf aufbauend entwickelt das Institut Sicherheitskonzepte.

Forschungsfelder sind u. a.: sichere Mobilität, Batteriesicherheit, Schutz von Gebäuden, Flugzeugsicherheit, Entwicklung von Satelliten, Forschung für die Bundeswehr, Sicherheit in urbanen Systemen und Resilienz von Infrastrukturnetzen.

**Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik,  
Ernst-Mach-Institut, EMI**  
Batteriesicherheit

Am Klingelberg 1  
79588 Efringen-Kirchen  
Telefon +49 7628 9050-0  
[info@emi.fraunhofer.de](mailto:info@emi.fraunhofer.de)  
[www.emi.fraunhofer.de](http://www.emi.fraunhofer.de)

Standorte:  
Freiburg, Efringen-Kirchen und Kandern