

# Blick ins Innere der Batteriezelle

© freepik

Herzstück der Elektromobilität ist die Batterie. Sie treibt Autos ebenso an wie Lastwagen und muss dementsprechend ganz unterschiedlichen Anforderungen genügen. Politisch gewollt und gefördert, boomt die Elektromobilität in den zurückliegenden fünf Jahren. Das konnte nur gelingen, weil schon lange an diesem Thema geforscht wird – so auch an unserem Institut. Wo die Anfänge liegen und welcher Forschungsstand erreicht wurde, erklären Dr. Jochen Zausch, Teamleiter »Elektrochemie und Batterien« und Dr. Falco Schneider. Beide arbeiten in der Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation«.

## Seit wann betreibt das Fraunhofer ITWM Batteriesimulation? Was war der Auslöser?

**Zausch:** Die gibt es, seit ich da bin, also seit 2009. Auslöser war zum einen die Kooperation mit Opel, zum anderen die Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität: Diese Forschungsinitiative begann im gleichen Zeitraum, gefördert von der Bundesregierung. Batteriezellforschung wird also schon lange betrieben, die meisten Modelle vernachlässigen jedoch die mikroskopischen Details. Diese können wir mit unserem Multiskalen-Ansatz gut beschreiben.

## Was heißt das im Detail?

**Zausch:** Eine Elektrode besteht letztlich aus porösem Material, also einem Pulver mit Partikeln von der Größenordnung fünf bis zehn Mikrometer, und diese Partikel formen zusammen die komplexe Struktur der Elektrode.

Diese mikroskopische Struktur hat natürlich einen Einfluss auf das makroskopische Batterieverhalten. Mit einer Simulation, welche die dreidimensionale Mikrostruktur berücksichtigt, kann man nun Aussagen über das makroskopische Batterieverhalten treffen. Und das ist unser Alleinstellungsmerkmal, manifestiert im Battery and Electrochemistry Simulation Tool BEST. Damit können wir simulieren, wie sich die Batterie beim Laden und Entladen verhält und natürlich auch optimieren.

Nun kommt noch weiterer Aspekt dazu, nämlich das Thema Batterieproduktion. Hier hilft uns beispielsweise unsere Expertise in der Strömungssimulation, denn die Elektroden werden anfangs als Paste auf eine Metallfolie aufgebracht. Auch beim nächsten Schritt, dem Kalandrieren, also dem Verpressen der Folie zwischen zwei Walzen, adaptieren wir unsere Kenntnisse in der Simulation mechanischer Eigenschaften und nutzen unser Tool FeelMath. Mit FLUID wiederum simulieren wir das

## Kontakt

Dr. Jochen Zausch  
Teamleiter »Elektrochemie und Batterien« in der Abteilung  
»Strömungs- und Materialsimulation«  
Telefon +49 631 31600-4688  
jochen.zausch@itwm.fraunhofer.de



sogenannte Wetting, die Aufnahme der Elektrolytflüssigkeit in die Poren der porösen Schichten der Zelle. Mit unserer Software FOAM können wir in den Zellzwischenräumen die Ausbreitung und die Aushärtung eines Schaumes simulieren, der die mechanische Stabilität und thermische Isolation zwischen den Zellen gewährleisten soll.

### Mit dem neuen Forschungszweig Batteriealterung beschäftigt sich Falco Schneider. Wieso ist dieses Thema neben Kalandrierung, Benetzung und Ausschäumen in den Fokus gerückt?

**Schneider:** Wie viele andere Produkte besitzen auch Batterien nur eine begrenzte Produktlebensdauer. Wir wollen beschreiben, was auf Mikrostrukturebene passiert, wenn sowohl Ladekapazität als auch Batterieleistung abnehmen. Die zugrundeliegenden elektrochemischen Prozesse lassen sich experimentell nur begrenzt untersuchen, darum leistet die Simulation hier gute Dienste.

### Was passiert genau bei der Batteriezellalterung?

**Schneider:** Batteriezellen altern sowohl bei der aktiven Nutzung als auch bei der Lagerung. Dabei gibt es sehr viele Faktoren, die das Alterungsverhalten beeinflussen. Beispielsweise können durch die mechanische Belastung während des Betriebs Teile der Zelle inaktiv werden, sodass sie nicht mehr zum Ladungsaustausch beitragen. Andererseits finden chemische Nebenreaktionen statt, welche das zyklisierbare Lithiuminventar der Zelle reduzieren, indem sie es in verschiedenen Reaktionsprodukten binden. Die beobachteten Symptome dieser Effekte sind ein Kapazitätsverlust und ein erhöhter Innenwiderstand, welcher zum Leistungsverlust führt.

Wir konzentrieren uns darauf, die einzelnen Effekte zu beschreiben, damit ein besseres Verständnis für die Zellen aufzubauen und zu erforschen, wie man diese speziellen Alterungsprozesse verlangsamen kann, um langfristig

Ressourcen und Energie in der Batterieproduktion zu sparen.

### An unserem Institut beschäftigen sich mehrere Abteilungen mit Batterien; wo liegen die Berührungspunkte?

**Zausch:** Am besten verdeutlicht das von der Landesregierung geförderte Projekt DiBaZ unsere interne Kooperation. Gemeinsam mit drei anderen Abteilungen arbeiten wir an einem digitalen Zwilling für alle Prozess-Schritte der Batterieproduktion. Am Projektende werden wir unseren Industriepartnern Methoden und Modelle anbieten können, welche nicht nur die Batterieproduktion simulieren, sondern auch eine zerstörungsfreie Qualitätskontrolle ermöglichen sowie Energiemanagement mit prädiktiver Regelung beinhalten.

### Wagen wir eine Prognose: Können E-Fahrzeuge die Mobilität, die in Deutschland gewünscht ist, gewährleisten?

**Zausch:** Ich denke ja, gerade im Personenverkehr. Die Reichweite aktueller E-Fahrzeuge ist sicherlich für den überwiegenden Teil der Fahrten ausreichend. Woran jedoch nach wie vor gearbeitet wird, ist die Verbesserung der Schnellladefähigkeit der Batterien. Damit will man Vorbehalten der Kunden gegenüber Elektrofahrzeugen begegnen. In diesem Zusammenhang ist für die Akzeptanz der Elektromobilität die ausreichende Verfügbarkeit von geeigneten Ladepunkten eine andere Herausforderung: z. B. an Fernverkehrsstraßen, wo für die Schnellladung hohe Ladeleistungen benötigt werden oder im städtischen Bereich, wo Bewohner keine Möglichkeit haben, ihr Fahrzeug am eigenen Haus über Nacht zu laden. Ein weiteres Hemmnis ist der relativ hohe Anschaffungspreis. Hier hofft man mittelfristig durch Massenproduktion die Kosten reduzieren zu können. Zudem könnten langfristig neue, günstigere Zellchemien wie bei der Natrium-Ionen Batterie ebenfalls helfen Kosten zu senken und darüber hinaus noch nachhaltiger und unabhängiger zu werden.

#### Kontakt

Dr. Falco Schneider  
Abteilung »Strömungs- und  
Materialsimulation«  
Telefon +49 631 31600-4973  
falco.schneider@itwm.fraunhofer.de

