

DIENSTLEISTUNG AUS EINER  
HAND BEI SGS-TÜV

# Integrale Sicherheit in der Elektromobilität

Integrale Sicherheit ist für den Entwicklungsprozess von Elektro- und Hybridfahrzeugen von entscheidender Bedeutung. Die Gefährdungspotentiale sind hauptsächlich im Hochvolt-Bordnetz, der Traktions-Batterie und der Antriebstechnik zu finden. Der SGS-TÜV begleitet hier Automobilhersteller, Komponenten- und Systemlieferanten mit einem ausführlichen Dienstleistungsportfolio, angefangen von der Beratung bei der Funktionalen Sicherheit mit integrelem Ansatz (Elektrische, Chemische, Mechanische Sicherheit) über das komplexe Testing von Li-Ionen-Batterien bis hin zur Homologation.

Die Zukunft der Mobilität hat bereits begonnen und die Entwicklung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen längst volle Fahrt aufgenommen. Die Automobilindustrie wird sich in den kommenden Jahren einer technologischen Herausforderung stellen müssen. Bereits in naher Zukunft wird es eine Vielzahl neuer Fahrzeugkonzepte mit einem ganzen Bündel neuer Funktionalitäten geben.

Die erste Generation elektrifizierter Fahrzeuge sind Hybride, angefangen vom Mild Hybrid bis zum Full Hybrid. Die technologische Integration erfolgt im ersten Schritt meist nachträglich, d. h. die neue Technik wird quasi als „Add on“ in das Fahrzeug integriert. Die zweite Evolutionsstufe ist die Entwicklung spezifischer Fahrzeugarchitekturen bis hin zum reinen Elektrofahrzeug bzw. Elektrofahrzeug mit Range Extender. Damit steigt die Integrationstiefe und Komplexität weiter.

Die Herausforderung der Elektromobilität besteht neben der Vernetzung von Systemen der Auto-

mobil- und Elektrotechnikindustrie vor allem in der Batterietechnologie. Dabei müssen die Schlüsselkomponenten wie das Batteriesystem, Systeme zur Überwachung von Hochvoltkomponenten und Energie-Bordnetz, DC/DC-Wandler, Leistungselektronik usw. adaptiert bzw. neu entwickelt werden.

Interessant an dieser noch jungen Technik sind ihre Akteure. Das Spektrum reicht von etablierten Systemlieferanten (Tier-1), Energieversorgern (EVUs), Batterieherstellern bis hin zu Anbietern von Ladesystemen und Ladesteckern. Bisher mit der Automobilindustrie nicht in Verbindung gebrachte Industriezweige spielen zunehmend eine tragende Rolle. Doch für alle Unternehmen gilt: Die Sicherheit von neuen Fahrzeugkonzepten und Systemen ist von entscheidender Bedeutung für den Erfolg dieser noch jungen Technologie.

## Elektromobilität in Deutschland und International

Die Bundesregierung hat sich im Rahmen des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität (NEP) zum Ziel gesetzt, dass bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen fahren. Das wird durch die Förderung von Forschung und Entwicklung unterstützt. Die Modellregionen für Elektromobilität sind nur ein Beispiel dafür. Hier wurde unter anderem durch ein Konsortium unter Mitwirkung der



SGS ein Prüfprogramm zur Batteriesicherheit entwickelt, das Mindestanforderungen festlegt und aktuell Anwendung in den einzelnen Modellregionen findet. Das Ziel ist technologisch ehrgeizig und erfordert die Kommerzialisierung völlig neuer Komponenten für die Automobilindustrie bei hohem Qualitätsanspruch und Kostendruck.

International wird die Elektromobilität von aufstrebende Industrienationen wie China, Brasilien und Indien geprägt. Diese Staaten sehen ihre Chance, die Aufholjagd in der Fahrzeugentwicklung durch Besetzung neuer Technologiefelder zu beschleunigen. Das Beispiel China zeigt, das bereits heute in Teilbereichen wie der Batterietechnologie, ein technischer Vorsprung auszumachen ist.

### Sicherheitsanspruch

Sicherheit ist ein elementarer Anspruch unserer Gesellschaft und wird bei der Einführung innovativer Technologien kontrovers diskutiert. Wesentlich ist das gesellschaftlich akzeptierte Risiko, das die Weichen für die Etablierung einer neuen Technologie stellt. Die aus der Elektromobilität resultierenden Gefährdungspotentiale sind hauptsächlich im Hochvolt-Bordnetz, der Traktions-Batterie, der Antriebstechnik und neuen Funktionen zu finden.

So betragen die Spannungslagen des Hochvolt-Bordnetzes und den implementierten Komponenten leicht mehrere hundert Volt. Alle Nutzer sind potentiell der Gefahr ausgesetzt, mit gefährlichen Spannungen in Berührung zu kommen. Die Batterie birgt bei Überlastung (elektrisch, thermisch und mechanisch), das Risiko von Bränden und die Freisetzung chemisch hoch reaktiver Substanzen bis hin zur Freisetzung von Schwermetalloxiden. Bei der Antriebstechnik muss das Fahrzeug beispielsweise gegen unbeberechtigtes Anfahren abgesichert werden.

Die Elektromobilität ermöglicht und erfordert aber auch neue Funktionscluster wie die Betriebsstrategie sowie das Batterie- und Energiemanagement. Beispielsweise die Funktion Rekuperation (Energierückgewinnung durch generatorisches Bremsen) führt zu einem signifikanten Anstieg der Steuer- und Regelalgorithmen, denn sie interagiert mit der Motorsteuerung, der Fahrwerksregelung und dem Batteriemangement.

### Normen und Regularien

Durch die Elektromobilität steigt zudem die Vernetzung und Komplexität der eingesetzten E/E-Systeme im Gesamtfahrzeug sowie über die Grenzen des Fahrzeugs hinaus. Das daraus resultierende Gefährdungspotential muss auf ein Mindestmaß reduziert werden. Das erfordert die Betrachtung aller Aspekte der Elektromobilität in ihrer Gesamtheit (Produktionsprozess, Service, Ladesysteme, Gebrauchssicherheit etc.). Rahmenbedingungen wie zum Beispiel, wann ein System als sicher anzusehen ist, müssen noch erarbeitet werden. Hier sind Hersteller, Forschungsinstitute, Prüforganisationen sowie Gesetzgeber gleichermaßen gefordert.

Die Normen bzgl. Elektromobilität sind aktuell von einer dynamischen Entwicklung geprägt. Nationale, europäische und internationale Normungsprojekte werden mit der Zielsetzung initiiert, alle Normungs- und Standardisierungsak-

tivitäten zu bündeln. Normung ist ein entscheidender Wettbewerbsfaktor und gleichzeitig von großer Bedeutung für eine effiziente und effektive Entwicklung. Normen bilden den „Stand der Technik“ ab und leisten so einen Beitrag zur Absicherung gegenüber Produkthaftungsansprüchen. Die „Nationale Plattform Elektromobilität“ (NEP) hat daher verschiedene Arbeitsgruppe (AG), u. a. die AG 4 mit dem Fokus „Normung, Standardisierung und Zertifizierung“ gebildet. Die Aktivitäten der AG 4 wird durch die „Roadmap Elektromobilität“ unterstützt. Die Normungs-Roadmap wird durch den Normenausschuss Automobiltechnik, getragen durch den Verband der deutschen Automobilhersteller (VDA), sowie durch die Deutsche Kommission für Elektrotechnik (DKE), ein Organ des VDE zuständig für die Normung im Bereich der Elektrotechnik, erarbeitet. Hieraus sollen die Aktivitäten und der Bedarf bzgl. Normung der kommenden Jahre festgelegt werden. Ziel ist unter anderem, die in den nationalen Normungsgremien erarbeiteten Normen auch international zu verankern.

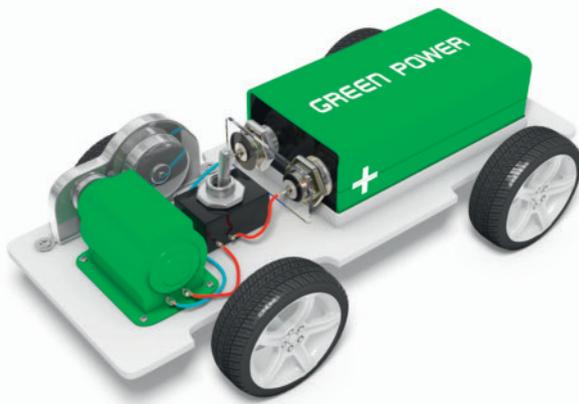
Die gesetzlich geregelte Typpenehmigung von Systemen (Homologation) wird durch das „World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations“ (WP 29), einem Ausschuss der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UN/ ECE), erarbeitet. Für die Elektromobilität kommen im Wesentlichen zwei Regularien zum Tragen: die ECE R10 (Elektromagnetische Verträglichkeit) und die ECE R100 (Elektrische Sicherheit des Gesamtfahrzeugs). Weitere für die Elektromobilität wichtige sind die elektrischen Übertragungseinrichtungen die in den Regularien ECE R13 (Bremsen) und ECE R79 (Lenkung) betrachtet werden. Die SGS-TÜV GmbH –ein Unternehmen der SGS-Gruppe und des TÜV Saarland e.V.- beteiligt sich aktiv an dieser Normung durch Mitarbeit in den verschiedensten Normungsgremien, sowohl auf Komponenten- wie auf Fahrzeugebene.

### Sicherheitsaspekte

Die Funktionale Sicherheit verfolgt den Ansatz, die Freiheit eines elektrischen/elektronischen Systems vor unakzeptablen Risiken zu gewährleisten. Dies wird realisiert durch die Implementierung von Sicherheitsfunktionen, die ein System überwachen, regeln oder ggf. in einen „sicheren Zustand“ überführen. Die Ausprägung der Sicherheitsfunktion ist dabei unter anderem abhängig vom Schadensausmaß eines potentiellen Ausfalls.

Die Automobilindustrie verfügt über eine eigene Norm zur Funktionalen Sicherheit, die ISO 26262. Diese Norm, aktuell im Stadium ISO/DIS (Draft International Standard) wird ab 2011 verbindlich und repräsentiert den „Stand der Technik“ bzgl. Sicherheit elektronischer Systeme im Fahrzeug.

Bei der Elektromobilität bedeutet Funktionale Sicherheit eine differenzierte und integrale Herangehensweise zugleich. Eine Differenzierung wird erforderlich, um die in der Elektromobilität eingesetzten Systeme, die aus unterschiedlichen Technologiefeldern stammen, abzugrenzen. Denn neben dem Gesamtfahrzeug kommen stationäre Anwendungen wie beispielsweise Ladesysteme zum Einsatz. Das führt zur Anwendung unterschiedlicher Normen zur Funktionalen Sicherheit, wie der IEC 61508 (generisch)



**Bild 2: Die aus der Elektromobilität resultierenden Gefährdungspotentiale sind hauptsächlich im Hochvolt-Bordnetz, der Traktions-Batterie, der Antriebstechnik und neuen Funktionen zu finden.**

© automotive

oder der ISO 26262 (Automotive). Das integrale Vorgehen wiederum resultiert aus der Elektrifizierung des Antriebsstrangs sowie der Integration zusätzlicher Komponenten und Systeme aus anderen Technologiefeldern. Das bedeutet, dass neben der Funktionalen Sicherheit bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen auch die elektrische, chemische und mechanische Sicherheit betrachtet werden müssen. Die aus den genannten Sicherheitsaspekten resultierenden Anforderungen, die durch Funktionen realisiert werden, sind in das Sicherheitskonzept zu integrieren.

Der SGS-TÜV GmbH verfolgt hier die stetige Weiterentwicklung und Verfeinerung des Integralen Sicherheitsansatzes mit seinen Partnern aus der Automobilindustrie. Das ermöglicht es, eine effektive und effiziente Sicherheitskultur für die Elektromobilität zu etablieren.

Beispielsweise beinhaltet ein Batteriesystem mit Batteriemangement bei integraler Betrachtung alle oben genannten Aspekte. Die Chemische Sicherheit berücksichtigt alle Eigenschaften des Batteriesystems und stellt im Kern die Fragen, welche chemischen Substanzen zum Einsatz kommen und ob die Möglichkeit einer gefahrbringenden Freisetzung von Stoffen besteht. Dieser Aspekt ist besonders dann noch detaillierter zu erörtern, wenn man die Größe und den Energieinhalt von Batterien für Fahrzeuge berücksichtigt. Wird eine Batterie thermisch, mechanisch oder elektrisch überlastet, kann es zum Brand oder gar einer Explosion kommen und eine Reihe von chemischen Stoffen wird freigesetzt. Das können je nach chemischem System der Batterie beispielsweise gesundheitsschädliche Säuren und Schwermetalloxide sein. Die Normung sowie die gesetzlichen Anforderungen berücksichtigen aktuell diese genannten Aspekte nicht ausreichend. Die Normierungsarbeit weist aber darauf hin, dass die Problematik erkannt wurde. Die Unterbringung der Batterie im Fahrzeug sowie die Einhausung der Batterie selbst bieten Schutz vor mechanischer Beanspruchung. Die Verwendung von Separatoren, die einen Kurzschluss der Einzelzelle verhindern, leisten einen Beitrag zur Erhöhung der chemischen Sicherheit. Neben der Frage der integralen

Sicherheit ist es im Entwicklungsprozess aber auch wichtig, Anforderungen beispielsweise bzgl. der Homologation frühzeitig zu berücksichtigen.

### Testing

Die Qualifizierung von Batteriesystemen durch umfangreiches Testing ist ein weiterer wichtiger Aspekt zur Verbesserung der Sicherheit von Systemen der Elektromobilität. Umwelteinflüsse wie Feuchte, Temperatur usw., mechanische sowie elektrische Belastungen (Vibration, Schock, Kurzschluss, Überladen etc.) sowie die elektromagnetische Verträglichkeit haben wesentlichen Einfluss auf die Betriebssicherheit und Lebensdauer von Batterien. Außerdem können durch Tests die Bedingungen für das Packaging von Batterien realitätsnah abgebildet werden.

Das Testing ermöglicht außerdem die Verifikation und Validierung von Sicherheitsmaßnahmen. Der SGS TÜV führt in diesem Bereich bereits erfolgreich Tests an Lithium-Ionen-Batteriesystemen für deutsche Automobilhersteller durch.

### Ausblick

Die Elektromobilität ist aktuell geprägt von hoher Dynamik und sich verändernden Rahmenbedingungen. Die Akteure sind bekannte Unternehmen aus der Kfz-Branche und Non-Automotive-Firmen. Etablierte Strukturen im Entwicklungsprozess müssen erweitert bzw. neu geschaffen werden. Die Zusammenarbeit zwischen Herstellern und Systemlieferanten wird dadurch eine Intensivierung erfahren. Darüber hinaus entsteht eine neue Normungslandschaft und selbst die regulatorischen Vorschriften befinden sich in Veränderung. Das Ganze wird durch einen weltweiten technologischen Wettlauf bei der Entwicklung von Elektrofahrzeugen und Batteriesystemen begleitet.

Durch die Mitarbeit in verschiedenen Arbeitskreisen zur Normung und Standardisierung sind die Safety-Experten der SGS-TÜV GmbH auf dem neusten Stand der Technik. Automobilherstellern, Komponenten- und Systemlieferanten wird dabei mit einem ausführlichen Dienstleistungsportfolio Service aus einer Hand geboten. Das umfasst die Beratung im Bereich der Funktionalen Sicherheit mit integrealem Ansatz (Elektrische, Chemische, Mechanische Sicherheit) ebenso wie das komplexe Testing von Lithium-Ionen-Batterien bis hin zur Homologation. (oe)



**Michael Vogt** ist Product Manager eMobility bei der SGS-TÜV GmbH in München. Schwerpunkte seiner Tätigkeit sind Funktionale Sicherheit sowie elektrische und chemische Sicherheit. Er war u. a. als Consultant für die BMW Group im Bereich Absicherung Gesamtfahrzeug Hybrid tätig. Zuletzt war er bei TÜV SÜD verantwortlicher Projektleiter für Projekte im Rahmen "Modellregionen für Elektromobilität" und Funktionale Sicherheit.