

FÜR EINE SICHERE MOBILITÄT DER ZUKUNFT

In der Automobilindustrie sind Antriebsbatterien zu einer unentbehrlichen Schlüsselkomponente geworden. Bei steigenden Anforderungen an die Sicherheit sind zugleich immer leistungsstärkere Batterien gefordert. Simulation hilft bei deren Entwicklung. » VON VIKTOR SCHMIDT

Die Sicherheit von Antriebsbatterien in E-Fahrzeugen muss die höchsten Qualitätsstandards einhalten: Für die Zulassung gelten in der EU umfangreiche gesetzliche Anforderungen, die bei Nicht-Einhaltung im schlimmsten Fall sogar zu Bränden oder Explosionen führen und damit Menschenleben in Gefahr bringen. Neben der Sicherheit ist das Gewicht des Energiespeichers eine weitere Herausforderung, denn um eine hohe Reichweite zu gewährleisten, müssen die Batteriekomponenten leichter werden.

Um in Sachen Gewicht und Sicherheit die relevanten Kriterien zu erfüllen und gleichzeitig noch Kosten in der Entwicklung zu senken, müssen Energiespeicher, die chemisch-elektrische Prinzipien zur Speicherung von Energie verwenden, umfangreich auf ihre mechanischen Eigenschaften – insbesondere Festigkeit und Steifigkeit – in einer Simulation geprüft werden.

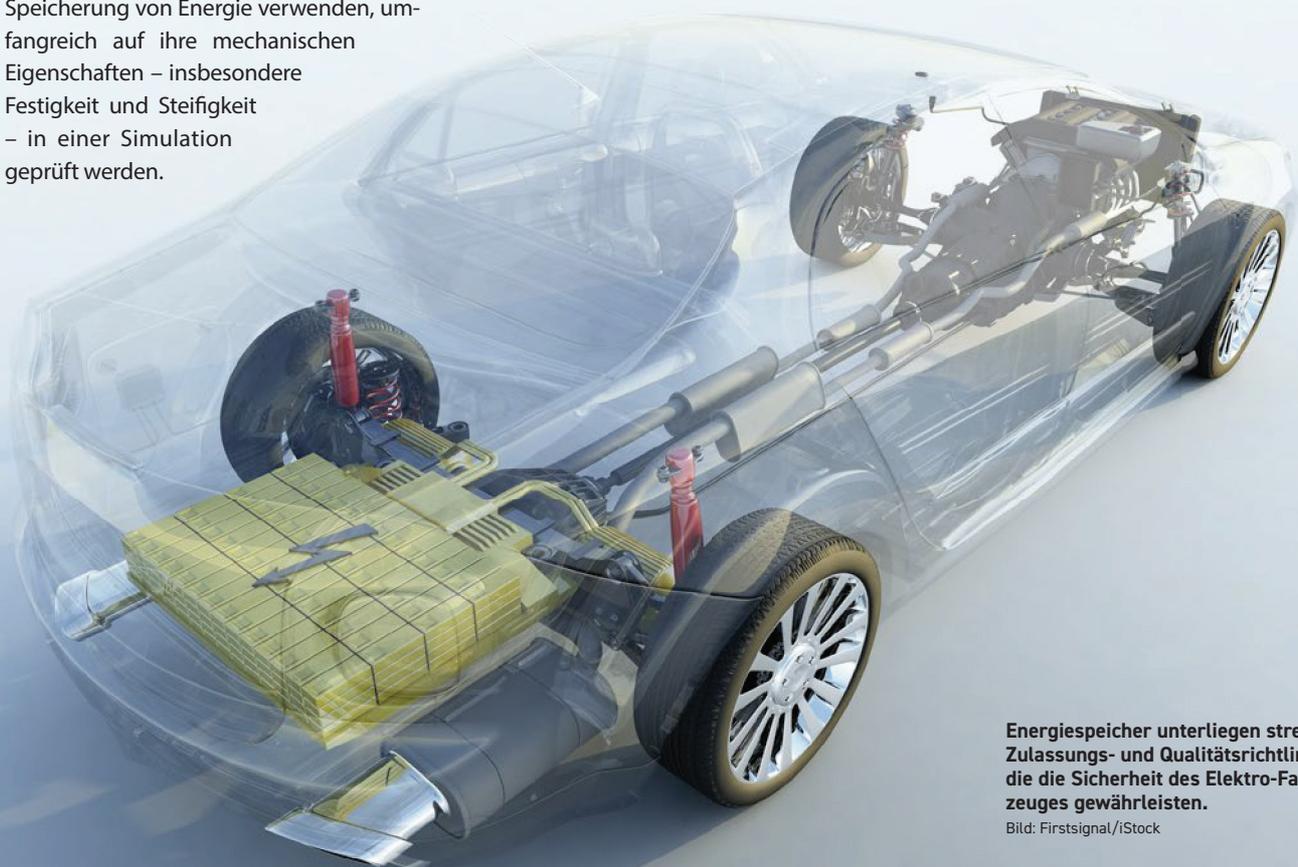
Zur Kostenoptimierung des gesamten Produktentstehungsprozesses sollte die Simulation des digitalen Modells früh erfolgen, um noch Einfluss auf die Geometrie nehmen zu können. Bei einer vollständigen Neuentwicklung des Energiespeichers sind gegebenenfalls sogar Vorabstudien zur Machbarkeit eines Bauraumes eine sinnvolle Überlegung. Neben der mittel- und langfristigen Kostenreduzierung trägt eine frühe mechanische Prüfung nicht unerheblich zur Gewichtseinsparung bei: Denn trotz ihrer hohen Energiedichte und des Fortschritts in Sachen Effizienz sind Hochvolt-Batterien noch immer recht schwer, was sich auf das Gewicht des Gesamtfahrzeuges auswirkt. Weil mehr Masse bewegt werden muss, sorgen die zusätzlichen Kilos

für einen höheren Stromverbrauch, was wiederum eine geringere Reichweite zur Folge hat. Die Reichweite ist allerdings für viele Nutzer von Elektrofahrzeugen besonders wichtig.

Virtuelle Betrachtung der Belastungen

Da Festigkeit und Steifigkeit der Batteriegehäuse maßgeblich die geometrische Komplexität und damit das Gesamtgewicht bestimmen, sind genaue Berechnungen und Analysen erforderlich. Für eine opti-

**UM HOHE REICHWEITEN
ZU ERREICHEN, MÜSSEN
DIE BATTERIEKOMPONENTEN
LEICHTER WERDEN.**



Energiespeicher unterliegen strengen Zulassungs- und Qualitätsrichtlinien, die die Sicherheit des Elektro-Fahrzeuges gewährleisten.

Bild: Firstsignal/iStock

male Kosten- und Gewichtsreduktion und für die Gewährleistung der Sicherheit von Antriebsbatterien, bietet das Engineering- und Technologieunternehmen Invenio seinen Kunden eine Umwandlung ihrer CAD-Geometrie-Daten in ein Simulationsmodell an. Das ermöglicht eine digitale beziehungsweise virtuelle Betrachtung der spezifizierten Belastungen auf den Speicher. So lassen sich Rückschlüsse auf notwendige Anpassungen der Geometrie, Werkstoffe oder Massenverteilung ableiten und iterativ optimieren.

Langjährige Erfahrung in der Simulation

Für die Simulation wird im ersten Schritt die Geometrie der zu berechnenden Struktur mit Finite-Elementen (FE) zu einem repräsentativen mathematischen Modell vernetzt. Das Erstellen des FE-Netztes erfolgt bei Invenio halbautomatisch, damit die Elementqualität zu jedem Zeitpunkt dem Anspruch an Genauigkeit gerecht wird. Nach der Definition der Randbedingungen erfolgt die Bewertung der Festigkeit – also der Widerstand gegen ein Versagen der Struktur bei einer bestimmten äußeren Last – und der Steifigkeit, sprich der Widerstand gegen einen eindringenden Gegenstand. Dafür verfügt Invenio über im Automotive-Bereich verbreitete Pre- und Postprozessoren sowie Solver, um die relevanten mechanischen Problemstellungen effizient abzuwickeln.

Bei der Simulation von Batteriekomponenten leitet man eine mechanische Belastung in die Baugruppe ein. Die genaue Belastung wird durch eine gesetzliche Anforderung, zum Beispiel ECE R100, oder anhand einer Spezifikation des Kunden definiert. Je nach Belastungsfall wird dann beispielsweise ein eindringender Körper – wie ein Pfahl – mit einer bestimmten Kraft gegen den Energiespeicher gedrückt. Der Speicher verformt sich und geht in einen Endzustand über, in dem der Pfahl gehalten wird und nicht noch weiter eindringen kann. Nach einer gewissen Zeit wird die Kraft wieder entfernt und die eingetretene Verformungssituation bewertet. Hier achtet man unter anderem darauf, ob Spalte oder Risse im Gehäuse entstanden sind.

Ableitung der entstandenen Wärme

Ein weiterer Aspekt bei der Auslegung von Batteriesystemen ist die Ableitung der entstandenen Wärme. Abhängig von der Betriebsart – schnelles Aufladen oder Voll-



Die Batteriekomponenten werden von Invenio mittels mechanischer Simulationen auf ihre Eigenschaften wie Festigkeit oder Wärmeableitung überprüft.

Bild: Gorodenkoff/iStock

last – entstehen in der Batterie erhebliche Wärmeenergien, die man aktiv oder passiv ableiten muss. Hierzu lassen sich umfangreiche CFD-Strömungssimulationen durchführen, bei denen der Wärmetransport in der Struktur und die resultierenden Temperaturfelder bestimmt werden. Auch Druckverluste und Makroturbulenzen lassen sich genau erfassen. Anschließend kann durch die verbesserte Gestaltung der Kühlkanäle oder Kühlrippen die maximal zulässige Temperatur eingehalten werden.

ZUR KOSTENOPTIMIERUNG DES GESAMTEN PRODUKTENTSTEHUNGSPROZESSES SOLLTE DIE SIMULATION FRÜH ERFOLGEN. SO LÄSST SICH NOCH EINFLUSS AUF DIE GEOMETRIE NEHMEN.

Kompetenz aus einer Hand

Durch die Absicherung aller genannten Eigenschaften lässt sich die Produktsicherheit der Batterien bestmöglich gewährleisten. Dank der modernen grafischen Oberflächen ist heutzutage die Ermittlung und Darstellung von Spannungen und Verformungen kein schwieriges Unterfangen mehr – dafür umso mehr die Bewertung der Berechnungsergebnisse. Das Invenio-Expertenteam für technische Berechnungen verfügt über umfangreiche Erfahrungen in der Einschätzung und Beurteilung von FEM-Ergebnissen und gewährleistet mit eigenen, an die speziellen Anforderungen angepassten Programmen, eine

kostenoptimierte und schnelle Bearbeitung der Analysen. Aufgrund dieser Maßnahmen ist es Invenio möglich, die Projektarbeit beschleunigt abzuwickeln.

Als umfassender Engineering- und Technologiepartner nimmt sich das Unternehmen nicht nur der Simulation und Berechnung an, sondern auch der Konstruktion von Energiespeichern. Invenio arbeitet deutschlandweit mit seinen unterschiedlichen Fachbereichen bei der Energiespeicher-Thematik zusammen. Mitarbeiter in Ludwigsburg sind Spezialisten für die Entwicklung solcher komplexen Energiespeicher; der Fachbereich in Rüsselsheim wirkt in der Konstruktion mit und führt Versuche durch. Die Experten in Ismaning und Böblingen führen Füllanalysen oder Montageuntersuchungen mit der eigenen Invenio-Software VT-DMU durch. Neben der Entwicklung ist auch die Fertigung in Ludwigsburg und Nauheim mit der Produktion von Teilen aus Aluminiumguss, Kunststoffspritzguss oder 3D-Druck involviert. Dabei werden beispielsweise Batteriegehäuse, Sensorhalter oder Komponenten für die Steuerungsbox hergestellt. Damit lässt sich die Koordination und enge Verzahnung der Gewerke sicherstellen.

Batterien bieten jedoch nicht nur in der Automobilindustrie einen vielversprechenden Zukunftsmarkt, sondern in vielen weiteren Branchen. Für Invenio ergibt sich somit ein großer Markt im Bereich der Batterie-Simulation.

« RT

Dipl.-Ing. Viktor Schmidt ist Geschäftsführer der Invenio Technical Simulations GmbH.